



Pierre Fabre

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

Agriculture - Alimentation
Environnement

250^e ANNIVERSAIRE

SYSTÈME ALIMENTAIRE MONDIAL

**SUR LES TRACES DES DOMESTICATIONS ET DES MIGRATIONS EN
AGRICULTURE**

OÙ VA LA RECHERCHE AGRONOMIQUE EUROPÉENNE ?

LES HOMMES ET L'EAU

LA SOLIDARITÉ, VISIONS ET RÉALITÉ

SOMMAIRE

Présentation, par **Gérard Tendron**

- 5** **SYSTÈME ALIMENTAIRE MONDIAL : QUELS ENJEUX POUR LE 21^e SIÈCLE ?**
 Séance animée par **Christiane Mercier** et **André Neveu**
 (25 novembre 2010)
 Ouverture de la séance, par **Guy Paillotin**, Secrétaire perpétuel de l'Académie
 Après la Révolution verte, peut-on promouvoir une agriculture économe, intensive et à forte
 valeur environnementale, par **Michel Griffon**
 Que faire face à l'instabilité des prix alimentaires dans les pays en développement,
 par **Franck Galtier**
 Comment faire cohabiter les différents modèles alimentaires mondiaux, par **Gérard Pascal**
 et **Xavier Leverage**
 Les industries agro-alimentaires face aux besoins spécifiques des consommateurs des
 pays en développement, par **Emmanuel Faber**
 Comment nourrir le Monde en 2052, Allocution du Directeur général de la FAO,
Jacques Diouf
 Discours de clôture, par **Gilles Burban**, Secrétaire général adjoint du MAAPRAT
- 39** **SUR LES TRACES DES DOMESTICATIONS ET DES MIGRATIONS EN AGRICULTURE**
 Séance animée par **Dominique Job**, **Georges Pelletier** et **Jean-Claude Pernollet**
 (9 mars 2011)
 Ouverture de la séance, par **Guy Paillotin**, Secrétaire perpétuel de l'Académie
 La paléogénique, une approche pour comprendre le passé, par **Catherine Hänni**
 Forêts, migrations, refuges, du passé au futur, par **Rémy Petit**
 Invasions biologiques récentes, par **Thomas Guillemaud**
 Gestion durable de la biodiversité chez la vache, le mouton et la chèvre, par **Pierre
 Taberlet**
- 55** **OÙ VA LA RECHERCHE AGRONOMIQUE EUROPÉENNE ?**
 Séance animée par **Jean-Marc Boussard** et **Jean-Paul Lanly**
 (25 mai 2011)
 Où va la recherche agronomique, par **Peter Sylwan**.
 Agriculture research between tradition and new challenges, par **O.Christen**.
 Les défis de la recherche forestière en Europe, par **Markku Simula**.
 Collaboration franco-moldave dans le domaine des sciences agronomiques, par **Boris
 Gaïna**.
 National and global food security, par **Franco Scaramuzzi**.
 Synergies and potential conflicts in the relationships of food – fodder – fibers – biofuels, par
Gheorge Sin et **Christian Hera**.
 Unanswered questions by research in the field of food safety and quality, par **Ieva Brence**
 et **Baiba Rivža**
 Agricultural biodiversity for consumer needs, par **Mariusz K. Piskula**
 Sécurité alimentaire et sciences sociales en Russie, par **Ivan G. Ouchatchev** et
Ghennady Romanenko

83 LES HOMMES ET L'EAU : AGRICULTURE, ENVIRONNEMENT ET ESPACE MÉDITERRANÉEN

Séance animée par **Christian Lévêque, Ghislain de Marsily et Bernard Saugier**
(22 juin 2011)

Les enjeux de l'eau en zone méditerranéenne, par **Ghislain de Marsily**

Cycle de l'eau : influence des caractéristiques régionales de la surface,
par **Katia Laval**

Les eaux de surface, des montagnes à la mer, par **Christian Valentin**

Gestion des ressources en eaux souterraines au Maghreb, par **Mustapha Besbes**

Une mise en perspective historique de l'évolution des rapports villes-campagnes,
par **Nicole Mathieu**

Sécurité en eau et sécurité alimentaire : reconsidérer les ressources en eau et leur partage
par **Daniel Zimmer**

Conclusion par **Érik Orsenna** (retranscrite par Claude Sultana)

133 LA SOLIDARITÉ, VISIONS ET RÉALITÉS

Séance animée par **René Groussard, Guy Paillotin et Heinz Wismann**
(21 novembre 2011)

Solidarité, par **Heinz Wismann**.

Solidarités en réalité : Quelles dépendances de fait mises en valeur dans quelles
communautés et selon quelles dispositifs ? par **Laurent Thévenot**.

250^{ème} anniversaire de l'Académie d'Agriculture de France par **Sylvie Goulard**.

Essai de synthèse, par **Guy Paillotin**

163 Remerciements



ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

Agriculture ♦ Alimentation ♦ Environnement

Le Secrétaire perpétuel

Le deux-cent cinquantième anniversaire de l'Académie d'agriculture

L'Académie d'agriculture de France se devait de commémorer en 2011 le deux-cent cinquantième anniversaire de sa création en 1761.

La solidarité et le partage ont servi de fil conducteur pour les manifestations organisées à cette occasion. Aujourd'hui, plus qu'hier, il nous faut en effet apprendre à mobiliser et à partager les ressources disponibles afin de satisfaire aux besoins élémentaires de sept milliards d'humains en termes d'eau, de nourriture, de sauvegarde de la biodiversité. Les solidarités entre agriculteurs et citoyens, pays de l'Union européenne, pays riches et pays pauvres, encore inégales doivent impérativement être développées.

L'Académie d'agriculture a depuis longtemps pris en compte des préoccupations essentielles de la société dans des domaines qui touchent au devenir de l'humanité. Ses champs de réflexion s'étendent en effet de la production des biens alimentaires à leur qualité sanitaire, en passant par la préservation de l'environnement. Elle est un creuset de disciplines multiples, lié à la richesse de connaissances et d'expériences de ses membres, qui lui donne la capacité d'être un lieu de débat, de discussion, voire même de confrontation entre scientifiques, acteurs économiques et société civile. Elle joue un rôle de laboratoire d'idées en termes d'attentes sociales concernant l'agriculture, l'alimentation, l'environnement. Elle produit des analyses objectives des enjeux, et des synthèses assises sur les connaissances scientifiques les plus solides permettant un éclairage pédagogique par des publications, des avis, des séances publiques, des colloques. En un mot, elle participe activement à donner du sens au progrès.

Sous le titre « *Les chemins de la connaissance agricole, alimentaire et environnementale* », la brochure de présentation éditée à l'occasion de cet anniversaire et présentée à la presse, a illustré le rôle de l'Académie, hier pour diffuser des savoirs, aujourd'hui pour éclairer les débats sociétaux, demain pour relever les défis de l'humanité.

Six séances publiques, organisées par des membres de notre Compagnie et dont il est rendu compte dans les pages qui suivent, ont permis d'aborder avec de nombreux intervenants extérieurs quelques sujets emblématiques des préoccupations de l'Académie :

- une séance tenue au Conseil économique, social et environnemental sur le thème : « *Système alimentaire mondial : quels enjeux pour le 21^{ème} siècle* » ;

- une séance tenue à l'Institut de France, conjointement avec l'Académie des Sciences, sur le thème : « *Sur les traces des domestications et des migrations en agriculture à l'heure de la génomique* » ;

- une séance historique tenue au siège de l'Académie, sur le thème : « *L'Académie : deux siècles et demi au service de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement* » ;

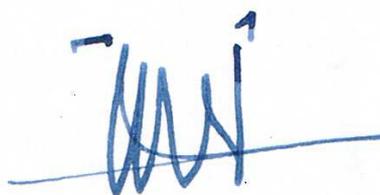
- une séance européenne tenue au ministère de l'agriculture avec des représentants des académies d'agriculture européennes sur le thème : « *Où va la recherche agronomique en Europe* » ;

- une séance tenue à l'UNESCO sur le thème : « *Les hommes et l'eau : agriculture, environnement et espace méditerranéen* » ;

- une séance finale tenue au Palais du Luxembourg sur le thème : « *La solidarité dans le domaine agricole et rural* ».

Je remercie chaleureusement tous ceux qui se sont impliqués dans la préparation et la parfaite réussite des manifestations liées au deux-cent cinquantième anniversaire de l'Académie d'agriculture de France, ainsi que dans la réalisation des présents comptes rendus.

Paris, le 3 mai 2012



Gérard TENDRON

250^e Anniversaire de l'Académie d'Agriculture de France

SYSTÈME ALIMENTAIRE MONDIAL : QUELS ENJEUX POUR LE 21^e SIÈCLE ?

OUVERTURE

par Guy Paillotin¹

Ainsi allons-nous entamer la première séance de commémoration du deux cent cinquantième anniversaire de l'Académie d'Agriculture de France et c'est pour nous une grande émotion. Aussi sommes-nous très reconnaissants au Président du Conseil économique, social et environnemental, Jean-Paul Delevoye, ainsi qu'à son Président d'honneur Jacques Dermagne, de nous avoir accueillis dans ce lieu si prestigieux.

Je tiens à vous dire, Monsieur le Président, que les relations de notre Académie avec le CESE sont excellentes et fructueuses. Bien des membres de notre Compagnie apportent au Conseil leur expertise lorsqu'il le souhaite et je suis, à ce titre, assez fréquemment dans vos murs. Mais si vous le voulez bien, passons à notre séance.

Vous l'avez entendu grâce au petit montage qui vient d'être présenté, nous avons une ambition et une audace presque démesurées à l'occasion de cet anniversaire : remettre en question nos idées reçues, nos présupposés ontologiques. Bien sûr, quatre séances n'y suffiront pas, mais chacune d'elles, nous l'espérons, constituera une sorte de déclic, de stimulation qui nous amènera à nous remettre à l'ouvrage et ceci sur quelques années.

La séance d'aujourd'hui est consacrée au système alimentaire mondial. Dans quelques minutes, André Neveu, membre de l'Académie, introduira le sujet. Mais auparavant, je voudrais par quelques exemples, illustrer ce que j'entends par « idées reçues ».

Ainsi avons-nous l'habitude de raisonner comme si l'économie agricole était isolée du reste de l'économie or, notamment depuis les accords de Marrakech, les produits agricoles sont mis dans le même sac que les produits manufacturés et les services. Le pire sans doute est que les denrées alimentaires puissent également entrer dans le jeu de la spéculation ou devenir des sources d'énergie.

Nous considérons encore très souvent la maîtrise de l'environnement comme une contrainte pour la production agricole. Ouvrons les yeux : les agriculteurs seront les premières victimes des changements climatiques sur lesquels ils ne peuvent rien, sauf en élevage, mais ils seront aussi les victimes d'un usage excessif de pesticides qui résulte de leurs pratiques.

Nous avons trop souvent limité nos préoccupations à un problème certes douloureux – celui de la faim dans le monde – et de ce fait négligé le lourd problème de la qualité de l'alimentation et

¹ Secrétaire perpétuel de l'Académie d'Agriculture de France.

donc de la nutrition. C'est pourtant, sans nul doute, une question majeure, sur laquelle la FAO met aujourd'hui l'accent.

Une partie de ces questions sera abordée dès aujourd'hui.

En conclusion, je voudrais rappeler que nous avons choisi une sorte de « fil rouge » pour nos cinq colloques : c'est celui de la solidarité. Cette séance laissera, vous le devinez, une place importante à la solidarité avec les pays en développement.

SYSTÈME ALIMENTAIRE MONDIAL : QUELS ENJEUX POUR LE 21^e SIÈCLE ?

Présentation des intervenants

par André Neveu¹

La production agricole a fait un véritable bond en avant au cours de la seconde moitié du 20^e siècle. Ce fut le cas dans tous les pays de l'OCDE où les rendements et la productivité ont fortement et régulièrement augmenté. Dans la très grande majorité des pays en développement, la *révolution verte* a permis de faire disparaître les grandes famines jusque là récurrentes. Dans le même temps, les échanges internationaux se sont multipliés, les habitudes alimentaires se sont modifiées et la transformation des produits agricoles s'est industrialisée.

La rapidité et la profondeur de ces changements ont donné, pendant un temps, l'impression qu'il suffisait de poursuivre dans cette voie car elle semblait valable pour tous les pays et pour les décennies à venir.

Mais au tournant du 21^e siècle, cette conviction s'est souvent révélée illusoire, voire fallacieuse. Car les faits sont là : la sous-alimentation et la misère sont encore trop fréquentes dans de nombreux pays alors que la population y continue sa croissance. Les fluctuations de prix pénalisent aussi bien les paysans que les consommateurs pauvres, tandis que l'obésité progresse rapidement et que partout la transformation des produits agricoles se banalise.

C'est pourquoi, **certaines des certitudes de la période antérieure nous apparaissent aujourd'hui fortement contestables**. De nouveaux concepts restent à élaborer et à mettre en œuvre.

Pour sa part, l'Académie et ses membres cherchent à y apporter leurs contributions. Dans un livre sur « L'alimentation du monde et son avenir », publié chez l'Harmattan, plusieurs académiciens dressent un panorama du système agricole et alimentaire mondial.

Ce 25 novembre même, sort en librairie, aux éditions Quae, un ouvrage de notre confrère Jean-Louis Rastoin sur « Le système alimentaire mondial ».

L'alimentation du monde est donc à l'évidence un sujet d'attention approfondie de la part de notre Académie.

Aujourd'hui, notre objectif est de dégager quelques idées nouvelles et les premières applications que les défis qui nous restent à relever vont nous imposer. Le premier de ces défis est sans conteste celui de l'accroissement de la production agricole.

Commençons donc par interroger notre confrère **Michel Griffon** sur le sujet **des conditions de la poursuite de ce nécessaire accroissement de la production agricole** et plus particulièrement des adaptations qu'il convient d'apporter à la *révolution verte* dans les pays en développement.

En effet, le grand élan des années 1960-1980 semble s'essouffler. Les progrès enregistrés marquent le pas tandis que les effets négatifs sur l'environnement, ignorés au départ, sont devenus préoccupants.

Doit-on alors revoir les techniques agronomiques mises en œuvre, se fixer de nouveaux objectifs, et donc réorganiser nos modes d'action ?

Voilà quelques questions que nous lui posons.

¹ Membre de l'Académie d'Agriculture de France, ancien adjoint au Directeur de l'Agriculture et des Collectivités locales de la Caisse nationale de crédit agricole.

La crise agricole de 2008 a montré que la mondialisation des échanges et le libre jeu des marchés pouvaient, dans le secteur agricole, conduire à des catastrophes si aucune régulation ne venait en limiter les excès. Les émeutes de la faim qui en ont résulté ont montré aux gouvernements concernés que les risques d'explosions sociales étaient bien réels et qu'il était urgent d'y remédier.

Or, à partir des années 1990, les divers outils de stabilisation des prix agricoles avaient été peu à peu abandonnés, souvent après des recommandations fermes de la Banque mondiale et du FMI. Il est vrai que l'efficacité de ces outils laissait beaucoup à désirer.

Aucun pays ne peut espérer se soustraire totalement aux marchés internationaux ni ne peut faire abstraction des conséquences des aléas climatiques sur son marché intérieur. Car la stabilisation des prix agricoles et alimentaires ne se décrète pas, et n'est sans doute pas la panacée que l'on pouvait imaginer autrefois. C'est une nouvelle organisation des marchés qu'il nous faut concevoir.

Nous allons donc demander à **Franck Galtier**, chercheur au CIRAD, (le Centre français de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) et spécialiste des marchés agricoles, **quelles sont, à son avis, les possibilités de réguler les marchés agricoles**, notamment dans les pays en développement.

La production agricole n'a pas seulement augmenté fortement, mais elle s'est aussi spécialisée avec le développement de quelques grands produits et la contraction des surfaces cultivées dans des productions n'ayant pas bénéficié d'une amélioration poussée.

Cette spécialisation a conduit à une banalisation des produits consommés, à une homogénéisation des modes alimentaires et, bien souvent, à l'extension de régimes peu favorables à la santé des consommateurs.

Serons-nous en mesure, au 21^e siècle, de remédier à cette situation et comment pourrions-nous procéder ?

C'est la question que nous posons maintenant à **Xavier Leverve**, Professeur en médecine, nutritionniste et Directeur scientifique du secteur nutrition humaine et sécurité des aliments de l'INRA.

Tournons-nous maintenant vers **Emmanuel Faber**, Directeur général de Danone.

Les industries agro-alimentaires ont connu un formidable développement dans le monde. A mesure que les quantités traitées augmentaient et que les marchés s'élargissaient, certaines entreprises sont même devenues gigantesques. Dans le même temps, les techniques utilisées, les produits mis à la disposition des consommateurs et les modes de distribution se normalisaient.

C'était faire peu de cas des traditions alimentaires et des différences de revenus des populations.

Nous savons que **Danone a cherché à se démarquer de cette tendance générale en développant des produits mieux adaptés aux goûts et aux moyens financiers des acheteurs.**

Monsieur Faber, pouvez-vous nous en dire plus sur cette stratégie ? Est-elle réellement adaptée à un monde moderne qui reste très différencié ? Peut-elle s'étendre à l'ensemble des pays et des produits ?

APRÈS LA RÉVOLUTION VERTE, PEUT-ON PROMOUVOIR UNE AGRICULTURE ÉCONOME, INTENSIVE ET À FORTE VALEUR ENVIRONNEMENTALE ?

par Michel Griffon¹

Chères consœurs et chers confrères, Mesdames et Messieurs,

Je vous remercie tout d'abord de m'avoir invité en cette circonstance à m'exprimer devant vous. La question que vous m'avez posée est : après la révolution verte, peut-on promouvoir une agriculture économe, intensive et à forte valeur environnementale ? Cette question que pose l'Académie d'Agriculture de France témoigne de l'importance d'une interrogation plus générale : la planète – la biosphère- a-t-elle la capacité de produire de manière soutenable tout ce que nos sociétés ont comme besoins, à commencer par l'alimentation. Cette interrogation, mais posée à l'échelle de la France, était déjà celle de cette Académie à sa création, au Siècle des Lumières, siècle qui était aussi celui des famines.

Cette interrogation renaît aussi, depuis plus d'une décennie, de la perspective d'atteindre progressivement de nouvelles limites à la production, en particulier en ce qui concerne les ressources en pétrole et en engrais phosphatés, pétrole et engrais qui ont permis le développement d'une agriculture très productive car moins consommatrice de ressources fossiles à l'époque abondantes sans que l'on s'interroge sur leurs limites. Cette agriculture intensive atteint aussi des limites en raison des pollutions de l'air, des sols et des eaux qu'elle a entraînées.

Les variables impliquées étant des variables au long cours, la question des limites ne peut donc être traitée qu'à partir d'analyses et de considérations de longue période, tant du point de vue rétrospectif que du point de vue prospectif.

S'interroger du point de vue rétrospectif amène à s'intéresser à la Révolution verte (commencée en 1966) et à sa source d'inspiration : la grande transformation de l'agriculture apparue à partir de 1930 dans les « nouveaux mondes », c'est-à-dire les terres conquises par les États européens (États-Unis, Canada, Argentine, Australie, Rhodésie, Afrique du Nord), puis apparue en Europe même, après la Seconde Guerre mondiale.

S'interroger du point de vue prospectif amène à envisager les alternatives à l'agriculture conventionnelle de ce début du 21^e siècle, agriculture qui est directement héritée de la grande transformation de l'après-guerre.

La grande transformation de l'agriculture occidentale et la Révolution verte

C'est donc dans les colonies européennes du 18^e et 19^e siècles, les « nouveaux mondes », là où les colonisateurs ont pu constituer de très grandes exploitations, que se situe l'origine de la grande transformation. Elle apparaît avec la motorisation qui permet de cultiver de grandes surfaces et aussi de réaliser un travail du sol régulier et donc de confectionner un « lit de semences » standardisé. Elle apparaît aussi avec les engrais azotés, phosphatés et potassiques qui permettent une densité de semis plus élevée, et avec la sélection des semences (blé, maïs, orge).

En Europe, après la Seconde Guerre mondiale, elle se déploie rapidement dans des exploitations agricoles qui sont de taille beaucoup plus petite, sous l'impulsion du plan Marshall. Au Japon, la même évolution se produit avec le riz et l'influence de Mac-Arthur. Dans les deux cas, la nouvelle recherche agronomique s'inspire alors beaucoup des États-Unis d'Amérique.

En France, c'est surtout après 1960, sous l'impulsion de la politique agricole d'Edgar Pisani que les gains de rendement et de productivité du travail ont décollé et été les plus élevés et les plus rapides. L'essor des grandes cultures a permis d'atteindre une sécurité alimentaire jusqu'alors non réalisée. L'élevage a

¹ Membre de l'Académie d'Agriculture de France, conseiller spécial du directeur général du Centre de coopération international en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), 45 avenue de la Belle-Gabrielle, 94736 Nogent-sur-Marne.

bénéficié du même mouvement de modernisation avec l'amélioration génétique, une alimentation améliorée à base de grains et de compléments, et une couverture vétérinaire étendue. Là encore la production s'est envolée aboutissant d'ailleurs rapidement à des excédents.

La politique agricole a fortement accompagné le progrès technique : aide à la retraite des anciens, prêts bonifiés du Crédit agricole, protection aux frontières, prix stabilisés...

On a désigné l'agriculture qui a résulté de ce grand mouvement d'agriculture « intensive » : car intensive en engrais, et en traitements phytosanitaires (i.e. intensive en chimie), intensive en énergie (rôle central du gazole) et intensive en capitaux (rôle clé des prêts de modernisation). Son intensivité résultait du choix (et de la nécessité) de produire avec de hauts rendements. Ce choix provenait du fait que la population à nourrir était élevée et l'espace utile largement saturé par l'agriculture.

Aux États-Unis, Canada, Argentine, Australie l'agriculture était beaucoup moins intensive, on peut même dire qu'elle est restée extensive en raison des grandes surfaces disponibles et des densités de population moins importantes, situation qui ne nécessitait pas des rendements très élevés. Faisant le choix de rendements moins élevés, elle utilisait des quantités d'intrants par hectare réduites, et bénéficiait de coûts de production plus faibles.

Dans ce que l'on a qualifié de « tiers monde » dans les 20 années d'après-guerre (1945-1965), la situation était très différente d'un continent à l'autre. L'agriculture de l'Amérique Latine restait endormie et bloquée dans son système foncier hérité du passé : des terres latifundiaires peu exploitées, une petite agriculture paysanne pauvre et des « sans terre », cette situation d'inéquité menant à des guérillas. L'Afrique, comme l'avait dit René Dumont, était « mal partie » produisant tout juste son alimentation en quantité suffisante sans évoluer vers l'aisance alimentaire. L'Asie connaissait des crises alimentaires répétées et des famines. Celles-ci avaient débouché sur la révolution communiste en Chine avec l'appui des campagnes misérables victimes d'une situation malthusienne et du féodalisme. Elles pouvaient déboucher sur la même issue en Inde.

C'est dans le contexte de la « Guerre froide » et de risque révolutionnaire qu'ont été créés les premiers instituts internationaux de recherche agricole, puis qu'a été créé le CGIAR (Groupe consultatif de la recherche agricole internationale). L'intention initiale était simple : réitérer d'abord en Inde, la grande transformation de l'agriculture occidentale, mais sans mécanisation afin de garantir un emploi au très grand nombre de ruraux pauvres. Le modèle technique était du même ordre : semences améliorées, semis à haute densité, engrais. La politique agricole était d'inspiration marshallienne : subventions aux intrants, crédit, prix garantis aux agriculteurs. A cela s'ajoutaient les grands investissements d'État pour l'irrigation et la réforme agraire de Gandhi et Nehru. Le succès fut très rapide et de très grande ampleur. L'Inde puis l'Asie ont vu s'éloigner le spectre des famines. La Révolution verte, dès lors, a fait le tour du monde.

Elle a connu une diffusion inégale en Afrique : difficultés de maîtrise de la riziculture irriguée dans des grands périmètres mécanisés, succès de la culture du coton selon une formule liant par contrat des firmes avec des petits agriculteurs, succès des plantations de palmier à huile. Elle ne connut pas le succès attendu dans la production arachidière, trop soumise aux aléas climatiques.

Au Maghreb, l'irrigation a été le vecteur de la Révolution verte, tout comme en Égypte. Elle a échoué dans le domaine des grandes cultures ne parvenant pas à surpasser le « *dry farming* ».

En Amérique Latine, les réformes agraires impulsées par les États-Unis, en réponse aux guérillas, ont commencé à faire bouger la petite agriculture familiale, mais c'est surtout la grande agriculture que le mouvement a réveillée : essor du coton en Amérique centrale, du maïs, soja, et de la viande bovine au Brésil et en Argentine. L'essor de l'agriculture d'entreprise latino-américaine a été tout à fait important.

Mais cette nouvelle agriculture a eu des effets inattendus. En Amérique Latine : le déboisement rapide, l'érosion, la perte de biodiversité. En Inde : la baisse des nappes phréatiques, la salinisation des sols. En Europe : les pollutions de l'agriculture et de l'élevage, le forçage productif des animaux et toutes les questions environnementales.

Cette révolution verte allait connaître, à partir de 1985, un arrêt brutal en raison d'un grand changement mondial de politique économique.

Dans les pays du Sud, le surendettement débouchait sur le défaut des États qui, dès lors ne pouvaient que recourir à des politiques d'ajustement structurel (suite au Consensus de Washington), lesquelles aboutissaient à la suppression des aides à l'agriculture. Rapidement, cela a produit un plafonnement des rendements dans les régions les plus avancées dans la progression de la Révolution verte.

Dans les pays du Nord, la compétition entre agricultures extensives bénéficiant d'avantages compétitifs évidents en raison de leurs faibles charges, et agricultures intensives protégées car fondées politiquement sur la sécurité alimentaire, débouchait naturellement, -dans un contexte général de libéralisation- sur le démantèlement progressif des dispositifs de protection. L'UE a ainsi été amenée à supprimer son système d'écluses tarifaires et à le remplacer par des aides au revenu. Celles-ci étant aussi

attaquées au nom du *fair trade*, ces aides ont été et sont aujourd'hui de plus en plus défendues et justifiables par leur caractère environnemental.

Ainsi, dans le Nord comme dans le Sud, les agricultures ont donc connu depuis les années quatre-vingt-dix une rupture de leur régime de fonctionnement économique. Un plafonnement de la production s'est installé progressivement dans les régions d'agriculture intensive. Au contraire, les régions extensives ont profité des opportunités de marché liées à la libéralisation. C'est par des défrichements accélérés qu'elles ont en partie assuré la progression de la production mondiale pour faire face à la montée de la population. A l'échelle du monde, la production par tête a donc continué à augmenter légèrement, surtout grâce au Brésil et à l'Argentine devenus très grands exportateurs de grains.

La crise 2007 révèle les contraintes du présent et de l'avenir

Depuis l'an 2000, la FAO avait annoncé une baisse rapide des stocks alimentaires mondiaux. Parallèlement, la progression démographique et la croissance rapide de la demande alimentaire dans les pays émergents augmentaient la demande. Cette augmentation de la demande ne pouvait que créer des tensions sur l'offre. Dans ce contexte, la sécheresse australienne de 2007 a créé une pénurie soudaine sur les marchés internationaux faisant monter rapidement les prix agricoles et alimentaires et entraînant des révoltes dans de nombreuses villes des pays du Sud. Ces événements ont alors révélé la situation de « course de vitesse » entre l'évolution des besoins mondiaux et l'évolution de la production mondiale, et le risque que de faibles stocks ne créent une volatilité permanente des prix dans les décennies à venir. La situation présente pourrait en effet se perpétuer : accroissement de la population pour atteindre environ 9 milliards en 2050, progression rapide de la demande des classes moyennes des pays émergents, et fléchissement des courbes de rendement pour la plupart des grandes cultures dans les régions de production anciennes. Aujourd'hui, l'urgence est donc à assurer une progression suffisante de la production alimentaire à l'horizon de temps au moins des quatre décennies qui viennent.

Il peut, certes y avoir des discussions sur le volume des objectifs de production alimentaire. Ce volume dépend en effet de variables qui pourraient avoir des conséquences fortes, comme la proportion de viande de granivores (porcs, volailles) dans les rations alimentaires des classes moyennes et des catégories aisées. La consommation de granivores a un effet multiplicateur très fort sur la demande en grains pour l'alimentation animale. Différents scénarios sont possibles créant des situations de tension sur l'offre ou à l'inverse de relâchement. Selon les calculs de Philippe Collomb (dans son livre « Une voie étroite pour la sécurité alimentaire », FAO, 1999), la tendance principale est au doublement des besoins en 50 ans. Mais si, par exemple, l'Asie et l'Afrique ne consommaient pas de la viande au niveau prévu par le scénario tendanciel, une croissance d'environ 60% des besoins en calories végétales suffirait sur la même période.

Il y a aussi des débats sur la réduction des déchets alimentaires. Dans les pays du Sud, ils représenteraient de 10 à 15% du volume alimentaire et la réduction de ce taux n'est pas simple à réaliser. Dans les pays du Nord, elle pourrait atteindre jusqu'à 40% et des efforts auraient des effets sensibles, notamment en raison du caractère partiel de gaspillage.

En conséquence, quelles que soient les hypothèses sur le volume des besoins alimentaires, l'effort productif à consentir, au moins dans les quatre décennies qui viennent, est de très grande ampleur. S'y ajoutent les besoins en biocarburants et en autres molécules dont l'industrie pourrât avoir besoin en substitution au pétrole.

Cet effort productif se réalisera par l'accroissement des surfaces et des rendements. Or, l'accroissement des surfaces est de plus en plus limité par différentes contraintes : les risques d'érosion, la nécessité de préserver les espaces forestiers, le fait que les terres disponibles ne sont plus les meilleures et que l'urbanisme stérilise une part non négligeable de l'espace agricole. C'est donc surtout dans l'accroissement des rendements qu'il faut chercher des solutions.

Or les rendements des agricultures très performantes plafonnent. Par ailleurs, leur accroissement est contredit par plusieurs facteurs de moyen et long terme potentiellement adverses. Les prix de l'énergie (pétrole) rendent la motorisation coûteuse, en particulier le labour. Le prix des engrais azotés est tributaire des prix de l'énergie et il pourrait y avoir une raréfaction des engrais phosphatés conduisant aussi à des hausses de prix. Cela met potentiellement en cause la fertilisation chimique telle qu'elle est pratiquée. La disponibilité en molécules phytosanitaires pourrait se réduire en raison de l'opposition des sociétés à leur usage. La raréfaction générale de l'eau qui joue un rôle clé dans les rendements devrait la rendre plus chère. Le changement climatique pourrait accentuer encore cette raréfaction dans certaines régions. La lutte contre le réchauffement climatique conduira l'agriculture et l'élevage à s'adapter : réduction des émissions de carbone dues au labour et aux fermentations. Par ailleurs, l'agriculture conduisant à réduire la biodiversité, elle devra inévitablement contribuer à sa gestion durable. L'ensemble de ces contraintes, par leur caractère massif, rend difficile la définition d'un nouveau modèle technique.

Les alternatives techniques existent-elles ?

L'équation à résoudre est donc particulièrement difficile : obtenir des rendements élevés, à faible coût (notamment car beaucoup d'agriculteurs sont pauvres), dans le cadre d'une production économe en engrais chimiques, n'entraînant pas de pollutions environnementales, qui soit économe en eau, vertueuse du point de vue du cycle du carbone, améliorant la biodiversité, améliorant aussi, si possible, la qualité du paysage, et assurant des revenus aux producteurs à parité avec les autres catégories professionnelles. Cette équation inédite dans l'histoire appelle des solutions en rupture avec le passé.

Première voie : aller dans le sens d'une agriculture de « superintensification », c'est-à-dire utilisant encore plus d'intrants. Cette option ne pourrait être compatible qu'avec une agriculture « d'extrême précision ». Mais elle serait sans doute trop coûteuse en grandes cultures. En revanche, cette alternative devrait être étudiée dans le cadre du maraîchage et de l'arboriculture. Outre son coût, sa difficulté principale serait d'éviter les effets environnementaux négatifs.

La deuxième voie, celle de l'amélioration des plantes, vient à l'esprit de tout le monde. Pourtant, prétendre qu'il existerait une solution essentiellement obtenue par une « voie génétique », ce serait prétendre qu'il serait possible d'apporter des réponses à l'ensemble des différentes contraintes principalement par l'adaptation des plantes, ce qui constituerait un programme très ambitieux, alors que la manipulation des conditions du milieu de culture constitue aussi une voie d'une grande importance et offre de nombreuses possibilités. Mais la génétique est potentiellement puissante ; elle peut, par exemple, améliorer l'efficacité de l'usage de l'eau par les plantes, celle de l'utilisation des minéraux, la résistance à la sécheresse, à la salinité et à de nombreuses attaques de maladies et ravageurs.

Parmi les voies d'amélioration génétique, l'utilisation de variétés génétiquement modifiées fait l'objet de recherches intenses dans des grandes firmes semencières. Pour des raisons de coût et d'accessibilité, ce n'est pas une voie naturellement destinée aux agricultures pauvres qui représentent pourtant aujourd'hui 2,4 milliards de personnes. En revanche, elle intéresse les agricultures des pays industriels et émergents. Dans les pays industriels, la cohabitation entre les plantes génétiquement modifiées et l'agriculture biologique reste très difficile et même localement quelquefois impossible. Les sociétés européennes s'opposent aux OGM pour des raisons variées à la fois éthiques, économiques et politiques. Par ailleurs, comme les molécules chimiques des produits de traitement, les OGM peuvent être contournés par l'apparition de résistances biologiques. Au total, dans le contexte européen, le recours à la transgénèse restera peut être vu longtemps comme une solution ponctuelle, voire de dernier recours (par exemple pour la lutte contre certains virus) et soumise à précautions. Tout au contraire, dans les pays émergents, en particulier en Chine, elle est vue comme une solution principale. Mais l'amélioration des plantes en Europe dispose de techniques alternatives aux OGM très efficaces comme la cisgénèse ou la sélection assistée par marqueurs.

La troisième voie, celle de l'agriculture raisonnée ne change pas de paradigme technique par rapport à l'agriculture conventionnelle. Mais elle en rationalise les techniques et en particulier les doses d'intrants de manière à limiter le plus possible les effets environnementaux négatifs. Malgré son caractère indispensable, elle n'est pas conçue pour répondre à l'ampleur de l'ensemble des contraintes évoquées précédemment.

Beaucoup s'interrogent, comme quatrième voie, sur la place de l'agriculture biologique dans ce nouveau contexte. En s'imposant des cahiers des charges à fortes contraintes sanitaires, l'agriculture biologique affiche des performances excellentes en matière de réduction de certaines pollutions et de risques de santé. Ses performances en termes de rendements sont moindres que celles de l'agriculture conventionnelle, ce qui lui impose des limites en tant que réponse à la problématique alimentaire mondiale. Mais la recherche devrait permettre d'améliorer ses performances de rendement. En revanche, dans le domaine des grandes cultures, en utilisant le labour et des techniques mécanisées, elle peut contribuer à émettre des gaz à effet de serre, perturber la vie des sols et n'est donc pas totalement vertueuse. Elle a, au contraire, beaucoup de pertinence dans la production maraîchère et fruitière ainsi que dans les productions animales. Par la stimulation qu'elle apporte, notamment dans la recherche, elle peut contribuer efficacement à la transition de l'agriculture conventionnelle vers des technologies plus respectueuses de l'environnement.

Reste l'agriculture fondée sur une utilisation intensive et durable des écosystèmes, dite « écologiquement intensive » (AEI). Comme la « révolution doublement verte », comme l'agroécologie ou l'agriculture de conservation, comme l'« écoagriculture » de l'UICN ou l'« *evergreen revolution* » de M.S. Swaminathan, elle est fondée sur une intensification de l'usage des mécanismes naturels. Ce n'est pas une technique particulière mais un ensemble complexe et très varié de techniques. Elle ne constitue donc pas une norme précise. Elle propose des cheminements pour concilier productivité et écologie. C'est un concept large, accueillant les initiatives de transition entre l'agriculture conventionnelle et une agriculture fondée le plus possible sur l'écologie scientifique.

Intensifier un mécanisme naturel, c'est porter son régime de fonctionnement à des niveaux plus élevés de flux biologiques sans altérer la structure du mécanisme (en maintenant son intégrité). Par exemple, l'usage de plantes de couverture, si possible de légumineuses, valorise plus la lumière solaire, accroît la quantité de biomasse dégradable, augmente les flux et stocks de carbone (matière organique du sol) et celui de l'eau (infiltration favorisée par rapport au ruissellement). Ces plantes de couverture peuvent, par ailleurs, limiter l'intérêt du labour, ce qui évite des émissions de gaz carbonique, limiter le développement des adventices, ce qui évite l'emploi d'herbicides, et limiter la propagation de maladies cryptogamiques, ce qui limite l'emploi de fongicides. Autre exemple, des quantités élevées de carbone dans les sols, sous des formes variées, semble amplifier les capacités d'accumulation de l'eau et des nutriments jusqu'à des niveaux élevés de fertilité permettant une forte résilience. Autre exemple encore : un aménagement écologique d'un bassin versant peut intensifier le régime hydrique c'est-à-dire accroître les flux et les stocks d'eau dans l'écosystème du bassin versant. Autre exemple encore : intensifier l'utilisation des chaînes trophiques, c'est faire en sorte que les ravageurs soient attaqués par des prédateurs ou détruits par des parasites de telle sorte que les flux trophiques soient orientés au bénéfice des auxiliaires des cultures. On peut aussi exploiter les vertus allélopathiques naturelles de certaines espèces végétales dans des successions culturales pour éliminer des adventices, ou encore mélanger des variétés d'une même espèce cultivée (par exemple le blé) pour combiner des vertus de résistance à des rouilles de chacune des différentes variétés et ainsi retarder ou diminuer le nombre des traitements. Ces usages intensifs de propriétés des écosystèmes découlent des connaissances acquises en matière d'écologie fonctionnelle, d'écologie du paysage, d'écologie de la conservation, d'éthologie et d'autres sciences encore.

Les techniques qui en résultent ne sont pas exclusives des techniques conventionnelles, mais celles-ci sont subsidiaires, c'est-à-dire qu'elles n'ont qu'un rôle d'appoint. Par exemple, une fertilité fondée sur l'utilisation de plantes de couverture et la haute intensité en carbone n'empêche pas de mettre des engrais en complément. De plus, les techniques conventionnelles ne doivent pas être incompatibles avec les techniques d'AEI sauf dans des cas exceptionnels.

Les techniques écologiquement intensives sont par ailleurs compatibles avec les techniques de précision. L'optimisation écologique étant tributaire des conditions du milieu et celles-ci étant soumises à une grande variabilité géographique, la prise en compte de cette variabilité est une condition nécessaire de l'AEI. Les informations satellitales ou celles qui seront fournies par des drones seront sans doute de plus en plus à la base de l'ajustement des techniques à la diversité du milieu de culture. Pour les jeunes générations d'agriculteurs des pays industriels, l'électronique et l'écologie font d'ailleurs un bon ménage intellectuel.

Utiliser intensivement des mécanismes naturels, c'est aussi connaître et maîtriser des fonctions biologiques « mémorisées » dans le génome des plantes, par exemple, des mécanismes de résistance à des insectes. La connaissance des gènes et des voies métaboliques aboutissant aux substances actives est la base de nombreuses inventions possibles : production de toxines par synthèse chimique, ou par des bactéries modifiées, ou encore par des plantes génétiquement modifiées pour accueillir cette fonction. Il faut pourtant noter que l'imitation de la nature (biomimétisme, bioinspiration) n'est pas une garantie de durabilité parfaite de la solution car des contournements sont toujours possibles. Ce n'est pas non plus une garantie de non pollution. On peut cependant espérer que les voies nouvelles conçues par bioinspiration soient moins potentiellement dangereuses (car s'insérant dans l'écosystème), que celles qui consistent à créer aléatoirement des molécules chimiques *de novo* que l'histoire de la vie n'avait pas « inventées ».

En substituant des moyens naturels à des intrants achetés, cette AEI peut donc concerner depuis des techniques très peu onéreuses, pensées pour petites agricultures, jusqu'à des agricultures modernes de grande taille. Dans les deux cas, il est nécessaire de faire le plein de connaissances pratiques sur l'écologie productive et la biologie. L'AEI réhabilite les raisonnements fondés sur la diversité et adaptés aux situations locales. Elle utilise beaucoup moins de raisonnements techniques standardisés. Les raisonnements productifs sont en effet contingents à la situation locale. La grande diversité des écosystèmes entraîne donc inévitablement une diversité des solutions techniques. Chaque lieu a son ensemble de solutions écologiques optimales. Il y a donc là un changement de paradigme : de la standardisation taylorienne et simplificatrice à la diversité et la complexité de l'écologie.

Pour les agriculteurs et les éleveurs, il y a des coûts et des risques liés à la transition vers une gestion plus complexe. Dès lors, un appui est nécessaire pour accéder à ces nouvelles techniques : formation professionnelle, information continue et recherche. Il faut donc sécuriser les nouveaux comportements et en faciliter l'apprentissage. Il faut par ailleurs reconnaître que cet effort produit un gain de bien public environnemental : séquestration de carbone dans le sol, préservation de la biodiversité, préservation des abeilles, réduction des pollutions des eaux et de l'atmosphère, aménités paysagères... Les gains pour la société sont clairs. Les producteurs n'ayant qu'un intérêt partiel à produire de telles externalités positives, il serait naturel de rémunérer les services écologiques et environnementaux qu'ils produisent. Il ne faut pas

oublier non plus que les conditions économiques d'ensemble dans lesquelles se ferait cette transition pourraient être adverses aux intérêts des producteurs, en particulier en termes de volatilité des prix. Il faudrait donc aussi garantir une certaine stabilité économique par des mécanismes assurantiels.

Pour conclure

Il n'y a pas, à ce stade, d'autre voie alternative que de tirer le meilleur parti possible des écosystèmes ; ceux-ci ont trop longtemps été ignorés au profit d'une conception de la biosphère comme simple substrat minéral que l'on pouvait artificialiser, compléter ou forcer par des doses élevées d'intrants. L'AEI, en visant à concilier la maintenance de la biosphère avec les hauts rendements qui sont nécessaires à l'alimentation de la population constitue l'hypothèse la plus vraisemblable. Elle connaît un début d'application et un essor rapide au Brésil, et aujourd'hui en France. Il faut donc réinvestir dans l'agriculture et dans la science agronomique, une science ancienne que l'on a peut-être trop vite crue désuète. Investir dans l'agriculture car les enjeux alimentaires et non alimentaires sont cruciaux, car les enjeux environnementaux sont aussi cruciaux pour la biosphère, investir car les enjeux de pauvreté agricole dans le monde sont tout aussi cruciaux pour l'avenir des sociétés. Une nouvelle technologie est donc nécessaire. Elle doit être accompagnée par une politique qui en favorise l'avènement et qui soit construite autour des concepts de garantie de revenu, de stabilisation de l'environnement économique, de rémunération des services environnementaux, de recherche, de formation, d'apprentissage et d'information. Une tâche exaltante pour les nouvelles générations d'agriculteurs, de techniciens et de chercheurs.

QUE FAIRE FACE À L'INSTABILITÉ DES PRIX ALIMENTAIRES DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT ?¹

par Franck Galtier²

RÉSUMÉ

La crise alimentaire de 2007-2008 et les émeutes urbaines qu'elle a engendrées dans une quarantaine de pays en développement (PED) ont conduit à mettre la question de l'instabilité des prix alimentaires au cœur des débats. L'article rappelle que, depuis les années 1980, l'idée domine que la meilleure option consiste à gérer les risques sans « toucher aux prix » grâce à des instruments privés (assurance récolte, marchés à terme...) complétés par des filets de sécurité pour les populations vulnérables. Cependant, cette stratégie a mal supporté l'épreuve des faits : le développement des instruments privés de gestion des risques ne s'est pas produit et les filets de sécurité ne sont pas parvenus à enrayer la dégradation de la situation nutritionnelle des ménages vulnérables. L'article montre que les arguments à l'encontre de la stabilisation des prix – le rôle informationnel des prix et « l'assurance naturelle » des producteurs – ne tiennent pas si on prend en compte la diversité des causes de l'instabilité des prix. Il propose en outre une typologie de ces causes et montre que la performance des instruments de stabilisation des prix dépend de manière cruciale de la cause principale de leur instabilité. Il présente enfin les combinaisons d'instruments adaptées à chacune des causes d'instabilité et discute de leurs modalités de mise en œuvre.

Introduction

Les crises alimentaires de 2005 au Sahel et de 2008 et 2010 sur les marchés internationaux ont remis la question de l'instabilité des prix alimentaires au cœur des débats. La crise de 2005 – qui a été particulièrement sévère au Niger – a révélé les conséquences dramatiques que des hausses de prix pouvaient avoir sur la sécurité alimentaire. Les émeutes urbaines engendrées par la flambée des prix de 2008 dans une quarantaine de pays en développement (PED) rappellent que l'instabilité des prix peut conduire à l'instabilité politique. Enfin, l'instabilité des prix a aussi des effets sur la capacité des agricultures à se moderniser, une modernisation qui est aujourd'hui perçue comme une étape obligée du développement économique (World Bank, 2008). En effet, la modernisation des exploitations agricoles et des marchés repose sur les investissements des producteurs et des commerçants. Or, ceux-ci sont avertis au risque et n'investissent que si les prix ne sont pas trop instables. Historiquement, les révolutions vertes ne se sont produites que dans des situations de relative stabilité des prix (Timmer *et al.*, 1983). L'instabilité des prix alimentaires est donc un facteur de blocage du processus de développement des pays du Sud.

Or, selon nombre d'experts, nous sommes entrés dans une nouvelle ère caractérisée par des prix alimentaires instables. De fait, l'instabilité observée en 2008 tranche fortement avec la relative stabilité des prix internationaux des céréales au cours des quinze dernières années : alors que, depuis 1994, le prix du riz (riz thaï 100% brisures) était resté confiné entre 150 et 300 dollars US par tonne, il a dépassé les 800 dollars US au cours de la crise de 2008. Outre le fait qu'une nouvelle crise s'est produite en 2010, plusieurs facteurs donnent à penser qu'il ne s'agissait pas d'une crise passagère mais d'un changement structurel se traduisant par une instabilité accrue des prix : la baisse des stocks de céréales induite par la mutation des politiques agricoles de l'Union européenne, des États-Unis et de la Chine (Mitchell et Le Vallée, 2005 ; Sarris, 2008 ; Wiggins et Keats, 2010) ; la croissance exponentielle de la spéculation sur les marchés à terme (Masters et

¹ Cet article présente les principaux résultats d'une étude sur les instruments de gestion de l'instabilité des prix alimentaires. Financée par l'Agence française de développement et le ministère français des Affaires étrangères et européennes, l'étude, confiée au consortium Ecart, a été coordonnée par Franck Galtier. Elle a impliqué quatre institutions de recherche : le Cirad, l'Iram, le NRI et l'université de Wageningen (WUR). L'article – qui n'engage que son auteur – s'inspire plus particulièrement du *Policy Brief* suivant : Galtier F. (2009). *La nécessaire intervention publique pour stabiliser les prix alimentaires dans les pays en développement, Perspective n°2, Cirad, novembre 2009.*

² Économiste au CIRAD et à l'UMR MOISA.

White, 2008 ; Von Braun et Torero, 2008) ; et la connexion croissante entre les prix des produits agricoles et ceux des produits de l'énergie, notamment du fait du développement des biocarburants (Voituriez, 2009). A moyen terme, le changement climatique pourrait être un facteur supplémentaire d'accroissement de l'instabilité des prix.

Que faire ? L'objectif de l'article est d'explorer les différentes options possibles pour traiter le problème de l'instabilité des prix alimentaires dans les PED. Après avoir présenté le spectre des instruments pouvant être mobilisés, nous considérerons la stratégie –dominante depuis la fin des années 80- consistant à gérer les risques sans toucher aux prix. Nous montrerons les limites de cette stratégie puis nous analyserons les arguments habituellement avancés à l'encontre de la stratégie alternative consistant à stabiliser les prix. Ceci nous amènera à la conclusion qu'il est souhaitable de briser le tabou pesant sur la stabilisation des prix. Les sections suivantes seront consacrées à l'examen du « comment » de la stabilisation des prix: instruments à mobiliser (en fonction des causes de l'instabilité) et modalités de mise en œuvre.

1. Les instruments permettant de traiter l'instabilité des prix

Il existe une grande diversité d'instruments permettant de traiter l'instabilité des prix alimentaires. Certains visent à la réduire, tandis que d'autres tentent seulement d'en réduire les conséquences sur les revenus et la consommation (on parle alors de « gestion du risque-prix »). Certains instruments sont basés sur le marché ; d'autres reposent sur des interventions publiques. En croisant ces deux dimensions – l'objectif visé et le mode de gouvernance –, on obtient quatre catégories d'instruments (cf. tableau 1).

Tableau 1. Les quatre catégories d'instruments permettant de traiter l'instabilité des prix

Objectif	Stabiliser les prix	Gérer le risque-prix
Gouvernance basée sur le marché	A-instruments	B-instruments
basée sur des interventions publiques	C-instruments	D-instruments

Source : Galtier *et al.* (2009)

L'idée centrale des A-instruments est que les arbitrages des opérateurs du marché conduisent à homogénéiser les prix dans le temps et dans l'espace, et entre produits, ce qui, en principe, réduit leur instabilité. Ces instruments visent donc à moderniser les structures de production et d'échange afin de faciliter les arbitrages entre cultures, itinéraires techniques, lieux et moments d'achat et de vente. En font partie la construction d'infrastructures de stockage, le développement de standards de qualité, de systèmes de warrantage ou de bourses de marchandises (Coulter et Onumah, 2002).

Également fondés sur le marché, les B-instruments ont pour objectif de limiter les effets de l'instabilité des prix sur les revenus, en permettant aux agents économiques de se couvrir contre les risques liés à la variabilité des prix (contrats à terme, options d'achat ou de vente) et des récoltes (assurances récolte, assurances climatiques).

Les instruments des catégories C et D relèvent de l'intervention publique.

Les C-instruments visent à stabiliser les prix en contrôlant la production (subventions aux intrants), en régulant les importations et les exportations (taxes et subventions variables, quotas, prohibitions) ou en utilisant des stocks publics.

Les D-instruments permettent de soutenir les revenus des ménages en période de prix élevés. Ils reposent sur des transferts ciblés sur les ménages pauvres ou vulnérables. Ils varient selon la nature du bien transféré (argent, bons, nourriture, ou parfois intrants), le degré de prise en charge (don ou subvention) et l'existence d'une contrepartie (en général en travail).

Quels instruments mobiliser face à l'instabilité des prix ? Le débat a beaucoup évolué sur cette question jusqu'à ce que s'établisse, à la fin des années 1980, un quasi consensus autour d'une doctrine « dominante ».

2. « Gérer les risques sans toucher aux prix » : la doctrine dominante et ses limites

Depuis la fin des années 1980, l'idée domine qu'il est préférable de gérer les risques sans toucher aux prix. Selon cette doctrine, les effets de l'instabilité des prix seront réduits grâce à des instruments privés (assurances récolte, marchés à terme et autres B-instruments), complétés par des filets de sécurité pour les populations vulnérables (D-instruments).

Les B-instruments présentent différentes caractéristiques qui semblent en faire la solution optimale face à l'instabilité des prix. En premier lieu, ils sont *flexibles* : les opérateurs économiques peuvent choisir entre des contrats proposant des niveaux de protection différents (à des coûts différents). En outre, ces outils permettent une certaine *prévisibilité* : si par exemple un commerçant dispose d'une option d'achat, il sait à l'avance qu'il est protégé contre une hausse de prix supérieure au prix d'exercice de l'option. Enfin, il existe des complémentarités entre les B-instruments, qui permettent des synergies (CRMG, 2008). Par exemple, les compagnies qui fournissent les assurances récolte aux producteurs d'une zone peuvent se couvrir par une assurance climatique, tandis que les commerçants qui leur fournissent des contrats à prix fixé à l'avance peuvent se couvrir sur les marchés à terme.

Le débat sur l'instabilité des prix s'est longtemps focalisé sur les cultures de rente et les produits miniers (café, cacao, caoutchouc, étain, etc.). Dans ce contexte, la stratégie optimale reposait sur les B-instruments. La transposition du questionnement aux prix alimentaires a conduit à prendre en compte les D-instruments.

Les D-instruments visent à transférer un bien vers certaines catégories de ménages pauvres ou vulnérables (éventuellement moyennant une contrepartie). Le bien transféré peut être de la nourriture ou de l'argent, plus rarement des bons alimentaires ou des intrants. Le coût du bien peut être couvert intégralement (dons) ou seulement en partie (subventions). Une contrepartie (en général en travail) peut être demandée afin de favoriser l'auto-ciblage (seuls les ménages en ayant vraiment besoin sont alors en effet incités à demander les transferts). C'est notamment le cas dans les programmes « argent contre travail » ou « nourriture contre travail ». Les D-instruments ont été appréhendés comme des instruments (publics) de gestion des risques (aide déclenchée « en cas de crise »).

Les B-instruments et les D-instruments sont complémentaires, ce qui donne sa cohérence à la doctrine dominante. En effet, les B-instruments sont davantage tournés vers les producteurs et les commerçants tandis que les D-instruments s'adressent plutôt aux consommateurs. De plus, les acteurs qui ont accès aux B-instruments sont plutôt des opérateurs économiques aisés (ou du moins de taille moyenne), alors que ceux qui bénéficient des D-instruments sont des ménages pauvres et vulnérables. Enfin, en suivant Cordier et Debar (2004), on peut considérer que les B-instruments ne conviennent que pour des risques modérés et suivant des lois statistiques connues, tandis que pour les risques « sauvages », le recours aux D-instruments est nécessaire.

Cette doctrine a cependant mal supporté l'épreuve des faits. Les B-instruments restent très peu utilisés, malgré les initiatives visant à les promouvoir auprès des producteurs et des commerçants des pays en développement. Quant aux D-instruments, ils ne sont pas parvenus à enrayer la dégradation de la situation nutritionnelle des populations africaines, comme cela a été (dramatiquement) mis en lumière par la crise de 2005 au Sahel (Michiels et Egg, 2008). Les crises successives ont conduit à une décapitalisation des ménages qui a augmenté leur vulnérabilité, même face à des chocs de faible ampleur. En outre, l'aide alimentaire peut avoir des effets pervers en faisant planer un risque de baisse brutale des prix qui peut décourager la production et le stockage.

Face aux insuffisances des B-instruments et D-instruments, les ménages des pays en développement ont développé leurs propres stratégies anti-risques. Mais celles-ci conduisent souvent à accroître l'instabilité des prix. Ainsi, afin de se prémunir contre l'instabilité des prix, beaucoup de producteurs africains privilégient une stratégie d'autoconsommation (par exemple, dans les pays du Sahel, environ 80 % des céréales produites sont autoconsommées). Cette stratégie rend les marchés plus étroits donc plus sensibles à la variabilité des récoltes². De la même manière, du fait de l'ampleur du risque-prix, les investissements dans la production et le stockage sont faibles, ce qui peut en retour accroître l'instabilité des prix.

² Le même phénomène se retrouve à l'échelle internationale. Durant la crise de 2008, beaucoup de pays ont prohibé les exportations de céréales. Certains tentent aujourd'hui de développer une stratégie d'autosuffisance, ce qui passe parfois par des achats massifs de terres dans d'autres pays (Von Braun J. and Meinzen-Dick R., 2009 ; Bricas *et al.*, 2009).

Comment sortir de ce cercle vicieux ? C'est la logique même d'une stratégie basée uniquement sur la gestion du risque-prix qui se trouve remise en cause. Faut-il envisager de stabiliser les prix ?

3. Briser le tabou pesant sur la stabilisation des prix

L'ampleur des conséquences de l'instabilité des prix alimentaires et l'échec de la doctrine dominante ne suffisent pas à justifier la mise en place d'une stratégie alternative basée sur la stabilisation des prix. Selon certains, une telle politique ne ferait qu'empêcher les choses. Elle empêcherait les prix de jouer leur rôle de signal guidant les comportements de production et d'échange (Hayek, 1945). En déconnectant le prix du niveau de production, elle priverait les producteurs de « l'assurance naturelle » procurée par la corrélation négative entre la quantité récoltée et le prix (plus la récolte est mauvaise plus le prix monte et inversement, ce qui stabilise les revenus) (Newbery et Stiglitz, 1981 et 1984).

La portée de ces arguments doit cependant être relativisée, en raison de la pluralité des causes de l'instabilité des prix (cf. encadré 1). La plupart des analystes considèrent implicitement que l'instabilité des prix est d'origine naturelle, mais celle-ci peut aussi être importée (Byerlee *et al.*, 2005) ou endogène (Boussard, 2007). Or, les arguments contre la stabilisation des prix ne fonctionnent pas pour ces deux types d'instabilité. En effet, en cas d'instabilité *endogène*, non seulement les prix ne véhiculent pas les informations appropriées aux agents économiques, mais ils les induisent en erreur. En réduisant la composante endogène, les politiques de stabilisation permettent aux prix de refléter davantage la rareté ou l'abondance des biens, et ainsi de mieux jouer leur rôle de signal. Dans les situations d'instabilité *importée*, le prix intérieur dépend du prix international et du taux de change, et non des récoltes du pays. Il n'y a donc pas d'assurance naturelle pour les producteurs. Même dans les cas d'instabilité naturelle, la corrélation négative entre prix et récolte n'a pas que des effets positifs. En particulier, elle joue contre les producteurs déficitaires : c'est lorsque la récolte n'est pas bonne et que les prix sont donc élevés que ces producteurs doivent acheter des quantités importantes sur le marché pour nourrir leur famille. Or, dans certains pays, une forte proportion des producteurs sont déficitaires (environ 60 % au Kenya et en Éthiopie).

L'idée que l'acceptation du libre-échange par les pays requiert une certaine stabilisation des prix internationaux avait déjà été avancée par Keynes (1942).

Encadré 1. Les trois causes de l'instabilité des prix alimentaires dans les PED

L'instabilité naturelle : les fluctuations de prix sont liées aux variations annuelles de l'offre domestique, du fait des aléas naturels affectant la production (pluie, criquets, etc.).

L'instabilité importée : la variabilité des prix internationaux, des taux de change ou des coûts du fret provoquent l'instabilité des prix sur le marché intérieur.

L'instabilité endogène : la variabilité des prix est générée par le fonctionnement du marché lui-même. En effet, les opérateurs prennent leurs décisions – de production, d'investissement ou de stockage – en anticipant le niveau des prix. S'ils fondent leurs anticipations sur l'évolution passée des prix, un cercle vicieux peut s'engager : l'instabilité des anticipations conduit à une instabilité des prix, qui renforce l'instabilité des anticipations. Ceci renvoie notamment aux phénomènes de *cobweb*, aux bulles spéculatives ou aux mouvements de panique. Les prix peuvent donc varier indépendamment des « fondamentaux ».

Les arguments à l'encontre de la stabilisation des prix apparaissent donc comme mal fondés. Compte tenu de l'échec de la stratégie de gestion des risques (la doctrine dominante) et de l'ampleur des conséquences néfastes de l'instabilité des prix sur la sécurité alimentaire et la modernisation des agricultures, une stratégie alternative basée sur la stabilisation des prix doit être envisagée. Les prochains paragraphes définissent les contours d'une telle stratégie en discutant des instruments à mobiliser et des modalités de leur mise en œuvre.

4. Quels instruments pour stabiliser les prix ?

Au cours des vingt dernières années, des « voix discordantes » ont continué à défendre l'idée d'une stabilisation des prix et ont identifié deux conditions de succès des politiques de stabilisation.

D'une part, la performance des instruments dépend des causes de l'instabilité : un même instrument peut avoir un effet stabilisateur, un effet déstabilisateur ou pas d'effet, selon le type d'instabilité (Boussard *et al.*, 2006). Par exemple, le développement des infrastructures de transport réduit l'instabilité des prix si celle-ci est d'origine naturelle (les excédents et déficits de production des différentes zones étant mieux à même de se compenser), mais peut l'augmenter si celle-ci est d'origine endogène (la moindre rumeur conduisant à des déplacements massifs de stocks). Les politiques de stabilisation doivent donc être adaptées à chaque cause d'instabilité.

D'autre part, l'analyse de plusieurs expériences asiatiques réussies montre que la stabilisation des prix est plus efficace si elle mobilise une pluralité d'instruments publics et privés (Timmer, 1989 ; Dawe, 2001).

Nous avons tiré parti de ces travaux en analysant, *pour chaque cause de l'instabilité des prix*, la combinaison d'instruments la plus pertinente³. Un aperçu des principaux résultats de cette analyse est donné dans les paragraphes suivants.

Lorsque l'instabilité est *naturelle*, la solution consiste à attaquer le problème « à la racine » en modernisant les structures de production et d'échange de biens alimentaires. En effet, la modernisation des exploitations agricoles rend la production moins sensible aux aléas naturels (irrigation, traitement contre les maladies et ravageurs, etc.) et plus sensible aux mouvements de prix. Quant à celle des marchés, elle permet de compenser les déficits et les excédents de production entre zones (par les échanges) et entre années (par le stockage). Cependant, cette modernisation, qui nécessite un investissement des opérateurs privés, est freinée par l'instabilité des prix. Une intervention publique stabilisatrice – utilisation de stocks publics, contrôle des frontières – est donc nécessaire pour rompre ce cercle vicieux.

Lorsque l'instabilité est *endogène*, une intervention publique peut s'avérer nécessaire pour calmer la fièvre spéculative des marchés. Elle peut passer par le recours au marché international (détaxe ou subvention des importations) ou encore par l'utilisation d'un stock public.

Lorsque l'instabilité est *importée*, deux échelles d'action sont possibles : l'échelle internationale ; l'échelle nationale ou régionale. La stabilisation des prix internationaux pourra passer par la réglementation des marchés à terme (pour réduire le risque de bulles spéculatives), la réglementation du droit des pays à

³ Au-delà de la cause de l'instabilité des prix, il est nécessaire de prendre en compte d'autres paramètres : le caractère échangeable ou non du bien ; le fait que le pays concerné soit un « petit pays » ou un « grand pays » pour le bien en question ; la capacité d'importation (comme le rationnement des ressources en devises) ; le caractère concurrentiel ou non du marché du bien ; les ressources budgétaires ; ou encore la qualité de la gouvernance de la politique publique.

restreindre leurs exportations, la réglementation de l'utilisation des produits alimentaires par l'industrie des biocarburants ou encore la mise en place d'une coordination internationale visant à augmenter le niveau des stocks physiques. Pour stabiliser les prix à l'échelle nationale ou régionale, le contrôle des frontières est nécessaire. Ainsi, pour les pays importateurs, les taxes variables sur les importations sont l'instrument le mieux adapté pour compenser l'effet des variations des prix internationaux. Mais le recours à ces taxes est fortement limité par l'Organisation mondiale du commerce : les taxes indexées sont interdites, tandis que les augmentations de taxes au-delà du taux consolidé ne sont permises que dans les conditions définies par la clause de sauvegarde spéciale. D'où la nécessité d'assouplir les conditions d'utilisation de ces taxes variables, au moins dans le cas des importations de produits alimentaires des pays en développement.

Des politiques de stabilisation différentes doivent donc être mobilisées selon la cause principale de l'instabilité des prix⁴. Par ailleurs, l'efficacité des instruments dépend beaucoup des modalités de leur mise en œuvre.

5. Le rôle décisif des modalités de mise en œuvre des instruments

Les politiques de stabilisation doivent être transparentes et prévisibles

La bonne articulation entre instruments privés (A-instruments) et publics (C-instruments) requiert la prévisibilité des politiques publiques. En effet, des interventions publiques intempestives font peser un risque sur les opérateurs privés (producteurs et commerçants), qui réduisent leurs stockages et leurs investissements. Les C-instruments jouent alors contre les A-instruments (effet d'éviction). Dans cette situation, l'intervention publique risque de renforcer l'instabilité des prix au lieu de la réduire et de compromettre ainsi la modernisation de l'agriculture au lieu de la faciliter. Les anticipations ne seront améliorées et les risques réduits que si les interventions publiques sont prévisibles. Ceci requiert non seulement que les interventions soient annoncées à l'avance mais aussi qu'elles soient régies par des règles stables. En effet, la simple transparence sur les interventions ne garantirait qu'une prévisibilité à l'horizon de quelques semaines ou de quelques mois, alors que, pour susciter l'investissement, une prévisibilité sur plusieurs années est nécessaire. Il existe d'ailleurs un champ de recherche sur les règles optimales d'intervention mais il est pour l'instant surtout centré sur le cas spécifique des stocks publics dans les situations d'instabilité naturelle (Williams et Wright, 1991).

Par ailleurs, la transparence ne crée la prévisibilité que si les opérateurs du marché croient dans la politique annoncée et que si celle-ci est effectivement appliquée. Or, les décideurs politiques peuvent ne pas respecter leurs promesses. Par exemple, en cas de hausse des prix, ils peuvent intervenir avant que le prix n'atteigne le plafond prévu. Si les opérateurs du marché anticipent un tel non-respect, ils redouteront une intervention publique intempestive sur les prix. Ils réduiront leur stockage (effet d'éviction) et s'abstiendront d'investir dans la modernisation de la production, de la transformation, ou des infrastructures et institutions du marché. Pour améliorer la crédibilité des politiques publiques, plusieurs solutions ont été proposées,

⁴ Ce qui pose la question de l'identification des causes de l'instabilité. Celle-ci soulève certaines difficultés méthodologiques. La principale provient de l'instabilité endogène (bulles spéculatives, mouvements de panique, dynamiques de *cobweb*). Celle-ci étant due à des phénomènes purement informationnels (instabilité des anticipations), elle laisse peu de traces, sauf dans la forme des séries de prix. En effet, on sait que la série de prix générée par des sources endogènes est chaotique tandis que la série produite par des sources exogènes (comme l'effet des chocs climatiques sur les récoltes) est aléatoire. Une première voie semble donc être de trancher la question à l'aide de tests statistiques sur les séries temporelles de prix. Cependant, l'instabilité importée peut générer aussi bien des séries de prix aléatoires que chaotiques (selon les causes de l'instabilité des prix internationaux et des taux de change). Cette méthode ne permet donc pas de séparer l'instabilité importée des deux autres types d'instabilité. En outre, selon Boussard (2007), les tests de « chaotité » qui existent sont « loin d'être complètement convaincants » car ils testent des caractéristiques liées au chaos (comme la « sensibilité aux conditions initiales ») que possèdent aussi certaines séries purement aléatoires. En toute rigueur, il n'est donc pas possible d'identifier la cause principale de l'instabilité sur la seule base d'analyses statistiques de séries de prix. Cependant, la portée pratique de ce problème doit être relativisée. S'il est vrai qu'il est difficile de faire la part des choses à partir des seules séries de prix, l'intégration d'autres informations dans l'analyse permet en général de traiter le problème. Ces autres informations concernent notamment les chocs ayant nourri les instabilités naturelles (par exemple la pluviométrie ou les attaques de criquets) et importées (prix international, coût du fret et variations du taux de change). Il est alors possible de tenter d'expliquer les variations de prix à partir de ces variables et de voir s'il existe un résidu non expliqué (Hazell *et al.*, 2005). Ce résidu peut alors être considéré comme une estimation du poids des variables endogènes. Il est également parfois possible de documenter directement les variables endogènes soit de manière quantitative (par exemple, la spéculation peut être estimée à partir des volumes de contrats à terme échangés –notamment par les opérateurs non commerciaux– sur les marchés de produits dérivés) ou qualitative (*via* des entretiens avec les opérateurs du marché, cf. Benz *et al.*, 2005).

comme le renforcement de la coopération avec le secteur privé au moment de la conception des politiques, afin que le contenu des interventions publiques (nature, ampleur et modalités) soit décidé de manière concertée (Tschirley et Jayne, 2010).

Précisons que la difficulté de garantir la transparence et la crédibilité des politiques publiques de stabilisation n'est pas un argument pertinent contre ces politiques. En effet, la non-intervention n'est pas une politique crédible : chacun sait que, en cas de forte hausse ou baisse des prix, le gouvernement interviendra (Poulton *et al.*, 2006). Mieux vaut donc une politique de stabilisation assumée, réaliste, annoncée à l'avance et respectée.

L'échelle pertinente dépend des économies d'échelle et des effets de spillover

Quelle est l'échelle pertinente d'intervention ? Le cas des stocks publics illustre cette question de manière emblématique. En effet, tandis que, dans les pays en développement, les stocks publics de céréales sont habituellement gérés à l'échelle nationale, divers auteurs proposent de créer des stocks à l'échelle régionale ou même internationale (Von Braun, Lin et Torero, 2009). Réciproquement, le Mali est en train de faire l'expérience de stocks décentralisés gérés par les 703 communes du pays.

Positionner les politiques à une échelle plus locale améliore la gouvernance car, en principe, les intérêts convergent davantage et la population peut exercer un contrôle plus efficace.

Passer à une échelle plus large peut en revanche permettre des économies d'échelle. Ainsi, en Afrique, l'échelle régionale semble *a priori* pertinente pour les instruments de modernisation des marchés (A-instruments), en raison des économies d'échelle sur les infrastructures (comme les routes), et aussi sur les institutions de marché comme les standards de qualité, les systèmes de warrantage et les bourses de marchandises. Les initiatives développées par l'*Eastern African Grain Council* pour le maïs blanc offrent un bon exemple d'une telle démarche.

Le contrôle des effets de *spillover* peut aussi motiver le passage à une échelle plus large. En Afrique, ces effets sont souvent liés à la porosité des frontières terrestres. Des politiques régionales de stabilisation des prix peuvent être envisagées, afin d'éviter la revente dans un pays de céréales subventionnées dans un autre. Mais c'est surtout pour le contrôle des frontières avec le marché international que l'échelle régionale semble pertinente. En effet, l'absence d'harmonisation de la protection douanière risque de générer un commerce de réexportation, comme l'illustre l'exemple célèbre des réexportations de riz du Bénin vers le Nigeria (Galtier et Tassou, 1998).

Conclusion

Dans de nombreux pays en développement, l'instabilité des prix est synonyme d'insécurité alimentaire, de révolutions vertes en panne et de marchés qui peinent à se moderniser. Gérer les risques ne suffit pas. Le faible développement des instruments privés de gestion des risques l'illustre, de même que l'incapacité des instruments publics de gestion des crises à empêcher la dégradation de la situation nutritionnelle des ménages pauvres. Une certaine stabilisation des prix alimentaires doit donc être envisagée, d'autant plus que les arguments à son encontre sont mal fondés. Celle-ci peut être obtenue par une combinaison d'instruments privés et publics, le choix des instruments dépendant des causes de l'instabilité des prix. L'efficacité des instruments dépend aussi de leurs modalités de mise en œuvre, notamment de l'échelle d'intervention et, pour les interventions publiques, de leur transparence et de leur prévisibilité.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) DAVID-BENZ H., WADE I. et EGG J., 2005. – Market Information and Price Instability: An Insight into Vegetable Markets in Senegal. International Society for Horticultural Science. *International Symposium on Improving the Performance of Supply Chains in the Transitional Economies*. July 19-23, 2005, Chiang Mai (Thailand).
- (2) BOUSSARD J.-M., 2007. – L'instabilité, un phénomène accidentel ou structurel? in J.-M. Boussard et H. Delorme, *la régulation des marchés agricoles internationaux, un enjeu décisif pour le développement*. Ed. L'Harmattan.
- (3) BOUSSARD J.M., GERARD F., PIKETTY M.G., AYOUB M. et VOITURIEZ T., 2006. – Endogenous risk and long run effects of liberalization in a global analysis framework. *Economic Modelling*, **23**(3), 457-475.

- (4) BRICAS N., DAVIRON B. et GALTIER F., 2009. – *Marchés alimentaires : à quelles échelles gérer l'instabilité accrue des prix ?* Demeter 2010, 11-53.
- (5) BYERLEE D., JAYNE T. S., and MYERS R., 2005. – *Managing Food Price Risks and Instability in an Environment of Market Liberalization*. World Bank, Washington, DC.
- (6) COULTER J. and ONUMAH G., 2002. – The role of warehouse receipt systems in enhanced commodity marketing and rural livelihoods in Africa. *Food Policy*, **27** (4), 319–337.
- (7) CORDIER J. et DEBAR J.-C., 2004. – *Gestion des risques agricoles : la voie nord-américaine. Quels enseignements pour l'Union européenne*. Cahier n°12, Club Demeter, Paris, 70 p.
- (8) CRMG 2008. – *The International Task Force on Commodity Risk Management in Developing Countries: Activities, Findings and the Way Forward*. Commodity Risk Management Group. World Bank. October.
- (9) DAWE D., 2001. – How far down the path to free trade ? The importance of rice price stabilization in developing Asia. *Food Policy*, **26** (2), 163–175.
- (10) GALTIER F., 2009. – How to manage food price instability in developing countries? Working Paper Moisa no 5. November 2009, 27 p.
- (11) http://www1.montpellier.inra.fr/bartoli/moisa/bartoli/download/moisa2009_pdf/WP_5_2009.pdf
- (12) GALTIER F. et TASSOU Z., 1998. – La réexportation : vice ou vertu ? Le commerce du Bénin vers le Nigeria. *Autrepart*, **6**, Ed. de l'Aube / ORSTOM.
- (13) GALTIER F., VAN ASSELDONK M., BLEIN R., BRICAS N., BURGER K., COSTE J., COULTER J., DAVIRON D., EGG J., GERARD F., MEIJERINK G., MICHIELS D., ONUMAH G., SEMPERE J.-F. et VOITURIEZ T., 2009. – Quels instruments mobiliser face à l'instabilité des prix alimentaires ? Rapport final de l'étude ECART, AFD-MAEE.
- (14) HAYEK F., 1945. – The Use of Knowledge in Society. *American Economic Review*, **35**(4), 519-530.
- (15) HAZELL P., SHIELDS G., SHIELDS D., 2005. – The nature and extent of domestic sources of food price instability and risk. In: Paper Prepared for World Bank-DFID Workshop, "Managing Food Price Risks and Instability", Washington, DC, February 28–March 1 2005.
- (16) KEYNES J.M., 1942. – *The international regulation of primary products*. London: Treasury Chambers, draft, 26 p. + annexes.
- (17) MASTERS M.W. and WHITE A.K., 2008. – *The Accidental Hunt Brothers. How Institutional Investors Are Driving Up Food and Energy Prices*. Special Report, 31 juillet; *The Accidental Hunt Brothers – Act 2. Index Speculators Have Been a Major Cause of the Recent Drop in Oil Prices*. Special Update, 10 September.
- (18) MICHIELS D. and EGG J., 2008. – *Les politiques de prévention et gestion des crises alimentaires : enseignements de la crise du Niger de 2005*. Avec la collaboration de R. Blein et F. Delpeuch. Paris : MAEE, DGCID, série « Etudes », 90 p.
- (19) MITCHELL D. and LE VALLEE J., 2005. – *International food price variability: the implications of recent policy changes*. In Paper presented to the Workshop, Managing Food Price Instability in Low-Income Countries, 28 February to 1 March 2005, Washington, DC.
- (20) NEWBERY D. and STIGLITZ J., 1981. – *The Theory of Commodity Price Stabilization. A Study in the Economics of Risk*. Oxford: Clarendon Press.
- (21) NEWBERY D. and STIGLITZ J., 1984. – Pareto Inferior Trade. *Review of Economic Studies*, **51**, 1-12.
- (22) POULTON C., KYDD J., WIGGINS S. and DORWARD A., 2006. – State intervention for food price stabilisation in Africa: can it work? *Food Policy*, **31**, 342-356.
- (23) SARRIS A., 2008. – *Factors Affecting Price Volatility of Agricultural Commodities*. Presentation at the Agribusiness Event held during the XIIth congress of the EAAE, Ghent Belgium, August 26, 2008.
- (24) TIMMER P., 1989. – Food price policy: the rationale for government intervention. *Food Policy*, **14**(1), pp. 17-42
- (25) TIMMER P., FALCON W.-P. and PEARSON S.-R., 1983. – *Food Policy Analysis*, Johns Hopkins University Press for the World Bank, Baltimore, MD.
- (26) TSCHIRLEY D. and JAYNE T., 2010. – Exploring the Logic behind Southern Africa's Food Crises. *World Development*, forthcoming.
- (27) VOITURIEZ T., 2009. – Hausse du prix de l'énergie, hausse des prix agricoles : quelles relations et implications à moyen et long terme ? IFRI, 27 p.
- (28) VON BRAUN J. and MEINZEN-DICK R., 2009. – "Land Grabbing" by Foreign Investors in Developing Countries: Risks and Opportunities. IFPRI Policy Brief 13. April.

- (29) VON BRAUN J. and TORERO M., 2008. – *Physical and Virtual Global Food Reserves to Protect the Poor and Prevent Market Failure*. Ifpri Policy Brief 4 June 2008.
- (30) VON BRAUN J., LIN J. and TORERO M., 2009. – *Eliminating Drastic Food Price Spikes – a three pronged approach for reserves*. Note for discussion.
- (31) WIGGINS S. and KEATS S., 2010. – *Grain Stocks and Price Spikes* in HM Government (eds) *The 2007/2008 agricultural Price Spikes: causes and Policy Implications*, Annex 2, 60 p.
- (32) WILLIAMS J. and WRIGHT B., 1991. – *Storage and Commodity Markets*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (33) World Bank, 2008. – *World Development Report 2008, Agriculture for Development*. Washington, DC: The World Bank, 2007.

COMMENT FAIRE COHABITER LES DIFFÉRENTS MODÈLES ALIMENTAIRES MONDIAUX ?¹

par Gérard **Pascal**² et Xavier **Leverve**³

Il existe, de par le monde, de nombreux modes d'alimentation dictés pour une part par l'environnement des individus qui s'y sont adaptés, et qui diffèrent considérablement dans leur composition nutritionnelle (teneur en lipides, en glucides complexes, constituants d'origine animale ou végétale...). Ce simple constat doit conduire à s'interroger sur le bien-fondé d'une mondialisation de l'alimentation.

Cette interrogation se trouve confortée par les données épidémiologiques dans différentes parties du monde, qui concernent les grandes pathologies (affections cardio-vasculaires, cancers, diabète de type 2, syndrome métabolique) qui seraient évitables par des changements de mode de vie, dont l'alimentation. Des modifications importantes de composition (moins de glucides, plus de lipides) de cette alimentation sont intervenues dans les pays industrialisés au cours des 150 dernières années. Elles deviennent évidentes dans les pays émergents et sont déjà perceptibles dans les pays en développement. La rapidité de ces dernières modifications permettra-elle aux individus qui les subissent, de s'adapter aux plans physiologique et métabolique ?

Rien n'est moins sûr lorsque l'on examine les dégâts de tels changements dans des populations génétiquement plus sensibles. L'exemple du développement de l'obésité, facteur de risque pour toutes les pathologies évoquées ci-dessus, est particulièrement frappant.

Toutes les données scientifiques accumulées au cours des 25 dernières années, grâce au développement des méthodologies de la biologie moderne montrent combien les relations entre l'alimentation et la santé sont complexes ; l'aliment module l'expression du génome chez un individu, c'est la « nutriginomique » et, à l'inverse, des individus dotés de génomes différents (c'est le polymorphisme) ne réagiront pas de la même façon à un aliment donné, c'est la « nutriginétique ». Plus troublant encore, des facteurs environnementaux comme l'alimentation, peuvent modifier durablement l'expression du génome par des mécanismes non génétiques, mais ces modifications sont parfois transmissibles de génération en génération, c'est la « nutriépigénétique ».

Compliquons encore un peu le tableau ; on sait depuis peu que les microorganismes présents sur certains aliments, régulièrement consommés par certaines populations, des algues par les Japonais par exemple, sont capables de transférer certains de leurs gènes dans la flore commensale de ces populations, les rendant ainsi capables d'utiliser l'énergie de ces aliments, alors que les Américains, dont la flore ne porte pas ces gènes, n'en sont pas capables. Ces données confirment l'importance de cette flore intestinale et l'intérêt de mieux la connaître grâce à l'approche « métagénomique ».

Il est ainsi clair que les populations se sont adaptées à un type d'alimentation, sans doute au cours de longues périodes, et qu'il n'est pas sans risque de les voir modifier rapidement leur mode de consommation. Une certaine mondialisation de l'alimentation ne peut donc s'envisager sans la prise en compte des spécificités de chaque groupe de population. A l'inverse, une alimentation personnalisée semble bien difficile à imaginer devant la complexité des relations alimentation santé, ce qui n'exclut pas d'envisager des recommandations pour des populations qui présentent un risque spécifique vis-à-vis d'un type d'aliment ou d'alimentation et qui seront ainsi bien plus réceptives à des conseils nutritionnels, puisque directement concernées.

¹ Cette communication devait être présentée par Xavier Leverage, malheureusement disparu début novembre 2010. Gérard Pascal tentera, dans son intervention, de reprendre quelques messages scientifiques chers à Xavier Leverage, mais ne traitera pas exactement le sujet que le titre initialement retenu laisse envisager.

² Directeur scientifique honoraire de l'INRA, Membre de l'Académie d'Agriculture de France.

³ Directeur scientifique à l'INRA.

LES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES FACE AUX BESOINS SPÉCIFIQUES DES CONSOMMATEURS DES PAYS EN DÉVELOPPEMENT

par Emmanuel **Faber**¹

Je ne suis pas du tout un spécialiste de l'agriculture, et pas non plus des sujets d'alimentation au sens politique du terme. Il m'a été demandé d'évoquer avec vous les pistes qu'à la croisée de ces domaines, nous explorons, avec d'autres, face aux besoins alimentaires du futur, pour inventer des modèles nouveaux, susceptibles de contribuer à résoudre les problèmes qui nous sont posés.

Je voudrais commencer par vous faire partager quelques convictions autour de ces questions, sans les développer.

La première : on ne peut plus négliger les interactions entre la nature et l'agriculture, l'agriculture et l'alimentation, l'alimentation et la culture, la culture et la santé. Nous avons maintenant suffisamment de preuves de l'interconnexion de tous ces domaines.

Deuxièmement, on ne peut pas non plus élaborer séparément les stratégies alimentaires des pays développés et celles des pays émergents ou pauvres, et laisser le marché les relier, car en réalité les choix politiques faussent les conditions de marché. Et considérer les biens d'alimentation comme pouvant être régis par la seule loi du marché pose un problème. Beaucoup d'études montrent en effet que, pour le plus grand nombre des agriculteurs (peut être 2 milliards) les gains marginaux de productivité sont retraduits dans la baisse des prix de vente et donc ne contribuent pas à l'accroissement de revenu pour l'agriculteur, le maintenant dans sa marginalité.

L'assymétrie de l'information, des écarts de productivité de 1 à 100 entre les acteurs et les aléas externes, de météo entre autres, viennent renforcer les inefficiences d'une stricte approche de marché. Sans compter que certains biens publics produits par la filière agro-alimentaire n'ont pas de prix de marché : paysages, biodiversité, climat, sécurité alimentaire. Il s'agit donc d'appréhender de façon intégrée les interactions entre les stratégies alimentaires des pays développés et celles des pays en voie de développement.

Troisième conviction : à l'intérieur des économies émergentes, on ne peut pas non plus définir des stratégies alimentaires sans relier le haut, le milieu et le bas de la pyramide des revenus. Car ces économies sont soumises à des tensions d'autant plus fortes que l'augmentation des revenus moyens est rapide, et que les écarts de revenus commencent à se creuser pendant le processus de développement. Le sujet de l'alimentation dans ces pays, Indonésie, Chine, Inde, etc., pose donc une double question : la vitesse de convergence économique et le point de convergence social ou sociétal. Ces pays combinent la coexistence de trois mondes : très riches, classes moyennes et très pauvres, marqués par des rations caloriques allant du simple au double. La question est donc d'être capable de mettre en œuvre une stratégie alimentaire pertinente pour ces trois classes, la première faisant face à des problèmes grandissant d'obésité et de diabète, la seconde à la recherche de praticité et de réduction de la dépense alimentaire dans son budget de consommation, la troisième étant toujours à la recherche d'autonomie alimentaire, et confrontée à de la sous-nutrition et de la malnutrition. Mettre en œuvre des stratégies gagnantes nécessite de combiner dans le temps et dans l'espace les réponses à ces trois besoins différents.

Dernière conviction : la complexité des enjeux, l'infinie variété des situations locales, va nécessiter de ne négliger aucune option ni aucune combinaison de solutions. Je ne crois pas qu'on puisse encore s'offrir le luxe de refuser ou de négliger la recherche d'options de techniques agraires, agronomiques et alimentaires, quelles qu'elles soient : bio, agriculture raisonnée, agro-écologie, recherche génétique. Sur ce dernier point, la question qui se pose me semble plus être, mais elle est capitale, celle de la gouvernance des processus de recherche, la gouvernance du partage de leurs bénéfices, et leurs modes de mise en œuvre.

¹ Directeur général de Danone.

Parmi les pistes que nous explorons pour répondre à notre mesure à ces défis, je voudrais en citer trois. Aucune n'a l'ambition d'être en soi une solution, mais peut être une brique de solution à construire avec plusieurs.

L'innovation « *base of the pyramid* » (BOP) et le *social business*

Deux milliards de personnes vivent avec moins de deux dollars par jour. La grande majorité sont des fermiers. Le risque de voir la malnutrition progresser de nouveau au cours des 30 prochaines années, les placent au cœur des enjeux alimentaires futurs. La sécurité alimentaire est un véritable enjeu pour des pays dont les importations assurent une grande partie des besoins alimentaires, et dont parfois une large part de la population dépend par ailleurs de revenus agricoles soumis aux aléas des variations de cours internationaux.

Le développement de filières locales nous semble incontournable pour parvenir à y créer la sécurité alimentaire. L'amélioration du statut nutritionnel des habitants passe par l'innovation produit, en qualité et en coûts, s'appuyant au maximum sur la valorisation de savoir et le développement de filières locales.

Pour tester de telles approches, nous avons créé une plateforme d'innovation sociétale, « *danone communities* », qui a pour caractéristique supplémentaire de fonctionner selon le principe du *social business* : poursuivre un but social par un processus d'entreprise. Ce point est capital car, les actionnaires et promoteurs des projets renonçant d'avance à tout retour financier, et tout dividende, ce modèle permet de créer des coalitions d'acteurs difficiles à réunir dans le cadre d'une approche classique, et essentiel pour l'innovation de rupture. ONG, administrations, communautés locales, entreprises : cette capacité à travailler en « *open source* » est clé. Bien sûr, elle révolutionne les modalités de propriété intellectuelle et force à repositionner ailleurs les avantages concurrentiels.

En 2011, Danone va ouvrir un tout petit centre d'expertise mondiale de recherche BOP, près de New Delhi, qui travaillera partiellement en *open source*, en mettant notre « pilote R&D » (une micro usine qui permet de conduire le développement des recettes, et reproduit les conditions d'industrialisation), à disposition d'ONG, d'instituts de recherche et d'universités, dont les équipes pourront être accueillies sur place, avec d'ailleurs un jardin pour y cultiver certaines espèces, au cœur d'un marché de consommateurs de classes socio économiques C et D, pour tester les produits en situation réelle, selon des protocoles d'immersion que nous avons commencé à élaborer il y a 5 ans. Ces processus seront d'ailleurs accompagnés par des sociologues et parfois des anthropologues.

Deux exemples parmi une dizaine d'expérimentations en cours :

– Nous avons construit en 2006 une micro-usine au Bangladesh, qui fonctionne en *social business*, en mettant au point « *shokti doi* », un yogourt dont le prix est d'environ 10 centimes pour 60g, fortifié à hauteur de 50% des AJR de cinq nutriments essentiels aux enfants des zones rurales, de sorte que son effet sur la santé pourra être attesté par l'ONG GAIN qui a mis en place l'étude d'efficacité scientifique. Le lait est collecté auprès de plusieurs centaines de fermiers dont la production journalière ne dépasse pas 2 à 3 litres par exploitation. Le produit est distribué par un réseau de bientôt 1000 femmes entrepreneurs qui ont été recrutées dans les communautés locales. Nous sommes parvenus à utiliser de la mélasse de datte, produite par une filière d'artisanat local, au lieu du sucre importé, et de la lentille locale (*dal*) pour remplacer l'amidon, lui aussi importé, qui assure la texture du produit en réduisant substantiellement le coût total de la recette, mais aussi l'empreinte écologique du produit et renforce les filières agricoles locales.

– Nous sommes allés encore plus loin avec « *Lemateki* » au Sénégal. L'objectif était de mettre au point un produit nutritionnel adapté aux carences des enfants sénégalais, à partir d'ingrédients et de processus locaux. Une femme, représentante du mouvement *Slow Food* au Sénégal, a accueilli pendant plusieurs semaines chez elle une petite équipe de chercheurs qui ont observé ses recettes, ses pratiques, ses achats, et ensemble ils ont co-développé plusieurs solutions possibles. La finalisation de la recette définitive s'est faite par une coordination étroite de trois mois entre le Centre mondial de recherche de Danone à Palaiseau et la cuisine de Mme Dior à Dakar, par Internet et sur Skype entre autres. Ceci nous a permis de concevoir un processus de fabrication très particulier, permettant de fermenter des céréales locales, « *nieb nieb* », entre autres, pour un coût extrêmement faible. Et ce modèle est répliquable dans plusieurs pays.

Je suis convaincu de la pertinence d'une approche partant des réalités agricoles, sociales et culturelles locales dans le développement de stratégies nutritionnelles dans les pays en voie de développement économique. Mon observation des situations en Inde et en Afrique m'a convaincu que la sécurité alimentaire

globale sera renforcée par la diversité des facteurs dont elle dépendra, qui réduira les externalités économiques et financières. La volatilité des cours sera inférieure, et elle aura un impact plus localisé. La sécurité sanitaire se posera en termes différents : il faudra travailler plus sur les processus que sur le produit lui-même. Cette diversité protégera aussi la richesse culturelle que porte en lui-même le processus social de l'alimentation.

Pour avancer sur ce chemin, il faudra accepter de remettre de la complexité dans nos modes de pensée. Prendre conscience des risques de dépendance que pose la situation actuelle où 15 espèces de plantes fournissent désormais 75% des besoins alimentaires humains, dont 60%, pour trois d'entre elles seulement (blé, riz, maïs).

Le défi dans ces pays sera de développer conjointement une industrie alimentaire qui réponde aux besoins de leur classe moyenne émergente, accompagnant le processus d'urbanisation et aura besoin d'effets d'échelles et de volumes, et en même temps d'une agriculture « écologiquement » intensive (cf. M. Griffon) à l'échelle locale pour permettre l'augmentation progressive du niveau de vie des petits fermiers et leur insertion graduelle dans le processus de développement. C'est un défi car la pression du secteur privé et des prix de marché internationaux n'a pour l'instant pas permis de trouver d'exemple de réussite de cette combinaison.

L'intégration de l'écosystème de l'entreprise dans la stratégie

Nous autres, urbains de tous les pays, vivons hors-sol. L'idéologie consumériste nous voile les yeux sur les conséquences des modèles agro-industriels qui, à la faveur d'une extraordinaire baisse des coûts, ont apporté les rations caloriques aux consommateurs des pays de l'OCDE, en particulier des USA, où les *farm bills* ont eu l'influence qu'on connaît. Cette mé-conscience est entretenue par l'illusion marketing et publicitaire. La souffrance des animaux, la souffrance des sols, celle des agriculteurs, pour certains voués à l'exclusion sociale, pour d'autres à devenir des mécaniciens chimistes et financiers, tout cela est tabou, et nous ne voulons pas le voir.

C'est le sens même de l'alimentation que nous sommes en train de perdre. Or je crois pourtant que personne désormais n'imagine raisonnablement le futur de l'industrie alimentaire comme celui d'un sous-produit de la pharmacie ou de la chimie. Ce qui est en jeu, c'est la conception anthropologique de l'alimentation.

Dans ce processus d'ajustement permanent des coûts apparents à la baisse, de très grands ensembles technologiques, industriels, financiers, se sont formés dans le domaine des semences, des intrants, de l'alimentation du bétail, de l'élevage, de l'alimentaire, de la distribution.

Ma conviction est que ces ensembles ont une responsabilité majeure dans la gestion des enjeux de l'alimentation des 30 années qui viennent. La taille de ces organisations, leur complexité, leur soumission aux lois exogènes de la finance de marché sont porteuses de risques graves de dislocation et de désynchronisation de la chaîne agro-alimentaire en raison des déformations qu'ils entraînent dans les tissus sociaux et culturels, pour les personnes engagées dans ces processus : agriculteurs, transformateurs et consommateurs. Il nous paraît donc essentiel de retisser les liens de cette chaîne alimentaire à l'échelon local.

Nous avons défini notre empreinte-emploi, qui rassemble toutes les personnes dépendant économiquement de leur relation avec Danone. Cette empreinte est en moyenne, selon les pays, 5 à 7 fois supérieure à nos effectifs salariés. Nous avons conçu un fonds de dotation, de droit français, destiné à soutenir et développer l'employabilité dans notre écosystème. En 2009, nos actionnaires ont voté la création de ce fond, en prélevant 100 millions des profits de Danone. Le levier clé de l'employabilité s'avère être l'autonomie et la réduction de l'indépendance à l'égard de nos activités. Il s'agit donc très souvent de former, de qualifier, de renforcer économiquement de tous petits acteurs, en amont et en aval de nos métiers : fermiers en Egypte, en Ukraine, distributeurs de rue au Mexique, etc. Le fonds est opérationnel depuis un an, et a déjà structuré et financé plus d'une vingtaine d'initiatives très innovantes dans le monde, dont le projet « horizon 2015 » en France qui permettra d'accompagner l'évolution de notre réseau de collecte de lait.

Les premiers succès de ces initiatives, dont nous n'avons pas encore mesuré véritablement l'impact social, montrent pourtant à quel point il est crucial de penser la chaîne alimentaire dans sa globalité

Le lien nature – alimentation

Le troisième thème que je voudrais brièvement mentionner est la nécessité de prendre en compte une vision intégrale de la filière alimentaire : nature, agriculture, alimentation, recyclage.

Sur ces sujets, j'ai déjà évoqué la question de la biodiversité, et se pose aussi celle de la consommation d'eau.

Je voudrais insister sur un autre point : la production agricole représente la moitié des émissions de gaz à effet de serre de l'activité de Danone. Et l'agriculture mondiale, on le sait, est au cœur des enjeux climatiques, entre autres parce qu'elle est largement impliquée dans ces émissions.

Je voudrais citer ici deux exemples de pistes à l'étude pour intégrer ces questions au cœur de nos processus.

Nous avons conduit avec l'INRA et Valorex en France et aux États-Unis une étude qui a fait l'objet d'une publication en octobre 2009 dans le *Journal of dairy science*. Elle démontre une très forte corrélation entre le taux de méthane émis et la présence de certains acides gras contenus dans le lait. Les émissions de gaz peuvent varier dans des proportions de 1 à 5 en fonction de l'alimentation choisie. Ces résultats mettent très clairement en lumière le lien nature / agriculture / santé animale / santé humaine. La surproduction de méthane par un organisme ruminant est un dysfonctionnement lié à une inadaptation structurelle à une forme d'alimentation pour laquelle il n'est pas conçu. Et la réintroduction de luzerne, lin, et herbe de prairie dans les rations, en substitution aux grains de maïs ou aux tourteaux de soja, permet de réduire ces émissions, en améliorant le confort digestif des vaches, et en enrichissant le lait de nutriments intéressants pour l'amélioration du statut nutritionnel des consommateurs.

L'appareil infrarouge couramment utilisé aujourd'hui pour faire les mesures de protéines du lait pourra aussi permettre de mesurer la présence de ces acides gras et donc d'extrapoler les quantités de méthane émises, par litre de lait. C'est d'ailleurs ce que nous avons fait dans le cadre de l'initiative menée en Normandie, où nous avons converti une partie de la ration alimentaire des vaches avec du lin, qui fournit du lait riche en oméga 3, et par ailleurs réduit de 10% les émissions concernées. Cette expérimentation couvre désormais 30% du lait utilisé par Danone en France. L'origan semble aussi ouvrir des perspectives intéressantes dans la baisse des émissions, puisqu'on cite des chiffres de l'ordre de 30% de réduction.

Ces pratiques liant protection de l'environnement, pratiques agricoles et produits alimentaires, pour l'instant testées dans des pays développés, peuvent parfaitement s'appliquer aux autres pays et nous semblent très prometteuses, en ce qu'elles pourraient permettre d'y faire financer par l'économie carbone, via les mécanismes de certificats carbone et la méthodologie REDD, le développement d'une agriculture qui soit au centre d'une économie rurale durable.

Nous partons du constat suivant : les stratégies de type « *green revolution* » en Inde ont porté des fruits, malgré de vraies limites, mais ne seront pas partout capables d'aller plus loin dans l'amélioration des statuts nutritionnels des populations concernées.

La conversion de cultures traditionnelles à des « *cash crops* », coton, soja et autres, a souvent altéré et parfois détruit les cycles naturels du carbone et de l'eau dans les sols ; l'absence des résidus de la récolte traditionnelle, et donc du fourrage, a entraîné la baisse des cheptels donc celle de leurs rejets organiques, ce qui a augmenté d'autant le besoin d'intrants chimiques coûteux, et n'a donc au total souvent mené qu'à un niveau de revenu net équivalent, mais dans une dépendance beaucoup plus grande à l'égard des prix mondiaux des matières premières agricoles, des semences et des intrants, et à un appauvrissement des sols.

Pour travailler sur ces sujets, nous avons créé une plateforme spécialisée, « le Fonds Danone pour la Nature », qui va encore évoluer, et dont la vocation est de soutenir et de financer des initiatives visant à développer par la finance carbone l'économie rurale autour des problématiques que nous traitons dans nos métiers. Ce fonds, opéré comme un *social business*, a donc vocation à investir dans des projets menés par les communautés locales des pays en voie de développement de refertilisation des sols, de conversion à des pratiques agraires limitant les intrants, ou non agressives, de reconstitution des parcours de pâturage, d'agroforesterie. Son objectif est, avec les communautés locales, et avec le soutien d'ONG qui soutiennent la petite paysannerie, de créer une économie rurale durable autour de l'agriculture pour assurer un premier échelon de sécurité alimentaire crucial.

Par exemple, nos métiers de l'eau de source nous donnent un savoir-faire de protection des zones humides et d'impluvium et de bassins versants. A ce titre, le Fonds investit aussi dans ces domaines, et nous avons depuis quelques années, avec l'ONG Océanium, une expérience pilote en Casamance au Sénégal, où plus de 5000 hectares de mangroves (100 millions de palétuviers) ont été plantés par les communautés des villages de la région, mobilisant en quelques années plusieurs dizaines de milliers de villageois. Ces plantations permettent de recréer les équilibres des écosystèmes naturels, ramenant le poisson, les huîtres, les oiseaux, et évitent les inondations des rizières par l'eau de mer. Elles limitent ainsi l'exode rural. Et les crédits carbone qu'elles généreront à terme (probablement environ 150 000 tonnes annuelles), serviront à compenser les émissions nettes de nos activités.

Je m'arrêterai là. Innovation radicale sur les processus alimentaires « *Base of the pyramid* » via le *social business*, prise en compte de la chaîne agro-alimentaire dans sa globalité et sa complexité en travaillant sur l'écosystème et l'empreinte emploi, utilisation de la finance carbone pour favoriser des expériences de renforcement des chaînes agro-alimentaires locales.

J'ai essayé au travers de ces trois exemples, de vous décrire brièvement quelques unes des initiatives que nous menons pour tenter d'inventer, à notre mesure, des réponses aux questions alimentaires actuelles et futures des pays les plus pauvres.

Elles sont fragiles, balbutiantes mais nous les croyons porteuses de sens. Toutes font appel à une approche systémique, complexe, c'est-à-dire capable d'appréhender des dimensions multiples à la fois. C'est pour nous une conviction : des solutions nouvelles, des pratiques nouvelles, des consensus nouveaux, n'émergeront que du débat, de la confrontation de points de vue radicalement différents sur les mêmes problématiques, et de regards croisés sur les enjeux.

Plus que jamais, il nous semble à la fois nécessaire et possible d'inventer à plusieurs, en passant de la confrontation au dialogue.

En commençant ces quelques mots, j'ai parlé de culture. Or ce terme ne figure même pas dans les définitions retenues pour le développement durable par les institutions internationales. Il est pourtant capital. Car je suis persuadé qu'aucune approche de développement monodimensionnelle : nutrition, environnement, économie, etc. ne pourra fonctionner. Pire, ces approches se sont parfois avérées des barbaries sous d'autres angles de vue.

La culture, c'est justement la capacité à relier ces dimensions entre elles, en tenant compte de la richesse des traditions des peuples, lorsque celles-ci sont mises au service de l'invention du futur.

De ce point de vue, je suis convaincu que l'alimentation doit retrouver son rôle culturel dans la consommation et dans les modes de vie, et que cela ne pourra pas être le cas si elle ne se ré-ancre pas beaucoup plus dans sa réalité agricole et dans un cycle du vivant qui lui donne fondamentalement sa dimension anthropologique.

Les grandes entreprises du secteur ont probablement un rôle déterminant dans ce processus. Prendre ces responsabilités fera d'elles des organisations vivantes. C'est sans doute avant tout pour cela que nous explorons ces chemins.

**Allocution du Directeur général de la FAO, Jacques Diouf,
à l'Académie d'Agriculture de France**

Paris, 25 novembre 2010

"Comment nourrir le Monde en 2050 ?"

Monsieur Jean-Paul Delevoye,
Président du Conseil économique, social et environnemental,
Monsieur Guy Paillotin, Secrétaire perpétuel de l'Académie d'Agriculture de France,
Honorables membres de l'Académie,
Chers amis et collègues,
Mesdames et Messieurs,

C'est pour moi et l'Organisation que je représente, la FAO, un plaisir et un honneur de m'adresser aujourd'hui à l'Académie d'Agriculture de France, dont j'ai le privilège d'être un membre. Je souhaite remercier les organisateurs de leur aimable invitation. Je vous suis particulièrement reconnaissant de me donner l'occasion de faire une présentation sur la situation et les perspectives mondiales de la sécurité alimentaire ainsi que sur l'évolution de la lutte contre la faim.

En 1996, lors du Sommet mondial de l'alimentation organisé par la FAO, les Chefs d'Etat et de gouvernement se sont engagés à réduire de moitié le nombre de personnes qui souffrent de la faim à l'horizon 2015 afin de parvenir à la sécurité alimentaire durable pour tous. Cet engagement mondial a été réaffirmé par d'autres accords internationaux, notamment le Sommet du Millénaire en 2000 et le Sommet mondial de l'alimentation: *cinq ans après* en 2002. Plus récemment le Sommet mondial des Chefs d'Etat et de gouvernement sur la sécurité alimentaire tenu en novembre 2009 à Rome a décidé d'arriver à l'éradication complète de la faim dans le monde.

1) Une demande en expansion, tant en quantité qu'en qualité

En 2050, la population mondiale aura augmenté d'un tiers pour atteindre 9,1 milliards d'habitants. Cette croissance de 2 milliards 200 millions de personnes se produira en totalité dans les pays en développement. La population urbaine devrait augmenter de 82 % pour atteindre 70 % de la population mondiale, contre 51 % aujourd'hui.

Les tendances actuelles de la transformation des régimes alimentaires devraient donc se poursuivre du fait notamment du taux élevé d'urbanisation et de l'amélioration rapide du niveau de vie moyen des populations.

Sur la période 1980-2005, la consommation de produits d'origine animale a connu une très forte augmentation dans les pays en développement, avec une demande de viande qui a doublé et celle d'œufs multipliée par 4. Elle stagne cependant en Afrique subsaharienne. Dans certains pays, l'évolution a été encore plus spectaculaire. En Chine, la consommation de viande par habitant a été multipliée par 4, celle des produits laitiers par 10 et celle des œufs par 8. Au Brésil, la consommation de viande a été multipliée par 2 tandis que celle de lait a augmenté de 40 %.

Pour répondre à cette croissance de la demande, tant quantitative que qualitative, la production agricole mondiale devrait, d'ici à 2050, augmenter de 70 %; celle de viande de 100 %.

Il faut, en outre, tenir compte de la production de biocarburants qui a plus que triplé entre 2000 et 2008. En 2007/2008, 110 millions de tonnes, soit 10 % des céréales produites dans le monde ont été utilisées pour la production de biocarburants. Au rythme actuel, la production de biocarburants pourrait presque doubler au cours des 10 prochaines années.

2) De nouvelles contraintes à la production agricole

Face à cette évolution, les ressources naturelles, notamment l'eau, qui sont la base de la production agricole, seront utilisées plus intensivement et les systèmes de production seront de plus en plus menacés.

L'agriculture irriguée couvre aujourd'hui un cinquième des terres arables et contribue à 50 % de la production vivrière globale. Pour augmenter la production, il faut étendre les surfaces irriguées tout en utilisant moins d'eau. Il faudra mieux utiliser les ressources en eau et améliorer l'irrigation grâce à des technologies ciblées. Investir dans la gestion de l'eau est donc une priorité de premier ordre. C'est tout particulièrement vrai en Afrique où seulement 7 % des terres sont irriguées, alors que ce taux est de 38 % en Asie et de 20 % dans le monde.

La terre est l'autre facteur limitant de la production. Aujourd'hui, environ 1,6 milliard d'hectares sont cultivés dans le monde et on estime qu'il faudra trouver 120 millions d'hectares additionnels dans les pays en développement d'ici à 2050. Les terres encore non exploitées sont concentrées dans quelques pays d'Afrique subsaharienne et d'Amérique latine alors que les pays du Proche-Orient/Afrique du Nord et de l'Asie du Sud n'ont plus des terres disponibles. Aussi, certains pays de la Communauté des Etats indépendants (CEI) comme le Kazakhstan, la Russie et l'Ukraine ont un potentiel de production, notamment céréalier, considérable. Au moins 10 à 13 millions d'hectares - abandonnés lors de la transition pour des raisons d'ajustement - pourraient être remis en culture sans porter atteinte aux ressources naturelles.

Il y a aussi le problème des intrants. La production de fertilisants synthétiques azotés est très liée aux sources d'énergie fossiles, tandis que les stocks de phosphore pourraient s'épuiser d'ici à 50 ou 100 ans.

La préservation de la biodiversité agricole sera aussi un des défis majeurs des prochaines décennies. Il s'agit des ressources génétiques domestiques, animales et végétales, des espèces sauvages qui leur sont apparentées et, plus largement, de toutes celles qui contribuent au bon fonctionnement des écosystèmes, dont les pollinisateurs constituent l'exemple le plus emblématique.

L'agriculture devra aussi se transformer pour s'adapter aux effets du changement climatique : températures plus élevées, disponibilité en eau moins régulière et souvent plus réduite, augmentation de la fréquence et de l'intensité des catastrophes naturelles, perturbations des écosystèmes avec des modifications de la répartition des ravageurs et des maladies des plantes et des animaux. Les impacts seront plus sévères pour les systèmes les plus fragiles et les plus vulnérables, avec des risques d'augmentation de l'irrégularité des rendements, des modifications de la distribution géographique des productions, et dans certaines régions des baisses significatives de la productivité. Ainsi les rendements de riz, de blé et de maïs en Afrique subsaharienne pourraient baisser respectivement de 15, 34 et 10 % en 2050.

3) Vers des systèmes agricoles plus efficaces, plus résilients et plus durables

L'agriculture doit se transformer pour faire face à l'ensemble de ces contraintes.

L'intensification durable des systèmes de culture qui vise à atteindre cet objectif devrait reposer sur quatre volets :

- une meilleure utilisation des ressources, notamment de l'eau, de la terre et des ressources génétiques, avec la mise en œuvre d'une agriculture de conservation qui favorise une meilleure dynamique, biologique et physique des sols et une gestion intégrée des nutriments;
- une protection des plantes par la lutte intégrée;
- un meilleur fonctionnement des agro écosystèmes;
- une augmentation de la productivité et une meilleure diversification de la production.

Le secteur de l'élevage se caractérise par une dichotomie croissante entre les petits producteurs pastoraux et agro-pastoraux et les grandes exploitations commerciales. Les premiers sont particulièrement vulnérables. L'enjeu est de les sécuriser, de leur permettre d'atteindre une productivité suffisante et d'assurer leur accès au marché.

Le secteur doit relever un certain nombre des défis à la mesure de sa croissance rapide afin d'assurer une meilleure efficacité de l'utilisation des ressources. Les ressources génétiques, l'alimentation animale,

notamment la gestion des pâturages dont beaucoup se dégradent à un rythme alarmant, le contrôle des maladies des animaux, la gestion des effluents d'élevage, etc. doivent être pris en compte.

L'intégration agriculture/élevage dans ses différentes modalités – régionales, locales et au sein des exploitations, représente à cet égard une des voies les plus sûres pour augmenter l'efficacité de la production, la rentabilité économique et la durabilité environnementale.

4) Faire face aux risques qui pèsent sur la production

Le secteur agricole sera confronté à des risques croissants: ravageurs et maladies des animaux et des plantes, catastrophes naturelles.

La concentration du secteur de l'élevage, l'accroissement des échanges et le changement climatique sont autant de facteurs susceptibles d'aggraver les risques sanitaires. Il faut donc disposer de systèmes d'alerte et de réponse rapide pour faire face aux crises transfrontières s'appuyant sur des services vétérinaires efficaces capables de faire respecter les normes internationales. Il est en outre indispensable de mettre en place les mesures préventives le plus en amont possible, au niveau même des facteurs écologiques et épidémiologiques d'émergence des maladies animales. C'est ce que préconise la nouvelle approche intégrée « un monde, une seule santé ». Il convient à cet égard, de rappeler que 75 % des maladies émergentes affectant les humains ont une origine animale.

L'éradication de la peste bovine à l'échelle mondiale, attendue officiellement pour mi-2011, concrétise les efforts de la FAO menés depuis 1946 et en particulier ceux de son vaste Programme mondial d'éradication de la peste bovine, initié en 1994 et mené en collaboration avec ses principaux partenaires et ses pays membres. Ce résultat montre que la lutte contre les épizooties majeures du bétail peut être couronnée de succès lorsqu'elle fait l'objet d'efforts soutenus et concertés, à tous les niveaux. De tels efforts seront nécessaires pour contrôler la peste des petits ruminants, la fièvre aphteuse, la grippe aviaire, la fièvre de la vallée du Rift, la péripneumonie contagieuse bovine, et bien d'autres maladies animales et zoonotiques. La prévention et le contrôle des grandes maladies animales sont d'un intérêt public mondial. Ils doivent à ce titre faire l'objet d'une large mobilisation de ressources scientifiques et financières dans le cadre d'une coordination internationale.

La protection des plantes contre les maladies et les ravageurs doit faire face à des défis comparables. Là encore, l'accroissement des échanges et l'impact du changement climatique augmentent les risques, alors même que la réduction du nombre d'espèces et de variétés cultivées constitue un facteur supplémentaire de vulnérabilité.

L'émergence dans plusieurs régions de nouvelles souches particulièrement virulentes de rouille jaune du blé, adaptées à des températures élevées, est un exemple des risques d'adaptation d'un pathogène au changement climatique. Ces nouvelles souches se sont répandues à une vitesse sans précédent sur les cinq continents provoquant des flambées dans des régions où la rouille jaune était inconnue et où les variétés de blé résistantes sont inexistantes.

Il y a aussi le risque de catastrophes naturelles. Chaque année, environ 200 millions de personnes sont affectées. Avec le changement climatique, ces événements devraient croître en fréquence et en intensité. Pour y faire face, il faut à la fois des mesures de prévention et d'alerte, mais aussi celles permettant de restaurer rapidement les capacités productives des agriculteurs pour éviter que les régions concernées ne s'installent durablement dans l'insécurité alimentaire.

5) Des chaînes alimentaires de plus en plus complexes

Avec la globalisation, les échanges de matières premières agricoles devraient augmenter de manière considérable.

Si les tendances actuelles persistent, les importations de céréales des pays en développement devraient tripler pour atteindre 300 millions de tonnes en 2050, soit 14 % de leur consommation (contre 9,2 % en 2006-2008). Les exportations d'huiles et d'oléagineux par ce même groupe de pays devraient tripler, celles de sucre doubler.

L'augmentation de la population urbaine, en particulier dans les pays en développement imposera une modification profonde des modalités de mise des produits sur le marché et elle pourra entraîner un changement radical de la structure des exploitations. Des coopératives, des industriels ou des distributeurs, comme on le voit déjà en Inde par exemple, assureront un regroupement de l'offre et essaieront de l'orienter. Les petits producteurs qui aujourd'hui produisent pour se nourrir sur des parcelles réduites, et dont la taille ne cesse de décroître en Afrique, devront soit agrandir la taille de leurs exploitations, soit se reconvertir dans des produits à plus haute valeur ajoutée.

L'accès au marché suppose le développement d'infrastructures, de routes, des chaînes de stockage et de conditionnement, des réseaux de communication et des règles assurant la transparence ainsi que les garanties de bonne qualité et de concurrence loyale.

L'allongement des chaînes alimentaires, la multiplication des intermédiaires, la croissance de la consommation des produits périssables, rendent encore plus aigüe la nécessité d'une action concertée et résolue pour réduire les pertes qui peuvent dépasser 40 % de la production pour certains produits.

6) Protéger le consommateur

Avec tous ces développements, il convient de mieux protéger les consommateurs. Malheureusement, dans la majeure partie des pays en développement, les systèmes de contrôle alimentaire souffrent de lacunes institutionnelles et juridiques ainsi que d'insuffisance de ressources humaines et matérielles. Il leur faut pourtant faire face aux exigences de plus en plus complexes des problèmes actuels de contamination. Une participation plus efficace des pays dans l'élaboration des normes par la Commission du Codex Alimentarius, et un effort pour la mise en application de ces normes à l'intérieur de leurs propres territoires, contribueront à la protection efficace du consommateur au niveau mondial. C'est aussi une des conditions de l'élimination des obstacles techniques au commerce des denrées alimentaires.

Paradoxalement, alors que le monde compte encore 925 millions de personnes qui souffrent de la faim et de malnutrition, le nombre de personnes atteintes de maladies chroniques provoquées par un régime alimentaire trop riche, notamment en graisses saturées et en sucres courts, ne cesse de croître. Il y a là un enjeu majeur pour sensibiliser et éduquer les consommateurs afin de promouvoir des régimes alimentaires équilibrés et en rapport avec les besoins réels. L'Humanité ne peut se permettre la pérennisation de ce double fardeau de la sous-nutrition et de la malnutrition.

7) La volatilité des prix

Aujourd'hui, alors même que le monde produit suffisamment pour nourrir toute la population, les hausses rapides et imprévisibles des prix des produits alimentaires précipitent brutalement des populations entières dans l'insécurité alimentaire.

L'accroissement des échanges rend encore plus nécessaire la mise en place de mécanismes efficaces pour limiter la volatilité des prix et gérer l'instabilité des marchés. La communauté internationale doit envisager les différents moyens et mesures possibles, comme l'amélioration des règles de fonctionnement et de transparence des marchés ainsi que des niveaux adéquats de stocks nationaux d'urgence.

C'est d'autant plus nécessaire que la volatilité des prix affecte également brutalement et profondément les agriculteurs, en particulier les plus pauvres. L'imprévisibilité des prix compromet non seulement leurs revenus mais rend difficile la contractualisation avec les commerçants et agro-industriels et les décisions à long terme, notamment pour l'investissement. La volatilité des prix constitue de ce fait une contrainte considérable à l'amélioration de la productivité du secteur.

8) Politiques et institutions

Pour transformer l'agriculture afin qu'elle puisse convenablement et durablement nourrir le monde entier aujourd'hui et demain, il faut lui fournir les moyens de son développement et surtout les moyens financiers nécessaires à l'investissement.

La part de l'aide publique au développement qui est destinée au secteur agricole (y compris les forêts et la pêche) est passée de 19 % en 1980 à 3 % en 2006 et est de l'ordre de 5 % actuellement. En 2004, les pays à faible revenu et à déficit vivrier consacraient 4 % de leurs dépenses publiques nationales au secteur agricole qui représente 29 % du PIB et 65 % des emplois. L'Asie avait alloué à l'agriculture, au cours des années 70, au moment de la Révolution verte, 10 % à ce secteur.

Il y a cependant des signes encourageants. Beaucoup des pays ont commencé à accorder une grande priorité à l'agriculture et à augmenter la part de leur budget national consacrée à ce secteur. Il y a aussi les engagements des dirigeants du monde et des donateurs mondiaux, surtout la décision prise lors du sommet du G8 de l'Aquila en juillet 2009 de consacrer 20 milliards de dollars à l'aide au développement des petits agriculteurs des pays pauvres pendant la période 2009-2010-2011. Ce montant a été porté à 22 milliards au cours du Sommet du G20 à Pittsburg.

Il faut surtout investir dans la recherche agricole, dans l'élaboration et la diffusion de la connaissance agronomique et zootechnique, dans la circulation de l'innovation entre laboratoires et exploitations, ainsi que dans le développement et la formation continue des agriculteurs. Les services de vulgarisation qui ont pratiquement disparu dans nombre de pays, constituent pourtant un maillon essentiel à ce réseau.

Monsieur le Président,
Honorables membres,
Chers amis et collègues,
Mesdames et Messieurs,

La sécurité alimentaire est une condition fondamentale pour la paix; elle contribue à la stabilité politique du monde et au progrès social des populations.

Aujourd'hui, 925 millions de nos chers compatriotes souffrent de la faim et de la malnutrition, et la population mondiale va dépasser les 9 milliards d'habitants en 2050. L'agriculture doit se transformer pour répondre efficacement à tous les défis.

Il faut s'attaquer aux problèmes structurels et multiples de l'insécurité alimentaire, de l'investissement, des infrastructures rurales, des intrants modernes, et du revenu des agriculteurs. Il faut prendre des décisions stratégiques courageuses, et surtout veiller à leur mise en œuvre effective et rapide.

Les politiques, les stratégies et les programmes existent au niveau national et régional pour assurer la sécurité alimentaire à tous, aujourd'hui et demain. Il faut cependant la volonté politique et le respect des décisions et des engagements pour permettre les investissements indispensables afin de promouvoir un développement agricole durable qui permette d'atteindre l'objectif universel d'éliminer la faim de notre planète.

Je suis convaincu qu'ensemble nous pouvons atteindre notre objectif. Depuis le Sommet mondial de l'alimentation de 1996, plusieurs pays d'Afrique, d'Asie, d'Amérique latine et des Caraïbes ont réussi à réduire considérablement la faim sur leurs territoires. Cela signifie que nous savons ce qu'il faut faire pour gagner ce combat.

Je vous remercie de votre aimable attention.

**Discours de Gilles Burban,
Secrétaire général adjoint du MAAPRAT
devant l'Académie d'Agriculture de France**

Je suis très honoré de conclure, au nom du ministre, cette 1^{ère} séance de l'Académie d'Agriculture de France, qui fête cette année son 250^e anniversaire.

Cette longévité exceptionnelle témoigne de la place qu'a toujours occupée l'agriculture dans l'équilibre de notre économie, dans le dynamisme de nos territoires, mais aussi, et c'est le thème de cette séance, dans l'alimentation de nos populations.

1. Vous le savez, depuis plus d'un an, le ministère de l'agriculture a mis l'alimentation au cœur de son action.

Ce choix va bien au-delà de l'introduction du mot « alimentation » dans l'intitulé du ministère.

- Si nous avons fait ce choix, c'est parce que l'alimentation, c'est notre identité française, c'est notre marque de fabrique, c'est la gastronomie, qui vient d'ailleurs d'être inscrite au Patrimoine immatériel de l'humanité, mais c'est surtout notre quotidien. Et si nous voulons choisir au quotidien ce que nous mettons dans notre assiette, nous ne devons pas laisser le hasard ou une main invisible en décider à notre place.

C'est pourquoi, pour la première fois en France, nous avons lancé avec la LMAP une **véritable politique publique de l'alimentation** qui vise à assurer à tous une alimentation sûre, de qualité et diversifiée. Cela passe par :

- le développement des circuits courts, pour rapprocher les lieux de consommation des lieux de production, et éviter que les aliments ne parcourent 2000 km avant d'arriver dans notre assiette ;
 - le respect des règles nutritionnelles dans la restauration collective publique, notamment dans les cantines scolaires ;
 - la promotion de notre modèle alimentaire français fondé sur la qualité des produits, la diversité des aliments et la convivialité de la table.
- Si nous avons fait ce choix, c'est aussi parce que l'alimentation permet de **recréer le lien** entre les agriculteurs et les citoyens, et de **redonner du sens** au travail des agriculteurs :
 - depuis des années, **les agriculteurs ne savent plus ce que la société attend d'eux**. On leur a successivement demandé de produire plus, puis de produire moins, puis de produire mieux ;
 - aujourd'hui, nous leur demandons de **produire pour notre alimentation**, qui doit être le reflet de nos choix collectifs en faveur de la diversité, de la qualité et de la sécurité sanitaire.
 - Si nous avons fait ce choix, enfin, c'est parce que nous connaissons **le caractère stratégique de l'agriculture pour la sécurité alimentaire** de nos populations, et, ce faisant, pour l'indépendance et la stabilité de nos pays.

Nous l'avons vu tout au long de cette séance, l'accès à la nourriture est partout dans le monde un enjeu vital. Et pour un milliard d'entre nous, c'est encore une gageure.

La crise alimentaire de 2008 a remis l'agriculture au premier plan des priorités internationales. Aujourd'hui, elle est même devenue le nouveau terrain d'affrontement des grandes puissances.

Pour s'en convaincre, il suffit de regarder la Chine qui a acheté, en 2009, plus de 10 millions d'hectares de terres agricoles en Afrique : un moyen d'assurer l'approvisionnement de sa nombreuse population, mais surtout un moyen d'étendre son influence et son pouvoir sur le continent africain.

2. Aujourd'hui, la sécurité alimentaire est menacée par la volatilité croissante des prix des matières premières agricoles.

Cette volatilité est insupportable pour les producteurs comme pour les consommateurs.

La volatilité, veut dire que des agriculteurs en France et en Europe qui ne s'en sortent pas quand, en six mois, le prix du lait peut passer de plus de 400 € à moins de 260 € la tonne, et quand, en six semaines, le prix de la tonne de blé peut passer de 120 euros à plus de 300 euros.

Cela veut dire une agriculture qui n'arrive pas à décoller dans les pays en voie de développement.

Cela veut dire des pays qui ne savent plus comment s'approvisionner lorsque par exemple la Russie décide de bloquer ses exportations de blé.

Cela veut dire des émeutes de la faim.

Cela veut dire l'instabilité politique et sociale dans un certain nombre de pays.

Cette volatilité a, certes, des causes naturelles (mauvaises récoltes, aléas sanitaires, etc.), mais elle est considérablement aggravée par la financiarisation croissante des marchés des matières premières et la spéculation excessive sur les marchés à terme.

Il faut y mettre fin. Nous avons dit halte à la spéculation financière. Il est temps maintenant de dire halte à une spéculation qui touche des biens encore plus vitaux pour nos populations.

3. Nous le savons, la réponse à la volatilité des prix, c'est la régulation des marchés.

C'est le sens de l'action que nous menons depuis un an au niveau européen.

Avec Christine Lagarde, nous avons fait des propositions à la Commission européenne pour limiter les positions des acteurs et réprimer les abus de marché. Le 14 septembre dernier, nous avons signé une position commune franco-allemande qui fait de la régulation des marchés de matières premières agricoles le cœur de la position européenne dans ce domaine.

Au niveau international, nous nous battons pour définir des règles du commerce international plus équitables, pour lutter contre les famines et les pénuries qui frappent encore notre monde.

Vous le savez, le Président de la République a fait de la régulation des matières premières l'un des trois objectifs de la présidence française du G20. C'est la première fois que le G20 s'occupe de ces questions. C'est la première fois qu'on porte au niveau des chefs d'État la question de l'agriculture et celle de la régulation des marchés agricoles.

La France fera trois propositions, que le ministre a eu l'occasion de présenter au gouvernement chinois, au gouvernement américain, au gouvernement indien, et qu'il présentera au gouvernement russe dans quelques semaines :

- 1) renforcer le dialogue et la coordination entre les membres du G20 pour éviter qu'une puissance comme la Russie décide de fermer ses frontières de manière unilatérale ;
- 2) améliorer la transparence des marchés physiques, pour que nous sachions exactement le niveau des stocks mondiaux de matières premières agricoles, l'état des récoltes et de la demande, etc.

L'information sur les marchés physiques est capitale dans la formation des prix. L'absence d'informations ou la mauvaise qualité de ces informations (en particulier sur le niveau des stocks) crée des incertitudes. Ces incertitudes et l'interprétation qui en est faite peuvent entraîner la formation de bulles spéculatives : nous savons à quoi cela aboutit (2007-2008)...

Des mesures spécifiques sont déjà à l'étude, comme la publication systématique de recueils de données statistiques et de prévisions conjoncturelles, ou la mise en place d'un système d'alerte international ;

- 3) améliorer le fonctionnement des marchés financiers et des marchés à terme pour qu'ils jouent efficacement leur rôle dans la couverture des risques agricoles. Cela signifie encadrer l'ensemble des acteurs qui interviennent sur les marchés dérivés. Nous ne pouvons pas accepter que n'importe qui puisse intervenir sur ces marchés et multiplier, par la spéculation, l'impact des variations de cours.

La sécurité alimentaire de 9 milliards d'humains est possible, à condition que chacun prenne sa part de responsabilité mondiale pour assurer l'accès à la nourriture des populations les plus fragiles. Cela passe par la régulation des marchés, mais également par la relance des investissements publics et privés dans l'agriculture, notamment dans les pays en développement. Cela passe également par une politique d'innovation dynamique, qui permette de produire plus à moindre coût pour l'environnement.

Le monde met l'agriculture au défi de nourrir 9 milliards d'êtres humains en protégeant la nature et les sociétés rurales. Acceptant ces responsabilités, l'agriculture met le monde au défi de lui en donner les moyens :

- elle met l'Union européenne au défi d'exister comme une puissance autonome, capable de définir une politique agricole qui assure sa sécurité et contribue aux équilibres mondiaux ;
- elle met les instances internationales au défi de fixer des règles équitables au marché.

En France, nous voulons être à la hauteur de ces défis. Le G20 nous donne l'occasion de le prouver.

250^e Anniversaire de l'Académie d'Agriculture de France

Séance commune avec l'Académie des Sciences

SUR LES TRACES DES DOMESTICATIONS ET DES MIGRATIONS EN AGRICULTURE

INTRODUCTION

par Dominique Job¹

Messieurs les Présidents des Académies des Sciences et d'Agriculture de France,
Monsieur le Secrétaire perpétuel de l'Académie d'Agriculture de France,
Mesdames, Messieurs, chers collègues,

Merci d'être venus aussi nombreux pour assister à cette séance, qui est, comme vient de le rappeler **Guy Paillotin**, l'une des six séances exceptionnelles organisées en 2010 et 2011 par l'Académie d'Agriculture de France afin de célébrer son 250^e anniversaire. Elle s'intitule « Sur les traces des domestications et des migrations en agriculture à l'heure de la génomique ».

En effet, la domestication des plantes et des animaux, en favorisant la révolution néolithique, a été le fondement de l'agriculture et un facteur essentiel du développement humain, un processus qui se prolonge aujourd'hui. C'est très probablement dans le fameux "Croissant fertile" qu'ont dû se produire les premières expériences de domestication, avec l'installation, lors du réchauffement climatique, de céréales, légumineuses et ongulés sauvages. Ainsi, se trouvaient réunies de nouvelles ressources alimentaires sur lesquelles l'action de l'Homme pouvait s'exercer. Suite et grâce à ces premières domestications, l'agriculture et l'élevage ont permis la conquête de nouveaux territoires, et les espèces, transportées d'un continent à un autre, se sont adaptées à de nouveaux milieux. Domestications et migrations sont donc étroitement intriquées.

En terme de futur proche, il faut bien reconnaître que le monde fait face actuellement à une demande alimentaire toujours croissante. Selon l'ONU, la production alimentaire mondiale devra augmenter de 70% au cours des 40 prochaines années pour nourrir une population planétaire qui atteindra plus de 9 milliards d'individus en 2050. Des récoltes dotées de caractéristiques génétiques particulières seront nécessaires pour produire plus sur des superficies réduites, avec moins d'eau et dans un sol plus pauvre.

Ces éléments, liés d'une part au démarrage de l'agriculture et d'autre part à l'impérieuse nécessité de concevoir des systèmes de cultures innovants pour faire face aux défis futurs ont donc motivé nos choix scientifiques pour illustrer cette séance.

Grâce aux formidables progrès sur le séquençage de l'ADN, des prélèvements sur des petits fragments de squelette ou des pollens fossilisés nous apportent de nouvelles informations sur l'évolution des espèces domestiques et de l'Homme (1). Ces approches sont loin d'être triviales. Premièrement, l'ADN ancien peut être fortement fragmenté et altéré, avec des modifications chimiques des bases nucléotidiques qu'il renferme rendant impossible l'utilisation de telles matrices à des fins d'amplification pour fournir des quantités suffisantes de matériel pour le séquençage (2). Un autre aspect concerne la contamination de cet ADN ancien

¹ Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France, Directeur de recherche au CNRS.

par des ADN bactériens, voire des ADN humains lors de la préparation des échantillons biologiques. On estime que l'ADN contaminant peut représenter plus de 99% d'un échantillon d'ADN ancien. Enfin, au vu des phénotypes contrastés entre espèces sauvages et domestiquées, on pourrait penser que les domestications ont été associées à de substantiels remaniements génomiques. En fait ce n'est pas toujours le cas. Un exemple bien documenté concerne les plantes, avec la domestication du maïs, première céréale mondiale, à partir du téosinte sauvage du Mexique. Les études génétiques et génomiques ont montré que les très grandes différences morphologiques présentes entre le maïs et le téosinte étaient dues à un nombre étonnamment faible de gènes. L'un d'entre eux, nommé « *teosinte branched 1* » (*tb1*), dont l'activité conditionne l'architecture de la plante a vu, au cours de la domestication, des modifications très discrètes de la séquence de son promoteur. Ce gène gouverne l'architecture et le patron de ramification de la plante (3). Chez l'Homme, un autre exemple concerne le gène *FOXP2*, qui jouerait un rôle crucial dans l'évolution du langage articulé et pour lequel existeraient des modifications discrètes et qui seraient spécifiques de l'Homme (4-5).

Ces techniques de séquençage d'ADN et de génomes entiers produisent également des outils précieux permettant de comprendre des migrations d'espèces parfois envahissantes qui se produisent à un rythme sans précédent, favorisées par le développement considérable des échanges intercontinentaux et par l'étonnante plasticité du vivant.

La séance d'aujourd'hui fait intervenir quatre chercheurs, deux de l'INRA et deux du CNRS. Après la Conclusion de **Georges Pelletier**, la séance sera clôturée par **Marion Guillou**, présidente directrice générale de l'INRA.

Tout d'abord, **Catherine Hänni**, directrice de recherche au CNRS, nous parlera de paléogénétique, une approche pour comprendre le passé. De l'étude de quelques fragments d'ADN ancien à celle de génomes complets d'espèces disparues, elle nous invitera à cheminer le long de l'histoire de la discipline et de ses applications. Catherine Hänni dirige le laboratoire paléogénétique et évolution moléculaire à l'École normale supérieure de Lyon, au sein de l'Institut de Génomique fonctionnelle (CNRS, UMR5242). Elle est également responsable de la Plateforme nationale de Paléogénétique (PALGENE ; <http://igfl.ens-lyon.fr/PALGENE>), qui s'appuie sur les compétences de son équipe. Elle développe depuis le début de sa carrière des activités de recherche dans le domaine de la paléogénétique. Elle a été pionnière dans l'analyse de l'ADN obtenu à partir de restes fossiles tels que des os et des dents. Par ailleurs, elle développe des recherches sur les domestications (chèvre, mouton, chien) et des applications de la paléogénétique en archéologie (5-7). Le titre de sa communication est « La paléogénétique, une approche pour comprendre le passé ».

Puis **Rémy Petit**, directeur de recherche à l'INRA, présentera l'intérêt d'une approche rétrospective pour mieux comprendre les dynamiques forestières et ainsi mieux prédire ce qui pourrait advenir dans le futur, notamment face au changement climatique ou à des pressions croissantes de la part des populations humaines (8-10). Remy Petit dirige l'UMR Biodiversité, Gènes et Communautés de Bordeaux (INRA, UMR1202). Sa spécialité est la génétique des populations, principalement chez les arbres. Il a en particulier développé des méthodologies ayant conduit pour la première fois à l'extraction d'ADN à partir de bois, y compris à partir d'échantillons de bois anciens. Il s'intéresse également à la traçabilité du bois, notamment du bois de chêne utilisé pour la tonnellerie et du bois d'arbres tropicaux. Le titre de sa communication est « Histoire des forêts et évolution des espèces de chênes ».

Ensuite, **Thomas Guillemaud**, directeur de recherche à l'INRA, nous exposera ses résultats sur les invasions biologiques récentes. Il présentera des exemples montrant que la reconstruction des routes d'invasion par des méthodes de génétique des populations permet d'aborder des questions écologiques fondamentales et des aspects pratiques de la gestion des invasions biologiques en agriculture. Thomas Guillemaud anime une équipe au sein de l'UMR Interactions biotiques en Santé végétale de Sophia-Antipolis (INRA, UMR1301). Ses recherches visent à comprendre les paramètres génétiques et démographiques des invasions dans différents contextes invasifs, par exemple les invasions accidentelles ou volontaires dans le cadre de la lutte biologique. Il a conduit des travaux majeurs sur des insectes invasifs importants du point de vue socio-économique, par exemple, la chrysomèle des racines du maïs et la coccinelle asiatique utilisée en lutte biologique (11-13). Le titre de sa communication est « Invasions biologiques récentes ».

Enfin, **Pierre Taberlet**, directeur de recherche au CNRS, nous parlera de la gestion durable de la biodiversité chez divers animaux domestiques, en l'occurrence la vache, le mouton et la chèvre. Son propos

est de discuter l'impact de l'amélioration des performances des races industrielles sur la diversité génétique chez ces races. Pierre Taberlet a dirigé pendant plusieurs années le laboratoire d'Écologie alpine de Grenoble (CNRS UMR5553). Son activité de recherche se situe dans le cadre général de la génétique de la conservation. Il a exploré différentes pistes où l'apport des marqueurs moléculaires pouvait faire progresser notre compréhension des processus évolutifs et aider aux décisions de gestion de la biodiversité. Ses travaux actuels portent sur la génétique de la conservation des ours, la phylogéographie des plantes arctiques et alpines, la biodiversité des plantes alpines et la reconstruction des communautés végétales anciennes à partir d'ADN extrait du pergélisol, sol gelé indicateur des changements climatiques (14-16). Le titre de sa communication est « Gestion durable de la biodiversité chez la vache, le mouton et la chèvre ».

En accompagnement de cette séance nous avons, avec **Georges Pelletier** et **Jean-Claude Pernellet**, édité un N° spécial des Comptes Rendus Biologies de l'Académie des Sciences, qui vous est offert aujourd'hui (17). Ce numéro spécial rassemble une dizaine de contributions, présentant d'autres données historiques que celles évoquées au cours de cette séance, sur d'autres espèces domestiquées telles le chien, le poulet, le blé, le maïs et les levures (18-27). Un article de synthèse est également consacré aux évolutions et enjeux de la gestion des ressources génétiques (28). J'en profite pour remercier l'ensemble des auteurs pour leurs contributions et pour avoir relevé le défi de permettre dès aujourd'hui la diffusion de ce numéro spécial.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) GREEN R-E., KRAUSE J., BRIGGS A-W., MARICIC T., STENZEL U. KIRCHER M., PATTERSON N., LI H., ZHAI W., FRITZ M-H-Y., HANSEN N-F., DURAND E-Y., MALASPINAS A-S., JENSEN J-D., MARQUE I., BONET T., ALKAN C., PRUFER K., MEYER M., BURBANO H-A., GOOD J-M., SCHULTZ R., AXIMU-PETRI A., BUTTHOF A., HÖBER B., HÖFFNER B., SIEGEMUND M., WEIHMANN A., NUSBAUM C., LANDER E-S., RUSS C., NOVOD N., AFFOURTIT J., EGHOLM M., VERA C., RUDAN P., BRAJKOVIC D., KUCAN Z., GUŠIC I., DORONICHEV V-B., GOLOVANOVA L-V., LALUEZA-FOX C., DE LA RASILLA M., FORTEA J., ROSAS A., SCHMITZ R-W., JOHNSON P-L-F., EICHLER E-E., FALUSH D., BIRNEY E., MULLIKIN J-C., SLATKIN M., NIELSEN R., KELSO J., LACHMANN M., REICH D., PÄÄBO S., 2010. – Draft sequence of the neandertal genome. *Science* **328**, 710-722.
- (2) BRIGGS A-W., STENZEL U., MEYER M., KRAUSE J., KIRCHER M., PÄÄBO S., 2010. – Removal of deaminated cytosines and detection of in vivo methylation in ancient DNA. *Nucleic Acids Research* **38**, e87.
- (3) WANG R-L., STEC A., HEY J., LUKENS L., DOEBLEY J., 1999. – The limits of selection during maize domestication. *Nature* **398**, 236-239.
- (4) BURBANO H-A., HODGES E., GREEN R-E., BRIGGS A-W., KRAUSE J., MEYER M., GOOD J-M., MARICIC T., JOHNSON P-L-F., XUAN Z., ROOKS M., BHATTACHARJEE A., BRIZUELA L., ALBERT F-W., DE LA RASILLA M., FORTEA J., ROSAS A., LACHMANN M., HANNON G-H., PÄÄBO S., 2010. – Targeted investigation of the neandertal genome by array-based sequence capture. *Science* **328**, 723-725.
- (5) KRAUSE J., LALUEZA-FOX C., ORLANDO L., ENARD W., GREEN R-E., BURBANO H-A., HUBLIN J-J., HÄNNI C., FORTEA J., DE LA RASILLA M., BERTRANPETIT J., ROSAS A., PÄÄBO S., 2007. – The derived *FOXP2* variant of modern humans was shared with Neandertals. *Current Biology* **17**, 1908–1912.
- (6) LOREILLE O., ORLANDO L., PATHOU-MATHIS M., PHILIPPE M., TABERLET P., HÄNNI C., 2001. – Ancient DNA analysis reveals divergence of the cave bear, *Ursus spelaeus* and brown bear, *Ursus arctos*, lineages. *Current Biology* **11**, 200-203.
- (7) KRAUSE J., ORLANDO L., SERRE D., VIOLA B., PRUFER K., RICHARDS M-P., HUBLIN J-H., HÄNNI C., DEREVIANKO A-P., PÄÄBO S., 2007. – Neanderthals in central Asia and Siberia. *Nature* **449**, 902-904.
- (8) PETIT J-R., AGUINAGALDE I., DE BEAULIEU J-L., BITTKAU C., BREWER S., CHEDDADI R., ENNOS R., FINESCHI S., GRIVET D., LASCOUX M., MOHANTY A., MULLER-STARCK G., DEMESURE-MUSCH B., PALME A., MARTI J-P., RENDELL S., VENDRAMIN G-G., 2003. – Glacial refugia: hotspots but not melting pots of genetic diversity. *Science* **300**, 1563-1565.

- (9) HU F-S., HAMPE A., PETIT R-J., 2009. – Paleoeecology meets genetics: Deciphering past vegetational dynamics. *Frontiers in Ecology & Environment* **7**, 371-379.
- (10) HAMPE A., EL MASRI L., PETIT R-J., 2010. – Origin of spatial genetic structure in an expanding oak population. *Molecular Ecology* **19**, 459-471.
- (11) MILLER N., ESTOUP A., TOEPFER S., BOURGUET D., LAPCHIN L., DERRIDJ S., KIM K-S., REYNAUD P., FURLAN L., GUILLEMAUD T., 2005. – MULTIPLE TRANSATLANTIC INTRODUCTIONS OF THE WESTERN CORN ROOTWORM. *Science*, **310**, 992-992.
- (12) SAPPINGTON T-W., SIEGFRIED B-D., GUILLEMAUD T., 2006. – Coordinated *Diabrotica* genetics research: Accelerating progress on an urgent insect pest problem. *American Entomologist* **52**, 90-97.
- (13) CIOSI M., MILLER N-J., TOEPFER S., ESTOUP A., GUILLEMAUD T., 2011. – Stratified dispersal and increasing genetic variation during the invasion of Central Europe by the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera*. *Evolutionary Applications* **4**, 54-70.
- (14) BEJA-PEREIRA A., CARAMELLI D., LALUEZA-FOX C., FERRAND N. CASOLI A., GOYACHE F., ROYO L-J., CONTI S., LARI M., MARTINI A., OURAGH L., MAGID A., ATASH A., ZSOLNAI A., BOSCATO P., TRIANTAPHYLIDIS C., PLOUMI K., SINEO L., MALLEGNI F., TABERLET P., ERHARDT G., SAMPIETRO L., BERTRANPETIT J. BARBUJANI G., LUIKART G., BERTORELLE G., 2006. – The origin of European cattle: Evidence from modern and ancient DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America* **103**, 8113-8118.
- (15) ALSOS I-G., EIDENSEN P-B., EHRICH D., SKREDE I., WESTERGAARD K., JACOBSEN G-H., LANDVIK J-Y., TABERLET P., BROCHMANN C., 2007. – Frequent long-distance plant colonization in the changing Arctic. *Science* **316**, 1606-1609.
- (16) SEGELBACHER G., CUSHMAN S-A., EPPERSON B-K.FORTIN M-J., FRANCOIS O., HARDY O-J., HOLDEREGGER R., TABERLET P., WAITS L-P., MANEL S., 2010. – Applications of landscape genetics in conservation biology: concepts and challenges. *Conservation Genetics* **11**, 375-385.
- (17) JOB D., PELLETIER G., PERNOLLET J-C., (eds), 2011. – On the trail of domestications, migrations and invasions in agriculture. *Comptes Rendus Biologies* **334**, 169-262.
- (18) VIGNE J-D., 2011. – The origins of animal domestication and husbandry: A major change in the history of humanity and the biosphere. *Comptes Rendus Biologies* **334**, 171-181.
- (19) TRESSET A., VIGNE J-D. 2011. – Last hunter-gatherers and first farmers of Europe. *Comptes Rendus Biologies* **334**, 182-189.
- (20) GALIBERT F., QUIGNON P., HITTE C. ANDRÉ C., 2011. – Toward understanding dog evolutionary and domestication history. *Comptes Rendus Biologies* **334**, 190-196,
- (21) TIXIER-BOICHARD M., BED'HOM B., ROGNON X., 2011. – Chicken domestication: From archeology to genomics. *Comptes Rendus Biologies* **334**, 197-204,
- (22) SALSE J., FEUILLET C., 2011. – Palaeogenomics in cereals: Modeling of ancestors for modern species improvement. *Comptes Rendus Biologies* **334**, 205-211,
- (23) CHARMET G. 2011. – Wheat domestication: Lessons for the future. *Comptes Rendus Biologies* **334**, 212-220.
- (24) TENAILLON M-I., CHARCOSSET A., 2011. – A European perspective on maize history. *Comptes Rendus Biologies* **334**, 221-228.
- (25) SICARD D., LEGRAS J-L., 2011. – Bread, beer and wine: Yeast domestication in the *Saccharomyces sensu stricto* complex. *Comptes Rendus Biologies* **334**, 229-236.
- (26) GUILLEMAUD T., CIOSI M., LOMBAERT M., ESTOUP E., 2011. – Biological invasions in agricultural settings: insights from evolutionary biology and population genetics. *Comptes Rendus Biologies* **334**, 237-246.
- (27) TABERLET P., COISSAC E., PANSU J., POMPANON F., 2011. – Conservation genetics of cattle, sheep, and goats. *Comptes Rendus Biologies* **334**, 247-254.
- (28) PLANCHENAULT D., MOUNOLOU J-C., 2011. – Evolutions and stakes of genetic resources management. *Comptes Rendus Biologies* **334**, 255-262.

Les communications intégrales présentées lors de cette séance ont été publiées en langue anglaise dans la revue C.R. Biologies 334, 3, (2011).

LA PALÉOGÉNÉTIQUE, UNE APPROCHE POUR COMPRENDRE LE PASSÉ

par Catherine **Hänni**¹

Les avancées méthodologiques récentes permettent d'obtenir un certain nombre de données génétiques sur les individus et les populations du passé. Ainsi, la paléogénétique permet d'avoir un regard nouveau sur l'évolution des populations humaines du passé ou les domestications végétales et animales par exemple. Des quelques fragments d'ADN ancien aux génomes complets d'espèces disparues, nous cheminerons au long de l'histoire de la discipline et de ses applications à l'aide d'exemples concrets.

FORÊTS, MIGRATIONS, REFUGES, DU PASSÉ AU FUTUR

par Rémy **Petit**²

Les forêts sont actuellement exposées à un changement climatique rapide et intense ainsi qu'à des pressions croissantes de la part des populations humaines. Or elles ont déjà connu des bouleversements considérables en réponse aux changements climatiques passés et à l'action de l'homme : d'où l'intérêt d'une approche rétrospective pour mieux comprendre les dynamiques forestières et ainsi mieux prédire ce qui pourrait advenir dans le futur. Dans cette optique, des recherches interdisciplinaires ont vu le jour, combinant notamment données génétiques et paléoécologiques. Elles ont permis de mieux comprendre les réponses des arbres aux changements environnementaux : extinction, colonisation, adaptation... Par exemple, la découverte, grâce à des analyses génétiques, de refuges forestiers à des latitudes relativement élevées, oblige à réévaluer à la baisse la vitesse de recolonisation naturelle des arbres déduite des restes fossiles tels les pollens. Les données génétiques fournissent également des outils aux gestionnaires forestiers pour les opérations sylvicoles (régénérations, plantations, conservation) et, plus récemment, dans la filière bois (traçabilité).

¹ Laboratoire paléogénétique et évolution moléculaire, CNRS, ENS Lyon.

² UMR Biodiversité, Gènes et Communautés.

INVASIONS BIOLOGIQUES RÉCENTES

par Thomas Guillemaud¹

RÉSUMÉ :

La biologie de l'invasion et l'agriculture sont intimement liées pour plusieurs raisons et en particulier parce que de nombreuses espèces de ravageurs agricoles sont des envahisseurs récents. Nous suggérons que la reconstruction des routes d'invasion par des méthodes de génétique des populations permet d'aborder des questions écologiques fondamentales et des aspects pratiques de la gestion des invasions biologiques en agriculture. Nous fournissons une brève description des méthodes utilisées pour reconstruire les routes d'invasion et décrivons leurs principales caractéristiques. En particulier, nous nous concentrons sur un scénario – le scénario d'invasion « tête de pont » – qui n'avait pas été considéré jusqu'à présent. Nous montrons que ce scénario, dans lequel une population envahissante est la source d'autres populations envahissantes, est parcimonieux du point de vue évolutif et a probablement joué un rôle crucial dans l'élaboration de la distribution géographique de nombreux ravageurs des cultures récents.

Les espèces envahissantes sont des éléments clés qui transforment et façonnent la biodiversité à l'échelle mondiale. Elles ont été récemment l'objet d'études montrant leur implication dans la plupart des problèmes liés aux changements globaux : elles sont responsables d'effets néfastes sur la santé publique (introduction de vecteurs de maladies), sur l'économie (introduction de parasites des productions agricoles) et sur la biodiversité (les invasions étant la cause de l'extinction de nombreuses espèces).

Les invasions sont évoquées depuis environ 150 ans mais les travaux les plus complets datent du milieu du 20^e siècle, avec en particulier le fameux livre de Charles Elton, fondateur de la biologie de l'invasion (Elton, 1958). Depuis cette époque, de nombreuses définitions des invasions font plus ou moins de place (i) à l'action de l'homme comme vecteur des invasions, (ii) à l'importance de la distance géographique entre aire native et aire envahie ou (iii) aux effets néfastes qu'elles causent. Dans cet article nous adopterons une vision neutre des invasions fondée sur les travaux d'Elton. Pour nous, il s'agira de la persistance et de la prolifération d'une espèce introduite dans une nouvelle aire géographique, souvent distante de l'aire d'origine. Cette définition n'implique pas nécessairement une propagation dans de nouvelles conditions écologiques et ne doit pas nécessairement entraîner d'effets négatifs sur l'écosystème envahi.

Malgré l'apparente simplicité du processus des invasions biologiques, surtout étant donnée la définition employée ici, on sait peu de chose sur leur apparition et leur fonctionnement. Une raison possible est que très peu d'invasions ont été correctement décrites, étudiées et comprises, en raison de manques conceptuels et de limitations méthodologiques ou expérimentales. Parmi le peu d'information disponible, on sait que lorsqu'une espèce exotique est introduite accidentellement ou non quelque part, il y a plus de chance pour qu'elle ne parvienne pas à s'installer que l'inverse. Cette observation mène à une question scientifique clé qui n'a pas encore de réponse définitive : pour quelles raisons certaines populations deviennent envahissantes alors que d'autres n'y parviennent pas ? De nombreux scientifiques évoquent les capacités de dispersion et de compétition des espèces. Mais ils n'expliquent pas pourquoi, à l'intérieur même des espèces, on peut trouver des populations envahissantes et des populations incapables d'envahir. Il nous semble que davantage de descriptions précises d'invasions biologiques sont encore nécessaires pour identifier les facteurs responsables des invasions. Des descriptions supplémentaires de routes d'invasion, c'est-à-dire l'observation ou l'inférence de l'histoire, la géographie, la démographie et la génétique des populations envahissantes sont nécessaires pour parvenir à l'identification de ces facteurs explicatifs (Estoup et Guillemaud, 2010).

¹ INRA, UMR, CNRS, Nice Sophia-Antipolis.

Nous défendons l'idée que l'environnement agricole est un terrain d'étude propice pour étudier de façon précise les invasions biologiques pour diverses raisons qui seront développées ici. L'objet de cet article est de présenter quelques éléments de réflexion concernant les liens entre agriculture et invasions biologiques. Nous présenterons d'abord quelques propriétés des milieux agricoles qui sont pertinentes dans le cadre des bioinvasions, puis certains résultats récents obtenus sur les invasions dans le contexte de l'agriculture. Pour finir, nous nous interrogerons sur l'impact des recherches en biologie de l'invasion sur le fonctionnement de l'activité agricole.

Les spécificités des agro-écosystèmes : relations écologiques et évolution

Parmi les activités socio-économiques humaines, l'agriculture est très particulière en ce qu'elle fait intervenir des êtres vivants autres que l'homme. D'un côté, il s'agit d'animaux et de végétaux qui sont des produits de l'agriculture - les animaux d'élevage et les plantes cultivées - dont l'homme tire un bénéfice. D'un autre côté, il s'agit d'animaux, de végétaux et de microorganismes qui sont en compétition avec l'homme pour la consommation des ressources produites par l'agriculture. Les ravageurs des cultures – insectes, acariens, rongeurs, bactéries, virus, etc. – profitent des soins que l'homme apporte à ses productions agricoles au détriment du bénéfice qu'il devrait en retirer. L'agriculture est donc bien le centre d'une relation écologique – une relation de compétition – entre l'homme et une partie de son environnement biotique. Fait remarquable, les partenaires de cette relation évoluent, c'est-à-dire sont soumis aux lois de l'évolution biologique telles que nous les connaissons depuis Darwin et la synthèse néo-darwinienne du 20^e siècle. Cette propriété fait que l'agriculture est un système complexe, mouvant et dynamique à court comme à long terme. Pendant les quelque 10 000 ans de l'histoire de l'agriculture, l'homme s'est certainement adapté à son nouveau mode de vie lié à l'agriculture (nouveau au regard de l'ancienneté de l'espèce humaine estimée à environ 200 000 ans), mais un très grand nombre d'autres organismes vivants se sont également adaptés à cette nouvelle donne environnementale. Lorsqu'*Homo sapiens* a été en mesure d'élaborer des stratégies pour s'imposer dans ses relations compétitives avec son environnement biotique pour les ressources agricoles, les organismes concernés ont été capables en retour d'évoluer et de s'adapter aux stratégies humaines, appelant de nouvelles tactiques humaines, puis de nouvelles adaptations, etc. C'est aujourd'hui encore le cas. Le milieu agricole présente donc un terrain d'étude tout à fait exceptionnel pour qui s'intéresse à l'évolution des êtres vivants.

Une des expressions les plus évidentes de l'évolution d'une espèce est la modification de son aire de répartition, liée ou non à des phénomènes adaptatifs. Une adaptation peut avoir permis à telle espèce d'agrandir sa distribution géographique. Inversement, un changement radical d'aire géographique a pu entraîner des adaptations chez telle autre espèce. Enfin, l'arrivée dans une nouvelle zone géographique peut s'accompagner de changements évolutifs (neutres, c'est-à-dire non adaptatifs) liés à la migration, l'établissement et l'expansion géographique eux-mêmes. Par exemple, une diminution drastique de la diversité génétique de la population introduite par rapport à la population source est souvent observée.

Les spécificités des agro-écosystèmes : perturbation humaine et homogénéisation spatiale

D'un point de vue environnemental, l'agriculture a des effets remarquables. A divers degrés dépendant de leur niveau d'intensification, les environnements agricoles (les agro-écosystèmes) représentent des milieux fortement perturbés dans lesquels les communautés d'être vivants sont extrêmement modifiées par rapport aux environnements naturels. Ils se caractérisent par une intense simplification des conditions biotiques et abiotiques, par une abondance extrême de la ressource alimentaire et par une répartition dans le temps et l'espace tout à fait particulière de cette ressource, caractérisée soit par une très forte homogénéité soit par une très forte hétérogénéité suivant l'échelle à laquelle se place l'observateur.

L'homme est, *via* l'agriculture, en partie responsable de l'homogénéisation mondiale de l'environnement. Par exemple, la culture du maïs représente environ 1% des surfaces émergées du globe. Il fournit donc un habitat relativement uniforme à travers le monde, de l'Afrique à l'Asie, et de l'Amérique du Nord et du Sud à l'Europe. Cette homogénéisation de l'environnement diminue considérablement l'ampleur de la réponse évolutive nécessaire à l'adaptation aux conditions rencontrées dans de nouveaux territoires géographiquement éloignés. Cette situation accroît la probabilité d'une invasion réussie par les espèces vivant dans les agro-écosystèmes, même s'il y a une très grande distance entre la région native et celle de la zone d'introduction. L'agriculture, en plus d'être liée à un réseau sophistiqué et dense de transport international des denrées, joue en faveur des invasions biologiques en réduisant les distances écologiques entre zones géographiquement éloignées.

Invasions et agriculture : l'agriculture comme facteur et lieu d'invasion

Depuis son origine au néolithique, l'histoire de l'agriculture est intimement liée à celle des invasions. Tout d'abord c'est elle qui a permis à l'espèce envahissante par excellence, *Homo sapiens*, de proliférer et de

se propager dans le monde entier. L'agriculture a également mené à l'invasion, telle que définie ci-dessus, de quelques espèces cultivées de végétaux et d'animaux d'élevage dont la répartition est aujourd'hui mondiale. Dans un ouvrage décrivant les impacts économiques des bioinvasions, Pimentel (2002) fait remarquer que 15 espèces végétales cultivées et huit espèces animales d'élevage seulement fournissent environ 90% de la nourriture de la population humaine mondiale. Des espèces comme le maïs (*Zea mays*) et le poulet (*Gallus gallus domesticus*) se trouvent partout dans le monde (à l'exception des déserts chauds et froids) et l'effectif de leurs populations est bien plus grand que celui de l'espèce humaine. Plus de 18 milliards de poulets sont ainsi comptabilisés en 2009 par la FAO :

(<http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor>).

On rétorquera que sans l'aide de l'espèce humaine ces plantes et animaux ne seraient pas si nombreux et ne seraient pas distribués mondialement. C'est probablement le cas, mais les espèces animales d'élevage et les plantes cultivées répondent bien à la définition des espèces envahissantes donnée plus haut, même si leur invasion nécessite l'attention de l'homme. L'homme est ici un facteur (biotique) nécessaire à l'invasion comme peut l'être un champignon symbiotique pour l'invasion d'arbres mycorhiziens.

Nous avons noté qu'un grand nombre d'espèces sont en compétition avec l'homme pour les ressources agricoles. Ces espèces – les ravageurs des cultures, les mauvaises herbes, les maladies – sont très souvent envahissantes. Parmi les 17 espèces d'arthropodes terrestres désignées par les chercheurs du projet européen DAISIE comme faisant partie des 100 pires espèces envahissantes du monde, 13 sont liées à l'agriculture (DAISIE, 2009). Ces organismes, qui sont la plupart du temps récemment introduits (du fait même de la relative jeunesse de l'agriculture), sont capables de profiter pour leur installation et leur propagation de l'extraordinaire quantité de ressources fournies par l'agriculture. En l'absence de prédateurs et de parasites, les populations d'envahisseurs connaissent des croissances explosives et infligent de lourdes pertes aux agriculteurs : au total, les envahisseurs sont très souvent des ravageurs et inversement les ravageurs sont fréquemment des envahisseurs. Le mildiou de la pomme de terre *Phytophthora infestans*, cause de la Grande famine en Irlande au milieu du 19^e siècle, le phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae* qui a dévasté les vignobles européens après son introduction dans la région de Bordeaux, et la mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitis capitata*, qui attaque plus de 200 plantes cultivées différentes dans le monde sont des évocations funestes mais classiques en agronomie.

Les conséquences des invasions dans le monde agricole sont immenses. La plus évidente est le coût lié à la surveillance, aux pertes et au contrôle dont l'estimation varie de 50 à 250 milliards de dollars par an (Pimentel, 2002). Plus intéressante est la conséquence des invasions dans l'organisation même de l'agriculture. De nombreuses activités économiques et sociales liées à l'agriculture ont été créées et existent pour faire face à ce problème : industrie chimique, développement du génie génétique, services de conseil agricole, recherche agronomique publique et privée, etc. Un pan entier de l'agronomie moderne est une réponse aux ravageurs, maladies et autres mauvaises herbes envahissantes.

Invasions et agriculture : la lutte biologique classique comme une invasion planifiée

La lutte biologique classique (LBC) est une composante de l'agriculture biologique et de la gestion intégrée des ravageurs. Elle consiste en l'introduction d'un organisme - souvent un prédateur ou un parasite de l'espèce nuisible ciblée - dans un environnement dans lequel il n'était pas présent auparavant dans l'espoir d'établir des populations stables capables de réduire la densité de l'espèce ciblée. La LBC et les invasions sont intimement liées pour au moins deux raisons. En premier lieu, la cible de la LBC est souvent une espèce envahissante qui a récemment acquis le statut de ravageur ou de parasite. Un exemple réussi de LBC contre une espèce nuisible envahissante est fourni par la mouche pisseuse, *Homalodisca vitripennis*, une cicadelle qui transmet *Xylella fastidiosa*, une bactérie parasite responsable de graves infections chez les plantes telles que la maladie de Pierce de la vigne. Cette espèce, originaire des États-Unis du Sud-Est et du Nord du Mexique, a envahi un certain nombre d'îles du Pacifique depuis 1999, y compris plusieurs archipels de Polynésie française. Une opération de LBC utilisant la guêpe parasitoïde *Gonatocerus ashmeadi* a été mise en œuvre en 2004. Plus de 10.000 guêpes ont été lâchées à Tahiti en 2005 et ont permis de diminuer de 90% la taille des populations de la mouche pisseuse (Grandgirard *et al.*, 2009). De plus, les invasions biologiques et la LBC ont des propriétés similaires. La LBC vise à établir et diffuser spatialement des populations d'espèces bénéfiques, grâce à des processus écologiques similaires à ceux qui se produisent lors des invasions. Les invasions biologiques involontaires et préjudiciables (dans le cas d'espèces nuisibles) ou intentionnelles et bénéfiques (dans le cas de la LBC) ont suffisamment de caractéristiques communes pour être considérées comme un seul et même processus écologique. Ainsi, la compréhension des facteurs écologiques et génétiques sous-jacents de la lutte biologique peut aider à comprendre et à gérer les invasions biologiques néfastes. Inversement, les informations obtenues à partir des descriptions d'invasions biologiques accidentelles peuvent aider à concevoir des opérations de lutte biologique plus efficaces. Les

opérations de lutte biologique classique peuvent également servir de cadre expérimental contrôlé à des questionnements scientifiques. Un exemple récent est fourni par le travail de Fauvergue et ses collaborateurs (Fauvergue *et al.*, 2007) qui ont manipulé les caractéristiques démographiques d'un parasitoïde introduit dans un contexte de LBC pour tester l'effet positif de la taille de la population introduite sur le succès de l'établissement et, partant, de l'invasion. Ces scientifiques ont introduit le parasitoïde nord américain *Neodryinus typhlocybae* dans le sud de la France pour lutter contre la cicadelle envahissante *Metcalfa pruinosa* et ont ainsi démontré l'absence d'effet positif de la taille de la population introduite sur le succès de colonisation.

Invasions et agriculture : ce qu'on apprend des routes d'invasion

Les invasions biologiques sont aujourd'hui un sujet d'étude prégnant et la question clé concerne les facteurs qui favorisent leur succès ou au contraire déterminent leur échec. Paradoxalement, les invasions biologiques sont mal décrites. La description de leur histoire et des routes d'invasion provient le plus souvent d'informations partielles, ponctuelles et d'hypothèses irréalistes. L'utilisation récente de méthodes fondées sur la génétique des populations et sur des traitements statistiques appropriés a permis de décrire proprement quelques cas d'invasion. Les résultats obtenus ont révélé des routes d'invasion plus complexes que prévues (Estoup et Guillemaud, 2010). (i) Les invasions sont souvent associées à des introductions multiples avec une ou plusieurs populations sources et une ou plusieurs aires envahies. Ce scénario a été démontré dans de nombreux cas dont celui du coléoptère ravageur du maïs *Diabrotica virgifera*. Cette chrysomèle des racines du maïs, originaire du nord du Mexique et envahissante dans le Corn Belt américain, est également envahissante en Europe depuis les années 1990. L'insecte a été observé pour la première fois vers Belgrade où il a rapidement envahi une très grande zone géographique qui couvre aujourd'hui l'essentiel de l'Europe Centrale et de l'Est. *D. virgifera* a ensuite été régulièrement observé depuis 2000 dans des foyers géographiquement déconnectés : région parisienne, Alsace, Piémont, Vénétie, Frioul, Belgique, Hollande, Royaume-Uni. Pour des raisons de proximité géographique, les entomologistes pensaient que chacun de ces foyers était issu de la grande zone envahie d'Europe Centrale. Des travaux de génétique des populations ont montré qu'il n'en était rien, et que bon nombre des foyers européens étaient issus d'introductions multiples en provenance d'Amérique du Nord (Miller *et al.*, 2005). (ii) Les invasions sont souvent associées à des hybridations entre populations sources différentes. Bien que ces observations aient été essentiellement faites chez des plantes envahissantes, ce scénario d'hybridation a également été signalé pour certains animaux tels que la coccinelle asiatique prédatrice de pucerons, *Harmonia axyridis* (Lombaert *et al.*, 2010). (iii) Quelques articles scientifiques récents décrivent un scénario d'invasion original : le scénario « tête de pont » dans lequel la population source d'introductions multiples est elle-même une population envahissante et joue donc le rôle de tête de pont. Ce type de route d'invasion a été découvert chez deux espèces d'insectes déjà mentionnées : la coccinelle asiatique *H. axyridis* et la chrysomèle du maïs *D. virgifera*. D'autres cas de ravageurs des cultures semblent aussi se conformer à ce scénario. Le mildiou de la pomme de terre, que nous avons déjà cité, a été introduit en Europe dans les années 1840 en provenance d'Amérique. La population européenne aurait ensuite servi de source pour un certain nombre d'autres d'introductions, résultant en la distribution mondiale de l'oomycète. La population de phylloxera envahissante en Californie a, par la suite, servi de source à l'Australie, la Nouvelle-Zélande et le Pérou et a donc servi de tête de pont. Ce scénario est d'importance pour expliquer le phénomène des invasions, en particulier dans le cas d'invasions multiples. En effet, lorsque les capacités d'invasion sont acquises grâce à des phénomènes évolutifs, il faut imaginer des changements évolutifs dans chacune des populations envahissantes. En revanche dans le cas du scénario « tête de pont », il suffit que ces capacités aient été acquises une seule fois, dans la population tête de pont, pour que toutes les populations qui en découlent possèdent également des capacités d'invasion. Il est possible que le changement qui a lieu dans la population intermédiaire soit lié au phénomène de « pestification », c'est-à-dire au phénomène par lequel un organisme se spécialise sur une culture ou une espèce animale d'élevage et devient nuisible. La chrysomèle des racines du maïs correspond probablement à ce scénario évolutif encore spéculatif : initialement généraliste sur un grand nombre de plantes herbacées dans son aire native (au Mexique), elle se serait spécialisée sur le maïs après son introduction dans les grandes plaines des États-Unis. Cette spécialisation lui aurait permis de profiter pleinement de l'abondance des ressources lors de l'essor de la culture du maïs au 20^e siècle dans ce qu'on appelle aujourd'hui le Corn Belt et aurait ainsi contribué à l'invasion de l'Amérique du Nord puis de l'Europe par *D. virgifera*. Notons que le scénario « tête de pont » peut également être expliqué sans utiliser d'hypothèse évolutive. Il se peut que la population intermédiaire serve de source aux autres populations envahissantes simplement parce qu'elle est située dans une zone géographique où le régime de migration est amplifié. L'arrivée d'un ravageur d'une culture particulière dans une zone d'export intense des produits de cette culture pourra

aisément produire une tête de pont. Les « hubs » de transport (i.e. plates-formes de correspondance) aériens ou maritimes ont probablement de ce point de vue un rôle très important.

Les connaissances sur les invasions : quelles conséquences pour l'agriculture ?

Le milieu agricole est un bon terrain de jeu pour les scientifiques qui se posent des questions sur l'écologie et l'évolution. En retour, qu'apporte à l'agriculture la réflexion scientifique sur les invasions ? Idéalement, ces apports devraient concerner (i) la gestion des populations envahissantes et (ii) la prévention des invasions.

Le premier point interroge les apports de l'étude des bioinvasions à la définition de ce qu'il convient de faire après la détection d'une espèce exotique potentiellement nuisible. En plus d'accorder à l'espèce considérée le statut d'espèce de quarantaine, convient-il de lutter, confiner, contrôler et de quelle façon ? La lutte biologique classique apporte des éléments de réponse. Comprendre comment fonctionnent les invasions et savoir quels sont les facteurs qui les promeuvent permettent directement d'optimiser les protocoles de lâchers d'auxiliaires dans les champs ou vergers pour lutter contre des organismes envahissants. Des travaux qui mêlent très étroitement optimisation de la lutte biologique classique et tests d'hypothèses scientifiques sur le fonctionnement des invasions existent déjà et représentent une part importante des travaux menés par certaines équipes de chercheurs (notamment à l'INRA de Sophia Antipolis). Les routes d'invasions, même sommairement décrites, peuvent également aider à mettre rationnellement en place des opérations de LBC. En effet, connaître l'aire d'origine d'une population envahissante de ravageurs peut donner des indications sur les auxiliaires à utiliser en LBC. L'idée est qu'un auxiliaire sera probablement mieux à même de contrôler un ravageur si les deux protagonistes ont co-évolué dans la même aire géographique. Il est donc souhaitable de sélectionner les agents de LBC dans l'aire d'origine des populations envahissantes. Cette démarche est actuellement utilisée dans le cas d'opérations de lutte biologique contre la cochenille *Pseudococcus comstoki* et a conduit à choisir une souche de guêpes parasitoïdes provenant du Japon. La connaissance de l'environnement et/ou des caractéristiques génétiques des populations sources des populations envahissantes peut indiquer à quelles contraintes environnementales ces populations sont adaptées et donc informer sur les façons de les gérer au mieux. Le choix de pesticides pour traiter des populations envahissantes peut par exemple être ajusté si des données sur la résistance de la population source et son éventuel polymorphisme sont déjà disponibles. Ce raisonnement simple peut d'ailleurs s'appliquer à toutes sortes de stratégies de lutte. Notons que dans tous les cas, une description même partielle des routes d'invasions issue de recherches sur les invasions est nécessaire pour caractériser les populations sources.

Le deuxième point interroge les apports de l'étude des bioinvasions à la prévention des invasions. Ce point est difficile à appréhender car il concerne une échelle spatiale immense, les organismes introduits pouvant provenir de l'ensemble du globe. Cependant, la description des routes d'invasion peut permettre de pointer du doigt les modes de transport privilégiés de certaines espèces envahissantes, de désigner les portes de sortie des aires natives les plus fréquemment empruntées par les organismes exotiques et enfin de détecter les portes d'entrée les plus probables des populations introduites. Dans le cas des introductions multiples de la chrysome des racines du maïs, une connaissance précise de la source en Amérique du Nord des populations déjà introduites en Europe permettrait de mettre en place des mesures de surveillance adaptées pour éviter de nouvelles introductions. Le scénario d'invasion « tête de pont », s'il s'avère suffisamment général, peut nous guider. Selon ce scénario, ce ne sont pas les aires natives des ravageurs et parasites potentiels mais bien les populations envahissantes qui existent déjà de par le monde qu'il faut surveiller. Les transports en provenance des grands « hubs » de transport dont le rôle est planétaire (comme Chicago, Atlanta ou Francfort pour le transport aérien) devraient être les cibles privilégiées des opérations de surveillance des espèces potentiellement nuisibles. Autre conséquence de ce scénario : les espèces envahissant certaines parties du monde risquent de devenir envahissantes partout où les conditions écologiques sont semblables. Il faut donc se tenir prêt, scientifiquement et opérationnellement, à voir ces espèces comme de nouveaux envahisseurs. La mouche pisseuse *H. vitripennis*, native du Mexique, offre un bon exemple de ce type de risque. Elle est envahissante en Californie et dans des îles du Pacifique dont Hawaii et la Polynésie ; elle cause de graves dommages à la vigne et pourrait bien être le prochain envahisseur des vignobles d'Europe du Sud.

L'étude des routes d'invasion permet parfois de répondre à des questions très appliquées telles que la question des implications ou responsabilités dans une invasion. Il s'agit alors de réaliser un diagnostic dont l'élaboration ressemble, par certains aspects, à une enquête policière. Le cas de la coccinelle asiatique *H. axyridis* qui est détaillé ici est illustratif de cette ressemblance. Depuis 1916, des chercheurs américains ont essayé d'utiliser cet insecte provenant d'Asie comme auxiliaire de lutte biologique contre des pucerons. En vain, car aucune population ne s'est établie. Dans les années 1980, un laboratoire de l'INRA a également

tenté d'acclimater *H. axyridis* en France, sans y parvenir. En 1986, des coccinelles provenant d'élevages de l'INRA ont été utilisées pour démarrer des opérations infructueuses de LBC en Amérique du sud. En 1988 cependant, un événement majeur se produit : la première population d'*H. axyridis* réellement installée est observée en Louisiane. C'est le début de l'invasion mondiale de la coccinelle : les États-Unis du Nord-Ouest sont touchés en Oregon dès 1991 ; en 2001, l'Amérique du Sud et l'Europe de l'Ouest voient leurs premières populations envahissantes et en 2004, l'Afrique du Sud est à son tour impactée. Or cette coccinelle pose des problèmes car elle exclue d'autres espèces de coccinelle et consomme des insectes non cibles (i.e. non visés par les opérations de lutte biologique), elle forme des amas de plusieurs centaines d'individus sur les murs et dans des maisons habitées et finalement elle est nuisible pour certaines productions fruitières. A la fin des années 1990, alors que la coccinelle n'a pas encore clairement le statut d'envahisseur, l'INRA sélectionne une souche non volante d'*H. axyridis* pour une utilisation aisée en lutte biologique par lâchers réguliers des insectes sans acclimatation. Cette souche est intéressante vis-à-vis de risques d'invasion car elle n'est théoriquement pas capable de s'acclimater, les insectes devant voler pour réaliser leur cycle biologique complet. Des souches dérivées de celle de l'INRA sont mises sur le marché et largement utilisées en lutte biologique en Europe. Évidemment, la question de la contribution de ces souches de lutte biologique européennes (et donc la responsabilité de l'INRA) dans l'invasion mondiale d'*H. axyridis* a rapidement été posée par les entomologistes. A l'issue d'une longue et complexe étude de génétique des populations (Lombaert *et al.*, 2010), l'analyse détaillée des routes d'invasions des populations envahissantes a montré que : (i) les deux populations des États-Unis (Est et Ouest) proviennent de deux introductions en provenance de l'aire native, sans contribution génétique des souches de lutte biologique européennes ; (ii) les populations d'Amérique du Sud et d'Afrique du Sud proviennent de l'Est des États-Unis, également sans trace génétique des souches de lutte biologique européennes et (iii) la population d'Europe de l'Ouest provient d'un croisement entre individus de l'Est des États-Unis et d'une ou des souches de lutte biologique européennes. L'invasion – réussie – de l'Amérique du Nord, du Sud et de l'Afrique du Sud montre que la contribution génétique des souches européennes de lutte biologique n'est pas nécessaire à l'invasion. L'idée des chercheurs de l'INRA d'utiliser une souche non volante n'est donc pas responsable de l'invasion mondiale de la coccinelle asiatique. En revanche, des gènes de la souche INRA sont retrouvés dans la population envahissante européenne. L'impact de cette contribution reste encore à éclaircir et constitue un axe de recherche de certains chercheurs en France.

Conclusion

Nous l'avons vu, les invasions et l'agriculture sont étroitement liées et offrent des perspectives de recherches enthousiasmantes. L'agro-écosystème est un milieu pertinent pour étudier les bioinvasions et les organismes envahissants au rôle positif ou négatif qui sont des acteurs essentiels de l'agriculture. Comprendre les déterminants des invasions permet d'améliorer certaines pratiques agricoles et inversement l'agriculture offre un cadre expérimental à l'étude des invasions. Les avancées les plus récentes concernant les mécanismes des invasions font intervenir la biologie évolutive, par exemple en soulignant le rôle de la dépression de consanguinité et de la purge des mutations délétères dans leur échec ou leur succès. Par ricochet, la biologie évolutive permet de comprendre certains fonctionnements des systèmes agricoles *via* la compréhension des invasions. Après les résistances des ravageurs aux pesticides, la durabilité des résistances des plantes cultivées, l'épidémiologie des maladies, la spécialisation des ravageurs sur plantes cultivées, ou encore la sélection de nouvelles variétés et races, c'est au tour du lien invasion-agriculture d'être éclairé par les concepts de biologie évolutive. Gageons que davantage de domaines de l'agronomie pourront bénéficier dans le futur des apports de la théorie synthétique de l'évolution pour constituer en nouvelle discipline l'agronomie évolutive (Denison *et al.*, 2003).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) DAISIE, 2009. – *Handbook of Alien Species in Europe* Springer, Dordrecht.
- (2) DENISON R.-F, KIERS E.-T, WEST S.-A., 2003. – Darwinian agriculture : when can humans find solutions beyond the reach of natural selection? *Quarterly Review of Biology* **78**, 145-168.
- (3) ELTON C.-S., 1958. – *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. Methuen & Co LTD, London.

- (4) ESTOUP A., GUILLEMAUD T., 2010. – Reconstructing the routes of invasion: what for, how and so what? *Molecular Ecology* **19**, 4113–4130.
- (5) FAUVERGUE X., MALAUSA J.-C., GIUGE L., COURCHAMP F., 2007 – Invading parasitoids suffer no Allee effect : a manipulative field experiment. *Ecology* **88**, 2392-2403.
- (6) GRANDGIRARD J., HODDLE M.-S., PETIT J.-N., RODERICK G.-K. et DAVIES N., 2009. – Classical biological control of the glassy-winged sharpshooter, *Homalodisca vitripennis*, by the egg parasitoid *Gonatocerus ashmeadi* in the Society, Marquesas and Austral archipelagos of French Polynesia. *Biological Control* **48**, 155-163.
- (7) LOMBAERT E., GUILLEMAUD T., CORNUET J.-M., MALAUSA T., FACON B. et ESTOUP A., 2010. – Bridgehead Effect in the Worldwide Invasion of the Biocontrol Harlequin Ladybird. *Plos One* **5**, e9743.
- (8) MILLER N., ESTOUP A., TOEPFER S., BOURGUET D., LAPCHIN L., DERRIDJ S., KIM K.-S., REYNAUD P., FURLAN L. et GUILLEMAUD T. 2005. – Multiple transatlantic introductions of the western corn rootworm. *Science* **310**, 992-992.
- (9) PIMENTEL D. 2002. – *Biological invasions: Economics and environmental costs of alien plant, animal, and microbe species*, CRC Press, Boca Raton, Florida.

GESTION DURABLE DE LA BIODIVERSITÉ CHEZ LA VACHE, LE MOUTON ET LA CHÈVRE

par Pierre **Taberlet**¹

La vache, le mouton et la chèvre ont été domestiqués il y a environ 10 000 ans. Ils se sont ensuite répandus en Europe, Asie, et Afrique durant les quelques milliers d'années qui ont suivi, et ont donné de nombreuses populations bien adaptées aux conditions locales. Après une très longue période de sélection non intensive, la situation a changé il y a 200 ans avec l'émergence de la notion de race. La pression de sélection a fortement augmenté et la reproduction entre races a été sérieusement réduite, conduisant à la fragmentation du pool génétique initial. Plus récemment, la pression de sélection a augmenté à nouveau par l'utilisation de l'insémination artificielle, donnant quelques races industrielles très performantes, mais avec de faibles tailles efficaces de population. Le revers de cette amélioration des performances des races industrielles est que les ressources génétiques sont en voie de disparition, en raison d'une part du remplacement au niveau mondial des races traditionnelles par des races industrielles à haute performance et, d'autre part, de la perte de diversité génétique chez ces races industrielles. De nombreuses races sont déjà éteintes et les ressources génétiques chez la vache, le mouton et la chèvre sont donc très menacées, en particulier dans les pays développés. La mise au point récente de nouvelles technologies de séquençage d'ADN ouvre de nouvelles perspectives pour une meilleure caractérisation des ressources génétiques, non seulement au sein des diverses races domestiques, mais aussi chez les espèces sauvages proches. Sur la base de caractérisations génétiques fiables, des mesures de conservation urgentes doivent être prises pour éviter une perte irréversible des ressources génétiques chez les animaux domestiques, en intégrant des paramètres économiques, sociologiques et politiques.

¹ Laboratoire d'Ecologie alpine, CNRS Grenoble.

SUR LES TRACES DES DOMESTICATIONS ET DES MIGRATIONS EN AGRICULTURE

CONCLUSION

par Georges **Pelletier**¹

Pour cette séance de commémoration du 250^e anniversaire de l'Académie d'Agriculture de France, et à l'initiative de Dominique Job, nous avons voulu illustrer comment les méthodes mises en œuvre avec les outils modernes permettent de retracer l'évolution biologique de l'Homme et des espèces qu'il exploite, dont il a fait le choix, pour l'essentiel par leur domestication, en entraînant du même coup la transformation génétique de ces dernières et le cortège de leurs parasites.

Ainsi **Catherine Hänni** a retracé les progrès techniques et méthodologiques de la paléo-génétique qui permet désormais d'accéder à des génomes quasi-complets qu'il s'agisse de populations humaines du passé ou d'espèces disparues. Cette discipline en est encore au début de ses développements. On peut anticiper une reconstitution précise de cette période charnière de la préhistoire, des origines et de la mobilité de ses populations humaines, de la place des espèces du passé par rapport aux espèces actuelles.

Rémy Petit a bien illustré la diversité des espèces mais aussi la diversité au sein de chaque espèce d'arbre, accumulée en particulier lors des migrations et recolonisations consécutives aux évolutions climatiques et aux actions de l'homme. Les espèces ligneuses, représentant la majeure partie de la biomasse terrestre, sont les composantes essentielles d'écosystèmes riches de biodiversité. Le suivi de leur évolution et de leur exploitation s'appuie sur des méthodes de génétique moléculaire.

De tels déplacements d'espèces prennent un caractère envahissant quand les nouveaux territoires sont le lieu d'une multiplication excessive de l'une d'entre elles. Comme nous l'a expliqué **Thomas Guillemaud** c'est souvent à partir d'une petite fraction de la population qui a su s'établir et prospérer, que la propagation devient explosive. Ces « têtes de pont » sont en quelque sorte des centres de diversification, cette fois-ci secondaires, où des forces sélectives préparent en quelque sorte l'invasion.

On assiste à des invasions d'espèces mais aussi à des invasions d'une espèce par les gènes d'une autre quand l'isolement reproducteur ne peut être contrôlé, et que les gènes ainsi transmis confèrent une meilleure adaptation. L'ADN actuel permet de retrouver les traces de telles hybridations génétiques anciennes.

Aux origines de l'Agriculture, on place la domestication, mot imprécis pour désigner la mise à l'écart du monde sauvage, mais qui recouvre des aspects très différents, découle de multiples causes, et aboutit à des résultats très variés.

Pour que ces processus se réalisent, il a fallu l'intention de l'homme, c'est à dire une pratique (cultiver, élever) et un projet (obtenir plus, plus longtemps, plus facilement).

Si l'on en croit **Claude Levy-Strauss**, « les sociétés primitives préfèrent se voir immuables, telles qu'elles se croient créées par les dieux, elles n'aiment pas l'Histoire, et désirent ne pas en avoir ». Il leur est facile d'accepter certains changements de la Nature comme une action bienveillante des Dieux. Ainsi le maïs, espèce cultivée dont on a pendant des siècles cherché l'ancêtre sauvage, représentait une sorte de divinité pour les peuples amérindiens et les Mayas honoraient son Dieu, **Yam Kaax**.

¹ Membre de l'Académie d'Agriculture de France, membre de l'Institut, directeur de recherche honoraire de l'INRA, Station de Génétique et d'Amélioration des plantes, 78026 Versailles cedex.

La nature propose, par mutation génétique, une modification importante, comme la capacité de germination immédiate, sans dormance, d'une semence chez un légume, une perte d'agressivité ou une forme de crane plus juvénile chez l'animal. Par opportunisme l'homme va les reproduire. L'étude de l'ADN nous apprend aussi, par exemple, que le blé tendre provient de la culture massive du blé dur, de son hybridation spontanée avec une autre espèce, suivie de l'addition de leurs génomes et d'une mutation qui a transformé la forme de l'épi.

Combien de successions d'événements de ce type, parfaitement aléatoires et qui ont peu de chance de se reproduire, ont façonné au long des siècles nos espèces domestiques dont dépend en définitive notre civilisation ? La domestication est sélection. Rien n'était écrit à l'avance.

D'autres associations entre espèces se rencontrent dans la nature, résultats d'une simple co-évolution : mais nous ne pouvons être assimilés à un peuple de fourmis qui cultive des champignons.

À l'inverse des sociétés primitives, nos sociétés chargées d'histoire cherchent à comprendre le passé, le présent et à orienter l'avenir. De manière paradoxale, certaines visions de l'histoire nous font préférer l'immuabilité des formes vivantes, là où l'opportunisme du primitif lui faisait préférer le mouvement. Il est intéressant à ce propos de confronter la vision fixiste de **Linné** au transformisme de **Darwin**.

Le premier disait « Je distingue les espèces du Créateur Tout-Puissant, qui sont vraies, des variétés anormales du jardinier. Je considère les premières de la plus grande importance de par leur Créateur, je rejette les autres du fait de leurs auteurs ».

Pour Darwin au contraire, « Une nouvelle variété produite par l'homme sera un sujet d'étude plus important et plus intéressant qu'une espèce ajoutée au nombre infini d'espèces déjà répertoriées ».

Et pourtant, on constate souvent qu'il est plus facile à l'homme moderne de souhaiter à la fois sa propre évolution et une sorte de gel de la nature.

Mais ceci n'est-il pas contre notre intérêt et finalement contre notre nature ?

Nous savons peu des scénarios précis qui ont abouti au choix des espèces des agricultures du monde. Nous exploitons aujourd'hui les succès de la domestication des plantes et des animaux. Des espèces en grand nombre ont été ignorées ou même souvent abandonnées, au profit de ressources plus faciles à produire et plus abondantes.

L'homme n'a jamais fait autre chose que d'exploiter une petite fraction de la biodiversité. Dans cette exploitation, les sélections successives ont été créatrices de formes nouvelles. En revanche, leur utilisation est spontanément restrictive et conservatrice. Comme **Pierre Taberlet** l'a bien montré, le succès économique, on pourrait tout aussi bien dire écologique, de certaines races animales performantes entraîne un rétrécissement de la diversité génétique.

La société s'inquiète à juste titre de la réduction de la diversité biologique. Au sein de cette biodiversité, les organismes vivants exploités par l'homme et leurs espèces apparentées, constituent des ressources génétiques dont la nature, et par conséquent la gestion ne sauraient être confondues, sans commettre une grave erreur, avec celles des flores et faunes sauvages. En effet, elles nécessitent une protection particulière, celle de leur capacité génétique à répondre aux questions que poseront les évolutions du monde et de la société sur le long terme. Les recherches sur la plasticité et l'évolution des génomes seront sans doute au cœur de cette perspective, à savoir une sélection anticipatrice, qu'il nous faudra élaborer au niveau conceptuel et inscrire dans l'action.

250^e Anniversaire de l'Académie d'Agriculture de France

OÙ VA LA RECHERCHE AGRONOMIQUE EUROPÉENNE ? *WHICH FUTURE FOR AGRONOMIC RESEARCH IN EUROPE ?*

INTRODUCTION

par Jean-François **Morot-Gaudry**¹

Leurs Excellences, Madame l'Ambassadrice de la République Tchèque, Monsieur l'Ambassadeur de la République de Macédoine, Monsieur l'Ambassadeur de Hongrie, Monsieur le Commissaire Européen, Monsieur le Représentant du Ministre, Messieurs les Présidents des Académies, Messieurs les Présidents et Directeurs, chères Consoeurs, chers Confrères,

Je suis très honoré de vous accueillir à Paris, au Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire, pour la commémoration du 250^e anniversaire de l'Académie d'Agriculture de France.

La réunion de cet après-midi porte sur le thème « Où va la recherche agronomique européenne ? ». Elle se veut délibérément ouverte non seulement sur l'Union européenne qui réunit beaucoup d'entre nous, en particulier par la PAC, mais plus largement, sur la grande Europe qui s'étend de l'Atlantique à l'Oural.

L'Académie d'Agriculture de France et plusieurs autres académies d'agriculture européennes ont été fondées au siècle des Lumières, période où les élites manifestaient une très grande confiance dans la science. Deux siècles et demi plus tard, cette confiance s'est fortement émoussée. Les recherches scientifiques et techniques dans les domaines de l'agriculture et de l'alimentation n'échappent pas à cette règle. Cependant, il ne fait pas de doute que des connaissances nouvelles débouchant sur des avancées techniques originales et appropriées seront nécessaires demain pour résoudre notamment les nombreux problèmes posés par la dégradation des ressources naturelles et l'accroissement de la population mondiale. Leur élaboration passe par une recherche, libre, féconde, encadrée, indépendante de toute idéologie, évitant l'application hâtive de techniques inappropriées et utilisant au mieux des moyens limités. Cette recherche ne doit pas se réfugier dans sa tour d'ivoire mais être ouverte vers les agriculteurs et la société. Nous allons en débattre au cours de ces deux tables rondes, où nous pourrons confronter nos opinions en restant unis dans notre diversité.

¹ Président de l'Académie d'Agriculture de France

*Où va la recherche agronomique européenne ?
Which future for agronomic research in Europe ?*

**RETURN TO EDEN – THE ROLE OF SCIENCE IN CREATING
A SUSTAINABLE AGRICULTURE FOR THE FUTURE**

by Dr. Peter Sylwan¹

The challenges that have to be faced in future food production are enormous. In 2050, we will be another 3 billion humans on Earth – our common home in space. Then, we will need 50 to 100% more available food to affordable prices – in less than 40 years ! And this has to come from the same acreage : globally, there is not much more land to be taken into production.

Looked upon as sheer numbers, this might not be a problem. We know that land farmed with modern science based farming methods is more than capable to produce 10–12 tons of grain per hectare while poor farmers in poor regions – where food is most needed – harvest less than 2 tons per hectare. These differences in productivity are not caused by environmental conditions, but rather by politics, methods and markets.

But modern productive farming methods are not sustainable. Fossil fuel is getting increasingly expensive – and is emitting CO₂. Soil erosion and nutrient leakage are not only an unsustainable loss of valuable resources, they also cause eutrophication of rivers and lakes and dead sea bottoms. The equation that has to be solved is to find ways of increasing production and, at the same time, decrease the input of non renewable resources, decrease or eliminate the negative impact on surrounding ecosystems, raise the quality of food produced, increase the profitability of farming and stabilize the price of food to consumers.

This equation can only be solved by the help of science and a much deeper understanding of the fundamental mechanism of Nature's own way of using energy from the sun to transform gases in the air, water in the rain and salts in the soil to usable matter. Nature's own capacity to transform sun, wind and water to dry matter sometimes compares to, or exceeds what even the most productive farmer can do. And does so without any ploughing, sowing, fertilizing and spraying, and without any soil erosion and leaking of nutrient that destroy surrounding ecosystems – and has done so in millions of years. The challenge for modern agricultural scientists is to reveal the fundamental and sustainable biological mechanisms of Nature and transform them into usable knowledge, plants and technologies for food, fibre and energy production.

But scientists, experts and farmers also face another challenge. New and deeper knowledge of Nature's own methods and mechanisms, and transforming them to valuable cultivars and sustainable technologies, can only be achieved by using the tools of modern bioscience. And, at least in Europe, there is a significant public and political resistance against the use of modern biotechnology in agriculture and food production. The sustainable seeds of modern bioscience can only be grown harvested if scientists, experts and farmers understand the reasons behind the resistance, and use their science, expertise and farming in ways that meet the need of the consumer and serve public goods. The road ahead follows the « five E » of Empathy, Ethics, Esthetics, Ecology and Economics.

¹ Académie royale d'Agriculture et de Foresterie de Suède.

AGRICULTURE RESEARCH BETWEEN TRADITION AND NEW CHALLENGES.

by Prof. O. Christen¹

Dear honourable guests,
Distinguished colleagues,
Ladies and gentlemen,

As the acting president of the umbrella association of all German scientific agricultural societies, which in total have a membership of more than twenty thousands colleagues, I would like to congratulate the Academy of Agriculture of France sincerely on this outstanding anniversary.

Two hundreds and fifty years is a remarkable achievement, given what has changed in France, what has changed in Europe, not only sciencewise but also from a political and institutional point of view. Congratulating an institution, however, is somewhat odd ; and, thus, I would like to thank and congratulate the colleagues who have carried the torch of agricultural research over the years, decades and centuries.

When we look back 250 years, the main reason to institutionalise agricultural research was a very simple one: prevent hunger, enable populations to produce enough food of decent quality. This happened in the wake of the industrial revolution ; and some historians argue that the increase in agricultural production at that time in Europe was a foundation of the technical and industrial revolution which followed.

The founding of research institutions totally devoted to agriculture in what is now Germany happened around the same time. However, the main impetus came after the widespread famines at the beginning of the 19th century following weather extremes caused by the eruption of the volcano Tambora in 1815 on an Indonesian island. Agriculture as a University discipline was only established in 1862 at the University of Halle-Wittenberg, which is, by chance, the University where I come from.

But let's get back to the challenges at the end of the 18th and beginning of the 19th century. Given the fact that production was limited, a major focus was in the field and at farm level. Production per hectare or per animal, be it milk or meat, was central.

It was important to include the rapidly increasing knowledge in the basic sciences into the new discipline of agricultural science. Agricultural science has been enormously successful. The increase in production is absolutely unprecedented in history apart from a few examples of irrigated systems.

So, what has changed, and what challenges do we face as agricultural scientists and agricultural institutions now and in the future? One challenge is comparable with the situation 200 to 250 years ago : include the advanced knowledge in the basic sciences of zoology, botany, biochemistry, molecular biology and also economics into agricultural research. The research topics still focus on producing enough food of high quality, but, in addition, with the smallest negative effect possible on the natural environment. Much more than 250 years ago, we are confronted with global developments like climate change and the demand for renewable energy. Those questions cannot be solved by agriculture research alone, but require an interdisciplinary approach, and have to be addressed by very different disciplines outside the traditional agricultural sciences. Geography, resource management or applied botany are able to make important contributions. Our obligation, however, is to enhance the understanding between so different fields, to synthesize, and always to ask ourselves and the various disciplines if the solutions suggested are really to stand up the last and ultimate test of agricultural research : increase production, enhance quality of products and minimize the negative effect on the environment.

The ultimate proof will not happen in the laboratory or in the field experiment, the ultimate proof is not an increase in impact points, or the amount of research money collected by a person or an institution.

The ultimate proof happens on thousands of fields and in thousands of stables in different regions and environments. If it is not reaching practical farming in one way or the other, it is useless.

¹ President, German *Dachverbands Agrarforschung*.

When we try to imagine how life will be in the year 2260, when agricultural scientists will celebrate the 500-year anniversary of the Academy of Agriculture of France our imagination and fantasy is stretched to the limits.

We don't know which books they will read, if they read books at all.

We don't know what cars they will drive, if they drive cars at all.

We don't know to what music the people will listen, if they listen to music at all.

But one thing we know for sure. Even in 250 years'time, people will have to eat, and agriculture is very likely to be as important as it is now and as it was 250 years ago.

I would like to end with a quote by the Harvard anthropologist Timothy Weiskel:

« *There is no such thing as a post-agricultural society* »

We should never forget that.

Again I would like to congratulate the Academy of Agriculture of France on this great anniversary. I am convinced that agricultural sciences and agricultural scientists have now and will have in the future an important role to play in the sustainable development of the world. It is our obligation to carry the torch.

Thank you very much !

LES DÉFIS DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE EN EUROPE

par Markku Simula¹

Mesdames, Messieurs

Je voudrais tout d'abord féliciter l'Académie d'Agriculture de France à l'occasion de son 250ème anniversaire.

Étant le seul intervenant du secteur forestier de cette table ronde, je voudrais aussi souligner la grande valeur de la recherche française en matière de gestion durable des forêts tempérées européennes et tropicales.

Je considère que les principaux défis de la recherche forestière en Europe sont au nombre de quatre : (i) l'adaptation de son agenda à la mutation des valeurs sociales des ressources forestières, (ii) la compétitivité globale de la filière et de la mobilisation des bois, (iii) le changement climatique, et (iv) la perte ou la réduction des services environnementaux des forêts, surtout celui de la biodiversité.

UN CONTEXTE ÉCONOMIQUE QUI CHANGE

Les secteurs forestier et agricole opèrent actuellement dans une même dynamique caractérisée par la mondialisation des échanges, et la délocalisation de la production dans les pays émergents ou en voie de développement où la demande de produits augmente rapidement, alors que la consommation stagne en Europe.

Le problème provient souvent de l'inadéquation entre l'offre et la demande. L'Europe (sans la Russie) avec ses 370 millions d'hectares de forêt n'arrive à mobiliser que 60 à 70% de son potentiel de production (FAO, 2010). Environ 60 % des forêts européennes sont des propriétés privées mais leurs objectifs et leurs capacités sont mal connus (Schmithüsen & Hirsch, 2010). La recherche devrait donc permettre de mettre au point les instruments de politique permettant d'améliorer le fonctionnement du marché du bois et d'inciter les propriétaires forestiers en tant qu'entrepreneurs à mieux développer durablement leur capital naturel.

La délocalisation de la production dans les pays du Sud ne concerne plus uniquement la transformation industrielle, mais également la production primaire grâce aux investissements importants dans les plantations forestières à croissance rapide (avec une croissance annuelle moyenne pouvant atteindre 70 m³/ha/an). La FAO a prévu qu'en 2040 une moitié environ de la production mondiale du bois d'œuvre proviendrait des pays en voie de développement. Il ne suffit donc plus, à l'heure actuelle, d'être davantage compétitif que son voisin ici en Europe, mais d'obtenir les coûts les plus bas à l'échelle mondiale, ou de trouver des niches de marché pouvant valoriser les produits nationaux ou régionaux.

LA POLITIQUE : QUI DOIT RÉPONDRE ?

Il faut noter que les principes de gestion durable sous-tendent l'aménagement forestier en Europe depuis plusieurs siècles. Grâce à des pays comme la France, nous avons adopté la multifonctionnalité comme principe transversal de gestion forestière. Les valeurs économiques, sociales et environnementales conférées à la forêt évoluant en permanence, maintenir l'équilibre entre elles dans la formulation des politiques forestières constitue un défi complexe. Celles-ci ne peuvent plus être conçues indépendamment des politiques en matière d'environnement, d'agriculture et d'aménagement du territoire. Le problème est de déterminer les compensations (*trade-offs*) entre les différentes fonctions de la forêt (Bredif, 2008).

La valorisation des services non-marchands de la forêt est finalement un choix de société : la science ne peut qu'offrir des éléments de base pour le faciliter. Pour cette raison, le rôle des parties prenantes est devenu très important, car presque tout le monde est (ou devrait être) intéressé de savoir comment les

¹ Université d'Helsinki, et Académie des Sciences et Lettres de Finlande.

ressources forestières sont gérées et utilisées ; sujet qui a traditionnellement été entre les mains des élites et des techniciens. Le défi de la recherche est de communiquer ses résultats d'une manière crédible et facile à comprendre par les différentes parties prenantes, ce qui n'est pas toujours le cas.

Le gouvernement a deux rôles à réconcilier, celui de régulateur et celui de grand propriétaire forestier. Ce double rôle pose des défis pour la formulation d'une politique qui devrait garantir un traitement égal entre les acteurs publics et privés. De plus, l'efficacité des organisations publiques devrait être un sujet d'évaluation par la recherche pour, d'une part, garantir une amélioration continue et, d'autre part, faciliter les changements structurels nécessaires. La crise actuelle exige que nous tirions un meilleur parti de nos ressources forestières avec une réduction de la fiscalité, ce qui aura des conséquences importantes pour les services forestiers nationaux et les propriétaires privés.

LA FORÊT ET LE CLIMAT

Toutefois, le défi le plus important pour la recherche forestière a trait sans doute aux questions posées par le changement climatique. En ce qui concerne le volet de l'atténuation de son impact, la forêt représente la source la plus importante des puits de carbone dans le monde, et ce rôle peut encore être amélioré. D'autre part, ces puits s'étendent en dehors de la forêt avec le piégeage du carbone dans les produits dérivés du bois en cours d'utilisation, ce qui devrait encourager la promotion de ce matériau dans la construction, les meubles et autres produits de longue durée.

Enfin, la forêt est la principale source de bioénergie dont la production devrait être augmentée très fortement pour atteindre les objectifs européens relatifs à la part des sources renouvelables dans la consommation totale d'énergie. Des efforts de recherche sont nécessaires pour développer de nouveaux systèmes de production, notamment en sylviculture et dans les nouvelles technologies d'exploitation et d'utilisation de la bioénergie ligneuse à l'échelle industrielle. Les biocarburants ligneux de 2^{ème} et 3^{ème} générations peuvent contribuer aussi de façon non négligeable, mais ils nécessitent encore beaucoup d'investissement pour leur développement.

La recherche devrait permettre notamment de préciser les modalités de combinaison de ces trois fonctions de la forêt dans l'atténuation du changement climatique (puits de carbone en forêt et dans les produits en bois, en cours d'utilisation, et substitution des combustibles fossiles) pour en maximiser l'efficacité.

Cependant, le volet de l'adaptation de la forêt au changement climatique est probablement un défi transversal pour la recherche forestière encore plus important que celui de l'atténuation. Les grandes tempêtes qui ont sévi en Europe ces dernières décennies, et notamment en France, ont détruit d'importantes surfaces forestières dans plusieurs pays. Le changement climatique nécessite des mesures d'adaptation dans la manière de gérer nos forêts, notamment dans le choix des espèces et en matière génétique pour la régénération et dans le domaine de la sylviculture (par exemple par le traitement des peuplements en futaie irrégulière). Malgré les incertitudes sérieuses sur le long terme, et l'insuffisance de données, de telles mesures doivent être décidées dès maintenant pour la sauvegarde des terres forestières.

BIODIVERSITÉ ET AUTRES SERVICES

Depuis la mise en œuvre de la Convention sur la Diversité Biologique, les pays européens ont accompli des efforts significatifs pour accroître la connaissance et améliorer la conservation de la biodiversité forestière. Nous ne savons cependant pas encore avec précision à quel point, et comment, la biodiversité forestière devrait être protégée et maintenue en dehors des aires protégées.

La capacité des forêts à résister aux changements causés par des perturbations humaines ou naturelles, ou à se régénérer, dépend de leur biodiversité aux différents niveaux. La recherche devrait nous aider à comprendre comment la conservation de la biodiversité contribue ainsi à la résilience des écosystèmes forestiers, et comment optimiser l'investissement dans celle-ci dans une approche multifonctionnelle.

Actuellement, il y a accord général sur la nécessité d'une compensation aux propriétaires pour la maintenance des services environnementaux forestiers. La première étape serait bien sûr de connaître les valeurs de ces services pour la société. Il faut évaluer les expériences dans ce domaine en Europe et ailleurs, et pour développer des systèmes de compensation pouvant être appliqués aux niveaux national ou sous-national.

CONCLUSION

Bien qu'il y ait consensus sur leur importance, les nombreuses fonctions des forêts ont toujours été largement sous-estimées et marginalisées dans les politiques nationales. La vraie valeur des forêts n'apparaît souvent que lorsqu'elles disparaissent, comme l'a prouvé l'expérience de plusieurs pays à faible couverture forestière, y compris en Europe.

L'Union européenne n'a pas de politique forestière commune. La Stratégie européenne sur la forêt a été utilisée comme outil d'orientation pour le développement du secteur, mais n'a pas été assez efficace. Au niveau européen, il est nécessaire d'avoir une vision holistique des forêts, non seulement comme élément important de notre environnement, mais aussi comme source de revenus pour des millions de propriétaires et d'employés du secteur productif.

La recherche forestière en Europe est fragmentée et sous-financée. Avec l'appui financier de l'Union, la coopération européenne en matière de recherche forestière et de conservation de la biodiversité s'est traduite par quelques programmes ayant permis par leur taille d'innover dans les domaines de l'environnement et de la compétitivité de la filière. Il est nécessaire de renforcer et d'élargir cette coopération pour appuyer les efforts nationaux et pour capitaliser les résultats, tout en utilisant les institutions existantes comme, par exemple, l'Institut forestier européen (EFI).

Je vous remercie de votre attention.

COLLABORATION FRANCO-MOLDAVE DANS LE DOMAINE DES SCIENCES AGRONOMIQUES

par Boris Găina¹

La collaboration économique, scientifique et culturelle s'est développée entre la Moldavie et la France après la proclamation de la souveraineté de la République de Moldavie en 1991. La France fut l'un des premiers pays à reconnaître l'Indépendance moldave. La visite en Moldavie du Président de la République française en 1997 fut l'occasion de signer de nombreux accords bilatéraux, en particulier dans le secteur agricole et des industries agroalimentaires.

Une dizaine de chercheurs moldaves ont réalisé des stages dans les plus grands centres de recherches agrobiologiques en France, tels que : l'École nationale supérieure agronomique de Montpellier, l'Institut d'œnologie de l'Université Bordeaux II, l'INRA (Narbonne, Toulouse, Bordeaux...), l'ENTAV (Établissement national technique pour l'amélioration de la viticulture) et l'ITVC (Institut technique de la vigne et du vin)², et de l'Université de Paris IV, et l'Université de Rennes.

Les résultats obtenus dans les recherches agrobiologiques ont un impact positif sur les problèmes de l'agriculture, tant au niveau mondial qu'au niveau d'un pays donné comme la Moldavie. Les résultats de la recherche ont permis d'introduire dans l'agriculture moldave des plants de vigne de haute qualité biologique (de « pré-base » et de « base »), ainsi que de multiples variétés d'arbres fruitiers résistant aux maladies.

Une collaboration réussie a été établie avec la société Rhône-Poulenc en vue de défendre les cultures agricoles moldaves contre les agents pathogènes qui détruisent souvent plus du quart de la récolte agricole totale. En collaboration avec les collègues de l'Institut technique du vin, on a mis en œuvre la technologie complexe des vendanges mécaniques du raisin, du colza, de l'oignon et d'autres cultures. Les instituts de la vigne et du vin français et moldave ont conduit ensemble des recherches importantes pour l'industrie vinicole sur les levures *Saccharomyces*. Les résultats des recherches du centre INRA de Montpellier et de l'ENSAM sur l'utilisation des bois de chêne moldaves pour la production des boissons boisées (vin, distillat, etc.) ont été mis en pratique en Moldavie.

La collaboration franco-moldave sur les toxines mycomycétiques (ochratoxine A, patuline) et les bactéries malolactiques (amines biogènes) a permis d'obtenir des résultats de grande valeur. Cela nous a permis d'obtenir des produits non contaminés par mycomycètes avec de hautes propriétés hygiéniques et curatives (légumes, fruits, raisins, etc.).

Dans le cadre du projet TEMPUS, et avec l'aide de collègues français en Moldavie, le dispositif de l'École doctorale a été créé dans le système national de formation des chercheurs.

La Moldavie a bénéficié de coopérations dans le cadre de la Francophonie, qui ont beaucoup contribué au développement des recherches et des formations agricoles et agroalimentaires au cours des dernières années². C'est ainsi qu'avec la contribution de l'Ambassade de France et de l'Alliance française en Moldavie, des stages ont été organisés pour plus d'une centaine d'étudiants, d'étudiants en master et de

¹ Professeur, académicien, coordonnateur, membre de la section Sciences agricoles de l'Académie des Sciences de Moldavie.

² Fusionné en 2007 dans l'Institut français de la vigne et du vin (IFV).

² Beaucoup de distinctions françaises, moldaves et internationales ont été remises aux savants français et moldaves au Salon International des Inventions, aux Expositions Internationales Scientifiques et Agroalimentaires. Une honorable Distinction Internationale a été remise à l'ancien stagiaire scientifique de l'Université Bordeaux II et INRA Bordeaux et Narbonne, Monsieur Boris GAINA, actuellement dirigeant des recherches agricoles et alimentaires en Moldavie, membre titulaire de l'Académie des Sciences de Moldavie, professeur en Biotechnologie à la filière francophone de l'Université technique de Moldavie. C'est aussi la « Personnalité de l'année 1993 en Œnologie dans le monde » (congrès de l'Organisation de la vigne et du vin, Paris, 1994).

doctorants, dans les plus grands centres scientifiques et universitaires de France, dirigés et accompagnés effectivement par l'Agence universitaire francophone dans les deux pays.

Les enseignants et chercheurs français suivants ont apporté une aide considérable à la formation d'étudiants moldaves et, plus généralement, à la collaboration moldo-française : l'académicien Pascal Ribereau-Gayon, le professeur Suzanne Lafon-Lafourcade, les professeurs Bernadette Dubois et Jean Bult de l'INRA Bordeaux, le directeur de l'INRA Narbonne Michel Bourzex, les professeurs Pierre Bidan, Pierre Boubals et Jean-Louis Puech de l'ENSAM, le docteur Alain Poulard de l'IFVV de Nantes, le professeur Jean Barloy, du réseau Agrena-ENSAR et d'autres encore.

La recherche en Moldavie connaît actuellement une crise profonde. La collaboration avec les instituts européens, ceux de France (Académie d'Agriculture de France, INRA, les Universités et les Instituts de recherche dans le domaine agroalimentaire), mais aussi avec les académies agricoles de toute l'Europe, permettra d'accroître le niveau des recherches en Moldavie, et l'application pratique de leurs résultats, et ainsi de contribuer non seulement au développement de l'économie moldave, mais aussi au développement de la science agronomique mondiale.

NATIONAL AND GLOBAL FOOD SECURITY

by Prof. Franco Scaramuzzi¹

Nowadays modern technologies make it possible to communicate among all corners of the world in real time, to spread a growing delocalization of production activities even in different continents, and to stimulate many important and continuous changes. Having overcome the ancient obstacle of geographical distances, extensive and direct work relations are being established among different localities, even far removed from one another, in a global dimension. Springing to the surface, therefore, is the need for new forms of aggregation among geographically distant territories, linked by common interests and connected by modern networks of communication and other ways of complementary integration. In a word, emerging is the need for solutions, other than current multinational corporate organizations, but able to reduce the hurdles of borders.

The non predictability of a huge number of factors, beginning from new and increasingly scientific knowledge and technological innovations, can in no way plead in favor of not making an effort to understand the logic underlying probable future scenarios. Political power seems « inattentive », and often gives way to individual initiatives that propose independent innovative models of production systems, which all too often, unfortunately, leave out agricultural activities. This is the most serious mistake being made today by those who measure the importance of agriculture by only using the misleading GDP criterion.

The FAO has already forecast that the sharp increase of the world population and its requirements in the decades to come will make it necessary to double the current production of food. Since it is no longer possible to increase the arable land areas in the world, also for environmental protection aims, it will above all be necessary to further increase production yields, focusing on the potential of new scientific discoveries, beginning with those of molecular genetics. Instead of persisting in increasing environmental fertility with higher doses of nutritional input (water, fertilizers, etc.), that are ever less available, more costly and polluting, we should count on the availability of new genetically modified plant breeds able to increase and improve production yields even in less fertile and less favourable conditions. All countries are called upon to take action to protect the arable land areas still available and increase their yields per hectare. Moreover, it is the duty of all countries to reduce the rise in their respective imports from the global market. The agro-food supply chains should not forget that their first and irreplaceable production phase is agriculture, and they should therefore be careful about the risk of remaining without domestic primary products as a result of having placed full trust in the ever changing and risky global market. Today we need to reconcile the sound principles of free trade with the need for an equitable distribution of the world food production. Nonetheless, today's global market deserves closer attention, because in the advanced importing countries it can seriously condition the very survival of domestic agricultural production. In a situation of an increasing demand and a decreasing supply, price volatility, *per se*, is already a cause for serious concern. But it is all the more so, ever since the G20 Summit held in Paris last February, was devoted to the dangerous forms of financial speculation linked to the global trade of food commodities.

Emerging more and more among the solutions thus far advanced by the various World Summits on the main issues tackled (food security, energy resources, protection of the environment, climate change) is the strategic importance of agriculture.

“The need for a decisive strategic relaunching of agriculture” was underlined again by Pope Benedict XVI during the Angelus on 14 November last year.

Global food security does not only entail the problem of “world hunger”, and of an unacceptable shortage of food in specific parts of the world. There are many other interacting factors in a global market still in need of rules agreed upon and respected by all.

¹ Accademia dei Georgofili, Italy.

SYNERGIES AND POTENTIAL CONFLICTS IN THE RELATIONSHIPS OF FOOD – FODDER – FIBERS –BIOFUELS

by Prof. Gheorghe Sin¹ and Acad. Cristian Hera²

Introduction

Meeting the present and further demands of mankind for its basic needs – food, fodder, fibres and fuels – is confronted now with severe, complex and urgent-to-be-solved crises of the economic and environmental systems with multiple worldwide consequences.

Food, the first-grade societal priority could be seen *“like the weak link in our civilization, being the main cause of the declining or collapse of the former civilizations“*, according to the prestigious economist Lester R. Brown who worries in those terms : *“does our civilization face a similar fate?”* (1)

To give a simple answer is a very difficult task. A thorough and ample review of historical evolution of feeding capacity could offer foundations for commonly agreed strategical changes.

Significant gains in food production have been recorded till the middle of the last century, the progress being explained by increased food supply originating almost entirely from expanding cropland areas.

Since 1950, the main driving forces behind food production have been the development and the spread of agriculture science and technologies that led to a doublefold increase in crop yields till 1973, and almost a threefold one till 2008. The productivity grew up by 2.1 per cent yearly between 1973 and 1990, and slowed down to 1.3 per cent yearly between 1990-2008. These progresses in land and biological productivity have come from : 1) increased use of fertilizers from 14 million tons in 1973 to 175 million tons in 2008; 2) expansion of irrigation from 94 million ha to 278 million ha in 2000, the further progress being obtained through increased efficiency ; 3) development of higher yielding varieties, the breeding process being promoted by *“green revolution”* improved seeds, farm technology, irrigation and chemical fertilizer (1969 to around 1990) ; 4) *“gene revolution”* (GMOs from 1996 to now) and emerging new *“greener revolution”* (assembly of multidisciplinary advanced techniques : biotechnologies, engineering in new fields). Future prospects lie in the continual enhancement of mechanization, improvements in plant protection and the synergy created between the required crop and livestock sectors.

The development of modern agriculture has required an increased energy inputs, mainly derived from non renewable sources. The share of agricultural energy consumption amounts to almost 20 per cent of the total energy demand.

From the 1970's onwards, some warning signals have emerged concerning the utilization of natural resources for food production.

In 1972, at the United Nations Conference on the Human Environment held in Stockholm, the attention was drawn on the fact that *“a point has been reached in history when we must shape our actions throughout the world with a more prudent care for their environmental consequences. Through ignorance or indifference we can do massive and irreversible harm to the earthly environment on which our life and well being depend. Conversely, through fuller knowledge and wiser action, we can achieve for ourselves and our posterity a better life in an environment more in keeping with human needs and hopes”* (2).

The first recognition of critical environmental problems created by the unsustainable patterns of consumption and production was followed by the call made in 1987 in the famous Brundtland Report to turn to a new development paradigm – sustainable development, was defined in the report *“Our common future”* prepared by the World Commission on Environment and Development as the *“development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generation to meet their own needs”* (3).

The Rio Declaration on Environment and Development reaffirmed the need for sustainability and concluded that *“States and people shall cooperate in good faith and in spirit of partnership for the fulfillment of the principles embodied in this Declaration and in the further development of international law*

¹ Prof. Gheorghe Sin, Ph.D. – President of the Romanian Academy of Agricultural and Forestry Sciences *“Gheorghe Ionescu-Sisesti”* (AAFS).

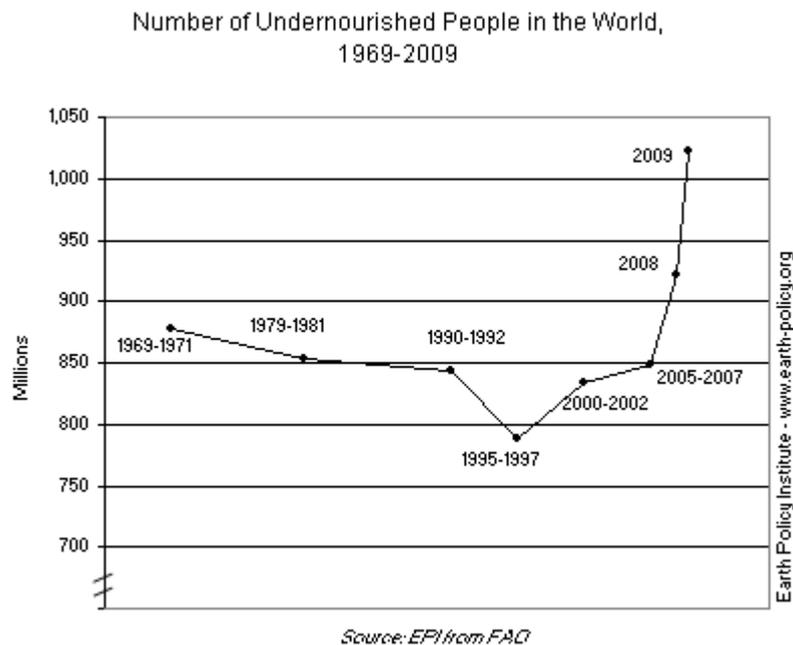
² Acad. Cristian Hera – Vice-President and Honorary President of AAFS.

in the field of sustainable development” (4). However, our societies have not made significant changes in the right direction, facing since 2007 a combination of a financial crisis (Debtation Day, August 9, 2007 : the start of the financial crisis) and of an environmental one (The Methane Timebomb, 2008 : reports regarding massive accumulation of methane, up to 100 times the initial levels over thousands km² in the Arctic Circle, the climate warming effects of methane being 20 times more powerful than those of CO₂). According to Jonathon Porritt (Chairman of the UK Sustainable Development Commission), who pointed out some of the most widely recognized causes of both crises, namely “*living beyond our means*” that have led to massively over-leveraged balance sheets and a massively over-leveraged use of the natural resources, we are threatened by “*The Ultimate Recession without any tomorrow and final reckoning*” (5).

Discussing the same problems concerning the environmental limits, Lester R. Brown said “*we used to think it would be our children who would have to deal with the consequences of our deficits, but now it is clear that our generation will have to deal with them*” and “*our actions to avoid decline will take a massive mobilization at wartime speed*”. [6]

Another major alarming signal was observed also since the 1970’s, namely the incapacity to ensure access to food for all people under the pressure of continued demographic pressure, especially in the developing countries. Starting in 1969-71 when the survey of undernourished people by FAO (7) was initiated, a decline was observed from above 870 million hungry people to 825 million in 1979-81 and even under 800 million hungry people between 1995-97, attributed to concerted efforts in scientific research, irrigation development and Official Development Aid. But, at the beginning of the present century, the tendency has reversed, with 915 million undernourished people in 2008 and 1,02 million in 2009 under the combined effect of diversion of grain yields to biofuels, shortages of irrigation water, and rapid food and oil price increases (fig. 1).

Fig. 1.



Ensuring future food security is one of the United Nations Millennium Development Goals. This goal has to take into account the projected increase of world population to around 9 billion by 2050, with other societal changes and a new food economy.

Several studies forecast that, by 2030, the world will need to produce around 50 per cent more food and 30 per cent more fresh water than today, whilst mitigating and adjusting to climate change. By the same date, energy demand is projected to increase by 45 per cent according to the International Energy Agency’s reference scenario (IEA 2008) (8). In order to meet some of this latter demand, some scientists predict that biofuels will be used for transport, and biomass for heat and electricity leading to a competition for land and crops between energy and food markets (John Beddington, 2009) (9).

The natural resources base for food, fodder, fibres and fuels production

Ensuring food security in its current comprehensive definition (*“situation that exists when all people, at all times, have physical, social and economic access to sufficient safe and nutritious food that meets their dietary needs and food performances for an active and healthy life”*) for an ever-increasing world population has to take also into account the rising demand for fodder – based animal proteins (trend named *“moving up the food chain”*). So far, it has meant intensive livestock growing and, in the last few years, the massive use of grain for biofuel production.

Expanding food production in a timely manner and in the right amounts exerts an additional pressure on the natural resources on which it is based, which have been already depleted for long.

Agricultural soils – the non-replaceable support (98 per cent) of world food – cover only 22 per cent of the total land area of the world and is utilized almost entirely. They are unequally distributed in terms of fertility : a majority of them have a low or very low fertility (60 per cent), 29 per cent have moderate fertility and only 11 per cent a high fertility. Soil fertility has been deteriorating for a long time due to inappropriate agricultural use without proper measures to avoid the mining of nutrients. But the most alarming phenomenon is that of soil erosion that reduces the inherent land productivity by about 30 per cent worldwide. Furthermore, significant land areas are being lost for agriculture due to increasing non-farm uses and urbanization.

The second important resource for agriculture under depletion is fresh water. Agricultural consumption is estimated to account for around 70% of total supplies.

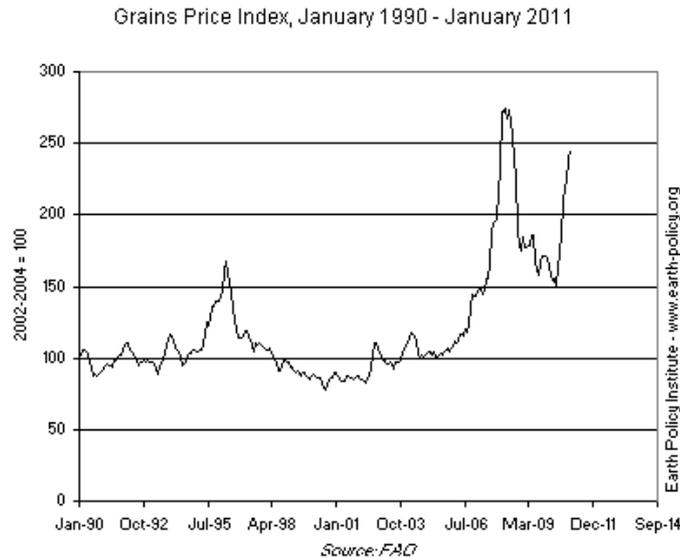
The climate can be seen as an important resource for agriculture but, at the same time, represents one of the most difficult challenges of the future. The agriculture we know has been practiced in a climate that was remarkably stable during more than 100 centuries. However since 1970, Earth’s temperature has risen by 0.75°C. The fourth and most recent Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Scientific Assessment Report (2007) considers that the most likely global average temperature rise by 2100 would be an estimated 4°C, and could increase to 6.4°C if feedback effects (natural amplifications of warming stimulated by greenhouse gas emissions) are taken into account (10). Since this report was released, new evidence suggests that climate change is impacting the real world faster than the models predicted ; and global greenhouse gas emissions are continuing to rise according to the high scenario.

A year after the fourth IPCC scientific report came out, a subset of the IPCC’s top climate specialists identified nine areas in danger of suffering catastrophic collapse before the end of the century, unless greenhouse gas emissions are cut drastically. There is an imperative need to stabilize the level of atmospheric CO₂ (387 ppm at present, with an annual increase of 2.14 ppm) at 350 ppm. IPCC said it might already be too late to save the Arctic ice from melting in its entirety. The Greenland ice sheet already faces a 50 per cent chance of unstoppable melting; vast areas of the Amazon forest are threatened by a decrease in rainfall. To all these threats, we could add the melting of the mountain glaciers that feed rivers, the high-destructive storms, the increasing severity of floods, the higher temperatures and the intense droughts diminishing crop yields and altering ecosystems worldwide.

The consequences of climate change could be so complex and dramatic that they will reshape the earth’s ecology, geography and economy. About these consequences, Lester Brown said in his last volume *“World on the edge”* (2011) (6) that *“no generation has faced a challenge with the complexity, scale and urgency of the one that we face”*. Former IAEA Director and UN Weapons Inspector Hans Blix asserted that climate change is a greater threat to humanity than international terrorism (11).

The food security ⇔ the food insecurity. The food production vs/and biofuel production.

Food security, one of the decisive determinants of societal security is threatened to fall into food insecurity, limiting the adequate physical, social and economic access of people to food. The main causes of this decline are represented by the current status of natural resources discussed above and the food price inflation.



Food commodity prices were relatively stable from 1974 to 2005, with some ups and downs caused by special climatic events. After that, world food prices have increased more steadily, being driven up by both sides of the food supply/demand equation. This equation shows that *“each year the world’s farmers must feed 80 million more people. In addition, some 3 billion people are trying to move up the food chain and consume more grain – intensive livestock products... Surging annual growth in grain demand at a time the earth is heating up, when climate events are becoming more extreme and when water shortages are spreading makes it difficult for the world’s farmers to keep up this situation, underlining the urgency of cutting carbon emissions quickly – before climate change spins out of control”* (12).

Climate change is caused by the accumulation of heat-trapping “greenhouse” gases and other pollutants in the atmosphere. Among the greenhouse gases, CO₂ accounts for 63 per cent of the recent warming trend, coming mostly from burning fossil fuels to generate energy for electricity, heating, transportation and industry. The most carbon intensive fossil fuel is coal (43 per cent), followed by oil (38 per cent) and natural gas (19 per cent). So, any effort to quickly cut CO₂ emissions means quickly reducing coal use (1).

Though an expanding use of oil in the last century allowed for a considerable increase in food production, urbanization and human mobility worldwide, many present reasons – geological constraints, geopolitical concerns, steady oil price inflation driving up food prices and, above all, its responsibility in climate change – are pleading for a transition to a new energy economy. One of the most reliable voices on this issue is that of Stavros Dimas, the European Commissioner for the Environment, saying: *“It is clear that the fight for the climate change is much more than a battle. It is like a world war that will last for many years ... It is like a war because to reduce emission something very like a war economy is needed”* (13).

There is a growing consensus on the fact that climate change imposes an economic mobilization of clean-energy technologies and other measures against greenhouse gases emissions on a scale to rival wartime. The UE response has arrived in *“Europe 2020 – a strategy for smart, sustainable and inclusive growth”* – on 3 March 2010 (14) with the “20/20/20” climate/energy targets (20 per cent less carbon – intensive conventional energy, 20 per cent increase in energy efficiency, 20 per cent of renewable sources of energy) to be met by 2020, including an increase to 30 per cent of emission reduction if the conditions are right (14).

The energy transition has already begun worldwide, the fossil sources being replaced by wind, solar, water and geothermal energy sources ; and a huge amount of experience is being gained on the accurate potential of these renewable resources in specific locations. Newer among the renewable sources of energy are the plant-based sources, namely energy crops, forest industry by-products, sugar industry by-products, urban waste, livestock waste, plantation of fast-growing trees, crop residues – all of which can be used for electrical generation, heating or the production of biofuels for cars.

Using a quasi-exhaustive amount of data, the Earth Policy Institute synthesized the world renewable energy capacity in 2008 and Plan B goals for 2020 (table 1).

Table 1. *World Renewable Energy Capacity in 2008 and Plan B goals for 2020*

SOURCE	2008	Goal for 2020
ELECTRICITY GENERATING CAPACITY	<i>(electrical gigawatts)</i>	
Wind	121	3,000
Rooftop solar electric systems	13	1,400
Solar electric power plants	2	100
Solar thermal power plants	0	200
Geothermal	10	200
Biomass	52	200
Hydropower	945	1,350
Total	1,143	6,450
THERMAL ENERGY CAPACITY	<i>(thermal gigawatts)</i>	
Solar rooftop water and space heaters	120	1,100
Geothermal	100	500
Biomass	250	350
Total	470	1,950

In view of the present intense debate on the dilemma food vs/and biofuels, a survey of the agriculture capacity to ensure food security, and to contribute to the new energy economy development reducing the economically disruptive climate change could be a matter of a closer scientific collaboration to be developed in the UEAA framework.

There is no doubt that food production and biofuel production enter in competition for agricultural natural resources.

The first competition is for available agricultural land areas, already limited by the above mentioned constraints. Moreover, massive acquisition of arable land in low-income countries, in which chronic hunger and malnutrition are commonplace, becomes a most disputed geopolitical issue. The land acquisition is mainly made by food-importing countries that have outrun their own land and water resources. The hidden aspect of land acquisitions is that they are also water acquisitions, the second live-supporting resource threatened to drop the living standards of millions of people below the survival level, leading to potentially unmanageable social tensions. An example is the Chinese firm ZTE International that secured rights to 2.8 million hectares in the Democratic Republic of Congo in order to produce palm oil. This oil is intended to produce alimentary oil or biodiesel fuel – confirming that the competition between food and fuel is showing up in land acquisitions, comprising also water acquisition (1). The land competition between food and biofuels is depending on local conditions. Developed countries dispose of lands under conservation (fallow), in contrast with developing countries where even marginal lands are used for less productive agriculture.

Crop species have been, also, disputed for their use either as food or fodder or as biofuels, especially those of the first generation of biofuels : maize, sugar cane, soybean. Biofuel production from the main crops has been developed already for some time in several countries. The two following well known cases illustrate the diverging points of view.

In the United States the existing biofuel production, came into focus in 2005, after the Hurricane Katrina had driven up oil prices. Very soon, maize-based ethanol distilleries became hugely profitable, unleashing a frenzy investment that converted one fourth of the 2009 grain harvest into fuels for cars. Since converting the entire grain harvest of US would produce only 16% of its fuel needs for cars, it was realized that placing energy markets in competition with food markets for scarce arable land would inevitably result in higher food prices. In fact, the price of grain became tied to the price of oil, and when the price of oil climbed, the world price of grain moved up toward its oil-equivalent value. If the fuel value of grain were to exceed its food value, the market will move the grain production into the energy economy.

Analyzing the price evolution between 2002 and 2008, a World Bank policy research working paper released in 2008 concluded that food prices had risen by 35 to 40 per cent, of which 70 to 75 per cent was attributable to biofuels, establishing that “*large increases in biofuel production in the United States and Europe are the main reasons behind the steep rise in global food production*” (15). However, a 2010 more thoroughly documented study of the World Bank [16] concluded that “*the effect of biofuels on food prices has not been as large as originally thought, but that the use of commodities by financial investors (the so-called “financialization of commodities”)* may have been partly responsible for the 2007-2008 spike”. As in the US, the governments of France, Germany and United Kingdom supported biofuels with tax breaks, mandated use and subsidies. These policies had the unintended consequence of diverting resources from food production and leading to surging food prices.

The second example concerning the relation between food and biofuels production is given by Brazil. That country has been considered till 2005 the world’s leading ethanol producer. The Brazil’s government claimed that their sugarcane-based ethanol industry had not contributed to the 2008 food crisis, a statement supported, by the two above mentioned World Bank reports (2008, 2010). Brazil asserted itself as the world’s first sustainable biofuel economy and as a model for other developing countries to produce ethanol profitably for export.

In Europe, the emphasis has been put on producing biodiesel from vegetable oil, mostly in Germany and France. In 2005, from 1.6 billion gallons of biofuel produced, 858 million gallons were biodiesel and 718 million gallons were ethanol extracted from grain (17). An OECD economic report published in 2008 (18) considered that trade restrictions, mainly through import tariffs, protected the domestic industry against foreign competitors, but imposed a cost burden on domestic biofuel users and limited alternative supplies. The report was critical regarding the reduction of greenhouse gas emissions achieved from biofuels used in Europe and North America, and considered that the current biofuel support policies would reduce the respective emissions from transport fuel by no more than 0.8 per cent compared to fossil fuels.

Since 2007, the concerns, criticism and controversy surrounding the food vs. biofuels problem became most acute, involving heads of states, inter-governmental organizations, such as FAO, the World Food Programme, the International Monetary Fund, the World Bank and European Union institutions.

The then US Senator for Illinois Barack Obama said in 2006 on the occasion of introducing BioFuels Security Act, that: “*It’s time for Congress to realize what farmers in America’s heartland have known all along – that we have the capacity and ingenuity, to decrease our dependence on foreign oil by growing our own fuel*” (19).

Jean Ziegler, then UN Special Rapporteur on Food, produced a sensational report on biofuels and their implications on food production, concluding that, while the arguments for biofuels in terms of energy efficiency and climate change are legitimate, the effects for the world’s hungry people of transforming wheat and maize crops into biofuel are “*absolutely catastrophic*”, and defined such use of arable land as a “*crime against humanity*” (20). However, the UN Secretary Ban Ki-moon called for a comprehensive review of biofuel policies and said that “*just criticizing biofuel may not be a good solution*” (21).

In the European Union similar debates have taken place, and till now biofuel production goals are followed despite mounting criticism from environmental agencies and fight against poverty advocates. The recommended policy is “*to move very carefully*”.

Better expectations and great R & D efforts are currently being put into the production of the second generation biofuels from non-food crops, crop residues and waste. Second generation biofuels could allow for a combined farming for food, fodder, fibres and fuel production with some associated advantages consisting in simultaneous energy generation, offering energetical independence for farms, either in developing countries, or in rural areas of the developed world. The energy independence of agricultural units is also beneficial, for diminishing greenhouse gas emissions from transportation.

The non-food crops used for biodiesel, like *Camelina*, *Jatropha*, *Miscanthus*, seashore mallow and mustard, can grow on marginal land where food crops would not be productive at all, thus removing the competition for arable land and the fear of the potential destruction of natural habitats being converted into farmland. Some of these non-food crops (e.g. *Camelina*) are able to grow in areas with limited rainfall that

cannot sustain corn or soybean without irrigation. Referring to *Camelina*, its virtually 100% efficiency deserves to be noted, because after oil extraction, the remaining parts can be used to produce high quality omega-3 rich animal feed, fiberboard and glycerin.

Second generation biofuels can be obtained also from non-edible cellulosic materials from different origins (corn stalks, switchgrass, miscanthus, wood chips). Commercial investment in such biofuel began in 2006-2007 and much of this investment went beyond pilot-scale plants. The world's first commercial wood-to-ethanol plant became operational in Japan in 2007, with a relatively small capacity of 1.4 million litres/year, followed by the first plant in US starting operation in 2008 with an initial output of 75 million litres/year.

Regarding waste, urban garbage and agricultural by-products, Lord Ron Oxburg, the chairman of D1 Oils, a UK-based biodiesel producer and a former chairman of Shell Transport and Trading said "*the fact remains that we throw a great deal away. On one estimate, the organic content of US urban garbage contains enough energy to meet more than half the fuel needs of all the cars in the country. This does not mean that this would be either a wise or practicable course, but it does emphasize the size of the energy resource that we discard. All of these starting materials can be treated with enzymes or gasified in a controlled environment to produce clean, synthetic vehicle fuels. The technology to do this is available today, but much more research and development is needed*" (22).

The same author released a synthetic and interesting opinion shared by us (23) about biofuels: "*Produced responsibly they are a sustainable energy source that need not divert any land from growing food nor damage the environment, they can also help solve the problems of the waste generated by Western society; and they can create jobs for poor where previously were none. Produced irresponsibly, they at best offer no climate benefit and, at worst, have detrimental social and environmental consequences. In other words, biofuels are pretty much like any other product*"; and : "*Nevertheless, no one pretends that biofuels are a complete answer to the world's energy problems. But we have to recognise that there is no one silver-bullet solution and, faced with a remorseless rise in world energy demand and damaging rises in atmospheric CO2 levels, it makes sense to use everything we can, including biofuels... In the longer term, biofuels cannot rely on preferential treatment and must become the fuel of choice not only in sustainability terms, but on cost as well. There is every prospect they will*".

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) BROWN Lester R. - *Plan B 4.0 – Mobilizing to save civilization*, 2009, W.W. Norton & Company, New York – London.
- (2) Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment – Stockholm 1972, <http://www.undp.org>.
- (3) Brundtland Report "*Our Common Future*", 1987, <http://www.are.admin.ch>
- (4) Rio Declaration on Environment and Development – The United Nations Conference on Environment and Development, 1992, <http://habit.igc.org>
- (5) PORRITT Jonathon – *Living within our means: avoiding the ultimate recession*, 2009, <http://www.forumforthe-future.org>
- (6) BROWN Lester R. – *World on the Edge – How to Prevent Environmental and Economic Collapse*, 2011, W.W. Norton & Company, Inc., New York, <http://www.wwnorton.com>
- (7) World Hunger and Poverty Facts and Statistics – *Number of hungry people*, 1969-2010, <http://www.worldhunger.org>
- (8) IEA 2008 – *World Energy Outlook 2008*, Paris, France, International Energy Agency
- (9) BEDDINGTON John, 2009. – *Food, Energy, Water and the Climate: a Perfect Storm of Global Events*
- (10) Undernourishment around the world – *The state of food security in the world*, 2009
- (11) STERN Nicholas – *The climate crunch*. In: *A Green New Deal*, 2008, <http://www.neweconomics.org>
- (12) BROWN Lester R. – *Rising temperatures raise food prices* – Earth Policy Release, Plan B Update, August 10, 2010, <http://www.earthpolicy.org>
- (13) DIMAS Stavros – *Climate change. Why a global response needs European Leadership*, 2007, http://europa.eu/rapid/press-releases_speech-07-08_en.htm

- (14) European Commission – Communication from the Commission – “*Europe 2020 – A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*”, 2010
- (15) World Bank Policy Research Working Paper – *A Note on Rising Food Crisis* – Donald Mitchell, 2008
- (16) World Bank Policy Research Working Paper – *Placing the 2006/08 Commodity Price Boom into Perspective* – John Baffes and Tassos Haniotis, 2010, <http://www.wds.worldbank.org>
- (17) BROWN Lester R. – *Starving for Fuel: How Ethanol Production Contributes to Global Hunger*, <http://www.theglobalist.com/>
- (18) Directorate for Trade and Agriculture, OECD – “*Economic Assessment of Biofuel Support Policies*”, 2008, <http://www.oecd.org/dataoecd/19/62/41007840.pdf>
- (19) The Boston Globe – “*New U.S. Congress looks to boost alternate fuels*” - Baltimore, Chris, 2007
- (20) MONBIOT George – *An Agricultural Crime against Humanity*, 2008, <http://www.monbiot.com/2007/11/06>
- (21) Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA, Grande-Bretagne) – Figures after exports, 2008, <http://www.defra.gov.uk/statistics>
- (22) OXBURGH Ron – *Fuelling Hope for the future*, 2007 www.couriermail.com.au/news/
- (23) HERA Cristian – *Potential and limits of renewable energy sources*. In: *Renewable Energy Resources, Production and Technology*. Editors: Cristian Hera, Volker Hoffman, Baiba Rivza; Union of European Academies for Science Applied to Agriculture, Food and Nature, Zinatne, Latvia, 9-14,2008.

UNANSWERED QUESTIONS BY RESEARCH IN THE FIELD OF FOOD SAFETY AND QUALITY

Dr. sc. administr. Ieva **Brence**¹, *acad.* Baiba **Rivža**²

Introduction

Food remains one of the most needed element of our life. Whether we live in order to eat or eat in order to live, we all have to use it daily. Though research on food issues develops in interaction with overall science, some food related issues stand up in scientific research, such as food safety and quality, that involve many themes, e.g. food insecurity in several regions.

Food safety is of crucial importance to the consumer, to food industry and to the whole economy (Jevsnik, 2008). A wise food policy serves mankind by advancing the humane goals of eradicating extreme poverty and hunger. However, these goals have recently been made more difficult to achieve by emerging forces including climate change, water scarcity, the energy crisis as well as the credit crisis (Hanjra, Qureshi, 2010). In particular, water and food management will face major challenges due to increasing uncertainties caused by climate change (Allouche, 2011).

The article aims at identifying some of the issues needing further research in the field of food safety and quality. Those unresolved questions are also still to be discussed in society at large.

1. *How to fight world hunger ?*

Technological change and greater inputs of capital have dramatically increased labour productivity in agriculture (Allouche, 2011). Nevertheless, the number of people suffering from hunger is also dramatic as well.

World population is projected to increase to about 9 billion by 2050. In response to population growth and rising incomes, worldwide cereals and meat demands have been projected to increase by 65% and 56%, respectively (de Fraiture et al., 2007). Today, most specialists tend to agree that the major issue is not scarcity per se, but rather, the allocation of food resources and that of water resources between different riparian states (Allouche, 2007).

In 2003-2005, 800 million persons suffered from hunger, in 2010 the number had increased to 925 million. Every 3.6 seconds a persons dies of hunger, 75% of them being children (UN, 2011).

Millenium Development Goal N° 1 is to reduce number of people living on 1\$ per day by 50% till 2015 (UNDP, 2007). However, the question will not be solved by scientists alone.

2. *How to ensure fresh water supply for all ?*

The underlying reasoning behind most statements about food and water wars derives from the Malthusian belief that there is an unbalance between economic availability of natural resources and population growth : while food production grows linearly, population increases exponentially (Allouche, 2011). That stand is supported by significant facts as far as water is concerned.

¹ Latvian Academy of Agricultural and Forestry Sciences

² Latvian Academy of Sciences.

The UN Secretary General Boutros Boutros Ghali acknowledged in the mid-1990's that the next war in the Middle East will be over water, not politics' (Butts, 1997). The debates over the likely impacts of climate change have again popularised the idea of water wars (Allouche, 2011). Half a billion people live in water-stressed or water scarce countries, and by 2025 that number will grow to three billion. Irrigated agriculture is the dominant user of water, accounting for about 80% of global water use (Molden et al., 2007). Global demand for water has tripled since the 1950s, but the supply of fresh water has been declining (Gleick, 2003). Continued increase in demand for irrigation water over many years has led to changed water flows, land clearing and the subsequently deteriorating stream water quality. Addressing environmental concerns and fulfilling urban and industrial water demand will require diverting water away from irrigation. This will reduce irrigated areas and their production and impact on future food security (Hanjra, 2010). Water scarcity, not a lack of arable land, will be the major constraint to increasing food production over the next few decades (UNDP, 2007). Population and income growth will increase the demand for irrigation water to meet food production requirements and household and industrial demand (de Fraiture et. al., 2007).

3. *How to face droughts and floods ?*

The possible impact of climate change on food accessibility and use has been neglected (Allouche, 2011). Hydro-meteorological records and climate change scenarios provide evidence that water resources are vulnerable with severe consequences for human security. Five hundred millions people worldwide currently live in countries where supply is chronically short; the Intergovernmental Panel on Climate Change predicts these numbers will rise as climate change affects surface water levels that depend on rainfall and glacial melting (Bates et al., 2008).

In relation to the water–food nexus, as climate temperature extremes are predicted to increase in frequency and intensity in future, droughts and floods may become more severe and more frequent. This could dramatically reduce crop yields, and livestock numbers and productivity especially in semi-arid areas. This means that the poorest regions with high levels of chronic undernutrition will also be exposed to the highest degree of instability in food production (Allouche, 2011).

4. *How to increase food production per ha by using less water and maintaining a safe environment ?*

Water for agriculture is critical for future global food security (Hanjra, 2010). The complementary analysis of global food and water systems is essential given that 70% of global freshwater is used for agricultural purposes. “Water for food” has become an important slogan in the current debates on poverty reduction and climate change in Sub-Saharan Africa (SSA). Recommendations from international commissions (e.g. UN Economic Commission for Africa), think tanks, national climate change adaptation plans, and also from the USA President Obama, call for increased investment in irrigated agriculture in SSA to improve food production, livelihoods and resilience of communities to climate variability and change (Allouche, 2011). Only 19% of agricultural land are cultivated with irrigation, but they provide 40% of the world's food (Molden et al., 2010).

5. *How to guarantee food of better quality ?*

Food safety generally refers to the content of various chemical and microbiological elements in food. More consumer awareness of food safety and quality issues, along with government and industry action, is bringing about a more preventive food chain approach — sometimes called “from farm to table” — in many countries, so as to improve traditional food safety systems (Burlingame, etc., 2007).

The concept of food quality should be considered on a much broader basis as the different demands of the manufacturer, the consumer, and the control and legislative bodies must be taken into account in order to obtain healthy and safe products without neglecting the associated economic and ecological issues (Muller and Steinhart, 2006). The authors consider the model of Peri (2004) to be one of the best for explaining food quality.

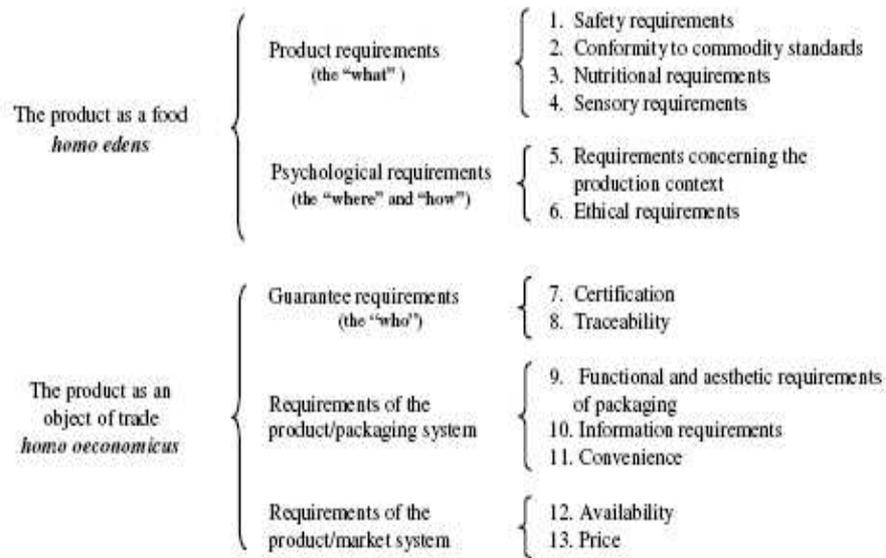


Fig. 1. An analytical model of food quality. From Peri et al. (2004).

Concerns about genetically modified foods, functional foods, high levels of nutrient additives and nutritional supplements are now being taken into consideration in the risk and safety activities of both the UN agencies, the Food and Agriculture Organization and the World Health Organization (Burlingame, etc., 2007).

Future food security depends on investment decisions made today for tackling climate change, conserving water and energy resources, developing and adopting new seeds, renewed investments in agricultural water, shoring up domestic food production, reforming international trade, and diversification of food production away from farming (Hanjra, 2010).

6. *How to ensure free trade in food without harming the poorest countries ?*

Several experts emphasize the need for free international trade in order to ensure global food security, as it enables supply and demand to be balanced across regions (Godfray et al., 2010). At the same time, alternatives should be found to avoid harming the poorest countries which cannot profit from the opportunities provided by global trade.

Developing countries are often ill-equipped to face the challenge of international trade (Schillhorn van Veen, 2003). The literature on free trade impact analyses is surprisingly scarce, given the need to evaluate claims that participation in the free trade chain brings advantages to producers (Becchetti and Constantino, 2008).

7. *How to ensure consumer confidence in food ?*

Due to a number of food-related incidents and reported outbreaks worldwide, consumer confidence has begun to vacillate (Jevnik, 2008). Meanwhile, a study in Turkey on knowledge and behaviours related to food safety of consumers having the main responsibility for food preparation at home found significant differences among education levels (Unusan, 2007). These findings increased concerns in this field and led to the recommendation that a national survey should be conducted, followed by a properly designed food safety public health campaign, to enhance household food safety awareness.

Investments are needed today for enhancing food security in the future. This requires action on several fronts, including tackling climate change, preserving land and conserving water, reducing the energy footprint in food systems, developing and adopting climate resilient varieties, modernising irrigation

infrastructure, shoring up domestic food supplies, reforming international food trade, and responding to other global challenges (Godfray et al., 2010).

Conclusions

Food safety and quality imply far more questions than those discussed above. Research on the related issues must be carried out, not only to reach relevant scientific results, but also to promote discussions within society on them, given their importance for every human being and for the world at large.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLOUCHE J., 2007. – The governance of central Asian waters: national interests versus regional cooperation. Disarmament forum (United Nations Institute for Disarmament Research), Vol. 4, pp. 45–56.
- ALLOUCHE J., 2011. – The sustainability and resilience of global water and food systems : political analysis of the interplay between security, resource scarcity, political systems and global trade. Food Policy Vol. 36, pp. S3–S8.
- BATES B.C., KUNDZEWICZ Z.W., WU S., PALUTIKOF J., (Eds.) 2008. – Climate Change and Water, Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp. www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climatechange-water-en.pdf
- BECCHETTI L. and CONSTANTINO M., 2008. – The effects of fair trade on affiliated producers: an impact analysis on Kenyan farmers. World Development. Vol. 36, No. 5, pp. 823–842.
- BURLINGAME B. and PINEIRO M., 2007. – The essential balance : risks and benefits in food safety and quality. Journal of Food Composition and Analysis, 20, pp. 139–146
- BUTTS K.H., 1997. – The strategic importance of water parameters : US Army War College Quarterly. Spring, pp. 65–83.
- De FRAITURE C., WICHELNS D., ROCKSTRÖM J., KEMP-BENEDICT E., ERIYAGAMA N., GORDON L.J., HANJRA M.A., HOOGEVEEN J., HUBER-LEE A., KARLBERG L., 2007. – Looking ahead to 2050 : scenarios of alternative investment approaches. In: Molden, D. (Ed.). Water for food, water for life : a comprehensive assessment of water management in agriculture. International Water Management Institute, London: Earthscan, Colombo, pp. 91–145.
- GLEICK P.H., 2003. – Global freshwater resources: soft-path solutions for the 21st century. Science, 302 (28), pp. 1524–1528.
- GODFRAY H., BEDDINGTON J.R., CRUTE I.R., HADDAD L., LAWRENCE D., MUIR J.F., PRETTY J., HANJRA M.A., QURESHI M.-E., 2010. – Global water crisis and future food security in an era of climate change. Food Policy , 35, pp. 365–377.
- JEVSNIK M, HLEBEC V, RASPOR P., 2008. – Consumers’ awareness of food safety from shopping to eating. Food Control, 19, pp. 737–745.
- MOLDEN D., OWEIS T., STEDUTO P., BINDRABAN P., HANJRA M.A., KIJNE J., 2010. – Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. Agricultural Water Management, Vol. 97 (4), pp. 528–535.
- MOLDEN D., OWEIS T.Y., STEDUTO P., KIJNE J.W., HANJRA M.A., BINDRABAN P.S. and associates., 2007. – Pathways for increasing agricultural water productivity. In: Molden, D. (Ed.), water for food, water for life : A comprehensive assessment of water management in agriculture. International Water Management Institute, London: Earthscan, Colombo, pp.279-310.
- MULLER A. and STEINHART H., 2007. – Recent developments in instrumental analysis for food quality. Food Chemistry Vol. 102, pp. 436–444
- PERI C., LAVELLI V., MARJANI A. 2004. – Qualita nelle aziende e nelle filiere agoalimentari. Ulrico Hoepli ed. Milano, Italia.
- ROBINSON S., THOMAS S.M., TOULMIN C., 2010. – Food security: the challenge of feeding nine billion people. Science, 327 (5967), 812–818.
- SCHILLHORN VAN VEEN T.-W., 2003. – International trade and food safety in developing countries. Food Control 16, pp. 491–496.
- United Nations Development Programme, 2007. – Human Development Report 2006 – Beyond scarcity : power, poverty and the global water crisis. UNDP, New York.

United Nations, 2011. – Secretary-General’s Cyril Foster Lecture 2011 on “Human Protection and the 21st Century United Nations”, Oxford, Grande-Bretagne, 02.02.2011.

UNUSAN N., 2007, – Consumer food safety knowledge and practices in the home in Turkey. Food Control 18, pp. 45–51.

AGRICULTURAL BIODIVERSITY FOR CONSUMER NEEDS

by Prof. Mariusz K. Piskula¹

The perspective from which we look at, and how we understand, the relation between agricultural biodiversity vs. nutrition and health depends on where we are in terms of society development and/or economic status. For societies where food availability is still a problem, survival is a primary goal. In contrast, in wealthy countries, where safe food is usually not a problem, it is the extra benefits coming with food that are the targets - well-being including disease prevention or, even, cosmetic effects.

Humans, as an inherent part of the ecosystem, are diverse, starting from polymorphism through personal preferences to age, health status or daily activity. This generates varied dietary needs. The economically driven attitude toward food is that it has to be safe, cheap, all-year available and providing a high load of energy. All this generates high human pressure on the agricultural resources resulting in the loss of their biodiversity. Apart from that, there is a parallel demand for diverse food with pro-health value, but it can be only satisfied when a biodiverse environment is available.

Soon, the food market will be more and more 'fork to farm' oriented. Personalized nutrition is already a subject of research. It could be obtained pharmacologically by using pure compounds, extracts or concentrates in individually designed formulas or via a dietary approach, through proper diet composition. Obviously the latter way will require availability of a wide range of recognized diverse natural resources, thus promoting agricultural biodiversity. This does not mean that 30 or more different apple varieties are expected to be available in the supermarket; it means that probably there will still be a few varieties, but selected not because of their technological parameters (i.e. resistance to pesticides, to post-harvest treatments, transportation, attractive look or long shelf life), but with primary consideration of their health value. In other words, food should be consumer, not producer oriented.

One cannot separate nutrition from health. Proper nutrition should provide all health benefits. When health is understood in the physiological dimension, it can be secured through the wise utilization of diverse natural resources and diet composition – assuming that agricultural biodiversity is available. In this respect, biodiversity protection is of crucial value.

In urbanized populations, mental and emotional problems resulting from the town life style are often an issue. In some cases a remedy for such health problems could be the interaction with a biodiverse environment. This includes the need for enjoyable food (very often traditional) as well as the need for diverse landscapes related with tourism, all providing necessary time for relaxation. Again, also in socio-economic and cultural dimensions, biodiversity is linked with human health.

¹ Polish Academy of Sciences.

SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET SCIENCES SOCIALES EN RUSSIE

par Ivan G. **Ouchatchef**¹ et Ghennady **Romanenko**²

1. La sécurité alimentaire est une partie intégrante et importante des systèmes de sécurité mondiale et régionale. Elle joue le rôle de garant de la sécurité nationale de chaque pays, elle est aussi le facteur de sauvegarde de la structure d'État et de sa souveraineté, partie intégrante et importante de sa politique démographique, condition indispensable de la réalisation de sa priorité nationale stratégique, relevant de la qualité de vie de ses citoyens.

2. Le sommet du « Groupe des huit » qui a eu lieu en Italie (Aquila, 8-10 juillet 2009) a adopté la Déclaration commune sur la sécurité alimentaire mondiale, où ont été déterminées les directions principales de la coopération internationale. Il y était en particulier affirmé l'intention de créer un partenariat mondial dans le domaine de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, ainsi que l'obligation de mobiliser 20 milliards de dollars US au cours des trois prochaines années afin d'assurer le développement stable de la production agricole.

Les organisations internationales prennent une série de mesures pour le suivi de la situation présente en matière de sécurité alimentaire, et apportent des aides diverses aux pays qui se trouvent dans une situation alimentaire difficile.

La nécessité d'une révision du système mondial de gestion des problèmes de la sécurité universelle (dans le cadre du Programme « Le partenariat mondial pour l'agriculture, la sécurité alimentaire et la nutrition ») est liée à l'augmentation du nombre des personnes souffrant de la faim dans le monde. Un système de gestion renouvelé mondial doit être basé sur la restructuration des institutions existantes afin de réagir plus efficacement à la manifestation des effets néfastes de la crise sur l'agriculture et la sécurité alimentaire.

3. Au sommet APEC-2010, les leaders des pays de la zone Asie-Pacifique ont prolongé le moratoire sur les droits de protection dans le commerce et l'investissement. En même temps, ils n'ont pas pu progresser dans la création d'une zone de libre-échange dans cette même région, bien qu'ils aient pris la décision de prendre des mesures concrètes dans ce sens.

4. La Fédération de Russie prend une part active à la coopération internationale et à la consolidation de la sécurité alimentaire. A noter qu'en 2007 ont été définis les principes de l'assistance au développement international, qui spécifient les directions générales de la politique de la Russie dans le domaine de l'aide financière, technique, humanitaire ou autre aux pays étrangers visant à contribuer à leur développement économique et social. En 2010, la Doctrine de sécurité alimentaire de la Fédération de Russie a été adoptée par un décret présidentiel.

5. Du fait de la crise mondiale économique et financière, beaucoup de pays éprouvent de grandes difficultés à assurer leur sécurité alimentaire. La situation est devenue de plus en plus compliquée à cause de la mauvaise récolte des principaux pays producteurs de céréales en 2010. En 2011, la situation reste toujours inquiétante. L'augmentation des prix des produits alimentaires et des matières premières agricoles entraîne des effets négatifs sur le niveau de vie dans plusieurs pays, et a créé une instabilité politique et sociale dans les pays en voie de développement, remettant en cause les objectifs d'éradication de la faim et de la pauvreté.

La hausse des prix alimentaires en 2010 a préoccupé l'ensemble de la communauté internationale. D'après ce que nous savons, à l'occasion de sa présidence du G-20, la France envisage des initiatives visant à l'augmentation de la transparence du commerce des matières premières agricoles et au renforcement du contrôle du fonctionnement des marchés financiers correspondants. De son côté, la Commission Européenne

¹ Vice-président de l'Académie des sciences agricoles de Russie, Directeur de l'Institut de recherche d'économie rurale de Russie, Membre de l'Académie des sciences agricoles de Russie, membre étranger de l'Académie d'Agriculture de France.

² Président honoraire de l'Académie des sciences agricoles de Russie.

juge nécessaire de limiter les spéculations sur les produits alimentaires par le contrôle des fluctuations des prix d'une liste limitée des produits de base sur les marchés des pays producteurs et consommateurs.

6. La FAO étant l'enceinte principale du dialogue international, et en même temps la première organisation intergouvernementale susceptible de mettre en œuvre les décisions prises par la communauté mondiale dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture, son Comité sur la Sécurité alimentaire pourrait jouer un rôle majeur pour la mise en œuvre de l'initiative visant à stabiliser les marchés agricoles mondiaux.

7. La science économique agricole doit jouer un rôle important dans la garantie de la sécurité alimentaire nationale, régionale et mondiale, et tout d'abord dans l'appréciation des conséquences sociales et économiques de la tendance dominante actuelle vers la régionalisation des liens mondiaux.

L'apparition d'un grand nombre d'accords bilatéraux sur la création de zones de libre-échange peut conduire à des conséquences imprévues et négatives.

Les mêmes problèmes existent aussi dans l'UE comme en témoignent les froissements sérieux dans les relations entre les producteurs agricoles européens et la Commission Européenne. Naturellement, les économistes agricoles doivent assumer la responsabilité de fournir une évaluation macroéconomique de toutes les conséquences de l'intégration et de la réintégration, ainsi que des pronostics particuliers dans le domaine de la formation des prix, du volume de la production agricole, des matières premières, de l'alimentation et de l'emploi des producteurs agricoles.

8. L'utilisation dans l'agriculture des bio et nanotechnologies pose à la science agricole des problèmes très complexes. En Russie comme aussi dans l'Union Européenne, il existe des désaccords entre les scientifiques, divisés entre partisans et adversaires de l'utilisation des méthodes de bio-ingénierie dans la science agricole et dans la production.

Plus argumentée dans ce sens sera la science agricole, moins nombreux seront les obstacles à surmonter par les porteurs du progrès scientifique et technique dans l'agriculture.

OUÙ VA LA RECHERCHE AGRONOMIQUE EUROPÉENNE ? WHICH FUTURE FOR AGRONOMIC RESEARCH IN EUROPE ?

CONCLUSION

par Guy **Paillotin**¹

Lorsque j'étais président de l'INRA – l'Institut national de la recherche agronomique française – j'ai fait tout mon possible pour rapprocher les instituts de recherche européens, à l'époque, ceux de l'Europe de l'Ouest. Mon but était d'unir ces instituts dans un tout commun. Avec un complice, le Président du Centre de recherche de Wageningen aux Pays-Bas, nous avons failli y réussir. Une solution moins ambitieuse que la fusion des instituts a finalement été choisie, il s'agit d'EURAGRI.

Plus tard, à la demande de notre ministre de l'Agriculture et de la Communauté Européenne, je me suis rendu à Prague, avec une délégation française pour prêcher la bonne parole de l'élargissement de l'Europe vers l'Est. Il est extrêmement important que l'Europe en général, que l'Europe scientifique aussi et que l'Europe de la recherche agronomique s'élargissent aux pays de l'Est. C'est finalement un des rôles majeurs de l'Union européenne des Académies d'Agriculture et c'est pourquoi nous y adhérons.

Et puis, nos Académies peuvent aller plus loin, faire plus et sans complexe, que ce que peuvent faire nos responsables politiques. Alors combien je me réjouis de voir ici le Président de l'Académie d'Ukraine – à laquelle j'appartiens d'ailleurs – et le Président de l'Académie de Russie, mon très cher ami Ghennady Romanenko.

Cette Europe encore élargie me plaît en ce sens qu'elle correspond à la vision gaullienne d'une Europe allant de l'Atlantique à l'Oural. Nous appartenons à un continent qui a son mot à dire sur la scène internationale. Nous avons sur bien des points la même culture.

Quelle est à cette échelle le futur de la recherche agronomique, c'est naturellement celui que nous allons construire ensemble. Les interventions de cet après-midi ont mis en avant beaucoup de questions de grande ampleur. Elles constituent autant d'éléments que nous pourrions retenir et travailler entre deux séances annuelles de façon à créer progressivement une harmonie entre nos vues. Notons qu'aux États-Unis, les scientifiques sont mobilisés à chaque discussion au sein de l'OMC, alors que nous agissons de façon moins concertée, même si des progrès ont été accomplis. Nous devons chercher à avoir de l'influence dans ces débats mondiaux qui impliquent la recherche, que nous le voulions ou pas.

Nous avons aussi un devoir d'annonce auprès de nos concitoyens, nous savons des choses, nous mesurons des évolutions alors que notre société manque de repères. Ainsi pourrions-nous aborder ensemble les problèmes de la sous-nutrition, de la malnutrition, de la sauvegarde de l'environnement ou du changement climatique.

Je voudrais terminer cette conclusion en rappelant que pour célébrer notre 250^e anniversaire, nous avons choisi le thème de la « solidarité », au sein même de l'agriculture, entre l'Est et l'Ouest, entre le Nord et le Sud, et je crois qu'aujourd'hui nous avons bien travaillé ce thème.

Nous avons été touchés par votre présence, votre attention, vos marques d'amitié.

Merci de tout cœur.

¹ Secrétaire perpétuel de l'Académie d'Agriculture de France.

250^e Anniversaire de l'Académie d'Agriculture de France

LES HOMMES ET L'EAU : AGRICULTURE, ENVIRONNEMENT ET ESPACE MÉDITERRANÉEN

INTRODUCTION

par Jean-François **Morot-Gaudry**¹

Cette séance, est la troisième de commémoration du 250^e anniversaire de l'Académie d'Agriculture de France, elle fait suite aux deux séances précédentes, la première sur le système alimentaire mondial : quels enjeux pour le 21^e siècle (Conseil Économique, Social et Environnemental), la seconde sur les traces des domestications et des migrations en agriculture à l'heure de la génomique (Académie des Sciences).

En début de cette séance, nous sommes honorés d'accueillir Madame **Elinor Ostrom**, Prix Nobel d'Économie et membre de notre Compagnie. Madame E. Ostrom nous entretiendra de la gestion collective des biens communs, thème d'actualité dans ce cycle de conférences qui portent sur la solidarité. En effet, la gestion de l'eau est très liée à la gestion des ressources naturelles prenant en compte à la fois les besoins de la Société et les préoccupations environnementales. Ce sujet mobilise aujourd'hui une attention renouvelée ainsi que l'atteste la série de manifestations qui lui sont consacrées.

L'eau est un bien commun indispensable à la vie. En zones méditerranéennes, l'eau s'inscrit à la fois dans un contexte de traditions et d'innovations, selon l'origine et la disponibilité locale de la ressource. Les enjeux et la gestion de l'eau se globalisent rapidement à travers le commerce mondial alors que sa caractéristique essentielle est d'être une ressource locale. La région méditerranéenne se trouve actuellement au cœur des enjeux de ressources en eau et de sécurité alimentaire. Une des grandes questions actuelles est de savoir comment gérer l'eau, tant au plan national qu'international, dans un futur changeant ? Cette séance nous informera du cycle de l'eau, des besoins en eau et des politiques de gestion en prenant en exemple les pays méditerranéens qui ont depuis des lustres acquis dans ce domaine un grand savoir-faire.

L'Académie remercie les Établissements Pierre-Fabre pour leur générosité et leur soutien dans la réalisation de cette séance qui se déroule à l'UNESCO. Elle remercie également Monsieur **Ghislain de Marsily** qui s'est beaucoup investi dans l'organisation de cette séance et sans qui cette manifestation en ces lieux prestigieux n'aurait pas eu lieu.

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

LES HOMMES ET L'EAU : AGRICULTURE, ENVIRONNEMENT ET ESPACE MEDITERRANEEN

Les enjeux de l'eau en zone méditerranéenne

par Ghislain de Marsily¹

Avant-propos

En guise d'ouverture à ce colloque sur *Les hommes et l'eau : agriculture, environnement et espace méditerranéen*, il m'a paru utile de conduire un bref rappel, un survol, du rôle qu'a joué, au cours de l'histoire du développement, le bassin méditerranéen, qui fut sans doute le berceau de notre civilisation actuelle, au moins dans la partie du monde où nous vivons. Cette force de la civilisation méditerranéenne, ou plutôt des civilisations méditerranéennes, est due justement à ses ressources, à son agriculture, à sa capacité à gérer l'eau, à ses peuplements successifs, à son histoire. On retrouve dans cette histoire de grandes constantes, dont la première est peut-être la volonté de bâtir des empires, suivie de l'importance des échanges, et enfin des fréquents changements de donne politique. N'étant pas historien, je me suis basé, pour rappeler à grand pas cette histoire, sur le merveilleux livre de 1963 de l'historien Fernand Braudel « *Grammaire des Civilisations* », encore impressionnant par sa pertinence ; j'ai en particulier beaucoup puisé dans sa première partie, *L'islam et le monde musulman*. Je me suis aussi inspiré de cet autre livre remarquable, cette fois d'un biologiste de l'évolution devenu géographe, Jared Diamond, *De l'inégalité parmi les sociétés* (1997), où l'auteur s'est posé la question : *Pourquoi une telle domination de l'Eurasie dans l'histoire ? Pourquoi ne sont-ce pas les indigènes d'Amérique, les Africains et les aborigènes australiens qui ont décimé, asservi et exterminé les Européens et les Asiatiques ?* Il conclut son analyse, inspirée peut-être de l'idéologie de Samuel Huntington, en avançant que l'inégalité entre sociétés est liée aux différences de milieux, et non aux différences entre les populations. Il insiste notamment sur le rôle de la *production alimentaire*, qui nous intéresse ici, puis sur le rôle de la *géographie* dans la diffusion de l'écriture et de la technologie, et enfin sur le rôle des maladies endémiques, qui selon lui *ont tué plus d'indigènes américains et non-eurasiens que les fusils ou les armes d'acier des Eurasiens*. Je rechercherai ainsi, dans l'essor des civilisations méditerranéennes, ce qui peut être rattaché aux particularités de la géographie, aux ressources naturelles, ou à la diffusion des technologies.

En conclusion, j'utiliserai des projections tant démographiques que climatiques, issues du récent rapport de l'Académie des Sciences (2011) sur *Démographie, Climat et Alimentation Mondiale*, pour tenter une analyse prospective du développement au cours du 21^e siècle, de la région méditerranéenne, basée sur ses ressources humaines et naturelles, sur le poids de l'histoire, sur les rapides évolutions politiques actuelles, et sur la place que pourra y jouer l'agriculture.

Quelques repères chronologiques

L'Antiquité

La majeure partie de la région méditerranéenne est aride. Elle était autrefois, avant que l'homme ne s'en mêle, bien plus riche en forêts qu'elle ne l'est aujourd'hui, forêts d'essences nobles comme le chêne, propices à la construction des navires. Le peuplement de la région s'est donc fait le long des côtes, dont la longueur est exceptionnelle par rapport aux territoires, vu l'extrême morcellement des continents, la voie maritime ayant été majeure dans le développement et l'organisation des pouvoirs. Sous cette forêt existaient des sols tout à fait convenables, mais très vulnérables dès qu'ils sont nus après déforestation et mise en culture, du fait du fort potentiel érosif des pluies méditerranéennes ; l'homme a souvent laissé s'éroder la terre, aboutissant au maquis que nous connaissons. René Dubos (1972) parle des paysages « ruginisés » de la Grèce, quand tout le sol a été emporté. La rareté de l'eau l'a cependant contraint à développer une gestion

¹ Membre de l'Académie d'Agriculture de France et de l'Académie des Sciences

élaborée de cette ressource, allant des transferts lointains par aqueducs, aux aménagements agricoles en terrasses, au développement de l'irrigation, et à la réduction du ruissellement par d'innombrables petits aménagements agraires facilitant l'infiltration. Il existe ainsi dans la région méditerranéenne une antique tradition de sociétés façonnées par la maîtrise et le partage de l'eau et la mise en valeur des sols.

La région méditerranéenne fut le point de passage obligé entre l'Afrique et l'Eurasie à l'aube des civilisations précédant le néolithique. C'est en Espagne, il y a environ 30 000 ans, que s'est définitivement achevée l'histoire de l'homme de Neandertal, remplacé par celui de Cro-Magnon (*Homo sapiens*), dans des circonstances encore mal connues, mais sans doute liées au climat. Le « Croissant fertile » a été probablement le lieu de naissance il y a 10 000 ans, au moins dans cette partie du monde, de l'agriculture, de la sélection des céréales panifiables, de l'olivier, de la vigne, de la rose. L'élevage, en revanche, aurait eu pour origine l'Inde ou encore l'Éthiopie.

Le Sahara, encore vert et habité il y a 6 000 ans, n'a jamais été une barrière entre la zone méditerranéenne et l'Afrique subsaharienne, il a été sans cesse traversé par les caravanes, depuis la plus Haute antiquité, et en particulier depuis l'arrivée du dromadaire en Afrique du Nord, aux premiers siècles de notre ère (Gauthier, 1923). L'empire des Garamantes (probables ancêtres des Touaregs) a connu son apogée environ 3 000 ans avant notre ère, mais les sources à leur sujet restent très maigres ; leur capitale était la ville Lecpis Magna, l'actuelle Germa dans le Fezzan en Libye, elle aurait été peuplée de guerriers qui sillonnaient le désert sur des chars tirés par quatre chevaux, et qui y maintenaient une série d'oasis luxuriantes, qui auraient subsisté jusqu'au temps des Sévères, autour de l'an 200, ou peut-être jusqu'à la conquête Arabe en 642...

L'Égypte fut la première grande civilisation bordant la Méditerranée, bien que plus tournée vers l'intérieur que vers la mer ; elle fut puissante grâce à la fertilité de la plaine du Nil, ayant permis une agriculture irriguée et fertilisée par les crues ; mais on sait aussi que la variabilité du climat posait aux Égyptiens de sérieux problèmes, dont la Bible retrace certains épisodes avec les années de « vaches grasses » et celles de « vaches maigres ». On dispose à ce sujet d'un enregistrement d'une exceptionnelle longueur des niveaux du Nil, de l'an 622 à 1922, maxima et minima annuels au Nilomètre de l'île de Rodah, au Caire, avec quelques lacunes [Kondrashov *et al.*, 2005]. On y voit à la fois des fluctuations périodiques, des tendances à long terme, et des événements extrêmes tant de hautes eaux que de sécheresses. Ce type d'événements a façonné l'histoire économique et humaine de toute la région méditerranéenne, car il a fallu apprendre à gérer ces fluctuations climatiques naturelles, constituer des stocks, développer le commerce et l'artisanat pour palier, par les échanges, les déficits alimentaires récurrents. Faut-il y voir la cause première de la volonté de bâtir des empires, fortement ancrée dans l'histoire méditerranéenne, pour rendre plus résiliente une civilisation aux ressources étendues ?

Il faudrait parler de la civilisation Perse, de Darius, Cyrus, Cambyse... Car ce serait en effet en Perse qu'auraient été inventées les khanats, ces longues galeries souterraines qui permettent de capter les nappes proches de la surface, et qui se sont étendues à tout le Moyen-Orient et à l'Afrique du Nord, où elles sont appelées foggara, ou rhetara, et dont certaines fonctionnent encore aujourd'hui, en particulier en Algérie. Mais d'aucuns prétendent que ce serait en Chine, dans le désert du Takla-Makan, qu'elles auraient été inventées, et importées dans la zone méditerranéenne par la « route de la soie ». A moins que ce ne soit l'inverse, une exportation vers la Chine depuis la Perse ? Cette technique de captage des eaux souterraines a en tous cas permis l'implantation de palmeraies et la mise en valeur du désert.

Sur la rive Est de la Méditerranée, du temps de la splendeur de l'Égypte, fleurissaient aussi d'autres civilisations, sur les bords du Tigre et de l'Euphrate, passées maîtres dans l'art de l'hydraulique et de l'irrigation ; je pense par exemple à la cité d'Ougarit, dans l'actuelle Syrie, qui a été détruite au 12^e siècle avant notre ère par les « gens de la mer », des peuples dont l'origine est encore inconnue, mais qui pourraient, dit-on, être venus d'Asie, par les rivages de la Mer Noire. Pour s'en prémunir, les Égyptiens les auraient refoulés et cantonnés en Palestine, où ils se seraient établis pour prendre ensuite le nom de Philistins. Par ailleurs, c'est dans cette partie orientale de la Méditerranée qu'a été développée, par les Phéniciens, la technique du captage des sources sous-marines, qui sont très nombreuses en Méditerranée, particulièrement au Liban, en Syrie, en Grèce ; cette technique est aujourd'hui perdue (on amenait l'eau douce en surface au moyen d'entonnoirs en cuir renversés). Les civilisations en Méditerranée orientale se succèdent, Tyr compte au moins vingt-sept niveaux archéologiques, témoins de villes chaque fois reconstruites sur les ruines de la ville précédente. Issus de cette région, les comptoirs Phéniciens - dont fera partie Carthage, construite au 9^e siècle avant notre ère - essaient le long des côtes.

On peut situer en Mésopotamie, près de Babylone, l'apparition des premiers déboires de l'agriculture irriguée, selon Bowers (1990). Les premiers canaux d'irrigation sont construits à partir des eaux du Tigre et de l'Euphrate, en l'an 4 000 avant notre ère environ ; mais les sols irrigués ne sont pas assez drainés et les sels s'accumulent, avec remontée vers la surface des nappes. En l'an 3 500, les cultures se répartissent à 50-

50 entre le blé et l'orge ; en 2 500, l'orge, plus tolérante au sel, représente 80% des cultures, et en 1 700, il n'est plus possible de cultiver le blé, les sols étant devenus trop salés.

Il faudrait parler des Grecs, de Troie – puissante du 12^e au 8^e siècle av. J.C. – d'Athènes, d'Aristote et de l'éclosion de la science, de la philosophie, d'Antioche, d'Alexandre et de ses conquêtes en Egypte, en Asie. Toute cette force, toute cette puissance militaire découlent de la richesse agricole, de la capacité des ruraux à nourrir et faire vivre les villes, à soutenir les armées ; un des éléments moteurs du développement est sans nul doute, et pour toutes les régions, que l'agriculture soit suffisamment productive pour permettre de créer une société avec des fonctions économiques diversifiées. Les militaires peuvent alors se lancer dans des conquêtes, en développant de nouvelles techniques de combat, comme par exemple en Grèce au 8^e siècle avant notre ère, la révolution dite « hoplitique », qui a consisté à remplacer le combat individuel par le combat collectif, l'individuel par le collectif d'une manière plus générale. Puis il faudrait parler de l'Italie, des Étrusques, de la naissance de Rome, de l'Empire Romain, qui peu à peu s'étend sur toute la région méditerranéenne, rappeler l'effacement relatif de la Grèce, puis les guerres puniques, la guerre des Gaules, la prise du pouvoir en Égypte et au Moyen-Orient. La maîtrise par Rome de la grande hydraulique, des grands aqueducs, des grands travaux, fera que Rome couvrira l'essentiel du monde Méditerranéen de ces grands aménagements, qui vont de pair avec une autorité centralisée forte, militarisée, qui veille au maintien de l'ordre et des équipements. Deux techniques avaient été inventées par les Romains pour faire franchir aux aqueducs les vallées : celle du pont - comme le Pont du Gard - dont il reste de nombreux exemples, mais aussi celle du siphon par conduite étanche en plomb, dont il reste encore quelques aménagements en plan incliné, le plomb ayant disparu, bien que des conduites en plomb romain subsistent encore à Rome et soient toujours utilisées aujourd'hui. Rome a aussi mis en valeur les grandes plaines deltaïques, irriguées par la petite hydraulique des canaux, comme celle du Pô, celle du Rhône, et bien d'autres.

Les premiers siècles de notre ère

Puis vint la mutation, ou la décadence, de Rome. Une intéressante étude a été menée par Sander van der Leeuw (2005), sur les causes de l'abandon des terres irriguées de la basse vallée du Rhône, autour du 2^e siècle, le système d'irrigation par canaux construit par les légionnaires ayant été abandonné, ainsi que les exploitations agricoles. S'est-il agi d'une crise climatique ? D'une invasion par les barbares ? Il semble que non. L'ardeur des légionnaires à construire et à faire fonctionner ces systèmes d'irrigation se serait peu à peu estompée avec les générations, causant l'abandon et la décadence. On pense aux délices de Capoue, qui avaient déjà affaibli au 2^e siècle avant notre ère, les vaillants guerriers puniques... Alors survinrent, au 4^e et 5^e siècle, les grandes invasions barbares, les Ostrogoths, les Wisigoths, les Vandales... dont certains poursuivirent leur migrations jusqu'en Afrique du Nord et adoptèrent en partie la civilisation romaine. Mais si Rome s'effaçait à l'Ouest, elle s'est maintenue encore pendant plus de mille ans à Byzance, avec l'Empire d'Orient, depuis la fondation de Constantinople en 330 jusqu'à sa prise par les Turcs en 1453. Au même moment, l'Europe du Nord en était encore à l'âge de fer, et procédait à des sacrifices humains, sur les bords de la mer Baltique !

L'Islam

Un événement majeur en Méditerranée fut la création de l'Islam par le Prophète Mahomet, entre 610 et 632, puis la diffusion du Coran. La fulgurante conquête islamique de l'Afrique du Nord et de l'Espagne se fit en moins de 100 ans, avec l'arrêt à Poitiers en 732, grâce à l'utilisation par les Francs d'une puissante cavalerie lourde. Cette conquête a cependant entraîné la disparition de l'église chrétienne présente dans les anciennes provinces romaines d'Afrique du Nord, dont faisait partie par exemple Saint-Augustin. Mais certaines parties du Sud de la France resteront longtemps sous l'obédience musulmane de Cordoue. Il faudrait parler de la richesse de ce nouvel empire arabe, de ses philosophes, du développement des sciences, de son admiration pour les philosophes grecs : c'est la traduction d'Aristote en arabe, qui permettra sa « redécouverte » à la Renaissance, par une traduction de l'arabe au latin ! Ce point est cependant parfois partiellement contesté. L'apogée du monde musulman se situe du 8^e au 12^e siècle, elle est avant tout basée sur l'excellence de la maîtrise de l'eau et de l'agriculture irriguée, soutenue par de profonds changements dans la structure de l'économie et du système des échanges à l'époque médiévale. On en revient en effet à cette loi de base : il faut que l'agriculture soit suffisamment productive pour que les autres fonctions, économiques, culturelles, politiques de la société, se développent. Puis vinrent les revers, un peu comme la décadence de Rome. Ils débutèrent par la perte progressive de la suprématie maritime en Méditerranée. Il y eut d'abord la conquête de la Sicile par les Normands (1060-1091), puis les Croisades (1095-1270), nouveau conflit et tentative de reconquête, qui amenèrent en Europe de nombreuses évolutions, comme par exemple l'importation de nombreux végétaux du Moyen-Orient, dont la rose, les prunes, etc. Ce fut aussi la montée en puissance de Venise, de sa flotte et de son commerce, la route de la soie, Marco Polo (1254-1324). Notons

cependant que les *boutres* arabes de l'Océan Indien avaient déjà gagné Canton dès le 9^e siècle et y maintinrent leur suprématie bien plus tard, comme l'illustre la légende de Sindbad le marin dans les Contes des Mille et Une Nuits. Puis vinrent les invasions mongoles, Gengis Khan (1155-1227), les pyramides de crânes de Bagdad en 1258... Delhi est conquise par Tamerlan en 1398. La cause de la décadence de l'Islam est-elle interne, le conflit entre la religion et la philosophie, comme le pensent certains ? Est-elle le fait des barbares ? Ou plus probablement est-elle due à la perte de la suprématie maritime par les flottes arabes ? Braudel pense que c'est là la vraie raison.

L'empire Ottoman, né en 1350, prend alors le relais de la domination arabe au sein d'un espace méditerranéen islamique qui, décidément, se conçoit comme un empire. La grande crise économique mondiale, qui a affaibli l'Islam et l'Europe au 13^e, 14^e et 15^e siècle, prend fin avec l'arrêt de la Guerre de Cent ans (1453), qui est aussi l'année de la prise de Constantinople par les Turcs et la fin de l'empire Byzantin. En 1492, les Rois Catholiques Ferdinand et Isabelle reprennent Grenade et bontent les musulmans et les juifs hors d'Espagne, le roi Boabdil qui a perdu Grenade se fait dire par sa mère, *pleure comme une femme ce que tu n'as pas su défendre comme un homme*. On ne peut s'empêcher de penser là encore à la chute de l'empire Romain...

Le nouveau Monde

1492, c'est aussi la découverte du Nouveau Monde, les galions chargés d'or, le peuplement de l'Amérique latine par les Méditerranéens, l'exportation de l'idée de bâtir des empires. Il faut se souvenir que l'or d'Amérique, les Espagnols n'en ont en définitive pas fait grand chose... si, du luxe, des châteaux, de la pacotille, et l'argent s'est en définitive accumulé dans les coffres de l'Europe du Nord, nous en reparlerons. Sous le règne de Charles Quint (1500-1558), l'un des nouveaux empires de la Méditerranée s'étend alors jusqu'à la Hollande ! Au même moment, l'empire du Grand Mogol à Delhi (1526) est conquis par Baber, un Musulman du Turkestan, qui se dit descendre de Gengis Khan, avec ses mercenaires musulmans, Mongols et Turcs... La Méditerranée s'est donc « étendue » au même moment sur deux nouveaux empires, l'un à l'Est et l'autre à l'Ouest ! Mais l'histoire se répète, la grande défaite navale de Lépante, en 1571, marque le début du déclin de la puissance maritime ottomane ; mais il faudra attendre l'évacuation des troupes ottomanes de Belgrade en 1690 pour commencer à voir l'Empire ottoman reculer en Europe. Peu après survient la décadence maritime irrémédiable de toute la région méditerranéenne, avec la défaite de l'Invincible Armada (1588), et la prise du pouvoir maritime par l'Europe du Nord. D'après Braudel, cette perte de la puissance maritime de la Méditerranée, qui est selon lui la cause première de son déclin face à l'Europe du Nord (dont Braudel ne se remet pas !), est la conséquence de la déforestation, de la perte en sols, de la mauvaise gestion de ses massifs forestiers par les Méditerranéens, induisant un déficit en bois d'œuvre pour la construction des navires. Dans un certain sens, on peut dire que les Européens du Nord ont trouvé en l'Amérique du Nord un moyen de contourner la Méditerranée, et d'y développer une économie différente.

La colonisation

Passons le Petit Âge glaciaire, 1550-1850, la Renaissance, la lente construction (belliqueuse) de l'Europe actuelle, Bonaparte, la campagne d'Egypte, suivie de la colonisation de la Rive Sud par la Rive Nord : à ce sujet, il faut noter le rôle joué par l'Inde, car la Méditerranée devient le lieu de passage obligé de cette route qui conduit les Européens, en particulier les Britanniques, à l'Inde. On colonise l'Egypte et les rives méditerranéennes parce qu'au 19^e siècle, l'on veut sécuriser cette route commerciale fondamentale, rendue dangereuse par la piraterie. Jusqu'au milieu du 19^e siècle, la colonisation a pour but de fournir de l'espace à une population rurale métropolitaine en croissance, avant que la révolution industrielle ne puisse occuper cette main-d'œuvre (Despois, 1958). On colonise aussi pour fournir des aliments à la métropole (blé tendre, vin, cultures maraichères, olivier) : la vocation rurale est voulue par le colonisateur pour la Méditerranée du Sud, comme une économie associée à celle de la métropole, qui, elle, s'industrialise à partir du milieu du 19^e siècle. La Rive Sud de la Méditerranée passe ainsi une première fois à côté de la révolution industrielle. Dans le même temps, le peuplement de l'Amérique du Nord par des Européens du Nord se poursuit, suite en particulier aux famines qu'a connues au 19^e siècle l'Europe du Nord ; de telles famines ne sont pas citées pour la Méditerranée, dont l'agriculture est restée productive. Il faut cependant citer l'arrivée en Amérique Latine de ceux qu'on appelle les « Turcs », en fait principalement des Syriens et des Libanais, et également des Italiens. La Méditerranée et sa civilisation continuent à s'expatrier et à s'établir en Amérique Latine !

La Première Guerre mondiale, la fin de l'Empire ottoman. La Deuxième Guerre mondiale. La décolonisation, avec cependant la création d'Israël et de ses colonies, que certains historiens, comme Benoist-Méchin, rattachent aux croisades... Les Israéliens baseront initialement toute leur économie sur

l'agriculture, et développeront des techniques agricoles économes en eau, tout en captant la majeure partie de la ressource disponible.

La période actuelle

Nous arrivons à la fin de cette histoire, qui n'est que partiellement et très imparfaitement survolée – je n'en ai retenu que les faits qui me semblaient saillants. Le fait nouveau aujourd'hui, c'est la richesse pétrolière soudaine, tant du Moyen-Orient que de l'Afrique du Nord. Ce nouvel Eldorado fait penser, comme le dit Braudel, au premier des galions espagnols chargés d'or, qui a abouti dans les coffres des cités de l'Europe du Nord. Une fois encore, la Méditerranée du Sud est en train de passer à côté de son industrialisation, qu'auraient permise ses moyens financiers nouveaux et gigantesques. Au lieu de cela, à part le luxe et les projets de prestige, comme à Dubaï, ou la fortune des banques de l'Europe du Nord, c'est encore l'agriculture qui est le plus souvent favorisée par la manne pétrolière, par exemple avec la Grande rivière verte artificielle de Libye, au coût exorbitant, ou avec le riz cultivé en Arabie à partir d'eau dessalée, à des prix de revient défiant toute concurrence, ou encore avec l'exploitation des nappes fossiles du Sahara pour l'irrigation, afin de maintenir sur place les populations. Le développement de l'industrie, d'une activité économique occupant la main d'œuvre en forte croissance, comme cela est le cas dans les pays émergents dits BRIC (Brésil, Russie, Inde, Chine), serait probablement une meilleure politique dans la zone méditerranéenne dont l'agriculture, faute de sols cultivables et d'eau, est vouée de toute façon à être insuffisante pour nourrir sa population, comme on va le voir. Ceci pousse alors la population de la Rive Sud, sans travail, à migrer vers la Rive Nord, pour trouver un emploi.

Pourquoi cette successions d'heurs et malheurs de la région méditerranéenne ?

A quoi sont donc dus les succès et échecs de la zone méditerranéenne, si on tente de se référer aux analyses de Jared Diamond ? Assurément, au premier chef, à son climat favorable, même si l'eau y est rare : la maîtrise technique de l'hydraulique et de l'irrigation a pu compenser la faiblesse de la ressource. De là est venue une agriculture diversifiée, efficace, productive, et la richesse ayant permis la culture, la philosophie, la science, les guerres de conquêtes et la création d'empires. Mais ce même climat est peut-être aussi responsable, au second degré, de la « force », de la « résilience », de la « pugnacité » de la population méditerranéenne : la grande variabilité climatique qui lui est propre, les successions d'années torrentielles, d'années arides, obligent à l'effort, à la vigilance, à l'anticipation des catastrophes futures, mais aussi au commerce, aux échanges, à la création de solidarités lointaines imposées par les armes ; le déclin des civilisations méditerranéennes a en général été associé à l'excès de richesse, à l'affaiblissement des mœurs, de l'ardeur au travail, de la capacité à combattre, aux « délices de Capoue ». Au passif des civilisations méditerranéennes forgées par le climat, il faut inscrire aussi le goût de la splendeur, du luxe, des « châteaux en Espagne », qui conduit au gaspillage de la richesse, quand surviennent des « Eldorados ».

La géographie est le second élément structurant de l'espace méditerranéen. Le morcellement des territoires, qui engendre, sur un espace réduit, une grande diversité des peuplements, des civilisations, des coutumes, est un élément d'enrichissement et de culture. Ceci parce que les échanges par voie de mer sont faciles, et comme le dit Braudel, et c'est la maîtrise des mers et des forêts pour le bois des navires qui a fait et défait les civilisations méditerranéennes. Enfin la Méditerranée, lieu de passage et de brassage culturel permanent, lieu d'échange des savoirs, des techniques, des innovations, lieu d'échanges facilités par la voie maritime, a su en permanence maintenir un dialogue entre les habitants de ses rives, tout au long de l'histoire. C'est là l'un des secrets de ses réussites.

Je mettrai en troisième position la fréquence des invasions, liée à la position géographique. Malgré la barbarie, les tueries et les destructions qui y sont associées, ce sont quand même les invasions et les changements qu'elles opèrent dans les sociétés qui ont renouvelé et fait évoluer les civilisations méditerranéennes, des Égyptiens à Alexandre, de Rome aux Arabes, des Sultans Turcs aux guerres napoléoniennes. Seules peut-être, les invasions mongoles n'ont laissé derrière elles, dans la zone méditerranéenne, qu'un lourd tribut de sang et de cendres et aucun acquis... Il aura fallu attendre l'invention de la poudre à canon pour définitivement juguler la bravoure des cavaliers mongols ! La lutte contre l'envahisseur a aussi été bien souvent le ciment pour unir les civilisations. Cependant, avec les invasions, sont aussi venues les religions, avec leurs forces civilisatrices, mais aussi les conflits religieux qu'elles engendrent, qui, de tout temps, ont périodiquement attisé la haine et la violence au sein des populations méditerranéennes. Car il faut rappeler les tensions incessantes et les conflits récurrents qui sont encore aujourd'hui un trait marquant de la région.

Et maintenant ?

Le fait politique actuel le plus marquant de l'histoire de la région méditerranéenne est à coup sûr, au Sud, ce qu'il est convenu d'appeler les révolutions arabes. Cette progressive avancée vers la démocratie va sans doute permettre la prise en compte, dans les décisions politiques de développement, des aspirations profondes des populations, et non pas de l'interprétation qu'en fait une oligarchie auto-proclamée. Au Nord, la tendance actuelle est à la stagnation, au recul économique, à la frilosité devant tout changement, à la défense des privilèges. Mais quels sont les atouts de la région dans son ensemble, quelles sont ses contraintes ?

Population

Commençons par faire l'état des lieux et de la prospective démographique des pays de la Méditerranée (source : INED, 2011).

Régions ⁵	1000 km ²	Population 2011, en millions	Population 2050, en millions
Europe méridionale	1 869	218	229
Afrique septentrionale	8 525	213	323
Asie occidentale	4 831	238	402
Total	15 225	669	954

On constate immédiatement la quasi-stagnation de la population de l'Europe méridionale, et la croissance de l'Afrique septentrionale et surtout de l'Asie occidentale. Le problème majeur auquel aura à faire face la région méditerranéenne est le développement encore trop soutenu, excessif, de sa population, engendrant deux contraintes : comment nourrir cette population, et quel travail lui fournir pour créer les revenus nécessaires à l'achat de sa nourriture ?

Cette population, où va-t-elle vivre ? Mondialement, la population est urbaine à 50% aujourd'hui, et le sera à 70% en 2050. Il y aura donc en Méditerranée une forte croissance des grandes villes. Sur la Rive Sud, Casablanca, Alger, Tripoli, Alexandrie, Tel-Aviv, Damas, Beyrouth, Alep, Riad, Médine, Muscat, Ankara et Izmir devraient atteindre entre 2 et 5 millions d'habitants en 2050, et Le Caire, Istanbul, Bagdad, Téhéran dépasseraient 5 millions. Alger, Tel-Aviv et Téhéran connaîtront des déficits saisonniers d'eau urbaine, si des travaux d'adduction importants ne sont pas faits à temps, selon Mac Donald (2011). En ce qui concerne la fourniture d'eau potable et l'assainissement, les Nations unies (2006) prévoient que dans les États Arabes, l'objectif de division par deux du nombre des habitants n'ayant pas accès à l'eau potable et à l'assainissement sera atteint, au rythme actuel, en 2019 pour l'eau potable et en 2042 pour l'assainissement. Il y a donc un très gros effort à faire en assainissement.

Climat

La région méditerranéenne devrait voir ses ressources en eau diminuer avec le changement climatique. Selon le GIEC (2007), les latitudes méditerranéennes de la planète devraient perdre, d'ici la fin du 21^e siècle, 110 millions d'ha de terres cultivables. Combien en affecter au Bassin méditerranéen proprement dit ? Un tiers ? Un quart ? La surface cultivée actuelle de ce bassin est, de façon très approchée, de l'ordre de 160 million d'ha⁶, c'est peut-être 20% de la surface cultivable qui va être perdue du fait du changement climatique. Ce chiffre est inquiétant. Celui de la perte en terre par urbanisation l'est également.

Agriculture

Selon Agrimonde (2009) et le rapport de l'Académie des Sciences (2011), ou Besbes *et al.* (2010), l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient ne sont dès aujourd'hui pas autonomes en production alimentaire, et environ 30% de la nourriture consommée y est importée. Sans même tenir compte de la réduction des surfaces cultivables due au changement climatique, l'effet de la croissance démographique et des modifications des habitudes alimentaires conduit à estimer qu'en 2050, 50 à 60% de la nourriture de cette région sera importée, peut-être plus avec l'effet du changement climatique et le risque de salinisation des sols et des eaux, dont on souligne l'acuité partout en Méditerranée. Par exemple, étudiant le fonctionnement des aquifères de Chypre, Milnes et Renard (2004) ont montré qu'au rythme actuel, les retours aux nappes des d'excédents d'eaux d'irrigation, plus salés que l'eau apportée, et l'exploitation excessive qui empêchent les nappes de se vider en mer, font que la salinité des eaux des nappes monte inexorablement, sans même

⁵ Pour cette énumération, nous utilisons le découpage des Nations unies : **Europe méridionale** : Albanie, Andorre, Bosnie Herzégovine, Croatie, Espagne, France, Grèce, Italie, Kosovo, Macédoine, Malte, Monténégro, Portugal, Saint Marin, Serbie, Slovénie. **Afrique septentrionale** : Algérie, Égypte, Libye, Maroc, Sahara Occidental, Soudan, Tunisie. **Asie Occidentale** : Arabie Saoudite, Arménie, Azerbaïdjan, Bahrein, Chypre, Émirats Arabes Unis, Géorgie, Irak, Israël, Jordanie, Koweït, Liban, Oman, Palestine, Syrie, Turquie, Yémen.

⁶ Sachant que la surface cultivée actuelle de la Planète est de l'ordre de 1,6 milliard d'ha, pour environ 7 milliards d'habitants, le bassin méditerranéen représenterait environ 10% de la superficie cultivée mondiale.

invoquer l'intrusion marine. Les déboires de la salinisation ou sodisation connus en Mésopotamie il a six millénaires risquent de se reproduire... !

L'urgence est donc, en agriculture, et ceci sera l'un des points abordés dans ce colloque, de développer des techniques agricoles durables, en y incluant la gestion des sols et des nappes vis-à-vis du sel. Dans plusieurs pays méditerranéens, la durée de vie des barrages est réduite, de l'ordre de 100 ans, du fait de l'envasement. Dans les cinquante ans qui viennent, il sera donc nécessaire de renouveler (ou de curer) bon nombre des barrages construits au milieu du siècle dernier. Ensuite, même s'il est impossible de revenir à une situation d'abondance alimentaire, comme celle qui existait autrefois sur la Rive Sud, il faut s'efforcer de réduire la dépendance, en augmentant les rendements, en gérant mieux l'efficacité de l'eau, et parallèlement en maintenant à des niveaux raisonnables la consommation de produits riches en eau, en particulier les produits d'origine animale. La cuisine méditerranéenne, frugale, dont tout le monde reconnaissait les vertus pour la santé, est en train hélas d'être remplacée par une alimentation « mondialisée », trop riche en graisses, en sucres, en produits animaux, avec des conséquences catastrophiques pour la santé : obésité, maladies cardiovasculaires, cancers colorectaux, etc. Il faut d'urgence stopper cette dégradation, ainsi qu'une autre hérésie des pays développés : le gaspillage de la nourriture, qui atteint par endroits jusqu'à 30% de la nourriture commercialisée⁷.

Sur le plan de la protection de l'environnement vis-à-vis de la pollution d'origine agricole, le rapport de l'Académie des Sciences (2011) préconise la révolution dite « doublement verte » ou « agriculture écologiquement intensive », qui devrait s'appliquer en particulier à la zone méditerranéenne. Il ne faut pas non plus ériger de barrière entre les espaces protégés, par exemple pour la biodiversité, et les paysages cultivés, afin de rétablir la continuité entre les espaces « ordinaires » et les espaces « naturels ».

Sur le plan économique, les pays méditerranéens seront confrontés à deux problèmes agricoles en apparence contradictoires : d'une part maintenir une agriculture alimentant un marché régional, pour produire sur place ce qui peut l'être, et protéger ce marché régional de la concurrence économique avec le marché mondial, avec lequel il ne peut pas être mis en compétition, les productivités n'étant pas comparables ; d'autre part, participer en tant qu'acheteur important à la libéralisation la plus forte possible du marché mondial agricole, pour bénéficier des prix les plus attractifs, et lutter pour la stabilisation des prix agricoles et contre la spéculation. A ce sujet, pour éviter l'envolée des prix agricoles en années fortement déficitaires à l'échelle mondiale, il serait bon de constituer des stocks régionaux, locaux ou familiaux.

Compte tenu de son déficit alimentaire inéluctable, la zone méditerranéenne Sud doit-elle se lancer dans l'achat ou la location de terres agricoles hors de l'espace méditerranéen ? Certains pays du Golfe Persique ont déjà commencé à le faire. Est-ce à encourager, à proscrire ? C'est une question plutôt éthique : il me semblerait plus satisfaisant de rechercher des accords de fourniture à long terme de produits agricoles, par exemple entre les deux rives de la Méditerranée - nous y reviendrons.

Le bassin du Nil, avec ses immenses ressources, est cependant un cas particulier où les collaborations intra-bassin, y compris pour la production alimentaire, peuvent avoir un impact sur la sécurité de la région. L'urgent dans cette région est de parvenir à un nouvel accord sur le partage des eaux du Nil Bleu, entre l'Égypte, le Soudan, le nouveau Sud-Soudan et l'Éthiopie. Les Nations-unies et la Banque Mondiale s'y attachent. Au Moyen-Orient, l'eau existe, elle est par exemple abondante en Turquie, ou au Liban, alors qu'elle manque ailleurs. Au-delà des conflits actuels, la sagesse serait de mieux partager cette ressource, de construire les équipements nécessaires pour mieux la gérer et l'utiliser, mais de tels accords passent par une préalable résolution des conflits, au premier rang desquels se trouve la question israélienne et palestinienne.

Sur la rive Nord, les Alpes constituent un château d'eau remarquable, pour toute la région. L'Italie du Nord, la France du Sud-Est en bénéficient déjà abondamment, et ne manqueront jamais d'eau, même si le climat évolue. L'Espagne en manque, et il deviendra un jour sans aucun doute nécessaire de reprendre les projets de transferts d'eau du Rhône, quand on sait que celui-ci véhicule plus de 600 m³/s en Août à Beaucaire... Certains ont même émis l'idée que l'eau du Rhône pourrait être transportée à peu de frais à très grande distance, en utilisant des conduites souples de gros diamètre lestées et posées au fond de la mer, avec des stations de pompage à terre tous les 200 km pour relever la pression⁸. Comme sur la rive Sud, le partage plus équitable d'une ressource devenue rare est nécessaire, au-delà des égoïsmes nationaux. L'Europe est

⁷ Quelques rares études en Ecosse, au Canada, aux États-Unis, fournissent cet ordre de grandeur (Académie des Sciences, 2011). Mais il est probablement représentatif du comportement de la majorité des pays développés.

⁸ Projet de la société Via Marina : <http://www.via-marina.com/ref.htm>

prête à y contribuer. La Chine va, elle, transférer l'eau de l'Himalaya à Beijing, en détournant une partie du Yang-Tsé-Kiang, sur plus de 1 000 km, vers le Fleuve Jaune. Pourquoi la région méditerranéenne n'aurait-elle pas des ambitions équivalentes, à la mesure de son histoire ? L'obligation de partager l'eau, et pas seulement de maîtriser la technique, oblige à réfléchir sur la gestion politique des biens communs, en suivant Elinor Ostrom (2010). Les Romains associaient des formes techniques nouvelles avec un régime politique autoritaire qui seul permettait de grands investissements et la stabilité des règles d'usage et de partage. Un pouvoir qui ne maîtrise pas l'eau (de la ressource jusqu'à la consommation) ne peut durer. Cette question va peser plus que lourdement dans les prochaines décennies.

Industrialisation

L'industrialisation de la Rive Sud de la Méditerranée est une nécessité, la rente pétrolière actuelle devrait permettre de la réaliser. Sans cela, sur quels revenus compter pour acquérir sur les marchés internationaux la nourriture nécessaire à la population ? Les revenus pétroliers actuels suffisent bien sûr pour payer ces achats, pour les pays qui en disposent. D'autres, comme le Maroc, la Tunisie, l'Égypte, le Liban, la Grèce ont développé le tourisme, et on prévoit une très forte augmentation du tourisme en Méditerranée, dans les années qui viennent, en provenance de Chine et d'Inde. Mais à plus long terme ?

Une possibilité à considérer serait de rétablir une solidarité Nord-Sud agricole sur l'espace méditerranéen. Si l'empire Romain existait à nouveau, au moins du point de vue économique, il n'y aurait pas de problème majeur, la Rive Nord, en l'étendant un peu vers l'Europe du Nord, a la capacité de produire la nourriture dont a besoin la Rive Sud. L'Union pour la Méditerranée pourrait se fixer comme objectif de garantir, sur le long terme et à des prix convenus, la fourniture alimentaire dont la Rive Sud a besoin. Avec quelle monnaie d'échange ? Aujourd'hui et pour assez longtemps, les hydrocarbures pourraient en constituer la base, ou plus généralement l'énergie, comme par exemple dans le projet allemand Desertec de développement de l'énergie solaire au Sahara. A plus long terme, une production industrielle pourrait se mettre en place.

À ce sujet, il faut rappeler les essais d'industrialisation de Boumediène en Algérie, dont il a été le Président de 1965 à 1978. Il disait aux investisseurs étrangers: « Nous sommes prêts à acheter de la pollution » ! Mais, malgré cela, il n'a pas réussi à développer une industrie puissante. Il a peut-être été trop vite, voulant bousculer l'histoire, devancer la maîtrise de l'agriculture, et surtout l'appropriation de la science par la population, qui doit toujours précéder l'industrialisation. L'industrialisation de la rive Sud de la Méditerranée passe probablement par une phase préalable de formations soutenues aux sciences et aux techniques, et par une collaboration Nord-Sud renforcée dans ce domaine de la formation. Il est à noter que selon le « knowledge index » de la Banque Mondiale de 2009, qui caractérise la qualité de la formation, ce sont en particulier la Tunisie et l'Égypte qui tiennent le haut du pavé selon ce critère. Ces deux pays sont aussi ceux où l'expression d'une aspiration à la liberté et à la démocratie a été la plus forte, illustrant le cycle vertueux de la connaissance sur la démocratie et le développement. Espérons que la suite des événements confirmera cet espoir !

Conclusion

Les enjeux de l'eau en zone méditerranéenne nous ont permis de survoler, très superficiellement, l'histoire du Bassin méditerranéen, et de voir combien les échanges, la collaboration, mais aussi les conflits ont été nombreux entre les rives Nord et Sud. Ce que nous montrent ensuite les prévisions démographiques et climatiques pour le 21^e siècle, c'est que, du point de vue agricole, la rive Sud est condamnée à s'enfoncer dans un déficit alimentaire permanent, croissant avec l'augmentation de sa population, et qui finalement sera bientôt abyssal (plus de la moitié des besoins alimentaires devra être importée). La rive Nord, en revanche, en l'étendant un peu vers l'Europe du Nord, a les moyens de produire la nourriture pour ses propres besoins, et pourrait même satisfaire les besoins de la rive Sud. Un accord de partenariat avec des pays producteurs d'aliments, lui garantissant sa sécurité alimentaire, est donc un impératif vital pour la rive Sud. La rive Nord, si elle le veut, en a les moyens. L'Histoire nous montre qu'au delà de divergences passagères, les deux rives ont su de tout temps établir des liens forts, commercer, échanger, s'épauler.

Le moment semble donc venu d'établir, peut-être dans le cadre de l'Union pour la Méditerranée, un accord économique à long terme entre les deux rives, basé sur l'échange de denrées agricoles, pétrolières, peut-être énergétiques (autres) ou industrielles, permettant à chacun de garantir sa sécurité. Mais cet échange doit s'étendre immédiatement à une coopération à la formation technique et scientifique, qui est un préalable nécessaire à l'industrialisation de la rive Sud, qui ne saurait être davantage différé.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) Académie des sciences, 2011. – *Démographie, Climat et Alimentation Mondiale*. Rapport RST n°32, coordonné par H. Leridon et G. de Marsily, *EDP-Sciences*, Paris, 313 p.
- (2) AGRIMONDE, 2009. – *Prospective Inra-Cirad sur les systèmes agricoles et alimentaires mondiaux à l'horizon 2050*. Rapport INRA-CIRAD, 2009. Éditions Quae, 2010.
- (3) BESBES M., CHAHED J., HAMDANE A., MARSILY (de) G., 2010. – *Changing Water Resources and Food Supply in Arid Zones: Tunisia*; in “Water and Sustainability in Arid Regions”; G.Schneider-Madanes et M.F Courel, editors; Springer.
- (4) BOUWER H., 1990. – Agricultural chemicals and groundwater quality. *J. of Soil and Water Conservation*, **45**, 2, p. 184-189.
- (5) BRAUDEL F., 1993. – Grammaire des civilisations (1^{ère} édition en 1963). Flammarion, collection Champs, Paris, 625 p.
- (6) DESPOIS J., 1958. – L'Afrique du Nord. Presses Universitaires de France, Paris.
- (7) DIAMOND J., 2000. – De l'inégalité parmi les sociétés. Folio Essais, Gallimard, Paris, 698 p. (1^{ère} édition en langue anglaise en 1997).
- (8) HUNTINGTON S., 1997. – Le choc des civilisations. Odile Jacob, Paris.
- (9) INED, 2011. – Population et Sociétés, par Gilles Pison. Bulletin mensuel d'information de l'Institut national d'études démographiques, **480**, juillet-août 2011.
- (10) KONDRASHOV F., GHIL M., 2005. – Oscillatory modes of extended Nile River records (A.D. 622–1922), *Geophys. Res. Lett.*, **32**.
- (11) MCDONALD R.I., GREEN P., BALK D., FEKETEB B.M., REVENGA C., TODD M., MONTGOMERY M., 2011. – Urban growth, climate change, and freshwater availability. *Proc. Nat. Acad. of Sciences*, March 2011, doi-10.1073/pnas.1011615108.
- (12) MILNES E., RENARD P., 2004. – The problem of salt recycling and seawater intrusion in coastal irrigated plains: an example from the Kiti aquifer (Southern Cyprus). *J. of Hydrology*, **288**, 327-343.
- (13) OSTROM E. 2010. – La gouvernance des biens communs : Pour une nouvelle approche des ressources naturelles. Ed. De Boeck, Bruxelles, 300 pages.
- (14) VAN DER LEEUW S.E., 2005. – The ARCHAEOMEDES research team. Climate, hydrology, land use, and environmental degradation in the lower Rhone Valley during the Roman period. In : numéro spécial des *CR de l'Académie des Sciences, série Geoscience*, **337**, 1-2, Eaux continentales, G. de Marsily, Ed.

CYCLE DE L'EAU : INFLUENCE DES CARACTÉRISTIQUES REGIONALES DE LA SURFACE

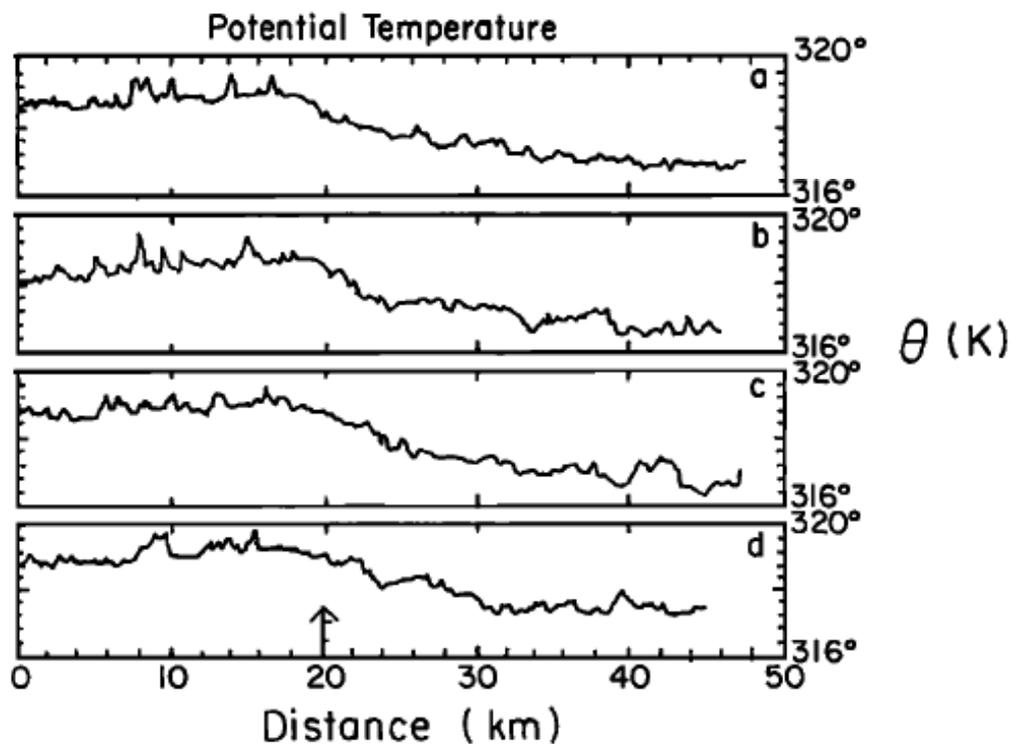
par Katia Laval¹

1. Rôle de la surface sur l'atmosphère : un effet régional ?

L'air au contact avec la surface subit des échanges qui influencent l'état de l'atmosphère. De manière générale, la friction ralentit les vents, le flux de chaleur venu du sol réchauffe l'air et l'évaporation humidifie l'atmosphère. Ces échanges jouent donc un rôle sur l'état de l'environnement local.

Ces échanges dépendent des caractéristiques de la surface telles que la végétation ou l'humidité. Au dessus d'un sol sec, l'évaporation est faible, et le flux de chaleur correspond à une grande partie du rayonnement qui réchauffe la surface; au contraire, sur un couvert végétal, un sol humide, une surface bien irriguée, l'énergie nécessaire à l'évapotranspiration utilisera une grande part de l'énergie radiative, diminuant d'autant le flux de chaleur: on appelle ce dernier flux, le flux de chaleur sensible pour le différentiel du flux d'énergie nécessaire pour évaporer l'eau, noté flux de chaleur latente.

Les mesures, présentées en figure 1, de température et d'humidité au dessus d'un sol, dont une partie est couverte de cultures irriguées mettent en évidence ces effets. Entre la zone cultivée et le sol sec, on note des écarts importants des variables caractérisant l'atmosphère. Les différences de température atteignent 3° C et celles d'humidité 3g/kg.



¹ Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur émérite de l'Université Pierre et Marie Curie.

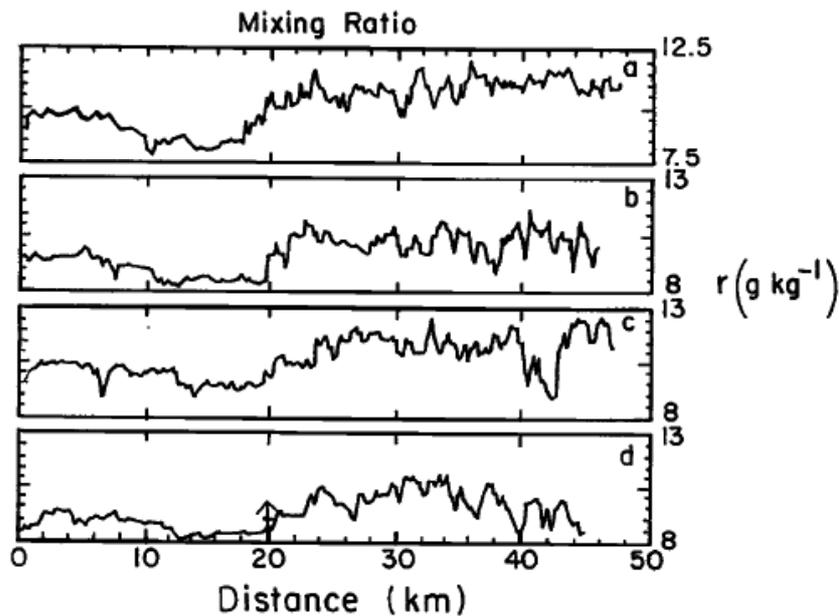


Figure 1 : Température (en °K) et humidité (rapport de mélange en g/kg) aux altitudes de (a) 140 m, (b) 240 m, (c) 345 m et (d) 440 m au-dessus du sol. La limite entre les cultures irriguées et le sol sec est indiquée par une flèche avec les cultures à droite (Pielke, 2001).

Il est généralement admis que les inhomogénéités de surface peuvent créer des variations de l'état de l'atmosphère localement. Mais les observations citées précédemment montrent que l'influence de la surface peut s'étendre verticalement sur une hauteur de 500 mètres, et horizontalement sur des distances de l'ordre de la dizaine de km ; les effets peuvent donc être régionaux.

La hauteur d'atmosphère influencée par la surface s'appelle la couche limite planétaire. Si l'énergie est apportée à l'atmosphère sous forme de chaleur sensible, le réchauffement important au voisinage de la surface est transmis sur une grande épaisseur (souvent par le mécanisme de l'instabilité convective, qui fait que «la chaleur monte») et la couche limite s'élève jusque 2000 mètres. Au contraire, si ce flux de chaleur est faible, et l'évaporation importante, l'épaisseur de la couche limite peut être plus limitée, de l'ordre de 500 mètres.

Ces échanges avec l'atmosphère peuvent, s'ils présentent des contrastes sur une échelle de l'ordre de la dizaine de kilomètre, engendrer des circulations, que l'on appelle circulations de méso-échelles ; ces circulations sont de même type que la brise de mer qui apparaît l'après midi sur une zone côtière du fait du contraste de température entre le continent et l'océan. Les contrastes peuvent être engendrés par les différences entre des zones irriguées et des zones non irriguées, entre des zones déforestées et les forêts aux alentours, ou des zones inondées par rapport à des zones sèches.

2. Peut-on modifier le régime de pluie ?

Vers les années 1970, le Sahel subit une sécheresse prononcée, et deux scientifiques (Charney (1975) et Otterman (1974)) proposent un mécanisme pour expliquer cette situation dramatique : l'hypothèse est que la modification de couverts végétaux (tels que les surpâturages, par exemple) peut expliquer, dans les régions semi-arides, ce changement de précipitations par une série de processus mettant en jeu les échanges d'énergie (entre la surface et l'atmosphère) et modifiant la circulation atmosphérique. De nombreuses publications existent, aujourd'hui, tant à l'aide de modèles, qui simulent ces effets, que sur les observations qui confortent l'hypothèse du rôle possible du couvert végétal sur le régime de pluie.

Je voudrais présenter quelques études parmi les très nombreuses publications existantes montrant que l'état de la surface des continents peut non seulement agir sur les températures et humidité de l'environnement mais aussi sur la distribution des nuages et sur la pluviométrie.

À un moment où notre société a plusieurs motifs d'être inquiétée par le changement climatique, par la pollution des sols et des eaux par toutes sortes d'agents, par la pénurie de l'énergie, peut-on, grâce aux

efforts de la recherche, trouver un moyen d'améliorer les bilans d'eau ? Cette question mérite d'être discutée à un moment où notre Académie d'Agriculture fête ses 250 ans.

Pourquoi pleut-il ? La pluviométrie

Quelles sont les conditions qui permettent à un nuage de se développer ? Il ne suffit pas que l'atmosphère soit humide, il faut aussi des conditions propices à la condensation de la vapeur d'eau et ce sont, généralement, des mouvements de l'air ascendant. En effet, la masse d'air en s'élevant se refroidit, devient sursaturée en vapeur d'eau, provoquant la formation de gouttelettes d'eau microscopiques. Si la cause des mouvements verticaux est maintenue, les nuages se développent, provoquant des orages plus ou moins étendus et violents.

Les gros nuages d'orages, les cumulonimbus, en forme de champignons, qui existent jusqu'à des hauteurs de 10 km, et qui provoquent des pluies torrentielles ont besoin d'énergie pour se développer. Cette énergie leur est fournie de plusieurs façons. Le flux de chaleur fourni par la surface est une source possible; mais la source la plus importante est le flux de chaleur latente car la vapeur d'eau, évaporée à la surface ou transportée à partir des régions avoisinantes, se condense en dégageant de la chaleur. Les échanges entre la surface et l'atmosphère sont donc d'une importance majeure quand on s'intéresse au déclenchement de la convection, qui permet le développement de ces nuages d'orage précipitant. Ces échanges sont représentés sur la figure 2.

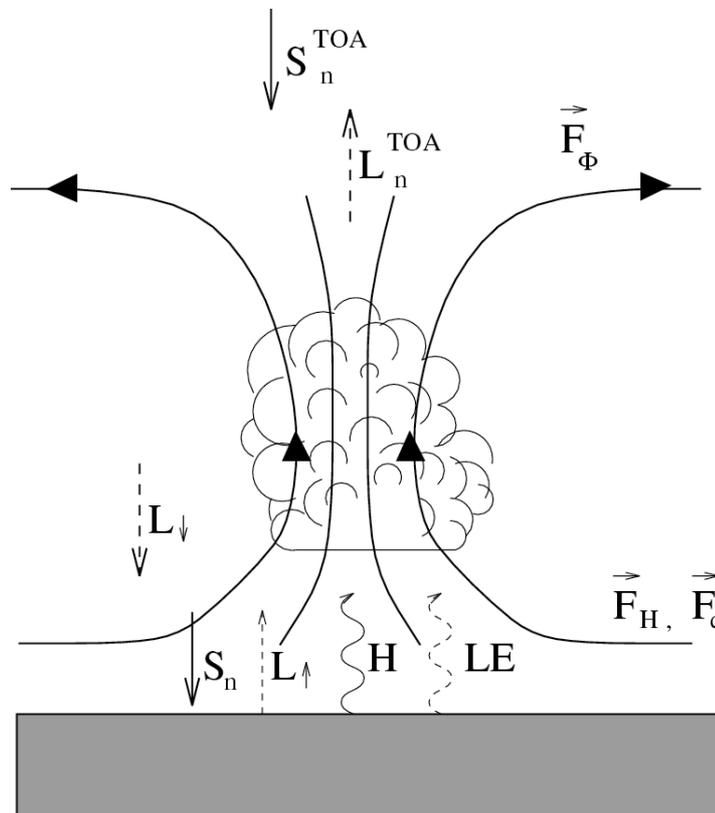


Figure 2 : Modèle de convection tropicale. H est le flux de chaleur sensible; LE est le flux de chaleur latente ; F_H et F_q sont les flux de chaleur et d'humidité transportés par la circulation ; S et L les flux de rayonnement solaire et thermique (Polcher, 1995).

3. Modifications de nébulosité ou de pluviométrie attribuées à l'état de surface du sol

1) Premier cas : nuages sur l'Illinois, aux États-Unis

Nous présentons tout d'abord un premier cas situé aux États-Unis dans la région du bassin du Mississippi.

Le satellite GOES avait pour mission d'évaluer la température de la surface de la Terre, avec une résolution de 4 km. Pour mener à bien ces estimations, il fallait identifier les nuages présents lors des mesures pour différencier le signal venant de la surface de la terre d'un rayonnement provenant d'une plus haute altitude, dans l'atmosphère. Ces observations très précises de nuages ont permis de mettre en évidence le lien entre l'existence de nuage de type « cumulus » et la végétation au sol. Rabin et Martin (1996) ont analysé les observations obtenues pendant les mois de juillet 1987, année sèche et juillet 1988, année humide, sur la région de l'Illinois. Ils ont choisi une région où le relief est assez uniforme, de telle sorte que les contrastes de nébulosité ne soient pas dus à la topographie.

Sur la région étudiée, la couverture nuageuse présente de fortes variations (figure 3). Elle est importante au sud-est et décroît nettement vers le nord-ouest ; la végétation, au contraire, est plus présente au nord-ouest, où il y a peu de nuages. De plus, en comparant les années 1987 et 1988 dont les mois de juillet sont très contrastés, il est constaté que l'année 1987 où la végétation est plus présente, les nuages, au contraire, sont moins nombreux.

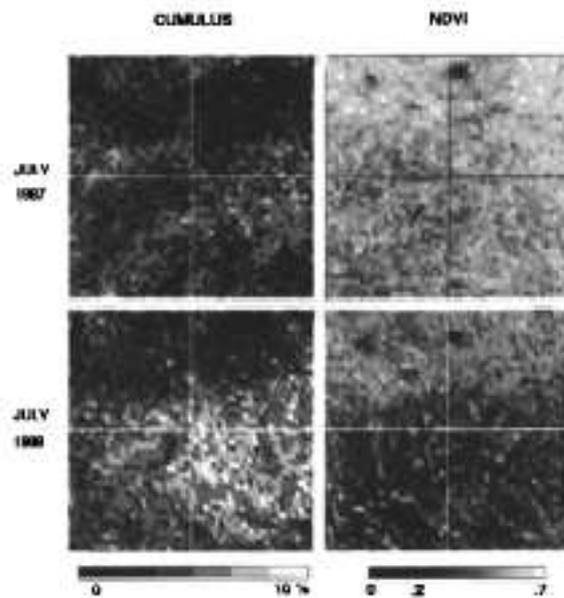


Figure 3 : Sur cette figure sont représentés à gauche la fréquence des nuages et à droite l'indice qui mesure la végétation, le NDVI (normalized difference vegetation index), sur la région de l'Illinois, en juillet 1987 (figure du haut) et en juillet 1988 (figure du bas) (Rabin et Martin, 1996).

La courbe (figure 4) représentant la fréquence des nuages en fonction de l'indice de végétation permet de mieux quantifier la dépendance des nuages en fonction de la couverture végétale. On remarque que, dans un domaine où les couverts sont clairsemés (défini par $NDVI < 0.5$), cette fréquence diminue avec l'indice de végétation. L'interprétation qui en est faite est la suivante : quand la végétation croît, l'évaporation augmente et le flux de chaleur sensible diminue. Or, dans cette région de l'Illinois, les nuages ont besoin pour se former de l'apport de chaleur sensible, qui déclenche des mouvements ascendants.

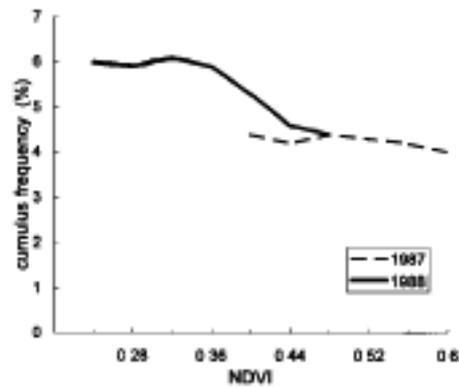


Figure 4 : Fréquence des cumulus en fonction de l'indice de végétation (NDVI) sur la région de l'Illinois.

2) Deuxième cas : la pluviométrie en Israël

En Israël, la saison des pluies dure de Septembre à Mai. La pluviométrie croît avec la latitude, l'altitude et décroît avec la distance à la côte. La distribution est liée à la trajectoire des systèmes météorologiques, nommés systèmes synoptiques à cause de leur échelle spatiotemporelle (de l'ordre du millier de kilomètres et de durée de 1 à 3 jours), qui traversent cette région et apportent de la pluie. Sur la zone du désert du Néguev, d'environ 10 000 km², l'aridité augmente quand on se déplace vers le sud, de 50 mm an⁻¹, tous les 10 km. Depuis quelques dizaines d'années, on a noté, une augmentation substantielle de la pluviométrie sur le sud d'Israël. Cette augmentation a d'abord été observée sur quelques stations au début de la saison des pluies, puis de manière systématique sur une trentaine de stations, au sud du Néguev, et sur plusieurs mois.

Des scientifiques ont étudié la variation saisonnière de la pluie et son évolution, en utilisant les stations qui avaient enregistré les mesures de pluie en continu depuis 1960 jusqu'en 1990 (Steinberger et Gazit-Yaari, 1996). Ils ont divisé la période en deux séries de 15 ans chacune, la première (Période I) de 1960 à 1975, et la seconde (Période II) de 1976 à 1990. L'évolution saisonnière des pluies sur le Néguev, sur chacune des deux périodes ainsi définies est représentée sur la figure 5. L'augmentation des pluies entre ces deux périodes démarre en octobre, et est plus marquée en novembre, février et mars. Ces surplus compensent largement les diminutions en décembre et janvier. Ce changement du régime des pluies peut-il être attribué au changement de paysage dans la région ? L'afforestation et la limitation des pâturages ont provoqué une augmentation du couvert végétal. Ces changements de paysage ont modifié fortement la répartition des échanges d'énergie entre le flux de chaleur sensible et le flux de chaleur latente.

Des scientifiques avaient déjà constaté cet accroissement des pluies en octobre en utilisant les observations de quelques stations moins nombreuses, mais dont les mesures existaient depuis les années 1940 (Otterman *et al*, 1990). Ces auteurs avaient conclu que le changement d'albédo dû à la modification du couvert végétal était responsable de ces modifications. Mais une autre interprétation, peut-être plus convaincante, attribue le changement de pluie à une modification de la circulation de méso-échelle, entre la mer Méditerranée et le continent, provoquée par la diminution du flux de chaleur sensible (de Ridder et Gallée, 1998). Il n'est pas exclu qu'une modification des trajectoires des systèmes synoptiques ait pu se produire simultanément qui explique aussi, certains mois, la diminution constatée des pluies sur le Nord d'Israël (Steinberger et Gazit-Yaari, 1996).

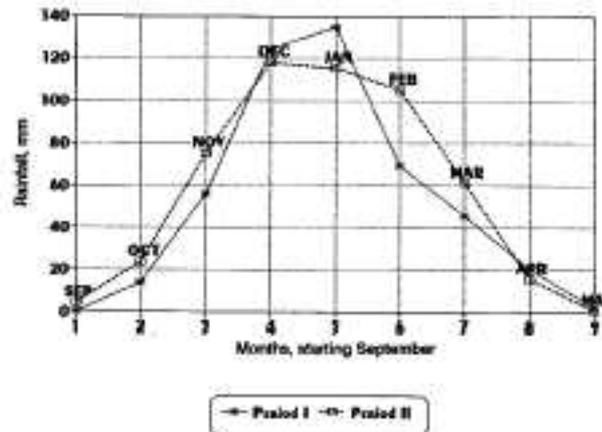


Figure 5 : Distribution saisonnière de la pluie sur la région du Néguev pour les deux périodes (Période I de 1960 à 1975 et Période II de 1976 à 1990).

3) Troisième cas : le Sahel

Nous abordons ici l'influence d'une zone humide, le delta intérieur du Niger, sur la convection en zone sahélienne du Mali.

Le fleuve Niger comporte un delta intérieur, vers la latitude de 15°N , en zone sahélienne, qui est inondé chaque année en réponse aux pluies qui ont eu lieu des **centaines de kilomètres plus loin**, en amont du delta (Figure 6). Pendant les années de forte mousson africaine, des pluies intenses arrosent la zone située vers 10°N (la Guinée, la Côte d'Ivoire et le sud-ouest du Mali), et provoquent l'augmentation du débit du Niger et l'inondation de ses berges: le delta intérieur peut alors atteindre $30\,000\text{ km}^2$. Quel rôle peut avoir une telle surface inondée sur les orages qui prennent naissance en fin de saison de mousson sur la région ?

Septembre marque la fin de la saison humide en zone Sahélienne car la circulation de mousson s'affaiblit et se déplace vers l'équateur. La situation est alors fortement contrastée entre la zone humide du delta intérieur où le flux de chaleur sensible est quasi nul et la zone sèche, de végétation très clairsemée qui l'entoure.

Une étude récente (Taylor, 2010) a examiné l'influence de ce delta sur la zone sahélienne du Mali, en suivant, après l'inondation du delta, c'est-à-dire en septembre, le déclenchement des orages, ceci pendant l'expérience AMMA (*African Monsoon Multidisciplinary Analysis*) qui a eu lieu ces dernières années. Le but de l'étude était d'identifier les différences qui peuvent être observées entre les nuages se formant les années caractérisées par un delta intérieur peu étendu et une faible mousson, et ceux que l'on détecte les années de forte mousson où le delta couvre une grande surface. Grâce à un suivi de l'évolution diurne d'un grand nombre de variables, l'étude a pu distinguer sans équivoque la situation nuageuse provoquée par la mousson elle-même de celle qui est due à l'influence du delta.

La conclusion est que l'on observe, le matin, au-dessus du delta intérieur, des systèmes nuageux bien plus fréquents, lorsque ce dernier est fortement inondé. Ces systèmes nuageux convectifs de méso-échelle se propagent ensuite vers l'ouest dans l'après midi et déclenchent des orages dans ces latitudes, vers 15°N . Cette réponse des nuages à la zone humide confirme l'hypothèse d'un effet de brise entre la région humide du delta, plus froide et la zone sèche et de végétation clairsemée qui l'entoure, plus chaude. Ces résultats soulèvent la question de la modification de climat que peuvent induire de grands barrages construits dans ces zones limites entre régions pluvieuses et régions sèches.

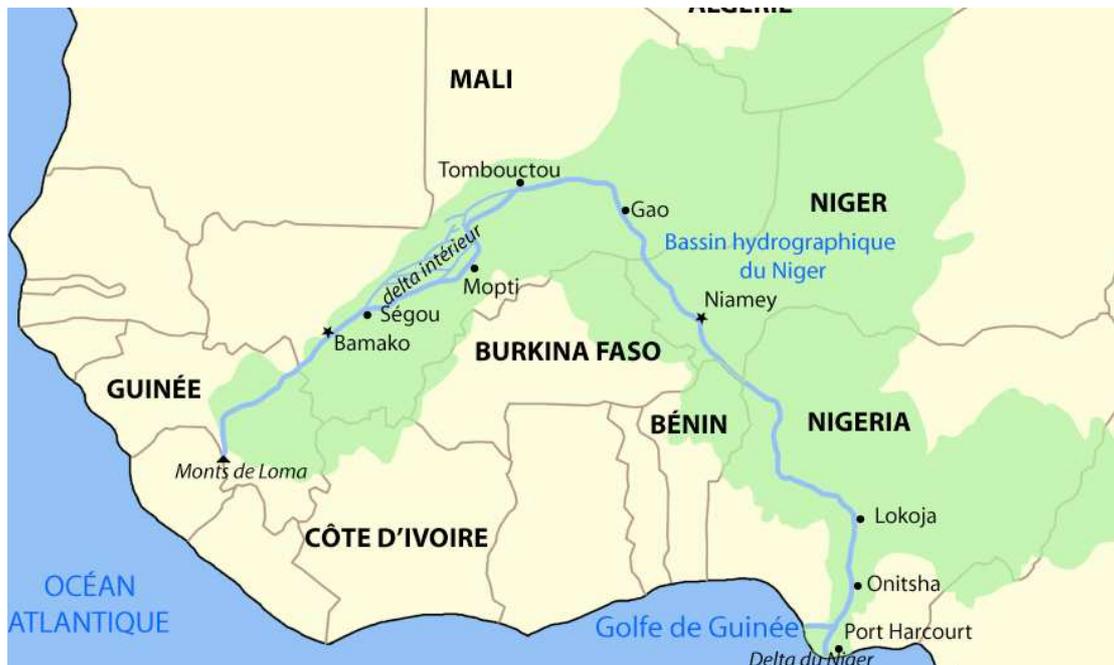


Figure 6 : Bassin du Niger et son delta intérieur.

4. Conclusions

Les exemples que nous avons décrits s'appuient tous sur des observations et surviennent dans les régions semi-arides, où les précipitations sont liées à la variation diurne du rayonnement. Suivant les cas, l'apport d'humidité dans la couche limite atmosphérique par une évapotranspiration renforcée ou l'ascendance créée par l'existence d'un flux de chaleur sensible accru, réchauffant les basses couches atmosphériques peuvent permettre l'existence de conditions favorables au déclenchement de la convection. Les contrastes qui apparaissent alors entre régions couvertes de différentes végétations sont capables de créer des circulations méso-échelle et des modifications de pluviométrie. De nombreuses études s'appuyant sur de la modélisation ont conforté ces hypothèses. On a pu montrer, par exemple, que des orages violents apparaissant en Oklahoma ne pouvaient être simulés par un modèle de façon réaliste qu'à la condition de bien représenter la végétation dans le modèle (Piellke, 2001). Ces interactions peuvent avoir une influence déterminante sur l'aridité d'une région. Les sécheresses persistantes et répétées qu'ont connues les différentes régions du Sahel et leurs évolutions ces dernières années ont relancé le débat sur les causes de ces situations dramatiques. Sont-elles dues à une variation décennale naturelle de la distribution de température océanique qui modifie la circulation atmosphérique ou au changement climatique (Giannini *et al*, 2008) ? Quel rôle peut avoir la modification des couverts végétaux ? L'augmentation des pluies ces dernières années est-elle liée à une reprise de la végétation (Eklundh et Olsson, 2003) ? Le débat est encore actuel.

Ces études doivent être menées localement pour bien comprendre les changements de situations climatiques observées sur la planète. Elles s'attachent à déterminer les mécanismes intervenant pour ces différentes situations régionales. Elles sont complémentaires des études sur le changement climatique créé par l'augmentation des gaz à effet de serre ; alors que ces dernières cherchent à déterminer, à partir de changements de climat de grande échelle (10 000 km), les modifications locales en réduisant l'échelle par des méthodes de désintégration, les études que nous avons décrites ici suivent une démarche inverse : elles partent au contraire d'études locales et les étendent à une échelle régionale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) CHARNEY J, 1975. – Dynamics of déserts and drought in the Sahel. Q. J. Roy. Meteor. Soc., 193-202.
- (2) DE RIDDER K. et GALLÉE H., 1998. – Land surface induced régional climate change in southern Israël. J. Applied Meteor., 1470-1485.
- (3) EKLUNDH L. et OLSSON L., 2003. – Vegetation index trends for the African Sahel 1982-1999. Geophysical Research Letters.
- (4) GIANNINI, A., BIASUTTI M., HELD I., et SOBEL A., 2008. – A global perspective on African climate. Climate change, 359-383.
- (5) OTTERMAN J., 1974. – Baring High albedo soils by overgrazing : a hypothesized désertification mechanism. Science, 531-533.
- (6) OTTERMAN, J., MANES A., RUBIN S., ALPERT P. et STARR D., 1990. – An increase of early rains in southern Israël following land-use changes ? Boundary layer Meteorology, 333-351.
- (7) PIELKE R., 2001. – Influence of the spatial distribution of vegetation and soils on the prediction of cumulus convection rainfall. Review of Geophysics, 151-177.
- (8) POLCHER 1995. – Sensitivity of tropical convection to land surface processes. J. Atmos. Science, 3143-3161.
- (9) RABIN et MARTIN, 1996. – Satellite observations of shallow cumulus coverage over the central United States : an exploration of land use impact on cloud cover. Journal of Geophysical Research, 7149-7155.
- (10) STEINBERGER and GAZIT-YAARI, 1996. – Recent changes in the spatial distribution of annual précipitation in Israël. Journal of Climate, 3328-3336.
- (11) TAYLOR, 2010. – Feedbacks on convection from an African wetland. Geophysical Research Letters.

LES EAUX DE SURFACE, DES MONTAGNES À LA MER

par Christian **Valentin**¹

Face à des contraintes de plus en plus lourdes, le mot d'ordre des institutions internationales « More crop per drop » rappelle la nécessité de mieux valoriser l'eau de pluie pour la production agricole. En d'autres termes, il est nécessaire d'augmenter l'infiltration dans les sols, la transpiration par les cultures et de réduire d'autant le ruissellement et l'évaporation. Cet impératif s'applique particulièrement aux pays du sud de la Méditerranée exposés à des menaces de stress hydrique et d'aridification climatique. Ces défis peuvent être relevés si les décideurs valorisent au mieux le potentiel que représentent les eaux de surface, en s'appuyant sur des modes innovants de gestion, déduits du fonctionnement d'écosystèmes naturels, de pratiques anciennes, et des leçons tirées de la construction de retenues et de barrages.

Un modèle naturel de conservation des eaux et des sols : la brousse tigrée.

Dans de nombreuses régions semi-arides (Sahel, Somalie, Mexique, Australie...), des écosystèmes naturels sont constitués d'une alternance régulière de bandes de sol nu et de végétation (fig. 1), parallèles aux courbes de niveau (Tongway *et al.*, 2001). Comme les tracés de Nazca, ce ne sont que les photos aériennes qui ont permis d'identifier ces écosystèmes peu repérables au sol. Le terme de « brousses tigrées » leur a ainsi été donné par un photo-interprète de l'Institut Français d'Afrique Noire (Clos-Arceuduc, 1956). Ce système se développe sur des pentes faibles et régulières où le ruissellement peut s'écouler en nappe. Pour des pentes quasi-nulles et sous une même pluviosité, la végétation tend à se contracter non pas en bandes mais en taches (Valentin *et al.*, 1999). La combinaison des conditions climatiques et topographiques a permis de rechercher sur des images satellitaires des formations de ce type qui n'auraient pas encore été signalées. Des formations analogues ont pu ainsi être mises en évidence en Basse Californie, dans le Chaco en Argentine et en bordure du Kalahari (Deblauwe *et al.*, 2008).



Fig. 1. Plateau couvert d'une brousse tigrée à l'est de Niamey, Niger. Cliché C. Valentin

¹ Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France, directeur adjoint Bioemco, biogéochimie et écologie des milieux continentaux, UMR 211, Institut de recherche pour le développement (IRD), 32, avenue Henri Varagnat, 93143 Bondy cedex.

Les brousses tigrées se caractérisent par des fourrés qui présentent un front pionnier à l'amont et une zone de sénescence à l'aval, ce qui suggère une progression de l'ensemble vers l'amont comme le montre un modèle simple, fondé sur l'anisotropie des compétitions pour l'eau et l'isotropie de l'effet synergique des autres arbres (Thiéry *et al.*, 1995). De nombreux indices fournis par des repères au sol, la dendrochronologie et des mesures isotopiques tendent à indiquer que la vitesse de migration serait de quelques dizaines de centimètres par an (Valentin *et al.*, 2001).

La bande de sol nu, très peu perméable, du fait de son encroûtement superficiel, constitue un élément essentiel de l'écosystème ; elle génère le ruissellement qui assure une suralimentation hydrique de la bande située en aval (fig. 2). Ainsi, sous 550 mm de pluie annuelle, le cœur du fourré reçoit une quantité double d'eau. Il n'est donc pas surprenant d'y trouver des espèces typiquement de savane. La biomasse aérienne de ces fourrés est supérieure à celle mesurée en savane (fig. 3). Les travaux sur ces formations au Niger battent ainsi en brèche le credo de nombreux forestiers selon lequel un sol doit nécessairement être couvert, d'autant que les pertes en terres issues des brousses tigrées sont nulles (Chappell, 1995). Ceci n'est guère surprenant, car la succession de bandes nues et de bandes de végétation favorisent la formation naturelle de banquettes anti-érosives, avec une dénivelée entre les fourrés (H, m) qui correspond à la formule de Ramser, utilisée par les ingénieurs des travaux ruraux, avec $H=0,325 \times (2+p/4)$, p (%) étant la pente moyenne (d'Herbès *et al.*, 1997).

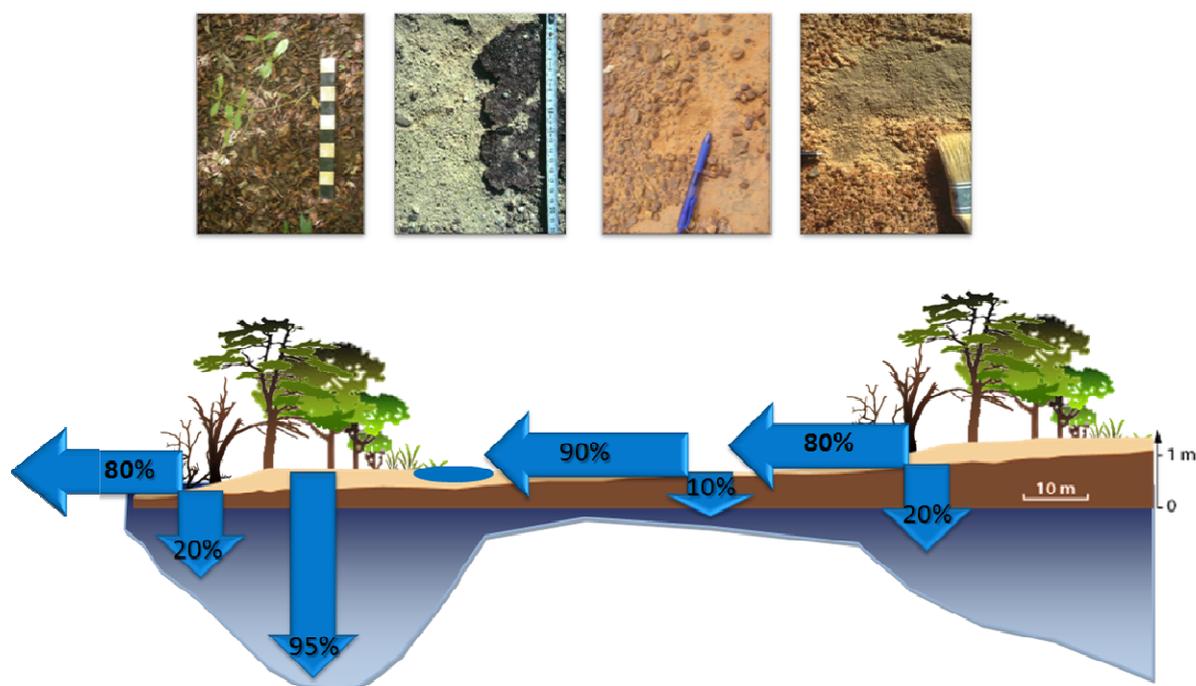


Fig. 2. Partition de l'eau de pluie entre infiltration (%) et ruissellement (%), et profondeur du front d'humectation le long d'un transect à travers une brousse tigrée. Les états de surface contrôlent cette distribution, avec des croûtes structurales dans la zone de sénescence du fourré, des croûtes d'érosion et gravillonnaire dans la zone nue, des croûtes de décantation en amont du fourré et une absence de croûtes du fait d'une litière importante et d'une forte activité des termites dans le cœur du fourré. (D'après Galle *et al.*, 1999, Valentin *et al.*, 1999, Ludwig *et al.*, 2005 ; clichés C. Valentin).

En s'autoréglant, ce système présente une très forte résilience aux variations climatiques. En période de sécheresse, les bandes nues s'élargissent et les bandes de végétation se contractent ; l'inverse s'observe au cours de périodes plus humides (fig. 4). Ainsi, la largeur de l'impluvium nu atteint le double de celle du fourré sous 300 mm, et seulement sa moitié sous 750 mm. En revanche, ces formations ne supportent pas les coupes qu'elles subissent à proximité des routes pour le prélèvement de bois de cuisson destiné aux agglomérations. Les années de sécheresse, il arrive que des paysans soient contraints de défricher des fourrés, non seulement pour s'assurer d'un minimum de revenus par la vente de bois, mais aussi pour y semer dans des sols un peu moins secs que ceux des versants sableux. Une fois ces formations défrichées, elles se couvrent de croûtes qui généralisent le ruissellement à l'ensemble des plateaux et favorisent ainsi une érosion marquée (Leblanc *et al.*, 2008).

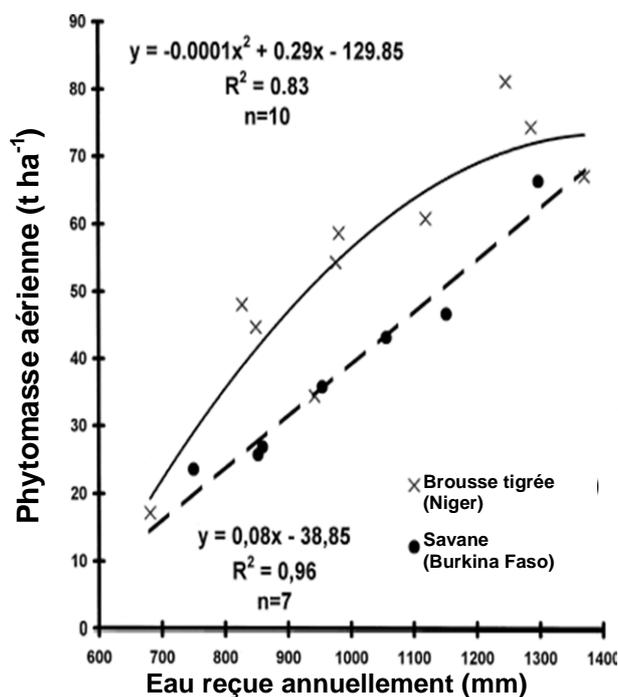


Fig. 3. Phytomasse aérienne dans les fourrés de brousse tigrée (Niger) et en savane (Burkina Faso) pour les mêmes quantités d'eau reçues : pluie annuelle + ruissellement en provenance de la zone nue pour la brousse tigrée, pluie annuelle pour la savane. D'après Valentin et d'Herbès (1999).

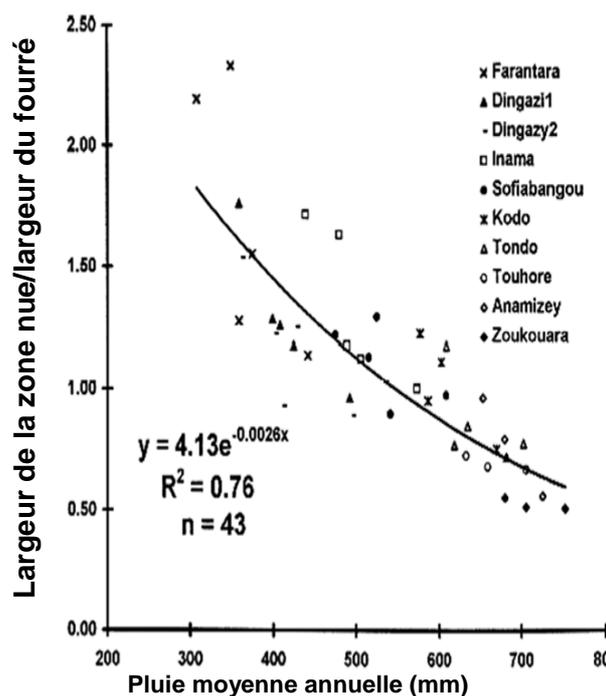


Fig.4. Variation du rapport entre la largeur de la zone nue et celle du fourré en fonction de la pluie annuelle (mesurée sur 15 ans), sur dix transects le long d'un gradient climatique au Niger, d'après des mesures de terrain et l'analyse de photo-aériennes de 1950, 1955, 1962, 1975 et 1992. D'après Valentin et d'Herbès (1999).

Des pratiques anciennes et récentes de récolte et de conservation de l'eau et des sols

Dans les régions semi-arides, les ressources en eau sont insuffisantes pour permettre un couvert continu. Dès lors, tant les agronomes que les forestiers doivent accepter que le couvert végétal ne soit pas homogène, présente des lacunes et qu'une partie du sol reste nue. Contrairement aux régions de grandes cultures ou aux forêts des régions de moyenne et basse latitudes, les champs, les versants et plus généralement les paysages doivent être constitués d'une marqueterie d'éléments très différents. Comme pour la brousse tigrée, cette mosaïque doit comprendre, en amont un impluvium peu perméable, et à l'aval des zones privilégiées d'infiltration et de stockage de l'eau, en vue d'assurer un complément d'alimentation hydrique aux cultures, annuelles ou pérennes. L'un des principaux enjeux consiste à maîtriser ce ruissellement pour qu'il apporte ce surplus d'eau sans générer d'érosion préjudiciable au capital sol. Il convient ainsi d'en réduire la vitesse et de limiter artificiellement les inclinaisons et les longueurs de pente. Comme le montrent les quelques exemples ci-après, ces principes de récolte de l'eau (« *water harvesting* ») servent de base à des pratiques anciennes et à des techniques culturelles plus récentes.

À l'échelle du champ, les cuvettes amendées (« *zaï* ») et les demi-lunes seraient originaires de la région de Ségou au Mali et remonteraient au 16^e siècle. Ces pratiques n'ont toutefois été largement diffusées dans la zone sahélienne qu'après les grandes sécheresses des années 1970 par les ONG et les organisations internationales, pour réhabiliter des surfaces très encroûtées (fig. 5). Le *zaï* (terme mooré qui signifie « se hâter pour préparer la terre ») consiste à creuser des cuvettes régulières dans le sol, en vue de capter les eaux de ruissellement, et à y apporter avant le semis des matières organiques (pailles, fumier ou compost). Des techniques analogues existent au Cap Vert, au Kenya, en Zambie et en Tanzanie. Pour la reforestation des zones très dégradées, ces cuvettes doivent être plus grandes, avec un amont rectiligne, parallèle aux courbes de niveau, et un aval semi-circulaire, bordé d'un bourrelet provenant des rejets de terre, d'où le terme de « demi-lunes ». Celles-ci sont utilisées dans de nombreuses régions arides, comme les îles Kerkennah au

large de Sfax, en Tunisie, et Lanzarote aux Canaries Ces deux techniques concentrent ponctuellement les ressources hydriques, comme les brousses tachetées. Plusieurs pratiques se rapprochent davantage encore du modèle « brousse tigrée ». Par exemple, les cordons pierreux disposés le long des courbes de niveau permettent de ralentir le ruissellement. Des reforestations commencent à être effectuées, notamment au Niger, en alternant bandes de sol nues et bandes de reforestation (Fig.6).



Figure 5. Trou de récolte de l'eau (« zaï ») en vue de réhabiliter un sol très encroûté par la culture du mil ; à noter : l'apport de paille et de déjections animales dans les trous, Banizoumbou, Niger. Cliché C. Valentin.

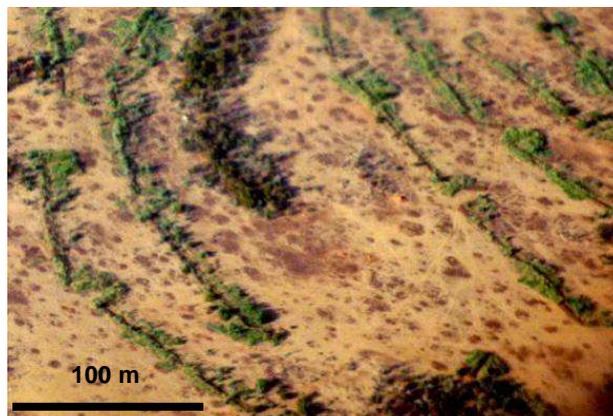


Figure 6. Reforestation en bandes d'un plateau très dégradé, à proximité de Niamey, Niger ; à noter : un lambeau de fourré de brousse tigrée subsiste. Cliché C. Valentin.

À des échelles plus fines, c'est le champ qui peut être cultivé en alternant les bandes nues non travaillées et donc rapidement encroûtées en surface, et les bandes travaillées en cuvettes pour récolter les eaux de ruissellement. Comme pour le zaï, les cuvettes sont enrichies en matière organique (fig. 7). Cette pratique innovante, de plus en plus largement adoptée par des petits producteurs d'Afrique du Sud, assure un accroissement des rendements (Hensley *et al.*, 2000; Baiphethi *et al.*, 2009 ; Mzezewa *et al.*, 2011).

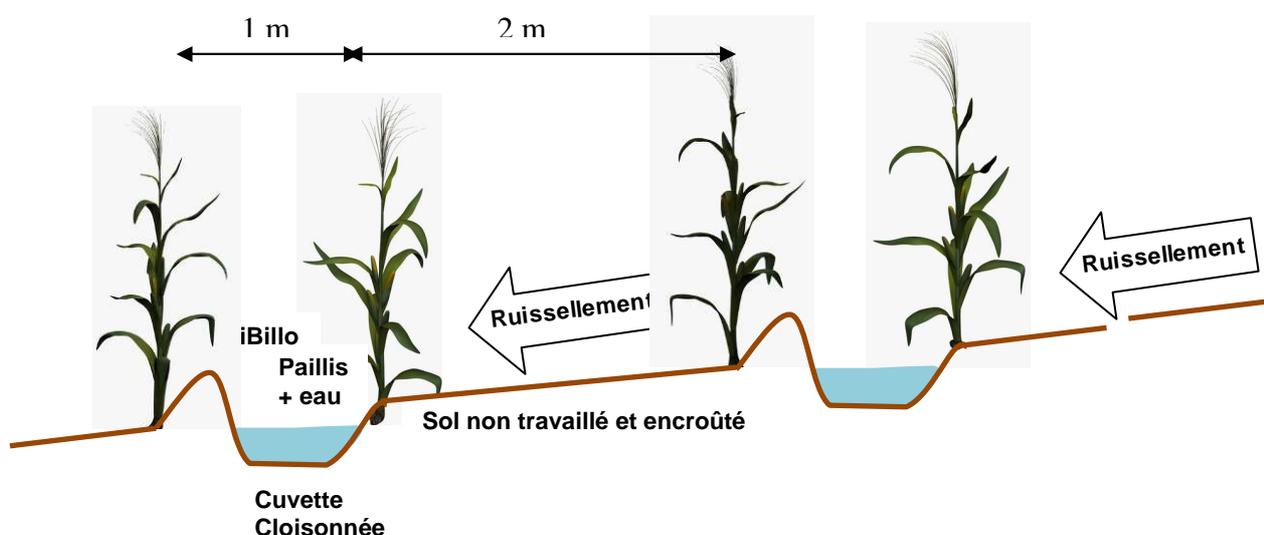
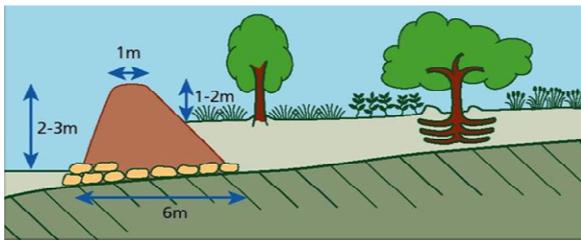


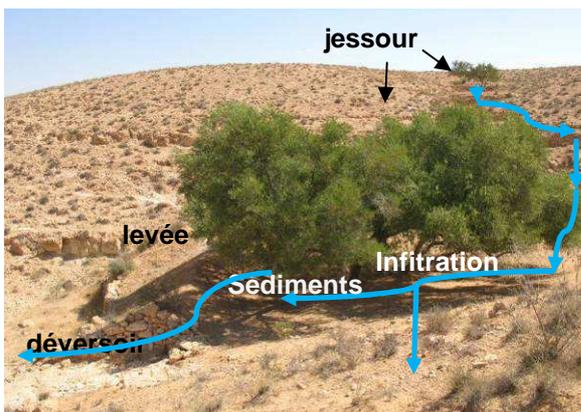
Fig. 7. Système de récolte au champ des eaux de ruissellement (Infield RainWater Harvesting, IRWH) diffusé en Afrique du Sud auprès des petits producteurs, adapté de Hensley *et al.*, (2000).

Une approche analogue, récemment testée en Syrie, a montré que sous une pluviosité annuelle de 110 mm, le ruissellement qui apparaît après seulement 4 mm de pluie sur des impluviums de quelques m² fournit en moyenne un complément de 30% par rapport à la pluviosité annuelle (Ali *et al.*, 2010).

À l'échelle des petits bassins versants, ces mêmes principes ont été appliqués dans de nombreuses régions arides et semi-arides. Dans le cas des « jessour » du sud tunisien (Fig. 8), l'impluvium est constitué de versants très encroûtés (à éléments grossiers enchâssés des « regs ») et donc très ruisselants. Dans la zone de concentration des thalwegs, les écoulements sont ralentis mais non stoppés, grâce à l'existence de déversoirs, par de petites levées en terre souvent renforcées de soubassements de pierres sèches, les « tabiâs », qui retiennent la majeure partie des sédiments et de l'eau. Des cultures typiquement agroforestières peuvent être conduites sous des pluviométries de moins de 250 mm. Contrairement aux craintes exprimées par certains auteurs (Baldy *et al.*, 1997), ces ouvrages demeurent pour la plupart encore très bien entretenus (fig. 8b).



a) Coupe d'un « jissr » (plur. jessour). Adapté de Bonvalot (1986), Hill et Woodland (2003).



b) Succession de « jessour » dans un thalweg du sud tunisien, monts de Matmata, pluviosité moyenne annuelle 240 mm. Cliché C.Valentin, sept. 2011).

Fig. 8. Exemple de maîtrise du ruissellement en milieu aride : les « jessour » du sud tunisien.

Ne laisser plus aucune goutte d'eau rejoindre la Méditerranée ?

La volonté de valoriser au mieux les eaux de ruissellement ne s'exprime pas qu'à l'échelle du champ ou du micro-bassin versant. Dès le 12^e siècle, Parakkama-Bahu I^{er}, roi du Sri Lanka, avait lancé le mot d'ordre : « Ne laissez pas une seule goutte d'eau tombée sur Terre regagner la mer sans avoir servi le peuple » (MIWM, 2003, p.417). Lors de sa campagne d'Égypte en 1798, Bonaparte aurait déclaré que « s'il était maître de ce pays, il ne laisserait pas couler une seule goutte d'eau vers la mer » (Marié *et al.*, 1999). Tel est bien de nos jours l'objectif de la plupart des gouvernements des pays méditerranéens.

À cet égard, l'Égypte, depuis la construction du barrage d'Assouan, constitue un cas d'école. Les grands barrages font, en effet, l'objet de très nombreuses critiques (Rashad et Ismail, 2000) sur les coûts sociaux, sanitaires et culturels, la réalité de la rentabilité économique, l'évaporation à partir du plan d'eau et des chenaux d'irrigation, la rupture de la connectivité écologique, les moindres transferts de fertilité vers les terres à l'aval (mais aussi à la mer), l'érosion des deltas et du trait de côte (Bucx *et al.*, 2010), le moindre drainage et les risques accrus de salinisation, de pollution des sols et des eaux, etc. S'il est vrai que ces projets pharaoniques, comme le barrage des Trois Gorges en Chine, répondent à des motivations de prestige, il convient de se poser la question de ce que serait devenue l'Égypte sans le barrage d'Assouan en termes de sécurités alimentaire et énergétique (Strzepek *et al.*, 2008).

Face aux controverses suscitées par les grands barrages, les Nations Unies ont réuni une commission (World Commission on Dams) chargée de définir des règles de bonne conduite (WCD, 2000) qui, depuis, ont

surtout été respectées par les grands bailleurs internationaux. L'autre réponse des pouvoirs publics fut d'encourager la multiplication des petites retenues. Celles-ci présentent en effet de multiples avantages en comparaison des grands barrages : faibles impacts sociaux, culturels et environnementaux, contribution à la recharge des nappes, et coûts limités. Il reste qu'elles sont soumises aussi à l'évaporation, contrairement aux antiques citernes enterrées, première technique de récolte des eaux de ruissellement, signalées dès la Genèse (Gn 37:24), que l'on retrouve encore sur l'ensemble du pourtour méditerranéen depuis Lyon jusqu'à la Jordanie. Comme les grands barrages, elles émettent du méthane, non pas uniquement à partir de la décomposition de la végétation inondée mais aussi à partir de leurs sédiments (Kornijów, 2009 ; Thothong *et al.*, 2011). En milieu méditerranéen, leur envasement, souvent très rapide, limite leur durée de vie, courte, à 5-20 ans (Albergel *et al.*, 2004 ; Cudennec *et al.*, 2007).

Dès lors, et quels qu'en soient les usages (recharge de nappe, production hydroélectrique, régulation des crues et des étiages...), les petites retenues et les barrages exigent des aménagements des bassins en amont, destinés, comme les pratiques évoquées plus haut, à réduire les transferts de sédiments tout en assurant le maintien des écoulements. Cette fonction de protection des bassins versants représente la moitié de la valeur économique des forêts méditerranéennes (Merlo et Croitoru, 2005). Toutefois, les gestionnaires de ces forêts doivent veiller à limiter les risques de propagation des feux. Si le rôle bénéfique des forêts n'est pas remis en cause, un nombre croissant de scientifiques tentent d'alerter les pouvoirs publics sur les risques posés par des reforestations mal conduites, à l'origine de déséquilibres entre évapotranspiration, ruissellement et alimentation des nappes. Ceux-ci conduisent à une réduction des ressources en eau à l'aval des plantations, un abaissement des nappes et un moindre remplissage des retenues, comme c'est souvent le cas lorsque sont choisies des espèces très consommatrices d'eau (Farley *et al.*, 2005 ; Calder, 2007 ; Vanclay, 2009).

Ces différents exemples illustrent la complexité de la gestion des eaux de surface, qui augmente depuis les hauts de bassins, le plus souvent sylvopastoraux, jusqu'aux plaines et deltas denses. Ils montrent aussi que la gestion agricole de l'eau ne peut pas être raisonnée indépendamment des autres secteurs économiques. Les risques de conflits pour l'accès aux ressources rendent de plus en plus urgent un meilleur dialogue entre les décideurs politiques, les organisations internationales, les ONG, généralement enclins à des résultats visibles et rapides, et souvent perméables aux idées reçues ou trop simples, voire simplistes, et les chercheurs, plus critiques, qui disposent de connaissances et d'expériences insuffisamment valorisées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) ALBERGEL, J., NASRI, S., LAMACHERE, J. M., 2004. – HYDROMED–Programme de recherche sur les lacs collinaires dans les zones semi-arides du pourtour méditerranéen. *Revue des Sciences de l'Eau*, **17**, 133–151.
- (2) ALI A., YAZAR A., ABDUL AAL A., OWEIS T., HAYEK P., 2010. – Micro-catchment water harvesting potential of an arid environment. *Agricultural Water Management*, **98**(1): 96-104.
- (3) BAIPHETHI M. N., VILJOEN M. F., KUNDHLANDE G., BOTHA J. J., ANDERSON J. J., 2009. – Reducing poverty and food insecurity by applying infield rainwater harvesting (IRWH): How rural institutions made a difference ? *African Journal of Agricultural Research*, **4**(12), 1358-1363.
- (4) BALDY C., 1997. – Systèmes traditionnels d'arboriculture et conservation des sols dans le bassin méditerranéen. *Cahiers Agricultures*, **6**(1), 31-44.
- (5) BONVALLOT J., 1986. – Tabias et jessour du Sud tunisien. Agriculture dans les zones marginales et parade à l'érosion. *Cahiers - ORSTOM. Pédologie*, **22**(2), 163-171.
- (6) BUCX T., MARCHAND M., MAKASKE A., Van de GUCHTE C., 2010. – Comparative assessment of the vulnerability and resilience of 10 deltas – synthesis report. Delta Alliance report number 1. Delta Alliance International, Delft-Wageningen, The Netherlands, 178 p.
- (7) CALDER I.R., 2007. – Forests and water: ensuring forest benefits outweigh water costs. *Forest Ecology and Management*, **251**, 110-120.
- (8) CHAPPELL A., 1995. – Geostatistical mapping and ordination analysed of ¹³⁷Cs-derived net soil flux in south-west Niger. Thèse, University of London.
- (9) CLOS-ARCEDUC M., 1956. – Etude sur photographies aériennes d'une formation végétale sahélienne : la brousse tigrée. *Bulletin de l'IFAN*, série A, **7**(3), 677-684.

- (10) CUDENNEC C., LEDUC C., KOUTSOYIANNIS D., 2007. – Dryland hydrology in Mediterranean regions—a review. *Hydrological Sciences Journal*, **52**(6), 1077-1087.
- (11) DEBLAUWE, V., BARBIER, N., COUTERON P., LEJEUNE, O., BOGAERT, J., 2008. – The global biogeography of semi-arid periodic vegetation patterns. *Global Ecology and Biogeography*, **17**(6), 715-723.
- (12) d'HERBÈS J-M., VALENTIN C., THIÉRY J.M. 1997. – La brousse tigrée au Niger : synthèse des connaissances acquises : hypothèses sur la genèse et les facteurs déterminant les différentes structures contractées. In : J.M. d'Herbès, J.M.K. Ambouta, R. Peltier (eds), *Fonctionnement et Gestion des Ecosystèmes Forestiers Contractés*. Paris : J. Libbey Eurotext, 1997, p. 131-152.
- (13) FARLEY K.A., JOBBÁGY E.G., JACKSON R.B., 2005. – Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. *Global Change Biology*, **11**(10), 1565–1576.
- (14) GALLE S., EHRMANN M. and PEUGEOT C., 1999. – Water balance in a banded vegetation pattern. A case study of tiger bush in western Niger. *Catena*, **37** (1-2), 197-216.
- (15) HENSLEY M., BOTHA J.J., ANDERSON J.J., Van STADEN P.P., Du TOIT A., 2000. – Optimizing rainfall use efficiency for developing farmers with limited access to irrigation water. WRC Report No. 878/1/00. Water Research Commission, Pretoria.
- (16) HIL L J., WOODLAND, W., 2003. – Contrasting water management techniques in Tunisia : towards sustainable agricultural use. *The Geographical Journal*, **169**(4), 342-357.
- (17) KORNIJÓW R., 2009. – Controversies around dam reservoirs : benefits, costs and future. *Ecohydrology & Hydrobiology*, **9**(2 – 4), 141-148.
- (18) LEBLANC M.J., FAVREAU G., MASSUEL S., TWEED S. O., LOIREAU M., CAPPELAERE B., 2008. – Land clearance and hydrological change in the Sahel: SW Niger. *Global and Planetary Change*, **61**(3-4), 135-150.
- (19) LUDWIG J.A., WILCOX B.P., BRESHEARS D.D., TONGWAY D.J., IMESON A.C., 2005. – Vegetation patches and runoff–erosion as interacting ecohydrological processes in semiarid landscapes. *Ecology*, **86**(2), 288–297.
- (20) MARIÉ M., LARCENA D., DERIOZ P., 1999. – Cultures, usages et stratégies de l'eau en Méditerranée. Editions L'Harmattan, Paris, 543 p.
- (21) MERLO M., CROITORU L., 2005. – Valuing Mediterranean forests : towards total economic value. CABI Publ., Wallingford, 448 p.
- (22) MIWM (Ministry of Irrigation and Water Management of Sri Lanka), 2003. – Ruhuna Basins (Sri Lanka), first World Water Development Report, UNESCO, 414-427.
- (23) MZEZEWA J., GWATA E.T., Van RENSBURG L.D., 2011. – Yield and seasonal water productivity of sunflower as affected by tillage and cropping systems under dryland conditions in the Limpopo Province of South Africa. *Agricultural Water Management*, **98**(10), 1641-1648.
- (24) RASHAD S.M., ISMAIL M.A., 2000. – Environmental-impact assessment of hydro-power in Egypt. *Applied Energy*, **65**(1-4), 285-302.
- (25) STRZEPEK, K.M., YOHE, G. W., TOL, R.S.J, ROSEGRANT, M.W., 2008. – The value of the high Aswan Dam to the Egyptian economy. *Ecological Economics*, **66**(1), 117-126.
- (26) THIÉRY J., d'HERBÈS J.M., VALENTIN C., 1995. – A model for simulating the genesis of banding patterns in Niger. *Journal. of Ecology*, **83**, 497-507.
- (27) THOTHONG W., HUON S., JANEAU J.-L., BOONSANER A., DE ROUW A., PLANCHON O., BARDOUX G., PARKPIAN P., 2011. – Impact of land use change and rainfall on sediment and carbon accumulation in a water reservoir of North Thailand, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **140**(3-4), 521-533.
- (28) TONGWAY, D.J., VALENTIN, C., SEGHIERI, J., 2001. – Banded vegetation patterning in arid and semi-arid environments. Ecological processes and consequences for management. *Ecological Studies* 149, Springer, New York. 252 p.
- (29) VALENTIN C., d'HERBÈS J.-M., POESEN J., 1999. – Soil and water components of vegetation patterning. *Catena* **37**, 1-24.
- (30) VALENTIN C., d'HERBÈS J.-M., 1999. – Niger tiger bush as a natural water harvesting system. *Catena*, **37**, 231-256.
- (31) VALENTIN C., TONGWAY D., SEGHIERI S., 2001. – The banded landscapes: Ecological Developments and Management Consequences. In: Tongway D., Valentin C., Seghieri J. (eds.). *Banded Vegetation Patterning in Arid & Semi-arid Environment. Ecological Processes and consequences for management*. Springer, Ecological Studies, 149, pp. 228-243.
- (32) VANCLAY J.-K 2009. – Managing water use from forest plantations. *Forest Ecology and Management*, **257**(2): 385-389.

- (33) WCD (World Commission on Dams), 2000. Dams and development, the Report of the World Commission on Dams, a new framework for decision-making, Earthscan Publications Ltd, London and Sterling VA, 356 p.

GESTION DES RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES AU MAGHREB

par Mustapha **Besbes**¹

Introduction

Le secteur de l'eau au Maghreb a connu de profondes transformations, marquées par un niveau très élevé de mobilisation : utilisation des meilleurs sites de grands barrages, surexploitation des nappes souterraines, recours accru aux eaux non conventionnelles. En parallèle, une mutation socio-économique s'est opérée avec l'émancipation des populations maghrébines et ses corollaires : plus fortes exigences en matière de qualité et de sécurité d'approvisionnement, nécessité d'une plus forte participation des usagers à la gestion locale de l'eau, besoins accrus en formation, en information et en responsabilisation des citoyens.

Dans ce contexte, la place des eaux souterraines est déterminante. En année hydrologique moyenne, l'eau souterraine représente une part importante de la ressource : 20% au Maroc, 50% en Algérie et Tunisie. La nappe souterraine constitue une ressource distribuée, partagée, un réseau interactif exploité par des milliers d'utilisateurs : ressource d'autant plus précieuse et appréciée des agriculteurs qu'elle se trouve le plus souvent efficacement protégée des aléas climatiques saisonniers, et qu'en période de sécheresse, elle constitue une réserve inestimable.

L'histoire géologique a doté les pays du Maghreb de riches gisements aquifères, avec au Sud l'immense bassin saharien renfermant des réserves considérables, et une multitude de nappes souterraines de dimensions plus réduites jalonnant tout le Nord de la région. La préservation d'un tel patrimoine confère une responsabilité particulière.

1. Aquifères et nappes souterraines au Maghreb :

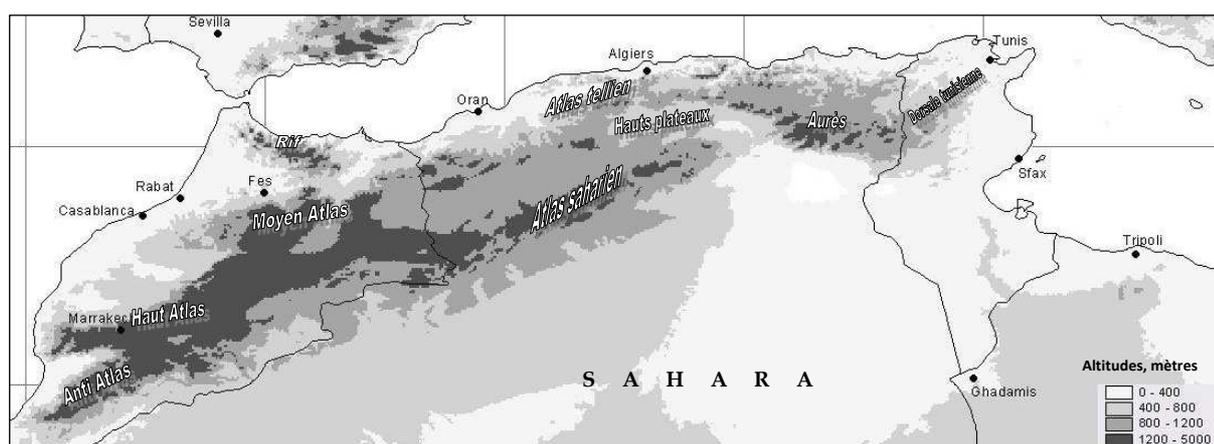


Figure 1: Topographie et morphologie générale du Maghreb.

Sur le plan structural, l'Algérie et la Tunisie sont très nettement divisées en une partie septentrionale, soumise à la tectonique alpine, où les couches géologiques sont fortement plissées et propices à l'accumulation d'aquifères de moyenne envergure, et une partie méridionale caractérisée par une tectonique de plate-forme, où prédomine le grand bassin sédimentaire du Sahara septentrional.

¹ Associé étranger de l'Académie des Sciences.

Au Maroc, l'histoire tectonique et la succession des chaînes de montagnes n'ont pas favorisé le développement de grandes structures synclinales qui recèlent généralement les grands bassins hydrogéologiques. Mais entre les chaînes de montagnes démantelées par l'érosion sont ménagées de vastes plaines alluvionnaires richement aquifères : plaines du Gharb, du Haouz, du Souss, du Tafilalt, des Triffa. D'une manière générale, le sous-sol du Maroc est assez peu perméable : Rif schisteux et marneux, Meseta paléozoïque recouverte de Crétacé et de Miocène plutôt marneux, Haut Atlas primaire à l'Ouest, jurassique schisteux à l'Est, quartzites et schistes dominant l'Anti Atlas (Robaux, 1952). Il existe néanmoins et par ailleurs des zones fortement aquifères : Haut Atlas calcaire, et notamment le Moyen Atlas : cause atlasique, nappe du Saïss de Meknès-Fès.

L'Algérie comprend quatre domaines morphologiques du Nord au Sud : i) l'Atlas tellien, formé de reliefs et de plaines littorales, gisement d'importants aquifères : Cheliff, Mitidja, plaine de Annaba, ii) les Hauts Plateaux qui recèlent de grands bassins aquifères endoréiques: Chott Chergui, Zahrez, Chott Hodna, iii) l'Atlas Saharien délimité au sud par la faille sud-atlasique qui sépare le Nord de l'Algérie, marqué par une tectonique alpine, de la plate-forme saharienne, iv) le Sahara marqué dans sa partie septentrionale par l'omniprésence des aquifères du Continental intercalaire et du Complexe terminal, lesquels s'étendent vers l'Est en Tunisie et en Libye.

La Tunisie est bien plus pauvre en eaux de surface que le Maroc et l'Algérie, qui comportent de hauts reliefs et d'importants cours d'eau. Les aquifères y constituent, depuis toujours, la principale ressource en eau. L'apparent paradoxe de la Tunisie, que partage l'Algérie, c'est la spécificité régionale des ressources : eaux de surface quasi exclusivement au Nord, eaux souterraines au Centre et au Sud, distribution qui conjugue fidèlement la géologie à la pluviométrie (fig. 2). L'extrême Nord est pauvre en aquifères, malgré une pluviométrie supérieure à 1000 mm/an, mais en raison d'un sous sol où prédomine le flysh numidien imperméable. Dans le bassin de la Medjerda, les réserves d'eau souterraine sont exclusivement liées aux remplissages alluvionnaires tel celui de Ghardimaou. La structure géologique de la Tunisie centrale est quant à elle dominée par l'Atlas Saharien, qui traverse le pays en une diagonale SW-NE, la Dorsale tunisienne. Cette structure Atlasique est affectée de nombreuses fosses d'effondrement, sièges d'importantes plaines alluvionnaires aquifères : Gafsa, Kasserine, Sidi Bou Zid, Kairouan, Grombalia (Archambault, 1947 ; Castany, 1948). Quant au Sud de la Tunisie, en grande partie désertique (cf. précipitations fig. 2), il est entièrement le siège du système aquifère du Sahara Septentrional, dont la région de Gabès forme le principal exutoire naturel, et qui se prolonge à l'Est par la grande nappe côtière de la Djeffara se poursuivant en Libye.

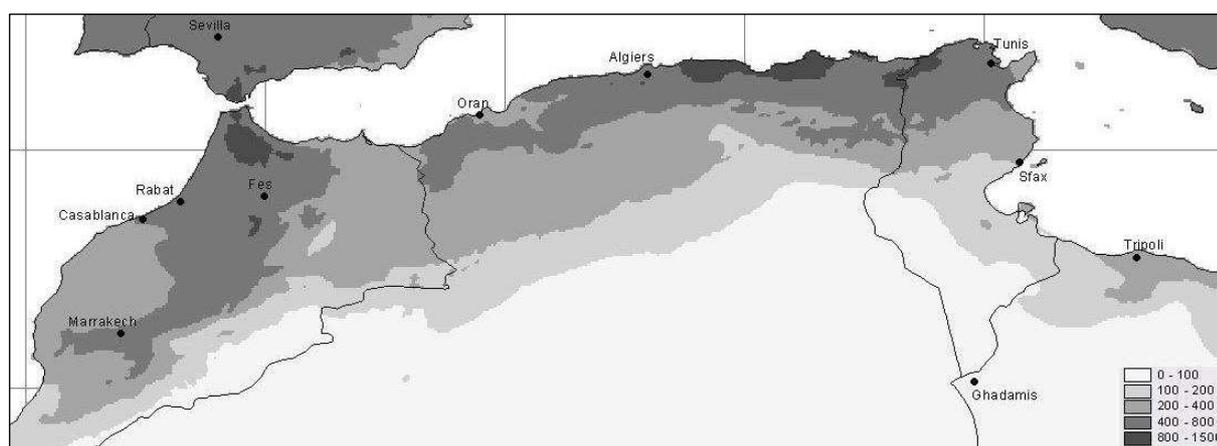


Figure 2 : Précipitations moyennes au Maghreb (en mm/an), données de Worldclim.org (2011)

Les ressources en eaux souterraines exploitables du Maghreb sont évaluées à 13 km³/an, et les volumes prélevés (valeurs moyennes 2004-2008) estimés à 8,7 km³/an (tableau 1), ce qui représente un index d'exploitation global [Rapport prélèvements / ressources exploitables] de 67%. Mais cet index passe à 103% lorsqu'on rapporte les prélèvements à la part renouvelable des ressources. La valeur de cet indicateur aux plans national et régional cache toutefois d'importantes disparités à plusieurs niveaux. D'abord au sein d'un même pays, ensuite entre les pays, enfin et surtout entre les régions : régions où les eaux souterraines sont strictement renouvelables, c'est le cas du Maroc, de l'Algérie du Nord, de la Tunisie du Nord, et des régions sahariennes d'Algérie et de Tunisie.

Selon leurs modalités de recharge et en première analyse, les nappes souterraines du Maghreb peuvent être classées en nappes renouvelables et nappes faiblement renouvelables. Les eaux souterraines renouvelables représentent la part infiltrée des précipitations, et du ruissellement de crues d'oueds qui rejoint en profondeur les nappes souterraines, définies en année hydrologique moyenne et estimées à 8,5 km³/an pour l'ensemble des trois pays (tableau 1). L'estimation précise des ressources renouvelables, ou recharge des nappes souterraines, nécessite des protocoles longs et rigoureux, appliqués lors de travaux de recherche scientifique sur des aquifères particuliers. Il n'existe pas encore dans les pays du Maghreb de programme de recherche d'envergure nationale dédié à la question, et *a fortiori* pas de synthèse au niveau de toute la région. La valeur de 8,5 km³/an résulte d'estimations d'experts et ne repose pas sur des protocoles scientifiques éprouvés.

Les ressources en eaux souterraines faiblement renouvelables désignent les réserves accumulées dans les grands aquifères souterrains sur des périodes d'échelle géologique, et dont l'exploitation, nécessairement supérieure au taux de recharge moyen actuel, présente un caractère gradué. Au-delà du taux de recharge moyen, le prélèvement de la part jugée exploitable, pris sur les réserves, produit un impact environnemental (baisse des niveaux de la nappe et modification éventuelle des salinités) considéré admissible. En Algérie du Sud, et en Tunisie du Centre et du Sud, ces eaux concernent le système aquifère du Sahara Septentrional, et une partie de la plaine côtière de la Djéffara. L'importance de ces régions sahariennes introduit une particularité maghrébine : l'appartenance d'une part importante des eaux souterraines à la catégorie des ressources faiblement renouvelables. Nécessité fait loi : le concept typiquement maghrébin des « ressources exploitables » s'est peu à peu imposé, notamment auprès des techniciens et des planificateurs, comme la norme, la référence pratique, la limite à ne pas dépasser pour la mobilisation des ressources souterraines.

Ressources en eau souterraines en 10 ⁶ m ³ /an	Prélèvements Totaux	Ressources Renouvelables	Ressources Exploitables
<i>Algérie du Nord</i>	1 500	1 800	1 800
<i>Sahara Algérien</i>	2 100	900	5 000
Total Algérie	3 600	2 700	6 800
Maroc	3 100	4 000	4 000
<i>Tunisie Nord & Centre</i>	1 250	1 500	1 500
<i>Tunisie du Sud</i>	780	300	780
Total Tunisie	2 030	1 800	2 280
Total Maghreb	8 730	8 500	13 080

Tableau 1 : Ressources en eau souterraine du Maghreb, d'après MRE (2011), FAO-Aquastat (2011), SEEE (2011), Bzioui (2004), DGRE (2010).

En tout état de cause, et malgré des décennies d'études et d'efforts, la connaissance de base des ressources en eau souterraine et le niveau d'exploitation et d'analyse des réseaux de suivi hydrogéologiques paraissent encore manifestement insuffisants au Maghreb. C'est ce que souligne la figure 3 qui présente, avec l'exemple de la Tunisie, les évolutions parallèles qu'ont connu respectivement les estimations des ressources souterraines exploitables et le niveau des prélèvements, entre 1968 et 2010. Il s'agit, bien entendu ici, de ressources évaluées, dont la croissance traduit bien les progrès de la connaissance des prélèvements. Une telle évolution montre à quel point la réduction des incertitudes d'estimation est stratégique dans les pays du Maghreb, où le bilan besoins / ressources est si serré. Cela traduit clairement la nécessité d'investir dorénavant bien plus dans la connaissance.

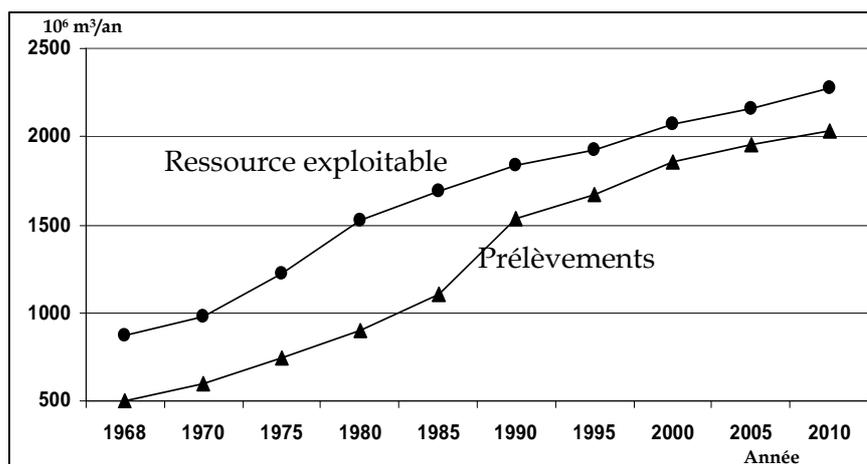


Figure 3 : Tunisie, évolutions concomitantes des prélèvements et de la connaissance des ressources souterraines exploitables, ($10^6 \text{ m}^3/\text{an}$) (Besbes (1981); Hamza (2006) ; DGRE (2010)).

2. Durabilité de l'exploitation des eaux souterraines du Sahara :

Sur une superficie de plus de 10^6 km^2 , le Système aquifère du Sahara Septentrional [SASS] renferme deux grandes nappes souterraines : le Continental intercalaire [CI] et le Complexe terminal [CT]. La configuration structurale et le climat de la région font que les réserves de ces deux nappes se renouvellent très peu. Au cours des trente dernières années, les prélèvements y sont passés de 0,6 à $2,5 \text{ km}^3/\text{an}$. Les pays concernés (Algérie, Tunisie, Libye) ont pris la mesure des risques encourus, et engagé les études nécessaires pour améliorer l'état des connaissances et la gestion de la ressource. Ainsi est né le projet « SASS » et ses produits : i) la base de données commune pour valoriser l'information et servir d'outil d'échange, ii) le modèle SASS, un modèle hydrodynamique pour prédire les impacts de l'exploitation croissante et fournir une base de dialogue et de négociation, iii) le mécanisme de concertation pour la gestion commune de l'aquifère. Les principaux résultats du projet décrivent bien les perspectives dans lesquelles s'inscrit le devenir des eaux souterraines de la région (OSS, 2003).

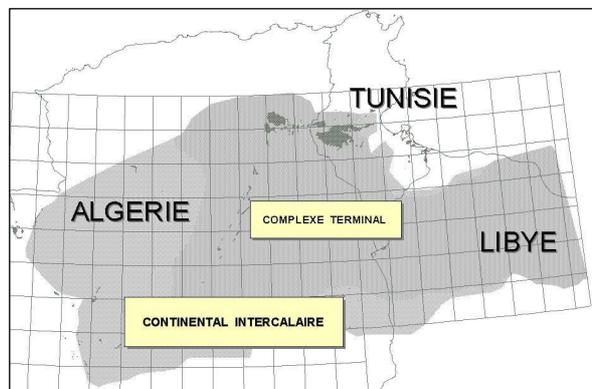


Figure 4 : Extension des formations aquifères du Sahara Septentrional (d'après Besbes *et al.*, 2003).

Exploitation des ressources et gestion des risques : L'approche purement minière de la ressource exploitable des nappes réputées « fossiles », qualifiée classiquement par les rabattements de niveau économiquement admissibles, a dû être abandonnée. Les premières simulations effectuées sur le modèle SASS ont en effet mis en exergue un certain nombre de nuisances et de risques auxquels est exposée la ressource en eau du simple fait de son exploitation. Vouloir continuer à exploiter encore plus les nappes du CI et du CT nécessitera désormais de savoir, en connaissance de cause, minimiser et gérer ces risques, dont le tarissement des sources artésiennes de la nappe alimentant les chotts, et le risque d'intrusion d'eau salée des chotts dans la nappe par circulation verticale descendante, entraînant la salinisation de la ressource, d'importantes interférences entre les pays, et des hauteurs de pompages excessives.

Risques liés au simple maintien de la situation actuelle : Les calculs effectués sur le modèle ont clairement montré que la simple poursuite des prélèvements actuels entraînerait, à l'horizon 2050, des rabattements supplémentaires de l'ordre de 30 à 50 mètres sur chacune des deux nappes, et ce notamment dans la région des chotts. Cette situation serait inacceptable pour le Complexe terminal : le risque de percolation du chott vers la nappe serait fatal en terme de salinité. Là, la réduction des prélèvements est d'ores et déjà envisagée comme un scénario inéluctable.

Perspectives nouvelles et durabilité du système : Les investigations effectuées sur le modèle ont toutefois permis de vérifier qu'il existait une possibilité de porter l'exploitation par forages du SASS, estimée à $2,3 \text{ km}^3/\text{an}$ en 2000, jusqu'à un niveau de $7,7 \text{ km}^3/\text{an}$ à l'horizon 2050, tout en respectant, dans une certaine mesure, les contraintes relatives aux risques de dégradation de la ressource. L'atteinte d'un tel niveau de développement ne peut toutefois se concevoir qu'au prix d'une rupture géographique totale avec les systèmes traditionnels d'exploitation. 80% des prélèvements additionnels

devront se faire dans des régions nouvelles et parfois très éloignées des zones habitées : Bassin occidental du CI, confins sud du CT... Un tel scénario, qui nécessiterait de transporter l'eau depuis ces nouveaux points de prélèvement vers les lieux traditionnels d'utilisation, amènerait l'exploitation du SASS au niveau du septuple de ses ressources renouvelables, par puisage sur les réserves des zones à surface libre du Grand Erg occidental, là où les rabattements demeureront à un niveau minime.

3. Surexploitation des eaux souterraines au Maghreb

Les eaux souterraines du Maghreb ont été exploitées d'une manière excessive au cours des trente dernières années pour soutenir le développement de l'agriculture irriguée, provoquant la surexploitation de très nombreux aquifères, et les prélèvements d'eau souterraine ont doublé au cours de cette période. Ces quantités sont proches ou dépassent les limites d'exploitabilité des eaux souterraines de la région.

La surexploitation désigne un état où, sur une période pluriannuelle, le prélèvement dans un aquifère donné dépasse les flux de recharge. Lorsque ce déséquilibre persiste sur plusieurs décennies, on parle d'exploitation non durable, qui a pour corollaire l'épuisement des réserves et le tarissement de l'aquifère. Les nappes souterraines illustrent bien la tragédie des biens communs (Hardin, 1968) qui mène à la surexploitation d'une ressource partagée : chaque usager trouve son intérêt individuel à y prélever toujours plus, en faisant supporter aux autres les coûts de cette exploitation. Ces concepts s'appliquent classiquement aux nappes souterraines fortement sollicitées des régions arides (Custodio, 2002 ; Ben Baccar, 2011), et l'épuisement des réserves aquifères qui en résulte a été observé dans plusieurs régions du monde, notamment en Afrique du Nord. Toutes ces manifestations ont un coût (Banque Mondiale, 2007 ; Bucknall, 2007), et cette situation grève les actifs nationaux des pays du Maghreb, où la place des eaux souterraines dans la production agricole est devenue prépondérante (près de 70% des eaux d'irrigation sont souterraines en Algérie et en Tunisie, 100% en Libye, 30% au Maroc). Toutefois, autant les prélèvements que la recharge sont des termes difficiles à évaluer avec précision, particulièrement dans les zones arides : lorsque l'exploitation atteint des ordres de grandeur proches de la recharge, l'excès de prélèvements s'effectue alors dans les marges d'incertitude et seules des observations longues et minutieuses, et des analyses détaillées du comportement de la nappe permettent de préciser le diagnostic de surexploitation.

La surexploitation des aquifères se manifeste par un certain nombre de signes visibles et mesurables : i) abaissement continu et durable du niveau de la nappe, ii) dégradation de la qualité de l'eau, par salinisation, iii) impacts écologiques négatifs. Ces effets préjudiciables peuvent toutefois n'être que transitoires, dus par exemple simplement à la propagation du rabattement de nappe que procure toute mise en route d'un pompage, ou encore à un épisode de sécheresse climatique, et sur le long terme l'aquifère peut naturellement retrouver un nouvel état d'équilibre. La variabilité climatique est caractéristique des régions arides où alternent des périodes de sécheresses prolongées avec des crues soudaines et dévastatrices, durant lesquelles les aquifères se rechargent pour plusieurs années.

Le volume d'eau fourni par surexploitation des aquifères de la planète est estimé à près de 300 km³/an (Wada *et al.*, 2010). Cela représente 33% des prélèvements totaux d'eaux souterraines dans le monde, ce qui est considérable. La législation espagnole (Règlementation du Domaine public hydraulique, Décret royal 849/1986 ; Art. 171.2) est l'une des rares à définir la surexploitation des nappes souterraines (Villarroya, 1994). En substance, cette situation y est décrite ainsi: « Un aquifère est considéré surexploité, ou en danger de l'être, lorsque ses réserves sont mises en danger du fait de prélèvements annuels excédant (ou très proches de) les ressources annuelles renouvelables moyennes, ou lorsque ces prélèvements provoquent une dégradation constatée de la qualité de l'eau ». Les lois de l'eau algérienne (2005) et marocaine (1995) mentionnent les « nappes surexploitées » sans plus de précision, et le code tunisien de l'eau (1975, actualisé en 2001) n'évoque nulle part la surexploitation des eaux souterraines.

Sur le terrain, la situation est de plus en plus préoccupante et de très importants aquifères subissent une intense surexploitation. Si l'on exclut les grands aquifères du Sahara, le tableau 2 présente les différents indicateurs susceptibles de fournir des informations significatives sur l'état de surexploitation d'un certain nombre d'aquifères parmi les plus importants du Maghreb (Cf.Fig.5).

Pays		Maroc		Algérie		Tunisie		Libye
Aquifère		Souss	Saïss	Biskra	Hodna	Kairouan	Sisseb	Djeffara
Nbre de puits & Forages		12000	9000	7000	2500	5000	1500	50000
Superficie aquifère	km ²	5000	2000	10000	6000	2000	800	20000
Prélèvements	10 ⁶ m ³ /an	720	260	430	175	80	40	1000
Recharge	10 ⁶ m ³ /an	360	220	270	260	60	30	350
Densité de prélèvement	mm/an	144	130	43	29	40	50	50
Pluviométrie moyenne	mm/an	250	650	150	250	300	350	300
Abaissement total noté	m	50	40	30	30	20	25	80
Période d'observation	années	30	30	30	25	30	20	30
Vitesse d'abaissement	m/an	1.7	1.3	1.0	1.2	0.7	1.3	2.7
Prélèvement par point	10 ³ m ³ /an	60	29	61	70	16	27	20
Taux de surexploitation		200%	118%	159%	67%	133%	133%	286%

Tableau 2 : Principaux indicateurs d'aquifères surexploités du Maghreb (d'après : Bzioui (2004), SEEE (2011), MRE (2011), DGRE (2010), Ben Baccar (2011), OSS (2006), ANRH (2008)).

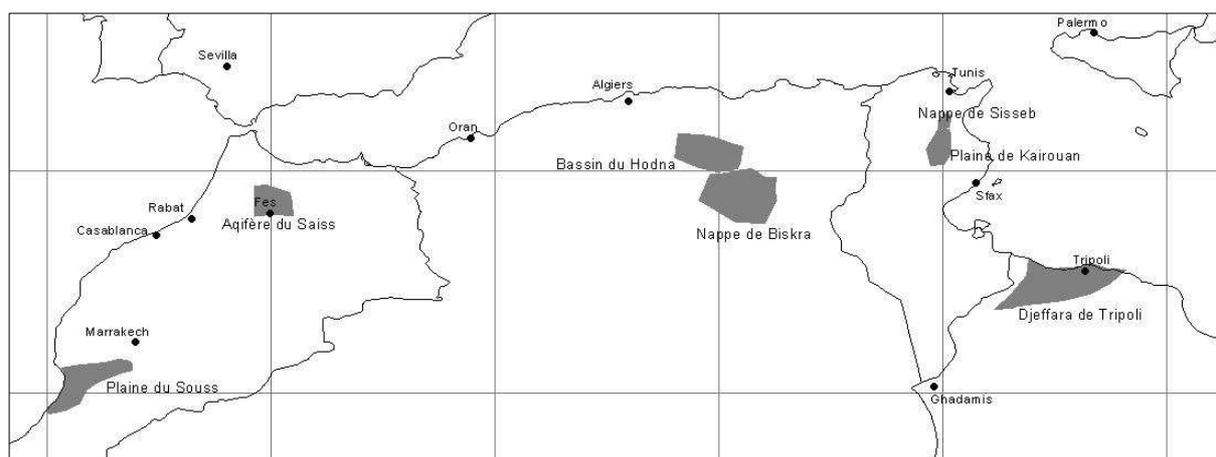


Figure 5 : Carte de situation de principaux aquifères surexploités du Maghreb.

4. Entre protection de la nappe et développement agricole, obsolescence des réglementations coercitives :

L'irrigation au Maghreb⁹ utilise 6,9 km³/an d'eau souterraine, dont elle accapare l'essentiel de la demande (tab. 3). L'irrigation est à l'origine de la majorité des cas de surexploitations et toutes les dispositions destinées à en limiter la portée sur les nappes sont demeurées sans effet. Pour contenir la surexploitation, la mise en œuvre des instruments classiques de régulation coercitive (autorisations, interdictions, police des eaux) a partout atteint ses limites de dysfonctionnement.

	Unités	Algérie	Maroc	Tunisie	Maghreb
Superficies Irriguées	1000 Ha	500	1 480	400	2 380
Irrigation par l'Eau Souterraine	1000 Ha	350	444	260	1 054
Part de l'eau souterraine	%	70%	30%	65%	44%
Allocations d'eau souterraine à l'irrigation	10⁶ m³/an	2 700	2 500	1 700	6 900
Prélèvements Totaux d'Eaux Souterraines	10⁶ m³/an	3 600	3 100	2 030	8 730
Part de l' Irrigation	%	75%	81%	84%	79%

Tableau 3: Usage agricole des eaux souterraines au Maghreb
(données FAO-Aquastat, SEEE ; MRE, Hamza (2006), DGRE (2010)).

Pourtant, les lois sur l'eau dans les trois pays avaient tout prévu pour limiter une exploitation excessive des eaux souterraines : i) appartenance des nappes souterraines au Domaine Public Hydraulique, ii) obligation de déclaration des puits et/ou des prélèvements, iii) transformation du droit de propriété de l'eau en droit d'usage, par concession, iv) introduction d'une redevance sur les prélèvements, v) périmètres de sauvegarde et d'interdiction (ou de protection quantitative) là où l'exploitation met en danger la conservation des eaux.

Mais la réglementation n'a pu être mise en œuvre; les raisons en sont multiples: i) pas de cadastre des puits et forages, ii) inexistence d'un système d'information et de connaissance suffisamment précis pour être opposable, iii) impossibilité pratique pour les agences de l'eau de mesurer les prélèvements sur des centaines de milliers de puits et forages, v) pas de police des eaux efficace pour contrôler les périmètres de protection, vi) très faible niveau de recouvrement des redevances de prélèvements.

À titre d'exemple de ces dysfonctionnements à caractère institutionnel et réglementaire, de nombreuses nappes ont en effet été déclarées « périmètre de sauvegarde » ou « d'interdiction », ou « de protection quantitative » par décret (33 périmètres sont décrétés en Tunisie par exemple). Mais ces mesures n'ont pu stopper la prolifération des puits. Certes, à l'intérieur de ces périmètres, aucune subvention n'est plus accordée pour la construction de puits nouveaux, ce qui contribue au ralentissement de leur progression. Les agriculteurs ne demandent pas d'autorisation pour la création de nouveaux puits et nombreux sont ceux qui construisent leur puits sans subvention. Par ailleurs, et en raison de l'abaissement régulier de la nappe, les agriculteurs procèdent à l'approfondissement de leurs puits par des "sondes à bras" qui les amènent au-delà de la limite des 50 mètres de profondeur réglementaires, limite au-delà de laquelle une autorisation préalable est nécessaire en Tunisie, quel que soit l'état de la nappe (Besbes et Mattoussi, 2002).

Le Maroc et l'Algérie ont pourtant mis en place des Agences de bassin, structures à la gestion moderne et décentralisée, dotées de larges prérogatives et vouées à la préservation de la ressource, mais qui n'ont pas réussi à limiter la surexploitation des nappes. Avec des moyens différents, la même évolution a été observée en Tunisie.

L'eau souterraine constitue une ressource exploitée collectivement, qui nécessite un mode de gestion associant tous les utilisateurs. La forme d'organisation permettant d'associer les usagers à la gestion de la ressource a fait l'objet de nombreuses recherches (Ostrom, 1990; Petit, 2004), et les principes directeurs en ont été clairement énoncés, notamment par Ollagnon (1991) : i) la surexploitation des nappes souligne les limites de la notion de bien commun : chaque usager trouve son intérêt individuel à y prélever toujours plus, et pour éviter les abus, il faut favoriser les processus de négociation ; ii) la responsabilité de chaque usager sur l'état de la nappe est réelle ; mais sans choix collectif d'ensemble, cet état est livré à la conscience de chacun, ce qui est insuffisant; iii) dans un contexte de rareté, le dilemme consiste à arbitrer entre la préservation de la nappe et le développement économique de la région; iv) pour les eaux souterraines, il faut prendre en compte l'ignorance, qui libère les usagers de toute responsabilité à long terme; v) la participation

⁹ au sens Algérie, Maroc et Tunisie

de tous n'est possible que si le sentiment de solidarité est conforté par un objectif clair, à savoir la préservation d'un bien commun.

Responsabilité, négociation, participation, solidarité, ne sont possibles que par une réelle prise de conscience du caractère commun de la nappe. Deux moyens permettent avec certitude de sceller une telle prise de conscience : i) l'éradication de l'ignorance des effets, par l'éducation, ii) l'instauration d'une redevance sur les prélèvements, qui signifie que l'eau a bien une valeur pour tous; cette redevance pouvant prendre diverses formes.

Une telle redevance existe et a bien été prévue par la réglementation tunisienne, mais les capacités de recouvrement, et les taux encore dérisoires, lui ôtent toute efficacité. En Algérie, et bien que l'irrigation accapare l'essentiel de la demande en eau souterraine, la redevance de prélèvement vise essentiellement les eaux à usage industriel, touristique, de services, les eaux de source et les eaux minérales. Au Maroc, la redevance de prélèvements concerne bien les eaux à usage d'irrigation, ainsi que les quantités destinées à l'approvisionnement en eau potable, mais la communication des Agences de bassin est peu précise quant au caractère effectif du prélèvement des redevances de pompages d'eau pour irrigation ou sur les niveaux réels de recouvrement des redevances dues par les agriculteurs.

5. Concertation, gestion locale et développement des connaissances sur la nappe :

A l'origine de ces difficultés, on peut invoquer l'inexistence d'un cadre institutionnel de concertation véritable, et l'insuffisance du cadre cognitif et scientifique d'aide à la décision. La solution réside sans doute dans la responsabilisation des usagers et leur association à la prise de décision : le succès de la gestion de l'eau ne saurait en effet échapper à l'apprentissage de l'exercice démocratique.

La modernisation de la gouvernance de l'eau nécessite certes plus de subsidiarité et la démocratisation de la gestion locale de l'eau ; mais elle nécessite également plus d'Etat et le renforcement, institutionnel et notamment scientifique, des Agences de l'eau. Elle exige enfin de développer plus de connaissances à tous les niveaux : gestion de l'eau à l'école, formation des agriculteurs à l'hydrologie, gestion communautaire cognitive des nappes souterraines. Dans l'esprit de favoriser la négociation entre les usagers, les actions se situent à plusieurs niveaux :

5.1) au plan international, un mécanisme de concertation se met en place pour rationaliser l'exploitation des grandes nappes du Sahara Septentrional (voir encadré n°1) ;

5.2) au plan local, la gestion participative d'une nappe souterraine surexploitée a été tentée en Tunisie : pour préserver la nappe côtière fortement sollicitée au Nord de Gabès, près de 300 agriculteurs ont créé le Groupement de développement, de gestion et d'exploitation de la nappe souterraine de Bsissi. Cette association a obtenu que les forages illégaux soient rebouchés et que le creusement de nouveaux forages soit arrêté. Le Groupement est en outre chargé de contrôler les débits de pompage alloués et de suivre le niveau de la nappe (Abidi, 2011).

Cette expérience prometteuse demeure toutefois fragile et unique en Tunisie. Les difficultés de mise en place d'une gestion communautaire des nappes souterraines sont inhérentes à tout projet qui touche à des questions aussi sensibles que le partage d'une ressource rare et l'arbitrage des allocations. Peu de cas dans le monde peuvent en effet être cités comme des expériences réussies de gestion participative de nappes souterraines surexploitées. Au Maroc, des Contrats de nappe sont mis en place sur les grands aquifères surexploités (aquifères du Souss et du Saïss). Mais le cas le plus démonstratif est sans doute celui des nappes de l'Andhra Pradesh dans le Sud-Est de l'Inde (World Bank, 2010), dont les résultats ont en partie inspiré la conception du programme national tunisien.

Encadré n°1:

**Déclaration des Ministres des Ressources en Eau des Pays partageant le SASS (2008)
Algérie, Libye et Tunisie**

i) Conscients du fait que nos trois pays partagent le Système aquifère du Sahara Septentrional (SASS), et que le progrès économique et social de la région passe par une coopération fondée sur la concertation pour une gestion équitable des ressources de ce bassin ; ii) Considérant le niveau important atteint dans l'exploitation des ressources du système aquifère durant les trois dernières décennies ; iii) Reconnaissant la vulnérabilité de cette ressource et la nécessité de mettre en place des protocoles communs d'exploitation rationnelle et de protection de ce système aquifère ; iv) Convaincus de la nécessité de préserver et de protéger cette précieuse ressource dans l'objectif d'un développement durable ; v) Désireux de renforcer nos liens de coopération scientifique et technique pour une mise en valeur rationnelle des ressources en eau du Système aquifère du Sahara Septentrional ; vi) Résolus à assurer la continuité et la coordination des activités d'observation du Système du Sahara Septentrional ;

Déclarons la création d'un organe de coordination autonome dénommé « **Mécanisme de concertation permanent pour le Système aquifère du Sahara Septentrional** » et **Convenons** de solliciter l'Observatoire du Sahara et du Sahel pour apporter son concours à la mise en œuvre du Mécanisme et son appui à la mise en place de son secrétariat.

Ce Mécanisme de concertation est fondé sur : i) Le renforcement des moyens de nos pays et la capacité à produire les éléments d'aide à la décision visant à assurer en commun, dans un esprit d'équité, la gestion durable des ressources en eau partagées du SASS ; ii) La capitalisation des acquis du projet SASS, notamment en terme de coopération ;

Ce Mécanisme de concertation aura pour principale mission d'assurer un cadre d'échange et de coopération entre nos trois pays par : i) la production d'indicateurs sur la ressource et la demande en eau ; ii) l'élaboration de scénarios de gestion des ressources en eau pour le développement dans le bassin ; iii) le renforcement et l'actualisation des bases de données communes par l'échange de données et d'informations ; iv) le développement et la gestion de réseaux communs d'observation du système aquifère ;

Pour atteindre ces objectifs, le Mécanisme aura notamment à : i) Réaliser des études et recherches en commun ; ii) Définir des protocoles d'échanges de données ; iii) Procéder à la mise à jour des modèles et à leur exploitation ; iv) Assurer la diffusion des indicateurs de suivi des ressources et des usages ; v) Identifier les zones à risques et les zones vulnérables ; vi) Proposer des plans d'action pour les zones identifiées comme étant les plus critiques ; vii) Assurer des actions de formation, d'information et de sensibilisation ; viii) Publier un Rapport annuel sur l'état du Système aquifère du Sahara Septentrional.

5.3) Au plan national, la préparation en Tunisie d'un programme national de « Gestion participative des nappes surexploitées » devrait permettre de développer les éléments pour une stratégie de gestion dont les usagers sont les acteurs centraux. Cette stratégie est basée sur un certain nombre de principes fondamentaux admis par tous les usagers : i) le développement de la communauté repose sur le bon état de la nappe ; ii) la nappe souterraine est un bien commun de la collectivité, qui lui est redevable ; iii) l'exploitation de la nappe ne doit pas excéder le débit soutenable à long terme ; iv) la responsabilité de tous est engagée pour préserver la durabilité de la nappe ; v) nul ne doit ignorer les effets du comportement de chacun vis-à-vis de la nappe.

L'objectif principal du Programme est de doter les agriculteurs, utilisateurs des eaux souterraines, d'informations, de connaissances et de compétences qui leur permettent d'assurer eux mêmes une gestion durable des nappes souterraines et de contrôler leur propre demande. L'hypothèse fondamentale est que l'accès aux données et à des connaissances scientifiques élémentaires sur la nappe doit fournir aux agriculteurs les moyens d'opérer les choix appropriés et de prendre les bonnes décisions pour une gestion active de l'aquifère, l'exploitation de la nappe sur le long terme, et une utilisation parcimonieuse des ressources en eau.

Cette hypothèse fondamentale se traduit sur le terrain par trois principaux types d'actions : i) vulgariser l'hydrogéologie et les sciences de l'eau et apprendre aux agriculteurs à prendre en charge la collecte des données permettant de comprendre le fonctionnement des nappes souterraines ; ii) aider à acquérir une « conscience de nappe », à percevoir le passage du statut de propriété privée de l'eau souterraine au sentiment de bien commun, et à prendre la mesure du risque que représente l'épuisement de la nappe pour toute la communauté ; iii) renforcer les institutions de gestion locale de l'eau et favoriser l'émergence d'institutions de gestion des eaux souterraines au niveau de la nappe.

Conclusion

La surexploitation effrénée des nappes souterraines et l'épuisement de leurs réserves constituent les manifestations les plus dramatiques d'une mauvaise gouvernance de l'eau. Les pays du Maghreb connaissent tous ce phénomène ; les mesures diffèrent mais l'on observe encore d'amélioration nulle part. Pour lutter contre la surexploitation et résoudre les conflits d'usage, les voies classiques sont d'une part celle de l'État, qui garantit l'accès équitable aux ressources, mais les instruments de régulation : autorisations, interdictions, redevances, ont partout atteint leurs limites de dysfonctionnement, et d'autre part celle des processus fondés sur la négociation, la participation et la concertation, mais l'autogestion de structures comportant des milliers d'usagers de puits, éloignés et ne se connaissant pas, constitue un défi méthodologique majeur. Dans la région du Maghreb, l'acuité du problème et une prise de conscience toute récente de la gravité du phénomène n'ont pas encore permis l'émergence et la mise en œuvre de stratégies de remédiation efficaces et durables.

La modernisation de la gouvernance de l'eau souterraine ne saurait échapper à l'apprentissage de l'exercice démocratique. Elle nécessite certes plus de subsidiarité, la responsabilisation des usagers dans la gestion locale de l'eau et leur association effective à la prise de décision; mais elle exige également un Etat plus efficient, et le renforcement, aux plans institutionnel et scientifique, des Agences de l'eau aux niveaux central et régional. Elle exige enfin plus de connaissances à tous les niveaux, connaissances générales et spécifiques, avec la promotion des savoirs sur l'eau et de la gestion communautaire cognitive des nappes souterraines.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) ABIDI B., 2011. – Gestion participative des nappes souterraines surexploitées ; Cas de Bissis O.Akarit ; 23^{ème} Jour.Ress.en.Eau : H. Zebidi, 50 ans d'hydrogéologie tunisienne ; Tunis, 14 Juin 2011.
- (2) ANRH, 2008. – Modèle hydrogéologique des aquifères du Chott el Hodna, Agence Nationale de ressources hydrauliques, Alger.
- (3) ARCHAMBAULT J., 1947. – Hydrogéologie tunisienne, Annales des Mines et de la Géologie, **1**, Série III, hydrogéologie, Tunis, 1947.
- (4) Banque Mondiale, 2007. – République tunisienne ; Evaluation du coût de la dégradation de l'eau ; Rapport No 38856 – TN ; Bureau régional Moyen-Orient & Afrique du Nord ; Département du Développement durable.
- (5) BEN BACCAR B., 2011. – Détermination de l'Index d'exploitation des nappes souterraines en Tunisie ; 23^{ème} Jour.Ress.en.Eau : H. Zebidi, 50 ans d'hydrogéologie tunisienne ; Tunis, 14 Juin 2011.
- (6) BESBES M., 1981. – Nos ressources en eaux souterraines sont-elles bien connues ? Actes 1^{er} Colloque national des Sciences de la Terre, Tunis, 1981.
- (7) BESBES M. et MATTOUSSI M.S., 2002. – Surexploitation et gestion participative des nappes souterraines ; in Besbes *et al.* « L'Avenir de l'Eau, un nouveau challenge pour la Tunisie » ; Institut Tunisien des Études stratégiques ; 2002, Tunis.
- (8) BESBES M. *et al.*, 2003. – Système aquifère du Sahara Septentrional, Gestion commune d'un bassin transfrontière ; La Houille Blanche, **5**, 2003.
- (9) BUCKNALL J., 2007. – Making the Most of Scarcity; Accountability for Better Water Management Results in the Middle East and North Africa; MENA Development Report, the World Bank, Washington.

- (10) BZIOUI M., 2004. – Rapport national sur les ressources en eau au Maroc ; UN. Africa.
- (11) CASTANY G., 1948. – Les fosses d’effondrement de Tunisie, géologie et hydrologie. Annales des Mines et de la Géologie, **3**, Tunis, 1948.
- (12) CUSTODIO E., 2002. – Aquifer overexploitation; what does it mean? Hydrogeology Journal, Volume 10, **2**, 254-277.
- (13) DGRE, 2010. – Ressources – exploitation des nappes souterraines de Tunisie; Bases de données de la Direction générale des ressources en eau ; Tunis.
- (14) FAO-AQUASTAT : http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/algeria/indexfra.stm
- (15) HAMZA M, 2006. – Ressources en eau de la Tunisie, DGRE, Janv.2006, Tunis.
- (16) HARDIN G. 1968. – The Tragedy of the Commons, Science, **162**, 1243-1248
- (17) MRE, – 2011. – <http://www.mre.gov.dz/eau/resssouter.htm> site du Ministère des Ressources en Eau, République Algérienne ; consulté le 10/08/2011.
- (18) OLLAGNON H., 1991. – La gestion patrimoniale des eaux souterraines à travers l’exemple de la nappe phréatique d’Alsace – Rapport du Comité Pollution des nappes phréatiques de l’Académie des Sciences, Paris, janvier 1991.
- (19) OSS, 2003. – Système aquifère du Sahara Septentrional, Rapport de synthèse; Observatoire du Sahara et du Sahel, Tunis.
- (20) OSS,. 2006. – Étude des aquifères de la Djeffara tuniso-libyenne sur Modèle numérique ; Observatoire du Sahara et du Sahel, Tunis.
- (21) OSTROM E., 1990. – Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action, Cambridge University Press.
- (22) PETIT O., 2004. – La surexploitation des eaux souterraines, enjeux et gouvernance ; Natures Sciences Sociétés, **12**, 146-156.
- (23) ROBAUX A., 1952. – Introduction à « Hydrogéologie du Maroc », par R.Ambroggi *et al.* ; XIX^e Congrès Géologique International ; Monographies régionales, 3^{ème} série, **4**.
- (24) SEEE, 2011. – <http://www.water.gov.ma/> site web du Secrétariat d’État à l’eau et à l’environnement, Royaume du Maroc, consulté en Août 2011.
- (25) VILLARROYA E., 1994. – Regulatory issues mainly about aquifer overexploitation within the scope of sustainable development; IAHS Publ., **222**, 1994.
- (26) WADA Y, VAN BEEK L., VAN KEMPEN C., RECKMAN J., VASAK S., BIERKENS M., 2010. – Global depletion of groundwater resources; Geophysical Research Letters, **37**, L20402
- (27) World Bank, 2010. – Deep Wells and Prudence; Towards Pragmatic Action for Addressing Groundwater Overexploitation in India.
- (28) Worldclim.org., 2011. – <http://www.worldclim.org/> (consulté le 10/08/2011).

SÉCURITÉ EN EAU ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE : RECONSIDÉRER LES RESSOURCES EN EAU ET LEUR PARTAGE

par Daniel Zimmer¹

L'objet principal de cet article est de démontrer que dans un monde de ressources en eau douces limitées, il faut reconsidérer notre manière de penser l'eau et plus particulièrement les notions de ressources et d'usages.

Avec une population en croissance rapide et devant atteindre 9 milliards en 2050, l'eau disponible pour chacun diminue même si les quantités d'eau totales restent quasiment constantes en moyenne. En revanche, l'article soutient que la notion classique de ressource en eau basée sur l'eau « bleue » des nappes et des rivières devient notoirement insuffisante pour raisonner le partage de l'eau. Il faut tenir compte d'une part de l'eau de pluie (dite « verte ») et d'autre part du bilan importation-exportation d'eau « virtuelle » requise pour la production des biens de consommation.

Le texte ci-après explicite le changement de perspective nécessaire et illustre les implications possibles pour la Méditerranée en prenant le cas de la Tunisie.

Les ressources en eau : une notion doublement imprécise

Les ressources en eau renouvelables dérivent d'une estimation des flux d'eau douce qui, à l'échelle d'une année, s'écoulent via les eaux de surface, souterraines ou à travers les glaces polaires vers les mers et océans. Ces flux sont estimés à environ 40 000 km³ (figure 1) soit 37% des 113 000 km³ de précipitations qui arrosent les continents.

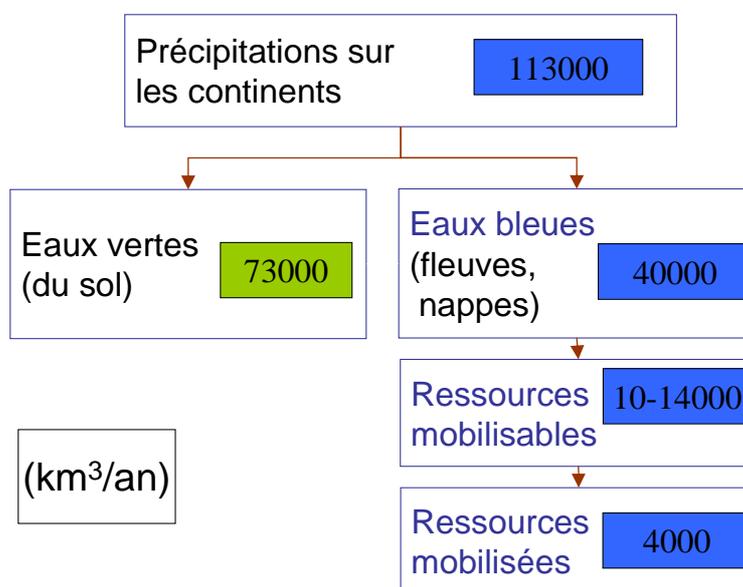


Figure 1 : L'approche classique de l'évaluation des ressources en eau à l'échelle mondiale (d'après les données de Trenberth *et al.*, 2007).

Ce chiffre de 40 000 km³ est le seul sur lequel une sorte de consensus existe. Toutefois de ce total, seule une fraction peut être mobilisée comme « ressource ». Une bonne part tombe en effet dans des zones peu habitées, une autre part s'écoule lors d'épisodes de crues pendant lesquels il serait impossible de tout

¹ Directeur de l'Innovation de la KIC Climat, Ancien Directeur du Conseil Mondial de l'Eau.

prélever. Par ailleurs, l'entretien d'écosystèmes aquatiques fonctionnels suppose de préserver des flux environnementaux pendant les périodes d'étiage.

Au total seul un volume de l'ordre de 10 à 14 000 km³ est généralement considéré comme l'estimation des ressources en eau renouvelables planétaires.

Ces chiffres souffrent d'une faiblesse importante : ils ne considèrent que les eaux dites bleues (des fleuves et nappes) et non les eaux de pluie dites vertes qui sont recyclées par les écosystèmes terrestres et égales à la différence entre les 113 000 et les 40 000 km³, soit 73 000 km³. Or une part non négligeable de ces eaux vertes est également utilisée, notamment par l'agriculture, et devrait donc être considérée comme ressource.

Enfin, sur les 10 à 14 000 km³ de ressources en eau, environ 4 000 km³ sont prélevés chaque année pour les usages humains. Nous reviendrons plus loin sur ces chiffres.

Le recyclage continental : une réalité de mieux en mieux connue

Les 40 000 km³ évoqués ci-dessus résultent d'un « bouclage de bilan » entre continents et océans (figure 2). Des volumes d'eau considérables s'évaporent et précipitent dans les océans où l'évaporation est supérieure aux précipitations: 40 000 km³ de vapeur d'eau migrent vers les continents et sont compensés par un flux identique d'eau bleue en provenance des fleuves pour 23%, des nappes souterraines pour 9% et des glaces des pôles et du Groenland pour 3% (source Trenberth *et al.*, 2007).

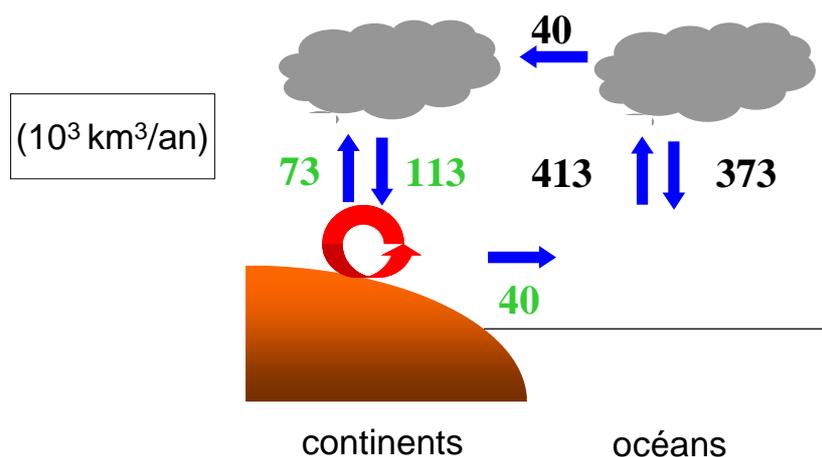


Figure 2 : Le cycle de l'eau vu sous l'angle d'un échange entre océans et continents (d'après les données de Trenberth *et al.*, 2007).

Observant que les précipitations sont de 113000km³ sur les continents (soit 2,8 fois plus que les 40 000 km³ du « bouclage » océans-continents), on peut en déduire que les continents « recyclent » l'eau reçue des océans : l'eau précipitée sur les continents est pour une part importante évapotranspirée et précipitée à nouveau sur les continents.

Peu de connaissances étaient disponibles jusqu'à récemment sur ce recyclage continental : sur quelle distance et dans quelles régions se produit-il, quelles régions en sont bénéficiaires et quelles régions l'influencent ? De premiers résultats obtenus grâce à des mesures de concentration en vapeur d'eau du projet météorologique « ERA Interim reanalysis » (d'après Van der Ent *et al.*, 2010) permettent d'en avoir une idée (figure 3). L'indice de recyclage continental défini par ces auteurs varie entre 0 et 1,0 indiquant un recyclage nul, et donc des précipitations en provenance intégrale de l'océan, 1 indiquant que l'ensemble des précipitations provient de recyclage continental. Des données symétriques sont disponibles pour l'évapotranspiration et sa destination sous forme de précipitations continentales.

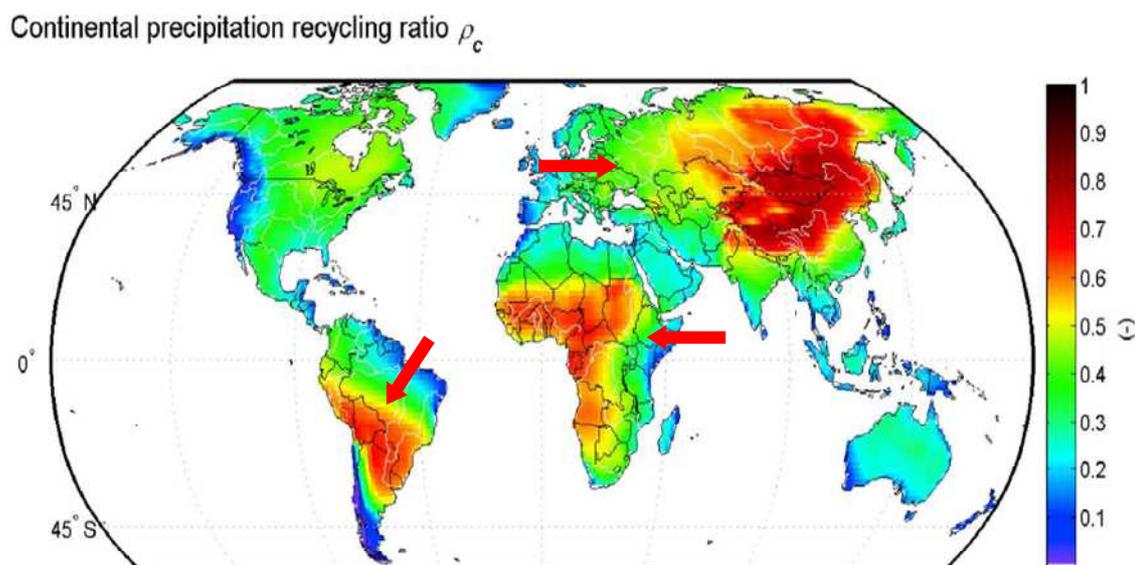


Figure 3 : Carte mondiale de l'indice de recyclage des précipitations. Les flèches rouges indiquent la direction du transport de la vapeur d'eau d'origine océanique vers les continents (d'après van der Ent *et al.*, 2010).

La comparaison des différentes données relatives aux précipitations et à l'évapotranspiration permet de préciser les transferts intracontinentaux. Par exemple, l'Europe de l'Ouest reçoit quasi-exclusivement de l'eau de pluie d'origine océanique. Cette eau de pluie y est évapotranspirée puis transportée vers l'Est. En allant vers l'Est la proportion d'eau recyclée s'accroît et sur une bonne part de l'Asie de l'Est, la totalité des précipitations provient de recyclage continental.

De même on déduit des données que l'eau évaporée au large de l'Afrique de l'Est dans l'Océan Indien précipite sur la corne de l'Afrique et se recycle d'est en ouest suivant la direction des alizés. Dans les pays d'Afrique de l'Ouest (du golfe de Guinée jusqu'au Niger) une bonne part des précipitations provient de recyclage continental. Enfin, en Amérique du Sud, on note que la mer des Caraïbes produit les précipitations des pays côtiers du nord de ce continent et en particulier de la zone amazonienne. Le recyclage continental conduit dans ce cas à l'alimentation en eau du sud du Brésil et du nord de l'Argentine.

La comparaison entre évapotranspiration et précipitations met aussi en évidence que dans la région himalayenne une bonne partie des précipitations est recyclée sur place. La région himalayenne constitue donc pour une part importante un château d'eau auto-alimenté.

Ces données éclairent d'un jour nouveau les mécanismes à l'origine des ressources en eau même s'il faudra plus de travaux pour en déduire des applications concrètes. Ces applications pourraient avoir trait à la sensibilité de la dégradation de la forêt amazonienne sur les zones plus au sud qui bénéficient du recyclage ou sur les impacts du changement climatique sur les précipitations qui gagneraient sans doute en précision si une telle approche était couplée aux prédictions des modèles climatiques globaux (GCMs).

Les usages : deux approches complémentaires

En cohérence avec l'évaluation classique des ressources présentées ci-dessus, l'évaluation des usages de l'eau se base classiquement sur les prélèvements, quantités d'eau bleue puisées dans les fleuves ou les nappes souterraines.

Ces prélèvements s'élevaient à environ 4 000 km³ en l'an 2000 et se répartissaient tels qu'indiqués par la figure 4 : l'agriculture en représentait 2 600 km³ (65%) suivie par l'industrie 800 km³ (20%) et l'eau domestique 400 km³ (10%). L'évaporation des barrages contribuait aussi à hauteur de 5% (Roche et Zimmer, 2005).

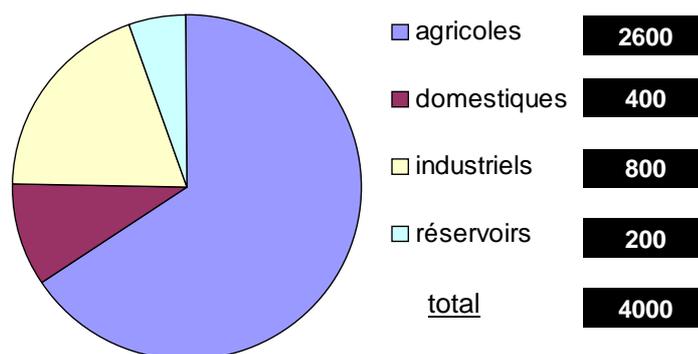


Figure 4 : Répartition des prélèvements d'eau bleue pour les principaux usages humains (d'après Roche et Zimmer, 2005).

Cette vision des usages centrée sur l'eau bleue néglige en fait qu'une part importante d'eau de pluie « verte » est également utilisée pour produire notre nourriture. Cette quantité peut être estimée en calculant les quantités d'eau évapotranspirées par l'ensemble des plantes cultivées, les animaux étant produits à partir de ces mêmes plantes cultivées pour l'essentiel.

L'empreinte eau agricole totale s'élève à environ $7\,000\text{ km}^3$ (Röckstrom, 2004) dont environ $1\,600\text{ km}^3$ pourraient être économisés si toutes les cultures avaient un rendement supérieur à 2 t/ha (seuil en dessous duquel l'efficacité de l'eau diminue beaucoup). Zimmer et Renault (2002) avaient obtenu une estimation de $5\,200\text{ km}^3$ en supposant une efficacité de l'eau forte et identique pour toutes les cultures, valeur qui se compare donc avec celle de Röckstrom.

Les valeurs ci-dessus sont des valeurs d'eau effectivement consommée (évapotranspirée) par les cultures. Le chiffre de $2\,600\text{ km}^3$ de prélèvements pour l'eau d'irrigation comprend également une part de pertes d'eau vers les nappes et les cours d'eau. L'eau d'irrigation consommée s'élève à $2\,000\text{ km}^3$ déduction faite de cette eau qui retourne vers le milieu. Comparés aux $7\,000\text{ km}^3$ ci-dessus, les eaux bleues d'irrigation représentent donc environ 30% de l'empreinte totale agricole.

Si l'on ajoute à l'empreinte eau agricole les prélèvements industriels et domestiques, l'empreinte en eau totale est donc de l'ordre de $8\,200\text{ km}^3/\text{an}$.

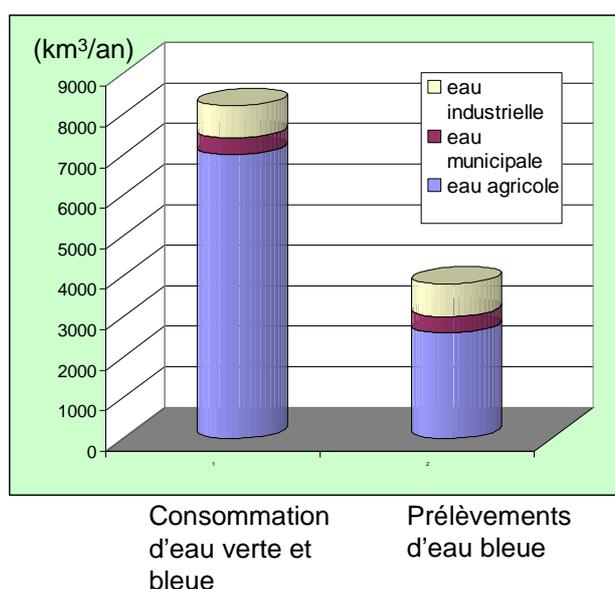


Figure 5 : Comparaison de l'empreinte eau mondiale totale et des prélèvements d'eau bleue totaux (sources diverses).

L'empreinte eau humaine : de grandes variations suivant les modes de vie

Par habitant ce chiffre de 8 200 km³ se traduit par une empreinte moyenne de 1 200 m³/hab/an ou de 3 400 l/hab/jour. Cette valeur s'explique par l'importance des besoins en eau de la production alimentaire. Il faut en effet environ 1 l d'eau pour produire 1 Kcal. Une alimentation de 3000Kcal/jour (seuil retenu de sous-alimentation par la FAO) requiert donc au moins de l'ordre de 3000 l/hab/jour.

Cette empreinte moyenne connaît cependant de larges variations suivant les continents et les pays (figure 6). Schématiquement les pays développés du Nord ont des empreintes supérieures à 2 000 m³/hab/an alors que des empreintes inférieures à 1 000 m³/hab/an s'observent en Afrique sub-saharienne et en Asie. Une grande part de cette variabilité s'explique par la richesse du régime alimentaire en produits consommateurs d'eau et notamment en viande. L'Inde et la Chine sont particulièrement emblématiques de cette situation et l'on observe dans ces pays une rapide augmentation de l'empreinte eau avec le développement économique.

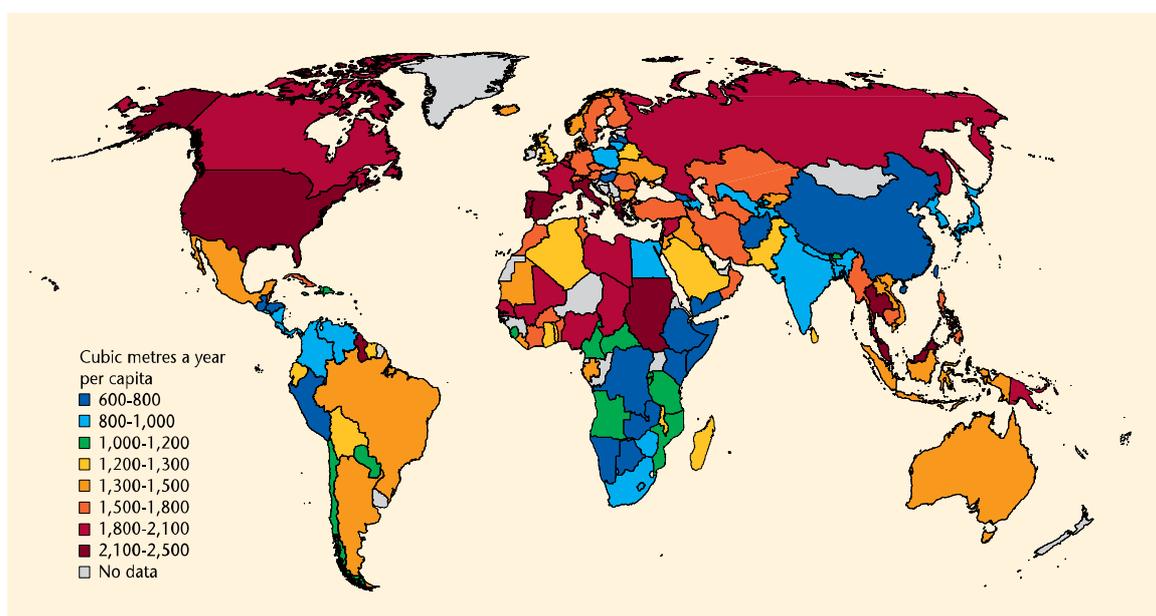


Figure 6 : Carte des empreintes eau par habitant et par an des différents pays du monde entre 1997 et 2001 (d'après Hoekstra et Chapagain, 2007).

Quels besoins globaux en 2050 ?

Besoins totaux 2050	11 à 12000 km ³ /an
Consommation agricole actuelle	7000 km ³ /an
Besoins additionnels	4 à 5000 km ³ /an
Irrigation	800 km ³ /an
Agriculture pluviale	3 à 4000 km ³ /an

Tableau 1 : Estimations des besoins totaux en eau pour la production agricole mondiale en 2050 (d'après Roche et Zimmer, 2005 et Comprehensive Assessment, 2007).

Les chiffres ci-dessus prennent tout leur sens lorsqu'on cherche à prévoir les quantités d'eau requises pour satisfaire les besoins humains des années futures.

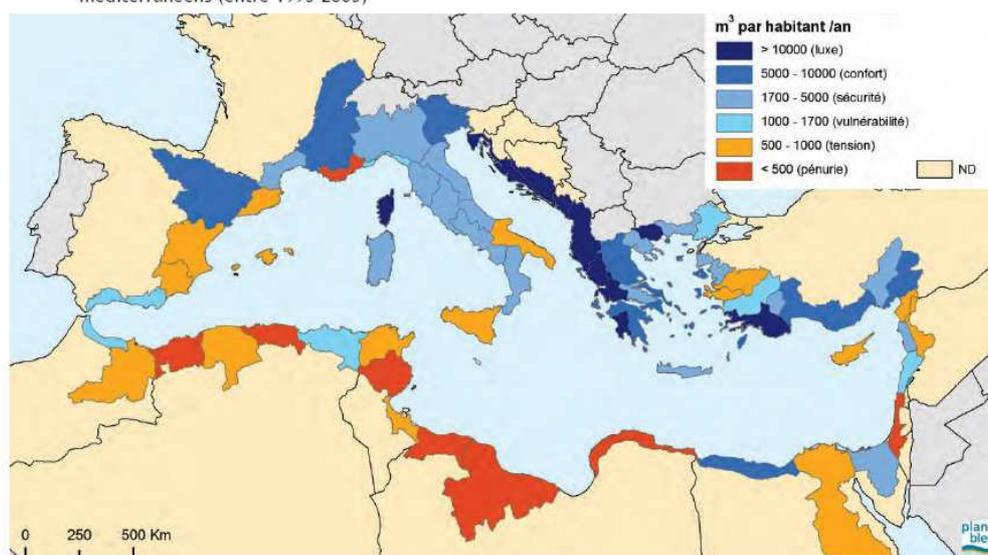
Pour nourrir 9 milliards d'êtres humains en 2050, un absolu minimum serait d'augmenter la production de 50% (par rapport à l'année 2000). Cependant, si l'on souhaite à la fois tenir compte du développement économique et de la disparition de la sous-nutrition, un doublement de la production mondiale paraît être un objectif plus réaliste. Concernant l'eau, les estimations faites par différentes équipes (Röckstrom, 2004 ; *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, 2007) conduisent à une empreinte totale entre 11 000 et 12 000 km³ en 2050 ce qui conduit à une augmentation nécessaire de mobilisation d'eau de 4 à 5 000 km³/an. Cet ordre de grandeur appelle deux importants commentaires :

- l'augmentation de production ne proviendra que d'une part limitée des cultures irriguées ; les estimations de la FAO montrent en effet que seules l'Afrique et l'Amérique Latine gardent des capacités de développement important de l'irrigation ; si l'on poursuit les aménagements sur le rythme actuel, la mobilisation d'eau bleue pour l'irrigation devrait s'accroître d'environ 600 km³/an d'ici 2050 ;
- l'essentiel de l'augmentation doit donc venir d'une mobilisation d'eau dans l'agriculture pluviale qui doit pouvoir mobiliser près de deux fois plus que ce qu'elle mobilise aujourd'hui. Le gros des efforts d'accroissement de production et de mobilisation d'eau doit donc porter sur la petite agriculture paysanne, actuellement non irriguée, pour laquelle des techniques de gestion de l'eau plus « traditionnelles » (techniques de conservation, de « récolte » d'eau de pluie...) ou innovantes doivent être mises en place ou réhabilitées urgemment (Gomes *et al*, 2008).

Par ailleurs, ces chiffres passent sous silence un fait scandaleux : au moins 30% de la nourriture produite dans le monde est perdue ou gaspillée entre le champ et la fourchette (Leridon et de Marsily 2011 ; Gustavsson *et al.*, 2011). Ce chiffre est même supérieur dans les pays à plus hauts revenus où cette valeur de 30% est le seul fait des consommateurs finaux. Une réduction de 10 points de ces pertes aurait un impact important sur l'eau mais aussi sur toutes les ressources nécessaires à la production et sur les impacts des déchets à l'aval.

Application régionale : cas de la Méditerranée

Figure 1 Ressources en eau naturelle renouvelables par habitant dans les différents bassins élémentaires méditerranéens (entre 1995-2005)



Source : Plan Bleu d'après sources nationales

Figure 7 : Carte des ressources en eau bleue renouvelables par habitant des pays du bassin méditerranéen. (Source Plan Bleu).

La région méditerranéenne constitue un cas d'école pour les enjeux de l'eau du 21^e siècle. Cette région est très clairement partagée en deux pour ce qui concerne les ressources en eau bleue. La rive nord est largement pourvue et, à quelques exceptions près, bénéficie de « ressources » supérieures à 1 000 m³/hab/an. La rive sud, en revanche, a généralement des ressources en eau bleue inférieures à ce seuil et, croissance démographique aidant, voit cette disponibilité par habitant se réduire régulièrement.

Le corollaire de cette faible disponibilité, à comparer à l'empreinte eau de l'ordre de 1 500 m³/hab/an des pays du Maghreb, est l'importation croissante d'une part importante de la nourriture et notamment de céréales. Dans les pays du Maghreb, 50% des besoins en céréales sont aujourd'hui couverts par des importations et cette part croît régulièrement.

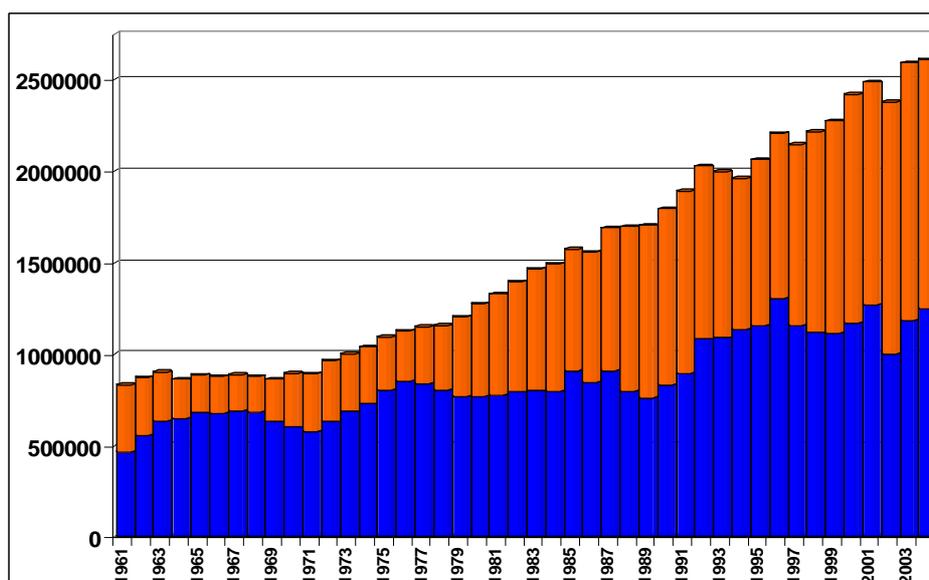


Figure 8 : Évolution en tonnes de la production (en bleu) et des importations de céréales (en orange) de la Tunisie de 1961 à 2005 (d'après Besbes *et al.*, 2009).

Une analyse plus précise de la situation a été conduite en Tunisie (Besbes *et al.*, 2009; tableau 2) en distinguant les eaux bleues et vertes et le bilan import-export de l'eau virtuelle. Cette analyse nécessitant de grandes quantités de données n'a été menée à bien que pour deux années, dont l'année 2004 présentée ci-dessous :

	2004	2025 (1) tendanciel	2025 (2) eau verte +25%
Population (M)	10	12	12
Ressources mobilisables (km ³)	2,5	2,7	2,7
Irrigation (km ³)	2	2,1	2,1
Empreinte totale (km ³)	15	20,6	21
Empreinte totale (m ³ /hab/an)	1500	1700	1700
Eau verte interne (km ³)	8	8	10
Bilan eau virtuelle (km ³)	4	10	8
Taux de dépendance	28%	48%	37%

Tableau 2 : Scénarios d'évolution des consommations et de la dépendance en eau virtuelle de la Tunisie de 2004 à 2025 (d'après Besbes *et al.*, 2009).

Dans ce pays, les ressources en eau bleue renouvelables sont de l'ordre de 250 m³/hab/an et sont à 80% prélevées à des fins d'irrigation. A l'évidence, la Tunisie se doit d'importer une partie de sa nourriture. Pourtant une part non négligeable est produite dans le pays par la petite agriculture pluviale. Malgré de faibles rendements et une grande irrégularité de production, cette agriculture parvient à mobiliser l'équivalent de 800m³/hab/an notamment sous forme de céréales mais aussi de produits horticoles y compris d'olives. L'empreinte totale étant de 1500m³/hab/an, la Tunisie doit importer un peu plus de 400 m³/hab/an sous forme d' « eau virtuelle ».

La Tunisie était donc en 2004 dépendante pour 28% de l'eau virtuelle extérieure. Toutefois en termes économiques, les produits exportés (huile d'olive et fruits et légumes) permettaient de financer les importations et assuraient donc une relative sécurité alimentaire au pays.

Les deux années de calcul du bilan global de l'empreinte eau tunisienne ont permis d'élaborer une méthode de calcul de cette empreinte eau ainsi que des scénarios pour son évolution à l'horizon 2025. Ces scénarios ont pris en compte l'évolution de la démographie, des habitudes alimentaires liées à la croissance économique ainsi que des pratiques agricoles et de l'efficacité de l'eau.

Le scénario noté « tendanciel » du tableau 2 est un scénario basé sur la croissance démographique anticipée et une augmentation minimale de l'irrigation, réaliste au vu de la mobilisation importante de l'eau bleue. Il considère une augmentation de l'empreinte alimentaire liée à la croissance économique relativement modeste si on compare la valeur finale de 1 700,m³/hab/an à celui des pays du nord de la Méditerranée (de l'ordre de 2 500 m³/hab/an). Il considère également que la mobilisation d'eau bleue par l'agriculture pluviale reste stable.

Dans ce scénario, la Tunisie devient importatrice nette de 10 km³ d'eau par an en 2025 (soit 830 m³/hab/an) ce qui la rend dépendante de l'eau extérieure pour près de 50%. Aux yeux des Tunisiens ce scénario paraît faire courir au pays un risque important car les exportations ne pourront pas dans ce cas couvrir les coûts des produits à importer ; le pays deviendra par conséquent très vulnérable aux crises alimentaires.

Plusieurs autres scénarios ont été testés. Parmi ceux-ci, un seul permet d'imaginer une Tunisie moins vulnérable : celui d'une augmentation significative de la mobilisation d'eau verte par l'agriculture pluviale. Le scénario retenu (tableau 2) évalue la mobilisation supplémentaire possible à quelques 2 km³, soit une augmentation de 25% par rapport à la valeur de 2004. Dans ce scénario la dépendance à l'eau virtuelle extérieure se réduit à 37%, ce qui reste sans doute insuffisant pour assurer sans risque la sécurité alimentaire tunisienne.

Une telle mobilisation d'eau verte est-elle possible ? Ceci reste à évaluer précisément mais ces premiers résultats démontrent le nécessaire réexamen des politiques de développement et de gestion de l'eau agricoles dans les pays arides.

Ces conclusions, surprenantes pour la Tunisie, rejoignent de manière intéressante celles obtenues en examinant la situation mondiale en 2050.

Conclusions

La rareté de l'eau est une réalité qu'il importe de prendre en compte très sérieusement pour assurer la sécurité alimentaire mondiale. Cette rareté n'est pas de nature à empêcher l'agriculture de nourrir 9 milliards d'êtres humains, mais elle va inéluctablement conduire à des tensions sur les marchés agricoles car, même si le constat est cruel, de nombreux pays arides n'auront pas assez d'eau pour atteindre leur souveraineté alimentaire : il leur faudra importer et être vulnérables. D'ores et déjà, entre 15 et 20% de l'eau mobilisée par l'agriculture sont transférés entre pays sous formes d'eau virtuelle.

La seconde conclusion importante est qu'il faut reconsidérer la manière de raisonner l'eau et son usage agricole et (1) ne pas examiner que les ressources en eau bleue mais l'ensemble des ressources bleues et vertes ainsi que les importations et exportations d'eau virtuelle et (2) redonner toute sa place à l'eau verte mobilisée par la petite agriculture pluviale. La bonne nouvelle est que c'est dans cette agriculture que se trouvent les gisements de productivité de l'eau les plus importants et que de nombreuses techniques peuvent être développées ou réhabilitées pour augmenter la mobilisation d'eau. Il faudra toutefois se garder d'imaginer que l'eau est le seul facteur à considérer ; seule une approche intégrée du développement de cette petite agriculture, considérant l'ensemble des facteurs techniques, sociaux, économiques et environnementaux ainsi que les spécificités du contexte local, permettra d'apporter des réponses.

Enfin il est fondamental que l'humanité prenne conscience de l'immense gaspillage de nourriture et de ses conséquences sur les ressources de tous types. La valeur conservatoire de 30% de pertes et gaspillages indiquée plus haut se traduit par un minimum de 2 000 km³ d'eau gaspillée, soit environ 40 fois le volume d'eau que le Nil apporte à l'Égypte chaque année. C'est en gaspillant moins la nourriture qu'on préservera nos ressources en eau !

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) BESBES M, CHAHED J, RAMDANE A, MARSILY (de) G., 2009. – Changing water resources and food supply in arid zones: Tunisia. *In* : Schneier-Madanes G, Courel MF, eds. Water and sustainability in arid regions. Paris, Springer, CNRS éditions.
- (2) Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. – Water for Food,
- (3) Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute.
- (4) MARSILY (de) G., 2009. – L'eau, trésor en partage, éditions Dunod.
- (5) GOMES N., TOUMA J. et ALBERGEL. 2008. – Water harvesting techniques, state of the art, new researches and challenges, Aquastress report.
- (6) GUSTAVSSON J., CEDERBERG C., SONESSON U., VAN OTTERDIJK R., MEYBECK A., 2011. – Global food losses and food waste; Extent causes and prevention. FAO.
- (7) HOEKSTRA A.Y., CHAPAGAIN A.K., 2007. – Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management*, **21**, 35-48.
- (8) LÉRIDON H., MARSILY (de) G. (eds), 2011. – Démographie, climat et alimentation mondiale. Rapport RST de l'Académie des Sciences, **32**, EDP Sciences, Paris.
- (9) ROCHE P.A., ZIMMER D., 2006. – Chapitre « Eau, aménagement et usages » du rapport RST de l'Académie des Sciences « Les Eaux Continentales », de Marsily G., ed., 9-101.
Available at : http://www.academie-sciences.fr/publications/rapports/rapports_html/RST25.htm
- (10) RÖCKSTROM J., 2004. – Magnitude of the hunger alleviation challenge – Implications for consumptive use. Proc Stockholm International Water Institute, seminar “Balancing food and environmental security: finding opportunities for improving livelihoods”.
- (11) SHIKLOMANOV I. A., 1993. – World fresh water resources. *In* Water in Crisis, a Guide to the World's Fresh Water Resources. P.H. Gleick, Ed., Oxford University Press, 13-24.
- (12) TRENBERTH K.E., SMITH L., QIAN T., DAI A., FASULLO J., 2007. – Estimates of the Global Water Budget and its Annual Cycle Using Observational and Model Data. *Journal of Hydrometeorology*, **8**, 758-769.
- (13) VAN DER ENT R. J., SAVENIJE H.H.G., SCHAEFLI B., STEELE-DUNNE S. C., 2010. – Origin and fate of atmospheric moisture over continents. *Water Resources Research*, **46**, W09525, doi : 10.1029/2010WR009127.
- (14) ZIMMER, D., RENAULT, D. 2002. – Virtual water in food production and global trade. Review of methodological issues and preliminary results. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade (ed. by Hoekstra A.Y.), Value of Water Research Report Series, **12**, IHE, Delft, 2003, 93-107.

250^e Anniversaire de l'Académie d'Agriculture de France

CONCLUSION

par Érik Orsenna¹

[transcrite par Claude Sultana]

Je suis deux fois confus : la première raison est de donner des conclusions à un débat auquel je n'ai pas assisté (cela me rappelle certains Critiques littéraires qui parlent d'autant mieux de vos livres qu'ils ne les ont pas lus, je ne dirai pas que c'est la majorité mais enfin ils sont assez nombreux), et la deuxième chose est que je ne suis qu'un promeneur alors que vous êtes des savants. Donc je serai bref. De mes promenades dans la région dont vous parlez aujourd'hui, je vais vous présenter six conclusions ou six convictions.

Premièrement – je suis effaré, et de plus en plus effaré, de voir à quel point l'agriculture et l'eau, les deux étant liées, ne sont pas des priorités : on ne leur donne pas du tout assez d'importance. Quand on voit, sur l'ensemble du continent, dans les aides publiques au développement, que l'appui à l'agriculture est de 5 % et que l'appui à l'eau est de 3 à 4 %, on organise les déséquilibres et les émeutes de la faim, et un peu partout dans les sociétés y compris la société française, on écrase à loisir la tête des agriculteurs. Ensuite on dit « Ah ! Il y a des cours qui sont très instables ». Pourquoi sont-ils instables ? Parce qu'il n'y a pas de stocks, que l'ajustement entre l'offre et la demande est extrêmement tendu et que le moindre événement, climatique ou politique, entraîne évidemment des spéculations, c'est-à-dire des prévisions, donc des déséquilibres et plus il y a de déséquilibres, *plus* il est difficile de gérer une entreprise quelle qu'elle soit. Comment peut-on gérer une entreprise dont les prix de vente du produit principal peuvent varier en six mois, et je parle du blé, de 140 à 240. Qui peut gérer dans cette situation ? Donc, première conviction, il faut remonter dans l'ordre des hiérarchies très haut l'agriculture et l'eau parce que s'il n'y a pas d'eau, il n'y a pas d'agriculture. S'il n'y pas d'agriculture – on en parlait récemment avec Ghislain de Marsily – on développe encore le cercle vicieux qui fait que les agriculteurs ne peuvent plus vivre et vont en ville où ils deviennent urbains et demandent évidemment des produits de moins en moins chers. On écrase encore la tête des agriculteurs...

C'était ma première remarque et une conclusion : si l'on ne soutient pas l'agriculture, on va vers un modèle d'agriculture de folie où il y aura sept / huit fermes du monde avec des cargos partout et entourées de campagnes vides. Si c'est ce monde là qu'on veut, continuons ce qu'on fait !

Deuxième remarque – Parler de l'eau seulement n'a pas de sens si l'on ne parle pas aussi de sol et d'énergie. Ce qui m'intéresse dans mes voyages et mes livres, est évidemment de découvrir. Je pensais que la vraie rareté était une rareté d'eau, mais en fait c'est aussi une rareté de sols arables et un manque d'assainissement. Et il faut, dans le monde d'aujourd'hui, avoir un peu une réflexion en système et une conception un peu religieuse au sens étymologique : relier les problèmes et dire « je traite de l'eau sans traiter du sol » ou dire « je traite de l'eau sans traiter de l'énergie » et s'il y a une augmentation très très élevée, très forte des cours de l'énergie eh bien il y aura de moins en moins d'eau, parce que retirer de l'eau au sol, la faire courir, etc., sera de plus en plus coûteux. La tension de toutes ces questions est évidemment accrue par les évolutions climatiques, vous en avez sûrement parlé, moi j'en ai beaucoup discuté avec les savants climatologues, océanographes et tout, mais ce qui frappe est que s'il y a une conclusion sur laquelle tous les savants se réunissent concernant le climat, c'est que les inégalités climatiques vont être encore plus fortes : il y aura de moins en moins de zones tempérées, les pays qui ont beaucoup d'eau en auront beaucoup plus avec des séries d'inondations, et ceux qui n'en ont pas assez en auront encore moins.

¹ Membre de l'Académie française.

Dans le monde d'aujourd'hui, se met en place un double mécanisme d'inégalités : des inégalités économiques même si des centaines de millions de gens rejoignent un semblant de classes moyennes, des inégalités où les plus riches devenant de plus en plus riches. Le climat suit la même évolution.

Troisième remarque – J'en ai dit d'un mot, la question, en plus de l'eau potable et de celle de l'eau pour l'agriculture sont évidemment des questions très graves, mais en plus, si on prend un peu de recul, la question de l'assainissement est absolument clé !

Quand la population aura doublée, avec les 2/3 qui seront en ville, la question de l'assainissement deviendra absolument majeure. Quand la population est dispersée dans la campagne on trouve toujours un petit buisson derrière lequel faire ses besoins, quand on est en ville c'est une autre paire de manches, et j'ai vu, en discutant avec les médecins de l'OMS, que le choléra est évidemment fils de ce manque d'assainissement et donc la question encore une fois ce n'est pas seulement l'eau potable seule, c'est l'eau potable et l'assainissement : le rapport entre les deux est d'une grande importance. Évidemment, ce que l'on prépare n'est pas l'accroissement des villes mais le développement de bombes sanitaires et sociales.

Quatrième remarque – Je suis frappé de voir qu'une politique de l'eau comme une politique de l'agriculture doit être globale. J'ai vu l'exemple de la ville d'Alger où l'on a à la fois économisé la demande en réhabilitant les réseaux etc., et en même temps accru l'offre. Alors les gens sont soit des économes de la demande, soit des fous de l'offre, ou bien les deux en même temps (dans le monde d'aujourd'hui, il faut tout faire en même temps). Même question pour les problèmes d'énergie où l'on avait pris l'habitude d'être paresseux parce qu'il n'y avait qu'une seule solution très tranquille : le pétrole. Eh bien ce n'est plus comme cela ! C'est un des éléments du « mix » énergétique. C'est un point clé pour moi, il n'y a pas de recette unique. Il faut tout faire en même temps. Cela me permet de dire, et évidemment cela fait de temps en temps polémique quand je le dis, que prendre comme tête de turc ou comme cœur du problème le mode de gestion privé ou public est exactement un faux problème. On a besoin d'investissements. Il y a de moins en moins d'investissements publics. Voyez l'état des finances publiques partout dans le monde ! S'il y a des investissements privés que l'on peut mobiliser tant mieux ! Et ceux qui se baladent en disant ce n'est pas possible parce que l'eau est un bien commun (bien sûr que c'est un bien commun), mais le premier des besoins communs c'est de répondre à la fin (*finalité ou objectif - ou faim?*) et moi je vous dis le besoin commun est plus important pour moi que le principe du bien commun.

Bien sûr l'eau est un bien commun !

Cinquièmement – On parle sans arrêt des conflits de l'eau. Jusqu'à une date assez récente finalement dans l'histoire, rares étaient les conflits qui avaient l'eau comme objet principal parce que les êtres humains étaient suffisamment sages pour se rendre compte que c'étaient des besoins tellement fondamentaux que, un peu comme la menace nucléaire, on ne voulait pas déclencher le feu de la guerre de l'eau. On se disait « on ne sait pas jusqu'où cela ira ». Les conflits, du fait de l'urbanisation, sont évidemment de plus en plus tendus. Quand il y a un conflit pour un puits on s'égorge de temps en temps, cela met un peu d'animation dans le désert, mais si ce sont deux mégalo-poles de 10 millions d'habitants qui s'affrontent c'est une autre paire de manches ! J'étais il y a trois mois au Caire, et je ne sais pas comment dans dix ans seront réparties les eaux de ce fleuve unique entre 310, 320, ou 330 millions d'habitants, je ne sais pas ! Et s'il n'y a pas de solutions assez majeures et rapides qui sont trouvées, on va au devant d'affrontements conséquents. Les nouvelles constructions de la ville du Caire, le printemps arabe, magnifique ! Mais que fait-on avec l'eau ? Est-ce qu'il y aura un printemps de l'eau ? Regardez la situation tout autour. Vous vous intéressez un minimum à la géopolitique, regardez où se trouve le bassin du Nil, regardez les relations avec l'Éthiopie, la répartition est tout à fait scandaleuse, qui vient des lointaines habitudes coloniales. Comment cela va se passer ? Je n'en sais rien.

Dernier point – Vous avez parlé Monsieur Zimmer de déficience, j'ai été tout à fait passionné par ce que vous avez dit sur la question de l'eau virtuelle qui est vraiment clé. En fait on « mange de l'eau » plutôt qu'on ne la boit. Je finirai là-dessus : jusqu'à une époque assez récente, les problèmes étaient dans la nature et les solutions étaient dans la science. Maintenant on change, les problèmes sont dans la science et les solutions dans la nature. Alors il ne faut pas quand même « se foutre du monde » et, évidemment, il faut faire attention, il faut être responsable. Mais enfin, nombre d'émissions ou de slogans qui donnent la prime à l'ignorance en disant « Vous au moins, vous n'êtes membre d'aucun complot » et ajoutent « Vous ne savez rien, bravo ! Vous n'avez rien appris de toute votre vie, bravo ! » Et on les écoute avec confiance. À un

savant qui travaille depuis trente ans en vérifiant pas à pas toutes ses analyses et toutes ses hypothèses, on lui dit « On ne vous fait pas confiance ». Cet obscurantisme, aidé par Internet, qui par ailleurs est magnifique, cet obscurantisme me terrifie ! Je vous remercie.

250^e Anniversaire de l'Académie d'Agriculture de France

SOLIDARITÉ, VISIONS ET RÉALITÉS

par Jean-François Morot-Gaudry¹

Messieurs les Présidents et les Secrétaires perpétuels des Académies,
Messieurs les Conseillers des Ambassades,
Mesdames, Messieurs les Élus,
Chères consœurs, confrères, amis,
Mesdames, Messieurs.

Cette séance sur la Solidarité, visions et réalités, séance à orientation philosophique et politique, est la dernière « séance anniversaire » de notre 250^e anniversaire. Ces « séances anniversaires » ont été l'occasion de repenser nos valeurs et notre mandat dans une société en pleine évolution. Nous avons pu comparer nos points de vue avec ceux d'autres acteurs des sociétés française, européenne et méditerranéenne. Au cours de cette « année anniversaire » nous avons pu compter sur l'appui constant du ministère de l'Agriculture et de ses Services.

L'année 2011 est l'année du 250^{ème} anniversaire de l'Académie d'Agriculture de France. Elle a été marquée par plusieurs manifestations :

- la première sur le « Système alimentaire mondial », au Conseil économique, social et environnemental, en novembre 2010, organisée par Christiane Mercier et André Neveu, avec le soutien du CESE ;
- la seconde sur les « Domestications et les Migrations en agriculture, à l'heure de la génomique », à l'Académie des Sciences, en mars dernier, organisée par Dominique Job, Jean-Claude Pernollet et Georges Pelletier avec le soutien de l'Académie des Sciences ;
- la troisième, séance historique, sur « Deux siècles et demi au Service de l'Agriculture, de l'Alimentation et de l'Environnement », à l'Académie d'Agriculture de France, en mai dernier, organisée par François Sigaut, Christian Ferault et Jean-Paul Lanly, avec le soutien du Comité d'Histoire de l'Agriculture ;
- la quatrième, séance européenne, « Où va la Recherche agronomique européenne ? », au ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire (MAAPRAT), en mai dernier, organisée par Jean-Marc Boussard et Jean-Paul Lanly, avec le soutien du Ministère ;
- la cinquième sur « les Hommes et l'Eau : Agriculture, Environnement et Espace Méditerranéen », à l'UNESCO, en juin dernier, organisée par Christian Lévêque, Bernard Saugier et Ghislain de Marsily avec le soutien des Laboratoires Fabre ;

¹ Président de l'Académie d'Agriculture de France.

- la sixième enfin sur « la Solidarité, Visions et Réalités », au Palais du Luxembourg, ce jour, organisée par Heinz Wismann, René Groussard et Guy Paillotin avec le soutien du Palais du Luxembourg, siège du Sénat où sont élus de nombreux représentants du monde rural.

La solidarité a joué un rôle important dans le monde agricole au cours de ces deux derniers siècles. Monsieur René **Groussard** nous le rappellera, en cette période où le monde agricole est éclaté, tourmenté par la mondialisation et toutes les dérives de pensée concernant l'alimentation, l'écologie, le développement durable. Heinz **Wismann** se chargera de retracer les grandes étapes d'émergence de la notion de solidarité. Laurent **Thévenot** analysera la situation actuelle marquée par les effets de la mondialisation, et Sylvie **Goulard** prolongera la réflexion sur l'évolution des sociétés contemporaines. Enfin, Guy **Paillotin** tirera les conclusions du 250^e anniversaire de notre Compagnie.

La solidarité est un terme de jurisprudence : engagement par lequel des personnes s'obligent les uns pour les autres et chacune pour toutes (Littré). Dans le langage ordinaire, la solidarité correspond à une responsabilité mutuelle qui s'établit entre deux ou plusieurs personnes. La solidarité humaine est un lien fraternel et social qui unit le destin de tous les hommes les uns aux autres.

La solidarité est d'actualité dans le monde agricole : solidarité en compensation des handicaps naturels (entre céréaliers et éleveurs suite à la sécheresse), solidarité dans le développement coopératif au cours du 20^e siècle (qu'en est-il actuellement ?), solidarité entre générations, solidarité dans l'aide alimentaire envers les populations les plus démunies, solidarités entre les régions rurales différentes par leur richesse et leur développement, solidarité dans le partage des ressources de notre planète dans le cadre de la mondialisation, solidarité dans le partage du travail, solidarité au sein de la PAC, solidarité européenne (relations franco-allemandes notamment) qui fait couler beaucoup d'encre, etc.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

par René Groussard¹

Il n'est pas dépourvu de sens que la séance solennelle qui nous réunit au terme de nos travaux de commémoration se déroule au Palais du Luxembourg, le siège du Sénat, puisque de nombreux membres de la Haute Assemblée sont des élus de collectivités locales représentant le monde rural.

Ces conditions particulières nous conduisent à nous interroger, devant vous, sur notre héritage, nos orientations actuelles et nos préoccupations tournées vers l'avenir.

Historiquement, l'Académie d'Agriculture de France appartient à la grande famille du monde agricole qui a son unité propre, ses règles de vie, sa façon de traiter ses rapports avec les pouvoirs politiques. Il existe entre nous un lien social très fort. Des solidarités nous lient dans les circonstances de vie professionnelle les plus diverses, sur des sujets les plus variés, sous des formes allant des plus simples aux plus compliquées.

C'est l'existence et la vie de ces solidarités entre les acteurs du monde agricole que nous avons choisis comme thème de nos réflexions,

* *
*

Les solidarités au sein du monde agricole ont résulté d'un double mouvement de pensée et d'action. L'un endogène, né au cours de la seconde moitié du 19^e siècle et qui correspond au mutualisme. Le second imaginé et construit par les pouvoirs publics après la guerre 1939/1945, sans dénomination spécifique, a pour objet de mettre en œuvre une politique agricole conduite par l'administration en liaison organique avec les représentants élus des agriculteurs. Un troisième mouvement n'est encore qu'en gestation. Des solidarités rompues sont à reconstruire, de nouvelles sont à créer dans un monde complètement différent, incertain et complexe où les pouvoirs publics ont changé de nature, où les tensions très fortes risquent de faire disparaître l'idée même de solidarité. L'Allemagne et la France, au sein de l'Union européenne, peuvent-elles trouver ensemble une voie de dépassement et de renouveau en tirant profit de nos différences profondément complémentaires ?

- Charles Gide (1847-1932) a été parmi les pères fondateurs du mouvement mutualiste, à l'origine de l'analyse économique et sociologique de ce concept, ainsi que l'école de Nîmes, animée par des protestants, actifs surtout dans le Sud de la France. Dans la pratique, le mouvement a été le prolongement naturel des efforts de pédagogie entrepris à la fin du 19^e siècle, particulièrement dans le monde rural, après l'adoption par le Parlement des deux lois de Jules Ferry de 1881 et 1882, et de leurs circulaires d'application faisant référence au caractère moral de la démarche et rendant l'enseignement primaire public, laïc et obligatoire. Sous la tutelle de l'administration, le mouvement va se diffuser rapidement sur tout le pays dans les secteurs de la collecte et de la transformation des produits agricoles, et ceux du crédit et des assurances. On sait que la doctrine mutualiste repose sur des principes moraux : l'obligation pour chacun de ne pas desservir les autres et leur porter assistance. Les usagers sont des sociétaires et non des clients selon la règle un homme – une voix. Le riche et le pauvre ont les mêmes devoirs et les mêmes droits. Chacun a un dû à chacun. Dans ce même esprit, selon l'inscription dans le code rural et les baux ruraux, l'agriculteur a

¹ Trésorier perpétuel honoraire de l'Académie d'Agriculture de France, Conseiller maître à la Cour des Comptes honoraire, ancien directeur général du Centre national pour l'aménagement des structures des exploitations agricoles (CNASEA).

obligation de « cultiver la terre en bon père de famille », c'est-à-dire gérer son exploitation sans dégrader le sol ni son environnement, et de la transmettre à ses enfants ou à tout autre dans l'état où il l'a trouvée à ses débuts, la base même de ce qu'on appelle aujourd'hui la gestion durable.

Le souci de justice sociale est alors permanent. Ainsi la réforme des structures des exploitations agricoles est conçue et appliquée de façon telle que les terres laissées libres par ceux qui quittent leurs exploitations soient accordées obligatoirement à des agriculteurs qui en ont le plus besoin et / ou aux plus jeunes. Les élus ruraux et les gouvernements, toutes sensibilités politiques confondues, seront solidaires ; ils ne pouvaient jusqu'à une période encore très récente s'exprimer publiquement sans faire référence à la défense de la doctrine mutualiste et à celle de l'exploitation familiale.

- La volonté délibérée d'accélérer l'insertion de l'agriculture dans la modernité, va conduire le pouvoir politique à mettre en œuvre une méthode de gestion originale et spécifique au monde agricole. L'administration chargée par définition de la marche des services conformément aux directives gouvernementales va s'impliquer directement dans la presque totalité des instances de gestion du monde agricole. Les solidarités nouées entre agriculteurs pour participer à la gestion des marchés et des structures agraires, pour la formation des hommes et la diffusion du progrès des connaissances... le sont en présence de l'administration, jouant le rôle majeur de régulateur. Son degré d'implication va du simple contrôle financier et d'opportunité, à une gestion en commun des services et même à la transmission directe à la société civile de missions de service public. L'administration et la profession agricole ne peuvent rien faire l'une sans l'autre. Elles sont solidaires. Pour le Commissariat au Plan, l'agriculture est un secteur administré, d'autres instances évoquent la cogestion. Il est manifeste que la prégnance du mutualisme dans l'esprit des agriculteurs a facilité la diffusion de cette nouvelle manière de gouverner.

On voit que la puissance des idées a joué un rôle déterminant dans la vie du monde agricole. Peut-on qualifier le concept qui sous-tend l'ensemble ?

Dans les systèmes et mécanismes mis en place par le pouvoir politique, certains ne voient que des moyens créés pour une durée limitée, utilisés de manière pragmatique, sans préjugé dogmatique, en vue d'accélérer le cours des réformes à moindre coût social dans un monde forcé de s'adapter aux exigences de la société industrielle et du libre-échange.

Certains ayant une vision plus large trouvent, dans les principes et les méthodes, les fondements d'une doctrine applicable à des secteurs d'activités différentes, quand le clivage des opinions politiques se révèle dépourvu de sens. L'ancien directeur de Cabinet d'un ministre de l'Économie et des Finances dira un jour: « Ah, si l'on avait appliqué ces méthodes à la sidérurgie, que de gâchis sociaux et financiers on aurait pu éviter ! ».

Pour quelques-uns enfin, ce double mouvement émanant à la fois de la société civile et du pouvoir politique fonde la légitimité du rôle régulateur de l'administration entre l'État et le marché. Il s'agit d'une troisième voie politique, perdue de vue pendant des décennies, que l'opinion publique évoque à nouveau à propos du dénouement de la crise que nous vivons.

Quelles que soient les convictions, ce système original de solidarités a permis la création de véritables entreprises agricoles n'ayant rien à envier dans leurs méthodes de gestion à leurs partenaires de l'industrie. Le mouvement s'est étendu à tous les aspects de la vie du monde agricole, en évitant un accaparement des moyens de production (celui des terres en particulier) par un petit nombre, tout en maîtrisant le marché foncier et régulant celui des produits agricoles, en menant une politique ambitieuse de formation des hommes et des femmes restant sur place et de ceux et celles contraints à trouver un emploi en dehors de l'agriculture, en prenant appui enfin sur la recherche publique. Il parvenait également à arbitrer sans heurt les relations entre enseignement agricole public et privé au moment où les tensions entre le pouvoir politique et l'enseignement privé étaient très vives.

La construction de la Politique agricole commune a été l'une des grandes aventures vécue par le monde agricole depuis 1959. Tout en sachant que l'objectif premier des pays fondateurs de la CEE était d'une autre dimension : lier l'Allemagne à la France à une période où la Guerre froide imposait aux Occidentaux de se protéger contre les risques d'emprise de l'Union soviétique sur l'Europe entière. La PAC, d'essence supranationale, a été un des premiers moyens d'établir des solidarités entre les nations, sans égal en Europe dans son ampleur avant la création de l'euro. Elle reste l'une des matrices de la construction d'une Europe fédérale.

Il n'en demeure pas moins que le secteur coopératif, par opportunité politique, n'avait pas été concerné par les grandes réformes Debré-Pisani de 1960 et 1962. Il était resté à « la traîne » et n'avait pas trouvé la

place et le rôle qui eussent pu être le sien pour préparer l'avenir. Animés par la volonté de renforcer le rôle de la doctrine mutualiste dans la conduite de la politique agricole et dans la perspective d'associer l'Allemagne et la France dans une démarche mutualiste commune, plusieurs initiatives seront prises dans les années soixante. Elles seront vouées à l'échec. Citons trois démarches significatives parmi d'autres.

À l'époque, le sénateur Paul Driant, à la fois Président de la Fédération nationale du Crédit agricole (FNCA) et de la Caisse nationale de Crédit agricole (CNCA) portera un projet qui visait à créer une caisse centrale des Caisses régionales de Crédit agricole pour donner plus de sens, de pouvoir et de portée doctrinale au mouvement mutualiste ; l'administration se dégageant de la gestion de la CNCA. Il échouera, les dirigeants de l'établissement public entendaient conserver le pouvoir. Celui-là prendra le statut de société anonyme qui sera plus tard cotée en bourse.

Le même personnage, européen convaincu de longue date, dans un souci d'étendre les solidarités entre les agriculteurs français et allemands engagera, en liaison avec la Banque fédérative rurale d'Alsace, des négociations avec le mouvement coopératif allemand « Raiffeisen » en vue d'aboutir à un rapprochement des deux réseaux bancaires. Ce fut un échec, son projet ayant été considéré comme inopportun par les instances administratives de l'État et notamment par la Direction du Trésor représentée à la direction de la CNCA.

Michel Debré, Ministre de l'Économie et des Finances, souhaitant poursuivre les réformes conduites en 1960 engagera en 1967 par voie d'ordonnance une réforme du statut des coopératives agricoles. Le système imaginé prévoyait un dispositif juridique à trois étages. La coopérative de base, la plus proche des agriculteurs, conservait son statut, confortant ainsi la vocation doctrinale du mutualisme et son rôle premier dans la société rurale. Au second étage, gardant son statut coopératif, la société prenait un caractère commercial permettant de faciliter l'insertion de l'agriculture sur les marchés des produits agricoles bruts et transformés. Enfin, au sommet de la pyramide figurait la création de Sociétés mixtes d'Intérêt agricole (SMIA) destinées à prendre des participations dans des groupes industriels privés ou à en créer de nouveaux. L'ordonnance sera validée par le Parlement malgré son caractère jugé inapproprié de la part du Premier Ministre et de son Ministre de l'Agriculture et l'hostilité militante de la fraction la plus rétrograde du monde coopératif. Plusieurs années après, à l'initiative du Premier Ministre, le Parlement amendait le statut qu'il venait de valider, et le vidait de son contenu doctrinal. Antérieurement, Edgard Pisani, alors Ministre de l'Agriculture et auteur de la loi d'orientation agricole de 1962, devant l'incapacité des coopératives à réformer leurs méthodes de gestion, contournera l'obstacle en créant des groupements de producteurs.

En moins d'une génération, des institutions disposant d'un réseau de femmes et d'hommes unis solidairement, de moyens financiers et structurels puissants se sont effondrées¹.

La doctrine mutualiste qui a servi de ciment entre les hommes et les institutions et de ces dernières avec l'administration perd sa valeur de référence doctrinale. La réflexion et l'action ne sont plus guidées par des hommes et des femmes qui transcendent l'individualisme et la liberté d'agir sans bornes. La coopérative devient une valeur utilitaire, et l'égoïsme est souvent accentué par l'octroi d'aides directes différenciées, accordées par l'Union européenne pour corriger les effets du marché. Les structures mutualistes du Crédit agricole et du Mutualisme économique se sont affranchies de leurs statuts pour se fondre dans le monde de la banque et des assurances privées. Le chercheur et l'enseignant, sans rompre leurs liens à titre individuel avec le monde agricole, trouvent leur place auprès de partenaires qui leur sont plus proches ou complémentaires dans leur démarche scientifique. Sans impulsion de la part du pouvoir politique, l'administration renonce. En raison des liens directs et exclusifs entre les organisations professionnelles et le pouvoir politique, le Parlement n'a pu jouer son rôle d'arbitre entre les intérêts des agriculteurs et ceux du reste de la société. Archeboutés sur la défense de leurs intérêts immédiats, ils ont négligé leurs capacités d'entreprendre et de mesurer les conséquences des changements en cours ou à venir entraînés par l'évolution des techniques et l'ouverture des marchés à l'échelle mondiale. On n'a pas su saisir l'occasion qu'offrait le grand bouleversement des structures agraires, de créer un grand mouvement de solidarités dans l'ensemble du monde rural. Ces liens exclusifs avec le pouvoir politique ont conforté le corporatisme paysan chez des hommes qui ont sans doute été trop protégés par l'État.

Ajoutons, incidemment, que la France premier exportateur européen des produits agricoles dans les années quatre-vingt-dix, n'est plus que le troisième après l'Allemagne et les Pays-Bas.

¹ Groussard R. et Marsal P. – Monde du vivant, agriculture et société, 1999. Éditions L'Harmattan, p. 204.

De même, les acteurs du monde agricole n'ont pas perçu à temps la place primordiale prise par la protection de l'environnement dans l'opinion publique. L'expression « culture en bon père de famille » déjà évoquée, a perdu progressivement son sens depuis la réforme, en 1946, du statut du fermage et du métayage, impliquant à juste titre une grande autonomie de gestion du fermier envers le propriétaire foncier, mais qui s'est aussi traduite dans les faits par une prise de distance de l'agriculteur vis-à-vis des nécessaires équilibres biologiques. Il en va de même à propos de la qualité des produits agricoles transformés dont on comprend seulement, depuis peu, les erreurs d'appréciation commises.

Par absence de volonté politique, la PAC, dénaturée dans sa doctrine, n'a pas été jusqu'à maintenant le moteur d'un rapprochement entre les habitants des différents pays de l'Union européenne. On pouvait imaginer que cette construction atypique concernant des millions d'agriculteurs, souvent unis dans chaque Nation par des liens coopératifs soit en mesure de créer des solidarités nouvelles et originales. Il n'en a rien été. Un de nos confrères réputé attentif à la gestion de la Politique agricole commune depuis l'origine faisait remarquer récemment que la Confédération européenne de l'agriculture (CEA), conscience morale et sociale des agriculteurs et la Fédération internationale des Producteurs agricoles (FIPA) plus tournée vers le progrès et la dynamique du futur avaient récemment mis la « clef sous la porte sans que personne ne s'en soucie ». Il ajoutait : « aujourd'hui, il n'y a pas d'experts internationaux dans les instances professionnelles agricoles alors que l'OMC a préféré la mort de la PAC sous la pression américaine, la complicité britannique et la faiblesse des instances européennes ».

En bref, le monde agricole est « éclaté » ; il a perdu une part de son âme. De surcroît, la politique suivie a laissé le champ ouvert à toutes les dérives de la pensée en matière d'écologie, de biodiversité, d'alimentation et de développement durable qui pèsent sur les voies et l'avenir de l'agriculture, comme le rappelle un autre confrère.

* *
*

Prenant acte que nous vivons dans une société tourmentée et inquiétante, et dans un monde qui s'effondre, nul ne sachant sur quoi vont déboucher les bouleversements en cours et à venir, on peut se demander s'il n'y a pas lieu d'attendre que le tissu social se soit recomposé face à la crise pour réactiver les solidarités au sein du monde agricole. Traiter des solidarités, en ce moment, n'est-ce pas une mission impossible ?

On peut au contraire penser qu'il est urgent de préparer l'avenir ; saisir dès maintenant l'occasion exceptionnelle que fournissent les mutations de la société pour relancer les solidarités dans un monde agricole ouvert sur l'extérieur, en prenant appui sur les initiatives prises, si ponctuelles et dispersées soient-elles. Si l'avenir ne se prévoit pas, comme on sait, on a au moins quelques certitudes. On sait que les changements relèvent de chacun de nous, mais qu'ils ne pourront s'imposer qu'opérés en groupes et de manière interdisciplinaire. Dans le même mouvement, le pouvoir politique doit retrouver son rôle régulateur en arrêtant ses choix dans le cadre de l'Union européenne dans un espace mondialisé. C'est cette seconde hypothèse volontariste qui nous semble la plus réaliste.

En cours de reconstruction, le monde agricole a, en effet, un message à transmettre car il a des moyens et des repères.

- Le monde agricole n'est pas sans moyens. Les mentalités ont évolué depuis au moins deux décennies sans que les pouvoirs publics ni l'opinion n'en aient pris pleinement la mesure. Citons quelques exemples.

Il était impensable jusqu'aux années 1980-1990 d'appeler les agriculteurs à reconnaître les aspects positifs de la double activité. C'est-à-dire travailler et vivre dans un monde rural où les échanges entre secteurs d'activité sont la règle. Seul l'agriculteur à temps plein avait une légitimité pour les organisations professionnelles partenaires de l'État. On devait appartenir au milieu agricole pour faire le métier d'agriculteur. On peut constater aujourd'hui que beaucoup d'exploitants agricoles ont une conception plus universelle de leur métier.

De même, jusqu'il y a peu, les agriculteurs, ne voulaient pas reconnaître leurs responsabilités dans la pollution des eaux et des sols provoquée par un usage trop peu attentif des conséquences de leurs méthodes de culture. En ce moment, des solidarités se nouent sous l'autorité des pouvoirs publics – longtemps eux-mêmes hésitants – entre agriculteurs, administration, agences de Bassin et associations de défense de l'environnement. Les enseignants et les chercheurs du monde agricole ainsi que l'opinion publique facilitent ces adaptations.

L'ouverture sur le monde industriel est un fait qui se généralise, et d'ampleur parfois trop grande pour conserver la qualité des productions mises sur le marché et préserver la santé du consommateur. Parallèlement se créent sur tout le territoire des exploitations individuelles ou groupées entre elles, plus respectueuses de l'environnement et donnant de meilleures garanties au consommateur.

Dans la mouvance de l'agriculture, un nouveau monde est en train de naître, où se fréquentent chercheurs de statut public ou privé, élus locaux soucieux d'une bonne gestion et, bien sûr, biologistes. S'organise de manière informelle une chaîne de solidarités dont on ne peut en ce moment que constater les premiers effets².

- Le monde agricole n'est pas dépourvu de moyens et d'atouts mais il a également des repères ; ce qui est une chance dans le monde qui se dessine.

Premier repère : Le monde agricole a un code de conduite ; il est porteur d'une doctrine reposant sur un double système de solidarités. La doctrine mutualiste n'a pas vieilli. La protection de la nature, comme le principe de précaution sont inscrits dans la vie de tous les jours des agriculteurs par l'exigence juridique qui leur est faite de cultiver la terre de façon soutenable.

Second repère : La société ne peut échapper à des relations permanentes avec le monde agricole et, réciproquement. Il est banal de rappeler que les agriculteurs gèrent près de la moitié du territoire national, et que la nourriture et la santé des hommes sont des besoins primordiaux. De ce fait, les solidarités entre le monde agricole très au fait du progrès des connaissances et le consommateur ne peuvent que se généraliser.

Troisième repère : L'agriculteur est sur le point de corriger les erreurs commises par ses méthodes de culture et d'élevage ; la production transformée devrait suivre. Mais le sujet fait encore débat. Notre Président Jean-François Morot-Gaudry rappelait par exemple lors de la séance solennelle du 5 octobre dernier « qu'une révolution technologique est en cours, visant à créer de nouvelles variétés de plantes ayant des capacités accrues de résistance aux stress biotiques et abiotiques dans des conditions d'apport réduit d'engrais et de produits phytosanitaires ».

Quatrième repère : Dans le monde moderne, depuis trois quarts de siècle et la création de l'ONIC par le gouvernement de Front Populaire en 1936, le secteur agricole est régulé par le pouvoir politique, arbitre entre l'État et le marché. Le monde agricole a une très longue expérience et une très bonne connaissance des points forts et des faiblesses d'un tel système. Sujet d'actualité s'il en est.

Cinquième repère : La mondialisation des échanges et la liberté d'entreprendre sont des faits acquis. Le mouvement n'a-t-il pas été trop rapide ? On peut se demander si on ne doit pas retourner à des dimensions plus proches des hommes et à des solidarités locales, le local étant évidemment l'Union européenne dans une optique de créer, sur place, emplois et richesses et dans un souci permanent de justice sociale. C'est un choix révolutionnaire en termes politiques qui dépasse le monde agricole.

Restant dans notre domaine de compétence, la sagesse ne voudrait-elle pas qu'au lieu de chercher à actualiser la PAC, on ose la réhabiliter dans ses règles fixées par les pays fondateurs, seul garantes de la pérennité du mouvement de solidarités créé au début des années soixante. Trop absorbé par les aspects financiers, certes importants, on a perdu de vue que la PAC était sinon un modèle, du moins un témoin porteur de sens, voire de bon sens, dans la construction européenne, *a fortiori* dans le climat de défiance qui règne actuellement en Europe.

Le monde agricole pourrait participer dans l'Union européenne à un grand mouvement de solidarités reposant sur l'élaboration d'un plan de « transition énergétique » liant agriculture, écologie, environnement et évolution du climat.

De même, en vue d'approfondir les relations entre l'Allemagne et la France, pourquoi, portées par nos sociétés civiles, ne pas reprendre le projet des années soixante de rapprochement des réseaux mutualistes des deux pays et le mener à son terme ?

Démarche utopique ? Mais la construction européenne n'a-t-elle pas progressé autrement qu'en se fixant des objectifs hors du commun ?

* *
*

² Op. cit. p. 208.

Avant de nous projeter dans l'avenir et d'essayer de dégager des axes d'action, il est utile de retracer en un premier temps la longue histoire du concept de solidarité. C'est ainsi que la réflexion philosophique nous permettra de mieux cerner toute la richesse conceptuelle et historique de l'idée de solidarité dont notre confrère Heinz **Wismann**, philosophe et Directeur d'études à l'École des hautes études en sciences sociales, va décliner un certain nombre de manifestations. Dans un monde disjoint, le philosophe a un rôle essentiel pour la mise en mouvement des compétences existantes en vue de fins qui leur sont étrangères, de renouer un dialogue et de retraduire leurs expériences de manière que puisse naître un élan partagé.

Notre confrère Laurent **Thévenot**, sociologue et Directeur d'études à l'École des hautes études en sciences sociales, se chargera d'examiner de plus près sous quelles formes, parfois inattendues, l'aspiration à la solidarité se concrétise dans telle ou telle situation contemporaine.

Ce qui pour nous est une vraie chance est que Sylvie **Goulard** s'est trouvée au cœur du pouvoir européen en tant que membre du Cabinet de Romano Prodi et ensuite comme Présidente du Mouvement européen et député européen. Elle pourra nous présenter un véritable état des lieux et les perspectives politiques de solidarité européenne.

Comme un bouquet final, cette séance exceptionnelle met un terme à la célébration de notre 250^e anniversaire, commencée – presque jour pour jour – il y a un an. Aussi pour clore cette réunion, notre Secrétaire perpétuel, Guy **Pailotin**, fera le bilan des principaux enseignements qu'il a tirés de cette célébration.

SOLIDARITÉ

par Heinz Wismann¹

Le terme de solidarité dérive de l'utilisation de l'adjectif latin *solidus* (dense, compact, cohérent) dans le droit privé romain, notamment de la formule *in solidum*, qui désigne une obligation collective d'honorer une dette ou de réparer un dommage.

1. On trouve l'expression « **obligation solidaire** » pour la première fois dans la seconde édition du dictionnaire de Furetière (1611), accompagnée de la définition « commun à plusieurs de manière que chacun réponde du tout ». Le substantif apparaît en 1694 dans le Dictionnaire de l'Académie française avec la définition suivante : « État de deux ou plusieurs personnes dont chacun est engagé pour toutes, et pour le tout, en cas de non-paiement de la part des autres ».

Dans la Grande Encyclopédie de Diderot et d'Alembert de 1765, on lit sous l'entrée « Solidarité (commerce) : C'est la qualité d'une obligation où plusieurs débiteurs s'engagent à payer une somme qu'ils empruntent ou reçoivent ; en sorte que la dette totale soit exigible contre chacun d'eux ». Mais c'est dans le Code civil de 1804 que l'emploi juridique du terme de solidarité trouve sa formulation provisoirement définitive : « L'obligation est solidaire entre plusieurs créanciers lorsque le titre donne expressément à chacun d'eux le droit de demander le paiement du total de la créance ». Et pour bien marquer qu'il s'agit d'une obligation créée par le consentement mutuel, l'article 1202 précise : « La solidarité ne se présume point ; il faut qu'elle soit expressément stipulée ».

2. Un **premier tournant** dans l'histoire du concept intervient quand, en opposition radicale à cette approche purement juridique, rationaliste et individualiste, les contre-révolutionnaires français s'emparent de la notion de dette collective et la réinterprètent à la lumière de la doctrine du péché originel comme une obligation contractée par l'humanité entière envers Dieu, qui seul peut l'en affranchir, et par laquelle les hommes se trouvent liés entre eux avant et en dehors de toute initiative contractuelle. Cette idée sous-tend l'œuvre de Joseph de Maistre, de ses « Considérations sur la France » (1796) aux « Soirées de St. Pétersbourg » (1821), en passant par l'essai programmatique intitulé « Du Pape » (1819). Elle trouve son expression la plus nette dans « Le Génie du christianisme » de Chateaubriand (1802), dont le sixième chapitre fonde le sacrement du baptême sur le fait « que nos fautes rejaillissent sur nos fils, que nous sommes tous solidaires ». De cela découle que « sans décider ici si Dieu a tort ou raison de nous rendre solidaires, tout ce que nous savons et tout ce qu'il nous suffit de savoir à présent est que cette loi (i.e. d'une solidarité originaire) existe ».

Le lien de la faute, comprise comme une dette envers Dieu qui se transmet de génération en génération, se concrétise dans les institutions sociales, à commencer par la famille, considérée comme le modèle absolu de toutes les autres formations collectives (territoriales, professionnelles, voire politiques).

¹ Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Directeur d'études à l'École des hautes études en sciences sociales.

C'est cette vision de l'histoire humaine comme déploiement organique de la cellule familiale qui conduit l'influent théologien laïque Pierre Simon Ballanche (qui avait suggéré à Chateaubriand le titre du « Génie ») à dénoncer dans son « Essai sur les institutions sociales » (1818) l'individualisme moderne et l'idée même de contrat social : « On ne saurait trop le redire, l'homme n'est pas fait pour être seul, l'homme n'est rien du tout seul, l'homme enfin ne peut séparer sa destinée de celle de ses semblables ; et le genre humain tout entier est solidaire » (p. 194 de l'édition de 1991).

3. Une nouvelle inflexion sémantique du terme de solidarité s'amorce pratiquement en même temps à la faveur d'une reprise, plutôt inattendue, de l'anthropologie organiciste, fondée en théologie, des contre-révolutionnaires par les théoriciens progressistes de l'évolution sociale. En effet, l'« industrialisme » prôné par Saint-Simon débouche sur un nouvel Évangile, l'« Évangile des producteurs », que développe le traité posthume intitulé « Le nouveau christianisme ». Les conséquences spéculatives de cette réorientation de l'élan religieux reçoivent leur formulation la plus nette chez l'un des disciples de Saint-Simon, Pierre Leroux (1797-1871), qui publie en 1840 son principal ouvrage : « De l'humanité, de son principe et son avenir, où se trouve exposée la vraie définition de la religion ». Selon Leroux, manifestement influencé par la pensée de Fichte, le lien primordial qui unit les hommes ne résulte pas du péché originel, mais traduit la dette que chaque être humain contracte envers les autres êtres humains en prenant conscience de son Moi : « Le moi n'existe pas sans un non-moi et ce non-moi est l'humanité ». Cette solidarité réflexive des « égoïsmes transcendants » est ensuite présentée en termes juridiques comme un quasi-contrat, qui précède les contrats « expressément stipulés » par des individus conscients de leur rôle d'acteurs sociaux.

Dans le prolongement des discussions qui portent sur la nature d'une obligation réciproque antérieure à toute initiative contractuelle (cf. Alfred Fouillée), Léon Bourgeois, homme politique influent de la III^e République (il a été chef du gouvernement radical-républicain de 1895 à 1896), fait paraître en 1896 sous le titre « Solidarité » le livre fondateur du solidarisme contemporain. En combinant l'idée darwinienne de la différenciation fonctionnelle des organismes en vue de leur survie dans des milieux changeants avec certains aspects de l'évolutionnisme social prôné par Auguste Comte, Bourgeois envisage la société humaine comme un système de dépendances naturelles, qu'exprime, encore et toujours, la métaphore de la dette : « Il s'agit pour les hommes, associés solidaires, de reconnaître l'étendue de la dette que chacun contracte envers tous par l'échange de services » (p. 48), car « l'homme naît débiteur de l'association humaine » (p. 54). En effet, « qu'il veuille ou non il lui faut entrer dans une société préexistante, dont il doit accepter les charges comme il profite de ses avantages » (p. 186). Autrement dit, « la solidarité fait retomber le mal des uns sur les autres, comme elle étend aussi le bien de chacun à tous et de tous à chacun » (p. 170). Or le principe fondateur de l'association humaine contient en même temps la règle dont doit s'inspirer l'action collective de ses membres : « C'est dans la loi de la solidarité que nous devons chercher le moyen d'établir l'équilibre des choses morales et sociales, c'est-à-dire la justice » (p. 191). Pour le responsable politique qu'était Léon Bourgeois, la recherche d'un équilibre juste entre « avantages » et « charges » au sein de la société prenait logiquement la forme du partage des gains et de la mutualisation des pertes. Aussi devons-nous au théoricien de la solidarité le lancement de l'impôt progressif sur le revenu et la première ébauche de ce que seront les assurances sociales.

En même temps que se précise ainsi le rôle de l'État dans la mise en œuvre d'une véritable solidarité nationale, allant bien au-delà du nationalisme patriotique, exalté surtout en période de guerre, se développent au sein de l'État de nombreux mouvements associatifs, visant à approfondir, dans des périmètres plus réduits, le principe du partage des risques et des profits. Le phénomène s'observe avant tout en France et en Allemagne, où les idées françaises, d'abord associées à la notion de fraternité révolutionnaire, cheminent depuis longtemps, avec des fortunes diverses, aussi bien dans le monde ouvrier que dans l'univers agricole, qui s'organise vers la fin du siècle sous

forme d'un vaste réseau de structures mutualistes, promues par Friedrich Wilhelm Raiffeisen (1818-1888). Or le subtil équilibre entre les réformes étatiques, relayées par des administrations puissantes, et les initiatives privées, portées par les acteurs de la société civile, bascule à la suite des conflits mondiaux du 20^e siècle et finit par pencher, malgré de vigoureuses renaissances locales, en faveur des pouvoirs publics. Ce sont alors les États eux-mêmes qui se trouvent appelés à instaurer entre eux les régimes de solidarité qui se sont initialement développés en leur sein. Nous sommes encore au début de ce processus, régulièrement entravé par les réflexes nationaux, mais le chemin est tracé. Pour y avancer, les citoyens des nations associées, à commencer par l'Union européenne, devront inventer de nouvelles formes de solidarité, transfrontalières, en s'inspirant des réalisations qui ont jadis fait leurs preuves à l'intérieur des frontières héritées du passé. On peut voir comme une ironie de l'histoire, profondément prémonitoire, dans le fait que c'est encore et toujours le douloureux fardeau de la dette qui nous oblige à nous unir pour aller de l'avant.

SOLIDARITÉS EN RÉALITÉ

QUELLES DEPENDANCES DE FAIT MISES EN VALEUR DANS QUELLES COMMUNAUTÉS ET SELON QUELS DISPOSITIFS ?

par Laurent Thévenot¹⁰

Dans ses expressions les plus exigeantes, la notion de solidarité en appelle à une obligation contractée vis-à-vis de l'humanité entière, obligation dont Heinz Wismann nous a rappelé qu'elle pouvait être interprétée dans des directions très différentes, comme conséquence d'un péché originel dans l'esprit des contre-révolutionnaires, ou comme lien primordial dans celui des progressistes qui promurent le mutualisme. Toutefois la mutualité solidaire dans le monde agricole passe par des dispositions qui valent sur une communauté plus spécifique que l'humanité, celle d'un territoire ou d'une nation. Cette spécificité ne tient pas seulement à la délimitation et à la taille de la communauté mais aussi à la réalité de ce qui tient ensemble cette solidarité de fait dont nous allons voir l'importance dans l'argent du crédit, l'eau de la rivière ou la filière de l'huile de palme. Encore faut-il que cette interdépendance fasse l'objet de mises en valeur, ce qui peut s'effectuer très diversement selon que sont mis en valeur des biens communs pour l'humanité, des intérêts individuels discutables ou des attachements intimement personnels. Le mode de solidarité varie selon ces valeurs mais aussi selon les façons de différer et de s'accorder conformément à certaines règles de l'art, les bons formats pour prendre part. Enfin, la mise en œuvre de solidarités s'inscrit dans des dispositions concrètes. Comment des dispositifs conçus pour gouverner en commun des décisions engagent-ils leurs participants dans différents modes de solidarité ou en empêchent-ils d'autres ?

Pour répondre à cette question et contribuer à notre réflexion, j'ai pris appui sur trois dispositifs du monde agro-environnemental qui ont fait l'objet d'enquêtes sociologiques approfondies. Ils donnent à voir des mises en commun très contrastées par leur taille, mais aussi des réalités toutes différentes qui tiennent ensemble des communautés humaines :

1. dans une communauté locale, bretonne en l'occurrence, des personnes prennent part aux comités de crédit d'une banque mutualiste afin de décider de l'octroi de crédits ;
2. des acteurs solidaires par l'eau d'un même bassin versant de l'Hérault, se rencontrent dans des organes de concertation ;
3. des parties prenantes de la filière mondiale de l'huile de palme négocient dans une "*multi-stakeholder global roundtable*" afin d'arrêter, hors des États, les standards d'une production dite soutenable.

1. DU BIEN D'UNE COMMUNAUTE AGRICOLE A LA PLURALITE DES BIENS COMMUNS RECONNUS DANS UN CREDIT MUTUEL

Le mutualisme solidariste passe notamment par le crédit. Sans même faire vibrer la nostalgie d'une « grande famille du monde agricole » unie par un langage commun, il apparaît que cette mutualité prend appui sur une communauté de territoire, lieu d'une vie ensemble fondée sur des dépendances aux mêmes réalités et incitant à la solidarité entre ses membres. L'apparent recouvrement de la solidarité mutualiste avec l'appartenance commune à ce territoire masque en fait une diversification de ce par quoi les êtres humains dépendent les uns des autres et sont amenés à être solidaires. S'y ajoute une extension des interdépendances au-delà des frontières d'un territoire. Ce double mouvement fut celui de la modernité, avant que l'on parlât de mondialisation. Toutefois, il prend aujourd'hui un tour nouveau. Il ne s'agit pas seulement du passage, tel que

¹⁰ Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France, Directeur d'études à l'École des hautes études en sciences sociales, Groupe de Sociologie politique et morale (Institut Marcel Mauss, EHESS – CNRS) et Laboratoire de Sociologie quantitative (CREST).

le voyait Durkheim, d'une solidarité mécanique traditionnelle dérivant de ressemblances et de sentiments collectifs à une solidarité organique unissant des fonctions différentes. Les modèles de ce qui tient ensemble et rend solidaire sont plus divers. Ils débordent les communautés territoriales ou même nationales pour en appeler à des conceptions du bien commun qui les traversent et suscitent, lors de leur confrontation, de vives tensions internes. Nous avons développé avec Luc Boltanski un cadre d'analyse de ces différentes conceptions dans leur mise à l'épreuve de l'action, examinant la prétention qu'ont à la légitimité des jugements portant sur la qualification relative (« grandeur ») de personnes ou de choses au regard d'une caractérisation du bien commun¹¹. Une enquête portant sur le Crédit Mutuel de Bretagne, effectuée à la fin des années 80, rend compte de ce mouvement de différenciation des biens communs pris en compte, qui pèse sur l'exercice d'une solidarité. André Wissler et moi-même avons accepté la proposition émanant de l'établissement de crédit en demandant à observer les « comités de crédit » confidentiels au cours desquels sont évalués les dossiers de demande de crédit et prises les décisions les concernant¹².

La solidarité mutualiste a sa place dans cette organisation et ses décisions. Au lieu de « clients », des « sociétaires » sont représentés par des « élus » (curieusement dits « administrateurs ») qu'ils désignent par vote et qui siègent dans les comités de crédit. On peut reconnaître en arrière-plan la grandeur *Civique* dont le bien commun est l'intérêt général du collectif, celle de l'élu qui représente mais aussi de chaque individu du collectif supposé capable d'accéder au sens de la volonté générale selon une extension de la conception rousseauiste. Cette grandeur est de première importance pour notre réflexion parce qu'elle se trouve au fondement d'une solidarité exigeante visant des redressement d'inégalités, solidarité anonyme émanant du collectif et s'affranchissant de toute relation personnelle. Le comité de crédit ne compte pas seulement des techniciens de la banque mais aussi des élus représentant les sociétaires selon cette grandeur. Dans le déroulement des comités de crédit observés, on a pu voir à l'œuvre cette solidarité mutualiste *Civique* dans des arguments sur l'intérêt collectif d'un crédit accordé à une association d'intérêt général ayant des visées de solidarité, ou en faveur de l'octroi d'un prêt à une personne peu solvable ou encore d'une remise de taux. Au cœur des politiques solidaristes de l'État social, depuis la redistribution via l'impôt jusqu'à l'assurance sociale sans oublier les prolongements offerts par le mouvement associatif, le bien commun *Civique* justifie une solidarité pour plus d'égalité. Quoique les mesures concrètes de solidarité soient le plus souvent refermées sur une communauté nationale, soulignons que cette solidarité *Civique* vaut pour la commune humanité. Son internationalisme est visible dans des choix de crédit en faveur d'associations aidant au développement.

L'observation a montré que cette justification *Civique* était loin d'être la seule prise en compte dans l'évaluation des dossiers de demande de crédit. La pluralité des justifications offertes nous a permis une analyse plus précise de multiples logiques d'action. Le sentiment d'une grande famille ne se retrouve pas seulement dans la chaleur des fêtes conviviales accompagnant les élections dans les caisses. La grandeur *Domestique* de l'autorité fondée en tradition et entretenue par des liens personnels se retrouve aussi dans les décisions de crédit. On puise alors dans une connaissance rapprochée du tissu économique local, dans un réseau de connaissances personnelles (y compris au sein d'autres établissements bancaires), dans l'expérience accumulée au fil d'une relation durable avec la personne ou l'entreprise qui sollicite un crédit, dans la considération d'un patrimoine entretenu en « bon père de famille », les éléments d'appréciation pour asseoir une réputation. A elle seule, cette grandeur *Domestique* ferait du crédit mutuel un genre d'assistance paternaliste assortie de dépendances personnelles dont, précisément, la solidarité *Civique* entend s'affranchir. Une première tension apparaît ici entre la solidarité la plus exigeante en termes d'égalité et d'autres justifications possibles d'une aide mutuelle au nom d'un bien commun.

La solidarité *Civique* est affectée par une deuxième tension lorsque des justifications de crédit convoquent la grandeur *Industrielle* d'efficacité technique. On examine alors les ratios de l'entreprise à laquelle est destinée le crédit pour projeter son évolution future et les effets de l'investissement que le crédit doit servir à financer. On les compare à des normes d'efficacité. On discute pour savoir si tel mauvais ratio

¹¹ Boltanski, L., Thévenot, L., 1987, *Les économies de la grandeur*, Presses Universitaires de France et Centre d'Etude de l'Emploi. Une deuxième édition remaniée a paru en 1991 (*De la justification. Les économies de la grandeur*, Paris, Gallimard).

¹² Wissler, A., 1989a, « Prudence bancaire et incertitude », in Eymard-Duvernay, F. (ed.) *Innovation et ressources locales*, Paris, PUF (Cahiers du Centre d'Etudes de l'Emploi 32), pp. 201-237; Wissler, A., 1989b, « Les jugements dans l'octroi de crédit », in Boltanski, L., Thévenot, L., (dir.), *Justesse et justice dans le travail*, Paris, PUF (Cahiers du Centre d'Etudes de l'Emploi 33), pp. 67-119. Pour des utilisations récentes, dans l'économie solidaire et mutualiste, du cadre d'analyse alors développé des « logiques d'actions », voir : Chrétien Cyrille, 2008, « Les logiques d'actions, un outil de production de sens dans la prise de décisions politiques et managériales des coopératives ? ».

est un incident sans importance ou le signe révélateur d'une mauvaise gestion. Cette grandeur Industrielle importe à notre réflexion pour deux raisons. Tout d'abord, elle est au cœur de la cité de l'industrie dont Saint-Simon fournit les plans avant que son élève, Pierre Leroux ne jette les fondements d'une solidarité précédant les contrats. Ensuite, la grandeur Industrielle fait clairement voir l'interdépendance matérielle des chaînes techniques constituant une solidarité de fait que Saint-Simon met en valeur dans le bien commun de son système industriel.

Une troisième tension pèse encore plus lourdement sur la solidarité Civique. Elle provient de ce que la première des dépendances impliquée par le crédit tient aux marchés financiers. Le moment de notre enquête était celui de l'ouverture du Crédit Mutuel à la concurrence selon la formule consacrée. L'interdépendance matérielle via la négociation de biens et services sur un marché a fait, de longue date, l'objet d'une mise en valeur l'érigeant en bien commun de la concurrence¹³. Tout mutualiste qu'était l'établissement de crédit, sa direction souhaitait promouvoir cette justification de grandeur *Marchande* par la concurrence. L'accent était alors mis sur la nécessaire promptitude à conclure l'affaire sachant la tension du marché et la concurrence de nombreux autres établissements bancaires et de crédit à la consommation. En prenant en compte les nouveaux comportements de la clientèle encline à « faire son marché » et à comparer les conditions offertes par ces différents établissements. Avec une grandeur *Marchande* aussi inégalitaire et opposée à la redistribution, on est loin de la solidarité Civique¹⁴. Cependant, comme vient nous le rappeler la crise financière de la dette, la solidarité de fait instaurée par les marchés financiers incite à venir au secours d'un pays européen afin de prévenir la menace d'éclatement que sa faillite fait peser sur la Communauté européenne.

Ce premier dispositif est historiquement exemplaire d'une solidarité mutualiste ayant contribué à consolider le monde agricole. Etudiant son fonctionnement réel, nous avons constaté que l'évaluation des dossiers à financer s'ouvrait à des biens plus généraux que le bien local d'une communauté agricole. Les éléments pris en compte au fil d'un débat contradictoire trouvaient leur légitimité dans des conceptions universalisables du bien commun dépassant celui d'une communauté particulière, pour valoir dans une commune humanité au regard d'une commune dignité humaine. Parmi ces conceptions du bien commun, l'évaluation de grandeur Civique occupe une place centrale pour fonder non pas seulement une co-responsabilité au regard d'un bien commun, mais une solidarité à l'égard de chacun des autres, potentiellement internationaliste, mue par une visée égalitaire et entretenue par des canaux collectifs détachés de toute dépendance personnelle. Nous avons constaté dans l'enquête que cette solidarité était mise en balance avec d'autres conceptions du bien commun, telle que celles évaluées par les grandeurs Industrielle et Marchande qui sont en passe de dominer le fonctionnement d'un crédit mutuel devenu « entreprise compétitive ».

2. DE LA SOLIDARITE DU FAIT DE L'EAU A UNE GESTION PARTICIPATIVE ATTENTIVE A CE QUI AFFECTE L'AUTRE

Durant les vingt années et plus qui nous séparent des observations précédentes, le monde agricole s'est transformé en s'ouvrant progressivement à la prise en compte de valeurs de l'environnement. Parmi elles, de nouvelles conceptions du bien commun ont été proposées telle une grandeur Verte, d'autres en appelaient plus radicalement à une relativisation de la place de l'humain dans une biodiversité. Des solidarités nouvelles, de fait mais aussi de valeur, ont été mises en avant. L'espace agro-environnemental est devenu un des lieux les plus innovants de la société française en raison de l'ouverture des processus de décision à de nouvelles considérations et à de nouveaux acteurs impliqués dans les procédures de concertation et les expressions de solidarité. Le deuxième dispositif (ou ensemble de dispositifs) dont il est maintenant question en témoigne. Il repose sur le préalable d'une solidarité de fait *via* l'environnement qui lie les usagers de l'eau, en l'occurrence celle d'un même bassin versant. Il s'étend à un public qui n'est pas limité à des experts, gestionnaires et élus. Ce concert intègre des participants n'ayant auparavant pas voix au chapitre et faisant désormais valoir des attachements souvent loin d'être d'emblée ajustés au format publiquement légitime de critique et de justification. Ceci soulève de nouvelles questions pour notre réflexion sur la solidarité, que nous aident à mettre au jour les recherches menées dans l'Hérault par Audrey Richard-

¹³ Albert Hirschman en a proposé une remarquable histoire condensée dans *Les passions et les intérêts*, Paris, PUF, 1990.

¹⁴ Aujourd'hui le slogan publicitaire du Crédit Mutuel de Bretagne promeut un "client-sociétaire" pour rechercher un compromis entre les qualifications selon les grandeurs *Marchande* et *Civique*.

Ferroudji (CEMAGREF de Montpellier) sur les fonctionnements réels de différents dispositifs (comité de rivière, syndicat mixte de bassin, comité consultatif)¹⁵, sur les communications complémentaires qui se déroulent dans leurs marges ainsi que sur des expérimentations qu'elle a menées en inventant des jeux de concertation¹⁶.

Les différences de « formats de participation » qu'elle repère sont lourdes de conséquences sur ce qu'elle implique d'être solidaire, dès la toute première étape consistant à prendre garde à ce qui affecte l'autre afin de contribuer à en alléger le mal. Si l'eau rend de fait solidaire, ce n'est pas seulement par sa mise en valeur publique qui s'effectue par la reconnaissance de grandeurs plurielles, la chose se distinguant selon ses qualifications, depuis l'eau du service public Civique jusqu'à l'eau d'un service Marchand aux fins de la production des vergers. Ici l'eau, comme ailleurs l'environnement quel qu'il soit, débordent le cadre d'une mise en valeur dans le cadre du public que nous associons à l'exercice de la démocratie et à sa composante solidariste. L'intégration de l'environnement conduit à prendre en compte les dépendances systémiques les plus matérielles et les plus globales, mais aussi les dépendances les plus locales touchant aux attachements les plus personnels à un habitat et des usages. A la différence du comité de rivière centré sur les engagements les plus publics, les comités consultatifs laissent déborder des expressions de ce qui affecte et meut les personnes qui sont beaucoup plus hétéroclites et non soumises à une « montée en généralité » exigée par l'argumentation en public. Ainsi s'expriment des biens et maux relatifs à des engagements dans le plus proche, qui procurent l'aise de la familiarisation ou encore l'excitation pour le nouveau, propre au tâtonnement exploratoire¹⁷. Dans une conversation au bord de l'eau, ou lorsqu'un représentant de l'agence de l'eau accompagne un agriculteur sur ses parcelles pour comprendre les difficultés d'irrigation, nous montre Richard-Ferroudji, ou encore lorsqu'un élu et un représentant associatif discutent sur un coin de table de nouveaux projets « en off », chacun quitte les formats publics de participation, celui de biens communs pluriels comme celui d'intérêts pluriels. On accepte de se départir pour un temps de ces positions ajustées à la délibération ou à la négociation, et on porte une attention rapprochée au proche familier de l'autre, ou encore à ce qui suscite son exploration passionnée. Etre solidaire avec l'autre suppose alors de prendre en compte ce qui le touche ou le met en mouvement dans ses engagements plus intimes.

Ce deuxième ensemble de dispositifs est exemplaire des changements que l'intégration de l'environnement induit dans l'approche de la solidarité. Ce qui tient ensemble n'est pas la dette au sens strict ni son financement que l'on peut assurer par un crédit mutualiste. La dette qui relie vaut à l'égard d'un environnement, en l'occurrence *via* l'eau. Au plus loin d'un modèle économiste simple d'allocation d'une ressource rare, nous avons vu que l'eau ne fait pas simplement système par équivalence entre des quantités ponctionnées sur les cours d'eau par les différents usagers. La mise en valeur des interdépendances *via* l'eau s'ouvre à un pluralisme des façons de qualifier le bien commun auquel participe cette dépendance à l'eau, suscitant conflits et compromis entre des appréciations non immédiatement commensurables. Elle ne se limite d'ailleurs pas à ce niveau du commun, ni à celui d'intérêts à mettre en balance pour composer le public. Nous avons vu que la prise en compte des dépendances à l'environnement amenait à considérer ce qui affecte l'autre plus intimement en touchant à ses engagements de moindre publicité, qu'ils soient dans la familiarité ou dans l'exploration. Des recherches attentives au soin porté à l'environnement dans ce qu'il touche autrui au plus près ont mis en évidence la place, d'ordinaire laissée dans l'ombre, de dispositions favorables à un tel soin qui peut rester en deçà d'une prise de responsabilité en public. Elles nous font voir des usagers prenant discrètement soin d'un environnement et manifestant une solidarité à son égard¹⁸. Une

¹⁵ Dans le cadre légal des Contrats de rivière et SAGE (Schémas d'aménagement et de gestion des eaux).

¹⁶ Ces recherches ont débuté par sa thèse réalisée sous ma direction à l'Engref. Voir : Richard-Ferroudji, 2011, « Limites du modèle délibératif : composer avec différents formats de participation », *Politix*, 24(96), pp. 161-181 ; Richard-Ferroudji, A. et Barreteau O., 2011, "Assembling different forms of knowledge for participative water management - Insights from the Concert'eau game", in Claeys C. et Jacqué M. (Ed.), *Environmental Democracy Facing Uncertainty*, Bruxelles, Peter Lang.

¹⁷ Sur ces différents « régimes d'engagement », voir : Thévenot, L., 2006, *L'action au pluriel. Sociologie des régimes d'engagement*, Paris, La Découverte ; 2011, « On Engagement, Critique, Commonality, and Power », an interview by Paul Blokker and Andrea Brighenti, *European Journal of Social Theory*, (Special Issue on Pragmatic Sociology: Theory, Critique, and Application, edited by Paul Blokker) 14(3), pp. 383-400.

¹⁸ Centemeri L., 2010, « De « radicaux » à « enracinés ». Réflexions sur l'engagement environnementaliste local », in Colonna F., Le Pape L. dir., *Traces : désir de savoir et volonté d'être. L'après colonie au Maghreb*, Paris, Sindbad/Actes Sud ; Centemeri, L., 2011, « Retour à Seveso. La complexité morale et politique du dommage à l'environnement », *Annales, Histoire, Sciences Sociales*, vol.66 n°1, pp. 213-240. Koveneva, Olga, 2011, « Les communautés politiques en France et en Russie: regards croisés sur quelques modalités du «vivre ensemble» », *Annales, Histoire, Sciences Sociales* 66(3), pp. 787-817.

telle ouverture donne à réfléchir sur la conception des dispositifs favorables à la solidarité, nous incitant à voir que la solidarité commence par cette attention rapprochée à ce qui affecte l'autre mais peut demeurer peu visible ou insuffisamment articulé en public.

3. UN GOUVERNEMENT MONDIAL DU PALMIER A HUILE DURABLE PAR « MULTI-STAKEHOLDER ROUNDTABLE » : REDUCTION DES BIENS A L'OBJECTIF, ET DE LA SOLIDARITE AU STANDARD

Le troisième et dernier dispositif proposé à notre réflexion est le plus récent, sa mise en place datant de quelques années seulement. C'est aussi celui dont l'extension est la plus vaste. Se voulant de portée planétaire, il a l'ambition de contourner les États et les commissions internationales d'experts dont les fonctionnements sont jugés trop lents et insuffisamment réactifs. Les « *multi-stakeholder roundtables* » réunissent en table-ronde mondiales les parties prenantes d'une filière de production, l'huile de palme dans le cas dont nous rapportons l'examen. A l'origine de cette initiative, l'ONG environnementale WWF souhaitait favoriser la négociation avec les industriels (dont des multinationales telles que Unilever) pour promouvoir un développement durable du palmier à huile, et diminuer les impacts négatifs sur l'environnement dus à l'extension des terres qui lui sont consacrées : déforestation, changements climatiques, espèces animales menacées. Les recherches effectuées par Emmanuelle Cheyns (CIRAD de Montpellier) portent sur le fonctionnement réel de ce nouveau mode de gouvernement¹⁹.

L'interdépendance autour d'un produit, ou plutôt d'une filière de production, est ici à l'origine d'une certaine solidarité de fait. La « communauté » n'est plus agricole ni de l'eau partagée. Faite de parties prenantes dans la production de l'huile de palme (jusqu'aux banques), elle semble perdre son ancrage territorial pour s'étendre à toute la planète, quoique l'Indonésie demeure le plus gros producteur. Mais c'est un autre trait distinctif que je voudrais souligner pour notre réflexion sur la réalisation de solidarités. Contrairement aux deux dispositifs précédents, celui-ci ne saurait faire place, pour cadrer des liens de solidarité, ni à des évaluations diverses du bien commun selon des grandeurs plurielles, ni à des biens du proche visés par des engagements n'ayant pas l'extension du public. Le seul format de participation admis est celui du *stakeholder*, du « porteur d'enjeu » comme on traduit en français, sans que cette expression n'éclaire le format requis pour prendre part.

Ce dispositif tranche avec les précédents au regard de ce que j'ai nommé *grammaire du commun au pluriel*. Ce terme désigne un ensemble de règles de l'art ou d'arts de faire spécifiant la façon jugée acceptable d'exprimer en commun ce qui concerne chaque participant – éventuellement personnellement –, de le *communiquer*, ainsi que la façon de *composer* avec les différences exprimées pour parvenir à un accord en dépit des différends. A partir des terrains étudiés et des constructions de philosophie politique, j'ai distingué de la *grammaire des grandeurs plurielles* la *grammaire libérale* qui gouverne le dispositif considéré ici ainsi que nombre de dispositions des politiques européennes²⁰. Les biens et maux concernant les participants doivent être exposés en public dans le format de l'intérêt ou de l'opinion d'individus formellement placés sur le même plan qui indiquent leurs préférences en faveur d'options accessibles à tous (*communiquer*) et s'offrant ainsi à négociation (*composer*). Le bon format de participation consiste à « maîtriser les enjeux », « être proactif », ce pourquoi sont souvent disqualifiées les prises de parole de producteurs familiaux de petites exploitations désignés comme « *smallholders* » en contradiction avec l'égalité formelle de tous les *stakeholders* (et qui produisent 30% de la production mondiale d'huile de palme).

¹⁹ Cheyns, E., 2010, "Technical rationality and (de)politicisation of standards. Multi-stakeholder initiatives in sustainable agriculture", in Gibbon P., Ponte S., Vestegaard J. (eds), *Governing through Standards*, London, Palgrave. En complément de sa propre enquête sur le terrain en Indonésie et ailleurs, Emmanuelle Cheyns a co-dirigé avec moi-même l'enquête de Philippe Barbereau en Indonésie : Barbereau P. 2010, « La participation du local dans les forums hybrides globaux. Formats de participation et équipement des dispositifs autour des standards de l'agriculture durable : le cas de la Roundtable on Sustainable Palm Oil en Indonésie », mémoire de M2, Paris, École des hautes études en sciences sociales. Ajoutons que Laura Silva Castañeda, doctorante à l'Université Catholique de Louvain, a également enquêté sur ce dispositif de « Roundtable on Sustainable Palm Oil ».

²⁰ Thévenot L., 2011, "Conventions for measuring and questioning policies. The case of 50 years of policies evaluations through a statistical survey", *Historical Social Research*, Special issue edited by Rainer Diaz-Bone & Robert Salais on Conventions and Institutions from a Historical Perspective (translation by Susan Taponier), 36(4), pp. 192-217.

En quoi consistent les contraintes pesant sur le format de participation ? Les exclusions qu'elles entraînent ne portent pas directement sur les personnes – point sur lequel se concentre souvent la critique – mais sur la façon dont elles doivent ou non s'engager dans le dispositif. Le premier type d'exclusion écarte l'expression d'engagements de proximité dont le dispositif précédent nous a laissé voir l'importance. Les interventions sont déconsidérées parce que la personne raconterait « une longue histoire » trop centrée sur « ses problèmes personnels ». Sont visés les éléments que les intervenants livrent d'un engagement familial dans leurs usages et leur habitat qui soutient leur existence et qui est affecté par l'exploitation. Le second type d'exclusion écarte non l'engagement pour des biens du proche mais celui pour des biens communs. Ainsi la réalisation d'une solidarité de grandeur Civique suppose une demande de répartition plus équitable des richesses, un « partage de la valeur dans la filière » entre les producteurs familiaux et l'aval des filières que revendiquent des ONGs brésiliennes et des producteurs familiaux indonésiens. Mais les interventions allant dans ce sens sont écartées ou déconsidérées parce qu'elles convoquent des biens communs qui n'entrent pas dans le format de l'intérêt individuel. Observons que les deux types d'exclusion précédentes peuvent viser l'expression d'une émotion qui est déplacée dans la civilité libérale en ce qu'elle nuirait à la mise à plat des préférences individuelles et la négociation qui s'ensuit.

Le dispositif de la table ronde n'est pas uniquement gouverné par une grammaire libérale du public qui conduit à un accord à partir des exposés individuels d'opinions et d'intérêts pluriels. Le produit de l'accord n'est ni une nouvelle législation obligatoire, puisque les autorités gouvernementales ne sont pas partie prenantes, ni même une décision d'infrastructure comme dans les « *public hearings* » (équivalent libéral de nos enquêtes publiques) préalables à un projet. L'« *output* » du dispositif sur lequel se concentrent les débats est constitué de standards, « standards volontaires durables » portant sur les grandes productions agricoles : café, cacao, soja, agrocarburants, canne à sucre, coton, etc. Nous sommes devant un cas de mise en place d'un genre de « gouvernement par les normes »²¹, ou par les standards, appelé aujourd'hui à une extension mondiale parce qu'il franchit les frontières des nations.

Deux traits marquants caractérisent ce nouveau gouvernement. En premier lieu, il repose comme jamais auparavant sur des choses, toutes les valeurs autres que le prix ayant été transformées en propriétés de ces choses, saisies dans leur apparente neutralité. L'argument du « réalisme » ou de l'« objectivité » s'en trouvent projetés dans une position supérieure à toute considération sur des évaluations en conflit. Les considérations dont la confrontation constitue l'ordinaire du débat politique ne sont prises en compte dans cette nouvelle forme de gouvernement qu'à la condition d'être ramenées à des propriétés mesurables.

En second lieu, les choses en question sont partie prenante d'une coordination marchande, ce sont des marchandises ou services marchands. En conséquence, la coordination de grandeur Marchande se trouve placée au-dessus de toutes les autres alors réduites à ne constituer que des propriétés normalisées signalées par des labels de sécurité, « vert », « équitable » etc. entre lesquels le consommateur est supposé arbitrer dans des choix de plus en plus ardues²². L'argument de WWF souligne Cheyns, est qu'il faut résoudre par des mécanismes de marché des problèmes posés par le marché.

Concluons sur ce troisième dispositif. Il permet une extension planétaire de la communauté réelle dans laquelle s'expriment des différends et se négocient des accords. Mais à quel prix et avec quel sacrifice ? Tout d'abord le format draconien imposé par la grammaire libérale aux prises de position exclut la prise en considération des attachements à des biens du proche dont nous avons souligné la place qu'ils occupaient dans l'existence des personnes, et que doivent intégrer des solidarités soucieuses de ce qui affecte intimement les personnes. Le format des intérêts exclut en outre tout débat contradictoire impliquant des grandeurs et notamment une solidarité de grandeur Civique. D'autre part, le dispositif associe à cette grammaire libérale du différend et de l'accord une coordination des acteurs par la concurrence d'un marché, l'accord devant porter sur des standards de biens et services marchands. Ce dispositif place donc la grandeur marchande au-dessus des autres grandeurs qui se trouvent réduites à des propriétés mesurables de ces marchandises soumises à certification. La réduction d'un bien commun inspirant un acte tel qu'un geste

²¹ Thévenot, L., 1997, "Un gouvernement par les normes; pratiques et politiques des formats d'information", in Conein, B. et Thévenot, L. (dir.), *Cognition et information en société*, Paris, Ed. de l'EHESS (Raisons Pratiques 8), pp. 205-241.

²² Busch L., 2011, *Standards. Recipes for reality*, Cambridge, MIT Press.

solidaire Civique à la propriété d'une marchandise n'est pas sans conséquence. Enfin, au-delà des spécificités de la coordination marchande, les confrontations de biens pluriels se trouvent réduites à des contraintes du fait des choses faisant jouer un rôle d'arbitre invisible et incontestable à des états de choses et au « réalisme » que manifesterait leur acceptation.

Les observations précédentes indiquent les limites de cette voie vers une « solidarité globale » autour d'un impératif de développement durable. De fait, les parties de la chaîne de valeur les plus exploitées et auparavant réduites au silence par la dictature de Suharto cherchent à conjuguer leur participation à de tels dispositifs avec la mobilisation d'autres dispositions politiques et juridiques. Le « monitoring » des standards peut être l'occasion d'une épreuve critique plus large²³ de la part d'ONG préoccupées par les terres et les ressources prises aux communautés indigènes, ainsi que par les conditions de travail et l'exploitation des travailleurs de la filière. A la « soft law » des standards vient alors s'ajouter la prise en considération du droit lui-même, et donc de l'existence d'institutions internationales le soutenant.

CONCLUSION

Au cours de notre parcours de trois dispositifs d'inégale ancienneté qui font place à quelque solidarité dans le domaine agro-environnemental, nous avons constaté des changements qui ne sont pas seulement d'échelle, de la caisse locale de crédit mutuel au comité de rivière puis à la *Roundtable for Sustainable Palm Oil*. Nous avons vu la notion de solidarité varier selon la proximité de la personne à laquelle est accordée l'aide solidaire, depuis la communauté restreinte d'interconnaissance personnelle jusqu'à la commune humanité tout entière dans l'extension offerte par la solidarité internationaliste de grandeur Civique.

Sur notre chemin, nous avons bientôt rencontré la notion, connexe à celle de solidarité, d'un bien commun supposé profiter à tous. Chacun devrait s'en sentir solidairement co-responsable et contribuer à le maintenir pour le bénéfice de tous. De cette co-responsabilité découle une notion sensiblement plus faible de solidarité que celle désignant l'aide directe accordée à des personnes. Ferait-on véritablement œuvre de solidarité en soutenant la concurrence du marché pour le motif qu'elle constituerait un bien commun bénéfique à tous ?

Examinant les connexions entre les deux notions, nous avons touché du doigt leur base commune, l'interdépendance entre des personnes du fait de choses, ou plus largement d'un environnement qu'elles partagent, par une solidarité de fait. Le constat – tardif pour la cause environnementale – d'une telle interdépendance n'est originairement que systémique mais peut fournir un fondement solide, quoique insuffisant comme on le voit sur cette dépendance environnementale, à la reconnaissance d'un bien commun voire d'un devoir de solidarité à assurer directement envers autrui.

Encore faut-il ne pas se contenter de saisir des systèmes ou des réseaux d'interdépendance entre les êtres humains et ce qui les entoure. Nous avons à prendre garde aux façons très diverses dont les humains engagent ces environnements en faveur de biens inégalement communs, depuis des attachements de proximité jusqu'à des rapports plus étendus et détachés. Avec ces engagements divers changent aussi les façons de communiquer ce à quoi on est attaché et qui est affecté, et de traiter des différends entre des voix dissonantes. L'introduction de l'environnement dans la mise en valeur agricole s'est accompagnée de l'ouverture du concert de voix à des discordances plus sensibles à des genres d'attachements auparavant disqualifiés. S'il permet une coordination de portée planétaire dépassant les frontières des nations, le dispositif libéral de concertation des acteurs sur la fixation des standards d'un produit agricole ne va pas dans ce sens. En outre, nous avons vu qu'il fait obstacle au différend sur des biens communs pluriels.

Une dernière remarque pour conclure. Passant du geste de solidarité directe à l'égard d'autrui, à la co-responsabilité pour un bien commun, puis à l'engagement volontaire individuel en faveur d'un standard concerté, nous observons que chaque déplacement marque un affaiblissement supplémentaire de l'idée de dette. La chaîne des médiations s'allonge au point que l'interdépendance vertueuse se réduit à une dépendance à la chose dans les formes. Qui n'est pas sans faire penser à une solidarité de fait, alors qu'elle est le résultat de délicates concertations. Cette situation paradoxale fait ressortir la nécessité que ce dispositif

²³ [http://www.wildasia.org/downloads/Industry_Oppresses_IPs\(2\).pdf](http://www.wildasia.org/downloads/Industry_Oppresses_IPs(2).pdf)

soit complété par le rôle irremplaçable d'institutions mettant en lumière et en débat des biens multiples – à commencer par une exigence solidariste forte de grandeur Civile – qui ne sauraient demeurer enfouis dans la réalité des choses, fussent-elles certifiées.

ÉPILOGUE SUR LES MÉTAMORPHOSES DU TRANSNATIONAL

Permettez-moi en guise d'épilogue une note finale plus personnelle.

J'ai été élevé dans une cause internationale liée au monde qui nous réunit ici. Elle me suggère une dernière réflexion sur les métamorphoses du transnational et de l'idée de solidarité qu'on lui associe. Mon père, Roger Thévenot, ingénieur du GREF et membre de cette Académie, fut pendant un grande partie de sa carrière fonctionnaire international parce que directeur de l' « Institut international du Froid » (IIF). Ce genre d'organisation indépendante et intergouvernementale soutenait une cause, le développement des technologies du froid, dans l'agro-alimentaire notamment, réunissant physiciens des basses températures, industriels et autres acteurs impliqués. J'ai été engagé dans cette cause dès mon plus jeune âge puisqu'elle s'insinuait jusque dans le familial de notre maison. Mon père invoquait régulièrement une chaîne du froid qui semblait nous lier mystérieusement dans une solidarité que nous ne devons jamais rompre, interdisait d'ouvrir trop longtemps le réfrigérateur ou, plus tard, quand firent leur apparition les produits congelés, de recongeler un aliment décongelé...

Si j'évoque ces souvenirs, c'est pour confronter au transnationalisme du dernier dispositif que j'ai abordé le genre de solidarité internationale portée par des institutions telles que l'IIF, nées au début du 20^e siècle d'un internationalisme savant. L'ambition politique de l'IIF était modeste quoique non négligeable puisque l'organisme traversait la plus consistante des frontières de l'époque, le rideau de fer. Se rencontraient dans des dîners à la maison très excitants aux yeux de l'enfant que j'étais l'Américain enjoué en bras de chemise hawaïenne et le Soviétique immobilisé dans son costume gris muraille. Le contraste est saisissant avec le dispositif planétaire dernier cri de la table ronde construite à l'écart de la solidarité des communautés scientifiques autant que de celles des nations.

Par-delà les nécessaires transformations des façons d'organiser le transnational, s'affirme la question qui émergeait dans notre conclusion : l'exigence de solidarité aux dimensions d'une commune humanité ne réclame-t-elle pas aussi des institutions et du droit que ne sauraient remplacer les standards ?

250^{ème} anniversaire de l'Académie d'Agriculture de France

par Sylvie Goulard¹

Tout d'abord je tiens vivement à vous remercier pour votre invitation. C'est une grande joie pour une députée européenne qui siège à la Commission Agriculture et Développement rural d'être parmi vous aujourd'hui.

Cependant, une certaine modestie paraît de mise au vu des difficultés que traverse actuellement l'Union européenne et la zone euro.

En fêtant les 250 ans de votre Académie, vous nous obligez à nous placer dans le temps long.

A côté, les 60 ans de construction européenne et, plus encore, les 12 ans d'Union économique et monétaire ne sont qu'un instant !

Mon propos sera divisé en 4 points :

- Je voudrais replacer la problématique agricole sur un temps long, une perspective plus large.
- Je voudrais ensuite que l'on s'interroge sur les conséquences de la crise sur le concept de « solidarité ».
- Ce concept malmené a encouragé certains à examiner l'option d'une voie nationale, ce qui constituera le troisième temps de mon propos.
- Enfin, je conclurai par un mot sur l'Europe dans le monde.

1. Temps long / perspective large

Le grand historien Fernand Braudel invitait à faire la différence entre la longue durée, l'époque et l'histoire événementielle. Or, nous oublions de plus en plus la longue durée pour nous intéresser seulement à l'époque, dans le meilleur des cas, mais plus encore au seul événementiel.

Nous souffrons par exemple d'une myopie terrible, en dépit des défis de long terme qui s'imposent à nous : le changement climatique ou l'augmentation de la population par exemple.

Les questions agricoles sont au cœur de nos sociétés, nous devons donc les traiter dans une **perspective plus large**. Comment penser l'agriculture sans réfléchir à tout ce qu'elle recouvre : cohésion sociale, indépendance stratégique, rapports ville / campagne, rapports à la nature, alimentation, consommation, art de vivre ?

Toutes ces facettes caractérisent d'ailleurs la politique agricole qui est la principale politique commune européenne. Le restera-t-elle ? Est-ce souhaitable ?

Avec la crise des dettes souveraines, et leurs conséquences, nous nous trouvons à un moment charnière de la construction européenne.

¹ Députée européenne.

Selon Jean-Claude Trichet, ancien patron de la Banque Centrale européenne, cette crise est « systémique » parce qu'elle menace toutes les économies européennes (économies réelles et équilibres sociaux) et aura des conséquences sur le reste du monde.

Quelle qu'en soit l'issue, la crise modifie déjà :

- **les rapports entre États Membres (on observe un rejet virulent – et pas toujours perçu à Paris - du « directoire » franco-allemand, ainsi que des tensions croissantes entre Nord et Sud) ;**
- **les équilibres institutionnels (avec le risque que soient marginalisés la Commission et le Parlement) ;**
- **la démocratie et l'état d'esprit dans nos sociétés (la montée des partis extrémistes et xénophobes, à l'instar de True Finns ou du Front National, épargne peu de pays).**

La crise éprouve nos structures de décision, notre confiance mutuelle ; elle repose la question de ce que nous voulons faire ensemble en Europe.

Sans sombrer dans le catastrophisme, et pour la première fois depuis 60 ans, il est permis de se demander ce qu'il restera dans quelque temps de l'UE et de ses politiques dont évidemment la PAC, politique la plus intégrée, le premier poste budgétaire de l'UE.

Cette incertitude comporte deux versants. D'abord une peur vertigineuse de voir tous les efforts produits jusqu'ici anéantis par une mauvaise conjoncture.

Mais cette crise place aussi l'UE face à une épreuve de vérité. Après des années où la plupart des pays se sont comportés en « passagers clandestins », cette crise agit comme un électrochoc : l'Europe est vulnérable ! C'est au moment où l'on risque de perdre un être cher, qu'on prend conscience de sa valeur...

2. La crise a une incidence sur la « solidarité »

Certes, la solidarité souffrait déjà de sérieuses remises en cause. J'en citerai trois.

- **La tension entre la solidarité (qui appelle l'action au niveau supranational) – et la subsidiarité (qui invite à décider le plus près possible des destinataires d'une politique) ; cette tension est déjà ancienne ; elle ne disparaîtra jamais.**
- **L'élargissement :** l'arrivée de grands pays agricoles, comme la Pologne ou la Roumanie, a eu des effets positifs bien sûr pour l'UE et pour ces pays-mêmes mais elle génère des surcoûts et accroît l'hétérogénéité des modèles agricoles.
- **Enfin, la faiblesse du budget européen, visible bien avant la crise.** Depuis des années, la politique agricole souffre d'une contradiction patente entre les ambitions affichées (l'Europe puissance ou au moins la liste des politiques) et les efforts consentis. En ce sens, l'**absence de ressources propres** est dramatique : elle encourage le syndrome de « juste retour » (ou « I want my money back ») et met à mal la solidarité.

Mais malgré tout, l'Europe reste le projet fondé sur la « solidarité de fait », comme avait dit Schuman en 1950 dans sa déclaration.

Pourtant, on assiste cette fois-ci à une remise en cause plus radicale de la solidarité. En Allemagne, en dépit de transferts depuis 1957 (PAC puis fonds structurels ou de cohésion), **le concept de « Transferunion » sert de repoussoir.**

En schématisant un peu, les positions sont les suivantes :

- **dans les pays du Sud** (en France dans le débat public, pas les autorités), des reproches sont faits aux pays du Nord et notamment à l'Allemagne.

On l'accuse de défendre ses intérêts plus que l'intérêt général. Son refus de mettre en commun la dette est perçu comme un « manque de solidarité » au sens rappelé à l'instant par Heinz Wismann.

Ce constat sévère n'est pas entièrement faux : la zone euro consolidée va bien, mieux que les États-Unis, la Grande-Bretagne ou le Japon par exemple.

L'Europe a les moyens de se sauver : à bien y regarder, la Grèce n'est qu'un problème mineur, son PIB ne représente qu'un pourcentage dérisoire du PIB commun ; l'absence de règlement de la crise est venu de ce que le journaliste du Financial Times Wolfgang Münchau appelle « a small open economy mindset ». Pour lui, nous ne pensons pas « en grand ».

- Mais **au Nord**, on souligne – à raison – le manque de solidarité au fil des années.

Comment ne pas songer au manque de fiabilité de la Grèce, du Portugal ou de l'Italie (et de la France) par le passé ? Les manquements répétés à la parole donnée de discipline des finances publiques ont refroidi les économies du Nord. La mauvaise gestion de la compétitivité (je pense à l'Espagne ou à l'Irlande) a également accru cette méfiance généralisée.

Le pire est que les deux camps ont raison :

- Mettre en commun la dette avec des pays qui n'ont pas respecté les disciplines élémentaires, ni tenu parole, peut sembler inopportun (risque d'aléa moral / absence de confiance).
- Mais les demi-mesures ne convainquent pas les marchés. Si on reste en deçà d'une forme de « fédéralisation », la monnaie risque de n'être pas viable et il y aura d'effroyables conséquences. Je ne suis pas pessimiste et ce scénario n'arrivera pas, mais il faudrait que les responsables de tous niveaux expliquent mieux ce que signifierait la fin de l'UE. Car ils devront un jour prendre des décisions drastiques qu'ils n'assument pas devant les opinions.

La fin de l'UE signifierait la fin des aides directes, le retour à la monnaie nationale qui serait dévaluée, donc peut-être aux montants compensatoires pour exporter, la fin du marché unique pour nos débouchés. Le monde agricole français serait vraisemblablement sinistré.

A ceux qui pensent précisément qu'une voie nationale favoriserait la sortie de crise s'adresse le troisième point de mon propos.

3. Existe-t-il une voie nationale ?

Je voudrais mettre en garde contre trop de nostalgie, contre la volonté de retour en arrière. Dans la vie, nul ne va jamais « en arrière » ; le « retour » au franc est en réalité une illusion, un saut dans l'inconnu.

Attention également à l'illusion qu'on pourrait avoir : un échec de l'euro, une cassure de la zone et s'en tirer malgré tout.

Il n'y a pas un choix entre d'un côté une voie européenne et de l'autre une voie nationale.

L'écroulement de l'Europe entraînerait tous les États européens dans le chaos. Certes, il est difficile de dire à quoi il serait équivalent. Pourtant, il suffit de regarder dans le rétroviseur pour se rappeler les ravages des précédents « suicides » européens (guerre de 14 / crise des années 30).

Chacun de nos pays sera associé à ce fiasco, décrédibilisé, affaibli pour des décennies, voire déclassé définitivement. « Nous autres, civilisations, nous savons maintenant que nous sommes mortelles » disait Paul Valéry.

La réaction de l'Europe face à cette crise occupe les médias internationaux. Ne l'oublions pas, les Européens sont observés par le reste du monde. Les déclarations chinoises ou indiennes ou brésiliennes se multiplient pour s'inquiéter de nos divergences. De nombreux papiers de l'économiste Paul Krugman pointent justement le manque de cohésion européenne.

Chez les tiers, un mélange d'intérêt, d'inquiétude et de "Schadenfreude" se fait jour mais il n'y a pas de complot extérieur, juste une faiblesse coupable de l'Europe. Comme l'a dit Mario Draghi en Italie, c'est en nous que nous devons puiser la force pour nous en sortir.

En matière agricole, *stricto sensu*, il existe des éléments pour et des éléments contre cette voie nationale.

Malgré les modifications des traités des années 90 à 2007 et malgré l'élargissement, les cinq buts de la PAC sont restés inchangés :

- accroître la productivité de l'agriculture,
- assurer un niveau de vie équitable aux agriculteurs,
- stabiliser les marchés,
- garantir la sécurité d'approvisionnement,
- assurer des prix raisonnables au consommateur.

Certains objectifs sont liés au marché commun, par exemple la stabilisation des prix et la qualité des produits pour les consommateurs (voir l'impact de l'accusation lancée à tort contre des concombres espagnols en juin 2011). Mais on pourrait imaginer que d'autres objectifs puissent très bien relever de politiques nationales, notamment les enjeux environnementaux, l'aménagement du territoire ou les politiques sociales. J'ajoute d'ailleurs que la grande pauvreté en milieu rural n'est pas évitée par la PAC.

La question clé - pour l'avenir de l'UE en général comme pour l'avenir de la PAC - est celle du sentiment d'appartenance à une Communauté (ein « wir Gefühl » dirait l'historien allemand Winkler) sans laquelle la solidarité ne peut pas prendre de sens.

Cela rappelle la jolie expression de René Groussard qui a parlé de « famille agricole ».

Or, cette appartenance ne peut pas se conforter sans un espace public européen, par delà les frontières c'est-à-dire sans une démocratisation plus forte du débat européen.

À cet égard, le traité de Lisbonne représente un pas en avant considérable ; la réforme de la PAC en cours relève, pour la première fois, de la co-décision (ce qui signifie qu'il faut un accord entre le Conseil et Parlement européen, placés sur un pied d'égalité).

Ayant déjà eu la responsabilité de plusieurs rapports au Parlement européen (en commission économique et monétaire), et voyant l'impact des rapports de mes collègues de AGRI, sur la proposition du Commissaire Ciolos, le Parlement européen a assurément des marges de manœuvre.

Grâce à la co-décision, la discussion sur la PAC sort enfin du huis clos Commission/Conseil ; l'implication du Parlement a une vertu principale : accroître la transparence.

Les parties prenantes se confrontent publiquement, les différentes influences (du monde agricole aux ONG environnementales et aux industriels ou consommateurs) sont entendues.

Le Parlement peut désormais jouer sa partition. Cette responsabilité n'est pas forcément exempte de risques si nous n'usons pas bien de notre influence. Mais à tout bien considérer, l'implication du Parlement sur l'enjeu agricole est hautement plus satisfaisante que sa confiscation par les autorités nationales. Il y a un vrai travail possible, une vraie écoute et pas de piège national des intérêts étroitement définis (comme par exemple en 1999 quand Jacques Chirac alors Président de la République a défendu bec et ongles la prime à la vache allaitante, au risque de fragiliser la relation franco-allemande ; je ne crois pas que les millions de Français urbains auraient forcément choisi la même conception de l'intérêt national !). Sous couvert de ce beau concept, des années durant, la France a défendu les intérêts légitimes d'une catégorie mais parfois négligé ceux d'autres groupes dans la population française.

L'avenir se trouve sans doute entre le maintien du *statu quo* et la renationalisation. Il n'y aura pas de grand soir mais des inflexions sont possibles. Naturellement, il est trop tôt pour hasarder le moindre pronostic, la réforme de la PAC dépendant de la réforme des perspectives financières qui, sauf divine surprise, n'a guère de chance d'aboutir avant les élections allemandes de l'automne 2013.

4. Dernier point, majeur : le contexte international

Le contexte international est très différent de ce qu'il était il y a quelques années ; il faudrait consacrer beaucoup plus de temps à ce sujet ; je mentionne au moins pour mémoire quelques aspects :

- **l'augmentation de la population mondiale** (7 milliards déjà) ; pourra-t-on nourrir 9 milliards de carnivores ? L'Inde réfléchit par exemple sur le moyen de maintenir voire promouvoir des habitudes végétariennes ;
- **l'interdépendance accrue** ; de l'importation de nourriture pour le bétail dans les fermes (soja par exemple) à la diversification de l'offre alimentaire et des habitudes (la mozzarella), nous vivons dans un marché infiniment plus interdépendant même si des expériences de type « panier local » se multiplient ;
- **la volatilité des cours et le besoin de réguler les excès de la financiarisation** des marchés (nous faisons un travail énorme sur les dérivés en commission ECON – à suivre) ;
- **Le changement climatique** et ses conséquences énormes sur les productions agricoles si nous ne faisons rien.

Là encore, la prise de conscience existe mais elle est insuffisante ; notre action, nationale et européenne, s'opère sous contrainte et influence.

*
* *

Conclusion

Nous ne devrions pas être pessimistes. Certes un changement profond reste à opérer pour passer d'un cadre politique largement national, largement cloisonné, à un autre, européen voire mondial.

La solidarité n'a aucun avenir sans franchir des étapes *politiques* ; l'Europe n'a aucun avenir si elle ne se transforme pas en une démocratie supranationale d'un type nouveau ; pas tout à fait un Etat classique ; pas une confédération non plus. La forme compte moins que l'aptitude à rallier le soutien de ses peuples, sans leur raconter des fables sur la perpétuation des Etats Nations.

La réforme de la PAC en co-décision représente une de ces étapes politiques. De plus, le débat a déjà commencé sur les propositions de M. Ciolos.

Enfin, dans la gestion de la crise, il est essentiel de remettre les institutions au centre du jeu ne serait-ce que pour éviter de faire jouer à la France et à l'Allemagne un rôle de père fouettard que ces deux pays paieront cher. Ca ne marchera pas, on le voit déjà !

A terme, nous devons passer à des structures de décision plus sophistiquées.

Aujourd'hui, le Conseil européen est incapable d'être le « gouvernement de l'UE » tel qu'il fonctionne c'est-à-dire :

- sans légitimité électorale collective, mais une simple juxtaposition d'exécutifs nationaux élus à des moments différents sur des programmes différents. Or les dirigeants sont rarement élus sur leurs intentions européennes et toujours par une partie des Européens (rappel 500 millions / Zone Euro 330 !) ;

- sans débat public : le Conseil européen agit « top down » ou « par ordre du mufti » ; il rend à peine compte de ses analyses (voir sur la Grèce la manière dont France et Allemagne ont changé de politique sans que cela soit jamais débattu publiquement) ;
- sans possibilité de censure. Or la motion de censure est bien la marque de la démocratie (le pouvoir de chasser est sans doute plus important encore que celui de choisir...).

Ainsi, la question de la solidarité dépasse largement le cadre des questions agricoles ; elle tire à elle celle de l'organisation politique et des choix de société, donc celle de la démocratie. Nous avons peut-être un chantier qui durera encore... 250 ans !

ESSAI DE SYNTHÈSE DU 250^e ANNIVERSAIRE

par Guy Paillotin¹

L'idée de donner de l'ampleur à la célébration de notre 250^e anniversaire n'a pas réuni d'emblée tous les suffrages. J'étais personnellement assez hostile à ce que nos énergies, modestes d'ailleurs, soient mobilisées trop lourdement par un tel événement. C'est Pierre Marsal qui, au sein du bureau, s'est fait l'ardent défenseur du devoir de mémoire, qui, selon lui, nous incombait. En 2008, pour lever cette incertitude, Georges Touzet, alors Président, confie à notre confrère René Groussard le soin d'explorer, après large consultation, la faisabilité ou non d'une célébration digne de ce nom.

René Groussard conclut positivement son travail et préconise une célébration essentiellement tournée vers l'avenir et construite autour de quelques séances extraordinaires. Il suggère de retenir trois thèmes, qui correspondent d'ailleurs à nos missions : l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. Avec Heinz Wismann, il suggère un thème fédérateur : la solidarité.

Toutes ces propositions sont favorablement accueillies par le Bureau d'abord et la Commission académique ensuite. Notre Compagnie se mobilise alors pour réussir, et elle y parviendra, cette célébration en visant aussi bien la forme que le fond. Nous avons ainsi tenu six séances exceptionnelles dont la liste a déjà été donnée en introduction.

Cet ouvrage est consacré à cinq d'entre elles, la sixième de nature historique faisant l'objet d'une publication particulière. C'est à ces cinq séances thématiques que je consacrerai ces conclusions. Je le ferai de façon relativement sommaire car il serait très présomptueux de ma part de vouloir reprendre le contenu d'une vingtaine de conférences portant sur des sujets extrêmement variés. Aussi vais-je me concentrer sur le fil conducteur que nous avons choisi pour notre célébration, à savoir la solidarité.

Une remarque cependant, pour qu'il n'y ait pas d'ambiguïté : en dehors de cette séance, le thème de la solidarité était plus implicite qu'explicite. Disons que nos Confrères avaient bien ce fil conducteur en tête, mais pas nécessairement nos conférenciers auxquels nous n'avons pas demandé une sorte d'exercice de style sur un thème imposé. Toutefois, de façon parfois très détournée la question de la solidarité apparaît dans presque toutes les séances. Je vais donc reprendre ces moments d'émergence de notre fil conducteur, en y ajoutant au besoin quelques remarques de mon cru.

Le choix que je viens d'énoncer me conduit à ne pas respecter l'ordre chronologique de la tenue de nos séances exceptionnelles, car il ne correspondait pas à une volonté, vaine par nature, de traiter de la solidarité selon une logique prédéterminée, peu propice, selon moi, à l'émergence d'idées originales.

Le 25 mai 2011, nous avons réuni au Ministère en charge de l'agriculture, onze délégations représentant des Académies d'agriculture européennes. Celles-ci provenaient majoritairement des pays de l'Est de l'Union européenne, mais aussi de l'Ukraine et de la Russie.

Ce n'est pas surprenant, car c'est dans ces pays que les Académies continuent à avoir un rôle significatif dans la direction de la recherche agronomique qu'elles pilotent plus ou moins, ce qui n'est pas le cas ni en France, ni dans les pays de l'Ouest de l'Europe.

¹ Secrétaire perpétuel de l'Académie d'Agriculture de France.

Le thème retenu pour cette séance était : « Quel avenir pour la recherche agronomique en Europe » ? *A priori*, nous sommes loin de la solidarité. Or nous avons été surpris par l'attente des Académies étrangères vis-à-vis de notre Compagnie qui est – de loin – la plus ancienne d'Europe. Nos amis de l'étranger aspirent à un désenclavement de leurs recherches et estiment que notre pays pourrait les aider dans cette démarche d'ouverture.

Nous avons de notre côté plaidé pour le développement d'actions, de projets, de discours plus solidaires sur différents thèmes, sociaux ou économiques.

Finalement l'Europe académique semble plus solidaire que l'Europe politique ou financière. Le fait que l'Ukraine et la Russie s'unissent, en matière académique, à l'Union européenne nous semble très important dans la construction de cette solidarité restreinte mais originale.

Le 22 mars 2011, nous avons organisé à l'Académie des Sciences une séance pour faire le point sur les connaissances acquises sur les domestications et les migrations en agriculture.

Là encore, avec ce thème, il est *a priori* difficile d'évoquer la notion de solidarité. Pourtant si l'homme n'avait pas réussi la domestication de certaines plantes et de certains animaux, l'agriculture n'existerait pas. Or toutes les plantes et tous les animaux ne sont pas domesticables. Allez donc domestiquer un chat ! L'homme, pour son usage, n'a finalement exploité qu'une très petite fraction de la biodiversité. Mais, il faut aussi souligner que les espèces domestiquées ne pourraient aujourd'hui, vivre sans l'homme, si l'homme ne peut vivre sans elles.

Peut-on ici parler de solidarité ? Certains iront jusque-là. Je me contenterai d'évoquer une certaine complicité de l'homme avec la nature.

Nous avons tenu une séance à l'UNESCO, le 22 juin 2011, sur le thème « Les hommes et l'eau ».

Ce fut l'occasion d'entendre d'excellentes synthèses sur les connaissances actuelles sur le cycle de l'eau, les méthodes de collecte et d'utilisation raisonnées de cette ressource vitale.

Pourtant il n'a guère été question de solidarité sinon de façon très générale. Deux exemples concrets ont cependant été présentés.

- l'un par Elinor Ostrom, Prix Nobel d'économie, qui nous a indiqué que des exploitants agricoles de Californie du Sud, ont su s'entendre pour choisir des modes de prélèvements compatibles avec le renouvellement des nappes souterraines ;
- l'autre par Mustapha Besbes qui constate, au Maroc, la limite, l'impuissance même, des instruments classiques de régulation coercitive (autorisation, interdiction, police des eaux).

Ces deux exemples ne sont pas aussi contradictoires qu'il y paraît à première vue. Dans le premier cas, il s'agit d'une convention passée entre agriculteurs très comparables. On peut citer de telles conventions en France. Dans le deuxième cas, il s'agit vraisemblablement d'une compétition entre acteurs différents dans l'utilisation de l'eau. Alors la solidarité vole en éclat.

Bien souvent devant ce résultat décevant, les pouvoirs publics font valoir que « pourtant une concertation avait été organisée ». Mais concertation ne veut pas dire convention !

Je voudrais en venir maintenant à notre première séance anniversaire tenue le 25 novembre 2010 au Conseil économique, social et environnemental sur les enjeux du système alimentaire mondial pour le 21^e siècle.

Deux visions se sont alors côtoyées, sans vraiment s'interpénétrer. L'une, assez classique, fait de l'agriculture et de l'alimentation des objets très généraux, essentiellement mondiaux, la diversité du système se réduisant à la diversité écologique ou à celle qui résulte des conditions de la formation des prix. Cette vision – essentiellement économique – ne laisse aucune place à la notion de solidarité.

L'autre au contraire souligne la diversité de l'alimentation et de la production agricole. C'est cette diversité même qui offre un espace à la solidarité. Je voudrais à cet égard citer la phrase d'un des directeurs d'une grande firme agro-alimentaire française qui s'implique dans l'essor de l'agriculture dans les pays en développement :

« Nous aidons les agricultures locales par la mise en valeur et sur le marché de leurs produits alimentaires traditionnels ». Voilà un exemple de solidarité qui fait réfléchir.

Je voudrais aller un peu plus loin en affirmant que « l'économisme » libéral est plutôt un adversaire de la solidarité en ce sens que celle-ci pourrait être un frein à la libre concurrence. Les tenants de cet « économisme » seraient-ils sans cœur ? Non bien sûr, ils croient simplement que la générosité relève de la charité. Or rien n'est plus faux que de confondre solidarité et charité. Voyons ce qu'il se passe actuellement au sein de l'Union européenne à propos de l'aide alimentaire : la solidarité est en sursis. Je vais revenir sur cette question dans un instant.

Notre séance de clôture centrée sur la question de la solidarité se déroule au Palais du Luxembourg le 21 novembre.

Elle s'organise autour d'une réflexion qu'Heinz Wismann avait émise dans la préparation de notre célébration et qu'il développe, lors de cette séance.

Selon lui, si à l'origine la solidarité traduisait l'obligation collective d'honorer une dette, son sens de celle-ci s'est élargi à celui d'une dette de l'humanité envers Dieu, ou envers elle-même. Dès lors, cette solidarité précède toute notion de contrat.

Pour autant la solidarité s'exprime au moyen d'organisations humaines et à ce propos, René Groussard rappelle l'histoire récente du mutualisme agricole pour en faire l'éloge, tout en regrettant la dérive de cette histoire et la de la solidarité agricole. Il semble qu'il y ait là un écueil inévitable qui conduit bien souvent les pouvoirs publics à se charger de la régulation des conventions solidaires en attendant de les prendre presque totalement à son compte.

De ce point, Sylvie Goulard rappelle que la construction européenne s'est également faite sur la base d'une solidarité élargie et que celle-ci à son tour connaît un ébranlement sérieux, même si, selon elle, l'Europe, parce qu'elle nous fait dépasser nos frontières, est un facteur décisif pour alimenter la solidarité.

A partir de plusieurs exemples, Laurent Thévenot vient illustrer la dynamique de disparition mais surtout de création de nouvelles organisations solidaires, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives dans un monde résolument agro-environnemental.

Toutes ces interventions se retrouvent sur l'essentiel : la solidarité, celle qui représente une dette de l'humanité, s'est exprimée de façon heureuse dans de multiples structures, mais, celles-ci semblent aujourd'hui très fragiles. Chacun s'accorde sur la nécessité de maintenir l'essentiel, de soutenir de nouvelles initiatives, d'opérer selon le mot de René Groussard, une véritable « refondation ». Chacun s'accorde aussi pour redonner du sens aux politiques agricoles et environnementales, comme à la poursuite de la construction européenne, la solidarité participant au premier chef à cette découverte du sens des actions.

Mais à ce stade, je reprendrai ma remarque précédente : la destruction du sens n'est pas le fait d'une simple césure, mais d'une nouvelle orientation de la pensée qui n'intègre surtout pas dans ses comptes celui

d'une dette à l'égard de Dieu ou de l'humanité. Alors, la tâche va être un peu plus rude qu'il n'y paraît à première vue.

À cet égard, le premier exercice que nous devons faire et d'examiner de qui nous sommes finalement solidaires et quel est le sens de la solidarité qui nous unit. Comme une modeste contribution à cet exercice, je formulerai trois réflexions :

- le thème de la solidarité doit me semble-t-il encore inspirer nos travaux, au moins en partie. Je viens de dégager quelques pistes : la solidarité interacadémique en Europe, le droit à l'entente en agro-alimentaire, la gestion solidaire de l'eau... je ne vais pas y revenir ;
- plus encore que les thématiques de nos séances, je suggère que nous donnions plus de tranchant à nos analyses et à nos conclusions. Il me semble en effet qu'au cours de nos séances exceptionnelles les intervenants issus de la sphère technico-scientifique et j'en suis, ont été un peu timides. Nous sommes animés bien souvent par le sentiment que nous devons respecter une certaine neutralité de la science vis-à-vis des questions de société, mais cette neutralité poussée à l'excès, fait de nous, assez facilement, des hommes de bonne conscience ;
- mais, me dira-t-on, l'Académie est-elle justifiée à sortir de cette neutralité ? Je ne vais pas faire un long discours pour justifier ma position, partagée d'ailleurs par certains confrères. Sur nos murs, rue de Bellechasse, sont inscrits les noms des membres de notre Compagnie et ceci depuis sa création. Parmi eux figure celui de Louis Pasteur. A coup sûr il n'a pas rejoint l'Académie d'agriculture pour y faire de la science, comme on le dit souvent. Il est plutôt venu par solidarité avec l'agriculture, solidarité qu'il manifesta sur le terrain. Mais Louis Pasteur, avait justement des propos très tranchants notamment sur la recherche fondamentale et appliquée et sur l'enseignement supérieur. C'est son exemple que nous devons suivre.

Je voudrais enfin rendre un vibrant hommage à René Groussard et Heinz Wismann. Ce sont eux qui ont proposé la solidarité il y a deux ans, pour servir de fil conducteur à la célébration de notre 250^e anniversaire. Ils ont fait preuve, je pèse mes mots, d'une vision prophétique. S'il y a deux ans, la solidarité apparaissait pour beaucoup comme un thème un peu éloigné des réalités, elle est aujourd'hui au cœur de l'actualité que ce soit dans la crise financière européenne, dans la révolution arabe, ou dans la protestation des « indignés » dans de nombreux pays. Merci à René Groussard et Heinz Wismann.

REMERCIEMENTS

a) L'Académie tient à remercier les personnalités extérieures qui sont intervenues dans les séances du 250^e anniversaire (par ordre alphabétique, avec les noms des pays ou des organisations internationales représentés entre parenthèses) : Mesdames *A. Aureli* (Unesco), *C. Hänni*, *F. Imberciadori* (Italie), et *B. Rivza* (Lettonie) ; Messieurs *M. Besbes* (Tunisie), *M. Bezuglyi* (Ukraine), *A. Chatriot*, *O. Christen* (Allemagne), *D. Ciolos* (Commission Européenne), *G. Denis*, *E. Faber*, *F. Galtier*, *T. Guillemaud*, *C. Hera* (Roumanie), *V. Hrubý* (Rép. Tchèque), *G. Kalondji* (Unesco), *E. Orsenna*, *R. Petit*, *M. Piskula* (Pologne), *I. Roček* (Rép. Tchèque), *G. Romanenko* (Russie), *G. Sin* (Roumanie), *P. Sylwan* (Suède), *P. Taberlet* et *D. Zimmer*.

b) L'Académie est reconnaissante aux institutions et entreprises qui ont apporté leur contribution sous diverses formes aux manifestations du 250^e anniversaire :

- Sénat (mise à disposition de salles du Palais du Luxembourg pour la séance finale),
- Conseil économique, social et environnemental (séance «Système alimentaire mondial»),
- Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité, et de l'Aménagement du territoire (Mme *P. Briand*, DG de l'Alimentation ; MM. *P. Viné* et *J-M. Bournigal*, Directeurs de cabinet),
- Académie des Sciences (séance «Domestication, migration, génomique»),
- Groupama (accueil de la séance solennelle d'ouverture),
- La France agricole (production de la brochure de la commémoration),
- Laboratoires Pierre Fabre (don pour la location d'une salle à l'Unesco),
- Association pour l'Étude de l'histoire de l'agriculture au 20^e siècle (séance historique).

c) Au sein de l'Académie d'Agriculture de France, la commémoration du 250^e anniversaire a été avant tout une entreprise collective. Plusieurs académiciens ont apporté une contribution significative, avec dans l'ordre de leur «entrée en scène» :

- les membres du Bureau de l'Académie de 2008 : *G. Touzet* (président), *G. Paillotin*, secrétaire perpétuel, *JP. Lanly*, trésorier perpétuel, *R. Groussard*, trésorier perpétuel honoraire, *J. Dunglas*, vice-président, *J. Risse*, ancien président, *F. Morot-Gaudry*, vice-secrétaire et *P. Marsal*, vice-trésorier (jusqu'en 2009) ;
- les membres du Groupe d'organisation (par ordre alphabétique) : *E. Choné* (responsable archives et bibliothèque), *JF. Colomer* (responsable communication, vice-président en 2011, président en 2012), *C. Ferault* (vice-secrétaire à partir de 2009, responsable des éditions), *JC. Ignazi*, *JP. Lanly* (président du Groupe), *C. Maréchal* (responsable visites et sorties), *P. Marsal*, *JF. Morot-Gaudry* (vice-président en 2010, président en 2011), *Jacques Risse*, *Bernard Saugier* (vice-président en 2009, président en 2010), *C. Sultana* (vice-trésorier à partir de 2010) ;
- les responsables ou intervenants des séances de la commémoration :
 - Le Système alimentaire mondial (25.11.10) : *A. Neveu*, (*Mme*) *C. Mercier*; *J. Diouf*, *M. Griffon*, *G. Pascal* ;
 - Domestication, migration, génomique (22.03.11) : *D. Job*, *G. Pelletier*, *JC. Pernollet* ; (*Mme*) *M. Guillou* ;
 - Séance historique (11.05.11) : *F. Sigaut*, *C. Ferault* ; *J. Berthelin*, *J. Hudault*, (*Mme*) *N. Vivier* ;
 - Séance européenne (25.05.11) : *JM. Boussard*, *J.P. Lanly* ; *F. Houllier*, *M. Simula* ;

- Les hommes et l'eau (22.06.11) : *C. Levêque, B. Saugier ; (Mme)K. Laval, G. de Marsily, (Mme) E. Ostrom, C. Valentin ;*
- Séance finale (Solidarité, visions et réalités - 21.11.12) : *R.Groussard, G.Paillotin ; H. Winsmann, L. Thévenot.*
- *C. Ferault et J-C. Mounolou*, pour la rédaction et la production de ces actes.

Enfin, l'Académie remercie son secrétariat mis tout au long à forte contribution : Mmes *C. Migné*, assistante de direction, pour son appui déterminant à l'organisation administrative et logistique de l'ensemble des manifestations; *C. Ledoux-Danguin*, secrétaire de rédaction, pour la mise en forme de ces actes ; et *S. Verger* pour sa contribution en tant que secrétaire.