

La Revue de l'Académie d'agriculture

N°1
Septembre 2013

Dossier : Défis et opportunités pour les carburants avancés

Tribune libre :
La nature et la science

Futur :
Le transfert des gènes,
moteur de l'évolution



NORD EST

*La Banque de
votre Territoire*

**Cet homme
n'admet
aucune
fausse note**

**Pour construire notre
relation, nous avons
la même exigence**

03/2013 - CAISSE REGIONALE DE CREDIT AGRICOLE MUTUEL DU NORD EST

Société coopérative à capital variable – Etablissement de Crédit – Société de courtage d'assurances – RCS Reims n° 394 157 085 – N° ORIAS 07 022 663

Siège social : 25 rue Libergier – 51088 REIMS CEDEX



Editorial

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

Une revue pour l'Académie

La naissance d'une nouvelle revue est toujours un événement. D'autant plus pour l'Académie d'agriculture de France qui en était dépourvue, alors qu'elle a fêté son deux cent cinquantième anniversaire en 2011.

Je m'étais engagé avant mon élection comme Secrétaire perpétuel, en février 2012, à moderniser les outils de communication de notre Compagnie, riche des compétences multiples et de l'expérience de ses membres, au travers d'un site Internet revisité, d'une revue de prestige, d'une lettre d'information nouvelle. Et ceci, afin de valoriser le travail essentiel qui y est réalisé pour éclairer les pouvoirs publics, les décideurs, les médias et les citoyens sur les questions scientifiques, techniques, économiques, juridiques, sociales et culturelles, dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement.

Je me réjouis de pouvoir vous présenter aujourd'hui la revue de l'Académie d'agriculture, lors de la séance solennelle de rentrée de notre Compagnie, à la date que nous nous étions fixée.

Revue trimestrielle, en quadrichromie, abondamment illustrée, elle est destinée à faire connaître à l'extérieur de l'Académie, ses activités et ses travaux les plus significatifs. Elle sera adressée gratuitement à tous les partenaires que l'Académie souhaite sensibiliser aux thématiques qu'elle traite dans ses séances publiques, ainsi que dans ses sections et ses groupes de travail. Elle sera également adressée à ses membres.

Elle comprendra notamment des informations sur l'actualité et les temps forts de l'Académie, une tribune libre, un dossier central autour d'un thème traité par un groupe de réflexion ou lors d'une séance publique, une rubrique « Futurs » et une rubrique « Histoire ».

Afin d'assurer le financement intégral de son édition et de son routage, elle comporte du publi-rédactionnel et de la publicité. L'Académie a signé un contrat avec une régie publicitaire, FFE, qui assure la prospection des annonceurs ainsi que la mise en page de la revue, son édition et sa diffusion. Ses rédacteurs, bénévoles, sont tous membres de notre Compagnie. Je tiens à les remercier tous et plus particulièrement Jean-François Colomer, responsable du groupe « Communication », qui a bien voulu accepter d'être le rédacteur en chef de cette revue, à laquelle je souhaite longue vie, en espérant répondre aux attentes de ses futurs lecteurs !

Je remercie les annonceurs, qui par leur présence, ont permis de financer cette première édition et je souhaite qu'ils nous accompagnent pour les prochaines.

Valoriser la production de bois

Préserver la biodiversité

Accueillir les publics

Prévenir les risques naturels

Offrir des services aux territoires

L'Office national des forêts,
premier gestionnaire
d'espaces naturels en France



Office National des Forêts

Sommaire

- | | |
|--|---|
| <p>■ Actualités p. 7</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quatre grandes thématiques pour le programme de travail de l'Académie par Gérard Tendron p. 7 - Innovations et biotechnologies pour une agriculture durable en Béarn : visite de l'Académie d'Agriculture de France par Catherine Regnault-Roger p. 15 - L'impossible débat sur les OGM par Xavier Beulin, Président de la FNSEA p. 19 - L'impossible débat sur les OGM par Jean-François Colomer et Jean-Claude Pernollet, p. 19 <p>■ Tribune Libre p. 22</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questions de stratégie scientifique personnelle et collective par Hervé This p. 22 <p>■ Controverse p. 26</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le choix de la Cogénération par Patrick Ollivier p. 26 | <p>■ FOCUS p. 47</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produire mieux, produire plus ! Thierry Darbin p. 49 - La Filière semences, acteur majeur de l'agriculture durable François Burgaud p. 50 - L'Agence de services et de paiement, le premier payeur européen d'aides agricoles Edward Jossa p. 52 - Forêt et filière bois, les nouveaux enjeux Jean-Yves Caultet p. 53 - Devenir le leader européen de l'éthanol Alain Jeanroy p. 54 - Crédit Agricole du Nord Est : La banque du territoire au service des filières agroalimentaires Thierry Aubertin p. 55 <p>■ Futurs p. 56</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le transfert de gènes : un des moteurs essentiels de l'évolution par Yves Chupeau p. 56 - Le tout bio est-il possible ? par Gil Kressmann p. 64 - Télédétection et cycle de l'eau continentale : Quels apports aujourd'hui ? par Alain Perrier p. 66 <p>■ C'était hier p. 71</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bicentenaire du décès d'Antoine-Augustin Parmentier : une activité importante et remarquée à l'Académie d'Agriculture par Christian Ferault p. 71 |
|--|---|

■ **DOSSIER** P.33

Défis et opportunités pour les carburants avancés

- Défis et opportunités des biocarburants par Pierre-Henri Texier p. 34
- Biocarburants du futur : vers une mosaïque de solutions durables par Philippe Marchand p. 40
- Le projet BioTfuel par Julien Rousseau p. 43

Académie d'Agriculture de France : 18 rue de Bellechasse - 75007 Paris- Tél : 01 47 05 10 37 - Directeur de la publication : Gérard Tendron - Rédacteur en Chef : Jean-François Colomer - Secrétaire de Rédaction : Christine Ledoux-Danguin - Edition et Régie Publicitaire : FFE, 15 rue des Sablons - 75116 Paris - Tél. : 01.53.36.20.40 - Directeur de la publicité : Patrick Sarfati - Responsable relations entreprises : Philippe Simon - philippe.simon@revue-academieagriculture.fr - Tél. : 01.43.57.91.66 - Service technique : Aurélie Vuillemin - aurelie.vuillemin@ffe.fr - Tél. : 01.53.36.20.35 - Mise en page : Nadine Namer - Impression : Imprimerie de Champagne - 52200 Langres



Ensemble, **au quotidien,** nous développons **le futur de l'agriculture**

Filiale du groupe coopératif InVivo, InVivo AgroSolutions conçoit et développe des solutions innovantes destinées à valoriser au mieux le potentiel agroenvironnemental des exploitations agricoles.



C'est ainsi qu'InVivo AgroSolutions

réalise annuellement plus de **1 000 essais**
sur l'ensemble des productions végétales

accompagne plus de **1 200 conseillers**
avec des solutions de conseil et des outils d'aide
à la décision novateurs, développés sur 2,6 millions d'hectares

intervient sur **70 captages** d'eau potable
pour l'établissement de diagnostics et de plans d'actions
concernant leurs aires d'alimentation

anime **316 exploitations** engagées
dans la démarche FERMEcophyto du réseau DEPHY

offre une expertise sur **l'affichage environnemental**
et la **compensation écologique**

dispose d'une **base de données parcellaires**
sur des pratiques agricoles réelles, permettant
de suivre l'évolution **d'indicateurs** agronomiques,
économiques et environnementaux, depuis plus de 15 ans

inVivo

AgroSolutions

83, av. de la Grande Armée
75016 Paris
www.invivo-group.com
Contact : Agnès Filhol
Mail : afillhol@invivo-group.com
Tél : 01 40 66 22 73

© Shutterstock.com

InVivo AgroSolutions s'inscrit de cette manière comme l'un des opérateurs majeurs du développement agricole et de la compétitivité des exploitations françaises pour relever le double défi alimentaire et environnemental.



Gérard Tendron

Secrétaire perpétuel de l'Académie d'agriculture
Ingénieur général honoraire du Génie rural, des Eaux et des Forêts
Ancien Président de section au Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux

Gérard Tendron

Secrétaire perpétuel de l'Académie d'agriculture

Quatre grandes thématiques pour le programme de travail de l'Académie

Les réflexions engagées en 2012 à l'occasion de la révision de nos statuts sur le rôle que nous voulons voir jouer par notre Compagnie ont conduit à afficher clairement une priorité : l'Académie d'agriculture de France se positionne à l'interface de la science et de la société, avec pour mandat d'éclairer les citoyens et les décideurs sur les évolutions actuelles et futures dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement.

Vaste programme qui exige nécessairement de faire des choix pour ne pas diluer nos efforts et devenir de ce fait inaudibles. La logique est que nous devons encore mieux organiser nos travaux de manière à ce que l'Académie d'agriculture devienne un partenaire crédible et écouté par les pouvoirs publics comme par les professionnels et les citoyens.

La première démarche que nous avons entreprise est l'élaboration collective d'un programme de travail qui a mobilisé l'ensemble des membres de notre compagnie et qui sera réactualisé chaque année. Il répond à trois préoccupations : être un élément structurant de nos travaux ; être un outil de dialogue entre

les sections ; être un instrument de communication interne et externe. Il doit nous aider à dégager des priorités, aussi bien pour le choix des séances que pour la mise en place de groupes de travail.

Quatre thématiques principales ont été retenues.

PRODUIRE MIEUX ET PLUS POUR NOURRIR LES HOMMES

Nourrir la population de la planète qui continue à augmenter fortement, tout en préservant au mieux l'environnement, nécessite de produire plus et de réduire l'impact des cultures et de l'élevage sur l'environnement, dans un contexte de changement climatique.

Etre vigilant sur la préservation de la biodiversité, utiliser avec discernement les intrants agrochimiques, mettre en œuvre des méthodes de production écologiquement intensives plus attentives aux préoccupations environnementales en matière de santé et de croissance des plantes, valoriser les ressources que sont les sols, l'eau et l'azote notamment, se révèlent des enjeux qui requièrent d'adapter les cultures, les itinéraires techniques et les systèmes de production en utilisant au mieux les



résultats des connaissances scientifiques et les outils de l'agronomie et de l'amélioration des plantes. De même, doivent être précisées les évolutions souhaitables de la transformation et de la distribution des produits alimentaires afin d'assurer sur le long terme la sécurité alimentaire (produire suffisamment) et la sécurité des aliments (produire des aliments sains), sachant que les besoins augmentent rapidement.

Sur le plan social, il convient aussi d'étudier la question cruciale des évolutions quantitatives et qualitatives du marché du travail en agriculture et des exclusions paysannes à l'échelle mondiale.

Pour l'année académique 2013-2014, plusieurs thèmes vont faire l'objet de réflexions et de propositions au sein des sections et des groupes de travail, qui pourront déboucher sur des séances publiques :

- L'évolution des systèmes de culture :

Quels sont-les systèmes de culture innovants ? Comment les concevoir ? Quels sont les freins et les leviers à la diversification des systèmes de culture ? Evolution des systèmes de culture et innovations variétales. Evolution des systèmes de culture et économie de pesticides. Les systèmes de culture en Afrique tropicale, l'agriculture biologique en Ukraine, l'agroforesterie. Analyse prospective du développement des filières fruits et légumes.

- L'évolution des métiers de l'élevage :

L'élevage dans les pays en développement, autrement que par le seul thème de la sécurité alimentaire. L'évolution des métiers de l'élevage dans les dix prochaines années, l'adaptation des formations et les outils de développement. La participation des éleveurs dans la définition des objectifs de sélection, dans les évolutions zootechniques et sanitai-

res reposant sur de nouvelles technologies.

- Le rôle des productions aquatiques dans l'alimentation :

Quelle contribution des pêches, ainsi que de l'aquaculture d'eau douce et marine à l'alimentation dans les prochaines décennies ? Quelles perspectives pour les algues ?

- Les agricultures familiales :

Dans le cadre de l'année internationale de l'agriculture familiale proclamée pour 2014 par l'assemblée générale des Nations Unies, l'Académie participera au recensement des initiatives et des partenaires mobilisables dans ces processus de développement et de lutte contre la pauvreté.

- La qualité des aliments

La qualité gustative des aliments. Les perturbateurs endocriniens de l'alimentation. La toxicologie alimentaire, en organisant un colloque avec la Société française de toxicologie. La durabilité du froid à usage alimentaire. La robotisation de l'industrie alimentaire.

- La sécurité alimentaire

La sécurité alimentaire territoriale. La sécurité alimentaire dans l'Asie du Sud Est. - Les industries et l'économie agro-alimentaire : les filières, la consommation...

ADAPTER LA GESTION DES ÉCOSYSTÈMES AGRICOLES ET FORESTIERS AUX CHANGEMENTS GLOBAUX

Les effets du réchauffement climatique risquent de s'accroître dans les années à venir. Des sécheresses récurrentes pendant la saison de végétation des forêts ou des cultures traditionnelles, une élévation de

la température moyenne, des épisodes fréquents d'incidents d'origine climatique auront des répercussions majeures sur les écosystèmes cultivés, agricoles ou forestiers.

Identifier les facteurs de risques, prévoir les aléas et les stratégies d'adaptation des écosystèmes agricoles et forestiers et définir les modalités d'une gestion adaptative revêtent donc une importance particulière.

Les choix d'espèces ou de variétés, en fonction des sols et des ressources en eau selon les saisons, les rotations, les modes de culture, les objectifs de production, l'utilisation des terres devront, dans bien des cas, être redéfinis, en tenant compte des progrès de la sélection conventionnelle, de la génomique, voire de la transgénése.

De même, des réflexions prospectives sont indispensables concernant l'impact de l'agriculture sur les changements globaux d'une part, les contributions que l'agriculture et la sylviculture peuvent apporter face à l'épuisement des ressources naturelles, d'autre part.

L'étude des potentiels de la science pour une agriculture durable, engagée au sein d'un groupe de travail transversal, doit permettre de faire mieux connaître les découvertes les plus récentes dont les applications seront des éléments essentiels des progrès de l'agriculture et de la sylviculture de demain.

La question des ressources en eau mérite une attention particulière en termes d'accès à l'eau pour l'agriculture, d'adaptation des pratiques culturelles et des systèmes de culture aux potentialités du milieu et aux ressources en eau, de réduction des impacts de l'agriculture et de l'élevage sur la qualité de l'eau. Dans un contexte de changement climatique,

une réflexion prospective est indispensable concernant les solutions alternatives et les moyens d'économiser l'eau.

Enfin, l'étude des interactions entre la forêt et la ressource en eau, marquées par de fortes variabilités spatio-temporelles et soumises à d'importants effets d'échelle apparaît essentielle. Elle devrait permettre d'optimiser la gestion forestière, en diminuant la consommation nette d'eau par la forêt au bénéfice des ressources hydriques.

En 2013-2014, deux grands axes de travail seront approfondis:

- Agriculture et changements climatiques:

Robustesse des systèmes de culture et changement climatique. L'adaptation des écosystèmes forestiers aux changements globaux : il s'agit d'identifier les facteurs de risques et de vulnérabilité des forêts et de définir des stratégies pour leur adaptation.

- Valorisation des ressources ligneuses

Le développement d'une « bio-éco-

nomie » substituant des produits « bio-sourcés » à des matières premières et matériaux d'origine fossile. Trois séances publiques doivent permettre de faire le point sur :

- l'industrie du papier dans le cadre d'une économie bio-sourcée : bioraffinerie et nouveaux produits,
- les outils modernes de l'évaluation, de la mobilisation et de l'utilisation de la ressource ligneuse: données géoréférencées, application des TIC à la chaîne de valeur,
- regards croisés sur la forêt entre forestiers et industriels, sous forme d'une séance controversée.

INTÉGRER LES POLITIQUES AGRICOLES, ENVIRONNEMENTALES ET TERRITORIALES

L'Académie doit contribuer à définir les modes de gestion adaptés, afin de tendre vers une biosphère aux potentialités plus riches pour les populations futures. La question de la biodiversité naturelle en milieu rural pose le problème de la responsabilité éventuelle de l'agriculture dans l'érosion, le maintien ou l'amélioration de la diversité biologique.



La capacité des agriculteurs et des éleveurs à satisfaire dans le futur les besoins alimentaires de l'humanité, tout en préservant le potentiel de production et en assurant un équilibre satisfaisant entre les différentes activités du milieu rural, constitue un enjeu majeur. A ce titre, les interactions entre politiques agricoles, environnementales et d'aménagement du territoire seront déterminantes. La réforme de la Politique agricole commune dans l'Union européenne devrait jouer un rôle essentiel dans ces évolutions.

L'Académie consacre ses travaux dans ce domaine aux interactions, complémentarités et contradictions entre les politiques agricoles, environnementales et territoriales, afin de proposer des évolutions de nature à assurer plus de cohérence et de complémentarité.

En 2013-2014, les réflexions porteront plus particulièrement sur quatre sujets de préoccupation :

- Gestion de l'espace rural

L'espace rural et les milieux naturels, objet de multiples sollicitations

qui appellent de nouvelles modalités de gestion.

Initiatives des agriculteurs et des autres acteurs du monde agricole dans les aires périurbaines (suites des réflexions du groupe « Agricultures et forêts en milieu périurbain »).

- Lutte contre le gaspillage

L'Académie clarifiera ce que l'on désigne par « gaspillage » aux différents stades de la production, du stockage, du transport, de la distribution, du conditionnement et de la consommation.

- Agriculture et énergie

Energie et biomasse récoltée : évaluer la part de la biomasse dans l'ensemble des énergies primaires, les différents usages de la biomasse végétale, les rendements, les pertes et les possibilités d'amélioration aux différents stades.

- Agriculture et biodiversité

Les prairies, composantes nécessaires des agro-écosystèmes, pour la régulation des flux environnementaux et la dynamique de la biodiversité. Les pesticides et leur impact sur les êtres vivants. Poursuite du grou-

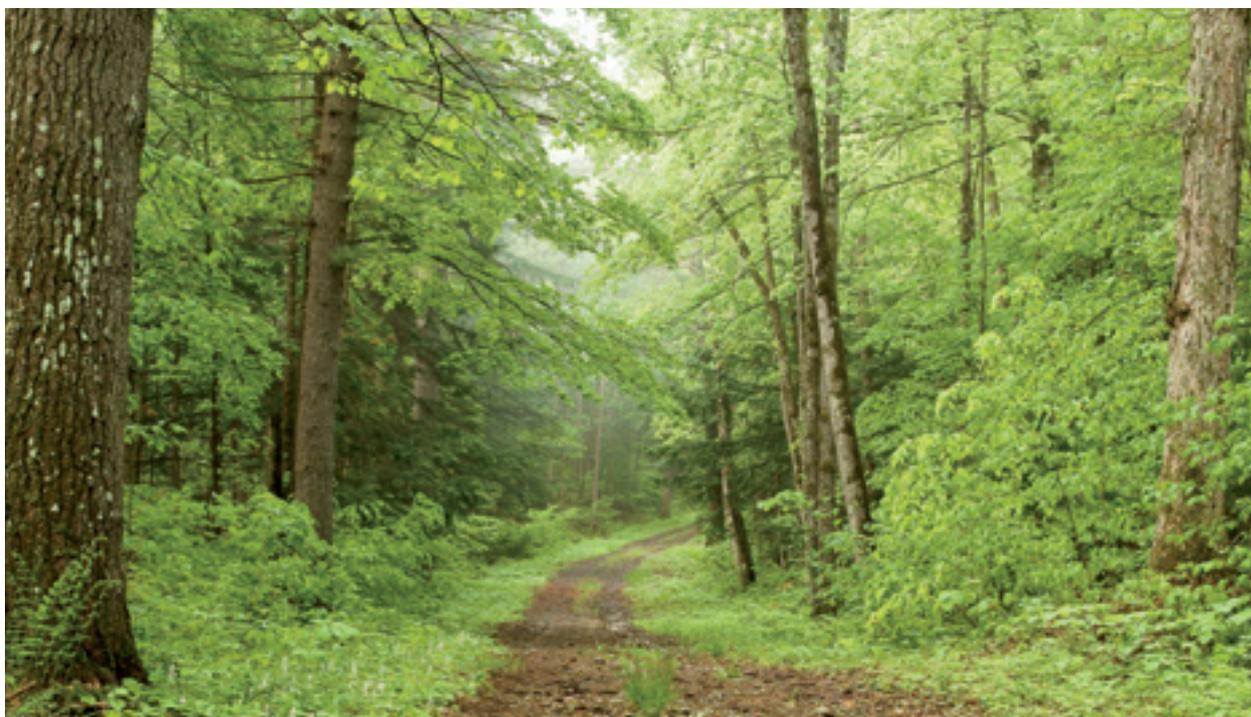
pe de travail sur les méthodes bio-intensives de protection des plantes. Le rôle des insectes et le devenir de l'entomologie

CONTRIBUER AU DÉBAT SUR « INNOVATIONS ET ACCEPTABILITÉ SOCIALE »

L'acceptabilité sociale vis-à-vis des innovations techniques ou scientifiques dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation ou de l'environnement représente une exigence majeure. L'opinion publique peut rejeter brutalement des innovations ou revenir sur ce qu'elle avait jusqu'alors accepté. Les décideurs politiques mettent fréquemment en avant le principe de précaution pour interdire la poursuite ou l'exploitation d'innovations qui pourraient être utiles pour répondre aux besoins futurs de la société, alors même que le principe de précaution ne devrait pas être invoqué pour répondre à une réticence sociétale, idéologique ou philosophique.

La préservation de la biodiversité apparaît pour beaucoup de nos concitoyens comme une priorité par rapport aux activités économiques en milieu rural et forestier. L'évolution de la perception de la nature mérite d'être approfondie, notamment en termes d'attractivité des campagnes pour les urbains, des contraintes qu'elle génère pour les ruraux et des retombées économiques qu'ils peuvent en espérer. De même, le rôle des agriculteurs et des ruraux au sens large dans l'entretien de la nature et la fourniture de biens et de services aux urbains doit être mieux étudié, alors même que réhabiliter l'image environnementale de l'agriculture est une préoccupation de la profession agricole.





En 2013-2014, les travaux porteront plus spécialement sur les questions suivantes :

- Sciences et citoyens

Formation à la médiation scientifique et au langage approprié pour un partage des connaissances, afin d'éclairer les citoyens ; prise en compte des mouvements dits de « science citoyenne et science participative » qui remettent en cause, en particulier pour l'étude du vivant, le droit des scientifiques à choisir non seulement les objectifs mais aussi les méthodes de la production scientifique.

- Experts, expertises

Les intérêts cachés de l'expertise, thème qui pourrait déboucher sur un colloque : les normes dans l'économie agro-alimentaire. La modélisation et son éthique, pour discuter les utilités et les limites de cette approche, souvent indispensable au développement de sciences qui ne

peuvent mettre en œuvre des expérimentations à grande échelle, mais est aussi parfois utilisée sans discernement. Poursuite des analyses et des propositions du groupe de travail sur le principe de précaution.

- Acceptabilité des innovations et choix alimentaires

L'acceptabilité sociétale des nouvelles techniques dans l'alimentaire ; la naturalité et l'alimentation ; les connaissances nutritionnelles pour guider les choix alimentaires ; l'influence de la grande distribution sur les choix alimentaires ; l'innovation alimentaire.

- Antibiorésistance

Dans la suite du colloque organisé en 2012, le rôle de l'Académie sera de suivre l'actualité agricole et de valoriser au travers des autres académies tout moyen nouveau permettant de limiter la dispersion des bactéries pathogènes porteuses des gènes de résistance. Avec un regard particulier

sur l'aquaculture, la méthanisation et les aménagements paysagers.

Tous ces sujets vont faire l'objet de réflexions, de débats, de propositions au sein de notre Compagnie. Dans la nouvelle période qui s'ouvre, la place et le rôle de l'Académie demeurent essentiels. Elle est d'abord un creuset de disciplines multiples, lié à l'extraordinaire richesse de connaissances et d'expériences de ses membres, qui lui donne la capacité d'être un lieu de débat, de discussion, voire même de confrontation entre scientifiques, acteurs économiques et société civile. Elle doit être productrice d'analyses objectives et de synthèses, assises sur les connaissances scientifiques les plus solides et permettre un éclairage pédagogique, par un discours clair, sous forme d'avis motivés et de jouer plus que jamais son rôle social auprès des pouvoirs publics, des décideurs, des acteurs professionnels, de la société civile, des médias. ■



Tout savoir sur la viande : un métier

La production de viande est depuis des années un sujet sensible et central dans notre société. Risques sanitaires, impacts environnementaux, traditions et innovations, de nombreux sujets font débat et suscitent des interrogations. Créé en 1987, le Centre d'Information des Viandes (CIV) a vocation à répondre à ces questions et à fournir des repères dans un secteur aux problématiques aussi diverses que capitales. Explications avec Pierre-Michel Rosner, Directeur.

Quel est l'objet de votre association ?

Notre objectif est de produire une information scientifique pertinente et fiable sur les impacts des filières élevage et viandes. Nous élaborons et mettons à disposition des documents traitant de nutrition, de sécurité sanitaire, du bien-être animal, d'environnement (gaz à effet de serre, eau, sols, biodiversité, etc.) et plus généralement de tout sujet d'intérêt sociétal lié à ces filières. Notre métier consiste donc à rendre cette information accessible à des publics « avertis », c'est-à-dire à des professionnels et des connaisseurs des sujets traités qui n'en sont pas pour autant des experts.

Dans quelle mesure êtes-vous devenu une structure légitime auprès des professionnels du secteur ?

Tout en étant un organisme de petite taille, nous sommes l'une de très rares structures au contact de l'ensemble des filières élevage et viandes, depuis les éleveurs jusqu'aux consommateurs en passant par le négoce, les abattoirs et transformateurs, les professionnels de la boucherie, la restauration collective ou la grande distribution. C'est une caractéristique essentielle qui nous place dans une position privilégiée et plutôt inédite.

J'ajouterai qu'historiquement, le CIV a su jouer un rôle reconnu et apprécié de veille et de communication scientifique lors des crises de la vache folle.

L'élevage et la production de viande font souvent l'objet de sérieuses controverses ; de quoi vous donner du travail...

En effet, dans notre société et à notre époque, le moindre sujet peut donner lieu à débat et controverse, aussi bien entre scientifiques qu'entre scientifiques et professionnels, mais aussi entre ou avec les élus, les associations, etc. Chacun de ces acteurs doit se frayer un chemin dans ces vastes champs de discussions. À nous d'être là pour fournir des éléments de connaissances susceptibles d'aider à tenir compte de la pluralité et de la complexité des connaissances et enjeux, en précisant les analyses en présence de manière solide et fiable, sans nécessairement trancher.

Vous existez depuis plus de 25 ans. Votre rôle a-t-il changé depuis votre création ?

Bien sûr. Dès l'origine, le CIV avait une fonction générale de veille sur ces nombreuses questions. Mais les événements ont eu des impacts forts sur notre travail. Très

logiquement, suite à la crise de la vache folle, le CIV a par exemple fortement développé un axe de communication auprès du grand public. Depuis 2012, nous nous adressons à nouveau exclusivement à des publics très avertis, l'interprofession ayant de son côté récupéré cette fonction de communication grand public.

Quels sont les grands défis à relever au quotidien pour une structure comme la vôtre ?

Crédibilité, autonomie et contenus. Nous devons sans cesse consolider la crédibilité scientifique des informations que nous produisons. La combinaison entre veille et information grand public était en ce sens probablement un peu contradictoire même si justifiée par les circonstances. Aujourd'hui, il nous faut rétablir un équilibre qui passe à la fois par une relative indépendance financière et par une indépendance intellectuelle et la fiabilité de nos contenus.

Qui sont les membres qui constituent votre équipe ?

Nous sommes un petit groupe de spécialistes thématiques, aussi bien agronomes que vétérinaires, nutritionnistes ou socio-économistes. Chacun d'entre nous traite différents domaines en entretenant

des liens avec différents organismes scientifiques et de nombreux groupes de travail ou programmes de recherches correspondants à ces domaines. Nous travaillons en groupes dans un souci de pluridisciplinarité.

Quels sont les grands chantiers du moment pour vous ?

À l'heure actuelle, nous comblons des vides. Par exemple, sur les questions environnementales, les impacts négatifs – réels ou supposés – de l'élevage sont largement documentés. Mais peu de chose existe sur l'identification et la mesure de ses contributions positives. Comment dès lors peut-on parler de bilans en matière d'impacts ? Dans la même logique, nous soutenons un programme de l'INRA visant à fournir aux professionnels une information chiffrée sur la valeur nutritionnelle des viandes, en fonction des morceaux et modes de cuisson. Jusqu'à présent, cela n'existait pas.

En parallèle, de nouveaux sujets d'intérêt apparaissent : enjeux de la génomique, développement du droit animalier, production de méthodes en matière d'évaluations environnementales, apparition de nouvelles zoonoses, etc. La liste est longue et la difficulté est de sérier ces sujets. Nous sommes donc en train de mettre en place pour fin 2013, un nouveau conseil scientifique et d'orientation qui aura précisément pour tâche de nous aider à identifier et hiérarchiser des axes de travail structurants au regard des perspectives d'évolutions scientifiques et sociétales. J'aimerais souligner une préoccupation qui constitue un chantier à



part entière : Comment promouvoir des approches holistiques et pas seulement multidisciplinaires ? Des sujets tels que la consommation rituelle, la place de la viande en restauration scolaire, l'affichage environnemental ou autres mobilisent des connaissances depuis la recherche fondamentale en biologie jusqu'aux sciences sociales et humaines, et depuis l'élevage jusqu'à la consommation. Comment combiner ces approches et pas seulement les juxtaposer ? Et comment faire pour que des propositions qui ont un sens à un bout de la filière en aient aussi à l'autre bout. Il y a là une vraie question qui dépasse largement le CIV. Nous ne la résoudrons pas d'un coup de baguette magique mais elle traverse toute nos actions.

Les grands sujets que vous traitez, qui en sollicite la production ?

Je vais vous répondre en tant qu'ancien consultant : une partie de notre travail consiste justement à faire émerger des demandes plus ou moins exprimées. En gros, nous répondons d'une part à des demandes ponctuelles, notam-

ment des professionnels et parfois des médias du secteur agricole lors de situations de crise. Mais je reviens à cette notion de vides à combler. Des sujets peuvent aussi émerger auprès d'un de nos publics pour lesquels nous constatons un déphasage d'analyse ou d'information auprès des autres publics. À nous de voir alors, entre CIV, conseil scientifique et conseil d'administration si il y a matière à traiter et comment.

Internet est devenu votre principal outil de travail, avec un nouveau très beau site...

Absolument. Nous venons de mettre en ligne notre nouveau site web, accessible à l'adresse www.civ-viande.fr, dont l'un des rôles est de permettre une diffusion d'informations calibrées vers des publics avertis, avec des contenus complets, lisibles. Beaucoup de professionnels veulent avoir accès à des données telles que celles que nous produisons. Et puis ce site doit aussi permettre de mettre en relation plus facilement les professionnels et les scientifiques, souvent éloignés.



Florimond Desprez

investit massivement dans les techniques
 les plus modernes d'amélioration des plantes
 afin de mettre à votre disposition les **meilleures variétés**
 pour une **agriculture performante et durable.**

Les variétés sélectionnées par Florimond Desprez
 sont cultivées dans plus de 35 pays
 où elles contribuent au succès des agriculteurs
 et des industries de transformation.

Florimond Desprez développe des programmes
 de sélection en :

- Betterave Sucrière
- Chicorée Industrielle
- Céréales : Blé Tendre, Orge, Triticale, Blé Dur
- Oléo-Protéagineux : Colza, Pois, Lupin
- Plantes Fourragères : Betterave Fourragère, Luzerne



Florimond Desprez
 est partenaire
 du programme AKER



FLORIMOND DESPREZ

Créations Variétales

www.florimond-desprez.fr

B.P. 41 - 59242 CAPPELLE-EN-PEVELE - Tél +33 (0)3 20 84 94 90 - Fax +33 (0)3 20 59 66 01 - contact@florimond-desprez.fr



Catherine Regnault-Roger
Membre titulaire de l'Académie
d'agriculture de France
Professeur des Universités
Pharmacien
Docteur d'État ès sciences
naturelles

Catherine Regnault-Roger

Professeur des Universités

Innovations et biotechnologies pour une agriculture durable en Béarn : visite de l'Académie d'Agriculture de France

Région agricole par excellence, le Béarn héberge des sociétés innovantes en matière de biotechnologies ainsi que des coopératives et centres expérimentaux dont les activités développent des pistes de réflexion pour une évolution de l'agriculture voulant concilier productivité et soutenabilité.

UNE UNIVERSITÉ PLURIDISCIPLINAIRE

S'y ajoute une université pluridisciplinaire, l'Université de Pau et des pays de l'Adour (UPPA), qui abrite en son sein des composantes allant des sciences juridiques et économiques aux sciences exactes et technologiques ainsi qu'aux sciences sociales et humaines. Fortement ancrée dans son territoire, elle entretient de échanges étroits avec les entreprises.

Il a été proposé à l'Académie d'Agriculture de France de rencontrer les acteurs du Sud-aquitain impliqués dans la dynamique des biotechnologies et des approches innovantes afin que l'agriculture conjugue performance et productivité dans le respect de l'environnement.

Catherine Regnault-Roger, Professeur de biologie à l'UPPA et membre de l'Académie (section 1, produc-

tions végétales) et Any Castaings, membre Correspondante (section 8, filières alimentaires) se sont employées à organiser cette visite. Celle-ci s'est articulée en deux temps. Un colloque, ouvert à tous, centré sur les pratiques et les recherches innovantes en Béarn s'est déroulé à l'UPPA, puis quatre entreprises ayant l'habitude d'accueillir les étudiants palois ont ouvert leur porte aux académiciens pour leur montrer leurs réalisations innovantes en matière de biotechnologies.

UN COLLOQUE SUR LES PRATIQUES ET RECHERCHES INNOVANTES EN BÉARN

Ce colloque, organisé par l'UPPA avec le soutien de la Communauté d'agglomération Pau-Pyrénées (CDAPP), s'est déroulé en deux sessions, après que le Président de l'Université, le Pr **Mohamed Amara**, ait accueilli les participants et le Secrétaire perpétuel de l'Académie, M. **Gérard Tendron**, ait répondu à ce discours de bienvenu en présentant les activités de notre compagnie.

Actions de terrain et transferts de technologie

La première session fut consacrée aux actions de terrain et aux outils

de transferts de technologie que sont les pôles de compétitivité et les réseaux mixtes de technologies [RMT] liés à l'agriculture, la forêt et l'agro-alimentaire. Après une introduction du Pr **Christophe Derail**, vice-président délégué valorisation et transfert de technologie de l'UPPA, M. **Laurent Augier**, directeur de projets du pôle de compétitivité agricole et agro-industriel du Sud-Ouest AGRIMIP a souligné la diversité des projets que ce pôle s'attache à faire émerger et qui traitent de l'agriculture de montagne, de l'agro-raffinerie à partir de protéines ou des biotechnologies vertes pour faire face au changement climatique. A sa suite, le Pr **Bertrand Charrier**, vice-président du Conseil scientifique du pôle de compétitivité XYLOFUTUR a présenté les démarches innovantes du pôle de compétitivité XYLOFUTUR dans un objectif d'excellence. Le pôle XYLOFUTUR vise à améliorer les produits issus du bois massif (construction, emballage, décoration) ainsi que les composants ligno-cellulosiques (chimie verte) et la mise en œuvre d'une gestion et exploitation des forêts cultivées pour un développement industriel pertinent et durable. Puis **Francis Fleurat-Lessard**, coordonnateur national du RMT « Quasaprove » (qualité et sécurité alimentaire des productions végétales) a évoqué la maîtrise de la qualité sanitaire du champ à l'aliment fini, notamment en matière de mycotoxines, d'éléments traces métalliques et de résidus phytosanitaires à travers des actions de perfectionnement des méthodes analytiques, de création de réseaux de parcelles ou d'élaboration de supports pour l'enseignement technique, la formation et le conseil agricole. Pour conclure cette session, le partenariat de l'Université avec les

VISITE DE L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

Innovations & Biotechnologies pour une agriculture durable en Béarn

25 & 26 avril 2013

Judi 25 avril (matin)
Colloque
à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour
AGRICULTURE ET AGRO-ALIMENTAIRE :
PRATIQUES ET RECHERCHES INNOVANTES EN BÉARN

Judi 25 (après-midi)
Vendredi 26 avril
Visites d'entreprises du sud aquitain
IMPLIQUÉES DANS LES BIOTECHNOLOGIES
ET L'INNOVATION

Renseignements & inscription
catherine.regnault-roger@univ-pau.fr

collectivités locales a été présenté par Mme **Cécile Hort-Hous**, maître de conférences chargée de mission de l'UPPA aux relations partenariales. Il fut illustré par les actions de terrain de la communauté d'Agglomération Pau-Pyrénées (CDAPP) qui s'est récemment investie dans plusieurs projets alliant le respect de l'environnement et la préservation de l'activité agricole sur son territoire dans la démarche « Agenda 21 », ainsi que Mme Michèle **Laban-Winograd**, première vice-présidente de la CDAPP en charge de l'aména-

gement de l'espace et de l'agriculture, et Mme **Aurélié Delbigot**, chargée de mission au développement durable, l'ont souligné.

Une recherche transdisciplinaire sur les révolutions agricoles

La deuxième partie de ce colloque fut consacrée à une recherche transdisciplinaire associant des économistes, géographes, biologistes et agronomes. Ces regards croisés avaient donné lieu à un colloque qui s'était tenu à Pau en 2011, suivi d'un ouvra-

ge publié en 2012 par les éditions du groupe France Agricoles et intitulé « Révolutions agricoles en perspective ». Sous la présidence du Recteur **Franck Metras**, directeur scientifique de la technopôle HELIOPARC située à Pau, un dialogue s'est engagé entre **Henri Regnault** (économiste), **Xavier Arnault de Sartre** (géographe), **Jacques Le Cacheux** (économiste), **Catherine Regnault-Roger** (biologiste) et **Bernard Le Buanec** (agronome) sur ces périodes charnières de l'histoire de l'agriculture pour lesquelles les avancées technologiques s'accompagnent de bouleversements économiques, juridiques et sociaux si profonds qu'on peut les qualifier de révolution agricole. Les chercheurs se sont accordés à identifier trois époques-clefs qui ont eu pour caractéristiques l'abandon de la jachère et la mise en œuvre d'assolements (18^{ème} siècle), la généralisation de la mécanisation et de la motorisation, l'utilisation des engrais et des produits phytosanitaires, le saut qualitatif en matière de semences (20^{ème} siècle), et aujourd'hui, l'avènement des biotechnologies associé à celui de nouvelles techniques culturales (21^{ème} siècle). Ces évolutions s'accompagnent d'incompréhensions et d'oppositions, tant elles bousculent les routines productives, techniques ou juridiques. La démarche transdisciplinaire souligne la complexité des interactions entre les innovations technologiques, leur perception par les acteurs sociaux, et les transformations juridiques, sociales, environnementales ou paysagères qu'elles nécessitent ou induisent.

Chacune de ces sessions s'est accompagnée de débats nourris avec la salle. Les interventions sont disponibles sur le site web (http://www.academie-agriculture.fr/detail-seance_333.html).

DES VISITES D'ENTREPRISES DU SUD-AQUITAIN AU CŒUR DES BIOTECHNOLOGIES ET DE L'INNOVATION

Après un repas convivial offert par l'Université de Pau, les académiciens se sont rendus dans des entreprises performantes du secteur des biotechnologies. Reçus par M. **Luc Esprit**, directeur général de Maize Europ et par M. **Gilles Lespagnol**, responsable du centre d'Arvalis-Institut du végétal, ils visitèrent, sur l'agrosite de Pau-Montardon, la Plateforme de biogaz mise au point pour procurer une énergie renouvelable issue de la méthanisation de biomasses agricoles.

Puis la coopérative Euralis accueillit chaleureusement l'Académie d'Agriculture de France. Après la visite approfondie et très dynamique du Laboratoire Contrôle Qualité pilotée par sa responsable Mme **Chantal de Walshe** où furent appréciées les avancées techniques et la robotisation des différentes opérations liées au contrôle de la qualité des semences, la visite s'est achevée par des travaux pratiques de dégustation de produits du consortium Euralis, notamment le foie gras, et de vins de la Cave des producteurs de Jurançon à Gan, illustrant l'adage « de la fourche à la fourchette ».

Le lendemain fut consacré à la découverte de deux autres entreprises. La société NPP-Arysta Life Science, située à Pau, est une PME spécialisée dans le développement des biopesticides à base de virus, de champignons entomopathogènes, d'extraits végétaux et de phéromones. Après une présentation de ces produits par Mme **Samantha Besse**, responsable R&D et du

contrôle qualité, les installations de production furent visitées.

Pour terminer cette tournée, la société Monsanto SAS a reçu les académiciens. Localisée à Peyrehorade, son site industriel comprend une usine de conditionnement des semences sous la marque Dekalb, des laboratoires de contrôle de la qualité des semences avec des équipements de biologie moléculaire pour le contrôle génétique particulièrement remarquables. Après un déjeuner agréable pris au réfectoire de l'entreprise, la Présidente de Monsanto SAS, Mme **Catherine Lamboley**, M. **Yann Fichet**, directeur des affaires institutionnelles et industrielle chez Monsanto Agriculture, et M. **Costa Tiago**, responsable du site, ont exposé les axes de développement que la société entend poursuivre que compléta la visite des différentes installations du site.

A l'issue de ces différentes activités, notre confrère **Christian Maréchal** remit en remerciement à chacun de nos hôtes, les annuaires complets de notre compagnie et les invita à participer à la séance de la Rentrée solennelle de l'Académie en septembre prochain.

CONCLUSION

A la veille de cette manifestation, deux quotidiens régionaux (La République et l'Eclair des Pyrénées) avaient titré que l'Académie d'Agriculture de France venait découvrir le Béarn créatif.

Notre compagnie a, en tout cas, pu constater, à travers ces déclinaisons béarnaises, que les biotechnologies et les innovations sont au cœur de l'évolution pour que l'agriculture et l'agro-alimentaire s'inscrivent dans le développement durable. ■



Office national de la chasse et de la faune sauvage

www.oncfs.gouv.fr

une revue technique et juridique
destinée aux passionnés de nature
et aux gestionnaires cynégétiques



La biodiversité, c'est notre métier !

Contribuer
à la sauvegarde de la biodiversité

Améliorer la connaissance
pour une expertise solide
sur la faune sauvage

Conforter la chasse
comme élément essentiel
de gestion durable de la nature
et des territoires

Participer à la construction d'un service public
de l'environnement moderne et efficace





Xavier Beulin

Président de la FNSEA
Président de SOFIPROTEOL
Président du Conseil
économique et social
de la région Centre
Agriculteur dans le Loiret

Xavier Beulin

Président de la FNSEA

L'impossible débat sur les OGM

Le Président de la FNSEA a été auditionné en avril dernier par le groupe « Plantes génétiquement modifiées » (PGM) de l'Académie d'Agriculture. Morceaux choisis du message d'un dirigeant syndical qui ne pratique pas la langue de bois.

Comment renouer sur de nouvelles bases le débat scientifique, économique, social et sociétal autour des PGM ?

Xavier Beulin plaide pour une expression publique au dessus de la mêlée. La réalité aujourd'hui est que plus de 170 millions d'hectares de PGM sont cultivés dans le monde (12% de la surface agricole), en constant accroissement. Face au changement climatique annoncé, il devient urgent d'adapter les plantes aux stress, notamment hydrique, ce qui implique les biotechnologies. Enfin, c'est un enjeu stratégique pour la France, car le secteur des semences affiche un solde positif à l'exportation de près de 700 millions d'euros. Cinq points sensibles ont été mis en avant par Xavier Beulin :

1/ Alors que la France dispose encore du plus vaste germplasma du monde, le renforcement des grands semenciers mondiaux leur permet d'acquérir les PME semencière

françaises, créant un risque de dépendance dû à la confiscation du matériel génétique de base.

2/ Le refus de cultiver des PGM en France aboutit à un paradoxe difficile à gérer : nous sommes contraints pour nourrir notre bétail d'importer massivement des PGM, situation qui trouve son origine dans les années 70 (choix blé versus maïs/soja et absence de développement des protéagineux en France).

3/ L'agroécologie impose la mise au point de nouveaux repères agronomiques, mais si elle se fonde sur des économies d'intrants et de travail, sa mise en pratique implique nécessairement le recours aux PGM. Sans elles, le plan Ecophyto amène à des impasses technologiques, voire s'avère purement et simplement inapplicable.

4/ Recherche et développement français et européens sont à la traîne derrière les autres continents. En



dépit des travaux de Biogemma et de Génoplante, il a fallu se résoudre à délocaliser la recherche appliquée car le débat de société obère la R et D européenne. De fait, les investissements européens n'atteignent pas le dixième des américains (700 Mio US\$ par an).

5/ Le contexte législatif français n'est pas favorable au débat. Xavier Beulin rappelle que la FNSEA, à l'instar d'autres syndicats, a démissionné des deux versions du Haut Conseil des Biotechnologies en raison de l'impossible dialogue avec des représentants à l'idéologie rigide. Pour lui les politiques de tout bord ont négocié les PGM au profit d'autres domaines qui leur semblaient plus stratégiques. De même, la dernière résolution européenne sur le maïs MON 810 laisse la porte ouverte à la subsidiarité, ce qui est la pire des solutions et un non sens car à l'encontre du marché unique européen. Les controverses permanentes sur la réglementation en matière d'étiquetage débouchent aussi sur la quasi impossibilité de définir la coexistence entre les cultures PGM et conventionnelles.

En conclusion, Xavier Beulin pose la question clé : pourrions-nous résister dans un monde qui généralise les PGM ?

La question des PGM a de toute évidence une dimension stratégique inéluctable. Il paraît opportun, face au blocage actuel, de faire appel à des philosophes ou sociologues pour tenter de sortir du débat « technico-technique » en s'interrogeant cependant sur le fait que la technologie doit dorénavant faire l'objet de négociations sociétales systématiques, en respectant la place des corps intermédiaires dans les débats sociétaux dont les agriculteurs, même si leur poids a considérablement diminué depuis 50 ans. Pour réinvestir ces débats qui débouchent sur la brevetabilité du vivant, il conviendra de sortir d'une approche sectorielle sur la question des PGM pour s'engager dans une approche systémique autour de l'enjeu « Recherche-Innovation » dans la France du XXIème siècle et replacer le débat sur les PGM à l'intersection des questions économiques, environnementales, sociales et de santé. C'est pourquoi la FNSEA compte beaucoup sur les travaux, réflexions et prises de

position de l'Académie d'Agriculture de France. ■

*Interview réalisée par
Jean-François Colomer
membre de l'Académie
d'Agriculture de France.*



*et Jean-Claude Pernellet,
membre de l'Académie
d'Agriculture de France.
Ingénieur agronome INA Paris
Docteur d'État ès-sciences
Directeur de recherche honoraire
de l'INRA*

Le groupe de travail sur les plantes génétiquement modifiées

Le groupe de travail « plantes génétiquement modifiées » (PGM) de l'Académie d'agriculture a été créé au printemps 2012 dans le but de monter une séance inter académique sur les PGM avec l'Académie des sciences qui se tiendra en novembre 2013 à l'Institut de France. Il s'agira de mener un débat de manière analogue à celui qui eut lieu sur le changement climatique. L'essentiel de la réflexion menée à l'Académie d'agriculture tourne autour de l'acceptabilité sociétale, en prenant en compte le bilan des cultures et de la consommation mondiale avec un recul de 15 ans et 2 milliards de personnes impliquées, ainsi que les études techniques et scientifiques menées en grande culture concernant notamment les aspects sanitaires et environnementaux, d'une part, et les données sociologiques, économiques, réglementaires et juridiques, de l'autre.

Le groupe, composé d'une vingtaine d'académiciens de disciplines très variées, sans exclusive, se réunit avec une fréquence mensuelle pour envisager différents aspects tels que la création et l'homologation des PGM, leur impact sur l'environnement, sur les conduites agricoles dans les pays industrialisés comme dans les pays en développement, les conséquences pour l'Europe qui doit s'adapter au refus de ses citoyens, les extraordinaires progrès en devenir immédiat et à long terme (résistance aux stress biotiques et abiotiques, améliorations nutritionnelles...). Pour asseoir ses conclusions, le groupe de travail a procédé à l'audition de personnalités aux compétences et opinions très diverses pour l'éclairer en complément de rapports demandés à des spécialistes reconnus. Ont été auditionnés Valérie Péan et Sylvie Berthier (Mission Agrobiosciences de Toulouse) sur le blocage du débat des OGM, Antoine Messéan de l'AAF sur la coexistence entre PGM et variétés conventionnelles, Yves de la Fouchardière (Directeur général des Poulets de Loué) sur la filière avicole « sans OGM », Christian Huyghe (Directeur scientifique adjoint de INRA) sur la propriété intellectuelle et l'innovation, Jack Bobo, conseiller principal pour les biotechnologies du Département d'Etat des USA, sur la communication et la perception des risques par le public, et la comparaison entre Europe et Amériques, Xavier Beulin, président de la FNSEA, sur la perception des PGM par les agriculteurs, Michel Griffon (ANR) sur sa conception de l'agroécologie, Sylvie Bonny (INRA) sur l'économie des PGM, ainsi qu'une personnalité opposée aux OGM (Samuel Féret, coordinateur du groupe PAC 2013).

Pour rendre le dossier plus accessible aux profanes, le document qui résulte des réflexions du groupe de travail est rédigé sous forme d'un florilège d'une dizaine de questions-réponses : Quelle est la position des PGM dans le monde ? (Quelles espèces ? où sont-elles cultivées ? quels futurs ?) ; Quelles sont les raisons scientifiques et économiques du développement des PGM ? ; Qui attend quoi des PGM ? (Qu'est-ce que les PGM apportent ou peuvent apporter ?) ; Les PGM ont-elles des effets sur la santé animale et humaine ? ; Les PGM ont-elles des effets sur l'environnement par comparaison avec les cultures traditionnelles ? ; Quelle coexistence entre PGM et cultures non transgéniques est possible ? souhaitable ? ; Comment développe-t-on les PGM (création, autorisation, acceptation, commercialisation) ? ; Comment les PGM sont-elles perçues dans le monde ? ; Les effets socio-économiques des PGM sont-ils particuliers selon le développement des filières ou des pays ?

Une conclusion reprend les réponses aux interrogations les plus prégnantes. Ces questions seront complétées par des textes d'approfondissement rédigés par des spécialistes, fournis in extenso en annexe. Ce dossier sera publié en ligne à l'automne sur le site de l'Académie et complètera les contributions de l'Académie des sciences pour aboutir à un document commun qui sera largement diffusé. Une première contribution signée d'Yves Chupeau est publiée dans la rubrique « Futurs » de cette revue.

Jean-Claude Pernellet
Animateur du groupe de travail PGM



Hervé This

Membre titulaire de l'Académie d'agriculture de France
Physico-chimiste INRA
Professeur consultant à AgroParisTech,
Directeur scientifique de la Fondation Science et Culture alimentaire (Académie des Sciences)
Responsable d'enseignements à Sciences Po Paris
Président du Comité pédagogique de l'Institut des hautes études du goût, de la gastronomie et des arts de la table

Hervé This

Physico-chimiste INRA

Questions de stratégie scientifique personnelle et collective

Comment un chercheur des sciences quantitatives peut-il faire des découvertes ?

Comment les institutions scientifiques peuvent-elles accompagner ces travaux ?

Les citoyens, leurs élus, leur administration consacrent une partie des impôts à la recherche scientifique⁽¹⁾, et, de ce fait, veulent un travail de qualité⁽²⁾, mais qu'est-ce que la bonne science ? Comment être un bon scientifique ? Observons que les scientifiques chevronnés ont l'obligation morale de bien identifier les raisons de leurs succès, afin de transmettre à leurs successeurs ces stratégies et tactiques... ce qui n'est guère fait, explicitement en tout cas.

Cette question de la « bonne science » est épineuse, et elle conduit certaines personnalités à avoir des mots durs contre les scientifiques, revendiquant des trouveurs plutôt que des chercheurs⁽³⁾. On observera que les critiques confondent souvent la « science quantitative »⁽⁴⁾ et la technologie⁽⁵⁾, mais, surtout, on doit admettre que la question de la « bonne science » reste posée. De la bonne science : de quoi s'agit-il ? De beaux esprits s'en sont préoccupés⁽⁶⁾, certains ayant eu des

responsabilités de « décideurs » dans des institutions scientifiques, mais je n'oublie pas que les physico-

(1) : 22,95 milliards d'euros en 2013 pour l'enseignement supérieure et la « recherche ».

(2) : C'est évidemment légitime, mais il faut ajouter qu'on n'en a que pour son argent ; quelle que soient les idées politiques que nous ayons, c'est un fait que notre monde est ouvert, et que des individus qui ont le choix seront tentés d'aller travailler dans les endroits où les conditions seront les plus favorables à leur activité (si c'est leur critère de choix)

(3) : Discours de Nicolas Sarkozy, <http://www.rue89.com/2009/02/22/science-et-recherche-la-video-qui-oppose-sarkozy-a-obama>

(4) : Voir H. This, Le mot « science », La Lettre de l'Académie d'agriculture de France, Juin 2013.

(5) : Je propose que la technologie soit exercée dans l'industrie, et non dans les laboratoires de l'Etat, sous peine de détourner des financements qui ont pour objectifs de créer les connaissances que la technologie utilise. L'Etat gagne évidemment à soutenir les PME, mais avec un dispositif spécifique, distinct de la science.

(6) : Voir par exemple Pierre Papon, *Bref récit du futur : prospective 2050*, Albin Michel, 2012, ou la Collection Etudes de politique scientifique de l'UNESCO.



chimistes, confrontés aux réalités, et non aux discours, suivant l'exemple du grand Antoine-Laurent de Lavoisier, donnent aux mots des sens précis⁽⁷⁾, qu'ils peuvent justifier (ce n'est pas contradictoire avec la première caractéristique). Bref, qu'est-ce que la bonne science ? Un jeune scientifique qui pose la question à ses aînés ou amis reçoit généralement des réponses humoristiques comme « Ce qui est bien noté par les commissions », ou bien « Pourquoi t'interroges-tu ? Travaille ». De telles réponses conduisent à s'interroger, et l'on trouvera dans le livre intitulé *Science, technologie, technique (culinaires) : quelles relations ?*⁽⁸⁾ quelques idées qui tournent autour de la méthode scientifique. Soyons encore plus « pratique : au lieu de nous demander ce qu'est la bonne science quantitative, posons la question : comment faire de la bonne science quantitative ? Observons que les individus dont l'activité est la science quantitative

cherchent à faire des « découvertes », et reconnaissons tout d'abord combien la pratique scientifique est difficile. Pour faire de la science quantitative, comme en toute chose, il faut probablement (1) un objectif et (2) un moyen d'y parvenir (chemin, méthode) . L'objectif de la science quantitative est connu : chercher les mécanismes des phénomènes. Toutefois la question est de savoir dans quelle direction chercher, quels phénomènes explorer en vue de faire des « découvertes ».

LA QUESTION DES DÉCOUVERTES

Des découvertes ? Si les scientifiques savaient à l'avance ce qu'ils doivent découvrir, et comment le découvrir, la découverte n'en serait pas une. Examinons, par exemple, la découverte de l'iode⁽⁹⁾. Il aura fallu une observation d' « étranges » vapeurs violettes, lors du traitement des algues, pour que l'on se mette

à chercher d'où venait cette vapeur, et que l'on trouve un nouvel élément. « Etranges » ? La reconnaissance d'un « symptôme théorique » était la clé des investigations qui suivirent, et la reconnaissance d'une bizarrerie semble être une caractéristique des possibilités de découverte. Pour la mécanique quantique, même scénario : alors que les physiciens étaient triomphants, alors qu'ils croyaient avoir atteint le maximum de connaissances sur le monde, il fallut que l'on s'intéresse à une prévision expérimentale réfutée par l'expérience... pour découvrir finalement, au terme d'un très long accouchement, que la théorie que l'on avait du compor-

(7) : Antoine-Laurent de Lavoisier, *Traité élémentaire de chimie*, Paris, Cuchet, 1789.

(8) : H. This, *Cours de gastronomie moléculaire n°1*, Editions Quae/Belin, Paris, 2010.

(9) : Jean Jacques, *L'imprévu ou la science des objets trouvés*, Odile Jacob, Paris, 1990.

tement de la matière était parfaitement fautif⁽¹⁰⁾.

En pratique, comment le scientifique peut-il se comporter, pour faire des découvertes ? Quelle stratégie explicite peut-il avoir ? Bien peu nous a été transmis à ce sujet, parce que cela se saurait depuis longtemps s'il y avait une « recette » de la découverte. Je propose la métaphore suivante : le scientifique est dans un paysage vallonné. Il marche, à la recherche de montagnes (les découvertes).

Quand il regarde derrière lui, il voit les montagnes, c'est-à-dire les découvertes déjà effectuées et qui ont pour nom : brome, aluminium, spin, proton...

En revanche, devant lui, tout est embrumé, au point de ne pas voir à quelques pas : naguère, nous avions sous les yeux les fullérènes ou le graphène... et personne ne les voyait, alors que nous cotoyons la suie ou les crayons à papier quotidiennement...

Je rappelle que la question est de découvrir des montagnes, lesquelles représentent les découvertes. Comment faire ? Comparaison n'est pas raison, mais quand même :

- ce qui semble clair, tout d'abord, c'est que l'immobilité ne conduit à rien ;

- ce qui semble clair, aussi, c'est que tout pas fait dans une direction qui conduit à une augmentation de l'altitude semble plus favorable qu'un pas fait dans une direction où l'altitude diminue... bien que cela ne soit pas une garantie, car une montée locale peut être suivie d'une descente locale.

Autrement dit, le scientifique doit absolument se raccrocher aux

« symptômes », aux ignorances, aux moments où le savoir bute, puisque les deux exemples donnés précédemment (et mille autres que l'histoire des sciences procure⁽¹¹⁾) indiquent que c'est ainsi que se sont faites des découvertes importantes...

◀ Quand on a un résultat inattendu, on a (peut-être) fait une découverte. ▶

Puisque le scientifique ne peut avoir de stratégie, essayons d'analyser la chose différemment, en proposant qu'il y ait des « découvertes » d'objets caractéristiques du monde (le brome, le graphène, la structure de la paroi cellulaire, la loi de Lorenz-Poincaré...) et des « inventions » de formalismes (les matrices de la mécanique quantique, la relativité restreinte ou générale, etc.). De ce fait, puisque les scientifiques n'ont aucune assurance de faire des découvertes, il leur reste à les espérer, au détour d'un travail (il faudra être attentif : J. M. Lehn, prix Nobel de chimie en 1987, propose de conserver l'idée suivante : « Quand on fait une expérience et qu'on a le résultat que l'on attend, on a fait une mesure ; quand on a un résultat inattendu, on a (peut-être) fait une découverte », et à privilégier l'invention de formalismes, notamment selon l'idée selon laquelle « tout cas fait expérimental ou matériel doit être considéré comme un cas particulier de cas généraux que nous devons inventer⁽¹²⁾ ». Une précision : l'objectif n'est pas de faire des élucubrations théoriques, mais bien plutôt des formalismes qui (1) s'ap-

pliquent à la description du réel et (2) ont une force prédictive qui conduit à la découverte de nouveaux objets du monde, ou de nouvelles caractéristiques des objets connus⁽¹³⁾.

D'autres propositions ?

EN ATTENDANT, ON PEUT SE RACCROCHER À DE LA TACTIQUE

A défaut de stratégie, les scientifiques semblent devoir se rabattre sur de la tactique, à savoir une bonne compréhension de la méthode des sciences quantitatives. Cette méthode, proposée par les fondateurs de la science moderne que furent des Galilée ou des Francis Bacon, est la suivante :

1. Observer un phénomène, l'identifier, le circonscrire ;
2. Quantifier le phénomène ;
3. La quantification ayant produit de nombreuses données, il faut chercher une synthèse, ce qui se nomme des "lois"⁽¹⁴⁾
4. A ce stade, le travail n'est pas terminé, parce qu'il faut trouver les "mécanismes", ou explications de ces lois : on produit alors un "modèle", une "théorie".
5. Cette théorie est un modèle réduit de la réalité, de sorte qu'il ne faut surtout pas croire qu'il s'applique bien ; au contraire ! Puisque les théories

(10) : Suzy Collin-Souffrin, *La recherche scientifique va-t-elle dans le mur ?*, Science... & pseudo-sciences, N°304, avril 201

(11) : Emilio Segre, *Les physiciens modernes et leurs découvertes*, Fayard, Paris, 1984.

(12) : J. M. Lehn et H. This, 2010.

(13) : Pour un exemple, J. M. Lehn, *Dynamers, : dynamic molecular and supramolecular polymers*, Prog. Polym. Sci. 30 (2005) 814-831.

(14) : Emile Meyerson, *Identité et réalité*, 1908, réédition Vrin, Paris, 2001. 3, pp 6-8.

sont des “modèles réduits” de la réalité, il ne faut surtout pas chercher à vérifier les théories, mais au contraire chercher des réfutations. On produit à cette fin une déduction, une conséquence de la théorie, afin d’obtenir une prévision théorique...

6. ...que l’on teste expérimentalement (dans l’espoir que la prévision théorique sera abattue par l’expérience, ce qui nous permettra de progresser)

7. Si l’expérience ne réfute pas l’expérience, alors on cherche à tester une autre conséquence de la théorie ; si l’expérience réfute l’expérience, alors on boucle en objectif ou en moyen... à l’infini.

La science n’aura donc jamais de fin, de sorte qu’il y a donc des possibilités de découvertes, mais, revenons-y, dans quelle direction chercher ?

LE MYTHE NUISIBLE DE L’INTELLIGENCE COLLECTIVE

Alors que je discute de la question grave de la “stratégie scientifique” (comment, en pratique, faire de la recherche scientifique pour se mettre en position de faire des découvertes ?), un ami me rétorque que là n’est pas la question, et qu’il vaut mieux orchestrer une activité aléatoire d’une armée de scientifiques, qui, tels des fourmis, exploreraient le monde au hasard, et sortiraient -par hasard, donc- des découvertes.

Des fourmis ? C’est considérer que les scientifiques sont de bien petites choses. De toute façon, cette idée fautive est réfutée par les faits : les mêmes Humphry Davy (1778-1829), Michael Faraday (1791-1867), Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), Albert Einstein (1879-1955), Paul Dirac (1902-1984), Niels Bohr

(1885-1963), Pierre-Gilles de Gennes (1932-2007), Jean-Marie Lehn (1939-) ... ne sont pas hommes d’une découverte par hasard, mais de beaucoup de travaux dans des champs parfois bien différents ! Einstein, par exemple ? Il a à son crédit l’effet photoélectrique, la diffusion, la viscosité, la relativité restreinte, la relativité générale... De Gennes ? La supraconduction, les cristaux liquides, les polymères, le mouillage...⁽¹⁵⁾

Allons, ayons le plus grand respect pour des choses qui nous dépassent ! Ayons la plus grande considération pour les “Belles Personnes”, pour les grands Anciens (ou Modernes) qui, loin d’effectuer une activité désordonnée, aléatoire, incohérente, ont, au contraire, une activité toute entière tendue vers la Découverte, avec une stratégie efficace, que nous gagnerions à partager. Si nous sommes administrateur, administrons, en vue non pas de guider l’agitation d’une foule de petites gens, mais en encourageant, en accompagnant des travaux qui visent l’exploration du monde qu’est la science quantitative.

Souignons enfin qu’il y a la plus grande contradiction à mettre sur pied des « programmes » de recherche, sachant qu’un seul Newton les ruineront de fond en comble⁽¹⁶⁾. N’est-ce pas cela, au fond, qu’il faut favoriser : l’éclosion d’un Faraday ? D’un Andrew Wiles, qui, alors que la limite d’âge (les 40 ans de la médaille Fields) approchait, s’est enfermé pendant sept ans, sans « pointer » au laboratoire, afin de démontrer la conjecture de Fermat⁽¹⁷⁾ ? Les exemples abondent, et ce n’est pas en abaissant les scientifiques, en les collant à des tâches administratives innombrables (écritures de demandes

de financement, rapports d’étapes, évaluations, et j’en passe) que l’on contribuera à l’avènement de travaux scientifiques de qualité, mais bien au contraire, en leur faisant confiance, en encourageant les réflexions stratégiques sur la découverte, en leur donnant les moyens pour travailler, du temps pour le faire.

Rappelons-nous que l’objectif collectif, mais aussi individuel, des scientifiques, c’est la Découverte ! ■



(15) : Laurence Plevert, *Pierre Gilles de Gennes, gentleman physicien*, Editions Belin, 2009

(16) : P. Monod-Broca, *Max Plank, une conscience déchirée*, Editions Belin, Paris, 1987

(17) : BBC, *Fermat’s Last Theorem*, <http://www.youtube.com/watch?v=7FnXgprKgSE>



Patrick Ollivier

Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France
Ancien Président de la Forestière La Rochette et de RBM
Trésorier de la FNB
Vice-président de CIBE
Écrivain

liste des intervenants

Dans l'ordre d'intervention durant la séance :

- Patrick OLLIVIER, membre correspondant de l'Académie d'Agriculture de France
- Renaud ABORD de CHATILLON, ministre des Finances, et propriétaire forestier
- Serge DEFAYE-DEBAT, ancien président du Comité Interprofessionnel du Bois-Énergie
- Rémi GROVEL Forêt Énergie Ressources.
- François-Xavier DUGRIPON, Directeur des achats Énergie de Cofely (groupe Suez).
- Antoine ELINEAU, directeur des achats bois de Fibre-Excellence-Tarascon (remplaçant Patrick SOMBRET, Directeur-Général de Fibre Excellence)
- Yves BIROT, membre titulaire de l'Académie d'Agriculture de France

Patrick Ollivier

Trésorier de la Fédération nationale du bois

Le choix de la Cogénération

Synthèse de la séance du 16 janvier 2013 au cours de laquelle 5 professionnels sont venus témoigner de leur expérience sur les projets de Cogénération.

Afin d'impulser la part d'énergies renouvelables, l'État a lancé quatre appels à projets – dits CRE – visant à l'installation de Cogénérations produisant simultanément chaleur et électricité à partir de biomasse.

Le principe a été que le soumissionnaire propose un projet et un prix auquel il entend vendre l'électricité ; chaque projet accepté bénéficie d'un contrat d'achat pour l'électricité, garanti en quantités et prix sur le long-terme.

Par le nombre de dossiers soumis et de projets retenus, ces appels d'offre ont recueilli un succès certain. En revanche, ils ont déçu en raison de la non-réalisation de nombreux projets retenus.

D'après nos informations :

- CRE 1 (2005) : 15 projets retenus, 6 concrétisés, soit 40 % de réalisations.
- CRE 2 (2006) : 25 projets retenus (en direct ou a posteriori), 5 concrétisés, soit 20 % de réalisations.
- CRE 3 (2008) : 33 projets retenus, 20 concrétisés ou en cours, et 3

encore possibles, soit entre 61 % et 72 % de réalisations.

Donc sur les 3 premières CRE : 73 projets retenus, 31 concrétisés ou en cours, soit 42% de réalisations. Pour CRE 4 (2009), il est estimé que sur 15 dossiers retenus, seulement 6 ou 7 projets seront réalisés.

On ne peut donc parler de vrai succès, même si les entreprises qui ont concrétisé leurs projets semblent satisfaites. La part de l'électricité produite en France à partir de biomasse reste d'ailleurs la plus médiocre en Europe :

	part d'électricité issue de biomasse
Finlande	14.3%
Danemark	8.6%
Suède	7.2%
Autriche	6.1%
Pologne	5.2%
Portugal	5.0%
Hongrie	4.8%
Hollande	3.7%
Belgique	3.3%
Tchéquie	2.1%
Allemagne	2.1%
UK	1.7%
Espagne	1.0%
Autres	0.9%
Italie	0.9%
France (métropole)	0.3%
ensemble	2.4%



Usine de pâte à papier réutilisant sa chaleur pour produire de l'électricité : Fibre-Excellence à Tarascon (13)

Les exposés faits en séance ont fait ressortir :

- La reconnaissance du volontarisme du processus, d'autant que: la Cogénération n'est pas une alternative aux chaufferies-bois, mais une technologie à haute efficacité pour remplacer de l'électricité produite avec de mauvais rendements en combustibles fossiles.

- L'intérêt d'un mécanisme de soutien qui n'est pas à la charge de l'État, puisque la *Charge de Service Public pour l'Électricité* est financée par une contribution des consommateurs.

- L'identification de points faibles dans la conception du processus et dans son approche par les soumissionnaires.

- La proposition de diverses mesures qui devraient contribuer à améliorer le processus.

1 - RECONNAISSANCE DU VOLONTARISME DU PROCESSUS

Même si 42% seulement des projets "élus" ont été réalisés, les interve-

nants ont unanimement reconnu l'impulsion apportée, alors que jusqu'à CRE 1 le "Tarif de rachat" n'avait pas vraiment suscité de Cogénérations. Selon les informations recueillies, les 31 projets réalisés ou en cours totaliseraient environ 350 mégawatts électriques (MWé)

2 - IDENTIFICATION D'UN IMPACT LIMITÉ DU PROCESSUS SUR LA RESSOURCE

À l'horizon 2015, en incluant les CRE 4 et les projets en *obligation d'achat* (financés par CSPE mais non soumis à appel d'offres), il est estimé que la Cogénération cumulerait 655 MWé. La consommation de bois induite serait de 6 millions de tonnes (MT) par an, soit de l'ordre de +5 MT/an après incidence du quelque MT déjà consommé par les centrales des usines de pâte à papier.

Dans cette consommation, une part importante aurait de toute façon été appelée pour la seule partie "chaleur" des projets : elle est estimée à 65-70% des nouvelles consommations. Dans ces conditions, l'impact "bois" de la partie "électrique" des

quatre CRE, serait "seulement" de 2,3 à 2,5 MT/an par an, dont environ la moitié par les projets seulement électrogènes retenus pour CRE 4.

3 - POINTS FAIBLES INHÉRENTS AU PROCESSUS

60% de non-réalisation de projets est néanmoins problématique, alors que :

- les projets avaient été sélectionnés à travers un long processus ;
- les soumissionnaires avaient investi des sommes importantes en études préliminaires et établissement des dossiers.

Pourquoi cette situation ?

Les retours de témoignages font ressortir un certain nombre de points faibles dans le processus, et dans la façon dont il a été mené.

Les travers de l'option de fortes puissances imposée

En CRE 1, la puissance minimale électrique imposée était de 12 MWé ; en CRE 2 elle avait été abaissée à 5 MWé, puis en CRE 3 à 3 MWé, mais en CRE 4 a été remontée à 12 MWé.

- Les puissances élevées impliquent une forte absorption de chaleur (pour 1 MWé produit, il faut trouver l'utilisation de 5 MW thermiques), et donc l'adossement à des "puits de chaleur" tels que :

- des unités industrielles grosses consommatrices de chaleur, le plus souvent loin des ressources forestières ;
- des réseaux de chauffage importants (au moins 7 000 logements), mais qui consomment peu de chaleur en période estivale, dégradant le rendement.

Cette option, contestée par les élus locaux et les professionnels, a d'ailleurs été remise en question par un rapport du CGAAER.

- Elle est loin de ce qui se pratique ailleurs ; par exemple, l'Allemagne, privilégie les puissances moyennes (0,3 à 3 MWé), facilitant l'essaimage en milieu rural ou en petites villes.

- Elle impose de gros volumes de biomasse : pour 10 MWé, il faut environ 100 000 tonnes de biomasse par an. Dans une France déjà maillée par de nombreuses petites-moyennes consommation et par quelques grosses (industries pâte, panneaux, sciage), de tels besoins additionnels peuvent créer des incidences pernicieuses, comme :

- la concurrence envers des consommations existantes, avec "détournement" si le facteur distance permet une offre de prix plus favorable ;
- a contrario, l'allongement du rayon d'approvisionnement s'il y a saturation sur la ressource proche, d'où alourdissement du prix des transports et de leur impact environnemental ;
- l'envolée des prix pour tous les usagers, faute d'augmentation de l'offre en bois, avec alors un risque

d'auto-destruction du projet à l'origine du phénomène s'il devient non compétitif face à la concurrence du gaz.

Points faibles du système de rémunération de l'électricité

Le prix de rachat de l'électricité relève d'une forme d'*enchères descendantes* : l'État sélectionne selon un mode où le prix demandé par le soumissionnaire est un facteur important : pondération de 43% en CRE 3, et 50% en CRE 4. Pour être retenus, les soumissionnaires auront donc tendance à tirer le prix vers le bas. Mais :

- Ceci a une incidence défavorable pour les sylviculteurs, car le prix du bois devient la "variable d'ajustement", calculée après déduction de tous les autres coûts. La rémunération proposable au sylviculteur risque alors d'être peu attractive, et de décourager les mises en vente supplémentaires qui éviteraient des conflits d'usage.

- La formule de révision du *prix de rachat* est contestée : sa volontaire méconnaissance des composants des coûts fait peser un fort risque moyen-long terme sur les approvisionneurs et/ou les gestionnaires de Cogénérations ; à titre d'exemple, le prix du bois est passé de 13-17 €/MWh en 2008 à environ 19-23 €/MWh en 2013, ce que la formule d'indexation ne sait pas prendre en compte.

- Dans un contexte de prix du gaz favorable, le plafonnement du *prix de rachat* (et même sa baisse en CRE 4 par rapport à CRE 3), combiné avec la hausse progressive du bois, rend de plus en plus incertaine la rentabilité des Cogénérations ; certains sou-

missionnaires se sont ainsi trouvés dans l'impossibilité de réaliser quand , avant réalisation, le prix des équipements a monté.

- Même lorsque des puissances moins élevées ont été admises, l'absence de bonification du prix de rachat pour les "petites" installations, a été un frein au développement.

Les changements répétitifs des règles du jeu

Les changements de règles d'un CRE à l'autre ont provoqué la critique :

- Les variations de *prix de rachat* ont été déstabilisatrices : d'après les informations recueillies, leur moyenne dans une tranche CRE, serait de 86 €/MWé en CRE 1, 128 €/MWé en CRE 2, 145 €/MWé en CRE 3 et 135 €/MWé en CRE 4.

Ceci a créé des distorsions de compétitivité entre dossiers acceptés, en particulier dans une même zone d'approvisionnements où le projet mieux rémunéré dispose d'un pouvoir d'achat supérieur et peut donc se lancer dans une concurrence de prix du bois contre le moins bien rémunéré.

- L'efficacité énergétique (qui était un des socles de la démarche) a évolué et a même vu un certain renoncement sur CRE 4.

L'absence d'obligation de faire

Les projets sélectionnés n'ont aucune obligation de faire, ni même d'annoncer leur abandon. Ceux qui ne se sont pas fait ont alors :

- empêché l'éligibilité d'autres projets ;



Unité de Cogénération Biofely à Forbach

- “bloqué” la disponibilité de bois que des approvisionneurs avaient retenu pour eux et ne pouvaient proposer à d’autres, ce qui a rendu encore plus difficiles les plans d’approvisionnements de nouveaux projets.

Le point faible de “l’effet bloc”

Contrairement à ce qui se passe chez nos voisins (où l’implantation de Cogénérations se fait “au fil de l’eau”, avec un prix de rachat connu à l’avance), la France a choisi de procéder par tranches bloquées dans le temps. En schématisant, toutes les unités élues pour une tranche CRE devraient peu ou prou démarrer en

même temps, aggravant ainsi la tension sur les approvisionnements.

De curieux choix géographiques

Certains choix géographiques ont paru surprenants, puisque des projets élus :

- se sont retrouvés très proches entre eux ; par exemple, CRE 1 avait retenu quatre projets en Limousin (devant appeler ensemble 700 000 tonnes de bois par an) et trois en Lorraine (550 000 tonnes), avec donc un fort risque d’inter-cannibalisation ;
- et/ou se sont avérés situés en zones déjà très tendues en approvi-

sionnements, d’où risques de conflits d’usage.

Les points faibles de l’encadrement des plans d’approvisionnement

Les plans d’approvisionnements exigés relevaient d’une saine logique voulant :

- apprécier la faisabilité d’une mobilisation massive de bois supplémentaire, “*en respectant les principes du développement durable*” ;
- vérifier la capacité de l’opérateur à mobiliser la ressource à travers des



Unité de Cogénération Cofely à Grand-Couronne (76)

fournisseurs identifiés, et avec traçabilité.

Néanmoins, la procédure demandée a été critiquée sur de nombreux points :

- La lourdeur des dossiers demandés.
- L'exigence que le soumissionnaire prenne des engagements dans des domaines sur lesquels il ne peut avoir aucune maîtrise, comme :
 - les mises en vente de coupes, souvent aléatoires dans le temps et dans la géographie concernée ;
 - leur compatibilité avec les contraintes d'origines géographiques (zones ICHN ou Prométhée) ;
 - la difficulté d'évaluer les risques de conflit d'usage quand on ne connaît pas les plans de développement des consommations existantes et des autres projets CRE ;
 - l'aléa sur la pérennité des approvisionneurs et sur leur aptitude à respecter la traçabilité ;
 - les incidences de réglementations changeantes (sur les mises en vente de bois, l'exploitation forestière et les transports).

- La rigidité exigée pour le respect futur des plans d'approvisionnement, alors que l'expérience montre qu'un approvisionnement d'envergure ne peut être figé : les massifs évoluent, les exploitants et les fournisseurs changent, les mises en vente sont mal planifiables, et de nouvelles ressources peuvent apparaître. Cette rigidité condamne dans le temps les Cogénérations à :

- soit ne pas gérer aux mieux leurs approvisionnements,
- soit le faire, mais alors en se mettant en contravention avec les règles, donc avec risque de perdre leur agrémentation CRE.

- Les approvisionneurs potentiels hésitent à s'engager sur des consommations qui commenceront 3 ans après signature d'un contrat, et dont les prix iront sans doute à la baisse en monnaie constante.

- Les plans d'approvisionnements exigent 50% de plaquettes forestières ; cette obligation – voulue par les détenteurs de la ressource – visait à développer une ressource potentiellement abondante. Toutefois comme la plaquette forestière est onéreuse, ceci

a conduit à un renchérissement des approvisionnements, donc à la détérioration de rentabilité des projets.

- Paradoxalement, en dépit du "pointillisme" souvent exigé par les Cellules Biomasses régionales, les retours d'expérience expriment que leurs avis ont été peu pris en compte dans la sélection finale.

4 - POINTS FAIBLES DANS L'APPROCHE PAR LES SOUMISSIONNAIRES

Les points faibles du processus portent aussi sur la façon dont se sont comportés les soumissionnaires en n'ayant pas suffisamment bordé leurs dossiers. Ont ainsi été relevés :

- Des *prix de rachat* calculés trop bas, rendant a posteriori aléatoire l'équilibre économique.

- Des plans d'approvisionnement utopiques, méconnaissant les réalités : "*la filière bois sait approvisionner et ne sait pas faire tourner des turbines, les énergéticiens ne savent pas approvisionner*".

- L'écoute trop facile de sociétés proposant du bois, sans base sérieuse sur le moyen-long-terme.

- Des technologies de Cogénération envisagées intéressantes mais incertaines ou expérimentales, n'arrivant pas à être concrétisées en utilisation industrielle.

- L'incertitude de la pérennité sur 20 ans des indispensables "puits de chaleur".

La conjonction de ces points a parfois rendu difficile le montage des plans de financement, donc la réalisation des projets.

5 - PROPOSITIONS POUR AMÉLIORER LE PROCESSUS

Le débat a mis en avant une série de recommandations :

1. Abaisser le seuil de puissance électrique, afin de susciter un maillage plus fin du territoire, proche des massifs (entre 2 et 3 MWé semblerait une valeur pertinente, au regard des pays voisins).
2. Adapter le prix de rachat à la dimension des unités, avec tarif plus favorable pour les petites installations.
3. Pour tous, s'orienter vers des tarifs plus favorables, permettant des conditions de rentabilité réalistes.
4. Se désengager du système "enchères descendantes" et "effet bloc".
5. Introduire de la souplesse dans l'encadrement de la vie des projets, de façon à leur permettre d'évoluer avec leur environnement technique et économique, en particulier sur les approvisionnements.
6. Accepter des formules d'indexation représentatives des composants technico-économiques.



Usine de pâte à papier réutilisant sa chaleur pour produire de l'électricité : Fibre-Excellence à Saint-Gaudens (31)

7. Introduire des clauses de sauvegarde, pouvant jouer en cas de dérive anormale d'éléments économiques, techniques ou sylvicoles.

8. Limiter la sélection des projets aux seules véritables Cogénérations (production conjointement de chaleur ET d'électricité).

9. Lors de la sélection de projets, être plus attentif aux consommations existantes et aux particularités locales (tous les bassins d'approvisionnements ne peuvent répondre de la même manière).

10. Pour inciter à l'indispensable mise en marché des bois, envisager un crédit d'impôts pour le sylviculteur (la fourchette entre 5 et 10 €/m³ a été avancée).

11. Améliorer la procédure des plans d'approvisionnements, en ne questionnant le soumissionnaire que sur ce qu'il peut appréhender/engager, et en lui apportant l'éclairage extérieur dont il ne peut disposer.

12. Différer l'acceptation de projets qui viendront en conflit d'usage avec d'autres installations en service ou en cours de démarrage.

13. Mettre en place un fond de garantie pour sécuriser les projets en cas de défaillance de l'enlèvement de chaleur.

14. Ouvrir un nouvel appel à projets à des installations pouvant valoriser les bois en fin de vie (abondants et mal valorisés aujourd'hui).

6 - CONCLUSIONS

Même si le mécanisme CRE doit être amélioré, force est de constater que les projets réalisés ont acquis une bonne implantation dans leurs bassins locaux, et – en dépit des critiques parfois exagérées sur le "gigantisme" – ont contribué à une évolution de la filière vers plus d'efficacité énergétique et plus de respect de l'environnement.

En outre, il convient de souligner l'aspect favorable de l'impact économique : pour 2013, le coût des contrats CRE dans la CSPE ne serait que de 110 M€ soit, 2% des 5 G€ de la CSPE. Ce montant est à comparer aux coûts prévisionnels CSPE pour 2013 : 567 M€ par an pour la filière éolienne (5 fois plus) et 2 107 M€ par an pour la filière photovoltaïque (20 fois plus). Et lorsque les 655 MW seront réalisés, le coût maximum des contrats biomasse ne dépasserait pas 300 M€, soit seulement 5% d'une CSPE de 6 G€ par an.

Il est donc souhaité que le développement de ces installations se poursuive mais – au risque de se répéter – dans un contexte réaménagé.

L'objectif de rechercher un potentiel supplémentaire de 500 MW électriques serait un objectif raisonnable. ■



Miss Better

La

**Betterave
Sucrière**

Française

Ici et ailleurs It's BETTER !

En France, en Europe et dans le monde, la betterave sucrière française apporte le plaisir du sucre et l'énergie du bioéthanol.



Retrouvez Miss Better sur Facebook : facebook.com/MissBetter

DOSSIER

DEFIS ET OPPORTUNITES DES BIOCARBURANTS





Pierre-Henri Texier

Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France

Membre du groupe de travail Production et Valorisation de la Biomasse pour la Bioraffinerie
Vice Président du Club des Bio-économistes
Ingénieur agronome INA

Pierre-Henri Texier

Ingénieur général honoraire des Ponts, des eaux et des forêts

Défis et opportunités des biocarburants

Depuis quelques années, les biocarburants font l'objet de critiques et de controverses . Leur intérêt sur le changement climatique est remis en cause quant à leur rôle en matière d'émission de gaz à effet de serre (GES). L'introduction du facteur « Changement d'Affectation des Sols Indirect » (CASI) conduit même dans certains cas à leur remise en cause.

En réponse à ces questionnements, il convient de distinguer les différentes générations de biocarburants, on a ainsi :

LES BIOCARBURANTS DE PREMIÈRE GÉNÉRATION

Les biocarburants de première génération qui utilisent la partie alimentaire de la plante : ils sont produits, dans le cas de la filière éthanol, à partir des plantes saccharifères (canne et betterave à sucre) ou amylicées (maïs, blé,) ou dans le cas de la filière biodiesel de plantes oléagineuses (colza, palme) ou comme sous produits du soja ou du coton.

LES BIOCARBURANTS DE DEUXIÈME GÉNÉRATION

Les biocarburants de deuxième génération utilisent la plan-

te entière . Ils utilisent la cellulose, les hémicelluloses et la lignine de la plante.

Ils sont obtenus à partir de :

- Résidus agricoles et forestiers , résidus organiques ou sous-produits : huiles usagées, marc de raisin, graisses animales,
- Plantes cultivées en agro-foresterie (jatropha, quercus..)
- Cultures dédiées , en particulier les biocarburants gazeux obtenus par méthanisation des cultures de maïs comme en Allemagne (pour lesquels on pourrait parler de génération 1,5)

Les biocarburants de 2^{ème} génération peuvent être fabriqués selon deux types de procédés :

- par voie thermo-chimique : la biomasse ligno-cellulosique est gazéifiée afin d'obtenir un gaz de synthèse (ou syngas), qui après une



La production de maïs est très demandée par les filières d'éthanol et biogaz.

synthèse dite de Fischer-Tropsch, produit un hydrocarbure pouvant être incorporé au gazole.

- par voie biochimique : la biomasse ligno-cellulosique est dégradée par hydrolyse enzymatique afin d'extraire les sucres qu'elle contient; après fermentation, l'éthanol produit peut être mélangé à l'essence.

Par rapport aux biocarburants de 1^{ère} génération, ils sont en compétition limitée avec la filière alimentaire, leur coût en matières premières est faible et ils ont un bilan en CO₂ plus favorable.

LES BIOCABURANTS DE TROISIÈME GÉNÉRATION

La matière première est constituée par les algues qui produisent des biocarburants de plusieurs manières :

- Par la production d'huile via, des micro algues (qui sont unicellulaires)

- Par méthanisation, procédé plus particulièrement adapté aux macro algues.

Leur productivité par unité de surface est dix fois celle des carburants précédents .

LES BIOCABURANTS DE 4^{ÈME} GÉNÉRATION: LE BIO HYDROGÈNE

La production biologique d'hydrogène à partir de matière organique issue de la biomasse constitue une voie d'avenir dans un contexte de développement durable des filières agro-énergétiques et de valorisation de sous-produits organiques. Il possède certains avantages sur les autres vecteurs énergétiques, dont un pouvoir calorifique élevé (122 MJ/kg) soit 2,4 fois plus élevé que le gaz naturel, et une combustion propre qui ne rejette que de la vapeur d'eau.

Il peut, de plus, être utilisé comme

réactant dans l'industrie chimique (sa principale utilisation actuelle), ou comme vecteur de stockage pour produire de l'électricité dans des piles à combustible. De nos jours, il n'est que peu utilisé dans le domaine de l'énergie et les 50 millions de tonnes produites par an, ne représentent que 1,5% de la demande énergétique mondiale actuelle .

Encore au stade de laboratoire, le bio hydrogène constitue une voie d'avenir dont le développement est lié aux techniques de contrôle des écosystèmes fermentaires.

Une autre génération possible, encore à l'état de première ébauche théorique : le captage du CO₂ de l'air

A partir du bio hydrogène, précédemment cité, il s'agit de générer du méthane et de l'eau via la formule de Sabatier : $CO_2 + 4 H_2 = CH_4 + 2 H_2O$.

La qualité du gaz issu de l'opération

de **méthanation** devient alors celle d'un gaz naturel, grâce à la séparation du CO2.

LES BIOCARBURANTS EXISTAIENT AVANT LA PREMIÈRE GÉNÉRATION :

Dans les paragraphes précédents, les biocarburants ont été présentés comme s'ils étaient de création récente, on oublie qu'en 1911, la voiture « Gobron-Brillié » utilisait l'alcool éthylique (éthanol agricole) comme combustible du fait de son système d'alimentation à doseur rotatif.

Reculons encore dans le temps : avant les moteurs à essence et diesel, on utilisait les moteurs animaux, c'est à dire les animaux servant au transport et aux travaux des champs. Outre le recul dans le temps, il suffit de se déplacer dans l'espace pour constater que le cheptel mondial de ces animaux s'élève, d'après les données de la FAO, à plus de 400 millions de têtes dont, plus de la moitié sont en Asie

LES BIOCARBURANTS DE GÉNÉRATION ZÉRO: LA NOURRITURE DES ANIMAUX DE TRAIT

On notera que l'énergie fournie par les bêtes de trait, si elle est oubliée dans bien des présentations, n'en n'est pas moins importante à l'échelon mondial. Elle est évaluée à 200 millions de Tep produites **aujourd'hui sur plus de 250 millions d'hectares qui sont dévolus à la satisfaction des besoins énergétiques des animaux de trait**, soit plus de 15% des superficies mondiales cultivées. On est loin des 38 millions d'hectares dévolus aux agrocarburants.

Dans les pays développés, au cours de la première moitié du XX^e siècle, la France comptait 3 millions de chevaux qui étaient nourris par 3 millions d'hectares d'avoine. L'ensemble Europe, États Unis, Russie représentait 50 millions de chevaux.

La sole cultivée et consacrée à l'alimentation des bœufs et chevaux de trait représentait près du tiers des surfaces cultivées.

Le passage du cheval au tracteur a permis en France de récupérer 9 millions d'hectares pour d'autres usages que l'approvisionnement des bio-moteurs.

Si l'on favorise la modernisation de l'agriculture dans les pays du Sud, **on a un potentiel d'au moins 100 millions d'hectares à récupérer**

pour la nourriture des hommes ce qui est loin d'être négligeable à un moment où certains auteurs pensent que les surfaces cultivables risquent d'être insuffisantes pour nourrir 8 milliards d'habitants en 2025 et 9 milliards en 2050.

PERFORMANCES DES DIFFÉRENTES GÉNÉRATIONS:

Le tableau ci après résume les caractéristiques des différentes générations de biocarburants précédemment explicitées.

UNE TYPOLOGIE DES BIOCARBURANTS :

Comme on vient de le constater, le terme biocarburant regroupe diffé-

Stade	Génération 0	Génération 1	Génération 2	Génération 3
		Fin 20 ^e siècle	Début 21 ^e siècle	Début 21 ^e siècle
Origine	Fourrages	Mais, blé, canne, betterave, colza, soja, palme, coton	Résidus, ligno-cellulose plante entière, bois	Algues, micro et macro
Techniques	Élevage	Procédés industriels usines	Pilote combinaison de procédés	Laboratoires, microbiologie
Destination	Moteurs animaux (traction animale)	Moteurs thermiques essence ou diesel	Moteurs, réseaux gaz	Réseaux gaz
Rendement tep/ha/ an	0,5	1 à 5	3,5 à 10	10 à 40
Stade	Artisanal, Asie Afrique	Industriel États Unis, Brésil, Europe	Recherche niveau industriel	Recherche, niveau pilote



Du cheval de trait... à l'électronique embarquée.

rentes acceptions, il n'est donc pas étonnant qu'il revêt un contenu polémique à tel point que le parlement français a éprouvé le besoin d'en débattre et de proposer de le remplacer par agrocarburant.

Afin de montrer la variété et la complexité des réalités que ce terme recouvre, nous avons tenté de les regrouper selon les critères ci après:

- Génération 0 :

- par types d'animaux
- par types d'aliments

- Génération 1:

- par type de plantes : amylicées ,saccharifères oléagineuses

- Génération 2 :

- par % de carburant dans la plante (supérieur à 70% : canne,palme, entre 40% et 70% : maïs, et inférieur à 20% : soja, coton , jatropha,)
- par destination du produit principal : moteur à essence , gazole ou gaz.

- par origine : produits ligno-cellulosiques des plantes, huiles d'essence forestière (woody oil), co-produits végétaux et animaux.

- Génération 3 :

- micro algues,
- macro algues

- Génération 4 :

- production de bio-hydrogène,
- méthanation

CONTROVERSES ET PARADOXES : BIOCARBURANTS ET PRIX AGRICOLES ET ALIMENTAIRES

Les biocarburants ont été accusés de provoquer l'augmentation des prix agricoles et alimentaires lors des crises de 2008 et 2011, voire d'affamer les populations et de provoquer les émeutes de la faim. Qu'en est il? Tout d'abord il convient de signaler que, lors de la crise de 2008, les prix du blé, du maïs, du riz ont flambé mais pas ceux du sucre. Or le riz n'est pas utilisé en biocarburant alors

que le sucre en est un des principaux pourvoyeurs . La flambée du prix du riz s'explique par le faible niveau de son stock.

En 2011, les prix du blé , du maïs , du sucre ont augmenté mais pas ceux du riz . La production de riz étant celle d'une année normale .

Une analyse plus fine montre que les flambées des prix de ces commodités est plus corrélée à leurs niveaux de stocks qu'à la demande en biocarburant.

Quant aux prix des huiles, l'augmentation a été moins spectaculaire et a été en réalité corrélée strictement au prix du pétrole.

Il faut signaler également que les prix de la viande de porc et de volailles , produits issus de la transformation de céréales n'ont pas subi de flambée lors des crises citées.

De plus, pour chaque tonne d'éthanol de blé produite on a 1,15 tonne de drèches, pour chaque tonne de



Pressage de colza pour la fabrication de carburant sur les moteurs agricoles et de tourteaux pour l'alimentation du bétail - Laval (53)

méthyle-ester de colza on a 1,5 t de tourteaux , pour le soja ,une tonne de méthyle-ester s'accompagne de la production de 5 tonnes de tourteaux riches en protéines !

Faut il y voir **une corrélation avec le fait que les biocarburants accroissent la production d'aliment du bétail ?**

BIOCARBURANTS ET COMPÉTITION ENTRE LES TERRES

La controverse porte principalement sur la concurrence entre application alimentaire et non alimentaire et le changement d'affectation des sols. Le problème des terres fait l'objet d'études selon les méthodologies mises au point pour démontrer la pertinence du facteur CASI .

De Cara et al. (INRA 2012) ont étudié 485 références bibliographiques récentes (articles, , livres, rapports, thèses). Ils ont sélectionné celles faisant mention d'approches ACV ou économiques puis celles adoptant des approches quantitatives, Ces données présentent une forte variabilité, reflétant les incertitudes

mais aussi la diversité des approches, des définitions et des hypothèses.

Antony Benoist, du CIRAD dans sa thèse déclare «les résultats disponibles sont si divergents qu'ils peuvent conduire à des décisions de politiques publiques totalement opposés», aussi «le choix de la règle d'affectation (massique, volumique, énergétique,économique ou impact évité) et l'inclusion ou non des processus de traitement des co-produits des filières , la spécificité locale, le type d'énergie utilisée pendant la phase de transformation « doit être précisé et analysé»

Ainsi dans le cadre du facteur «changement d'affectation des sols indirect», on peut défendre deux thèses totalement opposées :

- **optique effacement de production d'huile** : la production de biodiesel issu du colza français provoque une diminution de 1,5 million de tonnes d'huile alimentaire donc entraîne le défrichement de 200 000 ha de palmeraies en Indonésie.
- **optique production de tourteaux** : la production de tourteaux

liée à la fabrication de biodiesel diminue de 2,2 millions de tonnes l'importation de matières riches en protéines ce qui empêche le défrichement de 800 000 ha de soja en Amérique latine.

CONCLUSION

Les biocarburants font l'objet de critiques et de controverses, mais les critiques tant sur les effets sur les prix alimentaires que sur le changement dans l'utilisation des sols ne sont pas probantes .

Les biocarburants présentent une grande variété de matières premières et une grande diversité de techniques de production.

Selon les pays et selon les territoires agricoles,les applications donnent naissance à de nombreuses possibilités, économie circulaire dans le cas de recyclage de résidus , production de biogaz lorsque les réseaux existent, production d'éthanol dans le cas de matière première abondante disponible, production de biodiesel comme sous produits de plantes riches en protéines , valorisation des fruits d'essences forestières dans des programmes de reboisement comme en Chine,valorisation de plantes entières lorsque les rayons d'achalandage le permettent et enfin demain peut être, production d'hydrogène à grande échelle, tout ceci sans que la traction animale disparaisse.

Les biocarburants permettent d'envisager une mosaïque de solutions, selon l'expression de Philippe Rousseau , combinant les besoins et les ressources des territoires tout en satisfaisant aux attentes économiques et sociales des populations concernées. ■

L'Académie d'agriculture de France visite la bio-raffinerie de Bazancourt-Pomacle

Fin novembre 2012, un groupe de membres de l'Académie d'agriculture était accueilli à Bazancourt-Pomacle, au nord de Reims, pour une visite du pôle de bio-raffinerie consacré aux « Industries des agro-ressources ». Yvon Le Hénaff, directeur général, et Jean-Marie Chauvet, coordinateur de la plateforme d'innovation présentent ARD (Agro-industrie Recherches et Développements) structure créée en 1989 par des coopératives régionales renforcée depuis par de nombreux opérateurs pour développer les utilisations énergétiques et chimiques (bases de cosmétiques, surfactants, acide succinique...) des produits et coproduits des plantes de grande culture de la région.

Un pôle des industries des agro-ressources s'est développé sur le site, générant quelques 700 millions d'investissements en 10 ans et, en plus des 1100 emplois directs, plus de 600 emplois indirects grâce à une juxtaposition d'usines qui valorisent leurs synergies.

ARD a établi de nombreux partenariats avec des centres de recherches (universités, grandes écoles) pour conduire des travaux d'innovation qui ont permis de créer plusieurs entreprises pour en valoriser les résultats et de participer à des projets comme Futurol dont le pilote se trouve sur le site. Le groupe le visitait en compagnie de Bernard Mary, premier président du Pôle de Compétitivité I.A.R. (Industries des Agro-Ressources) Picardie-Champagne/Ardenne. C'est un projet dans le cadre de l'élaboration de biocarburants de 2^{ème} génération, mis en place pour mettre au point un procédé de fabrication d'éthanol par la voie biochimique à partir de la biomasse en partant des plantes entières, de coproduits ou de résidus lignocellulosiques.

La découverte du site se poursuivait l'après-midi par une visite de Cristanol, une des plus importantes unités de production de bioéthanol à partir de blé et de betterave en Europe. ARD a été à l'origine du développement de son procédé de production.

A la fin de cette visite Dominique Dutartre, DGA de Vivescia, Président d'ARD, Président du pôle de compétitivité I.A.R et de Futurol, rejoignait le groupe pour un échange en salle où il développait, entre autres points, le nouveau concept de bio-raffinerie territorialisée adaptée à la valorisation des productions locales.

Dans cette région champenoise jadis spécialisée dans l'industrie lainière à une époque où la Champagne élevait essentiellement des moutons, le développement de ce pôle des industries des agro-ressources est un vrai succès par les synergies importantes induites dans la valorisation des intrants et des coproduits.

Claude Sultana - membre de la Section IX





Philippe Marchand,
Total Energies Nouvelles
développement biocarburants

Philippe Marchand,
Total Energies Nouvelles

Biocarburants du futur : vers une mosaïque de solutions durables

Il faut d'abord rappeler quel est le contexte énergétique mondial : les énergies conventionnelles fossiles représenteront encore 75 % du mix énergétique en 2030, et leur coût ne peut qu'augmenter car elles sont de plus en plus complexes et coûteuses à produire ; de plus, l'empreinte carbone doit baisser pour répondre au défi du changement climatique.

Dans le Transport, les biocarburants sont déjà une solution disponible, à coût et durabilité raisonnables sous leur forme de 1^{ère} génération, améliorant ainsi l'emploi, la sécurité d'approvisionnement en énergie et l'empreinte carbone ; leur compatibilité avec les carburants fossiles pour les aspects logistiques, leur compatibilité avec les motorisations en place (pour encore longtemps, dans les transports lourds plus particulièrement) et leur densité énergétique, ont permis d'atteindre de 5 à 10 % d'incorporation selon les régions du monde.

Mais des contraintes fortes apparaissent au niveau des matières premières (compétition d'usage, durabilité et efficacité à réduire l'empreinte carbone) et au niveau de la compatibilité avec les motorisations en place pour des taux d'incorporation plus

élevés, notamment dans l'aviation où les carbohydrates sont impossible à utiliser avec les motorisations existantes. Ceci pourrait limiter la croissance des biocarburants de 1^{ère} génération, en taux d'incorporation, même si la croissance des pays émergents peut permettre une croissance en volume.

Ces limitations ouvrent la voie aux biocarburants avancés, amenés à compléter les biocarburants de 1^{ère} génération du fait de l'utilisation de matières premières plus durables et plus diversifiées. Mais il n'y aura pas une seule solution, mais des solutions tenant compte du contexte local en matière de ressources, de technologies, etc.

Il y a donc pour le groupe TOTAL une diversité de partenariats qui sont à des stades différents, soit déjà opérationnels, soit en phase d'unité pilo-



Laboratoire d'une usine de production d'éthanol.

te de préfiguration industrielle, soit au stade de la recherche et de l'expérimentation en laboratoire.

Il peut être dressé un panorama de la palette des voies où TOTAL s'est engagé avec des partenariats particuliers à chaque situation.

Tout d'abord, les voies biotechnologiques, dont le procédé de base est la fermentation utilisant comme catalyseur des micro-organismes naturels ou génétiquement modifiés, permettent d'envisager une transition pour la matière première renouvelable la plus abondante, le sucre des plantes sucrières traditionnelles (canne à sucre et betterave) et de l'amidon, vers les sucres cellulosiques, encore plus abondants, contenus dans les résidus et déchets des industries agricoles et forestières ou des cités, dans les plantes énergétiques, avant une transition à encore plus long terme vers les algues. Ces voies bio-

technologiques permettent de fabriquer des molécules d'intérêt plus adaptées à la demande que l'éthanol de première génération, notamment sous forme fongible (ou drop-in dans sa dénomination anglaise).

C'est le cas du farnésane, hydrocarbure en C15 de la société Amyris ayant démarré une unité industrielle au Brésil fin 2012 (capacité 30 millions de litres/an), société dont TOTAL est le seul actionnaire industriel et représentant pour le groupe une plateforme à fort intérêt. C'est aussi le cas de composants sous forme de molécules « briques » ayant vocation à servir de grands intermédiaires vers des produits finaux plus élaborés. C'est aussi le cas de l'isobutanol de la société Gevo par exemple produisant industriellement dans le Minnesota et prévoyant de convertir des unités traditionnelles d'éthanol : cet alcool a un meilleur pouvoir calorifique, est beaucoup

moins miscible à l'eau, et permettra d'obtenir par raffinage comportant une étape d'oligo-mérisation du carburant aviation.

Il faut aussi citer le programme Futurol, au stade pilote objet, d'un développement détaillé par ailleurs. Enfin, il existe en Belgique un programme Futerro visant à obtenir à partir de sucre de l'acide polylactique, matière première de base pour les bioplastiques.

Autre grande voie explorée, celle des traitements par voie thermochimique, qui couplent les deux grandes opérations de gazéification et de synthèse, et permettent de moduler la production des molécules cibles, avec des objectifs et à partir de matières premières similaires à ceux de la biotechnologie évoqués ci-dessus. C'est par exemple le projet français BioTfuel développé aussi par ailleurs dans cette publication. Ces procédés



sont aussi explorés au Japon et en Suède en particulier en partant des « jus noirs » de papeteries pour obtenir du BioDME (DiMéthylEther) comme substitut du diesel. Le projet du site papetier de Strasbourg appartenant au finlandais UPM (United Paper Mills) prévoit d'utiliser aussi cette voie pour obtenir à partir de la biomasse disponible régionalement du diesel d'excellente qualité.

Par des voies mixtes, associant catalyse biotechnologique, organique et thermochimie, il est développé des procédés visant la production de molécules d'alcools plus lourds que l'éthanol, cas de la société Coskata dans l'Illinois.

Il faut souligner que les voies thermo-chimiques sont très capitalistiques, tout particulièrement par rapport aux voies biochimiques. C'est un critère important pour les investisseurs particulièrement là où la pérennité

du contexte réglementaire est incertaine.

La voie des algues est aussi bien sûr explorée en différentes configurations de recherches mais il s'agit là d'horizons beaucoup plus lointains. Comme cela a été montré, la grande flexibilité recherchée pour les matières premières et la grande diversité des procédés de production de biocomposants avancés permettent d'envisager une mosaïque de solutions croisant matières premières et procédés innovants selon des critères de territorialité alliant durabilité, sécurisation des matières premières par engagements de long terme et besoins énergétiques locaux.

En raison de cette diversité, TOTAL est dans une attitude de grande ouverture aussi bien en matière de technologies, de filières que de toute autre voie qui serait envisageable en

respectant les critères fondamentaux énoncés précédemment.

Mais il reste encore bien des barrières à franchir avant de voir les biocarburants avancés prendre une place significative dans le mix énergétique : maturité technologique, sécurisation des matières premières, logistique de collecte des matières premières, stabilité de long terme des réglementations pour attirer les investissements dans des chaînes de valeur innovantes mais risquées : un engagement fort des grands acteurs de l'énergie comme TOTAL, dans la mesure où les solutions respectent les fondamentaux du développement durable, doit permettre cette émergence dans la prochaine décennie. Il ne faut pas non plus oublier la nécessité d'une visibilité à l'échelle de temps des investissements en projet, en particulier en matières réglementaire et fiscale. ■



Julien Rousseau,
Directeur de l'innovation
de Sofiprotéol
Projets Bioénergies

Julien Rousseau

Directeur de l'innovation de Sofiprotéol

Le projet BioTfuel

A l'horizon 2020, sur la base d'études prospectives, l'offre mondiale de pétrole brut devrait être structurellement limitée en capacité à environ 95Mbb/j, alors que la demande serait contrainte aux environs de 100Mbb/j. Cette situation entraînera de fortes tensions sur les cours du brut.

L'Europe, et en particulier la France, souhaite accroître leur indépendance énergétique tandis que leurs capacités de production de gazole présentent un déficit croissant. Pour pallier ce déficit, les biocarburants constitueront une offre complémentaire nécessaire. Dans ce contexte, l'Europe et la France en particulier souhaitent favoriser l'émergence des biocarburants de seconde génération en complément de l'offre de biocarburants de première génération.

Le projet BioTfuel s'inscrit dans cette dynamique. Il vise à développer et à mettre sur le marché à l'horizon 2020, une chaîne industrielle complète de procédés de conversion thermo-chimique de la biomasse lignocellulosique en biogazole de synthèse, ou distillats moyens de synthèse. La filière biogazole 2G exige, pour des raisons de rentabilité, des unités de grande taille alors que la biomasse reste une ressource limi-

tée, hétérogène et disparate dont le prétraitement (torréfaction) peut être envisagé dans des unités de taille plus petite, à l'échelon régional, de manière à ne pas transporter une matière première volumineuse et souvent humide.

Afin d'améliorer la flexibilité et la rentabilité économique de ces complexes industriels, le projet BioTfuel propose de développer une chaîne industrielle complète B-XTL (BTL = Biomass to Liquid, le X indiquant la possibilité de charges fossiles) capable de co-traiter la plus large diversité de biomasses et de charges fossiles (charbon, petcoke, lourds pétroliers...) aussi bien liquides que solides. L'objectif de performance de la chaîne est d'atteindre un rendement massique de 30% et une haute efficacité énergétique.

Le projet BioTfuel sera mené par un Consortium de six partenaires: Sofiprotéol, premier producteur

européen de biodiesel ; Total, 4ème groupe pétrolier international intégré coté dans le monde ; CEA et IFPEN, les deux acteurs majeurs français de la Recherche et Développement dans le domaine de l'énergie ; Axens 2ème bailleur de licence de procédé de raffinage dans le monde ; et Uhde-ThyssenKrupp, société d'ingénierie et bailleur de licences dans les technologies de traitement des gaz, leader dans le domaine de la gazéification. Le champ des compétences du Consortium couvre un champ de compétences variées qui s'étend de l'organisation des filières ressources à la commercialisation de procédés en passant par la recherche et développement de technologie, la transformation, et la commercialisation des produits pétroliers. Cette association originale constitue un élément différenciant par rapport aux autres programmes européens; et est une des clés du succès du projet.

La chaîne de procédé développée par le consortium se décline en trois étapes : prétraitement de la biomasse par torréfaction, gazéification en flux entraîné, conditionnement du gaz de synthèse en amont de la synthèse Fischer-Tropsch.

La synthèse FT modernisée (procédé connu depuis la seconde guerre mondiale, largement utilisé par les allemands à partir de la gazéification du charbon) qui a pour objet de produire des carburants liquides et notamment du gazole de haute qualité, exige un gaz de synthèse de grande pureté.

Pour respecter cette contrainte et autoriser le plus large spectre de biomasses en entrée du procédé, la technologie de gazéifieur à flux entraîné offre les meilleures perfor-

mances : flexibilité sur les charges à forte teneur en inorganiques, taux de conversion de carbone élevé et gaz de synthèse sans goudron, à faible teneur en CO2 et en méthane. Néanmoins, la biomasse doit être prétraitée pour permettre son injection sous pression dans le gazéifieur. La torréfaction, procédé de traitement à basse température, permet de broyer la biomasse solide, avec une consommation énergétique limitée et, par ailleurs, offre la possibilité de décliner des petites unités de première transformation au cœur des régions riches en biomasse pour optimiser les schémas d'approvisionnement. La biomasse ainsi broyée, séchée et compacte devient facilement transportable vers les unités de gazéification et de synthèse FT.

Ces technologies présentent aujourd'hui d'inégales maturités :

- la technologie FT est disponible commercialement.
- la gazéification à flux entraîné est utilisée industriellement pour le traitement de charges fossiles et requerra des évolutions majeures pour traiter de la biomasse seule ou en co-traitement avec des charges fossiles;
- le conditionnement du syngas se compose de procédés de lavages des gaz acides relativement matures, associés avec des procédés catalytiques, et d'une purification finale nécessitant un développement important ;
- la torréfaction, qui est l'un des principaux verrous du projet, n'a, jusqu'à aujourd'hui, pas d'application industrielle de grande capacité.

Afin de lever ces verrous technologiques et de disposer à la fin du projet de toutes les technologies à l'échelle



industrielle, celui-ci mettra en œuvre un important programme de R&D qui s'appuiera sur deux pilotes de démonstration.

Le démonstrateur de torréfaction sera implanté sur le site de Sofiprotéol à Compiègne. Le démonstrateur de gazéification sera localisé, quant à lui, dans l'Etablissement des Flandres de Total à Dunkerque.

La durée totale du projet sera de 7 ans, pour un budget initial de 112,7 Millions d'euros, actuellement en révision.

L'ensemble des études de conception et d'implantation des pilotes sur leur site respectif a été mené à terme. Les investissements sont prêts à être lancés.

Dans le cadre de la bonne réalisation du projet, le consortium s'appuie sur une société par actions simplifiée (SAS), nommée BIONEXT, constituée des partenaires R&D cités précédemment, et dont la fonction principale est la gestion du projet ainsi que la construction et l'opération du démonstrateur de prétraitement. Une seconde SAS, BIONEXT G, filiale à 100% de la première assurera l'érection et l'opération du démonstrateur de gazéification. Axens assurera à terme la commercialisation future des résultats. ■



Centre d'Information
des Viandes



- 1 : Veille
- 2 : Partage de connaissances
- 3 : Mise en débat

En 2013, le Centre
d'Information des
Viandes recentre
sa mission auprès
des publics
professionnels

**AU COURS DES TROIS PROCHAINES ANNÉES,
LE CIV MET L'ACCENT SUR :**

- Le développement de son site Web de **ressources documentaires** traitant des questions sociétales liées aux filières élevage et viande ;
- Le renforcement des **échanges entre chercheurs, professionnels et publics avertis** ;
- Des **thèmes clés** : antibiorésistance, microparticules, zoonoses émergentes, cantines scolaires, alimentation des seniors, impacts environnementaux, ACV et ACV sociales, financements innovants...

1 150
étudiants

5 000 diplômés

20 % d'apprentis

7 équipes
de recherche

162
universités
partenaires

200
entreprises
partenaires

Sous tutelle du
Ministère de
l'Agriculture, de
l'Agroalimentaire
et de la Forêt



Formation
• Ingénieur
• Licences
• Masters
internationaux

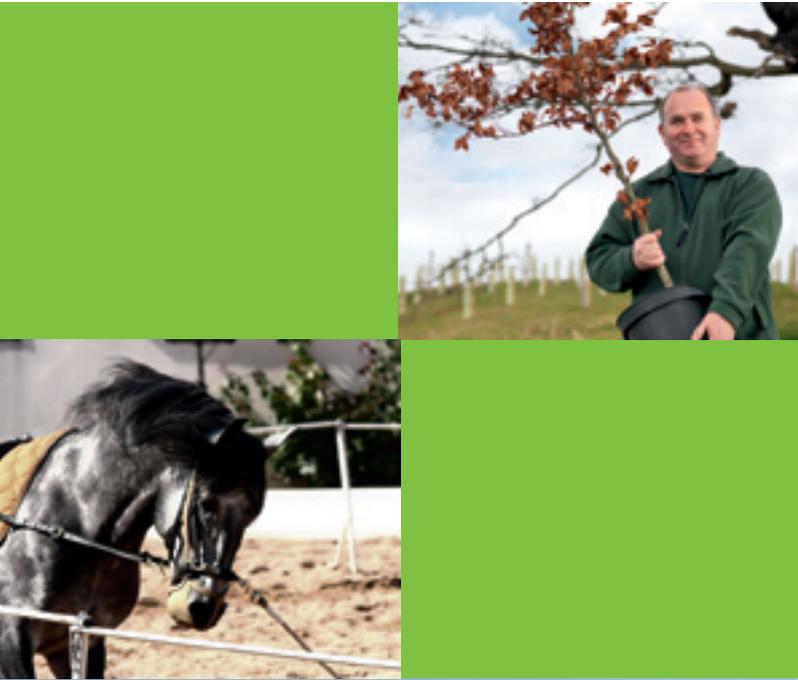
Recherche
et transfert

Prestations
aux entreprises

www.isa-lille.fr



Référence Santé Prévoyance



Référence Santé Prévoyance, la couverture santé et prévoyance des agents du Ministère de l'Agriculture.

100 % mutualiste, cette offre a été conçue spécialement pour vous par la MGET et la MGEN, deux grandes mutuelles de la Fonction publique.

Nous contacter

Du lundi au vendredi de 8h à 17h

 **N°Azur 0 810 716 176**

PRIX APPEL LOCAL

www.referencesanteprevoyance.com



INVIVO AGROSOLUTIONS P. 49

Thierry Darbin,
Responsable du département Services
d'InVivo AgroSolutions

GNIS P. 50-51

François Burgaud,
Directeur des Relations extérieures
du Gnis



ASP P. 52

Edward Jossa,
Président Directeur Général d'ASP

ONF P. 53

Jean-Yves Caullet,
Président du Conseil d'administration
de l'ONF et député de l'Yonne



CGB P. 54

Alain Jeanroy,
Directeur Général de CGB

**CRÉDIT AGRICOLE
DU NORD EST** P. 55

Thierry Aubertin, Directeur Général
du Crédit Agricole du Nord Est

Dossier publi-rédactionnel réalisé par FFE

Contact : régie publicitaire ffe

Philippe Simon - philippe.simon@revue-academieagriculture.fr - Tél. : 01.43.57.91.66

Ensemble, **au quotidien,** nous développons **le futur de l'agriculture**

Filiale du groupe coopératif InVivo, InVivo AgroSolutions conçoit et développe des solutions innovantes destinées à valoriser au mieux le potentiel agroenvironnemental des exploitations agricoles.



C'est ainsi qu'InVivo AgroSolutions

réalise annuellement plus de **1 000 essais**
sur l'ensemble des productions végétales

accompagne plus de **1 200 conseillers**
avec des solutions de conseil et des outils d'aide
à la décision novateurs, développés sur 2,6 millions d'hectares

intervient sur **70 captages** d'eau potable
pour l'établissement de diagnostics et de plans d'actions
concernant leurs aires d'alimentation

anime **316 exploitations** engagées
dans la démarche FERMEcophyto du réseau DEPHY

offre une expertise sur **l'affichage environnemental**
et la **compensation écologique**

dispose d'une **base de données parcellaires**
sur des pratiques agricoles réelles, permettant
de suivre l'évolution **d'indicateurs** agronomiques,
économiques et environnementaux, depuis plus de 15 ans

inVivo

AgroSolutions

83, av. de la Grande Armée
75016 Paris
www.invivo-group.com
Contact : Agnès Filhol
Mail : afillhol@invivo-group.com
Tél : 01 40 66 22 73

© Shutterstock.com

InVivo AgroSolutions s'inscrit de cette manière comme l'un des opérateurs majeurs du développement agricole et de la compétitivité des exploitations françaises pour relever le double défi alimentaire et environnemental.



Produire mieux, produire plus !

Avec 240 coopératives sociétaires, InVivo est le premier groupe coopératif français et l'un des plus importants à l'échelon européen. Il met notamment en place les outils et les services nécessaires pour relever le double défi alimentaire et environnemental auquel est confrontée l'agriculture française. Entretien avec Thierry Darbin, responsable du département Services d'InVivo AgroSolutions.

Que recouvre pour InVivo Agro Solutions la notion d'agriculture durable ?

Notre approche de l'agriculture durable peut se résumer par la formule « Produire mieux et produire plus ». Produire mieux marque notre volonté de minimiser l'impact de l'agriculture sur l'environnement comme celle d'améliorer la qualité de vie des agriculteurs.

Produire plus traduit la nécessité d'améliorer la productivité économique des exploitations agricoles afin de permettre aux agriculteurs de vivre de leur métier et de répondre à une demande croissante.

Si l'on peut désormais parler d'agriculture durable, cela tient d'une part aux connaissances et à l'expertise agronomique acquise ces trente dernières années qui ont permis de développer des outils d'aide à la décision et, d'autre part, au développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Tout ceci permet de fournir à un agriculteur qui s'engage dans le développement durable, tout un ensemble de moyens et d'indicateurs l'aidant à faire progresser son exploitation.

Quels sont les grands enjeux des années à venir ?

Ils sont au nombre de quatre. Le premier est lié la complexité

croissante associée à la prise de décision qui doit non seulement intégrer les dimensions agronomique, économique et environnementale, mais aussi les contraintes de l'exploitation : réglementation, organisation, comportement face au risque, formation, ... Ceci nécessite de repenser le métier de conseiller et la vulgarisation des connaissances.

Le premier enjeu est donc de concevoir les outils d'aide à la décision et de conseil utilisables dans un même environnement de travail et à même d'appréhender toutes les échelles de raisonnement pour passer de l'intra-parcellaire au champ, du champ à l'exploitation, de l'exploitation au territoire et vice-versa. Ceci est incontournable pour accélérer l'évolution des pratiques de conseil, des pratiques agricoles et par là même infléchir leurs impacts environnementaux.

Le second enjeu est lié à la gestion des données pour alimenter ces outils et leur utilisation à grande échelle. Il est donc nécessaire de constituer des bases de données informatisées, interopérables et renseignées par les agriculteurs eux-mêmes, décrivant les parcelles, les cultures et les pratiques utilisées. De même, il est tout aussi important de faciliter le diagnostic parcellaire et la surveillance des cultures en s'appuyant notamment

sur l'utilisation de photos aériennes ou de données issues de capteurs embarqués. Tout cela impose ainsi de créer de véritables synergies.

Le troisième enjeu est lié aux contraintes posées par la mise en œuvre de conseils de plus en plus précis et localisés. Le développement des nouvelles technologies dont se dote le machinisme agricole (géo-positionnement, barre de guidage, modulation des applications, ...) ouvre de nouvelles perspectives qui intéressent de plus en plus d'agriculteurs et sur lesquelles nos coopératives s'impliquent pour assurer le lien entre production du conseil et machines.

Le dernier enjeu est celui de l'accompagnement au changement des conseillers et des agriculteurs afin que chacun soit plus à même de s'impliquer dans la mise en œuvre de cette nouvelle agriculture. C'est en relevant ces enjeux que nous développerons une agriculture de précision, doublement performante d'un point de vue économique et écologique.

www.invivo-group.com



La Filière semences, acteur majeur de l'agriculture durable

La filière française des semences...

... Une filière de renommée mondiale, ancrée dans les territoires

- 1^{er} producteur européen.
- 1^{er} exportateur mondial.
- 17 000 agriculteurs multiplicateurs de semences.
- 261 entreprises présentes sur le territoire, avec des implantations dans 225 communes.
- La filière compte environ 15 000 emplois.



... qui contribue activement à l'émergence d'une agriculture durable

- 72 entreprises qui font de la sélection, dont 44 PME et 21 entreprises de taille intermédiaire.
- Ces entreprises consacrent 13 % de leur budget à la recherche, autant que la pharmacie et plus que l'électronique (9 %).
- 10 à 15 ans de recherche pour créer une nouvelle variété.
- 600 nouvelles variétés inscrites chaque année au Catalogue officiel français.



Interview de François Burgaud Directeur des Relations extérieures du Gnis

La filière semences préserve et enrichit la biodiversité, vous a-t-on entendu déclarer dans les médias. On a pourtant tendance à supprimer le contraire... Qu'est-ce qui justifie une telle assertion de votre part ?

Il faut bien comprendre que les sélectionneurs, c'est-à-dire les chercheurs spécialisés en amélioration des plantes, créent de nouvelles plantes à partir de celles qui existent déjà. Ils sont donc les premiers intéressés par la conservation et le maintien des espèces cultivées par les agriculteurs et de leurs parents sauvages (ex : le maïs d'aujourd'hui descend de l'espèce sauvage teosinte). Cela constitue pour eux une sorte de réservoir de ressources génétiques. Dans le cadre du Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture (TIR-PAA), les entreprises françaises de sélection ont mis certaines de leurs collections de variétés à disposition de la communauté internationale, notamment leurs collections de blé et de maïs, afin de permettre aux sélectionneurs du monde entier de pouvoir créer de nouvelles plantes, des plantes adaptées à leur territoire et aux conditions climatiques de leur pays. Avec les nouvelles variétés qu'ils

créent, les sélectionneurs contribuent aussi à enrichir la biodiversité des plantes cultivées. Rien qu'en France, ce sont ainsi pas moins de 600 nouvelles variétés agricoles qui sont créées chaque année... Au milieu des années 80, on comptait par exemple à peine une trentaine de variétés de tournesol, alors que l'on en compte 270 aujourd'hui !

En quoi l'enrichissement de la biodiversité agricole participe-t-il à l'émergence d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement ?

L'enrichissement de la biodiversité agricole est le pilier de la démarche de préservation de l'environnement dans laquelle l'ensemble de la filière française des semences est engagée. La diversification de l'offre faite par les sélectionneurs aux agriculteurs se traduit, d'une part, par la mise à disposition d'un plus grand nombre d'espèces pour favoriser les rotations, « casser » le cycle parasitaire et favoriser la fertilisation naturelle, et, d'autre part, par l'enrichissement du nombre de variétés disponibles sur une même espèce (ex : la charlotte et la bintje sont deux variétés de l'espèce pomme de terre). L'agriculteur peut ainsi utiliser pour chaque

espèce la variété adaptée à son territoire, à ses techniques culturelles et aux attentes de ses clients.

Pour être autorisée à la vente en France une nouvelle variété doit désormais faire la preuve d'un meilleur comportement vis-à-vis de l'environnement que les variétés déjà commercialisées. Quel est l'impact sur la recherche en amélioration variétale ?

La volonté de créer des variétés dont la culture sera d'un impact plus limité sur l'environnement se traduit par la mise en place de programmes de recherche centrés notamment sur les deux points suivants : création de plantes qui sont plus efficaces vis-à-vis de l'azote pour limiter l'apport d'engrais en culture ; création de plantes naturellement résistantes aux insectes sources de maladies, afin d'assurer la récolte de l'agriculteur mais de limiter l'utilisation de produits phytosanitaires. Une étude InvivoAgrosolutions a permis de mesurer les progrès réalisés entre les nouvelles variétés et les variétés d'il y a 20 ans. Pour chacun des 8 indicateurs retenus (acidification du sol, consommation d'eau, etc.), on observe une amélioration de 10 à 20 points avec la culture des nouvelles variétés.



L'Agence de services et de paiement, le premier payeur européen d'aides agricoles

L'Agence de services et de paiement (ASP) met en œuvre des politiques publiques européennes, nationales et locales. Elle est le premier payeur européen d'aides agricoles. Edward Jossa, son président directeur général, nous présente cet opérateur, qui a la particularité d'intervenir dans des secteurs d'activité variés.

L'ASP est un acteur majeur de la politique agricole commune ?

E Jossa : L'ASP est le premier payeur européen des aides de la politique agricole commune (PAC). Elle est le principal organisme payeur français des deux piliers de la PAC, le Fonds européen agricole de garantie, FEAGA (1er pilier), et le Fonds européen agricole dédié au développement rural, FEADER (2nd pilier). L'ASP verse les aides directes à l'agriculture du 1er pilier (Droit à paiement unique, Prime au maintien des troupeaux de vaches allaitantes, aides aux ovins et caprin...) et les aides au développement rural du 2nd pilier (dotation à l'installation des jeunes agriculteurs, indemnité compensatoire de handicap naturel...), soit au total près de 10 milliards d'euros en 2012 avec la part nationale.

Là ne s'arrêtent pas ses missions. L'ASP réalise la majeure partie des contrôles surfaces des deux piliers et les contrôles animaux (bovins, ovins). Elle développe des outils informatiques pour le compte du ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire et de la Forêt : Isis pour la gestion et le paiement des aides du FEAGA (400 000 bénéficiaires), Osiris pour la grande

variété des aides du FEADER (plus de 300 dispositifs avec 3 200 déclinaisons) et Telepac qui permet aux agriculteurs de télédéclarer leurs demandes d'aides et en suivre les paiements.

Organisme payeur européen de 1er plan, l'agence est aussi force de proposition. Elle participe aux réunions du Learning Network, instance informelle réunissant des organismes payeurs des 27 pays membres de l'UE pour participer à la réflexion sur la mise en œuvre opérationnelle de la future PAC.

L'ASP mène des missions pour d'autres secteurs d'activité ?

E Jossa : L'ASP a une grande expérience de la mise en œuvre de politiques publiques et propose des savoir-faire reconnus : l'instruction de demandes d'aides ou de dossiers administratifs, la gestion et le paiement d'aides financières de masse, les contrôles sur place ou sur dossiers des conditions d'attribution des aides, l'ingénierie administrative (conception d'outils sécurisés, appui à la mise au point de procédure, valorisation de données...) et l'assistance technique (organisation de séminaires, bases de données juridiques...), l'appui téléphonique aux utilisateurs

(partenaires, bénéficiaires) de ses outils.

De nombreux ministères, établissements publics et collectivités territoriales font appel à ses services et de ce fait, l'agence a un champ d'activité très diversifié. Quelques exemples : elle est le principal payeur des aides à l'emploi dans le domaine des contrats aidés (emplois d'avenir), intervient dans les domaines de la formation professionnelle, du social avec notamment la dotation globale de fonctionnement des établissements et services d'aide par le travail (handicap), de l'écologie (bonus écologique), et tout récemment, du logement (rénovation énergétique).

L'ASP aujourd'hui



Agence de Services
et de Paiement

- 26 délégations régionales
- 2 158 collaborateurs
- 18 milliards d'euros de budget d'intervention
- 130 donneurs d'ordre dont : l'UE, 13 ministères, 26 Conseils régionaux, 83 Conseils généraux.



Forêt et filière bois, les nouveaux enjeux



Changement climatique, transition énergétique, biodiversité et rééquilibrage de la balance du commerce extérieur sont autant de défis à relever pour la forêt et la filière bois. Jean-Yves Caullet, Président du Conseil d'administration de l'ONF et député de l'Yonne revient sur les grandes lignes du rapport qu'il a rendu en ce sens au Premier ministre en juin dernier.

Quelles orientations pour sortir la forêt et la filière bois de l'immobilisme ?

Alors que nous disposons de la 3e puissance forestière européenne, la filière bois représente le 2e déficit de notre balance du commerce extérieur. Nous exportons trop souvent nos grumes pour importer des produits transformés. Notre tissu industriel de la 1ère et de la 2e transformation souffre globalement d'une sous-capitalisation, qui l'handicape aujourd'hui. Il faudrait donc agir sur la structuration de l'aval pour permettre une valorisation sur notre territoire des bois locaux notamment des feuillus. L'enjeu économique est important : réduire notre déficit commercial et réussir à exprimer un potentiel de création de près de soixante mille emplois.

Par ailleurs, la forêt et le bois étant au carrefour de tous les enjeux du développement durable, il faut faire partager par tous la hiérarchisation des usages du bois pour une exploitation optimisée de la ressource dans sa diversité et pour assurer ainsi son renouvellement et sa durabilité. Enfin, il est essentiel, pour éviter les conflits d'usage entre le bois énergie et le bois structure, de penser au recyclage des bois de telle sorte que l'usage énergétique soit la troisième et dernière étape de la vie des bois après l'usage du bois d'œuvre et du bois d'industrie.

Avec quels outils ?

Le plus emblématique est un fonds stratégique qui aurait vocation à financer à la fois les travaux en forêt et les investissements aval. Il serait alimenté notamment par l'impôt sur le foncier du petit parcellaire non bâti, aujourd'hui non perçu parce qu'au-dessous du seuil de recouvrement, et par de l'investissement privé sans nécessairement cession de propriété : les avantages fiscaux consentis aux acquéreurs de foncier forestier seraient en effet, étendus à des investisseurs de travaux forestiers de long terme.

La forêt privée est très hétérogène, trop morcelée et en moyenne trop peu productive. Or les avantages fiscaux attachés au régime forestier sont les mêmes que la forêt soit en production ou pas. Il serait juste que ces avantages soient couplés à l'obligation pour les propriétaires privés de regrouper, d'entretenir et d'exploiter leur parcelles forestières. Toujours dans ce souci d'optimisation du patrimoine forestier, d'autres mesures pourraient être prises afin de faciliter la reconnaissance de biens vacants et sans maître ou encore de moderniser le droit de préférence.

Et en matière de gouvernance ?

Il est tout d'abord souhaitable que le Fonds stratégique soit piloté par tous les contributeurs de la filière. Par ailleurs, une réorganisation administrative s'impose. En effet

aujourd'hui, la filière bois et la forêt relèvent de trois administrations. Je propose de regrouper les compétences administratives au sein d'une entité interministérielle du type « délégation », attachée au Premier ministre. Cela permettrait de travailler de manière cohérente et coordonnée à la mise en place de la politique qui devra être déclinée par les régions et par massif dans de véritables politiques de territoires sans que soit structurellement privilégié l'un ou l'autre des maillons de la filière. Une réunification interprofessionnelle globale est également indispensable. Ces réorganisations sont nécessaires pour donner toutes les chances de réussite au bois et à la forêt française.

Quelle place pour l'ONF ?

En tant que gestionnaire de la forêt publique, l'ONF est un acteur essentiel de la mise en œuvre de la politique en matière de forêt et de bois. Son modèle socio-économique doit être repensé pour lui donner toute son efficacité et garantir son rôle de gestionnaire à long terme d'une forêt multifonctionnelle. En termes de financement, au-delà de la valorisation du bois sous ses diverses formes qui doit être améliorée et de la rémunération de ses missions d'intérêt général par la collectivité, l'Office devrait valoriser les différentes aménités sociales et environnementales de la forêt.



Devenir le leader européen de l'éthanol

La Confédération Générale des Planteurs de Betteraves, qui regroupe 14 syndicats de producteurs de betteraves, a toutes les cartes en main pour être le leader européen de l'éthanol. Aussi, n'entend-elle perdre aucune opportunité pour développer sur le territoire français une filière exportatrice. Investissements et emplois sont à la clé. Explications avec Alain Jeanroy, Directeur général de la CGB.

Où en est la consommation française de bioéthanol ?

En 2012, la consommation française de bioéthanol s'est établie à un peu plus de 8 millions d'hectolitres, ce qui représente environ – en pouvoir calorifique - 6% de taux d'incorporation dans les essences. Ce volume est en légère progression par rapport à 2011 mais on est toujours en deçà de l'objectif de 7% qui nous avait été fixé en 2010, et très loin de la production que nous pourrions assurer. Nous produisons aujourd'hui une douzaine de millions d'hectolitres, 4 millions d'hectolitres environ étant exportés dans l'Union Européenne. Nous pourrions facilement doubler les 60 000 hectares de betteraves que nous exploitons actuellement pour ce débouché.

Pourquoi ce plafonnement ?

Parce qu'après bien du temps passé à dresser le bilan énergétique et environnemental des biocarburants, bilans qui sont largement positifs, on est bloqué par les atermoiements d'ONG soucieuses de ce qui se passe dans le monde en matière d'affectation des sols. Ces interrogations conduisent nos décideurs à repousser toute prise de décision dans l'immédiat. Nous ne comprenons vraiment pas pourquoi on s'interroge à nouveau sur l'affectation indirecte des sols alors que les scientifiques ne sont pas d'accord sur le sujet et que les modèles qui la

mesurent ne sont pas très robustes. En attendant ces questionnements remettent en cause notre politique d'investissement. Après avoir investi un milliard d'euros en 2005 pour construire cinq unités nouvelles qui tournent à pleine capacité, nous nous apprêtons à engager de nouveaux investissements en 2012 pour respecter l'objectif de 10% d'incorporation qui avait été fixé pour 2020 au niveau européen. Le plafonnement des biocarburants de première génération décidé en septembre 2012 a tout stoppé. Dire qu'en plafonnant les biocarburants de première génération on favorise le développement de ceux de la deuxième génération, c'est négliger que cette deuxième génération ne sera pas disponible à échelle industrielle avant au mieux 2020/2025. Notre préoccupation à nous, c'est d'ici à 2020.

Restez-vous confiant ?

Oui car en matière de carburant, pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre, il n'y a guère d'autres solutions que de recourir aux biocarburants dont le bilan environnemental a été largement démontré comme positif. D'un autre côté, je ne perds pas de vue que tout développement des biocarburants se fera demain à partir de la betterave et non pas à partir des céréales compte tenu de la forte volatilité de leur prix et de la

forte demande mondiale en blé.

La fiscalité des carburants est sur la sellette. Qu'en pensez-vous ?

Tout ce qui peut rééquilibrer la répartition essence/gazole est bon à prendre pour nous puisque cela signifie accroissement de part de marché pour nos 6%. Il nous semble aussi normal qu'on arrête de subventionner le gazole qui pollue plus que l'essence. Notre souhait est qu'on taxe tous les carburants proportionnellement à leur contenu énergétique.

Y-a-t-il encore des innovations à réaliser dans le secteur des biocarburants ?

Oui. Scania, par exemple, développe actuellement un carburant composé à 95% d'éthanol et 5% d'additifs pour faire fonctionner des poids lourds équipés d'un moteur diesel adapté. On parle aussi du développement d'un carburant à base de sucre pour l'aviation. Mais avant cela, il est nécessaire que les motoristes et les pétroliers arrêtent de se renvoyer la balle sur l'E85 et les véhicules Flex Fuel. Il est important que les constructeurs mettent des voitures à disposition (comme Dacia s'y est employé et comme Ford qui vient d'ailleurs tout juste de sortir un nouveau modèle Flex Fuel), et que les seconds mettent des pompes E85 encore trop peu nombreuses.



Crédit Agricole du Nord Est : La banque du territoire au service des filières agroalimentaires

Leader français de la banque de proximité, premier financeur de l'économie française, le Groupe Crédit Agricole s'affirme toujours plus comme LA banque des territoires. Chaque jour, il accompagne le développement des régions, à l'instar du Crédit Agricole du Nord Est dans l'Aisne, les Ardennes et la Marne. Rencontre avec Thierry Aubertin, Directeur Général du Crédit Agricole du Nord Est.

Pourquoi le Crédit Agricole du Nord Est peut-il s'affirmer comme la banque de son « territoire » ?

Né en 1898, le Crédit Agricole du Nord Est est implanté sur ses trois départements d'origine : l'Aisne, la Marne et les Ardennes. Il intervient sur l'ensemble des métiers de la banque, de l'assurance et de l'immobilier.

Avec 50 % de part de marché, il est à la fois le 1er financeur de l'économie du territoire et le 1er collecteur d'épargne. L'épargne collectée est réinvestie en totalité dans notre région.

C'est en ce sens que nous sommes une banque du territoire dont la vocation est de servir l'ensemble des habitants. Notre récompense est d'être une banque leader sur ses marchés, avec un habitant sur deux étant client, et reconnue sur ses métiers avec un taux de satisfaction globale de notre clientèle de 92,4%.

Quelle place tient le Crédit Agricole du Nord Est dans le domaine de l'agroalimentaire ?

Nous sommes à ce jour la banque de référence et le partenaire majeur des filières agroalimentaires. En effet, 90% des agriculteurs et viticulteurs sont nos clients. De plus, les deux grandes coopératives sucrières, de dimension mondiale, se trouvent dans notre région, ainsi que les grandes coopératives céréalières de l'est du bassin parisien.

Le Crédit agricole du Nord Est répond attentivement aux besoins de ces

grands groupes, en leur apportant du conseil et en les accompagnant dans leurs financements et leurs projets de développement à l'international.

Nous jouons également un rôle primordial dans le déploiement des énergies renouvelables : éolien, photovoltaïque et méthanisation.

En quoi l'agroalimentaire est-il un domaine d'excellence du Crédit Agricole ?

Notre vocation est d'accompagner la valorisation économique des ressources agricoles et viticoles à proximité des bassins de production par la création de valeur ajoutée. Cette approche permet de sécuriser les outils de production et les débouchés de nos clients agricoles des filières végétales et animales.

Ces filières agroalimentaires sont actuellement en pleine mutation... Le premier enjeu planétaire est la capacité future de nourrir les 9 milliards d'individus que comptera le monde en 2050. Un défi qui demande aux grandes entreprises agroalimentaires d'assurer à la fois quantité, qualité et proximité en termes de débouchés, mais plus encore, de préserver l'existence d'acteurs européens, compétitifs à l'échelle mondiale. Le but : concurrencer les grands groupes internationaux. Il s'agit aussi de les accompagner dans le développement de la recherche sur les biocarburants et plus largement vers nos futurs besoins énergétiques.

Je n'oublie pas notre rôle d'acteur financier incontournable de la filière Champagne, ce vin d'excellence, de reconnaissance internationale produit par une filière d'exception dont le Crédit Agricole du Nord Est a toujours été très proche.

De quelles façons le Crédit Agricole du Nord Est suit-il les évolutions et contribue-t-il aux innovations de ce siècle ?

Les principales évolutions sont technologiques et vont modifier profondément la relation qu'entretiennent les banques avec leurs clients. Nous appelons ce défi la « banque digitale » : un moyen pour nos clients d'accéder aisément au service de proximité ainsi qu'au conseil du chargé de clientèle, à tout moment, et sans forcément se déplacer.

La Banque digitale permettra à la Banque d'être plus proche de ses clients. Grâce à la technologie, nous convergions sans nul doute, vers une banque plus humaine puisqu'elle permettra plus de contacts, en s'adaptant aux nouvelles habitudes des clients qui, malgré internet, ne délaissent pas les agences. Une banque digitale est à la fois une banque des technologies et une banque des Hommes. Plus encore, nous pouvons également parler de banque durable : grâce à la souscription électronique une grande économie de papier, d'énergie, et moins de transport, des économies de temps et de trajet pour nos clients.



Yves Chupeau,
Membre correspondant de
l'Académie d'agriculture
de France
Directeur de Recherches
-Institut Jean-Pierre Bourgin,
INRA Versailles

Yves Chupeau

Directeur de Recherches -Institut Jean-Pierre Bourgin,
INRA Versailles

Le transfert de gènes : un des moteurs essentiels de l'évolution

La domestication des processus de transferts de gènes par l'homme, et surtout leurs utilisations pratiques dans les plantes transgéniques, alimentent des controverses multiformes. Le motif principal, et global, de rejet invoque les dangers potentiels de ces novations biologiques. Or les nombreuses informations, fournies par les séquençages d'organismes divers, révèlent l'extraordinaire dynamique naturelle des transferts de gènes, totalement insoupçonnée jusque vers le début des années 1980.

Pour l'évolution des génomes des plantes, ces informations vérifient les hypothèses pré-montaires sur l'origine bactérienne des plastes et des mitochondries, mais révèlent également et surtout que les transferts de gènes chez les plantes se produisent toujours avec des fréquences très importantes.

L'EXTRAORDINAIRE SOUPLESSE DES GÉNOMES

Contrairement à la notion intuitive, renforcée par l'enseignement des vues fixistes d'Aristote dans nos humanités depuis le moyen-âge, les génomes des organismes ne sont pas fixes. Tardivement redécouvertes, les notions si lumineuses et si fructueuses de G. Mendel

ont constituées un saut conceptuel et théorique important. Cependant, l'esprit humain, toujours tenté par le « système définitif » les a érigées en dogme, en les contraignant, contribuant ainsi à imposer une vision statique du fonctionnement des génomes, en rejetant les données « hors dogme », telles par exemple les révélations trop précoces (1950) de Barbara Mac Lintock concernant les transposons du maïs...

Les développements progressifs des outils de la génomique (Chupeau, 2012) révèlent aujourd'hui l'extraordinaire souplesse des génomes, dont les modifications et les remaniements résultent de nombreux mécanismes.

Les plus connus, et les plus simples, résultent de mutations, qui peuvent



© LAURENT MIGNAUX/METL-MEDDE

être ponctuelles (ne concernent qu'une seule base de l'ADN). On sait aujourd'hui que l'on peut détecter une mutation toutes les milles bases dans le génome humain, donc qu'au moins 3 millions de paires de bases distinguent les génomes de deux individus non apparentés, et que de l'ordre de 300 mutations différencient les génomes de jumeaux.

Mais il existe également des mutations plus complexes, telles que les délétions ou les duplications de portions d'ADN, qui peuvent concerner des segments de génome de tailles variables. Des modifications plus profondes encore, surtout chez les plantes, résultent soit de modifications complètes du génome, par duplication, voire triplication, du nombre de chromosomes, soit de l'hybridation entre deux espèces par des gamètes non réduits, qui génèrent des hybrides qui additionnent les nombres diploïdes des chromosomes des deux parents. Ces importants bouleversements des génomes

sont généralement suivis de réarrangements multiples. Un bon exemple de ces profonds chamboulements est fourni par le séquençage des génomes de deux espèces de tomates, qui révèle un événement de triplication des génomes il y a environ 60 millions d'années suivis de nombreux remaniements de ces génomes complexes (The tomato genome Consortium, 2012). L'explosion diversifiée des génomes des Poacées (ou Graminées, qui comportent les plantes alimentaires les plus importantes) est aujourd'hui assez bien connue (Salse, 2012).

Le rôle des transposons a longtemps été sous-estimé, en dépit de leur caractérisation précoce (Mac Lintock, 1950). Les transposons, éléments mobiles de différentes natures, présents dans de nombreux génomes, sont des acteurs essentiels de la plasticité des génomes (Kazazian, 2004). Leurs insertions provoquent des mutations, bien que la majori-

té des organismes en contrôle l'expression, et donc la transposition, la génomique permet aujourd'hui d'en détecter les effets chez les plantes cultivées. Par exemple, la mutation du gène *tb1*, responsable de la modification de l'architecture des plantes de maïs (embranchements modifiés en inflorescences femelles), résulte de l'insertion d'un transposon dans un élément important de la séquence du promoteur d'un gène régulateur (Studer et al. 2011). La mutation spontanée des choux fleurs orange détectée dans les années 70, est également due à l'insertion d'un transposon dans le gène *Or* qui contrôle la formation des chromoplastes responsables de l'accumulation de β carotène (Lu et al. 2006). Enfin la richesse en anthocyanes des oranges dites sanguines est également due à l'insertion d'un transposon à proximité d'un facteur de transcription activateur de la synthèse d'anthocyanes (Butelli et al. 2012). Ce ne sont que

quelques exemples de génie génétique naturel provoqués par des insertions de transposons dans des plantes consommées, mais on peut parier que les démarches de génomique en révéleront progressivement de plus nombreuses.

Leurs influences sur le génome hôte résultent également du fait que les dispositifs de contrôle de la transposition (les méthylations) entraînent également des modifications de la régulation des gènes à proximité de leur insertion et que les mécanismes de méthylation de l'ADN débordent souvent assez largement les sites d'insertion des transposons.

Les transposons actifs sont également responsables de la formation de gènes chimériques (Wang et al. 2006) que l'on trouve fréquemment dans les génomes.

Ces éléments mobiles, de différents types, et leurs dérivés inactifs, représentent souvent plus de 50% des génomes des plantes cultivées, et même 85% dans le cas du maïs (Schnable et al. 2009). Une revue récente et très complète fait le point sur le rôle des transposons dans l'évolution (Fedoroff, 2012).

EVOLUTION DES MICRO-ORGANISMES, LE RÔLE ESSENTIEL DES TRANSFERTS DE GÈNES

Les processus de transfert de gènes chez les microorganismes, connus depuis les années 1960 et 70, sont relativement connus de nos concitoyens, tandis que l'étendue et la fréquence des transferts de gènes chez les organismes supérieurs ne sont pas connues car très peu vulgarisées.

Comme pour la très grande majorité des espèces, la sexualité des bactéries leur permet d'échanger et de mélanger leurs génomes, cependant, le génome des bactéries peut également se modifier par acquisition de portions de génomes « étrangers » selon différents mécanismes.

Le premier mécanisme implique les **virus de bactéries**. Ces virus à ADN, dont l'exemple type est le phage λ constitué de 49 000 paires de bases, pénètrent les bactéries pour s'y multiplier, puis détruire (on dit "lyser") les bactéries infectées afin de libérer des particules virales infectieuses, ce qui constitue le cycle biologique normal pour un virus !

Cependant, sous certaines conditions, l'infection proprement dite ne se produit pas car le génome du virus s'intègre dans le chromosome bactérien, et protège la bactérie, devenue ainsi "transgénique" (c'est-à-dire lysogénique), de nouvelles infections par le même virus. Lorsque cette bactérie est soumise à un stress, le génome du phage peut se détacher du génome de la bactérie, mais pas toujours précisément, ce qui lui fait prélever une portion de génome bactérien adjacente au site d'insertion du phage. Cette portion peut représenter jusqu'à cent pour cent de son propre génome, soit de l'ordre de 50 000 paires de bases, sans que le cycle viral n'en soit altéré. Ces phages modifiés sont toujours capables d'infecter d'autres bactéries ; ils se comportent donc naturellement comme des vecteurs de gènes entre bactéries.

De l'ordre de dix milliards de virus sont détectables dans un litre d'eau de mer, et parfois davantage dans les eaux douces, ce qui peut donner lieu à 1023 infections de bactéries par

seconde (Hendrix, 2003), ce qui laisse imaginer le nombre de transferts de gènes qui s'opère à chaque seconde dans tous les milieux aquatiques !

Les rôles biologiques de ces transferts de gènes sont considérables. Un exemple révélateur concerne les *Prochlorococcus*, petites bactéries photosynthétiques que l'on rencontre dans tous les océans. Les tailles de leurs différentes populations sont telles que l'on s'accorde aujourd'hui sur leur rôle prépondérant puisque les estimations actuelles les rendent responsables de près de la moitié de la fixation photosynthétique du gaz carbonique ! Or, les phages qui infectent plus spécifiquement ces bactéries comportent pratiquement tous un gène de synthèse de chlorophylle, et la moitié de ces phages comportent deux gènes de photosynthèse (Sullivan et al. 2006). Ces gènes, initialement prélevés des génomes des bactéries et conservés par les virus, leur confèrent un avantage sélectif vis à vis d'autres virus. Ils servent de réservoir génétique capable d'assurer les fonctions de photosynthèse chez leur hôte, au moins pendant les phases d'infection.

Cette co-évolution par échange de gènes, source de diversité génétique des phages, contribue également, et en retour, à la diversité des gènes de bactéries, donc à l'évolution des capacités de photosynthèse des bactéries. Le rôle biologique des phages marins est donc beaucoup plus complexe que le simple contrôle des populations de bactéries photosynthétiques !

Les co-évolutions de leurs génomes par le biais de ces échanges de gènes naturels constituent un domaine de recherche désormais

très actif en raison de leurs implications notamment dans la régulation de la captation de CO₂ par les océans ...

Plus généralement, des portions de génomes de nombreux virus sont intégrées dans le génome de leurs hôtes (revue générale pour les plantes voir Talianova et Janousek, 2011). Ces transferts peuvent d'ailleurs se révéler durablement fonctionnels, comme celui de l'ARN polymérase de phage dans les mitochondries humaines (Ringel et al. 2011).

Le second mécanisme essentiel chez les micro-organismes met en jeu les **plasmides**, petites entités d'ADN bactériens en dehors des chromosomes, qui peuvent être échangés entre bactéries très rapidement. Le transfert de gènes est ainsi à l'œuvre tant pour les individus que pour les populations de bactéries, et même pour les espèces voisines dans l'environnement immédiat. Cette « invention » des bactéries est ancestrale : les bactéries font du génie génétique depuis des milliards d'années, ce qui leur permet de partager des capacités d'adaptation de façon beaucoup plus rapide que par les processus sexuels.

Enfin, une autre particularité des micro-organismes est leur **capacité de transformation**, c'est à dire d'acquisition d'un fragment d'ADN, et d'intégration dans leurs chromosomes. Pour que ce processus fonctionne, il faut que les bactéries soient dans un état physiologique particulier, la "compétence", terme qui désigne les modifications de la paroi et de la membrane des bactéries facilitant l'absorption d'ADN. Certaines espèces sont naturellement compétentes en permanence.



Ces processus d'échange d'ADN chez les microorganismes se produisent à des fréquences parfois très élevées, qui dépendent essentiellement de l'environnement. La caractérisation des échanges entre les bactéries qui colonisent différentes régions du corps humain en fournit un exemple remarquable (Smillie et al. 2011).

Chez les bactéries, les transposons peuvent s'insérer dans n'importe quelle molécule réceptrice d'ADN à partir d'une molécule donatrice : chromosomes, phages, plasmides. De sorte que l'activité de ces éléments potentialise et élargit les échanges et les recombinaisons entre les différents génomes des espèces, par exemple en favorisant l'intégration dans le chromosome d'un gène de résistance initialement véhiculé par un plasmide, puis en le réinsérant dans un autre plasmide...

Ainsi, les transferts de gènes peuvent se produire entre espèces éloignées de façon rapide et parfois coordonnée.

Cette capacité se vérifie par exemple pour les multi-résistances aux antibiotiques : en cas de recours massif aux antibiotiques, les bactéries subissent une forte pression de sélection, et rapidement se constituent des transposons qui véhiculent plusieurs gènes de résistance à différents antibiotiques (Szczepanowski et al. 2004).

Ces différents processus et leurs combinaisons chez les micro-organismes ont favorisé et provoquent toujours des transferts de gènes à des fréquences importantes. Aujourd'hui, plus on séquence de génomes d'isolats différents de la même espèce de bactérie, plus on trouve de nouveaux gènes venant d'autres bactéries et acquis

par transferts de gènes (Tettelin et al. 2005). La majorité des gènes dont la présence est variable n'ont pas encore de fonction connue et sont associés à des séquences d'éléments mobiles. Les modélisations mathématiques indiquent que trente-trois gènes nouveaux seront découverts pour chaque nouveau génome séquencé !

Les fréquences et l'étendue des transferts de gènes chez les microorganismes sont pris en compte dans les analyses de phylogénie (Abby et al. 2011).

LES TRANSFERTS DE GÈNES SE RÉVÈLENT SPÉCIALEMENT ACTIFS LORS DES SYMBIOSES

Aujourd'hui, on peut aisément concevoir que la proximité, voire l'intimité d'organismes différents, facilitent des transferts de gènes successifs au cours de longues périodes de symbiose. Ce sont probablement les symbioses les plus efficaces (conférant des avantages sélectifs décisifs) qui constituent les « paliers » successifs des formes de vie sur la terre.

La phylogénie moléculaire révèle des associations « fécondes » chez les procaryotes (organismes sans noyau), pour lesquels on distingue cinq taxons : les Archées, les Actinobactéries, les Bacilles, les Clostridia et les procaryotes à double membrane. Ce dernier taxon résulte probablement d'une symbiose entre des ancêtres des Actinobactéries et des anciennes Clostridia, et même probablement d'une endosymbiose entre une Clostridia photosynthétique dans une Actinobactérie, ce qui a généré la double membrane (Lake, 2009). Ce nouvel organisme procaryote comporte davantage de gènes que chacun de ses « parents » résulte

de la présence de gènes de l'endosymbionte vers le génome de l'hôte. Cet organisme a dû bénéficier d'avantages sélectifs décisifs, puisqu'il a permis une diversification extraordinaire de différents groupes de bactéries photosynthétiques, dont les populations ont conduit à la modification de l'atmosphère terrestre, qui de réductrice a atteint une teneur de 21% en oxygène.

« La metagénomique permet de caractériser dans les océans des bactéries capables d'utiliser l'oxydation comme source d'énergie. »

Une association symbiotique entre deux bactéries (Archée + Eubactérie) est généralement considérée comme l'origine des eucaryotes, organismes dont les cellules comportent un noyau : le matériel héréditaire est localisé dans un compartiment délimité par la membrane nucléaire. L'origine de cette compartimentation n'est pas totalement élucidée aujourd'hui. Elle pourrait résulter soit d'une endosymbiose, soit d'une autoformation, ainsi que cela semble le cas chez les Planctomycetes (Fuerst, 2010). Cette origine des eucaryotes est validée par la génomique qui distingue, jusqu'au génome humain, les gènes hérités des Archées et ceux hérités des Eubactéries (Alvarez-ponce et Mc Inerney, 2011).

Il y a deux milliards d'années, une endosymbiose majeure et son cortège

de transferts de gènes a façonné l'évolution des génomes des eucaryotes. La metagénomique permet aujourd'hui de caractériser dans les zones supérieures (oxygénées) des océans des Alphaproteobactéries autonomes (Brindfolk et al. 2011) proches des anciennes bactéries capables d'utiliser l'oxydation comme source d'énergie, qui ont du coloniser durablement le cytoplasme des cellules de l'ancêtre des eucaryotes.

Au cours de cette longue vie commune, des gènes de ces bactéries ont progressivement été transférés au génome nucléaire, et les bactéries « dégénérées » sont progressivement devenues les mitochondries, qui sont le siège des mécanismes de respiration (oxydation cellulaire) des cellules eucaryotes. Cette évolution s'est accomplie plus tôt chez les animaux, il ne reste que trente-sept gènes dans les mitochondries animales. Chez les plantes, il reste en moyenne une centaine de gènes dans le génome des mitochondries. Mais le processus de transfert de gènes mitochondriaux est toujours à l'œuvre, avec des vitesses différentes selon les familles botaniques (Adams et Palmer, 2003).

De l'ordre de mille à deux mille gènes, désormais nucléaires, sont indispensables au fonctionnement correct des mitochondries. Les insertions dans le génome nucléaire ont lieu au cours des mécanismes de réparation de l'ADN de l'hôte. Ce processus implique de très nombreux transferts, réitérés, de nombreuses portions d'ADN. Ce ne sont donc pas quelques milliers de transferts d'ADN bactériens qui rendent compte de cette évolution, mais probablement des milliards de milliards

de milliards, dont la grande majorité n'ont pas conduit à des transferts fonctionnels, et ont donc été ultérieurement perdus. Seuls les très rares transferts fonctionnels qui confèrent un avantage sélectif ont été conservés au cours de l'évolution et sont donc détectables aujourd'hui.

L'ÉVOLUTION INITIALE DU GÉNOME DES VÉGÉTAUX, UN DEUXIÈME TRAIN DE TRANSFERTS SYMBIOTIQUES

Une deuxième endosymbiose, il y a 1,5 milliard d'années, a puissamment façonné le génome des plantes. Un processus de transfert de gènes analogue a présidé à la formation des chloroplastes, conséquence d'une symbiose durable avec des ancêtres des Cyanobactéries, bactéries photosynthétiques descendantes des Planctophytes. En moyenne, il reste dans les chloroplastes autour d'une centaine de gènes, un très grand nombre ayant été transférés au génome nucléaire des cellules hôtes, devenues cellules végétales (Timmis et al. 2004).

L'analyse du génome d'une algue unicellulaire actuelle (*Cyanophora paradoxa*) confirme l'origine bactérienne (cyanophycées) des chloroplastes, qui s'accompagne des transferts de gènes d'une bactérie parasite (type *Chlamydia*) pour l'export des photo-assimilats (Price et al. 2012). Ce processus de transfert progressif de gènes des bactéries symbiotiques est validé par l'étude d'une symbiose photosynthétique plus récente chez une amibe (Nowack et al. 2012).

Ces transferts de gènes, provoquant de multiples insertions aléatoires dans le génome nucléaire, se



sont manifestés depuis des centaines de millions d'années, cependant la majorité de ceux qui ne conféraient pas d'avantage sélectif ont été perdus au cours de l'évolution (Huang et al. 2005). Seuls les gènes fonctionnels conservés ont été initialement détectés, soit parce qu'ils ont contribué à diversifier les métabolismes cytoplasmiques, soit parce qu'ils sont ré-adressés aux chloroplastes. Cependant, le répertoire des gènes conservés et identifiables comme provenant de Cyanophycées est impressionnant, plus de 4 000 sur les 25 000 gènes nucléaires d'*Arabidopsis*, par exemple (Boch et Timmis, 2008).

DE NOMBREUX TRANSFERTS DE GÈNES ACCOMPAGNENT L'ADAPTATION TERRESTRE DES PLANTES

La sortie de l'eau des algues vertes (Charophyceae), il y a 500 millions d'années, résulte d'un large éventail d'évolutions génétiques, bases d'innovations physiologiques adaptatives et d'architecture chez les bryophytes (Graham et al. 2000), qui ont présidé à la vie sur terre et dont les

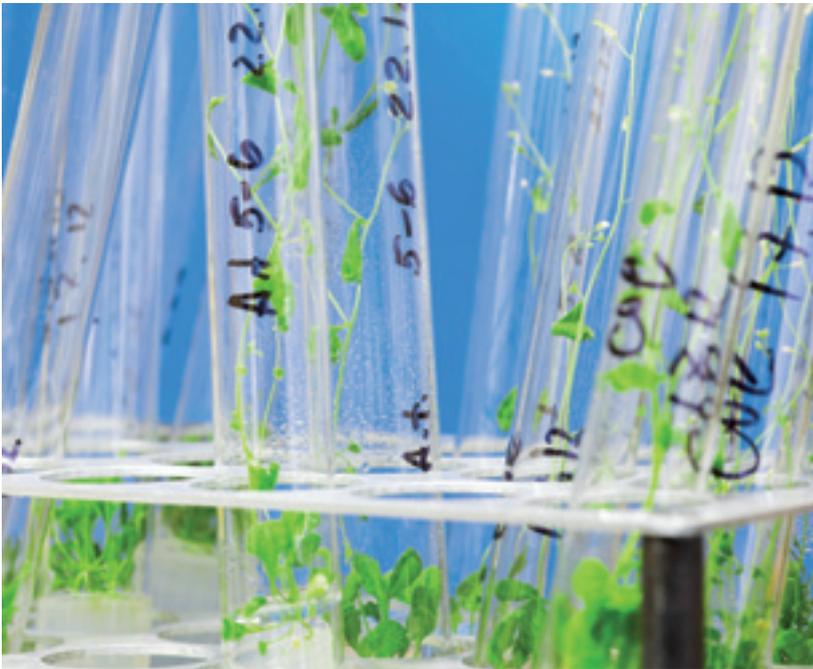
évolutions ultérieures ont conduit aux diverses familles de plantes.

Une première analyse de la séquence complète du génome de la mouche modèle, *Physcomitrella patens*, révèle que de l'ordre de 128 gènes (57 familles) ont été acquis par transfert de gènes de virus, de bactéries et de champignons (Yue et al. 2012). Compte tenu des précautions prises par les auteurs, il faut d'ailleurs imaginer que ce nombre de gènes est assez largement sous-estimé.

Sur l'ensemble de ces gènes, 18 familles étaient acquises par les algues vertes, donc avant la colonisation terrestre, et 19 familles sont spécifiques de *P. patens* donc acquises plus récemment.

Les analyses phylogéniques révèlent que 35 familles de gènes transférées chez *P. patens* ont été conservées au cours de l'évolution, car elles sont également présentes chez les plantes supérieures.

Il faut donc imaginer que ces différentes acquisitions procuraient des avantages sélectifs importants. C'est cer-



tainement le cas, par exemple, pour des gènes de réplication et de réparation de l'ADN, qui ont procuré des capacités de maintien des fonctionnalités du génome sous le rayonnement ultra-violet à la surface de la terre.

Il faut attendre de plus amples validations, par l'analyse des génomes d'autres bryophytes, mais d'ores et déjà ces résultats démontrent l'importance des transferts de gènes naturels dans l'évolution des plantes, qui se poursuivent donc et de façon plus large que lors de symbioses entre procaryotes.

LES GÉNOMES NUCLÉAIRES DES PLANTES SONT NATURELLEMENT MULTI-TRANSGÉNIQUES.

Les techniques de la génomique moderne, permettent de démontrer que ces processus se poursuivent (Boch et Timmis, 2008). Il est possible de détecter de nombreux transferts de portions de tailles

variables d'ADN chloroplastiques, ou mitochondriaux, de les quantifier (Stegemann et al. 2003), et même de prouver, par la conservation de sites d'épissages, qu'il s'agit bien de transferts direct d'ADN (Fuentes et al. 2012).

Ces transferts se révèlent si fréquents que l'on peut considérer qu'ils sont mutagènes et qu'ils contribuent à la variabilité des génomes entre lignées de la même espèce ou variété, comme chez les maïs (Lough et al. 2008). Tellement fréquents dans le cas de l'ADN mitochondrial de la levure, qu'ils jouent un rôle dans le vieillissement cellulaire (Cheng et Ivessa, 2010).

Les fréquences de transferts d'ADN chloroplastique augmentent avec le nombre de chloroplastes donc de génomes chloroplastiques par cellule (Lane, 2011).

L'ensemble des données, que nous venons de survoler, indique que les

génomes nucléaires des plantes sont soumis en permanence à de nombreuses insertions de portions de tailles variables d'ADN de type bactérien (mitochondries et chloroplastes). Dans le cas de transferts de gènes de chloroplaste, les insertions sont aléatoires et souvent complexes, avec des répétitions en tandem (Huang et al. 2004). Pour bien comprendre, il faut réaliser que de nombreuses angiospermes transmettent les organites essentiellement par le gamète femelle. Au cours de la formation du pollen, les chloroplastes des microspores sont dégradés, avant les deux divisions successives pour produire les spermatozoïdes.

Comme il y a environ 10 000 génomes chloroplastiques par cellule, leur dégradation dans les microspores provoque des situations propices au transfert de portions d'ADN. Ce qui se vérifie expérimentalement : 1 pollen sur 10 000 comporte une séquence fonctionnelle de génome chloroplastique (donc 10^8 transgéniques sur les 10^{12} pollens potentiellement produits par un hectare de tabac par exemple). Mais surtout la fréquence de transfert de séquences plus courtes, non fonctionnelles, est sans doute beaucoup plus élevée (Boch et Timmis, 2008)

Ces insertions massives et répétées à chaque génération, résultent de la promiscuité des différents génomes des cellules végétales, sortes de super-symbioses. Cependant, la génomique révèle également des transferts de gènes entre différents végétaux (Richardson et Palmer, 2007). Par exemple, les analyses de séquences des gènes de mitochondries d'un arbuste tropical, Amborella, montrent que sur trente et un gènes des mitochondries de

cet arbuste, vingt proviennent de mitochondries d'autres espèces de plantes. Mais, de façon encore plus inattendue, sur ces vingt gènes, six proviennent de mitochondries de mousse. L'environnement tropical favorise en effet l'accrochage et le développement des mousses et des fougères à la surface des feuilles de l'arbuste. Ainsi, une simple confrontation avec des épiphytes semble une proximité suffisante pour faciliter le transfert de gènes, au moins dans le cas des mitochondries.

Une pratique ancestrale, le greffage, qui conduit justement à établir une promiscuité entre deux plantes, provoque aussi des transferts d'ADN et de gènes du porte-greffe au greffon (Liu et al. 2010), et même des transferts de chloroplastes entiers (Stegemann et Bock, 2009).

LE RÔLE DES TRANSFERTS DE GÈNES EST TOUJOURS TRÈS LARGEMENT SOUS ESTIMÉ

Il n'est pas possible, dans ce rapide survol des processus naturels de transfert de gènes chez les végétaux, d'en dresser le panorama complet, mais plus les techniques d'analyse se raffinent, plus il est clair que ces processus jouent un rôle important dans l'évolution. Ainsi, la généralisation à différentes Poacées des mécanismes complexes de photosynthèse en C4 résulterait de transfert de gènes successifs (Christins et al. 2012). La photosynthèse en C4 par fixation du CO₂ sur des molécules à 4 carbones est plus complexe, mais plus efficace que la fixation sur des molécules à 3 carbones (mécanisme C3). De façon plus large, ces transferts existent entre plantes parasites et plantes hôtes (Xi et al. 2012), entre bactéries symbiotiques des

animaux et génome animal (Dunnin-Hotopp et al. 2007), entre bactéries du tube digestif et animal (Acuna et al. 2012).

La génomique moderne révèle également des transferts de gènes entre génomes végétaux et animaux. L'exemple le plus documenté concerne un gastéropode marin *Elysia chlorotica* capable de photosynthèse. Cet organisme, qui se nourrit d'algues, est capable de faire fonctionner durablement des chloroplastes phagocytés dans certaines cellules du tube digestif. Le génome nucléaire de cette limace renferme de l'ordre de 60 gènes d'origine végétale dont certains concernent les composantes nucléaires des protéines des photosystèmes (Pierce et al. 2012).

Enfin, une excellente illustration du rôle des transferts de gènes dans les processus d'adaptation et d'évolution vient d'être révélée avec l'étude des génomes des Rotifères. Ces petits animaux du plancton, donc majoritairement aquatiques, sont dotés de remarquables capacités d'adaptation. Ils survivent dans des conditions extrêmes et supportent la dessiccation ou encore des niveaux farineux de radiations ionisantes. Ces capacités semblent dues au fait que 10% de leurs gènes ont été acquis d'organismes divers (bactéries, champignons, protistes et algues), dont 80% codent des enzymes qui renforcent le métabolisme de ces animaux (Boschetti et al. 2012).

CONCLUSION

L'ensemble des données accumulées par la génomique confirme pleinement le rôle des transferts de gènes dans l'évolution des for-

mes de vie, et tout particulièrement pour les végétaux. De nombreux éléments vérifient les théories symbiotiques énoncées de façon prémonitrice dès le début du siècle dernier (Mereschkowsky, 1905), mais difficilement admises et redécouvertes (Margulis, 1970), toujours réfutées par certaines idéologies...

Malheureusement, les données récentes ne sont pas encore vulgarisées. De fait elles généralisent et confirment ce que la génomique végétale avait révélé dès le début des années 1980 : la souplesse et la mobilité naturelle des génomes des cellules végétales (Timmis et Scott, 1983), qui étaient tenues pour acquises par les quelques équipes qui s'intéressaient à la mise au point des techniques de transferts de gènes expérimentaux. Cependant, ces premières preuves de la souplesse des génomes végétaux, assez « révolutionnaires », n'ont pas été vulgarisées du tout par les organismes de recherche.

Ce manque de communication s'est révélé particulièrement délétère et même suicidaire pour les dispositifs de recherche européens, lorsque les opposants à l'utilisation du génie génétique en amélioration des plantes ont choisi le "danger biologique" comme principal argument repousser... et ont réussi à l'imposer.

Il semble important que l'Académie d'Agriculture de France contribue à la vulgarisation de l'importance et de la prévalence des mécanismes naturels de transfert de gènes ou d'ADN chez les végétaux, afin de tenter d'établir un climat plus serein dans les discussions sur les modalités pratiques du recours aux plantes transgéniques. ■



Gil Kressmann

Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France
Membre du groupe de Travail sur l'agriculture biologique
Directeur gérant de Syntonie Communication
Administrateur de la SAF
Administrateur du SYRPA

Gil Kressmann

Directeur gérant de Syntonie Communication

Le tout bio est-il possible ?

L'agriculture biologique (AB) s'est développée en France depuis les années 1950 à partir de courants européens de la première moitié du XXe siècle. Sa normalisation débute pour les productions végétales par l'adoption de la loi d'orientation agricole du 4 juillet 1980 qui, bien que n'utilisant pas le vocable « agriculture biologique » en définit le principe de base, c'est-à-dire l'interdiction des produits chimiques de synthèse. A partir de l'an 2000 un cahier des charges est également précisé pour les productions animales. Le Grenelle de l'Environnement de 2007 a envoyé un message très favorable à l'AB avec pour objectifs d'atteindre 6 % des surfaces cultivées en France en 2012 et 20 % en 2020.

Devant cette évolution il a semblé intéressant de mettre en place un groupe de travail composé de membres de l'Académie d'agriculture sur l'AB afin d'en analyser le cahier des charges, l'impact sur la qualité et la sécurité des aliments et sur l'environnement ainsi que les conditions nécessaires à son développement.

Un premier rapport a été présenté lors de la séance de l'Académie du 16 mai 2010. Suite à cette présentation, a germé l'idée d'un ouvrage destiné à informer le grand public des dernières connaissances acquises en AB. Ce livre « Le tout bio est-il

possible ? » a été publié en juillet 2012 par les éditions Quae. Les auteurs en sont Gilles Bazin, Jean-Louis Bernard, Yvette Dattée, Léon Guéguen, Jean-Claude Ignazi, Gilbert Jolivet, Gil Kressmann, Bernard Le Buanec, Bernard Mauchamp, Nahid Movaheidi, Gérard Pascal, Pierre Thivend et Philippe Viaux, représentant 7 des 10 sections de l'Académie.

LE CONTENU DU LIVRE EN QUESTIONS

Ce livre tente de répondre aux multiples questions que se posent les consommateurs et tout citoyen. Savez-vous ce qu'est vraiment

l'agriculture biologique ? Connaissez-vous ses méthodes de production ? Comment un agriculteur peut-il être certifié AB ? L'agriculture bio protège-t-elle l'environnement ? Les aliments bio sont-ils meilleurs pour la santé ? Quels sont les atouts et les faiblesses de l'agriculture bio ? Le tout bio est-il possible ?

S'appuyant sur des données scientifiques, techniques et économiques précises, ce livre répond à 90 questions pour éclairer le citoyen, le consommateur mais aussi l'agriculteur sur les caractéristiques et les ambitions de l'agriculture biologique aujourd'hui et demain.

De façon très synthétique, il est possible d'affirmer que les faibles différences de composition chimique, quand elles existent, ne confèrent pas aux aliments bio un avantage nutritionnel ou sanitaire significatif dans un régime alimentaire global. En ce qui concerne l'environnement les résultats sont plus contrastés. Au niveau de la parcelle il y a un avantage certain pour la biodiversité et la diminution du lessivage des produits fertilisants et phytosanitaires. L'effet de l'AB sur l'émission des gaz à effet de serre est difficile à évaluer et ses avantages restent à démontrer, en particulier si l'on fait l'analyse par tonne de matière sèche produite. Dans ce dernier cas l'avantage est souvent à l'agriculture dite conventionnelle. Pour un même volume de production, une augmentation sensible des cultures bio nécessiterait, du fait de rendements plus faibles, une forte augmentation des surfaces cultivées et aurait, de ce fait, un effet négatif sur l'environnement.

Il apparaît donc que le tout bio n'est actuellement pas possible pour faire

face aux besoins alimentaires de la planète. Au niveau national les nouveaux objectifs d'un doublement des surfaces en 2017, soit environ 7 % des surfaces cultivées, bien qu'inférieurs aux ambitions du Grenelle de l'Environnement, sont sans doute peu réalistes. Sont-ils souhaitables ?

RETOUR D'EXPÉRIENCE

Cet ouvrage met en évidence l'intérêt de consulter l'Académie sur des sujets transversaux qui mettent en œuvre un nombre important de champs disciplinaires comme c'est le cas pour l'agriculture biologique. Le fait que les rédacteurs de l'ouvrage soient issus de sections différentes de l'Académie traduit à la fois la capacité de celle-ci à mobiliser les ressources nécessaires pour traiter un sujet sous ses différents aspects et la pluralité des compétences et de l'expérience de ses membres.

Cet ouvrage a été favorablement accueilli par les professionnels de l'agriculture, dont ceux de l'agriculture biologique, par les pouvoirs publics et la presse, comme en témoignent la nécessité de procéder à un second tirage quelques mois après sa parution et les commentaires de la presse. Cet accueil satisfaisant a un sens et des conséquences. Il indique qu'il est possible, sur un sujet aussi délicat et conflictuel que l'AB, de mettre en place un *modus vivendi* respectant les positions de chacun, lorsque l'argumentation présentée s'appuie sur des résultats avérés, qu'ils soient scientifiques, techniques ou technologiques et qui prennent en compte objectivement l'ensemble des informations disponibles. On peut penser aussi que cette stratégie est de natu-

re à accroître la visibilité des travaux de notre Compagnie, et partant de là, sa notoriété.

Enfin, la publication de cet ouvrage montre que l'Académie peut être une source d'informations et de réflexions en matière d'AB, d'une part pour les ministères en charge de l'agriculture, de l'environnement et de l'alimentation, d'autre part pour les acteurs de ces différents secteurs et pour la société civile. Cette position est d'ailleurs conforme à la récente modification des statuts de l'Académie qui soulignent le rôle qu'elle doit désormais jouer pour éclairer les citoyens et les décideurs. La création du groupe de travail en 2010, qui a abouti à la publication de cet ouvrage et dont une des motivations était d'apporter une contribution significative dans l'application des dispositions prises par le Grenelle de l'Environnement, traduisait déjà ce souci et cette volonté d'information et de réflexion. Cet effort d'éclairage doit être poursuivi dans une période où une réflexion approfondie sur l'évolution de l'agriculture est en cours. ■





Alain Perrier

Membre titulaire de l'Académie d'agriculture de France
Directeur de recherche honoraire de l'INRA

Alain Perrier

Directeur de recherche honoraire de l'INRA

Téledétection et cycle de l'eau continentale : Quels apports aujourd'hui ?

Qui n'a pas entendu parler de réchauffement ou de refroidissement climatique et des changements qui, depuis quelques milliards d'années, se sont produits sur notre planète Terre ? De fait, le monde vivant et le monde physique ont toujours interagi; longue co-évolution, depuis l'apparition du vivant. Le cycle de l'eau en est un exemple majeur, mais les sociétés avec leur gestion des milieux et des écosystèmes induisent en retour des changements du milieu physique.

L'eau est l'élément vital pour tous les systèmes vivants et joue aussi, par ses changements de phase et sa forte capacité calorifique, un rôle énergétique, et donc climatique, majeur :

1 - Aux échelles saisonnières et interannuelles, le cycle évaporation-précipitation prélève de l'énergie à la surface pour la distribuer au sein de l'atmosphère. Par exemple, l'évaporation consomme en moyenne annuelle 50% de l'énergie solaire absorbée par les surfaces, induisant ainsi un refroidissement très important, qui, sur les continents, dépend principalement de la végétation.

2 - A l'échelle climatique, le changement de phase *liquide-solide* amor-

tit toutes variations énergétiques moyennes du globe (effet tampon). Ainsi, le réchauffement climatique est limité par la fonte des glaces et inversement dans le cas d'un refroidissement.

3 - Un autre effet tampon est naturellement celui joué par l'immense capacité des océans à accumuler ou à céder de l'énergie.

Devant ce constat d'un cycle de l'eau prédominant dans les équilibres climatiques à toutes les échelles de temps (*du mois aux millénaires*) et d'espace (*du local au global*), l'homme, depuis plus d'un siècle a entrepris des aménagements pour mieux gérer et adapter le cycle de l'eau aux besoins locaux. Ces améliorations demeurent encore peu de chose face aux dégradations faites sans respect des potentialités des milieux. L'irrigation a été et reste un moyen d'esquiver en partie les aléas du cycle de l'eau ; cette technique, née à l'aube des civilisations il y a plus de huit mille ans, est un apport considérable aux problèmes de l'alimentation (*40% de la production agricole produite sur 20% des terres cultivées*), mais avec quel avenir ?

Les outils de téledétection ont offert des mesures expérimentales à l'évi-

dence bien adaptées et d'une grande richesse pour suivre l'évolution de la planète (Photo 1). Les techniques se sont affinées tant en pertinence qu'en précision et, à présent, elles sont conçues et adaptées pour répondre aux besoins spécifiques des scientifiques. C'est pourquoi, elles sont devenues des données incontournables pour tester les résultats de modélisations, trop souvent présentées comme intangibles.

Une séance à l'AAF a été organisée avec l'aide de Remy Roca⁽¹⁾ pour apporter quelques éclairages nouveaux et présenter les capacités qu'offre maintenant la télédétection (séries de données de dix à trente ans et flottille de satellites). Voici quelques exemples des résultats présentés (R. Roca et al. 2008) :

1 - L'altimétrie par radars mesure le niveau de la mer et couvre tous les océans, permettant d'en déduire avec précision les fonds marins, et en l'occurrence le niveau moyen des océans. On observe que les



Figure 1 : Nuit constellée de lumières s'étendant sur le jour; Il éclaire l'océan et les continents couverts de déserts, sol nus, végétations et glaces.

variations du volume moyen des océans oscillent (de - 600 km³ à +

800 km³ au cours de ces 20 dernières années) et l'accroissement du niveau moyen est de 4 mm/an (Philippe Maisongrande⁽²⁾). Ces données réelles fixent l'état actuel d'un problème très certainement le plus dramatique d'un proche futur, car inexorable et devant toucher au moins 1 à 2 milliards de personnes.

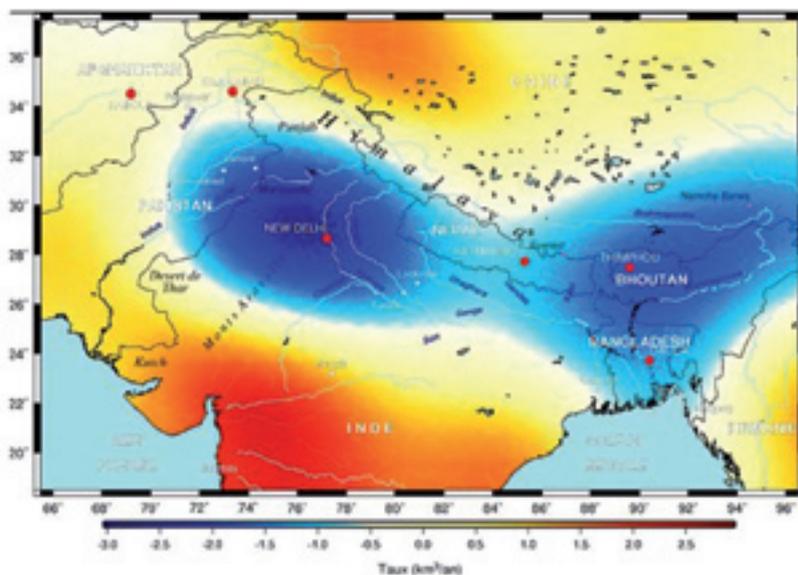


Figure 2 – Carte des variations de stock d'eau sur l'Himalaya
Valeurs des taux de pertes en km³/an

2 - Le problème corollaire est celui de la mesure des réserves en eau de tous les glaciers et couvertures neigeuses plus ou moins pérennes des grands massifs montagneux du globe. Leur évaluation conduit à une meilleure estimation prospective de la régulation des grands fleuves. Cette question d'importance est traitée par télédétection, en voici deux résultats : (i) Dans le cas des Alpes, **on mesure une variation interan-**

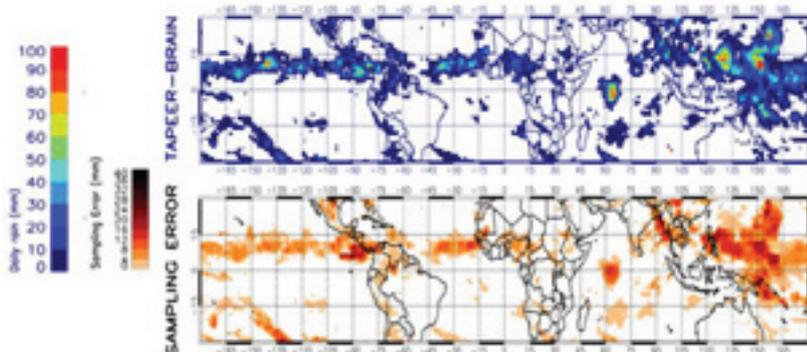


Figure 2 – Carte de pluie en zone tropicale - produit MT France (algorithme TAPEER-BRAIN) Valeurs des précipitations cumulées par jour et pour un pixel de 1° carré (valeur quantitative et estimation de l'incertitude associée)

nuelle du manteau neigeux de +/- 50% avec un abaissement moyen en été d'environ 10% (de 1998-2012).
 (ii) A travers le monde, toutes les surfaces et épaisseurs d'eau (fleuves, rivières, réservoirs,...) sont mesurées par de nombreux instruments satellitaires (Philippe Maisongrande⁽²⁾); ainsi on détermine que **les extrêmes des apports fluviaux d'eau vers les océans (depuis 1993) sont de + 500 km³ (en août 1999) à - 500 km³ (en octobre 2010) sur une moyenne d'un peu moins de 1500 km³**. Faudra-t-il un jour puiser un peu plus dans ce stock pour favoriser la biosphère continentale ; **des prélèvements fluviaux supplémentaires de l'ordre de 500 à 800 km³ seraient potentiellement viables** car au-delà on pourrait atteindre des étiages

quasi nuls ce qui est le cas actuellement pour le Nil, le Pô ou l'Ebre?

3 - L'analyse des variations de l'eau retenue sur de grandes régions du globe peut se faire de nos jours par la mesure du champ de gravité à la surface du globe (deux satellites couplés « GRACE »). Ces données indiquent d'importantes variations des stocks, révélant des zones d'enrichissement et d'assèchement (période 2002-2008). Il apparaît par exemple, un assèchement net pour l'Himalaya (bassins des fleuves Indus, Gange, Brahmapoutre), allant de **- 4 à 0 km³ / an** depuis le centre de la chaîne himalayenne vers les franges des grands bassins d'écoulement de ces fleuves ; à l'inverse, au niveau des plateaux continentaux qui entourent l'Hima-

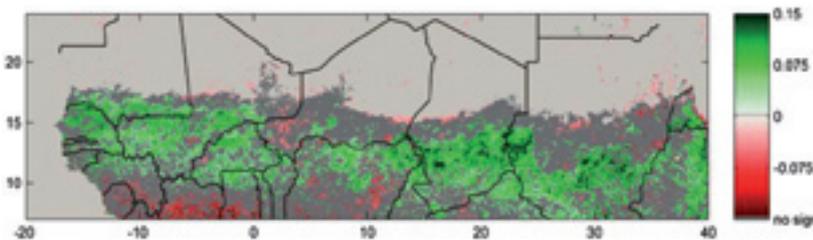


Figure 3 - Tendances au reverdissement observées sur la quasi-totalité du Sahel (Indice de végétation (NDVI - satellite GIMMS-3g) Carte des moyennes saisonnières des indices de végétation (Août-Septembre) Evolution significative durant les années 1981-2011 en % (Principales exceptions : ouest Niger, centre Soudan)

laya on constate des gains, soit pour le Dekkan, **environ + 1 à 2 km³ /an** (Philippe Maisongrande⁽²⁾)

4 - Les précipitations restent le point essentiel du cycle de l'eau, élément indispensable à tous les développements des écosystèmes terrestres. Assez facile à mesurer ponctuellement, cette grandeur reste difficile à cerner sur de grandes surfaces, compte tenu de son extrême variabilité spatiotemporelle et d'un nombre insuffisant de mesures disponibles. L'évolution cruciale dans ce domaine a été induite grâce à une combinaison de mesures microondes et de mesures de sondeurs radars. Les interprétations alors possibles de cellules convectives pluvieuses, associées aux données semi-horaires d'images infrarouges (*satellites géostationnaires*) permettent de définir à la fois la durée de la pluie et la surface des régions concernées, et de fournir les pluies intégrées par unité de surface, (Figure 2)- (Rémy Roca (1), projet Méga-Tropique, en lien avec « Global Precipitation measurement »).

5 - Que deviennent les écosystèmes plus ou moins anthropisés à la surface du globe compte tenu des changements globaux dont bien sûr le climat. Ne sont-ils pas les principaux bénéficiaires ou au contraire les premiers touchés, alors qu'ils sont pour les animaux et l'homme les principaux milieux d'accueil et de production agro-alimentaire et d'agro-produits ? Alors, osons le dire, le seul danger climatique à venir est celui du cycle de l'eau. Deux raisons majeures, à ces cycles d'eau souvent déficients, l'une physique et principalement géographique (*cas de la zone des tropiques, bien que globalement le réchauffement devrait*

en moyenne augmenter la pluviosité), l'autre anthropique qui insidieusement conduit à l'aridification puis à la désertification. Un exemple a été détaillé, celui du sahel qui apparaît, au cours de ces trente dernières années, grâce à la télédétection (index normalisé de végétation, NDVI), comme une zone de reverdissement (Cécile Dardel⁽³⁾). Une des principales causes explicatives est l'extension d'une agriculture pluviale qui, associée à l'élevage, fait aussi disparaître les méfaits d'un nomadisme incontrôlé.

La télédétection, malgré des incertitudes sur la précision des mesures, offre un champ considérable d'investigations et ses mesures couvrent l'échelle du globe, avec de bonnes et parfois très bonnes descriptions spatiales et temporelles. De plus, la télédétection offre une opportunité pour les études de changements globaux, entre autres climatiques. Les données acquises sont souvent utilisées comme valeurs d'assimilation pour les modèles climatiques et sont des données tests, bien adaptées aux sorties de modèles spatiaux temporels. La richesse de l'accumulation de ces données dans le temps ira croissant et permettra de donner des possibilités d'extrapolation à court terme, basées sur l'observation, à l'origine de toutes les sciences. ■

(1) **Rémy Roca** (Directeur CNRS au OMP/LEGOS) - L'estimation des précipitations depuis l'espace : le commencement de l'ère GPM
(2) **Philippe Maisongrande** (Chercheur CNES au LEGOS) - Contributions des approches multi-satellites à l'étude du cycle de l'eau
(3) **Cécile Dardel** (Doctorante CNES au Laboratoire GET - Géosciences Environnement Toulouse) Sahel, entre désertification et reverdissement : le point sur une controverse
(4) **R.Roca** et al. - 2008-Changeement climatique et satellites (ThalesAlenia-Space) direction de D.Murat, 140p.



LES OCÉANS DEVRAIENT PEUT-ÊTRE ACCEPTER DE FUSIONNER, CAPITALISANT AINSI SUR L'ADDITION DE LEURS RICHESSES

Bien sûr, il serait raisonnable pour les océans du monde d'arrêter d'agir comme cinq entités différentes, mais il faudra un peu plus que la signature d'un contrat pour les protéger convenablement. Il est temps pour nous, humains, de prendre nos responsabilités quant à la protection des ressources de notre planète. Sans ces ressources précieuses, le monde des affaires finira par périr. Contribuez à la protection de la planète avec des centaines d'autres entreprises en devenant membre de 1% For The Planet. C'est une association en pleine expansion regroupant 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. En soutenant les entreprises membres de 1%, 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.





Christian Ferault

Vice-Secrétaire de l'Académie d'agriculture de France
Ancien Directeur scientifique de l'INA-PG
Ancien Sous-directeur de l'enseignement supérieur au Ministère de l'Agriculture
Directeur de recherche honoraire de l'INRA
Agrégé d'économie et de gestion
Docteur d'État ès sciences

Christian Ferault

Vice-Secrétaire de l'Académie d'Agriculture de France.

Bicentenaire du décès d'Antoine-Augustin Parmentier : une activité importante et remarquable à l'Académie d'Agriculture⁽¹⁾

2013 est « l'année Parmentier ». En effet, ce bienfaiteur de l'humanité, d'abord connu comme vulgarisateur de la pomme de terre, est décédé, à l'âge de soixante seize ans, le 17 décembre 1813.

Différentes manifestations ont été tenues ou auront lieu à cette occasion, notamment à Montdidier où il naquit le 12 août 1737, à l'Académie d'Amiens et à Paris⁽²⁾.

L'apothicaire, le pharmacien militaire, le grand serviteur de l'État, le père de la boulangerie moderne, le visionnaire et missionnaire de l'agriculture, le savant expérimentateur et écrivain aura eu une vie bien remplie⁽³⁾. Une exposition virtuelle lui est consacrée depuis le 15 avril dernier⁽⁴⁾.

En dépit de ses très éminents mérites, Antoine-Augustin Parmentier aura rencontré bien des difficultés. Ainsi, pendant la Révolution, bien qu'il poursuive sans relâche ses activités – et après avoir publié, en 1789, son remarquable « Traité sur la culture et les usages des pommes de terre » -, il est déclaré suspect en 1793 mais heureusement, protégé par ses fonctions au ministère de l'Intérieur, il quitte Paris pour le midi « afin de rassembler des drogues et



(1) : Sous ses appellations successives de l'époque.

(2) : Noter, en particulier, le Colloque, organisé mercredi 16 octobre, à l'Académie nationale de Pharmacie, par les Académies d'Agriculture, de Pharmacie et des Sciences sur le thème : « Parmentier : la Science au service du Bien public ».

(3) : Voir, notamment, la biographie « Parmentier » d'Anne Muratori-Philip, 2e édition 2006, Plon.

(4) : <http://www.biusante.parisdescartes.fr/parmentier/>



des médicaments destinés aux hôpitaux des armées en campagne » et échappe sans doute au pire.

Devenu membre de l'Institut en 1795, à 58 ans, il sera fait officier de la Légion d'honneur en 1810 et s'éteindra trois ans plus tard, épuisé par la tuberculose, après avoir eu l'ultime satisfaction de constater l'introduction de la pomme de terre dans l'ordinaire des soldats de Napoléon ! Il aura cependant échappé aux honneurs auxquels il pouvait prétendre.

Mais bien auparavant, il avait été élu à l'Académie d'Agriculture de France en 1785, en qualité d'Associé. Il y siègera sous cinq des appellations successives (sur douze) qu'aura eues notre

Compagnie : Société d'Agriculture de la Généralité de Paris (jusqu'en 1788), Société royale d'Agriculture (1788-1790), Société d'Agriculture de France (1790-1793), Société d'Hommes libres (1793, mais sans activité réelle), et enfin Société centrale d'Agriculture du département de la Seine (à partir de 1798).

A la réorganisation de la Société par le règlement de 1788, Parmentier en devient Associé ordinaire, 41^e membre selon la date de promotion, après Turgot, Dailly, Daubenton, Lavoisier, Vicq d'Azyr et de Lamoignon de Malesherbes, entre autres ! La qualité alors associée à son patronyme est celle de censeur royal – comme Cadet de Vaux en 1787 -, titre expri-

mant une marque de confiance et d'estime, et non une fonction.

Très vite, il en deviendra Vice-Directeur [Vice-Président] en 1789, puis Directeur [Président] l'année suivante.

Après la dissolution de la Société en 1793, Parmentier, alors en proie à de nombreuses difficultés, conservera cependant une activité publicative importante, mais sur un registre différent, via « La Feuille du cultivateur ».

En 1798, il est l'un des membres Fondateurs (« Résidants ») de la nouvelle Société centrale d'Agriculture et son nom figure, en conséquence,

deux fois en tant que membre titulaire sur les murs de notre salle des séances : pour 1788 et pour 1798.

Après son décès, sa notice biographique a été lue lors de la séance publique du 9 avril 1815 par Augustin-François de Silvestre, Secrétaire perpétuel de 1800 à 1842. Le texte n'isole que peu l'activité de Parmentier au sein de la Société.

Quelles furent ses activités au sein de notre Compagnie ?

Un document d'intérêt fait aujourd'hui défaut : son dossier, disparu probablement avec la crue de la Seine en 1910.

Restent trois sources capitales mais d'inégale importance, associées à ses écrits et interventions : les Mémoires d'agriculture, d'économie rurale et domestique, les citations du grand homme dans d'autres Mémoires et textes, et ses interventions dans « La Feuille du cultivateur » ainsi que les citations contenues dans ce périodique. Remarquons que l'activité publique de Parmentier, entre 1771 et 1813, a été considérable par le nombre, l'importance et la qualité de ses ouvrages et de ses articles (plus de 189 selon Anne Muratori-Philip, 195 suivant notre estimation), et aussi par l'engagement personnel de l'auteur en matière expérimentale et de responsabilités prises.

Au niveau des Mémoires, lus puis publiés par la Société, il intervient beaucoup entre son élection et 1791, c'est-à-dire dans un moment où les activités de l'Académie de l'époque sont considérables. On recense ainsi neuf de ses Mémoires dont huit au cours des quatre premières années de son activité.

Ce sera moins vrai plus tard – peut être en raison, pour partie au moins, de son entrée à l'Institut : il privilégie alors les Annales de chimie, le Journal de la Société des pharmaciens de Paris, les Annales des arts et manufactures ou le Bulletin de pharmacie auxquels ses thèmes d'étude le conduisent plus spécialement.

Entre 1785 et 1805 – dont il faut retrancher les années « révolutionnaires » à l'activité différente, entre 1793 et 1797 -, il produit dix-huit textes dont onze Mémoires, trois Rapports, trois Observations et une Instruction.

« Il fallait en conséquence trouver pour le futur d'autres ressources après l'année calamiteuse de 1785. »

Ses « Mémoires » sont des prises de position, des plaidoyers, écrits dans un langage simple et direct, concis pour l'époque. La longueur moyenne est d'une vingtaine de pages (extrêmes 7 et 38). A ces titres, le contenu tranche avec les habitudes du moment.

Le plan retenu est toujours « scientifique », avec une forte utilisation des références et des communications qui lui ont été faites, ainsi que de ses propres observations, puis le plus souvent, une partie expérimentale rapportant ce qu'il a construit, obtenu et les enseignements qu'il en a tirés. Il conclut de façon simple et

pratique. L'ensemble est écrit sous un style agréable, encore aujourd'hui en dépit du vieillissement de certaines formules.

Les thèmes présentés sont aussi variés que nombreux et répondent aux préoccupations du moment. Citons, parmi les principaux : « Sur le chaulage considéré comme préservatif de plusieurs maladies du Froment » (1785), « Sur la manière de cultiver et d'employer le Maïs comme fourrage » (1785), « Sur les avantages du commerce des Farines » (1785), « Sur les semis des Pommes de terre » (1786), « Sur la culture des Pommes de terre à la plaine des Sablons et de Grenelle » (1786), « Sur les avantages qui résulteraient pour le Royaume, d'étendre la culture en grand des racines potagères » (1788), « Sur la nature et la manière d'agir des Engrais » (1791), « Sur l'éducation des oiseaux domestiques » (1802), « Sur les clôtures » (1803).

Prenons l'exemple du Mémoire sans doute le plus célèbre, celui relatif à la culture des Pommes de terre : le texte, bref, part du constat d'une année rurale 1785 calamiteuse avec disette de fourrage, moucheture des blés et réduction importante des récoltes sur tout le territoire. Il fallait en conséquence trouver pour le futur d'autres ressources ce dont a été chargée la Société. La culture de la pomme de terre a été proposée avec un essai dans la plaine des Sablons, vaste champ inculte planté seulement le 15 mai et soumis ensuite à une longue période de sécheresse. Les résultats ont dépassé toutes les espérances et, l'année suivante, les meilleures variétés (« espèces ») ont été multipliées, d'autres créées par semis et les moyens recherchés pour « empêcher leur dégénération » ; Parmentier

va plus loin dans son exposé, cite des exemples pris à l'étranger, souligne l'intérêt du Roi pour le sujet et propose la mise en culture de landes... On connaît la suite... Il termine par un plaidoyer mettant en valeur l'influence bienfaisante pour la population rurale de ses propositions. On note qu'il est très réactif.

A côté des Mémoires, il y a les Rapports, élaborés à la suite d'une charge (mission) donnée par la Société à plusieurs de ses membres, par exemple sur les moyens de purger le blé du noir, sur les expériences de Tillet sur la carie du Froment, ou sur la tonte des bêtes à laine. On fait alors appel à son expertise.

Quant aux Observations, ce sont des commentaires sur les Mémoires, des réponses à des correspondants ou des synthèses suite à des concours ouverts par la Société. On y trouve la même rigueur et concision de réponse, au moins quand Parmentier est seul en cause. Sinon, on s'en rend compte...

Enfin, il y a l'Instruction de 1798, rédigée par une Commission spéciale « Sur le moyen de préserver le Froment de la carie ». Le mémoire est court (15 pages) et constitue une note rigoureuse en dix points allant des causes et hypothèses aux moyens de prévenir qui sont discutés très rationnellement selon les connaissances de l'époque. Le texte débute par un vibrant plaidoyer qui appelle « ... au nom de la Patrie et pour leurs propres intérêts, les habitant(s) des campagnes à mettre en pratique l'Instruction... ». Un résumé en huit points donne des indications strictes, presque militaires, et se termine ainsi : « La carie disparaîtrait de

dessus le territoire de la République, si le Cultivateur, exempt de préjugés et confiant dans les lumières que le Gouvernement cherche à répandre sur l'Agriculture, consentait à adopter ce chaulage ».



Il est par ailleurs intéressant d'examiner le nombre de citations de Parmentier dans les écrits et échanges de la Société : il y occupe une place de choix, parmi les meilleures, avec une petite centaine en 25 ans, dont la moitié au cours des quatre années suivant son arrivée à la Société. Ces interventions d'autres membres sont toujours empreintes d'un grand respect à l'égard de leur confrère, ainsi « ...M. Parmentier, dont le nom seul suffira sans doute pour imposer silence à tous les détracteurs de la science agronomique ».

Antoine-Augustin Parmentier a donc

aussi écrit dans « La Feuille du cultivateur » créée en octobre 1790 par l'abbé Lefebvre (Agent général qui joua un rôle important de sauvegarde pendant la tourmente révolutionnaire). Elle était destinée à vulgariser plus largement les travaux de la Société et a permis, jusqu'en 1800, l'information technique et auparavant l'expression des membres de la structure dissoute. Parmentier y écrira des notes brèves (par exemple : « Lette au sujet des semailles » en 1791, « Des cendres dans leur rapport avec l'économie rurale et domestique » en 1793, Sur les pommes de terre en 1794...). Il sera abondamment cité pour ses travaux et surtout ses ouvrages. L'utilité de ce vecteur d'information ne fut plus jugée nécessaire à l'aube du XIXe siècle.

Au sein de la Société, et spécialement au cours des quinze premières années de sa présence, Parmentier aura été un membre actif, reconnu dès le début par ses pairs, souvent cité et admiré. Son œuvre écrite a été importante, rigoureuse et variée, bien à l'image du personnage et du grand scientifique.

Remarquons à son sujet quelques phrases du Secrétaire perpétuel Silvestre en 1815 : « Parmentier portait le désir du bien à un excès qui devenait quelquefois condamnable » ; « ... sa mort, bien qu'elle eût été dès longtemps prévue, n'en fut pas moins douloureuse pour tous ceux qui avaient connu ce philanthrope vénérable ; elle sera un objet de longs regrets pour tous (ses) amis, pour les agronomes de tous les pays, et pour la France entière, dont il avait si éminemment contribué à accroître les richesses rurales ». ■



La science pour une vie meilleure



**Échanger, partager, se remettre en question...
Hervé, agriculteur dans la Somme et Chloé, ingénieur
agriculture durable chez Bayer, mettent en commun
leur expérience et leur curiosité pour développer
de nouvelles approches.**

Agir aujourd'hui pour l'agriculture de demain
Retrouvez le programme Bayer Agir sur Bayer-Agri.fr/agir



Bayer CropScience

Référence Santé Prévoyance



Référence Santé Prévoyance, la couverture santé et prévoyance des agents du Ministère de l'Agriculture.

100 % mutualiste, cette offre a été conçue spécialement pour vous par la MGET et la MGEN, deux grandes mutuelles de la Fonction publique.

Nous contacter

Du lundi au vendredi de 8h à 17h

 N°Azur 0 810 716 176

PRIX APPEL LOCAL

www.referencessanteprevoyance.com