



# Editorial

par Gérard Tendron  
Secrétaire perpétuel  
de l'Académie d'agriculture de France

## L'Académie et l'enseignement supérieur agronomique

Un groupe de travail a été mis en place en 2013 sur ce thème, animé par notre confrère Michel CANDAU. Ses réflexions ont permis de définir les actions que l'Académie est prête à conduire en direction des établissements d'enseignement supérieur agronomique, afin de mieux faire connaître les travaux de notre Compagnie auprès des étudiants, ainsi que les prix et bourses susceptibles de leur être attribués; de les aider dans la recherche de stages; de leur proposer de participer à des réflexions sur des thèmes sélectionnés par l'Académie.

Après un an de fonctionnement, différentes actions ont été concrétisées :

- **neuf zones géographiques** ont été définies (Région parisienne ; Grand Ouest ; Sud-Est ; Rhône-Alpes-Auvergne ; Bourgogne-Franche-Comté ; Midi-Pyrénées ; Aquitaine ; Nord et Est.) Pour chaque zone a été désigné un correspondant, membre d'un des établissements d'enseignement supérieur de la zone, candidat pour assurer l'animation interne et faire le lien entre les directions d'école, les enseignants-chercheurs, les étudiants et l'Académie. Une quarantaine d'écoles et d'universités intéressées ont été identifiées ; cette première liste vient d'être enrichie par une trentaine d'écoles doctorales et une soixantaine de laboratoires de recherche universitaires ;
- **une lettre d'information mensuelle est diffusée.** La première a notamment présenté les outils de communication de l'Académie : site Internet, revue, lettre, annuaire, diffusion et comptes rendus des séances publiques, dont le contenu peut être utilisé dans des programmes de formation ; la seconde les prix, médailles et bourses attribués par l'Académie.
- **la présentation de notes de recherche.** De jeunes chercheurs ont la possibilité de présenter leurs travaux (recherches scientifiques et innovations technologiques) sous forme de notes de recherche publiées sur le site Internet de l'Académie, après acceptation par un académicien référent, choisi en fonction de ses domaines d'expertise. Un document en a précisé l'objectif et les modalités, en particulier les instructions aux auteurs, et a été envoyé, via le réseau des correspondants régionaux, aux différentes structures de recherche concernées. Notre Confrère Michel-Claude GIRARD, responsable de publication de ces notes de recherche, est susceptible d'apporter son concours à chaque étape de l'examen de la note, de sa réception à sa publication. L'objectif est qu'une note soit publiée sur le site de l'Académie dans un délai de 3 mois après sa réception.
- **le parrainage d'élèves-ingénieurs par des académiciens.** L'objectif est d'instaurer une proximité entre les étudiants de l'enseignement supérieur agronomique et les membres de l'Académie d'agriculture de France et de développer un réseau. Chaque étudiant intéressé entrera en contact avec un membre de l'Académie volontaire, qu'il choisira selon son projet d'avenir et ses centres d'intérêt. Parrainer un étudiant, consistera à le conseiller dans l'élaboration de son parcours professionnel, lui faire partager son expérience et son réseau. Les parrainés garderont, grâce au parrainage, un contact étroit avec l'Académie d'agriculture de France.

Par ces différentes actions, l'Académie a l'ambition d'instaurer un véritable dialogue avec les étudiants de l'enseignement supérieur agronomique, de leur faire connaître les travaux de l'Académie et de les associer à certains d'entre eux et de leur apporter un appui.



# Sommaire

## ■ DOSSIER P.23

### Oléagineux métropolitains enjeux et perspectives

- L'émergence d'une organisation de filière dans un contexte de libéralisation du marché mondial par Emile Choné p. 24
- Potentiel technique des oléagineux métropolitains dans les prochaines années par André Pouzet p. 26
- Les biocarburants issus d'oléagineux par Georges Vermeersch p. 29
- Propriétés nutritionnelles des huiles, principalement de colza par Jean-Marie Bourre p. 32

## ■ Actualités p. 6

- La science face à la pensée dominante par Jeanne Grosclaude p. 6
- Les nouveaux membres élus en décembre 2014 p. 10
- Vers une volatilité croissante des prix agricoles par André Neveu p. 16

## ■ Tribune Libre p. 19

- Effets de l'agriculture sur la biodiversité par Bernard Le Buanec p. 19

## ■ Futurs p. 37

- Génétique et adaptation des plantes au déficit hydrique Georges Pelletier p. 37

## ■ C'était hier p. 44

- Crises agricoles et crises de subsistance en France de la fin du moyen-âge à l'époque moderne Emmanuel Le Roy Ladurie p. 44

## ■ FOCUS DES ENTREPRISES p. 53

- Adama recherche à simplifier le travail de nos agriculteurs Philippe Gerbet p. 54
- Comment Bayer peut-il être un expert à la fois en protection des plantes et en semences ? Kamel Belazi p. 57





**Jeanne Grosclaude**  
Présidente de l'Académie  
d'Agriculture de France  
Directeur de recherche  
honoraire de l'INRA

## Jeanne Grosclaude

Présidente de l'Académie d'agriculture

### La science face à la pensée dominante

L'Académie d'agriculture de France, en modifiant ses statuts sous l'impulsion déterminée du Secrétaire perpétuel, Gérard Tendron, a choisi d'être « dans le siècle », et d'adapter lucidement son rôle au nouveau contexte de la production des connaissances d'une part, de leur acceptation par la société « profane » d'autre part.

Elle fut créée au Siècle des Lumières pour diffuser le progrès des sciences en Agriculture, en étant elle-même productrice incontestée de nouvelles connaissances. En attestent les noms illustres qui couvrent ses murs. Mais au fil des siècles, une relation triangulaire se dessine entre

trois séries d'acteurs, ceux d'une Agriculture mondialisée indissociable de son débouché, l'industrie agro-alimentaire, ceux d'une Recherche Scientifique et Technique qui n'est plus incontestée, qu'elle soit conduite par des organismes publics ou des sociétés innovantes, et ceux de la société « profane » qui revendique un droit de critique à l'égard des précédents.

Où est alors la place de l'Académie ? Tout l'enjeu de nous prétendre « médiateur » entre ces trois composantes est de ne pas être expulsé du centre de gravité de ce triangle, en n'étant qu'observateur muet des échanges et frictions.

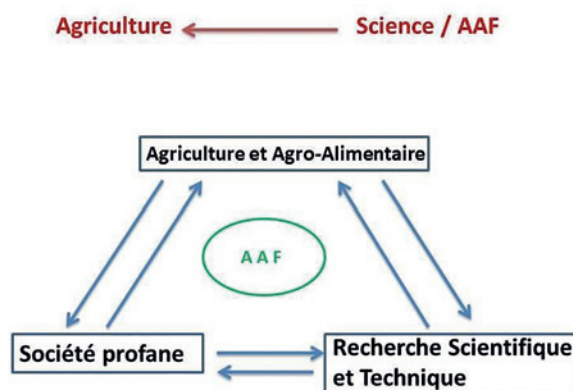


Fig 1 : La diffusion des connaissances en Agriculture du XVIIIe au XXe siècle

## UN ROLE A JOUER

Je ne suis pas du nombre des pessimistes qui considèrent que nous sommes hors-jeu, dépassés, inutiles. Je ne m'affligerai pas sur la difficile quadrature communication / notoriété / visibilité / survie financière. Pauvres nous sommes, mendiants presque, mais apparences et dignité sont toujours sauvées....

Car nous avons une richesse : c'est notre composition plurielle, qui doit nous permettre (et nous a permis) d'avoir une vision équilibrée (ce qui ne veut pas dire distante) des conflits entre les logiques des trois catégories d'acteurs. N'associons-nous pas des membres dont l'expérience relève des trois domaines ? La composition de notre nouveau Bureau l'atteste. Je dis bien l'expérience, et non l'expertise. Cette dernière est ailleurs : des organismes de recherche, des entreprises, produisent aujourd'hui la connaissance, fondamentale ou immédiatement utile à l'agriculture et à la société. Acceptons, quelle que soit la nostalgie de beaucoup, de ne pas être des producteurs primaires en matière scientifique et technologique, mais des « transformateurs », des « adaptateurs » de connaissances en une langue compréhensible, et les vecteurs d'une connaissance dont nous évaluons bien les impacts.

Ce pluralisme, pour remplir cette fonction, est un atout à condition de respecter deux règles.

La première est de jouer collectivement, chacun restant attentif à la sensibilité de l'autre et cherchant la compatibilité qui conduit à s'exprimer d'une voix unique et à proposer la synthèse consensuelle. Nos débats sont ouverts, les groupes de travail

associent ceux qui veulent témoigner de leur expérience : le tout est de prendre le temps d'y participer, de s'y exprimer en temps réel : il y va de la loyauté envers le collectif.

La deuxième est de renoncer à l'idée que l'Académie est un champ de manœuvre pour poursuivre des combats personnels qui relèvent de l'activité passée ou actuelle de tel ou tel, combats que l'on n'aurait pas gagnés dans sa vie professionnelle, ou même que l'on a perdus. Nous comporter en lobby nous ferait perdre instantanément le peu d'autorité que nous détenons : dans le système de pensée et de clivage d'aujourd'hui, ne pas être contre c'est être pour, définitivement, constamment, et une opinion sur tout sujet nous serait attribuée d'office, comme écrite d'avance, nous amalgamant à un clan.

C'est pourquoi, et je le dis même si je sais que des confrères et consoeurs ont une autre opinion, nous n'avons pas à réagir dans la minute même à l'actualité (et encore moins à engager la signature de l'Académie) sans être sûrs que ce que nous mettons sur la place publique est partagé en interne, et porté par la majorité de nos membres (ce qui ne veut pas dire l'unanimité).

A ce titre, je le dis publiquement et très loyalement, j'ai délibérément freiné et tempéré au sein du Bureau toute velléité de réagir au coup pour coup sur telle ou telle intrusion dans les activités de recherche sur les PGM (Plantes génétiquement modifiées), et elles furent nombreuses au cours des derniers mois. Vous connaissez pourtant mon point de vue sur le sujet.

Ce n'est ni dans notre rôle ni dans nos capacités de réactivité (des asso-

ciations existent qui savent s'exprimer sans délai) et cela nous entraînerait dans une spirale d'expressions lapidaires, sur la base d'informations et d'analyses partielles, vite clivantes pour notre Compagnie.

Gardons-nous de tomber, en interne, dans l'inversion de la règle démocratique observée dans le débat et la décision publics : une minorité, convaincue sincèrement qu'elle voit juste, impose son mode d'expression à la majorité, au risque de constater trop tardivement qu'une meilleure concertation pouvait entraîner une meilleure appréciation et une conciliation constructive. Cela est vrai pour toutes les parties et nous avons évité ce manichéisme sur les PGM. Deux sensibilités cohabitent dans notre Compagnie, et cela ne nous a pas empêchés de produire une synthèse, informative, non contestée. Jean-Claude Pernollet, qui a fait vivre ce groupe de travail, a su le faire déboucher sur la publication d'un ouvrage chez l'éditeur Quae. Il en fut de même sur l'Agriculture biologique, où l'opuscule coordonné par Bernard Le Buanec, a été apprécié par toutes les parties. Chaque fois notre expression fut le fruit d'un travail collectif, long, non précipité, mais productif. Notre force est de travailler en intelligence collective, plurielle, dans la loyauté réciproque, entre sections, entre membres, parce que des enjeux existentiels nous attendent.

## DES QUESTIONS A APPROFONDIR

Nous sommes et serons de plus en plus bousculés par les nouvelles contestations de la connaissance. Longtemps nous avons gardé l'illusion que l'évaluation à la source des connaissances produites par les pro-

fessionnels était un système garant de la fiabilité des nouvelles informations. Sans nous alarmer qu'au regard des autres composantes de la société, cette évaluation est une évaluation interne aux milieux de la science, une sorte d'autoévaluation et de construction quelque peu autiste de l'expertise.

Pour éviter un clivage entre « ceux qui font la science » et ceux qui la « reçoivent », certains chercheurs ont proposé des associations entre profanes et « savants » pour définir des protocoles expérimentaux, des collectes de données de terrain, et intégrer des questionnements plus larges, des explorations d'hypothèses alternatives : on a parlé de science participative. C'est ce qui se passa à Colmar, artisanalement et sans soutien institutionnel, autour de l'expérience de la vigne transgénique, mais n'empêcha pas le sabotage final de l'expérimentation.

Nous voyons l'émergence, et la légitimation, d'autres acteurs qui revendiquent d'apporter des connaissances, hors système de validation traditionnel, et qui contestent l'expertise basée sur des connaissances objectives et des faits scientifiques : je veux parler de l'émergence des Sciences dites « citoyennes », de l'apparition de chercheurs « engagés » voire « militants ». Ces nouveaux pôles peuvent être représentés par les sommets d'un tétraèdre (figure 2):

Si on s'écarte d'un vocabulaire objectif : la science serait « citoyenne » lorsqu'elle émane d'acteurs non professionnels scientifiques mais porteurs de connaissances « de terrain », que les experts ignoreraient, et qui permettent de porter la controverse à l'encontre de la science « conformiste »

basée sur des faits expérimentaux. Tout comme des semences seraient « paysannes », parce que produites sans recours aux nouvelles méthodes d'amélioration des plantes pratiquées par les semenciers, et non validées par des caractérisations génomiques qui seraient les outils de la « technoscience ».

Des chercheurs, notamment dans les communautés anglo-saxonnes environnementalistes, affichent leur engagement militant, et affirment que cela donne plus de force à leurs assertions scientifiques : les media s'en font l'écho, et récemment Stéphane Foucart (du journal Le Monde), journaliste dont l'objectivité orientée est bien connue, affirmait que cette science pesait plus que la science validée par les pairs et les experts. Il y a eu également l'affaire Séralini, où la formulation de la conclusion a précédé et orienté le protocole expérimental mis en place ... Parmi ces chercheurs militants convaincus, combien restent accessibles au doute, pour tant socle de toute démarche scientifique ?

Les contempteurs des approches scientifiques classiques, supposées imperméables au souci de l'acceptabilité sociétale, connaissent-ils seulement les exigences imposées aux chercheurs qui sollicitent des financements européens ? Respecter ici le bien-être animal, là avoir évalué les impacts environnementaux potentiels, réfléchir toujours, *a priori*, aux conséquences économiques, sociales et environnementales du projet. La science classique européenne n'est pas si dépourvue de conscience que certains veulent le faire croire.

Mais, et cela nous interpelle, nous qui voudrions être entendus des décideurs, il y a plus d'écoute, chez les gouvernants, pour les affirmations militantes que pour les connaissances validées par l'expérimentation scientifique.

Quelques exemples de cette politisation de la connaissance : l'année qui s'ouvre est « l'année des sols » ; elle est déjà brandie par certains pour s'opposer à la Loi Macron pour la croissance, l'activité et l'égalité des

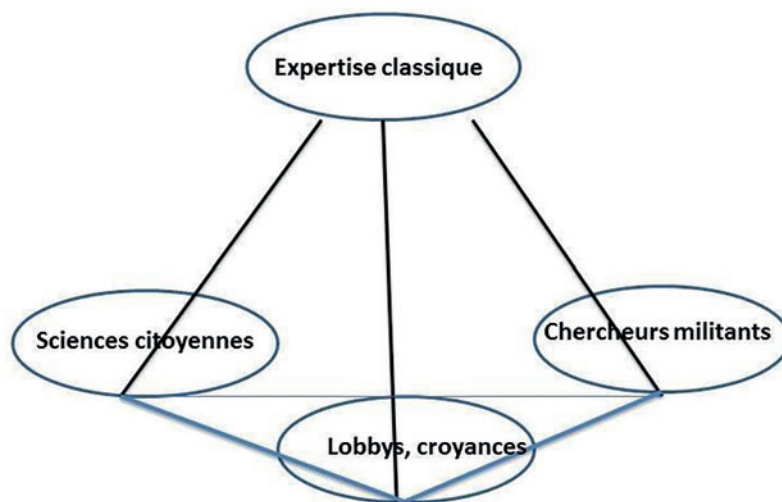


Fig 2 : Le tétraèdre de la connaissance au XXIe siècle.

chances économiques... C'est aussi la préparation d'un grand rendez-vous à l'automne sur les évolutions climatiques. Dans les controverses politiques et idéologiques sans merci, qui écouterà qui ?

Comment parler de territoire fonctionnel en pleine actualité d'une réforme territoriale qui obéit d'abord à des considérants administratifs ou politiques ? Comment parler d'Élevage quand les lobbies animalistes font

perdre de vue aux parlementaires que tout animal n'est pas un animal de compagnie et que l'humanité a chassé les animaux puis les a apprivoisés puis domestiqués pour les manger ? La pensée dominante, même si elle n'est pas aussi majoritaire qu'on veut bien le dire ou l'écrire, flatte le refus de la science traditionnelle, la suspicion envers les experts. Dans notre grande majorité nous sommes issus d'une culture qui fait confiance à la science et à la technologie, car nous

les connaissons de l'intérieur, y ayant apporté notre pierre. Le défi qui s'impose à notre Compagnie est de surmonter toute réaction défensive ou corporatiste et de trouver les lignes de cohésion de ce tétraèdre du conflit des connaissances pour en extraire une synthèse accessible, partagée et acceptée. ■

*En savoir plus sur  
[www.academie-agriculture.fr](http://www.academie-agriculture.fr)*



Dans les controverses politiques et idéologiques qui écouterà qui ?

## Les nouveaux membres élus en décembre 2014

**Sept membres titulaires, dix huit membres correspondants et huit correspondants associés ont été élus dans les dix sections qui composent l'Académie**

### SECTION 1 PRODUCTIONS VÉGÉTALES

#### Membres correspondants

**Jean-Pierre BASTIE**, diplômé de l'ENFA, est inspecteur général de l'Agriculture.

Il a exercé sa carrière dans l'enseignement agricole comme directeur de lycée agricole, puis comme Sous-directeur de la Communauté éducative au sein de la DGER. En 2005, il est directeur de l'Agriculture en Guyane.

Depuis 2008, il est conseiller pour l'Outre-Mer auprès de l'Administration centrale.

**François-Jean LAFITTE** est Ingénieur diplômé de l'Ecole supérieure d'Agriculture de Purpan – Toulouse et arboriculteur à Peyrehorade dans les Landes.

En 1980, il a créé sa propre exploitation spécialisée dans la production de kiwi puis la SCAAP KIWIFRUIT de France en 1982 et l'Union de coopératives AKF en 2008. En 2000, il est président de la SAS Primland, spécialisée dans la commercialisation de produits sous le signe de la qualité (piment d'espelette, asperges de Navarre, piment doux...). En 2013, il prend la présidence du Gefel (Association de gouvernance économique des fruits et légumes).

#### Correspondants associés

**Erik Steen JENSEN** est agronome diplômé de la Royal Veterinary and Agricultural University et titulaire d'un Ph. D en agronomie. Il est professeur à l'Université Suédoise SLU à Alnarp. Il a dirigé un groupe de 20 chercheurs sur l'écologie des systèmes de culture et il a eu de nombreux contacts avec les structures de recherche française. Il a été élu en 2010 à l'Académie d'agriculture de Suède.

**Véra DUBEUX-TORRES** est agronome diplômée de l'Université. Elle est professeure à l'Université fédérale d'Alagoas. Titulaire d'un diplôme d'études approfondies de l'IEDES, elle est coordinatrice de l'Accord de coopération entre le Centre de sciences agricoles (CECA) de l'UFAL et l'Ecole des Hautes études en sciences sociales. Ses travaux ont porté sur la canne à sucre et sur la biomasse énergétique.

### SECTION 2 FORÊTS ET FILIÈRE BOIS

#### Membres correspondants

**Catherine BASTIEN** est Ingénieure agronome INA-PG, docteur ès sciences et directrice de recherche à l'INRA (unité « Amélioration génétique



et physiologie forestière). Elle est une généticienne quantitative. Ses travaux ont abouti à la constitution d'un GIS pour la création de nouveaux cultivars de peupliers. Elle coordonne le projet européen Noveltree dont l'ambition est la mise au point de nouveaux outils de sélection des arbres forestiers. Elle a été récemment nommée docteur (honoris causa) de l'Université agricole d'Uppsala (Suède).

**Gabriel TANDEAU de MARSAC** est ingénieur agronome INA, et Ingénieur général du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. Il a été responsable du département foresterie au Centre Universitaire de Dschang (Cameroun), conseiller de ministres des Eaux et Forêts, Chasses, Pêches et Environnement à Bangui (RCA), puis Directeur de l'École supérieure d'Agro développement international (ISTOM). Enfin, il a été membre du CGGREF, puis du CGAER où il a fait partie de l'Inspection générale de la coopération technique.

#### Correspondant associé

**Malcom HADLEY** est titulaire d'un Ph.D. en entomologie de l'Université Durham. De 1972 à 2001, il est membre permanent de l'UNESCO à Paris au sein de la division des Sciences écologiques où il s'occupe de la coordination de programmes internationaux et des activités de communication et d'information scientifiques auxquelles il faut ajouter sa grande connaissance des ONG environnementales,

### SECTION 3 PRODUCTION ANIMALE

#### Membres titulaires

**Michel CANDAU**, correspondant



Réception de nouveaux membres correspondants à la bibliothèque de l'académie.

national depuis 2011, est ingénieur agronome et docteur d'Etat ès sciences. Chercheur à l'INRA puis directeur de l'Institut National Polytechnique de Toulouse. M. CANDAU est un spécialiste des sciences animales, connu pour ses compétences en physiologie digestive des herbivores.

Il est responsable du groupe de travail « Enseignement supérieur » où son excellente expertise contribue à renforcer les échanges de l'Académie avec les jeunes générations et à mieux transmettre la culture agronomique et biologique.

**Emmanuel ROSSIER**, correspondant national depuis 2006, est ingénieur agronome INA-PG. Il a été ingénieur puis directeur du CEREO-PA, puis directeur du développement de l'Institut du Cheval et ensuite des Haras nationaux. Enfin, il a été DGA des Haras nationaux, puis de l'Institut français du cheval et de l'équitation. Spécialiste reconnu des productions équinées et du développement territorial, il apporte ses compétences au groupe de travail Ethique et bien-être animal.

### SECTION 4 SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

#### Membres correspondants

**Pierre-Benoît JOLY** est ingénieur diplômé de l'ESAP, titulaire d'un DEA d'économie, d'un doctorat en sciences économiques et d'une habilitation à diriger des recherches de l'Université Pierre Mendès-France de Grenoble. Il est directeur de l'IFRIS, consortium de recherche dans le domaine de l'étude sociale des sciences et techniques et de l'étude des politiques de recherche et d'innovation. Il est président du Conseil scientifique du programme OGM du MEEDDM depuis 2010 et membre du Comité de Prévention et de Précaution depuis 2010.

**Jean-Pierre JESSENNE** est agrégé d'histoire, titulaire d'une thèse de doctorat et de l'habilitation à diriger des recherches. Il est professeur émérite d'histoire moderne de l'université de Lille 3. Il est un historien reconnu pour ses travaux sur les relations sociales au sein des commu-

nautés rurales. L'ensemble de ses recherches l'ont conduit à l'élaboration de l'ouvrage "Les campagnes françaises entre mythe et histoire, du XVIIIe au XXIe siècle". Il a codirigé une recherche internationale sur les réformes agraires dans le monde.

#### Correspondants associés

**Marc HEYERICK** est Docteur en droit de l'Université de Gand et licencié en gestion d'entreprise. Il a été directeur des affaires générales de la Société flamande terrienne. Fondateur de la Revue de Droit rural belge, il a été secrétaire général du comité européen de droit rural, dont il est président d'honneur. Il a enseigné le droit rural comparé et est l'auteur de nombreuses études sur le bail à ferme, le remembrement et l'aménagement rural.

**Hans DIEFENBACHER** est diplômé de Sciences des Universités de Heidelberg et de Fribourg en Brisgau, docteur en économie à l'Université de Kassel. Nommé à l'Institut Protestant de recherches interdisciplinaires de Heidelberg, il en assume depuis 2001 la direction. Il est Professeur à l'Université de Kassel et à l'Université d'Heidelberg. Il est l'auteur d'un « Index of Sustainable Economic Welfare » qui lui a valu d'être sollicité par la Commission Stiglitz. Il est le délégué aux questions environnementales de la Fédération des Eglises Protestantes d'Allemagne.

#### SECTION 5 INTERACTIONS MILIEUX- ÊTRES VIVANTS

##### Membre titulaire

**Gilles LEMAIRE**, correspondant national depuis 2011, est ingénieur

horticole de l'ENSH de Versailles et docteur d'Etat ès sciences naturelles de l'Université de Caen. Il a été directeur de la Station Ecophysiologie des plantes fourragères de Lusignan. Il est éditeur associé de l'European Journal of Agronomy, et a été Visiting Professor de l'Université de Rio Grande du Sul au Brésil en 2010 et 2011. Il est le promoteur de l'approche multifonctionnelle des prairies pour la production de ressources alimentaires. Ses travaux concernent la nutrition azotée des cultures, la productivité des prairies, l'écologie des pâturages, les interactions herbe-animal et l'intégration des systèmes agriculture-élevage.

##### Membre correspondant

**Jean-François BRIAT** est Ingénieur diplômé de l'ENITA de Bordeaux. Docteur d'Etat ès sciences naturelles. Il est Directeur de recherche de classe exceptionnelle depuis 2013 au CNRS. Biologiste spécialisé en physiologie végétale, il a d'abord étudié la structure et la fonction de l'appareil de transcription des chloroplastes puis la régulation de la concentration du fer chez les plantes. Il a dirigé le département de biologie végétale de l'INRA et est membre du Conseil scientifique du Centre de recherche en agro génomique de Barcelone. Il a reçu une médaille d'or de l'Académie d'agriculture de France en 2004.

##### Correspondants associés

**Bruno DELVAUX** est ingénieur agronome et docteur en sciences agronomiques.

Il est recteur de l'Université catholique de Louvain et membre de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer de Belgique. Il a reçu en 1989 la médaille de vermeil de l'Académie d'agriculture de France. B. DELVAUX a tra-

vaillé comme chercheur au CIRAD. Spécialiste de l'approche mécanistique des sols, il a effectué de nombreuses missions à l'étranger et écrit deux ouvrages de référence.

**Rainer MATYSSEK** est titulaire d'une maîtrise de biologie, d'un doctorat en écologie de l'Université de Bayreuth et de l'habilitation à diriger des recherches de l'Université de Bâle. Professeur titulaire de la chaire d'écophysiologie des plantes à l'Université technique de Munich, ses travaux ont porté sur la régulation stomatique et l'utilisation d'isotopes stables du carbone.

Il a montré que les effets de l'ozone sont un facteur intrinsèque des changements climatiques.

#### SECTION 6 SCIENCES DE LA VIE

##### Membres correspondants

**Hélène JAMMES** est titulaire d'une maîtrise de biologie animale (Paris XI), d'un doctorat en physiologie de la reproduction (Paris VI), d'une Habilitation à diriger des recherches (Université de Versailles – St Quentin). Elle est Directeur de recherche à l'INRA. Spécialiste en épigénétique animale, ses travaux ont porté sur la régulation hormonale des fonctions de reproduction, et ensuite sur les profils de variation des empreintes épigénétiques et sur le marquage des génomes.

**Philippe LEMANCEAU** est ingénieur diplômé de l'ENITA, docteur de l'Université Claude Bernard de Lyon et HDR. Directeur de recherche de 1ère classe à l'INRA il est un spécialiste internationalement reconnu en écologie microbienne des sols, il a mis en œuvre pour la première fois à grande échelle une approche méta-

génomique de l'ADN des sols. Il est le coordinateur du programme européen EcoFINDERS (Ecological Function and Biodiversity Indicators in European Soils) concernant 23 partenaires dans 10 pays.

### Correspondant associé

**Christine FOYER** est docteure ès sciences du King College et professeure des espaces cultivés à l'Université de Leeds. Après avoir été chercheur à l'Institut de recherche sur la photosynthèse de Sheffield, C. FOYER a effectué une partie de sa carrière en France, à l'INRA de Versailles et a été professeure invitée au laboratoire de structure et métabolisme d'Orsay (Paris-Sud). Reconnue comme pionnier de la biologie redox, elle a caractérisé, la première, le cycle ascorbate-glutathion appelé cycle Halliwell – Asada. Directrice de l'Africa College de l'Université de Leeds, elle œuvre pour la santé humaine et la sécurité alimentaire en Afrique Sub-saharienne.

## SECTION 7 ENVIRONNEMENT ET TERRITOIRES

### Membre titulaire

**Denis COUVET**, correspondant national depuis 2008, ingénieur agronome INA-PG et Docteur d'État ès sciences. Il est Professeur au Muséum national d'histoire naturelle, Professeur chargé de cours à l'Ecole Polytechnique, et Directeur de l'UMR MNHN-CNRS du Centre de recherches sur la Biologie des populations d'oiseaux. D. COUVET est éditeur associé de « Conservation Biology ». Il est Directeur-adjoint de l'Ecole doctorale « Diversité du vivant » (Paris 6 et 11, AgroParisTech). Il a assumé la direction du Centre de



recherche par le baguage des populations d'oiseaux.

### Membres correspondants

**Agnès DUCHARNE** est ancienne élève de l'ENS Paris. Titulaire d'un doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie et HDR, elle est directrice de recherche au CNRS et membre du Conseil scientifique de l'UMR Sisyphe/Metis. Spécialiste de la modélisation de l'hydrologie des surfaces continentales et de l'interaction climat-végétation-sol, Elle est une chercheuse reconnue (en 2010 Prime d'Excellence scientifique du CNRS), et une enseignante de référence (cours d'hydrologie à l'Ecole polytechnique).

**Christian WALTER**, ingénieur agronome INA-PG est professeur de 1ère classe en science du sol d'Agrocampus Ouest (Rennes), et directeur adjoint de l'UMR « Sol Agro et hydro-système Spatialisation ». Vice-Président de l'Association française pour l'étude des sols, il a construit une

base nationale des analyses de terre (un million d'échantillons de sols sur une période de 20 ans) sans équivalent au plan international. Il a identifié les facteurs prépondérants des variations spatiales des stocks de carbone et a coordonné le programme ANR « Structure du paysage » permettant la simulation de l'évolution des paysages agricoles.

## SECTION 8 ALIMENTATION HUMAINE

### Membres titulaires

**Andrée VOILLEY**, correspondante nationale depuis 2008, Docteur-ingénieur de l'ENSBANA, Docteur ès sciences, elle a été enseignante-chercheuse à AgroSupDijon, professeure dans le département « Sciences de l'alimentation et agro-environnement ». Professeur émérite, elle continue une activité dans le domaine de la Physico-chimie des aliments au niveau international. Ses recherches portent sur une meilleure connaissance physico-chimique (thermodynamique et

cinétique) qui peuvent influencer sur la qualité (en particulier sensorielle) d'un produit alimentaire.

**Patrice ROBICHON**, correspondant national depuis 2010, est ingénieur diplômé de l'Ecole supérieure de physique et chimie industrielle de la ville de Paris. Il a mené une carrière comme Professeur de chimie analytique à l'Université nationale autonome de Mexico. Il a été chef du laboratoire d'Analyse et Corrosion du groupe CARNAUD – Emballage, puis Directeur du département conditionnement et recherche industrielle, et a occupé la fonction de directeur industriel puis, de conseiller du Président du groupe Pernod Ricard. Il est Vice-Président du Comité environnement de la Confédération européenne des producteurs de spiritueux et président du CA d'AgrosupDijon.

#### Membres correspondants

**Joël DORÉ** est ingénieur agronome diplômé de l'ENSA de Rennes, titulaire d'un Ph.D. de l'Université de l'Illinois et de l'Habilitation à diriger des recherches. Il est un des pionniers de l'écologie microbienne des écosystèmes digestifs et alimentaires et assure la direction scientifique de l'Unité MetaGenoPolis, démonstrateur pré-industriel à Jouy-en-Josas. Il a également joué un rôle majeur dans la création de la StartUp Enterome et SymbioFit et est membre du Conseil scientifique de Danone.

**Hervé LAFFORGUE** est Docteur en pharmacie de l'Université de Toulouse, titulaire d'un DESS de pharmacie industrielle et d'un DESS de gestion. Après avoir été responsable Assurance qualité et Sécurité chez Blédina, il est chez Danone, responsable de l'évaluation des risques

chimiques. Il représente Danone dans de nombreuses instances (ANIA, ALLIANCE7...), et l'ANIA au conseil d'Administration de l'ANSES et a été membre de la délégation française au Comité Codex Alimentarius.

#### Correspondant associé

**José Miguel AGUILERA** est ingénieur chimiste, diplômé de la Pontificia Universidad Católica de Chile à Santiago, titulaire d'un Master en technologie alimentaire du MIT, d'un Ph. D. de la Cornell University et d'un MBA de la Texas A&M. Il est président de la Commission nationale chilienne pour la science et la technologie ; il est professeur émérite de génie alimentaire à l'Université Pontificale du Chili. Il a été membre du comité d'évaluation de l'unité de recherche « génie alimentaire » d'AgroParisTech/CEMAGREF ; Il a été élu membre associé de l'US Academy of Technology.

### SECTION 9 AGROFOURNITURES

#### Membres correspondants

**Bernard AMBOLET** est ingénieur agronome diplômé de l'ENSAR. Il a travaillé à l'ITCF et 27 années au sein de la division Crop Protection de BAYER SAS, dont il a été le directeur scientifique et membre du comité de direction. Il a assumé depuis 2012 la présidence de l'Association des Amis de l'Académie d'agriculture de France.

**Alain JEANROY** est diplômé de l'Ecole de Commerce de Reims et titulaire d'une licence en droit de la faculté de Reims. Il est directeur général de la CGB. Il a commencé sa carrière comme chargé des questions européennes à la FNSEA, puis est

devenu chef du service économique à la CGB, et ensuite Directeur de l'AGPM. Il est également administrateur de différentes organisations professionnelles.

**Constant LECOEUR** est ingénieur agronome diplômé de l'ENSIAIA de Nancy, de l'ENSAA de Dijon et ingénieur général des Ponts, des Eaux et des Forêts.

Il a été Sous-directeur à la DGER, puis DDAF de l'Aube et de l'Oise ; il a été, membre du Conseil général du génie rural, des eaux et des forêts, où il a présidé la section « Emploi, formation, recherche », il a présidé l'Observatoire des missions et des métiers du ministère de l'Agriculture. Il est actuellement président d'UniAgro.

**Guy WAKSMAN** est ingénieur agronome diplômé de l'ENSAM, et titulaire d'un DEA d'écologie végétale. Il a commencé sa carrière au ministère des Terres et Forêts du Québec comme responsable des analyses statistiques puis à la Compagnie générale de Géophysique en tant que responsable de la télédétection. Il a ensuite été chef de service informatique de l'ACTA et Directeur des études et développement de la SARC ACTA. Il est l'éditeur de la gazette électronique « Du côté du web et de l'informatique agricole » et le fondateur de l'EFITA (European Federation for Information Technology in Agriculture), dont il a été élu président.

### SECTION 10 ECONOMIE ET POLITIQUE

#### Membre titulaire

**Bernard ROUX**, correspondant national depuis 2007, est Ingénieur agronome INA, diplômé d'études supérieures de Sciences écono-

miques (Paris X), et docteur de 3ème cycle en géographie (Paris I). B. ROUX a été ingénieur de recherche au CEREOPA (productions animales) puis membre de l'Ecole des hautes études hispaniques à la Casa Velasquez à Madrid, avant d'intégrer l'INRA comme chargé de recherche. Il a enseigné à l'INA PG et dans diverses universités françaises et étrangères (notamment en Espagne et au Brésil). A l'INRA, il a dirigé ou

codirigé de nombreux programmes européens, méditerranéens et avec le Brésil.

#### **Membre correspondant**

**Marie-Françoise BRIZARD** est titulaire d'une maîtrise de Sciences économiques (Paris I) et d'un master de gestion du personnel obtenu à l'ESG Paris. Elle a été pendant 9 ans chargée du « Développement et marketing »

à l'Institut polytechnique Lasalle-Beauvais. Elle est agricultrice, cogérante avec son mari, de l'EARL Sainte-Anne, en Mayenne, à Courcé, commune dont elle est maire adjointe. Elle pratique la vente directe de viande en circuit court et a développé des pratiques novatrices en matière d'environnement. ■

*En savoir plus sur*  
[www.academie-agriculture.fr](http://www.academie-agriculture.fr)

### **Le bureau de l'Académie pour l'année 2015**



De gauche à droite Jean-Marc Boussard, président sortant ; Pierre-Henri Texier, vice secrétaire ; Patrick Ollivier, trésorier perpétuel ; Jeanne Grosclaude, présidente ; Gérard Tendron, secrétaire perpétuel ; et les deux nouveaux membres : Luc Guyau d'une part, vice président, agriculteur en Vendée après une carrière professionnelle comme président du CNJA, de la FNSEA, de l'APCA et comme président exécutif du Conseil de la FAO, et d'autre part Daniel-Eric Marchand, chargé de mission auprès du trésorier perpétuel, administrateur de plusieurs sociétés dans l'agro-industrie, après avoir effectué une grande partie de sa carrière à UNIGRAINS.



**André Neveu**

Ancien adjoint au Directeur de l'Agriculture et des Collectivités locales de la Caisse nationale du Crédit Agricole.

## André Neveu

Membre de l'Académie d'agriculture

### Vers une volatilité croissante des prix agricoles

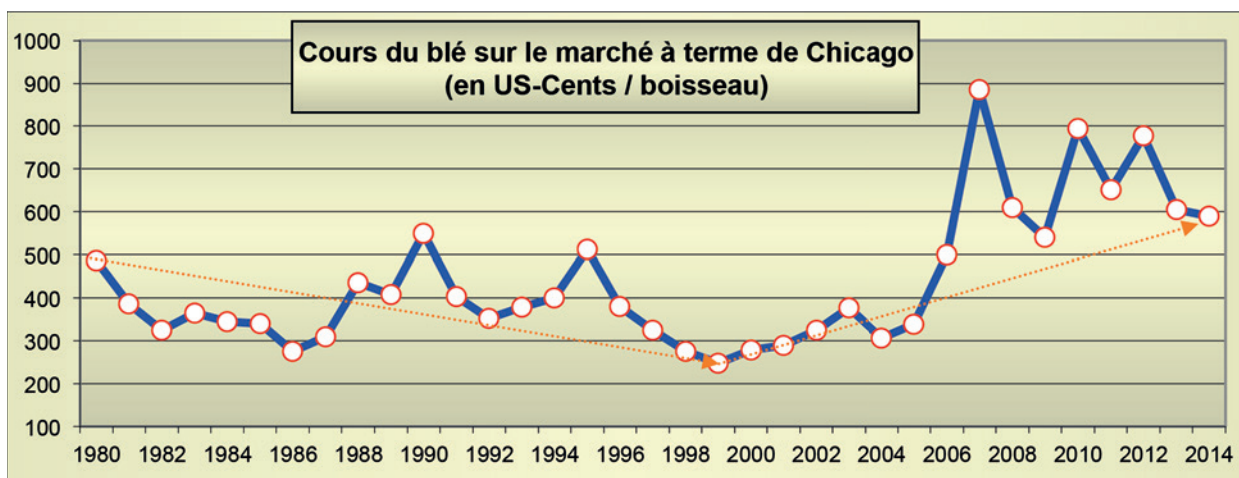
**A**u cours des années 1980 et 1990, les grands pays agricoles ont, les uns après les autres, renoncé à garantir le niveau et la stabilité des prix agricoles à la production. Les prix nationaux et internationaux s'établissent donc maintenant en fonction de l'offre et de la demande. Dans le même temps, les stocks de céréales et autres produits de base, ont été fortement réduits car ils coûtent très chers. En l'absence d'interventions publiques, les fluctuations de prix se sont fortement accrues. Car elles dépendent directement des quantités offertes sur les marchés donc de l'abondance des récoltes mondiales de céréales, sucre, oléo-protéagineux... Ces fluctuations posent de nombreux problèmes aux producteurs, aux pays importateurs, aux entreprises de transformation et aux consommateurs.

Il est donc légitime de nous interroger sur l'ampleur que pourraient prendre dans l'avenir ces fluctuations de prix. Car elles risquent de s'amplifier, peut-être en raison d'aléas plus fréquents et plus sévères, mais aussi à cause des politiques qu'ont adoptées certains pays, et en particulier la Chine, pour s'en protéger.

#### LES PREMIÈRES RÉACTIONS AUX HAUSSES DE PRIX DE 2007-2008

En 2007, des récoltes céréalières médiocres, des stocks particulièrement bas depuis quelques années et, fait assez nouveau, des achats spéculatifs, ont fait flamber les prix. Cette relative (et très temporaire) pénurie a surpris de nombreux gouvernements mal préparés à un tel épisode. Les prix alimentaires à la consommation ont fortement augmenté et les populations les plus démunies ont été particulièrement affectées. Dans une trentaine de pays, comme en Egypte, au Mexique ou au Sénégal, des émeutes de la faim se sont même produites, nécessitant des mesures d'exception, généralement très coûteuses pour les budgets nationaux.

Les pays structurellement exportateurs sont évidemment dans une situation plus confortable. En cas de crise, ils bénéficient des prix élevés et peuvent toujours assurer en priorité l'approvisionnement de leurs marchés domestiques. Pour cela, s'affranchissant si nécessaire des règles de l'Organisation mondiale du commerce (OMC), ils ont la possibilité de décider des embargos sur



Source : Marché à terme de Chicago

leurs exportations, de céréales par exemple, accroissant d'autant l'ampleur de la hausse sur des marchés internationaux insuffisamment approvisionnés.

Ainsi en 2008, la Thaïlande, principal exportateur de riz dans le monde, a interdit les exportations de cette céréale, base de l'alimentation dans de nombreux pays. De même, en 2010, la Russie et l'Ukraine frappées par une grave sécheresse, ont décrété un embargo partiel sur leurs exportations de blé. Toutes ces mesures ont d'ailleurs été assez rapidement levées car la situation s'est révélée à chaque fois moins critique qu'on ne l'imaginait. Pour sa part, depuis quelque temps, l'Argentine taxe lourdement ses exportations de blé et de viande de bœuf afin d'approvisionner son marché intérieur et de préserver la paix sociale. Enfin l'Inde et la Chine ont renforcé leurs stocks de précaution de céréales afin de faire face aux mauvaises récoltes.

Il est évident que ces différentes mesures ne sont pas de nature à éviter des flambées de prix en cas de nouveaux incidents, par exemple si

survenaient des aléas climatiques de grande ampleur. Ils sont inopérants pour résoudre les phénomènes de baisse de prix qui, comme en 2009 (et dans une moindre mesure en 2014), peuvent succéder à une hausse inhabituelle.

Pour leur part, les agriculteurs sont aussi pénalisés par les fluctuations de prix qui ne leur permettent pas de procéder à des investissements nouveaux avec un minimum de sécurité financière.

### LA STRATÉGIE DE SÉCURISATION DES APPROVISIONNEMENTS DE LA CHINE

La Chine n'a pas attendu la hausse des prix de 2008 pour chercher à sécuriser ses approvisionnements agricoles.

Depuis la nuit des temps, les empires de Chine ont recherché l'autosuffisance alimentaire. Les dirigeants communistes ont eux aussi pris des engagements forts dans ce sens. C'est un objectif ambitieux quand on sait que la superficie cultivable dans ce pays est limitée (et même dimi-

nue) au regard de l'énorme masse de population à nourrir. Or depuis une quinzaine d'années et le désir des nouvelles classes moyennes d'améliorer, d'enrichir et de diversifier leur alimentation, cet engagement n'est plus tenable.

Si l'autosuffisance est encore effective pour le riz et le blé, c'est moins vrai pour le maïs et plus du tout pour l'huile, le lait et les aliments du bétail. La Chine recourt maintenant massivement à des importations de soja d'Amérique du Sud, d'huile de palme de Malaisie et d'Indonésie, de lait de Nouvelle-Zélande, de sucre de la Jamaïque et d'Australie, sans parler du bois d'œuvre, du caoutchouc ou du coton. Par exemple, les importations chinoises de fèves de soja représentent les 2/3 des quantités vendues sur le marché international. Mais l'ampleur des besoins de ce pays le conduit à acheter tout ce qui est disponible comme aliment du bétail sur les marchés mondiaux. Il en va ainsi du sorgho dont il achetait 15 000 tonnes en 2012 et 3,5 millions de tonnes en 2014, faisant évidemment grimper les prix de ce marché jusqu'ici plutôt confidentiel.

Le gouvernement chinois sait très bien que ses besoins et donc ses importations ne feront que croître au cours des années prochaines. Ne souhaitant pas être soumis aux aléas des marchés internationaux, au demeurant entre les mains de 3 ou 4 grands traders, il a décidé de prendre lui-même en main ses approvisionnements. Trois formules ont été pratiquées :

- l'exploitation directe de terres agricoles dans les régions où de grands espaces sont encore disponibles comme en Afrique, dans l'Extrême-Orient russe ou au Kazakhstan ;
- la signature de *joint-ventures* avec des entreprises étrangères ;
- des contrats d'intégration directe avec des producteurs locaux au travers de filières de production et de transformation.

Tout cela est déjà parfaitement en place. Si la mainmise sur des terres agricoles s'effectue prudemment afin de tenir compte des susceptibilités locales, les contrats de fourniture de produits agricoles se multiplient. Ils prévoient toujours un engagement de livraison d'un volume déterminé et à un prix fixé à l'avance, quelle que soit la conjoncture du moment sur les marchés internationaux. En contrepartie, les sociétés chinoises signataires de ces contrats financent divers investissements indispensables à la production et à son exportation tels que des moyens de transport, la création de ports, la construction de silos...

Quelques exemples parmi d'autres :  
- une firme chinoise de la province très peuplée du Hebei a passé un contrat avec les autorités de la province de Goiás au Brésil en vue de la livraison, à partir de 2018, de 6 millions de tonnes de soja (les 2/3 de la récolte actuelle). Une coopérative

de producteurs a été créée, 7,5 milliards de dollars seront investis, une banque chinoise sera installée...

- en 2012, la société Pengxin de Shanghai a acquis 16 fermes laitières en Nouvelle-Zélande qui couvrent 8000 hectares et possèdent 16 000 vaches laitières. Dans un premier temps, le lait continuera d'être livré à la coopérative Fonterra. Mais dès qu'elle aura construit son outil industriel, la société Pengxin prévoit de livrer directement les produits obtenus sur le marché de Shanghai ;
- le groupe Shanghai Zhongfu va investir 730 millions de dollars dans l'irrigation de 13 400 hectares dans le Kimberley, au nord de l'Australie, en vue de la production et de la livraison de 500 000 tonnes de sucre ou d'éthanol.

Cette politique n'est d'ailleurs pas réservée au secteur primaire mais concerne également l'énergie et les ressources minières tout aussi nécessaires au bon développement de l'économie chinoise.

### DES CONSÉQUENCES DRAMATIQUES POUR LES PRIX AGRICOLES

Evidemment, l'accroissement rapide de la demande mondiale en produits agricoles de base ne peut que tirer à la hausse les cours sur les marchés internationaux. Mais surtout, en cas de mauvaise récolte, si un pays prélève, quoi qu'il arrive, des quantités importantes sur une offre mondiale insuffisante, il en résultera de terribles hausses des prix pour les autres acheteurs. Sans doute, ces flambées des prix seront seulement temporaires. Mais les malheureux pays qui devront, pendant un temps, s'approvisionner sur des marchés internatio-

naux exsangues, seront lourdement pénalisés.

Pendant la "Guerre froide", les échanges commerciaux entre les pays capitalistes et ceux du bloc soviétique étaient très réduits. Chaque système économique fonctionnait donc selon ses propres règles sans perturber celles de l'autre moitié du monde. Maintenant, il faut faire cohabiter une économie libérale majoritaire qui applique les lois de l'offre et de la demande, avec une économie dirigée, celle de la Chine, qui prétend s'en exonérer, y compris des règles qu'elle s'est engagée à respecter dans le cadre de l'OMC.

En jouant sa propre carte, la Chine contribuera donc à accroître dans des proportions considérables la volatilité des prix sur les marchés internationaux, au moins dans ses mouvements à la hausse. Les pays importateurs devront faire face à des situations économiques, politiques et sociales souvent insupportables dès lors qu'ils seront dans l'impossibilité d'approvisionner les populations les plus défavorisées à des prix raisonnables.

Ainsi en raison de l'importance majeure de la Chine dans les échanges mondiaux, il se crée une situation grosse de désordres, sinon de conflits. Le gouvernement chinois devrait pourtant contribuer, comme les autres grandes puissances, à la stabilité du monde. Ce ne semble pas devoir être son souci principal.

*Réf : Le défi chinois par Jean-Yves Carfantan (Le Seuil, mars 2014) ■*

*En savoir plus sur  
[www.academie-agriculture.fr](http://www.academie-agriculture.fr)*





**Bernard Le Buanec**  
Membre de l'Académie  
des Technologies

## Bernard Le Buanec

Membre de l'Académie d'agriculture

### Effets de l'agriculture sur la biodiversité

L'agriculture<sup>1</sup> et la biodiversité sont en interaction constante, la biodiversité ayant un effet, positif ou négatif, sur les activités agricoles et l'agriculture ayant un effet, considéré comme positif ou négatif, sur la biodiversité.

La biodiversité est dynamique. Elle a évolué au cours du temps sous la contrainte du milieu physique, sol, eau, température puis, en plus de cette contrainte physique, sous l'action de l'homme de plus en plus prégnante au fur et à mesure de l'élargissement du monde habité.

La situation varie d'une région à une autre mais les grands phénomènes restent les mêmes, avec une différence de rapidité de mise en œuvre, en particulier en fonction de la den-

sité de population. En France il est possible de considérer trois grandes étapes, de durées très différentes :

- le début de l'agriculture créatrice de biodiversité tant au niveau des paysages que de la diversité des espèces ;
- l'intensification agricole de la deuxième moitié du 20e siècle et l'uniformisation des cultures et des paysages ;
- la prise de conscience du phénomène et les actions actuelles.

Ensuite, en plus des aspects généraux à l'échelle des territoires, il est

<sup>1</sup> On entend ici par agriculture les productions végétales et l'élevage.

#### Le projet de loi sur la biodiversité

La biodiversité doit être reconnue comme un bien précieux, mais complexe et encore insuffisamment connu. Le gouvernement a présenté un projet de loi sur la biodiversité en mars 2014, projet qui devrait être débattu en 2015. Cependant, si un encadrement juridique est mis en place, il doit veiller à être clair dans ses objectifs. Les règles applicables aux activités économiques doivent pouvoir s'adapter aux connaissances nouvelles sans être source d'instabilité permanente pour les acteurs économiques. Il est en particulier important de tenir compte du fait que la biodiversité est évolutive et en interaction constante avec les activités agricoles.

intéressant de se pencher sur la biodiversité au niveau de la parcelle cultivée.

### L'AGRICULTURE, CRÉATRICE DE BIODIVERSITÉ

Le territoire français a été soumis au cours des différentes ères géologiques à des variations de climat très importantes, passant de climats chauds et humides à des périodes glaciaires. Le dernier maximum glaciaire a eu lieu il y a dix huit mille ans. Le climat s'est ensuite réchauffé peu à peu, permettant la recolonisation du territoire par une forêt de pins sylvestre et de bouleaux, suivie par un développement d'essences caducifoliées comme le chêne, l'orme, le tilleul, l'aulne et le noisetier, au détriment du pin et du bouleau. On constate déjà, dès cette période sans intervention humaine, des variations sensibles de la biodiversité.

Au début du néolithique on peut donc imaginer un territoire national très peu diversifié avec une couverture forestière importante, côtoyant landes et marécages. Il y a 7000 ans la surface en forêt était évaluée à 90%<sup>2</sup> du territoire. Au début les cultures se font sur abattis-brûlis en sols limoneux mais, à partir d'environ 2500 ans avant Jésus-Christ, les défrichements se développent et le travail des sols lourds peut se faire grâce à l'invention de l'araire et du joug d'épaule pour les bovins. A la fin de la période gallo-romaine on était loin de la Gaulle chevelue, les forêts n'occupant plus que 30 à 40% du territoire. L'agriculture avait donc ouvert les paysages, permettant le développement d'une nouvelle flore inféodée aux cultures et la création d'une grande diversité paysagère avec des paysages de bocages ou de champs ouverts sui-

vant les régions et une mosaïque de cultures et de prairies.

L'assèchement et la mise en valeurs des zones humides a été un autre volet de l'action de l'agriculture sur la biodiversité et la diversité des paysages. Cette action a été plus tardive que la déforestation et a été significative au haut Moyen Âge. C'est cependant sous Henri IV que le mouvement s'est accéléré avec l'édit en faveur de l'assèchement des lacs et marais de France redéfinissant les relations entre les sociétés et les zones humides<sup>3</sup>. Cette action s'est poursuivie pendant tout le 17<sup>e</sup> siècle, puis, plus localement, jusqu'au milieu du 20<sup>e</sup> siècle. Ici encore l'agriculture a créé des paysages et des terroirs considérés encore de nos jours comme des milieux intéressants avec une biodiversité spécifique à préserver comme, par exemple, les hortillonnages d'Amiens, le marais poitevin et la Camargue.

Enfin, les zones de pâturages permettent de garder des milieux ouverts en moyenne et haute montagne et dans des régions difficiles comme les régions karstiques du quart sud-ouest de la France.

**L'agriculture a donc créé une variété de paysages sur le territoire national tout en développant une nouvelle biodiversité, inexistante dans les systèmes primaires pré-agricoles.**

### LES EXCÈS DE L'UNIFORMISATION APRÈS LA DEUXIÈME GUERRE MONDIALE.

Jusqu'en 1950, l'agriculture était cependant peu productive et avait beaucoup de mal à répondre à la

demande alimentaire du pays. L'augmentation de la production se faisait essentiellement aux dépens des zones forestières. La « modernisation » de l'agriculture a pris son essor dans la deuxième moitié du 20<sup>e</sup> siècle, correspondant à un choix politique de développer les capacités productives pour permettre à la France de sortir du contexte de pénurie et de dépendance alimentaire de l'après-guerre<sup>4</sup>.

Le côté positif de cette évolution est que la France, non seulement est devenue en quelques décennies auto-suffisante mais qu'elle est aujourd'hui une puissance agricole majeure et que les produits agroalimentaires représentent son deuxième secteur d'exportation dont elle a bien besoin pour diminuer le déséquilibre de sa balance commerciale.

Cependant, pour atteindre cet objectif, en plus de l'intensification de l'usage des intrants et des variétés améliorées, l'évolution s'est traduite par une modification profonde des paysages avec le remembrement de 15 millions d'hectares pour permettre l'augmentation de la surface parcellaire favorisant la mécanisation, la division du linéaire de haies par trois, la suppression de nombreux fossés. La spécialisation des productions a également provoqué une diminution sensible des espèces cultivées et la disparition de 5 millions d'hectares de surfaces fourragères. Il faut aussi noter que l'accroissement de la productivité à l'hectare

<sup>2</sup> Bernard Le Buanec, *Compte Rendus de l'Académie d'agriculture de France*, vol 97, n°1.

<sup>3</sup> Raphael Morera, *L'assèchement des marais*, ISBN978-2-7535-1466-9 Presses universitaires de Rennes, 2011.

<sup>4</sup> *Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies*. ESCO INRA, Juillet 2008, sous la direction de Claire Sabbagh.



Il n'y a pas eu de perte de diversité génétique des principales espèces cultivées.

a permis une augmentation de la surface en forêt, avec une progression de 35% au cours de la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle (mais est-ce vraiment un bien pour la biodiversité et la diversité paysagère ?).

**L'intensification de l'agriculture au cours de la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle a permis d'atteindre les objectifs politiques d'augmentation de la production. Elle a eu aussi pour conséquence une uniformisation des paysages et de la biodiversité.**

### **LA PRISE DE CONSCIENCE DE L'IMPORTANCE DE LA DIVERSITÉ ET LES ACTIONS ACTUELLES**

Alors même que l'intensification se mettait en place, dès le milieu des années 1960, des lanceurs d'alertes, comme Rachel Carlson en 1963 et

Jean Dorst en 1965, soulignaient sur les risques encourus. Le débat sur la biodiversité s'amplifiait dans les années 1980 avec un point fort en 1992, année de la conférence de Rio sur le développement et l'environnement.

Ces signaux ont été entendus par la profession agricole et des actions ont été mises en place à plusieurs niveaux.

A un échelon encore modeste mais ayant cependant un effet notoire, les agriculteurs ont replanté des haies et aménagé les bordures de champs, soit entre parcelles elles-mêmes, soit en limite de cours d'eau. Ces espaces, bien que de surface réduite, ont un effet important à la fois sur la diversité paysagère et sur la flore herbacée naturelle et certaines espèces comme les carabes pour lesquelles ils représentent un milieu vital.

Il faut cependant aller plus loin. L'intensification de l'agriculture de l'immédiat après-guerre a été le fait d'une décision politique nationale et communautaire. La simplification des systèmes de culture, la déprise des prairies naturelles sont en grande partie dues à la structure des aides de la Politique agricole commune (PAC). C'est pour cela que les mesures agroenvironnementales (MAE) du second pilier de la Politique agricole commune ont été mises en place et plus particulièrement au niveau national la prime herbagère et les mesures environnementales rotationnelles<sup>5</sup>. Ces mesures commencent à porter leurs fruits et doivent être poursuivies.

---

*5 Il est intéressant de noter que le cahier des charges de l'agriculture biologique ne contient pas de critères spécifiques à la biodiversité.*

Enfin l'agriculteur peut être producteur de biodiversité dans le cas de la mise en œuvre de mesures compensatoires. La notion de compensation écologique date de la Convention internationale sur les zones humides de 1971 (Convention Ramsar). Son extension s'est faite régulièrement et, aujourd'hui, les mesures compensatoires de destruction de biodiversité s'appliquent à tous les projets d'aménagements. Les agriculteurs peuvent être partie prenante de cette activité. Depuis les années 1970 la prise de conscience de l'importance de la biodiversité, y compris la diversité paysagère, a conduit à de nombreuses actions en agriculture. Celles-ci peuvent être mises en œuvre de façon simple au niveau de l'exploitation agricole. Cependant une évolution radicale nécessitera une volonté d'aménagement de la politique agricole par le biais des MAE.

### LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE AU NIVEAU DE LA PARCELLE ET LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE DES ESPÈCES CULTIVÉES

L'objectif de l'agriculteur étant d'avoir un champ propre c'est-à-dire aussi bien désherbé que possible, de toute évidence la biodiversité au niveau d'une parcelle cultivée est moindre que dans les bordures de champ et les prairies. De même la lutte contre les prédateurs et les maladies provoque une diminution de la biodiversité. Ce phénomène n'est cependant pas modifiable si l'on veut maintenir un agriculture productive<sup>6</sup>. C'est la raison pour laquelle il faut favoriser les zones refuges, les bordures enherbées, les haies... (cf. *supra*)

Pour augmenter la biodiversité dans une parcelle agricole il est possible de faire des cultures associées mais cette technique a des limites tant en ce qui concerne le nombre d'espèces possibles qu'en ce qui concerne les techniques à mettre en œuvre et les possibilités de marchés. L'évolution de l'agriculture dans la deuxième moitié du 20<sup>ie</sup> siècle a donc conduit, à une diminution importante des espèces cultivées. La question qui se pose est de savoir si, pour les cultures principales que sont le blé, le maïs, l'orge et le colza, il y a eu, à l'intérieur des espèces, une perte de diversité génétique. Les indicateurs généalogiques et ceux fondés sur les marqueurs moléculaires, qui sont les plus pertinents, montrent qu'à quelques exceptions près, en particulier lors de changement de techniques ou d'idéotypes variétaux, il n'y a pas eu de perte de diversité génétique des variétés cultivées lors des 100 dernières années. De plus, après des changements de techniques culturales ou d'idéotypes variétaux, la diversité génétique perdue a été récupérée après quelques années<sup>7</sup>. Ceci est dû en grande partie à l'extension du pool génétique disponible pour les travaux d'amélioration des plantes, que ce soit du matériel élite, du matériel exotique ou des espèces sauvages apparentées. Il faut donc veiller à ne pas imposer des contraintes trop fortes, tant sur les plans national qu'international, à l'accès et au mouvement de ces ressources génétiques.

**L'objectif de l'agriculteur étant d'avoir des parcelles propres pour éviter la compétition avec les**

**« mauvaises herbes », la diversité biologique au niveau de la parcelle cultivée est plus faible que dans les parties non cultivées. Cependant, du fait des importants travaux effectués en amélioration des plantes, il n'y a pas eu de perte de diversité génétique des principales espèces cultivées.**

### CONCLUSION

L'agriculture a créé de la biodiversité et de la diversité des paysages depuis le développement de l'agriculture au néolithique jusqu'à la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle. L'intensification qui a suivi la Deuxième Guerre mondiale, résultant d'une décision politique en faveur de l'autosuffisance alimentaire, a provoqué une diminution de cette diversité. Cependant, depuis les années 1980, un nouveau mouvement en faveur de la biodiversité et de la diversité des paysages a vu le jour. Des actions ponctuelles au niveau de l'exploitation agricole ont déjà des effets positifs. Il faudra cependant de nouvelles décisions politiques fortes pour amplifier le phénomène. Du fait de l'importance des travaux publics et privés en amélioration des plantes il n'y a pas eu de perte de diversité génétique des principales espèces cultivées. ■

<sup>6</sup> En effet l'objectif est bien de limiter les plantes adventices, les maladies et les ravageurs, de même, par exemple que la lutte contre les moustiques et les virus pour protéger la santé humaine.

<sup>7</sup> Bernard Le Buanec, 2010, *Evolution de la diversité génétique des variétés commercialisées chez différentes espèces de grande culture, Le sélectionneur Français, Vol 61, p.7-14.*

**DOSSIER**

**Oléagineux métropolitains :  
enjeux et perspectives**





**Emile Choné,**  
Archiviste-bibliothécaire  
Ancien directeur d'Agropol/  
PROLEA

## Emile Choné

Membre de l'Académie d'agriculture

### L'émergence d'une organisation de filière dans un contexte de libéralisation du marché mondial

**A**u cours des 50 dernières années des changements majeurs ont affecté le secteur français des oléagineux : libéralisation du marché par la disparition des barrières douanières, renversement des approvisionnements, apparition des notions nutritionnelles d'acides gras indispensables et organisation poussée de la filière.

En 1960, l'huile d'arachide importée du Sénégal représentait 53% du marché français, suivie par l'huile de colza 12%, l'huile de tournesol n'était pas encore apparue sur le marché. Aujourd'hui le marché est dominé par les huiles de colza et de tournesol, l'huile d'arachide sans avoir disparu ne représente plus que 5% du marché.

Les années 60 voyaient également le début des importations de tourteau de soja pour l'alimentation des élevages de porcs et de volailles. Ces importations d'aliments riches en protéines ont pris une importance considérable pour représenter à la fin des années 60 plus de 60% du marché. Ces mouvements étaient la conséquence d'accords internationaux (concessions tarifaires pour l'importation des graines oléagi-

neuses et des tourteaux sans droits de douane) et de règlements de marché communautaires pour soutenir le développement interne des oléagineux jusqu'en 1992.

Le DIESTER, apparu dans les années 90, absorbe aujourd'hui environ la moitié des huiles produites en France et a permis la reconquête d'une partie du marché intérieur des tourteaux.

Dans cette période a été mise en évidence scientifiquement le caractère indispensable pour la nutrition de certains acides gras constitutifs des huiles, les acides gras de la famille des omégas 6 d'abord (l'acide linoléique majoritaire dans l'huile de tournesol) puis ceux de la famille des omégas 3 ensuite (l'acide alpha linoléique présent dans l'huile de colza). Ces notions scientifiques ont sous-tendu le développement dans l'alimentation humaine de l'huile de tournesol à partir des années 60 puis de celle de colza à la fin des années 90. L'huile de colza, objet d'une polémique scientifique qui a duré plus de 20 ans, n'en sortit qu'après 1995 pour devenir une référence en matière nutritionnelle suite aux études d'intervention menées dans



Des productions confrontées à la libéralisation des échanges mondiaux d'oléagineux.

les années 80 par des équipes de l'INSERM.

Enfin, ce secteur a connu une organisation de filière de plus en plus poussée, appuyée sur la loi sur les interprofessions et qui permet aujourd'hui

à l'Etablissement financier de la filière d'avoir le contrôle d'entreprises clés d'aval : le DIESTER tout d'abord, LESIEUR ensuite et l'un des leaders de l'alimentation animale GLON-SANDERS. Cette organisation donne à la filière française

des huiles et protéines végétales une maîtrise remarquable de son développement dans un contexte de marché totalement ouvert aux échanges internationaux. ■



André Pouzet,  
Directeur du CETIOM

## André Pouzet

Membre correspondant de l'Académie d'agriculture

### Potentiel technique des oléagineux métropolitains dans les prochaines années

**Au cours des prochaines années, le principal objectif de la recherche du potentiel technique des plantes, qu'elle soit finalisée ou appliquée, restera l'amélioration de la compétitivité des cultures oléagineuses.**

La compétitivité repose bien sûr sur l'amélioration des performances spécifiques des principales cultures concernées (colza, tournesol et soja), mais dans le contexte réglementaire de la Politique agricole commune et de sa déclinaison en France, la compétitivité doit aussi s'apprécier à l'échelle des systèmes de culture, en abordant le sujet de la contribution des oléagineux à la compétitivité des exploitations agricoles.

Le caractère récent de l'arrivée sur le marché d'hybrides restaurés de colza d'hiver permet d'envisager des progrès importants au cours des prochaines années, grâce à une meilleure connaissance de l'aptitude à la combinaison des lignées parentales et à l'augmentation de la variabilité de ces lignées, par exemple en exploitant la diversité génétique du chou. Il en est de même avec le programme HELIADIV en cours de réalisation pour élargir les bases génétiques

utiles à la sélection du tournesol. Ces deux projets sont conduits par l'INRA avec le soutien de PROMOSOL (Association entre l'INRA, l'UFS, le CETIOM et l'Interprofession des oléagineux et des protéagineux).

#### RÉGULARITÉ DES PERFORMANCES

Au-delà du potentiel de rendement, c'est bien la régularité de la performance qui est réclamée par les agriculteurs, et l'amélioration de la tolérance aux stress biotiques et abiotiques fait l'objet de recherches importantes. Pour le tournesol, des progrès importants ont été réalisés sur la tolérance aux maladies, et des solutions génétiques sont en cours de valorisation également pour le contrôle de l'orobanche. C'est donc l'amélioration de la tolérance à la sécheresse qui reste la priorité, notamment à travers le programme SUNRISE mis en œuvre dans le cadre des Investissements d'avenir. Pour le





Semi-direct de colza sous couvert de lentilles.

soja, la teneur en protéines a fait l'objet d'amélioration significative grâce aux travaux du GIE des Sélectionneurs de Soja, et des travaux d'éco-physiologie viennent d'être relancés par l'INRA avec le soutien de la Région Midi-Pyrénées pour améliorer la régularité de cette teneur dans la diversité des situations de production agricole. Ces travaux visent également à faciliter l'adaptation du soja à de nouvelles aires de production. L'irrégularité des rendements reste également un des points sensibles pour la culture du colza, et les années récentes ont bien mis en évidence sa forte sensibilité aux variations du climat, notamment au moment des semis. C'est plus au niveau agronomique qu'au niveau de la sélection que cette question est abordée, et les études récentes conduites par le CETIOM sur l'inté-

rêt du semis direct avec des cultures de légumineuses associées pendant l'automne, devraient apporter une réponse pertinente dans les régions où l'hiver est suffisamment marqué pour permettre la destruction naturelle de ces plantes compagnes.

### TOLÉRANCE AUX RAVAGEURS

Un autre point sensible pour le colza est constitué par le cortège de ravageurs, principalement des insectes, qui peuvent empêcher l'expression du potentiel de rendement tout au long du cycle de la culture. On observe une relance des travaux de sélection sur la tolérance variétale, mais il s'agit là de travaux à long terme, et à l'échéance de quelques années ; ce sont probablement les solutions de bio-contrôle qui seront les plus faciles à mettre en

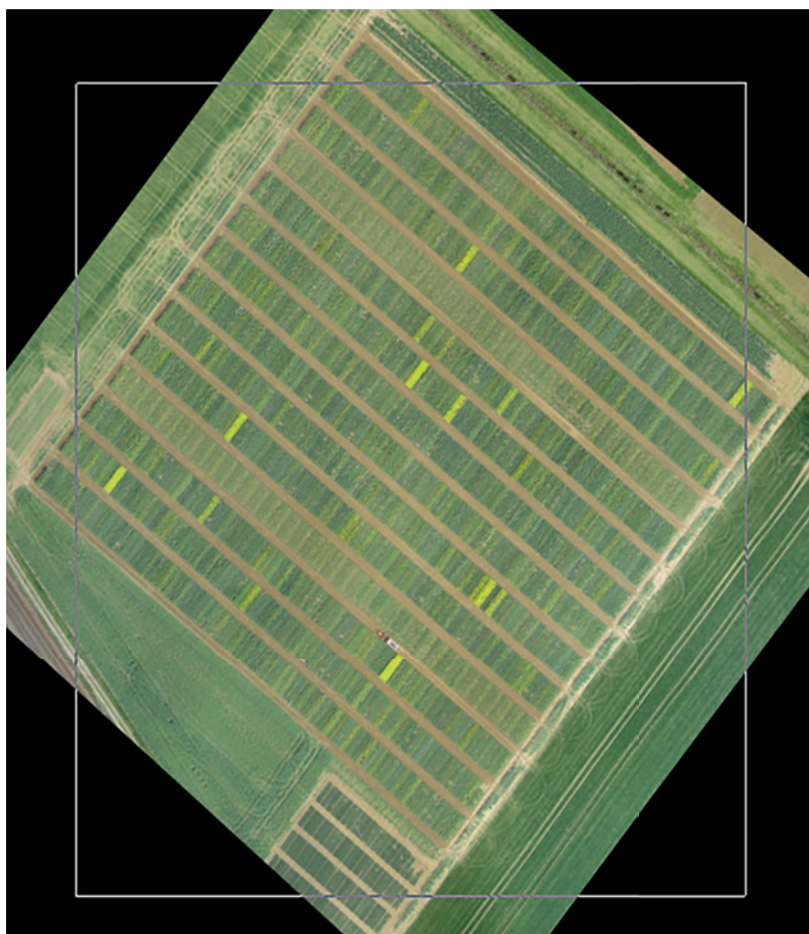
œuvre, dans la mesure où l'évolution de la réglementation apporte de plus en plus de contraintes à l'utilisation de solutions chimiques nouvelles, alors que les produits anciens montrent leurs limites, tant au niveau de l'efficacité que pour l'environnement.

Si on s'intéresse à la contribution des oléagineux métropolitains à la compétitivité des exploitations agricoles, il s'agit d'approches systémiques encore peu développées, mais qui trouvent aujourd'hui un écho de plus en plus important grâce à l'utilisation en place de dispositifs spécifiques tant par la mise en place de nouveaux lieux de réflexion et de programmation (par exemple le GIS GCHP2E – Grande culture à hautes performances économiques et environnementales) que par celle

d'expérimentations spécifiques comme dans le projet SYPPRE (Systèmes de Production Productifs et respectueux de l'Environnement), dispositif multilocal conduit conjointement par Arvalis-Institut du Végétal, le CETIOM et l'ITB. Sur ces dispositifs, la capacité de résilience des systèmes est un objet essentiel, que l'on évalue dans la diversité des pratiques des agriculteurs. Celles-ci sont observées dans le cadre de réseaux régionaux d'agriculteurs, avec le souci de proposer un nouvel équilibre entre les approches historiques de type « TOP-DOWN » et les approches « BOTTOM-UP » que l'on souhaite encourager.

### L'APPORT DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES

Enfin il convient de souligner que les progrès attendus dans les prochaines années bénéficieront grandement de nouveaux outils issus de l'application de nouvelles technologies et en particulier des technologies numériques. Pour la valorisation des réseaux d'expérimentation variétale, on pense notamment au phénotypage et à la complémentarité permise, entre les données d'inscription des variétés au CTPS, celles issues des réseaux d'évaluation post-inscription et les résultats observés dans les parcelles agricoles. Et cet ensemble grâce au



Dispositif de phénotypage des lignées de colza (Rapsodyn Dijon printemps 2014).

développement de capteurs pertinents installés sur des équipements agricoles ou sur des drones, les données acquises en grande quantité étant stockées sur des supports rapides de capacité proportionnée, puis traitées par des processeurs

de plus en plus puissants. Au final, c'est probablement notre capacité à extraire la valeur ajoutée de tous ces ensembles de données qui sera le facteur limitant pour la valorisation des progrès des travaux conduits tant en sélection qu'en agronomie. ■



Georges Vermeersch,  
Ancien président de l'ITERG

## Georges Vermeersch

Membre correspondant de l'Académie d'agriculture

### Les biocarburants issus d'oléagineux

**Les biocarburants issus des productions oléagineuses ne manquent pas d'atouts, mais sont confrontés aux politiques réglementaires mises en place dans différents pays.**

#### LE BIODIESEL ET LES HUILES VÉGÉTALES HYDROTRAITÉES (HVO)

Les huiles végétales pures ne conviennent pas aux technologies modernes des moteurs diesel du fait de leur encrassement et des émissions polluantes générées lors de la combustion. Les huiles végétales (triglycérides) doivent donc être transformées en produits se rapprochant de la structure du gazole. On distingue deux types de traitement: la transestérification qui conduit au biodiesel et l'hydrotraitement. La transestérification est réalisée par catalyse homogène ou hétérogène, la voie homogène étant la plus répandue à ce jour. Les esters méthyliques d'huiles végétales (EMHV) ainsi obtenus ont des caractéristiques physico-chimiques très proches de celles du gazole. L'hydrotraitement, traitement des triglycérides par forte pression d'hydrogène, conduit à la production de paraffines qui sont ensuite isomérisées pour donner du biogazole sans oxygène et sans double liaisons. Ces

HVO intéressent fortement les compagnies aériennes pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. Les esters méthyliques représentent actuellement la très grande majorité des biocarburants incorporés au gazole.

#### LES ATOUTS DES BIOCARBURANTS ISSUS D'OLÉAGINEUX

Les biocarburants présentent de nombreux avantages tant au niveau environnemental que du point de vue socioéconomique. Au niveau agricole les cultures oléagineuses (colza et tournesol) sont d'excellentes têtes de rotation permettant de rompre le cycle de monoculture. En ce qui concerne les émissions polluantes lors de la combustion, de très nombreuses études ont été réalisées sur les EMHV depuis vingt ans. Les esters ne contenant ni soufre ni cycles aromatiques mais en revanche deux atomes d'oxygène réduisent les émissions polluantes. Sont ainsi diminués les



Unité de transestérification de Grand-Couronne

Crédit photo : Cédric Helsly, Prolea

rejets de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et de particules. Les oxydes d'azote ont en revanche tendance à légèrement augmenter. Le carbone constituant le biodiesel provient du gaz carbonique atmosphérique capté par la photosynthèse. De l'énergie, donc du carbone fossile est nécessaire aux différentes étapes de la production d'EMHV. Le bilan global est très favorable au biodiesel puisqu'il présente un impact réduit de 67% d'émissions de gaz à effet de serre par rapport au gazole. Il importe de signaler que cette approche n'intègre pas le changement indirect d'affectation des sols (CASI ou ILUC en anglais). Le fondement du CASI est que les produc-

tions de matières premières destinées aux biocarburants pourraient faire défaut sur le marché alimentaire. Celles-ci devraient être produites ailleurs dans le monde et entraîner d'éventuelles déforestations. Depuis près de dix ans ce thème a fait l'objet de différentes analyses. Les résultats obtenus sont extrêmement contrastés, de valeurs négatives à très élevées. Avant d'intégrer ce paramètre dans le bilan carbone du biodiesel, il importe d'avoir des modèles plus robustes qui conduisent à un consensus scientifique.

En 2013, une évaluation du poids socioéconomique de la filière biodiesel en France a été réalisée. Quelques chiffres clés en ressortent :

valeur ajoutée de la filière, 2 milliards d'euros, emplois créés, 20000 postes. Par ailleurs cette filière a un impact positif sur notre balance commerciale car nous importons moins de gazole, dont nous sommes déficitaires mais aussi moins de tourteaux. Les tourteaux de colza et de tournesol ainsi produits et destinés à l'alimentation animale se substituent aux tourteaux de soja importés et réduisent notre dépendance dans ce secteur.

### PRODUCTION 2013

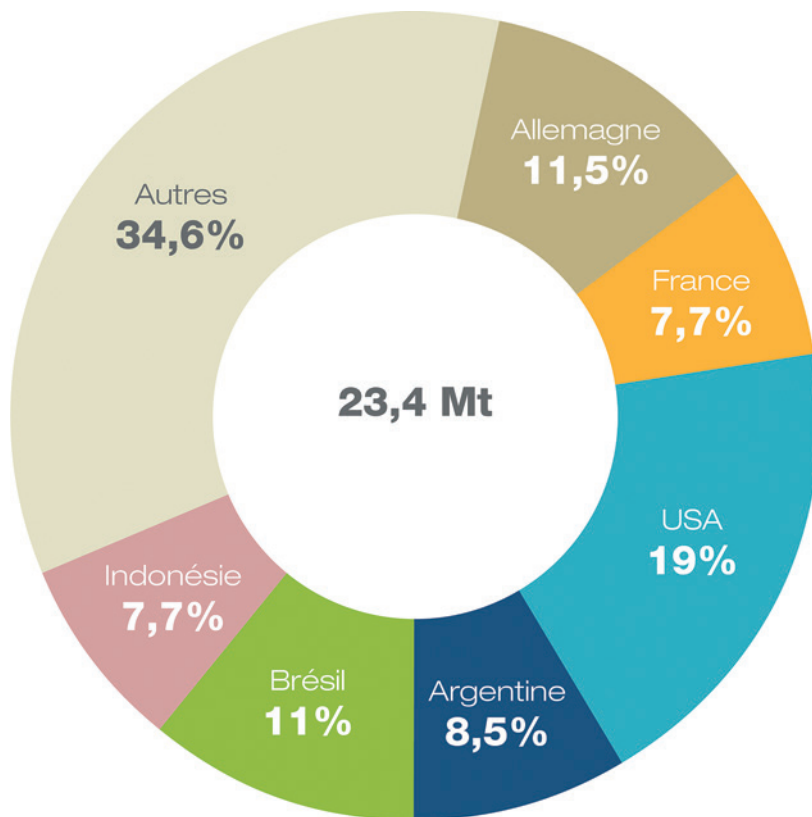
La production d'HVO étant à ce jour encore marginale, les statistiques ne portent que sur les EMHV. Les premières productions industrielles de

biodiesel ont commencé au milieu des années 90. En 2005 la production mondiale s'élevait à 3300kt, elle a été de 23440kt en 2013. Le premier pays producteur est les États-Unis. Sa production évolue en fonction des politiques fiscales mises en œuvre. L'Allemagne, en deuxième position, voit sa production croître régulièrement. La France avec une production de 1800 kt représente 7.7% de la production mondiale.

### PERSPECTIVES

La production de biocarburants est intimement liée aux politiques réglementaires et fiscales mises en place dans chaque pays. Encore faudrait-il que ces politiques soient stables dans le temps. Au niveau européen la première directive remonte à 2003, elle fixait un objectif (non obligatoire) d'incorporation de 5,75% de biocarburants à l'horizon 2010. En 2009 la directive énergie renouvelable fixait un nouvel objectif de 10% de biocarburants pour 2020, et mettait également en place différents critères de durabilité. Fin 2012, le Collège des Commissaires avait adopté une proposition pour intégrer la problématique du CASI et elle limitait à 5% les biocarburants produits à partir de cultures alimentaires. Ce rapport a été adopté en première lecture par le Parlement européen. Le rappor-

REPARTITION DE LA PRODUCTION MONDIALE EN 2013 : 23,4 MT



Sources FoLicht

teur n'ayant pas obtenu de mandat de négociation avec le Conseil, les choses ont traîné et l'élection d'un nouveau Parlement n'a pas accéléré la procédure. En février 2015, la nouvelle Commission environnement du Parlement a adopté un texte limitant à 6% les biocarburants de première génération et intégrant le CASI dans

le calcul des gaz à effet de serre. Les États membres veulent un taux de 7% et indiquer le CASI sans l'intégrer dans les calculs compte tenu de toutes les incertitudes dont il fait l'objet. Un compromis devait être recherché afin de présenter un texte en deuxième lecture au Parlement européen en avril 2015. ■



Jean-Marie Bourre,  
Membre de l'Académie  
de Médecine. Ancien directeur  
des unités Inserm de  
Neuro-toxicologie puis de  
Neuro-pharmaco-nutrition

## Jean-Marie Bourre

Membre de l'Académie d'agriculture

### Propriétés nutritionnelles des huiles, principalement de colza

**Les huiles sont des corps gras, c'est-à-dire des lipides (dénomination synonyme de graisse). Or, la vie est strictement impossible sans graisses. Car elles interviennent prioritairement à tous ses niveaux : elles fournissent de l'énergie, participent fondamentalement à l'architecture des structures biologiques, constituent les précurseurs d'hormones ; pour n'évoquer que leurs rôles majeurs.**

Les corps gras sont principalement constitués de constructions moléculaires très simples, les plus fréquentes sont dénommées triglycérides et phospholipides, elles-mêmes formées d'acides gras. La nature de ces acides gras confère précisément à chaque corps gras alimentaire ses caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ; et nutritionnelles, bien évidemment. Saturé signifie que les acides gras saturés sont majoritaires ; mono-insaturé traduit la prédominance des acides mono-insaturés (principalement l'acide oléique, découvert dans l'huile d'olive) ; poly-insaturé exprime que ces acides gras sont présents en quantités utiles, mais pas obligatoirement majoritaires, quant à eux.

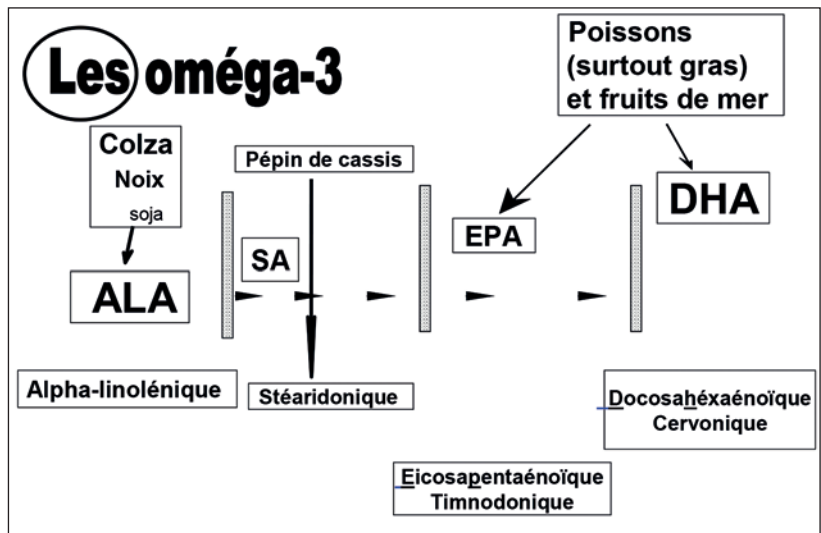
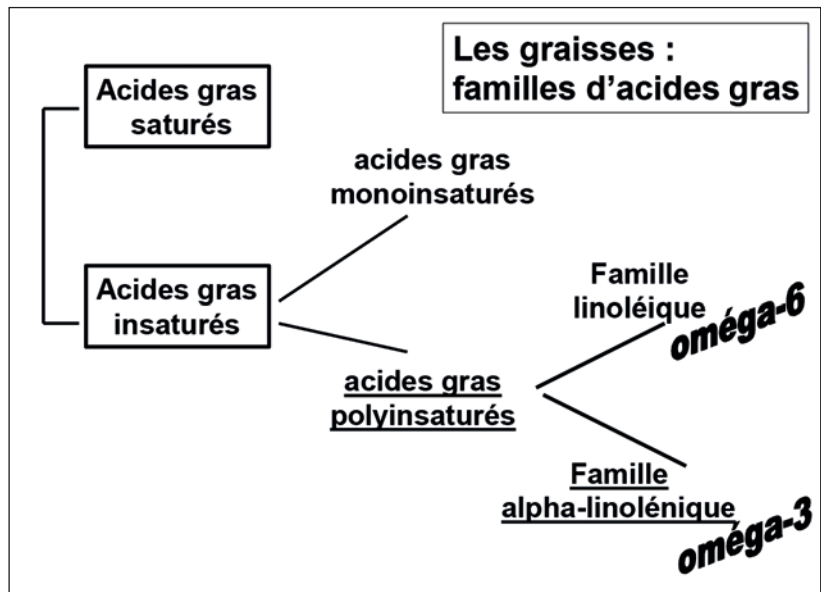
Parmi les acides gras poly-insaturés, deux sont indispensables, c'est-à-dire que l'organisme des mammi-

fères, donc celui de l'Homme, ne le synthétise pas, ni même ne peut les transformer l'un en l'autre ; alors qu'il en a un besoin absolu. Leur origine alimentaire est par conséquent obligatoire. Avant leur identification chimique, ils ont été regroupés sous le vocable de « vitamine F ». Il s'agit de l'acide linoléique et de l'acide alpha-linolénique (acronyme : ALA), chacun représentant le chef de familles baptisées oméga-6 pour l'une et oméga-3 pour l'autre. Sur le plan nutritionnel, la famille oméga-3 est constituée de quatre éléments principaux. L'ALA est le précurseur immédiat de l'acide stéaridonique, (présent notamment dans l'huile de pépin de cassis). Après lui, dans la chaîne métabolique et chimique, se trouve l'acide timnodonique (EPA, acronyme anglo-saxon d'acide eicosapentaénoïque) ; important au sein des huiles de poisson dans le cadre de la prévention et du traitement de

*Note liminaire : par définition réglementaire en France, une huile est un corps gras qui se trouve liquide à la température de 15°. Les graisses, notamment animales mais aussi végétales pour certaines, sortent donc du champ de cet article. Par ailleurs, une huile peut être consommée vierge, ou raffinée. Cet article ne concerne que les huiles raffinées ; car, celles qui sont vierges contiennent divers micronutriments (notamment les polyphénols, et autres tanins), spécifiques à chacune, jouant des rôles plus ou moins importants en termes de santé du consommateur (cf. l'huile d'olive).*

maladies cardio-vasculaires, entre autres. Il a été découvert dans le thon. Le dernier de la chaîne, le plus important, porte le nom d'acide cerwonique (DHA, acide docosahéaénoïque), car le cerveau est l'une des structures du monde vivant qui en contient le plus, expliquant pourquoi c'est dans cet organe qu'il a été découvert. Incidemment, ce faisant, un tiers de la structure lipidique membranaire cérébrale est dérivé de l'alimentation, directement et obligatoirement ! En effet, dans le cerveau, un acide gras sur trois est poly-insaturé, oméga-3 ou oméga-6. En tout état de cause, toutes les membranes biologiques sont incontournable-

Parmi ces oméga-3, seuls l'ALA et le DHA bénéficient de recommandations nutritionnelles quantitatives (ANC : apports nutritionnels conseillés), en France tout au moins. S'y ajoute l'EPA, depuis mars 2010. Globalement, les deux acides gras de gauche (ALA et acide stéaridonique) sont l'apanage du monde végétal, les deux autres, EPA et DHA sont plutôt animaux. Avec les oeufs à la transition, riches de tous les oméga-3 pour autant que les poules pondeuses aient été bien nourries, c'est l'oeuf « sauvage » crétois. En fait, les choses ne sont pas aussi manichéennes. Par exemple, un cochon nourri avec des algues ou des graines de lin offrira un saindoux riche en ALA. Le lapin qui profite de la verdure sauvage (riche en oméga-3, comme l'herbe de printemps, mais aussi le pourpier) aura un tissu adipeux naturellement riche en oméga-3. Le poisson nourri avec de l'huile de lin ou de colza sera riche en ALA, mais pas forcément en DHA.



ment riches en oméga-3 et en oméga-6. Spécifiques du règne animal, EPA et DHA sont utilisés dans plusieurs formulations de médicaments.

### LE POINT SUR LES ALLÉGATIONS AUTORISÉES

Au plan alimentaire (aliments et compléments alimentaires), certains acides gras figurent dans la liste des « allégations santé » autorisées au niveau européen (par l'Ef-sa, qui s'est montrée très sélective et exigeante). Dans le JO de l'UE de

2012 : l'ALA bénéficie d'une allégation : « contribue au maintien d'une cholestérolémie normale ». Pour les produits contenant de l'ALA, de l'EPA et/ou du DHA, les allégations sont : « contribue à une fonction cardiaque normale », « contribue au fonctionnement normal du cerveau » et « contribue au maintien d'une vision normale ». Dans le JO de 2013 s'ajoute le DHA : « contribue au maintien d'une concentration normale des triglycérides dans le sang ». Ainsi que les DHA et EPA : « contribuent au maintien d'une pression

sanguine normale » et « contribuent au maintien d'une concentration normale des triglycérides dans le sang ». Incidemment, concernant les noix, notamment au titre de leur contenu en oméga-3, l'Efsa autorise l'allégation suivante : « Les noix contribuent à améliorer l'élasticité des vaisseaux sanguins ».

Dans le domaine pharmaceutique, une huile de poisson à base d'acides gras oméga-3 purifiés, a obtenu l'AMM en France depuis de nombreuses années.

Les oméga-3 présentent donc de multiples intérêts, conséquences de leur participation au maintien d'une physiologie équilibrée des organes, le cerveau et le cœur au premier chef. Mais ils exercent aussi des effets préventifs vis à vis de nombreuses pathologies, en particulier psychiatriques, cardio-vasculaires ; voire à l'encontre de maladies présentant une composante inflammatoire : dermatologiques, ostéo-articulaires, intestinales ; bien au-delà des maladies cardiovasculaires et neurologiques dégénératives (Alzheimer) ; voire rénales, pulmonaires chroniques inflammatoires et même ostéoporose.

Pour l'acide oléique, l'allégation est : « Le remplacement des graisses saturées par des graisses mono-insaturées dans le régime alimentaire contribue au maintien d'une cholestérolémie normale. L'acide oléique est une graisse insaturée ».

Depuis le 17 novembre 2014, s'ajoute une dernière allégation (utilisable uniquement pour les matières grasses et les huiles) touchant aux acides gras insaturés en général, donc aux oméga-3 et 6 : « Il a été démontré que la consomma-

tion de matières grasses riches en acides gras insaturés dans l'alimentation en remplacement des matières grasses riches en acides gras saturés abaisse/réduit le taux de cholestérol sanguin. Une cholestérolémie élevée constitue un facteur de risque de développement d'une maladie cardiaque coronarienne ». Utilisable seulement pour les matières grasses riches en acides gras insaturés, au sens de la réglementation.

A noter que l'acide linoléique (oméga-6) bénéficie d'une allégation : « contribue au maintien d'une cholestérolémie normale ».

La particularité du régime crétois est d'inclure cet ALA, en sus du régime méditerranéen. Il a permis de mettre en évidence une intéressante chaîne alimentaire. Elle repose sur le pourpier, espèce de salade très riche en ALA. Celle-ci est consommée par les escargots et les lapins, qui accumulent donc l'ALA (et profite au consommateur humain). Les poules pondeuses en absorbent aussi ; tout en mangeant aussi des escargots, limaces et autres, tous riches en ALA. De ce fait leur chair contient de notables quantités d'ALA. Mais, point d'extrême importance, elles pondent des oeufs (largement présents dans la cuisine crétoise) dont il a été démontré qu'ils contiennent de 20 à 40 fois plus d'oméga-3 que les oeufs standards (américains en l'occurrence). L'équivalent du pourpier en France est la mâche, mais sa teneur en ALA est 4 fois plus faible.

### POURQUOI LE RAPPORT OMÉGA6/OMÉGA-3 EST-IL TRÈS IMPORTANT ?

Tout d'abord, point important, dans l'organisme, notamment dans le

foie, les transformations (en molécules fonctionnelles ou structurales) de chaque acide gras indispensable (ALA et acide linoléique, LA, pour la famille oméga-6) empruntent les mêmes mécanismes enzymatiques. De ce fait, par simple effet de compétition quantitative, un excès relatif d'oméga-6 (par rapport à l'ALA) réduit les transformations de l'ALA. Le déficit alimentaire en ALA est donc doublement néfaste : d'abord du fait même de ce déficit ; ensuite, facteur aggravant, par diminution de son utilisation, c'est-à-dire de son métabolisme.

En conséquence, au-delà des quantités intrinsèques de chacun des deux acides gras indispensables, le rapport oméga-6/oméga-3 constitue un index d'équilibre alimentaire, d'efficacité physiologique et de prévention de pathologies. La recommandation prescrit que ce rapport soit égal ou inférieur à 5 ; or, dans l'alimentation actuelle en France, il se situe au-delà de 15 (et atteint parfois 40), ce qui est dommageable.

Il convient donc de sélectionner des aliments équilibrants, dont le rapport soit très bas, de manière à ramener ce rapport au plus près de 5, plutôt que de ne choisir que des aliments juste équilibrés ; qui, bien qu'excellents en eux-mêmes, ne corrigeraient pas l'anomalie nutritionnelle globale.

Les seuls aliments équilibrants sont les huiles de colza, de lin et de noix (ainsi que les margarines en contenant de notables quantités), ainsi que les poissons gras (or ceux-ci, quand ils sont d'élevage, remplissent de moins en moins ce rôle, car la nature des lipides donnés par leur alimentation ne le permet pas). L'huile de soja n'est pas équilibrante car, outre



## Les classes d'acides gras dans les huiles alimentaires d'usage

	Oméga-3	Oméga-6	saturés	Mono-insaturés
noix	13	59	10	18
colza	9	22	8	61
blé (germe)	6	55	20	19
soja	7	57	15	21
maïs (germe)	1	59	13	27
olive (Afrique nord)	0,5	11	14	74
olive (Europe)	0,5	7	15	77
pépin de raisin	0,3	71	13	16
sésame	0,4	44	15	40
noisette	0,2	16	7	76
arachide (Afrique)	tr	20	20	60
arachide (Amérique)	0,1	39	22	39
tournesol France)	0,1	67	12	20
tournesol (USA)	0,1	71	11	18
carthame	tr	18	18	65
coton	tr	51	29	20
onagre	tr	72	9	9

Ces valeurs ne sont qu'indicatives. Des écarts importants sont observés selon les cultivars, les variétés et les lieux de culture.

Attention à de nouvelles huiles de colza pauvres en oméga-3 ! En effet, les oméga-3 étant fragiles, donc peu résistants à la chauffe, des variétés ont été sélectionnées, pour les réduire quantitativement. De plus, aux USA, une huile de colza transgénique a été créée (*rapessed canola*) presque dépourvue d'ALA. Dans ces deux cas, l'intérêt nutritionnel disparaît. L'huile d'onagre présente la particularité de contenir de l'acide gamma-linolénique (de la famille oméga-6), à hauteur de 8 à 10%. En France, l'huile de lin est utilisée en combinaison, le produit final étant alors fréquemment proche de l'huile de colza.

les oméga-3, elle contient de fortes quantités d'oméga-6 (rapport égal frisant les 8, alors qu'il est de 2,4 pour l'huile de colza, de 0,26 pour celle de lin ; de 0,07 pour les poissons gras).

Les besoins en ALA sont de l'ordre de 2,2 g/jour, ceux de DHA de 250 mg. En pratique donc, pour de simples raisons quantitatives, c'est l'ALA alimentaire qui contrôle le rapport oméga-6/oméga-3. Donc essentiellement l'huile de colza. Comment diminuer ce rapport ? Le rapport oméga-6/oméga-3 étant un

« objet mathématique », il existe deux moyens pratiques de le diminuer. Le premier est de réduire le numérateur, en abaissant le contenu en oméga-6 des aliments, mais cette opération est presque dénuée d'intérêt, les quantités absorbées n'étant, dans l'alimentation actuelle, que légèrement supérieures aux recommandations. En revanche, il convient de notablement augmenter le dénominateur, c'est-à-dire d'accroître la teneur en oméga-3 dans les aliments. Les seuls aliments efficaces sont, il faut le rappeler, les huiles de lin et de colza ; ainsi que les pois-

sons gras sauvages (et d'élevage, sous conditions).

### POUR UNE CONSOMMATION RAISONNÉE

Compte tenu des dérives globales de la consommation alimentaire générale actuelle en France, quelques recommandations peuvent être proposées.

Les **huiles saturées** doivent être modérément consommées, telle l'huile de palme dont il a beaucoup été question, à tort le plus sou-

vent. En effet, elles sont incontournables, ne serait-ce que par leur propriétés technologiques (préparation de pâtes feuilletées, de margarines, etc). Leur acide palmitique n'est évidemment pas toxique, mais il s'ajoute à celui qui est fabriqué par l'organisme humain et stocké dans le tissu adipeux.

Les **huiles mono-insaturées** sont intéressantes, mais ne constituent pas la panacée sur le plan nutritionnel, ni l'alternative complète aux huiles saturées. Il s'agit principalement des huiles d'olive, de colza, de noisette et d'arachide. Les recommandations officielles imposent un seuil maximal à ne pas dépasser.

Les **huiles majoritairement oméga-6** sont à limiter, ne serait-ce que pour corriger le déséquilibre avec les oméga-3. C'est pourquoi l'huile de tournesol doit faire l'objet d'une attention particulière, car elle se trouve non seulement dans les assaisonnements, mais aussi dans nombre de préparations culinaires « industrielles ». Les huiles de maïs, de pépin de raisin et d'onagre contiennent aussi de fortes quantités d'oméga-6, comme, dans une moindre mesure, les huiles de coton et de carthame.

Les huiles (et les aliments) contenant des **acides gras oméga-3** sont rares. Or, l'ALA (qui initie toute la chaîne métabolique des oméga-3) est très insuffisant dans notre alimentation actuelle (inférieur à 50 % des recommandations !), c'est pourquoi l'huile (de colza au premier chef ; ou de noix et, dans une moindre mesure, de soja) ne devrait jamais être exclue des habitudes alimentaires, sans négliger les combinai-

sons d'huiles incluant l'huile de lin en proportion importante. L'huile de germe de blé contient environ autant d'ALA que l'huile de colza, mais son utilisation reste restreinte. L'huile de chanvre (environ 20% d'ALA, dépourvue de cannabinoïdes !) est dans la même situation. Des efforts considérables ont été réalisés ces dernières années par l'industrie pour utiliser l'huile de colza, en substitution à une autre huile ; en particulier par les margariniers. Car l'huile de colza bénéficie d'un quadruple avantage nutritionnel : présence d'oméga-3 et d'acide oléique (mono-insaturé), peu d'oméga-6 et peu de saturés.

En France, la consommation moyenne quotidienne est de 2 à 3 cuillères à soupe d'huile végétale. Il convient de substituer l'une d'entre elles par de l'huile de colza, ce qui comblera le déficit alimentaire en ALA.

Les autorités de santé ont pendant longtemps proposé un objectif de 30% des calories alimentaires sous forme de lipides. Or, il s'est révélé que celui-ci ne peut être atteint avec les habitudes alimentaires occidentales. De plus il générerait un double déficit : en oméga-3, et en vitamines liposolubles (A, E et D). Le plafond de 35-40% des calories alimentaires lui a donc été judicieusement substitué (associé à une limitation de certains acides gras saturés, quoique pas tous).

Finalement, à titre d'exemple, la saveur des protéines est essentiellement celle des graisses qui les accompagnent. Car, bien des aliments, des mets et des cuisines, puisent leurs goûts dans les lipides ■!





Georges Pelletier,  
Directeur de recherche  
émérite de l'INRA  
Membre de l'Académie des  
sciences

## Georges Pelletier

Membre de l'Académie d'agriculture

### Génétique et adaptation des plantes au déficit hydrique

**Avec l'augmentation de la population et l'évolution climatique déjà sensible aujourd'hui, la gestion de l'eau en l'agriculture va nécessiter des investissements en termes d'infrastructures (réserves, canaux), d'irrigation (dispositifs de précision) et surtout d'adaptation des espèces (l'amélioration génétique).**

Près de 50% des sols cultivés dans le monde ont une faible disponibilité en eau et seulement 15% n'exercent pas de contraintes physico-chimiques particulières sur les plantes. L'agriculture, l'élevage et l'aquaculture, d'après des évaluations récentes, utilisent plus de 7100 km<sup>3</sup> d'eau par an, soit 6,4% des précipitations continentales, dont 2200 dans des zones irriguées. Ces besoins devraient pratiquement doubler d'ici 2050 si aucune amélioration de la gestion de l'eau n'intervient d'ici là. En outre, l'évolution climatique va modifier la répartition géographique de la disponibilité locale en eau. On voit donc la double nécessité d'investir dans des travaux et des équipements pour l'accès à la ressource et sa distribution, et d'améliorer les pratiques agricoles. Parmi ces dernières la biologie doit apporter sa contribution à la construction et au choix d'espèces et de varié-

tés végétales plus économes en eau ou capables d'éviter ou de surmonter des épisodes de déficit hydrique. Dans ce domaine, la compréhension des mécanismes qui permettent une meilleure utilisation de l'eau et les tentatives d'amélioration de la tolérance au déficit hydrique progressent en même temps.

L'analyse des fonctions physiologiques des gènes s'est développée et se poursuit chez des espèces modèles. Elle s'étend aux autres espèces grâce aux homologues des séquences d'ADN dans le monde végétal. Un objectif est d'associer *in fine* à un caractère agronomique, comme la tolérance au déficit hydrique, les gènes qui le déterminent. Sous une autre forme, sans chercher la fonction biochimique précise, il est possible d'associer une ou plusieurs régions génomiques à un caractère agronomique



Fig. 1 : la transpiration des plantes se fait essentiellement par les stomates.

donné. Cette connaissance peut être établie en appréciant l'effet de la variation génétique sur l'expression du caractère. La sélection peut alors combiner les régions d'intérêt des génomes et les suivre à l'aide de marqueurs moléculaires (sélection assistée par marqueurs ou plus généralement sélection génomique). Il est d'autre part possible de modifier par génie génétique certains gènes, en particulier leurs séquences régulatrices et de les ré-introduire par transgénèse.

### LES PLANTES FACE AU DÉFICIT HYDRIQUE

La force essentielle qui assure la circulation dans toute la plante de l'eau prélevée dans le sol est la **transpiration des feuilles**. Cette transpiration se fait essentiellement par des pores, les stomates (Fig. 1), qui se trouvent en grand nombre à la face inférieure des

feuilles. L'ouverture de ces stomates est provoquée par l'accumulation de minéraux (potassium) et d'eau dans les cellules qui forment les lèvres de cette « bouche » minuscule. Quand les stomates sont ouverts, l'atmosphère plus sèche que la plante agit comme un véritable buvard et il en résulte un appel d'eau depuis les racines vers les organes aériens. Cette transpiration est d'autant plus forte que la température est élevée, que la croissance est importante et que l'eau est disponible. En cas de sécheresse, avant que la plante ne flétrisse, des signaux hormonaux vont provoquer un ralentissement du métabolisme voire son arrêt et la fermeture des stomates ce qui interrompt tout échange gazeux avec l'atmosphère.

Ces échanges gazeux sont essentiels : le gaz carbonique présent dans l'air ne peut pénétrer que par les sto-

mates pour atteindre les cellules chlorophylliennes, où se produit la **photosynthèse** c'est à dire la fixation du carbone présent dans l'air et la production des molécules carbonées à l'origine de la matière vivante végétale. Par cette réaction de photosynthèse, la lumière, l'eau et le gaz carbonique produisent des sucres avec un dégagement d'oxygène.

Les quantités d'eau évaporées par une feuille sont sans commune mesure avec les quantités d'eau qui participent à cette réaction. Ainsi, il faut des **centaines de litres** d'eau pour faire un kilogramme de matière sèche végétale avec des variations importantes selon l'espèce. A titre d'exemple, et par kilogramme de matière sèche produite, il faut : 454 litres pour un maïs grain, 590 pour du blé tendre, 900 pour du soja, 1600 pour le riz pluvial.

Différences entre espèces dans l'efficacité de l'utilisation de l'eau.

Ainsi l'adaptation des plantes à la vie terrestre a un coût très important en terme de gestion de l'eau, puisqu'elles doivent adopter une stratégie soit de croissance soutenue accompagnée d'un grand gaspillage par transpiration, soit d'économie d'eau quand celle-ci se fait rare, ce qui entraîne une croissance ralentie voire, en cas de forte sécheresse, un arrêt de la végétation. Cette dernière situation est particulièrement pénalisante quand elle se produit alors que la plante est en phase de reproduction et de formation des graines.

Il existe des différences entre espèces. Une distinction importante est à faire entre les espèces C3 (la majorité des plantes des pays tempérés, blé, orge, betterave, luzerne, graminées fourragères, mais aussi le riz) et les espèces C4 (de nombreuses graminées d'origine tropicale, comme le maïs, le sorgho, le mil, la canne à sucre). En concentrant le CO<sub>2</sub> dans certains tissus, une espèce C4 a moins besoin de maintenir ses stomates ouverts ce qui limite les pertes en eau y compris en cas de stress hydrique de sorte qu'elle fixe plus de carbone pour une même consommation d'eau. La physiologie type C4 peut être considérée comme une adaptation au déficit hydrique pendant la période végétative.

La sensibilité au stress hydrique n'a pas les mêmes conséquences selon que l'espèce est cultivée pour le grain, car la fécondation et le développement des grains est une période où les dégâts seront irréversibles, ou qu'elle est cultivée pour des organes végétatifs -cas des fourrages-, car la croissance peut repartir dès que les conditions redeviennent favorables.

Le risque de déficit hydrique actuellement faible pour le blé tendre pourrait augmenter en fin de cycle avec le réchauffement climatique. L'orge qui est cultivée dans des zones semi-arides montre une adaptation à ces zones et est plus tolérante que le blé. Le maïs, valorise bien l'eau apportée, mais il est très sensible au manque d'eau au moment de la floraison et de la mise en place des grains. Comparé au maïs, le sorgho a un système racinaire qui explore mieux les réserves en eau du sol, a une meilleure efficacité de l'eau et est moins sensible à un stress hydrique pendant la floraison et la mise en place des grains. Le tournesol, pour des raisons similaires au sorgho peut être considéré comme tolérant au stress hydrique.

On distingue classiquement trois façons pour les plantes de se protéger contre le déficit hydrique.

1- Elles peuvent **échapper** à la période de l'année où le stress se produirait en raccourcissant leur cycle de développement achevant la phase de reproduction avant que le stress physiologique du déficit hydrique ne vienne la perturber voire l'interrompre. Les variétés adaptées aux régions arides ont cette capacité de réaliser un cycle précoce et court ce qui a cependant pour contrepartie de réduire le rendement.

2- Elles peuvent **éviter** le stress, c'est à dire résister à un épisode de déficit hydrique en maintenant les tissus hydratés. Pour cela, la perte d'eau par évaporation sera minimisée par la fermeture des stomates, par un port dressé ou l'enroulement des feuilles pour limiter l'énergie lumineuse incidente. La densification des trichomes, poils de structure parfois complexe à la surface des feuilles, la réduction

de la taille des feuilles, ou leur chute programmée dès qu'elles ont atteint l'âge adulte sont de nature à limiter fortement ces pertes. Les plantes vont également chercher à économiser l'eau et maximiser son absorption en recyclant des métabolites, ce qui économise l'eau qui aurait été nécessaire à leur néo-synthèse. La plasticité du système racinaire et ses capacités d'expansion en profondeur dans les couches du sol encore humides est particulièrement importante dans les zones semi-arides où l'essentiel des gains de productivité tient à l'amélioration génétique de ce trait.

3- Enfin les plantes vont tenter de **tolérer** le stress une fois établi. Certaines ont développé un certain nombre de mécanismes qui leur permettent de retarder, voire de supporter la déshydratation de leurs tissus et à l'extrême, survivre à l'état déshydraté en accumulant certains métabolites solubles comme le tréhalose dans le cas de la plante de la résurrection (*Selaginella lepidophylla*) ou d'autres espèces des régions désertiques.

L'étude de ces comportements et de ces mécanismes de défense peut inspirer les stratégies d'amélioration génétique par la voie biotechnologique. Les deux dernières façons de s'adapter sont le résultat d'un réseau très complexe de signaux et d'effecteurs déclenché par le stress hydrique. Le déficit hydrique se traduit d'abord pour la plante par la perception de la diminution du potentiel hydrique du sol par des kinases membranaires qui envoient des signaux qui transitent par les vaisseaux conducteurs de la sève brute vers l'appareil aérien. Parmi ces signaux, l'acide abscissique (ou ABA) est une hormone qui provoque la fermeture des stomates, ce qui a pour conséquence



Le maïs est très sensible au manque d'eau au moment de la floraison.

une réduction de la perte d'eau par la transpiration mais aussi un accès réduit du gaz carbonique aux cellules photosynthétiques. L'assimilation du carbone diminue, ce qui entraîne un ralentissement voire un arrêt de la croissance aérienne. En revanche, la croissance racinaire est privilégiée pour permettre éventuellement une exploration de niveaux inférieurs du sol où le potentiel hydrique est plus fort. Les réactions de défense se traduisent au niveau cellulaire par des changements importants du profil de transcription de plusieurs centaines de gènes. Des protéines spécialisées dans les états de dessiccation des tissus végétaux sont synthétisées. Les cellules « luttent » contre la déshydratation en produisant une plus grande quantité de métabolites, acides aminés, amines, sucres, sucres-alcool, qui vont retenir une plus grande quantité d'eau. Ces protéines et ces métabolites vont aussi protéger les complexes enzymatiques et les mem-

branes cellulaires du stress oxydatif consécutif à la déshydratation.

### SÉLECTION DE LA VARIATION SPONTANÉE

Il est difficile de pratiquer une sélection efficace pour un caractère aussi complexe que la tolérance au déficit hydrique. En effet, le stress hydrique peut être progressif ou soudain, se produire à des phases variables de la culture, dans des sols de structure et de profondeurs différentes, être accompagné d'autres contraintes environnementales comme par exemple des excès de température. De plus, la variation entre génotypes est de nature quantitative et repose sur de nombreux gènes dont l'effet individuel se trouve dilué. Malgré ces difficultés, la sélection du maïs en particulier, depuis plusieurs décennies, fait progresser la valorisation de l'eau par des variétés : les variétés modernes sont plus tolérantes

au stress hydrique que les anciennes et le progrès génétique est le même (0,8 q/ha/an) en conditions irriguées et non-irriguées.

Pratiquement, pour aller plus loin, il sera nécessaire de reconstituer des conditions adverses variables mais contrôlées et de juger globalement du résultat par le rendement de la culture. Il y a 60 ans, on imaginait le phytotron de Gif-sur-Yvette, aujourd'hui démantelé. Le principe d'installations capables de réaliser des scénarios climatiques en conditions proches des conditions de culture serait à remettre à l'ordre du jour dans cette perspective. Elles permettraient d'identifier des géniteurs contrastés dont on pourrait après croisements, étudier les descendance et localiser plus ou moins précisément sur les chromosomes les loci qui permettent d'expliquer l'essentiel de ces différences. Les **marqueurs moléculaires** de ces régions peuvent alors être utilisés

**pour réaliser l'assemblage de ces gènes favorables** dans des cultivars par sélection assistée par marqueurs. Cette démarche a été suivie quand il était connu qu'une espèce apparentée à l'espèce à améliorer était manifestement tolérante à la sécheresse. C'est le cas de l'orge sauvage (*Hordeum spontaneum*) qui est une source de gènes de tolérance à la sécheresse pour l'orge cultivée (*H. vulgare*) en région méditerranéenne et également de gènes qui peuvent améliorer le rendement en conditions non limitantes.

Le riz est une espèce qui consomme beaucoup d'eau et la sécheresse affecte de plus en plus les riz pluviaux. Plus de 50% de la surface en riz est constituée de riz pluviaux, alors qu'ils ne fournissent que le quart de la production mondiale. **Un système racinaire profond** et vigoureux est un caractère recherché pour subvenir aux besoins de la plante pendant des périodes de sécheresse qui affectent d'abord les couches supérieures du sol. A partir d'études mettant en évidence l'existence de gènes déterminant l'architecture racinaire, des marqueurs moléculaires des régions chromosomiques correspondantes ont été identifiés et ont été utilisés pour transférer ce caractère à d'autres variétés. Ainsi la variété « Azucena » qui est un riz pluvial des Philippines caractérisé par un système racinaire profond, a servi de donneur de ce caractère à des variétés du type Indica ('IR64', 'Kalinga III') qui possédaient un système racinaire moins développé, leur conférant une meilleure tolérance à des déficits hydriques. Le système racinaire, déjà relativement plastique au cours de la réponse au stress hydrique, est d'une grande importance puisqu'il peut, selon sa morphologie et sa longueur, exploiter

plus ou moins les ressources, en particulier hydriques, du sol. Il est cependant difficile de mettre en place des méthodes de sélection sur de grands effectifs pour un tel caractère qui se trouve donc peu exploité.

Un cas particulier est celui du maïs, où il a été démontré qu'il est possible d'introduire par sélection assistée par marqueurs plusieurs régions du génome impliquées dans le rendement en condition de stress hydrique. Par exemple, celui-ci a pu être amélioré par la réduction de l'asynchronie entre la maturité des organes mâles et femelles qui est un des principaux effets du stress hydrique pendant la phase reproductrice.

### **TRANSGÉNÈSE VÉGÉTALE ET TOLÉRANCE AU DÉFICIT HYDRIQUE.**

L'autre stratégie s'appuie sur la connaissance de la fonction de certaines protéines ou de l'analyse de l'effet de mutations que celles-ci concernent des gènes de fonction connue ou de fonction inconnue. Elle tente de faire le lien entre la connaissance de la physiologie de la plante et la création de géniteurs tolérants. Des gènes modifiés, en particulier dans leur régulation (sur-expression, expression ciblée dans un tissu donné), sont produits par génie génétique et introduits par transgénèse, pour résister à divers stress.

De nombreux travaux ont été réalisés depuis une quinzaine d'années, majoritairement sur des plantes modèles, mais aussi sur des plantes cultivées qui ont été l'objet d'expérimentations au champ.

Le stress hydrique provoque la modification de l'expression de certaines

de gènes. Ces modifications vont conduire à une réaction **d'évitement** qui minimise l'effet immédiat du stress quant à la perte d'eau et à une réaction **de tolérance** par la synthèse de métabolites et de protéines qui protègent les fonctions cellulaires. Les objectifs d'intervention par génie génétique sont d'exacerber ces réactions.

#### **1- Une première voie d'amélioration biotechnologique consiste à limiter les pertes en eau.**

- **Le maintien de la turgescence racinaire** est primordial pour la croissance du système racinaire au cours des épisodes de déficit hydrique. Cette turgescence dépend du volume de la vacuole qui, en réaction, concentre des solutés dans cette perspective. Une façon d'augmenter cette tendance à l'accumulation de cations dans la vacuole est d'activer la pompe à proton qui, dans un premier temps, va acidifier la vacuole. En réaction l'antiport sodium/proton va être activé de sorte que les protons soient échangés avec les cations cytoplasmiques, ce qui aura pour conséquence d'augmenter l'appel d'eau vers la vacuole et de provoquer la turgescence cellulaire. Une conséquence indirecte sera une augmentation de la masse racinaire, une reprise plus rapide des plantes après un épisode de sécheresse. Cette stratégie a été appliquée avec succès au maïs et confirmée plus récemment par un consortium académique Sino-Américain dans des essais pluriannuels chez le cotonnier.

- **L'augmentation de la sensibilité à l'acide abscissique (ABA)** provoque une fermeture plus rapide des stomates et donc une économie d'eau. Ainsi, chez le riz, la sur-



L'amélioration biotechnologique vise à augmenter la masse racinaire sur la culture du coton.

expression de la protéine SNAC1, un facteur de transcription\* qui est induit par l'hormone ABA dans les cellules de garde des stomates a pour conséquence que les plantes perdent plus lentement leur eau par transpiration. Cependant, dans ce cas, la photosynthèse n'est pas affectée ce qui leur confère une capacité supérieure de production au champ en cas de stress sévère. De plus ces plantes se montrent résistantes à l'excès de sel.

- La sur-expression chez *A. thaliana* du gène **HARDY**, un autre facteur de transcription de la famille AP2/ERF, provoque un **épaississement du parenchyme des feuilles et un grand développement du système racinaire**. Ces modifications morphologiques ont respectivement deux conséquences physiologiques : une meilleure efficacité d'utilisation de l'eau et une meilleure tolérance au stress hydrique. Quand ce facteur de transcription est sur-exprimé chez le riz on note une **augmentation de la biomasse** d'environ 25% en conditions normales et de 50% en conditions de stress hydrique par rapport au témoin.

- Le gène DST est un régulateur négatif de la **fermeture des stomates** qui

est réprimé par le stress hydrique. L'allèle nul de ce gène chez le riz va conduire à une fermeture plus rapide des stomates en cas de stress, sans diminution du rendement.

- Le gène de maïs (ZmNF-YB2) code une sous-unité du facteur de transcription Y. Sur-exprimé chez le maïs de manière constitutive, il provoque en conditions de stress une **augmentation de la photosynthèse** et de la conductance stomatique et un abaissement de la température foliaire par rapport au maïs non transformé, ce qui traduit une moindre sensibilité à l'ABA. En conditions de stress sévère, quand la variété non transformée voit son rendement diminuer de moitié, ce transgène permet d'obtenir une production de grains supérieure de 15 à 50%.

- La sur-expression d'un autre facteur de transcription, une protéine à homéodomaine « START » conduit à deux modifications morphologiques importantes: un **système racinaire plus développé** et une **réduction du nombre de stomates** par unité de surface de feuilles. Les plantes transgéniques de tabac obtenues ont une meilleure efficacité d'utilisation de l'eau car elles transpirent moins tout

en ayant une assimilation nette du gaz carbonique plus importante. On observe donc dans ce cas une rupture de la corrélation négative entre la photosynthèse et l'efficacité d'utilisation de l'eau qui voudrait que toute amélioration de cette dernière entraîne une réduction du rendement en biomasse.

- La répression de l'expression des gènes codant l'une ou l'autre des sous unités de la farnésyltransférase (ERA1) par une stratégie antisens augmente la réponse au déficit hydrique médiée par l'ABA. Des variétés de colza où ces gènes antisens, mis sous le contrôle d'un promoteur induit par le stress hydrique (rd29A d'*A. thaliana*), ont été introduits, sont **plus sensibles à l'ABA** ce qui limite plus tôt leur transpiration lors de l'apparition du stress. Le processus est réversible de sorte qu'en conditions favorables, les échanges gazeux sont normalement rétablis. Des expériences au champ répétées sur 3 ans ont montré qu'il n'y a pas de pénalités pour le rendement en conditions favorables et une supériorité en cas de stress hydrique modéré.

Le transfert chez le riz, plante C3, du gène de la PEPC (enzyme qui est une véritable pompe à CO<sub>2</sub>) du maïs, plante C4, se traduit par une forte activité de la PEPC, avec un effet très favorable sur le rendement (+12 à +35 %), ce qui ouvre une autre voie à l'amélioration de l'efficacité photosynthétique et d'utilisation de l'eau des espèces C3.

---

*\*Les facteurs de transcription régulent et d'une certaine manière coordonnent l'activité d'ensemble de gènes impliqués dans un processus biologique. Il est donc raisonnable de penser moduler plus efficacement la réponse au déficit hydrique en modifiant la régulation d'un facteur de transcription plutôt qu'en modifiant un gène particulier du réseau.*



## 2- Une deuxième voie d'amélioration biotechnologique consiste à rendre les plantes plus tolérantes à ce stress.

On peut provoquer l'**accumulation de métabolites** protecteurs de la dessiccation par la sur-production d'enzyme de leur métabolisme. Les gènes correspondants sont isolés de plantes ou de micro-organismes. De bons exemples concernent la production de glycine bêtaïne chez *Arabidopsis* et le colza, de fructane, de sorbitol et de tréhalose chez le tabac et la pomme de terre. Les résultats sont variables et en particulier les concentrations de métabolites qui ne perturbent pas la physiologie de la plante sont parfois insuffisantes pour une protection efficace. Dans le cas du tréhalose la production continue de cette molécule assure aux plantes une protection contre le stress, mais se traduit par des anomalies de développement en conditions normales. Un résultat très prometteur a été obtenu par l'expression de la tréhalose-6-phosphate synthase et de la tréhalose-6-phosphatase (T-6-P) sous le contrôle d'un promoteur induit par le stress (rd29A d'*A. thaliana*) ou par la production de T-6-P dans le chloroplaste, car alors, ces anomalies ne sont pas retrouvées.

Une autre possibilité consiste à **prévenir l'entrée en sénescence** en jouant sur le métabolisme hormonal. On sait depuis longtemps que la pulvérisation de cytokinine sur des feuilles âgées prévient leur entrée en sénescence. Un gène dont le promoteur est induit lors de l'entrée en sénescence (isolé d'un gène de protéine-kinase du haricot) et associé à une séquence qui code une iso-pentenyl-transférase a été introduit par transformation dans le tabac. Dans ces conditions, le niveau de cytokinine

dans les cellules de feuilles augmente dès que celles-ci commencent leur processus de sénescence pendant un stress hydrique prolongé, ce qui retarde cette dernière et permet à la plante de reprendre un métabolisme normal dans l'éventualité d'une suspension du stress.

Enfin, les premières variétés de maïs tolérantes à la sécheresse et issues des travaux de recherche de Monsanto associés à BASF sont commercialisées aux Etats-Unis. Elles contiennent un gène dérivé de la bactérie *Bacillus subtilis* qui produit une protéine qui protège les ARN messagers des changements de conformation induits par le stress hydrique qui, ne permettant plus leur traduction en protéines, interrompent les processus métaboliques. Ces maïs transgéniques sont donc capables de poursuivre, au moins partiellement, leur développement pendant les épisodes de déficit hydrique qu'ils peuvent rencontrer au cours de leur vie ce qui leur permet d'être finalement plus efficaces.

### CONCLUSION

Les quelques exemples précédents montrent qu'il est possible par la modification de l'expression de certains gènes de permettre à la plante de tolérer des déficits hydriques. La diversité des approches illustre la complexité du problème. Certaines pistes sont encore poursuivies, d'autres en sommeil ou abandonnées : impasse avérée ? souci d'originalité ? incapacité de traduire des percées conceptuelles en applications concrètes ?

Ce sont parfois des effets indirects (pléiotropie) qui expliquent les performances comme le développement plus important du système racinaire, facteur clé de l'exploitation des res-

sources du sol. Cependant il reste encore beaucoup à faire pour comprendre sur le plan physiologique des caractères aussi complexes de façon à tirer parti de cette connaissance pour élaborer des solutions biotechnologiques ou pour mettre en œuvre de nouveaux outils de mesure des phénotypes et des méthodes de sélection suffisamment efficaces pouvant s'appuyer sur la génomique. Il est clair que si l'on ne veut pas qu'une amélioration se trouve limitée à un nombre très restreint de variétés, l'idéal est d'identifier des gènes ayant un effet majeur, de sorte qu'on puisse les introduire dans l'ensemble des cultivars concernés comme cela s'est produit pour les caractères de domestication ou les gènes de raccourcissement des pailles chez les céréales.

L'architecture racinaire, l'efficacité d'utilisation de l'eau pour la production de biomasse issue de la photosynthèse, la protection des phases de reproduction contre les stress environnementaux sont les cibles à privilégier dans ces approches de génétique et de physiologie moléculaires. L'objectif de nombreuses entreprises est de cumuler dans des génotypes améliorés pour la tolérance au stress hydrique par sélection conventionnelle ou sélection assistée par marqueurs moléculaires, plusieurs transgènes complémentaires pour répondre à différents scénarios de stress. L'effort de recherche est très important dans le monde, en particulier pour ce qui concerne la production alimentaire en conditions de faible disponibilité en eau dans les pays tropicaux et sub-tropicaux. ■

En savoir plus sur  
[www.academie-agriculture.fr](http://www.academie-agriculture.fr)



Emmanuel Le Roy Ladurie,  
Professeur honoraire au  
Collège de France

## Emmanuel Le Roy Ladurie

Membre de l'Institut

### Crises agricoles et crises de subsistance en France de la fin du moyen-âge a l'époque moderne

**« Le climat peut bousculer nos destins » a déclaré Emmanuel Le Roy Ladurie au magazine l'Express. Historien renommé et disciple de Fernand Braudel, l'auteur de "L'histoire du climat depuis l'an mil" était l'invité en novembre dernier de l'Académie d'agriculture de France qui lui a décerné une médaille d'or. A quelques mois de la 21e conférence sur le climat à Paris, le texte de son intervention permet de mesurer tout l'enjeu de ce rendez-vous international.**

L'histoire du climat, en tant qu'elle est l'œuvre d'historiens et non pas simplement de climatologues commence en 1955, du moins en ce qui me concerne. Les historiens professionnels s'étaient jusqu'alors fort peu préoccupés de ce sujet, sinon par quelques notations éparses, par exemple les historiens de la Révolution française Georges Lefebvre, Albert Soboul, François Furet insistaient sur l'importance de l'orage de grêle du 13 juillet 1788, qui avait fracassé les récoltes sur pied et avait ainsi augmenté à quelques mois de distance ultérieure le prix du pain, excitant de la sorte les colères populaires jusqu'à provoquer des émeutes : celles-ci engendraient le désordre et déclenchaient l'agitation révolutionnaire. En fait c'est tout le biennat 1787-88 qu'il faut mettre en cause à ce sujet et ne pas se borner à un incident mineur.

#### LES FLUCTUATIONS METEO DU PASSE

Les choses en seraient restées là, mais en 1955 j'ai découvert dans une grande revue intitulée *La Météorologie* un article sur les dates de vendanges comme indicatrices de la météorologie du passé historique français. Grâce à celles-ci on pouvait étudier le passé météo des 6 derniers siècles, avant même que n'apparaissent vers la fin du 17e siècle des observations thermométriques plus ou moins rigoureuses. Dès lors en tant qu'historien du monde paysan, lui-même influencé par les mauvaises récoltes, je m'attachais à étudier les fluctuations météo du passé. Très vite j'appris à utiliser les quatre séries essentielles que j'appelle les 4 vieilles ou les quatre chevaux de l'Apocalypse : Les Dates de vendanges, précoces quand le printemps et l'été avaient été



Les glaciers alpins ont reculé ou avancé au rythme approximatif du chaud ou du froid.

tièdes puis chauds, tardives dans le cas contraire, ensuite les Anneaux des arbres, plus ou moins épais selon que l'année mise en cause leur a été favorable ou défavorable, par exemple : pluies bienfaisantes ou sécheresse dangereuse ; en troisième lieu les Glaciers des Alpes du dernier millénaire qui s'allongent quand une série d'années a été froide et /ou neigeuse et qui se raccourcissent en cas d'années brûlantes, sèches, fusionnelles et hostiles aux glaces, enfin *quarto*, les Séries événementielles, Les curés, en effet à l'occasion d'un baptême, d'un mariage ou d'un enterrement, notaient volontiers sur leurs registres la température ou la pluviosité par exemple des quelques semaines qui venaient de s'écouler. Beaucoup de personnalités, notaires, propriétaires, seigneurs, faisaient de même. On peut créer ainsi de véritables dossiers météo pour des siècles reculés, le 16e siècle ou

même l'époque carolingienne (d'après M. Mac Cormick).

Mais n'oublions quand même pas les thermomètres, baromètres et autres pluviomètres. La série thermométrique la plus ancienne, avec la moyenne de chaque mois, de chaque année successive est anglaise, allant de 1659 à nos jours mais notre compatriote Daniel Rousseau a établi une série française continue elle aussi, un peu plus ancienne qui remonte à 1658 et qui va jusqu'à nos jours également. Nous avons donc battu les Anglais, en toute amitié.

En ce qui me concerne, dans le cadre de mes deux thèses de doctorat de 1955 à 1966, je me suis lancé seul dans une entreprise d'histoire du climat depuis la fin du Moyen Âge jusqu'à nos jours. J'ai accumulé des séries de dates de vendanges, de la

Bourgogne au Languedoc. En compagnie de mon épouse, j'ai parcouru les glaciers alpins surtout leurs langues glacières terminales qui reculent ou avancent au rythme approximatif du chaud ou du froid : glaciers de Chamonix (Mer de glace, Argentière, Bosson, du Tour), glaciers de Suisse (Grindenwald, Aletch) et d'Italie (La Brenva, le glacier de Combal). J'ai étudié les archives françaises de Chamonix et germaniques de Grindenwald. J'ai accumulé les séries événementielles.

J'ai étudié en particulier les crises de subsistance. Elles sont la marque des années météo défavorables sur l'alimentation du peuple, elle même déficitaire quand la moisson ou quelques moissons successives sont inférieures aux nécessités du ravitaillement. Sous nos climats, c'est souvent l'excès de pluie au moment des saisons déci-

sives qui crée la mauvaise récolte (par exemple 1692 et années suivantes). Mais ce peut être aussi, c'est plus rare, un grand hiver, le blé, en principe, aime les hivers froids mais la température ne doit pas descendre à trois ou quatre degrés en moyenne mensuelle au-dessous de zéro en janvier ou février, comme par exemple, en février 1956. Le coupable est aussi, le cas échéant, c'est plus rare sous nos climats, une sécheresse et un échaudage de la céréale au mois de juin, outre l'effet sécheresse qui peut durer un trimestre ou davantage.

### L'IMPACT DE LA DEMOGRAPHIE

Les données démographiques sont évidemment chahutées par ces agressions d'un mauvais temps ou d'un temps hostile.

L'effet le plus visible c'est l'augmentation de la mortalité soit directement par la famine, soit indirectement par les épidémies qui sont collatérales de la sous-alimentation : typhus, dysenterie, « fièvre ». Ensuite, nuptialité : baisse du nombre des mariages, due à une politique de précaution de la part des fiancés, les noces sont reportées à quelques années plus tard quand la situation alimentaire se sera rétablie. Enfin, la natalité : autrefois, elle était très forte. En période de crise de subsistance, elle peut être abaissée par une précaution involontaire du corps féminin, l'aménorrhée de famine, celle-ci fait qu'une femme cesse d'avoir des règles, et donc des enfants pendant les périodes de trop fortes restrictions alimentaires. Cette question a été étudiée en Allemagne pendant la Première Guerre mondiale, la *kriegsamenorrhea* (aménorrhée de guerre), et ensuite, après la Seconde Guerre mondiale, la *nachkriegsamenorrhea*, (l'aménor-

rhée d'après-guerre). En effet il n'y eut pas de famine allemande pendant la Seconde Guerre mondiale par suite des prélèvements alimentaires massifs qu'effectuait le Reich sur les pays vaincus : Ukraine, France, etc. Mais cette situation alimentaire germanique se détériorera rapidement pendant les premières années d'après guerre 1945-46.

Du côté masculin il peut y avoir renonciation à faire des enfants par suite de conduites de substitution, telles que recours à des animaux (zoophilie) selon le témoignage d'un curé auvergnat pendant la crise de subsistance de 1740. Il y a surtout l'usage du *coitus interruptus* qui s'est assez largement répandu en France au 18e siècle, y compris en dehors des périodes de crises.

Il y a trois sortes de ripostes humaines, d'une façon générale, vis-à-vis des crises de subsistance : Révoltes, Religion, Ravitaillement.

D'abord Révoltes, émeutes de subsistance : ainsi à Lyon, la Grande Rébeine en 1529. Ces soulèvements populaires pour le pain souvent dirigés par des femmes, cherchent avant tout à faire baisser autoritairement le prix du pain, sans toujours y parvenir. Ces émeutes peuvent parfois dégénérer en révolution, ainsi à Paris en juillet 1789. Il y a aussi le recours à la Religion au moyen de prières à Dieu, à Marie et aux Saints qui s'occupent en principe de la bonne marche des récoltes frumentaires. Si le saint ne fait pas son travail on le punit en retournant sa statue contre le mur du sanctuaire ou bien on la frappe, on la mutile, on la noie, on la brûle ou on la remplace par l'effigie d'un autre saint dont on espère qu'il sera plus efficace. On ouvre des chapelles et des cimetières.

Quand au Ravitaillement le pouvoir royal s'en occupe surtout à partir de Colbert et de Louis XIV. Avant eux le gouvernement royal ne faisait presque rien en la circonstance, même si les intendants des provinces, sorte de super Préfets, s'occupaient quelque peu des problèmes famineux et du ravitaillement. Henri III lui même avait distribué quelques sous à chaque personne affamée lors d'une famine des années 1580.

A partir de Colbert l'administration du ravitaillement devient importante, le gouvernement de Versailles se tient au courant de la situation des ressources céréalières en province. Ce dirigisme du blé ne cessera que par initiative du Premier ministre Raymond Barre (1976-81) quand il libérera le prix des croissants et des baguettes.

### LE TEMPS DES FAMINES

Si on reconstitue une chronologie des crises de subsistance à partir du 14e siècle et dans la suite des temps, la famine la plus remarquable est celle de 1315, due pour l'essentiel à des pluies excessives et donc originellement à des situations météo dépressionnaires en provenance de l'Atlantique. Cette crise est internationale, européenne en tout cas : France, Allemagne, Angleterre. Elle met fin à la période glorieuse du beau Moyen Âge lors de la prédominance du Gothique classique. La famine provoque des comportements religieux plus ou moins paniques sous forme de processions d'hommes nus avec des constructions de nouveaux sanctuaires et, bien sûr, de cimetières supplémentaires. Cette catastrophe de 1315 a mis au tombeau par suite de sous alimentation et d'épidémies collatérales environ 5 à 7% de la population française voire hexagonale. Par

la suite les disettes sont nombreuses jusqu'aux années 1340. En revanche, la peste noire de 1348, bubonique et à maintes reprises très gravement pulmonaire, n'est pas liée à une causalité météo. Elle procède de contagions en provenance d'Asie centrale, véhiculées par les rats et les puces et transmises par les caravanes de la route de la soie. Elle met au tombeau 30% à 50% de la population ouest-européenne. Elle inaugure un siècle de dépression du peuplement français, lui-même ramené en une centaine d'années de 1348 à 1450, de 20 millions d'âmes à 9 ou 10 millions au maximum. La guerre de Cent ans et les pestes en question ont joué en l'occurrence un rôle essentiel. Mais on ne peut oublier les famines qui viennent de surcroît et qui achèvent ce triste tableau : disette de 1375, due aux pluies ; et surtout, dans la pire période des guerres anglaises, dite de Cent ans, les famines de 1420, provoquées par des canicules et sécheresses anti-blé, quand les enfants pauvres de Paris, affamés se réchauffent en hiver sur les fumiers de la ville en criant dans l'indifférence générale : « je meurs de faim, je meurs de faim ». Les exploits de Jeanne d'Arc (suivis de sa mort en 1431) ne suffisent pas à renverser la tendance catastrophique. Les désastres famineux de 1432 et 1437-39 contribuent pour leur part à plonger la France dans l'abîme. Cette fois ces deux désastres sont liés, outre la guerre, à des pluies excessives et éventuellement à de grands hivers.

La longue période postérieure aux guerres de Cent ans autrement dit de 1450 à 1560 est celle de la renaissance économique et démographique de notre pays. La population hexagonale remonte en un siècle aux 19 ou 20 millions d'habitants qui resteront la règle

ensuite de 1550 à 1713. Les crises de subsistance à cette époque sont inévitables, quoique moins graves que lors des guerres de Cent ans. Sous Louis XI une famine intervient en 1481, liée à un grand hiver et à des pluies excessives. On était depuis 1300 environ dans la période « du petit âge glaciaire », un peu plus froide ou plus fraîche qu'aujourd'hui surtout lors de l'hiver et du printemps. Louis XI, en 1481, prend des mesures déjà modernes et répressives ; mesures visant à l'interdiction des exportations de grains, le tout assaisonné d'une lutte contre les profiteurs du marché noir et autres spéculateurs. Ceux-ci accumulent des stocks de céréales pour les revendre ensuite à haut prix. C'est à ma connaissance la première prise de position de l'État moderne en tant que tel, vis-à-vis des problèmes du ravitaillement. En revanche, Louis X le Hutin en 1315, s'était borné jadis à vendre leur liberté à des serfs ; avec cet argent il achetait du blé pour son armée en Flandre. Ceci montre incidemment que des serfs pouvaient avoir de substantielles ressources monétaires.

Nous en arrivons ainsi au 16<sup>e</sup> siècle en sa première moitié pacifique sur le plan intérieur de la France, antérieurement aux guerres de religion. Vers 1526-1529 les grosses pluviosités déclenchent derechef diverses famines ou fortes disettes. On citera encore la grande Rebeigne (1529) ou révolte populaire de Lyon, ville importante peuplée d'ouvriers en soie et de typographes.

Contre la famine, la pratique de la révolte populaire remplace ainsi partiellement les vagues de supplications religieuses, davantage caractéristiques des siècles précédents lors de crises famineuses analogues. En Angleterre, au même moment

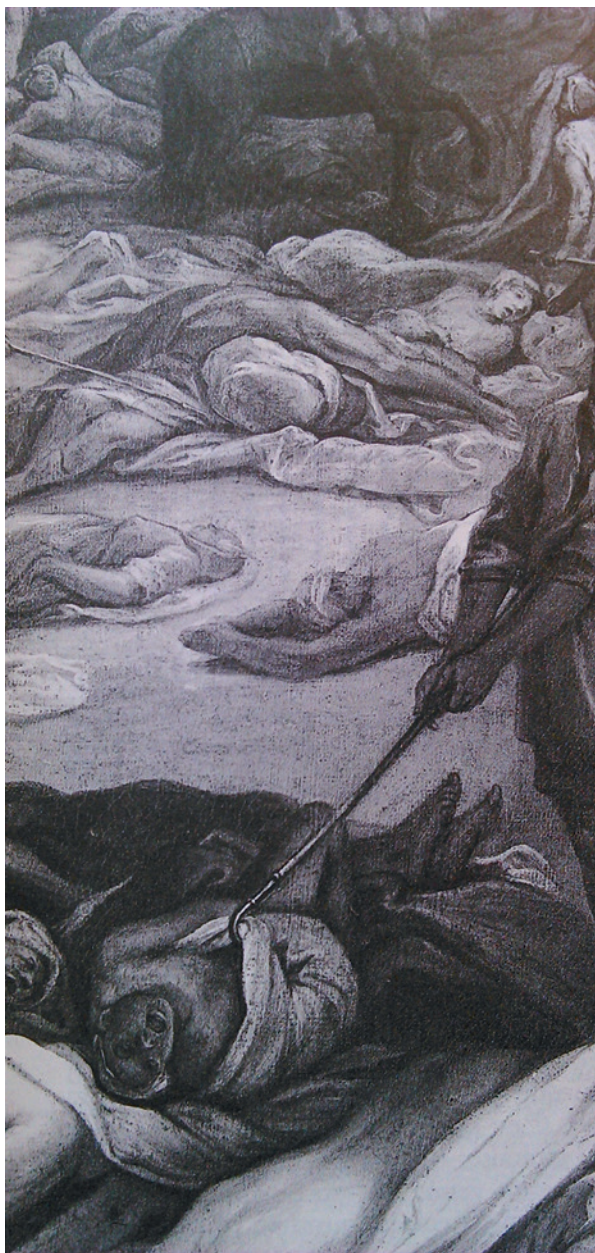
(1520-1530), Henri VIII, roi rigoureux, prend des mesures contre la spéculation et pour la répression de la mendicité ainsi que du vagabondage, avec des peines effroyables : il veut faire fouetter, ligoter, mutiler, pendre les vagabonds, selon le cas. Ces mesures furent-elles réellement appliquées ?

Dans la suite du XVI<sup>e</sup> siècle on doit signaler aussi les canicules /sécheresses de 1540 et 1556, celle-ci avec échaudage et forte mortalité en Angleterre ; le tout au cours d'une phase légèrement réchauffante qui se terminera vers 1560.

## LES CRISES DE SUBSISTANCE

Nous en arrivons à des données plus complètes et plus exhaustives lors des guerres de religions, de 1560 à 1596 : de nouveau le dangereux complexe guerre / mauvais climat fait sentir ses conséquences fâcheuses. Ces guerres créent une terrible situation d'insécurité plus ou moins permanente. En outre le léger rafraîchissement du climat, signalé par la poussée glaciaire alpine de 1560 à 1600 complique la conjoncture. Avec un décalage usuel de sept années, ce rafraîchissement provoque la spectaculaire offensive des glaciers de Chamonix et de Suisse, à partir de 1567 /1570. Malgré tout, en cette situation de crise, la population hexagonale ne tombe pas de 20 millions à 9 millions comme elle le fit de 1348 à 1450 mais elle reste bloquée à 19 ou 20 millions d'âmes, avec tantôt un million en moins ou un million en plus, selon les phases de malheur ou de rétablissement momentané.

En 1562, la récolte est mauvaise pour cause d'inondations et de pluies excessives de l'automne 1561 à l'été 1562. La cherté et la mortalité afférente interviennent en Angleterre et



La population française a payé un lourd tribut lors des épidémies de peste.

plus encore en France : il s'agit en effet dans le royaume, de l'une des mortalités les plus considérables connues en ce temps-là (1562-1563). Le grand hiver de 1564-65 fait des siennes à son tour et provoque une nouvelle crise de subsistance (CDS) en 1565-66, laquelle rejaillit sur le printemps et l'été 1566. Le mécontentement social ainsi provoqué est-il l'une des causes de la révolte des Pays-Bas, y compris

populaire et religieuse en 1566 ? Le tout accompagné par l'iconoclasme des Gueux, destructeur des images religieuses dans les sanctuaires flamands, certaines d'entre-elles figureraient parmi les chefs d'œuvre de l'art médiéval. On observe ici un lien entre une situation de détresse et, un peu plus tard, une prise de position anticatholique, laquelle n'est pas simplement irrationnelle, comme de recou-

rir au Divin lors d'une famine, mais ce phénomène marque une évolution intéressante dans les attitudes religieuses, notamment protestantes. La crise de 1573, due à un hiver très rude, est enregistrée dans toute l'Europe, Ouest et Centre, mais elle n'a pas d'incidence politique ou religieuse très marquée. J'ai mentionné les répercussions protestantes de la CDS de 1565-66 aux Pays-Bas. Vingt années plus tard, à partir de 1586, un épisode analogue se produit en milieu catholique à Paris et dans d'autres villes françaises. Le biennat 1585-86 a été très froid puis trop pluvieux, avec inondations, etc. Une CDS classique 1586-87 s'est ainsi produite : grosse cherté parisienne des subsistances. Je mentionnerai à ce propos les vastes processions de la Ligue catholique, contestataire, celles-ci influencées vraisemblablement par la cherté et qui sont certes critiquables par leur orientation fanatique. Une telle orientation est simultanément bourgeoise, populaire voire démocratique, le tout au printemps 1588. Les intempéries de 1596/97 produisent elles aussi de maigres moissons, des vendanges tardives et de mauvais vins. Au total, la période guerrière et d'adversités météo-glaciaire de 1561 à 1598, 37 années globalement, déclenche 5 crises de subsistance (1562, 1566, 1573, 1587, 1596), soit une tous les 7 ou 8 ans. Tout ceci souligne le traumatisme des mauvaises conditions climatiques et guerrières lors de cette phase : elle a duré au total plus d'une génération.

Nous passons maintenant au XVII<sup>e</sup> siècle. En 1621 et accessoirement en 1622 nous avons successivement deux hivers très froids puis froids et deux étés très pourris puis simplement pourris. Le résultat c'est, occurrence exceptionnelle, une famine en Angle-

terre en 1621-22, en principe la dernière en date dans ce pays et qui en France, où elle sévit également, n'aurait fait l'effet que d'une simple disette. Normalement ce genre de phénomène épargne la Grande-Bretagne en raison de son agriculture plus efficace et de sa marine commerciale plus active.

Les années froides et humides aux environs de 1626-29 sont, elles aussi, marquées par des crises de subsistance. Un prêtre français note alors que, dans sa grosse bourgade, plus de 100 personnes sont effectivement mortes de faim. Ceci tranche un vieux débat. D'éminents démographes soutenaient avec raison que l'essentiel des victimes d'une famine était dû aux épidémies collatérales de celle-ci, mais le fait brutal de la mort de faim en tant que telle existe aussi sans conteste.

Les années 1630, surtout 1635 à 1639, sont marquées inversement par des canicules ; elles n'ont nullement provoqué une CDS, puisque les céréales aiment la chaleur et la sécheresse, sauf excès, mais elles se sont traduites par de fortes mortalités caniculaires, notamment infantiles. Néanmoins le bon marché des céréales produites sous ce climat favorable permettait de nourrir facilement les armées : Richelieu en a tenu compte quand il est entré dans la guerre ouverte en 1635 (Guerre de 30 ans).

## REVOLTES ET MOUVEMENTS POPULAIRES

La décennie 1640 est marquée par le retour des troubles à deux reprises : vers 1641-43 et surtout vers 1648-50 avec la Fronde.

Le premier épisode, toujours sous le même climat « du petit âge gla-

ciaire », se traduit, vue la cherté des grains, par des révoltes frumentaires au sud du Massif Central. Les Croquants de l'Aveyron entrent dans Villefranche-de-Rouergue tambour battant et mèche allumée. L'affaire de la Fronde, 1648-1650, trois années trop pluvieuses, puis 1648-1653 est beaucoup plus grave. Il ne s'agit au point de départ que d'une révolte des parlements accompagnée de mouvements populaires, mais trois années pluvieuses, 1648-49-50, aggravent la cherté du pain : mauvaises récoltes, révoltes ; on aboutit ainsi en 1649 à une crise politique grave. En France frondeuse, on est en présence d'une grosse crise démographique, avec des mortalités très fortes. En Angleterre le Roi Charles est décapité suite à une véritable révolution dite aussi guerre civile.

On approche alors du règne personnel de Louis XIV. Bien qu'inauguré de façon brillante il débute aussi, paradoxalement, par une considérable crise de subsistance essentiellement provoquée par d'énormes pluies en 1661-62. Le setier de blé voit son prix passer de 12 ou 13 livres jusqu'à 34 au pire moment de la disette. Colbert et Louis XIV inaugurent donc une politique de ravitaillement à l'échelle nationale ou pour le moins du Bassin parisien. Vis-à-vis de celui-ci on fait venir des grains de Bordeaux et de la Baltique. On peut évaluer le nombre des morts provoqués par cet épisode 1661 à 500 000 pour le moins ou davantage, sur 19 millions de « Français ».

De 1663 à 1691 on compte 28 années sans crise de subsistance sérieuse. Ouf ! C'est aussi, indépendamment de tout cela, une période extrêmement brillante pour la culture française. Les guerres « louis qua-

torziennes » n'ont pas encore les conséquences traumatiques qu'elles engendreront à la fin du siècle et jusqu'en 1713. On notera quand même au cours d'années souvent chaleureuses un millésime estival frais et pourri en 1675 qui frappa beaucoup Madame de Sévigné mais sans conséquence douloureuse pour l'économie. C'est surtout la fin du 17<sup>e</sup> siècle et un peu plus tard la fin du règne de Louis XIV qui replonge le royaume et même les pays environnants dans une série très douloureuse. Les années 1687 à 1700 sont caractérisées par des hivers froids et surtout par des années pourries productrices de vendanges tardives. Les glaciers alpins marqueront le coup avec 7 années de retard, le temps de la réflexion, de l'accumulation des neiges et du défaut d'ablation. Les années 1690 sont signalées par une hausse des prix du blé, consécutive à de mauvaises récoltes dues aux fraîcheurs excessives ci-dessus mentionnées. Elles se traduisent en France par la considérable famine de 1693-94 occasionnant 1 million 300 mille morts supplémentaires, pour 19 millions d'habitants ; la faim et les épidémies, comme d'habitude ! Du coup la pensée réformatrice de Vauban, typique de la crise de la conscience européenne à cette époque, s'attache à demander des réformes fiscales en particulier aux dépens de la noblesse jusqu'alors privilégiée et exemptée plus ou moins du fardeau fiscal.

L'hiver de 1709, tarte à la crème des historiens du climat, est la dernière grande épreuve, au temps de Louis XIV vieillissant. Le coup le plus dur se situe en janvier avec -3,7° de moyenne mensuelle, des chutes thermiques à -10° et davantage par moment. La couverture de neige faible ou nulle ne



Les conséquences du réchauffement climatique pourraient se faire sentir sur les productions végétales et animales.

permet pas de protéger les semis de céréales contre le gel. L'hiver de 1684 avait été aussi froid mais l'épaisseur de la couche de neige avait protégé les cultures. En 1709/1710 on dénombre dans le Royaume pour les raisons susdites 630 000 morts supplémentaires.

Lors de ces moments difficiles, la crise de subsistance fait sentir ses effets jusqu'à interférer avec la plus haute culture intellectuelle de l'époque. Déjà Shakespeare antérieurement avait fait de même : dans le Songe d'une nuit d'été et dans Coriolan, ce dernier avait été militant lors des crises de subsistance sous la République romaine. En 1699 dans son *Télémaque*, l'Archevêque Fénelon propose des solutions socialistes et utopiques, comme remèdes implicites à la crise.

### LE RECHAUFFEMENT CONTEMPORAIN

Si on considère le réchauffement contemporain, il sous-tend, outre le hasard causal, lui aussi, telle ou telle agression brûlante comme en 1947, 1976, 1983 ou 2003, etc. Ce réchauf-

fement est à l'origine entre autres du désastre des glaciers alpins lesquels n'ont cessé de reculer, en perdant constamment de leur épaisseur, sans interruption de 1935 à nos jours. Le même réchauffement a pu produire certains effets agricoles utiles, en améliorant quelque peu les rendements du blé et la qualité du vin « Vive les bonnes bouteilles... ». Mais à la longue les conséquences négatives du phénomène réchauffant pourraient se faire sentir, y compris côtés productions végétale et animale. Faut-il vraiment croire qu'on va gagner entre 2 et 4 degrés voire cinq d'ici la fin de notre siècle. Exagération ? Peut-être. Néanmoins une telle perspective, soutenue par l'ensemble des spécialistes au titre du GIEC, à peu d'exceptions près, n'est pas particulièrement réjouissante. Quoi qu'il en soit, nos concitoyens d'Europe, à tout le moins Français, font preuve à cet égard d'un certain dédoublement de la personnalité. D'une part dans leur majorité, ils adhèrent ne serait-ce que superficiellement aux thèses du GIEC et à la notion d'un réchauffement mondial, contempo-

rain. Mais cela ne les empêche pas, pour nombre d'entre eux, d'utiliser à haute fréquence leurs voitures et de prendre l'avion à maintes reprises. D'une façon générale ils participent sans trop de complexes à l'émission globale des gaz à effet de serre, CO2 et autres. On pourrait évoquer aussi la Chine et l'Inde et *tutti quanti*, dont les émissions de CO2 au cours des prochaines générations vont avoir quelque chose de torrentiel. On ne saurait reprocher à ces pays de vouloir à tout prix sortir de l'état de relatif sous-développement dans lequel ils furent plongés lors de la première moitié du 20e siècle. Mais le prix à payer, globalement parlant, sera très lourd à longue échéance. Les États-Unis, à ce point de vue, sont peut-être plus responsables que les 2 milliards ou davantage de citoyens sino-indiens. Mais on n'en finirait pas sur ce point d'évoquer les questions de responsabilité voire de culpabilité si tant est qu'elles existent. J'ai simplement voulu faire un travail d'historien plutôt que de me lancer sur le terrain de la futurologie, même si celle-ci, à bien des égards, hante nécessairement chacun d'entre nous jusque et y compris au titre d'une certaine survie de notre civilisation, à tout le moins de notre environnement.

On peut toujours commenter l'avenir climatique, proche ou lointain, du 21e siècle, mais sauf imprévu le temps ne s'arrêtera pas le 1<sup>er</sup> janvier 2100 à 0h. Faut-il penser que l'actuel réchauffement concernera encore et toujours le 22e siècle ? Après tout c'est bien possible. Nous laisserons à d'autres personnes plus compétentes le soin de réfléchir à ces perspectives, pas tellement lointaines en fin de compte. ■

En savoir plus sur [www.academie-agriculture.fr](http://www.academie-agriculture.fr)





Avec le soutien gracieux de l'agence - IAVAS WORLDWIDE PARIS

## RÉPARER LES VIES

Depuis notre première prothèse au Cambodge en 1982 nous continuons de soutenir les populations vulnérabilisées  
Infrastructures de santé - Haïti 2010

**HANDICAP  
INTERNATIONAL**

# PUISQUE LES DAUPHINS SONT SI INTELLIGENTS, ILS N'ONT QU'À CRÉER LEUR PROPRE ENTREPRISE POUR SE SAUVER EUX-MÊMES.

Si les dauphins sont certainement pleins de talents, de nombreuses autres créatures terrestres ne sont pas aussi chanceuses. On attend de la plupart d'entre-elles qu'elles se débrouillent seules face à la liste grandissante des problèmes environnementaux de notre planète. Le pouvoir de protéger et de restaurer les ressources naturelles repose sur ceux qui en sont le plus capables : nous. Si les entreprises ne financent pas la protection des ressources de la planète, le monde des affaires tel que nous le connaissons cessera d'exister. 1% For The Planet est une association en pleine expansion qui contribue à assurer l'avenir des entreprises. En effet, 1% For The Planet

regroupe des entreprises du monde entier qui reversent un pour cent de leur chiffre d'affaires à des associations soutenant des causes environnementales.

En devenant membre de 1% For The Planet, vous faites connaître l'engagement de votre entreprise et son impact positif sur la planète. Apporter votre soutien aux entreprises membres de 1% signifie que vos achats participent à changer le monde dans lequel nous vivons. Pour la liste complète des entreprises membres que vous pouvez soutenir, ou pour en savoir plus sur la façon dont votre entreprise peut aussi faire des affaires au profit de la terre, visitez [onepercentfortheplanet.org](http://onepercentfortheplanet.org).



### **ADAMA**

P. 54.55.56

Philippe Gerbet est Directeur Général d'Adama.

### **BAYER SAS**

P. 57

Kamel Beliazi, Directeur Seeds Région EMEA

**Dossier publi-rédactionnel réalisé par FFE**

**Contact : régie publicitaire ffe**

**Philippe Simon** - [philippe.simon@revue-academieagriculture.fr](mailto:philippe.simon@revue-academieagriculture.fr) - Tél. : 01.43.57.91.66



Adama recherche à simplifier le travail de nos agriculteurs



**Créé en Israël, le groupe Adama accompagne depuis maintenant 20 ans les agriculteurs français en proposant des produits phytosanitaires (insecticides, fongicides et herbicides).**

**Il veut simplifier le travail agricole dans le monde entier.**

**Interview du directeur général, Philippe Gerbet et du directeur marketing stratégique, Simon Cheylan.**

### **Bio de Philippe Gerbet**

Philippe Gerbet est Directeur Général d'Adama depuis mai 2014.

Auparavant, il a été DG de la société Philagro (2006-2014), directeur d'agence de Bayer CropScience (2003-2006), directeur des achats Rhone-Poulenc Agro-France (1996-2003),

Directeur Général Agrochimie Ukraine (1993-1996). Il est ingénieur agronome de formation (ENSAIA Nancy)

*Nos partenaires chinois sont là parce qu'ils ont un vrai projet sur du long terme. Ils veulent se doter d'un groupe international parce qu'ils se trouvent aujourd'hui confrontés à la nécessité de disposer une agriculture productive et de qualité.*

### **Que signifie Adama ?**

*Philippe Gerbet : Le nom Adama signifie «terre» en hébreu, l'élément essentiel de l'agriculture. Ce lien fort de notre nom à la terre sym-*

*bolise notre engagement envers le monde agricole. Il rappelle notre approche concrète du métier que l'on retrouve dans notre culture et nos actions.*

### **Comment est né votre groupe ?**

*Philippe Gerbet : Notre groupe est né du rapprochement de deux sociétés israéliennes (Makhteshim et Agan), créées après la Seconde Guerre Mondiale dans le but de doter Israël d'une agriculture performante et de produits permettant de protéger ses récoltes. Nourrir la population croissante israélienne, sur un territoire soumis à une pénurie de ressources naturelles relevait du défi !*

### **Votre groupe est devenu international au fil des décennies. Comment expliquez-vous votre succès ?**

*Philippe Gerbet : Nous disposons de collaborateurs de valeur, d'outils de production performants, d'un savoir-faire reconnu, de produits innovants et d'une excellente organisation. Notre groupe a connu un*

*fort développement par opportunités en créant ou en rachetant des sociétés au fil des années.*

### **Pourquoi votre nouveau nom ?**

*Philippe Gerbet : Dans presque chaque pays, les noms des filiales étaient différents et ne contribuaient pas à l'image d'un groupe. Nous avons profité de la prise de participations des Chinois dans le capital de notre entreprise pour nous doter d'un nom unique. Il devenait important de faire parler nos entités d'une même voix dans les 120 pays où nous sommes présents.*

### **L'utilisation de produits phytosanitaires reste-t-elle difficile ?**

*Philippe Gerbet : Adama a réalisé une vaste enquête auprès d'une centaine d'agriculteurs dans 15 pays différents. Ce qu'il en ressort : les producteurs trouvent complexe l'utilisation des produits phytosanitaires. La réglementation, les pratiques agronomiques évoluent rapidement et il ne leur est pas toujours facile*

de trouver l'information. Leur métier évolue rapidement et se diversifie..

### **Recherchez-vous à simplifier leur travail ?**

*Simon Cheylan* : Créer de la simplicité pour l'agriculture est notre slogan. Chez nos concurrents, il existe des sociétés dont le but est d'apporter de la performance, de la technologie et de la nouveauté. Nous respectons leur engagement. Notre métier est différent.

Nous cherchons à simplifier la vie des chefs d'exploitation dans la manipulation des produits phytosanitaires qui ne sont pas anodins.

### **C'est à dire...**

*Simon Cheylan* : Notre groupe a défini neuf problématiques principales concernant tous les agriculteurs. Nous nous attachons à y répondre en leur apportant des services et des produits.

A titre d'exemple, nous apportons des solutions permettant de réduire les opérations manuelles dans les vergers, à comprendre la réglementation complexe et à assurer l'efficacité de produits en dépit des conditions météo....

### **En quoi le digital participe-t-il à votre stratégie ?**

*Philippe Gerbet* : Ce que l'on recherche, ce n'est pas le bijou technologique. Nous voulons com-

muniquer avec les utilisateurs et leur apporter des informations pertinentes de la manière la plus simple possible.

Aujourd'hui, les Smartphones, voire demain les tablettes, sont des outils de plus en plus utilisés par les agriculteurs. Ils doivent leur permettre de disposer de renseignements immédiats sur les mélanges des produits, sur les équipements de protection à porter, sur le remplissage du pulvérisateur...

### **Avez-vous un petit complément pour illustrer votre propos ?**

*Simon Cheylan* : Sur notre plateforme web, les agriculteurs peuvent noter les niveaux d'infestation de parasites (pucerons, insectes) dans leurs champs et ainsi alerter leurs collègues proches. Ce qui permet de prendre la bonne décision de traitement au bon moment. Cette plateforme est gratuite, collaborative et nous incitons tous le monde à l'alimenter.

### **Chemchina est devenu actionnaire majoritaire il y a 2 ans. Qu'est-ce que cela change pour vous ?**

*Philippe Gerbet* : Rien du tout si ce n'est le change-

ment de nom du groupe et la pérennité internationale de notre entreprise. Nos partenaires chinois sont là parce qu'ils ont un vrai projet sur du long terme. Ils veulent se doter d'un groupe international parce qu'ils se trouvent aujourd'hui confrontés à la nécessité de disposer d'une agriculture productive et de qualité.

Ils désirent acquérir de nouvelles technologies et construire des usines, des centres de recherche en Chine avec l'aide de nos cadres israéliens et européens. Leur démarche est très cohérente et très pragmatique.

### **Que pensez-vous de l'objectif français de réduction de l'utilisation des pesticides de 50% ?**

*Philippe Gerbet* : Cet objectif quantitatif est arbitraire. Il aurait été préférable de mettre en place un indicateur de suivi qualitatif basé sur la réduction des impacts des phytos.

Nous estimons qu'il est plus important d'agir sur les bonnes pratiques agricoles, de former et informer les agriculteurs sur la bonne utilisation de nos produits.



NOUS ESTIMONS QU'IL EST PLUS IMPORTANT D'AGIR SUR LES BONNES PRATIQUES AGRICOLES, DE FORMER ET D'INFORMER LES AGRICULTEURS SUR LA BONNE UTILISATION DE NOS PRODUITS





production d'un calibre supérieur. Le second (Broadway) apporte aux céréaliers un mode d'action inédit pour lutter contre les maladies du blé.

### Quels sont vos objectifs ?

*Philippe Gerbet* : Derrière les trois grosses sociétés leaders, nous sommes reconnus comme un challenger important en Europe (4e) et en France (5e). Depuis des années, notre croissance est régulière.



### Quelles sont vos prochaines innovations ?

*Philippe Gerbet* : Nos investissements sont dans le nombre de nos solutions. Ils sont lourds parce que l'innovation de nos produits nécessite des milliers d'essais en France.

*Simon Cheylan* : L'année dernière, Adama a mis sur le marché huit nouvelles solutions. Depuis ce début d'année, les autorités nous ont accordé l'homologation de deux nouveaux produits. L'un d'eux (Brévis) réduit le nombre de fruits par arbre pour valoriser une

Notre objectif est de perdurer sur ce rythme, de conforter notre position, de renforcer nos solutions et de proposer des services encore plus pertinents.

### Adama en France en quelques chiffres

**72** collaborateurs

**5<sup>e</sup>** fournisseur sur le marché français

**120** solutions

**130 M** euros de chiffre d'affaires

**20** ans d'expérience agricole



La science pour une vie meilleure

# Comment Bayer peut-il être un expert à la fois en protection des plantes et en semences ?

À l'heure actuelle, il est vrai qu'en Europe, Bayer CropScience est plutôt connu et reconnu pour ses produits leaders en protection des cultures que pour ses semences.

Cependant, depuis ces vingt dernières années, Bayer a déjà développé et sélectionné des variétés très performantes de coton, de riz, de cultures potagères mais aussi, de colza pour les agriculteurs du monde entier et s'est engagé maintenant dans la sélection variétale de blé et soja.

## PRIORITÉ AUX HAUTES PERFORMANCES

C'est le développement de variétés de haute performance adaptées aux défis spécifiques et très divers des conditions agricoles locales qui est prioritaire. C'est la raison pour laquelle Bayer dispose de centres de développement et de sites d'expérimentations partout dans le monde. Aujourd'hui, c'est au tour de la France de bénéficier d'une gamme de variétés de colza d'hiver sélectionnées tout particulièrement pour répondre aux exigences agro-climatiques des régions européennes.

## DE NOUVELLES MÉTHODES DE SÉLECTION

L'approche est basée sur les méthodes de sélection qui ont déjà transformé le secteur du colza au Canada et aux États-Unis pendant la dernière décennie. Bayer est donc confiant car, grâce à ses importants investissements dans les infrastructures, il pense réitérer ce succès en Europe avec **InVigor**®.

**InV1010** est la première variété issue de cette sélection, inscrite au catalogue variétal français.

Bayer développe et sélectionne les lignées parentales avec les bonnes caractéristiques comme la résistance aux maladies, la robustesse face aux conditions hivernales et de bonnes teneurs en huile.



## TÉMOIGNAGE



**Kamel Beliazi,**  
Directeur Seeds Région EMEA

“ Notre équipe européenne est concentrée sur l'amélioration de la performance des hybrides pour l'ensemble des pays européens. En atteignant cet objectif, nous permettrons aux agriculteurs d'accéder à une culture de colza toujours plus productive et plus rentable. Il est vital pour l'industrie du colza de disposer de variétés avec des rendements en huile maximisés pour répondre à la demande croissante d'huile de colza aussi bien en alimentation humaine que pour les usages industriels ou biocarburants tout en réduisant au maximum l'empreinte carbone de cette culture. En tant que partenaire de l'industrie du colza, chez Bayer CropScience, avec notre expertise en protection des semences et en protection des plantes, nous voulons relever ce défi. Nous travaillons ensemble avec la filière pour rendre cette culture toujours plus compétitive d'un point de vue économique et environnemental et lui assurer un futur radieux. ”



Retrouvez le programme Bayer Agir sur [bayer-agri.fr/agir](http://bayer-agri.fr/agir)

En savoir plus ? Rendez-vous sur <http://www.bayer-agri.fr/produits/semences/>

Bayer CropScience

# Assurons aujourd'hui l'avenir des jeunes en situation de handicap

eden-studio.com

© Jérôme Deya



Serge G., 65 ans

« Mes biens seront naturellement légués à ma famille. Ce qui ne m'a pas empêché pour autant de souscrire en 2007 un contrat d'assurance vie au profit des personnes handicapées

que l'APF a pour mission d'accompagner au quotidien. Ainsi, sans léser ni priver quiconque autour de moi, je sais que le capital versé à l'Association au moment de mon décès permettra d'assurer un meilleur avenir à ceux qui n'ont pas eu comme moi la chance, dès le départ de "marcher sans y penser"... »

Créée en 1933 pour aider la personne en situation de handicap à s'insérer dans la société, l'Association des paralyés de France compte aujourd'hui en France 342 structures.

## L'APF accueille

Permettre aux jeunes enfants et adolescents en situation de handicap de développer au maximum leur potentiel et leurs capacités est l'un des principaux objectifs de l'association. Pour les atteindre, celle-ci développe des aides individuelles et ponctuelles (centres d'action médico-sociale précoce, services d'éducation et de soins spécialisés à domicile, instituts d'éducation motrice). L'APF travaille également à favoriser l'insertion professionnelle, soit en milieu ordinaire, soit en milieu adapté.

## L'APF accompagne

Vivre chez soi, travailler, se distraire et participer à la vie socio-culturelle est un droit pour tous. En ce sens, l'Association n'a de cesse de développer des services à domicile, de poursuivre l'adaptation des structures au projet individuel de l'usager, tout en aménageant des réponses nouvelles.

## L'APF défend

Vivre comme les autres et avec les autres. Telle est l'une des principales demandes exprimées par les personnes en situation de handicap. Recensant les besoins et les difficultés de chacun, l'APF développe dans chaque département les moyens d'action appropriés. Ainsi, elle défend les personnes contre toute forme de discrimination et encourage tous les responsables de la société civile à prendre position et à agir en conséquence, notamment en matière d'accessibilité.



Association des Paralyés de France  
17 bd Auguste Blanqui - 75013 Paris  
Tél. 01 40 78 69 18 - [www.apf.asso.fr](http://www.apf.asso.fr)

Reconnue d'utilité publique, l'Association des Paralyés de France est exonérée de tout droit de succession. Elle est habilitée à recevoir des legs, des donations ainsi que des capitaux provenant des contrats d'assurance-vie qui lui sont consentis.



## BON À SAVOIR :

Si vous êtes assujetti(e) à l'ISF et souhaitez faire un don en faveur de l'une de nos entreprises adaptées, sachez que celui-ci est déductible de votre impôt à hauteur de 75% dans la limite de 50 000 euros.



Vous souhaitez obtenir des informations sur les legs, donations et assurances-vie ?

N'hésitez pas à contacter Franck Sarriot

pour parler de vos projets et/ou pour vous tenir informé de ceux de l'association, en toute confidentialité et sans aucun engagement de votre part, par téléphone au 01 40 78 69 18 ou par mail à : [franck.sarriot@apf.asso.fr](mailto:franck.sarriot@apf.asso.fr)

Pour recevoir notre documentation sur les assurances-vie, les donations et les legs en toute confidentialité et sans aucun engagement de votre part :

À retourner sous enveloppe affranchie à : Association des Paralyés de France - Franck Sarriot - 17 bd Auguste Blanqui - 75013 Paris.

Je souhaite recevoir votre brochure **Legs, Donations & Assurances-Vie.**

M<sup>me</sup>  M<sup>le</sup>  M. Prénom .....

Adresse .....

Je souhaite être contacté(e) par votre correspondant APF.

Code postal ..... Ville .....

Les horaires auxquels vous pouvez m'appeler : .....

Tél. .... E-Mail (facultatif) .....

En application de la loi du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès, de rectification et de suppression aux informations vous concernant, en vous adressant à notre association. Sauf opposition de votre part, les noms, prénoms et adresses de nos adhérents et donateurs sont communiqués à nos services internes et aux organismes liés contractuellement à l'APF.

LEGN013