

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

SÉANCE SOLENNELLE DE RENTRÉE

ESPÈCES FORESTIÈRES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

RÉVOLUTION QCRISPR-CAS 9 EN ÉLEVAGE

LES FRUITS DU FUTUR À L'HORIZON 2035-2040

BIODIVERSITÉ ET COMPENSATION ÉCOLOGIQUE

RÔLE DE L'ÉPIGÉNÉTIQUE CHEZ L'ANIMAL, LE VÉGÉTAL & LA BACTÉRIE

ANTIBIOTIQUES ET ENVIRONNEMENT

INVASIONS DE BIOAGRESSEURS EXOTIQUES EN FORÊT

RESSOURCES MICROBIENNES DES SOLS

LES OCÉANS : ELDORADO POUR LA BIOTECHNOLOGIE

**DUHAMEL DU MONCEAU : ACADÉMICIEN, AGRONOME ET
SYLVICULTEUR**

SOMMAIRE

SÉANCES DE SEPTEMBRE À DÉCEMBRE 2018

- 3 **SÉANCE SOLENNELLE DE RENTRÉE À L'APCA**
(26 septembre 2018)
Compte rendu d'activité et programme de travail, par **Gérard TENDRON**, Secrétaire perpétuel de l'Académie.
Discours de **Bertrand HERVIEU**, Président de l'Académie
Proclamation des récompenses.
- 59 **COMMENT FAVORISER LES PROCESSUS D'ADAPTATION DES ESPÈCES FORESTIÈRES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?**
Séance animée par **Catherine BASTIEN** et **François LEFÈVRE** (3 octobre 2018)
Changements évolutifs chez les chênes au cours de changements environnementaux, par **Antoine KREMER**.
Différentes échelles de structuration dans l'espace des adaptations locales, par **Caroline SCOTTI-SAINTAGNE**.
Vers une gestion efficace et explicite de la variabilité génétique en populations artificielles et naturelles: une stratégie nécessaire pour maintenir les capacités d'adaptation des espèces forestières, par **Leopoldo SANCHEZ RODRIGUEZ**.
- 67 **LA RÉVOLUTION CRISPR-CAS 9 EN ÉLEVAGE**
Séance animée par **Jean-Paul RENARD** (10 octobre 2018)
L'édition génomique des bovins, opportunité ou menace par **Laurent SCHIBLER**.
L'édition du génome des animaux d'élevage : des avancées scientifiques enthousiasmantes, des applications à anticiper avec prudence, par **Jean-Stéphane JOLY**
L'édition du génome des animaux d'élevage dans le monde : quelles applications, quelles réglementations ? par **Pascale CHAVATTE-PALMER**, **Geneviève JOLIVET** et **Éric PAILHOX**.
- 71 **LES FRUITS DU FUTUR À L'HORIZON 2035-2040**
Séance animée par **Françoise DOSBA** (17 octobre 2018)
Les productions fruitières face au changement climatique : c'est maintenant qu'il faut anticiper, par **Jean-Michel LEGAVE**.
Peut-on se passer des pesticides en arboriculture ? Un essai en vraie grandeur, par **Sylvaine SIMON**.
Création variétale : les généticiens ont-ils 20 ans d'avance ? par **François LAURENS**
- 75 **BIODIVERSITÉ ET COMPENSATIONS ÉCOLOGIQUES : VERS UNE PERTE ZÉRO**
Séance animée par **Christine KING** et **Catherine AUBERTIN** (7 novembre 2018)
La position française en matière d'ERC, par **Ophélie DARSEZ**
Compromis autour de l'équivalence écologique, par **Harold LEVREL**.
Retour d'expériences de terrain, par **Fabienne QUÉTIER**.
- 83 **QUEL RÔLE DE L'ÉPIGÉNÉTIQUE CHEZ L'ANIMAL, LE VÉGÉTAL ET LA BACTÉRIE ?**
Séance animée par **Hélène JAMMES** (14 novembre 2018)
Quel impact épigénétique des bactéries pathogènes sur l'hôte mammifère ? par **Hélène BIERNE**.

Quand l'épigénétique s'invite chez les plantes : de l'adaptation à l'environnement aux perspectives en amélioration, par **Stéphane MAURY**.

De l'épigénétique en paillettes : l'épigénome des spermatozoïdes de taureaux, par **Hélène KIEFER**.

87 **ANTIBIOTIQUES ET ENVIRONNEMENT**

Séance animée par **Arlette LAVAL** et **Philippe LEMANCEAU**, (21 novembre 2018)

Effets des traitements des effluents d'élevage sur l'antibiorésistance, par **Anne-Marie POURCHER**.

Antibiorésistance et pisciculture, par **Sandrine BARON**.

Survie et de venir des bactéries résistantes aux antibiotiques dans le sol et les systèmes de culture, par **Alain HARTMANN** et **Edward TOPP**.

Présentation des Travaux de thèse : antibiotiques et antibiorésistance dans l'environnement, par **Anaïs GOULAS**, médaille d'argent de l'Académie

95 **FAIRE FACE AUX INVASIONS DE BIOAGRESSEURS EXOTIQUES EN FORÊT**

Séance animée par **Marie-Laure DESPREZ-LOUSTAU** et **Hervé JACTEL** (28 novembre 2018).

Le concept de plantations sentinelles pour identifier les futurs insectes exotiques envahissants, par **Alain ROQUES**.

Application de l'aérobiologie et des techniques moléculaires pour la détection et la surveillance de champignons pathogènes exotiques, par **Marie-Laure DESPREZ-LOUSTAU** et **Renaud LOOS**.

Modélisation des risques d'entrée des pathogènes et insectes forestiers en Europe avec l'importation de bois, par **Christelle ROBINET**.

103 **LES RESSOURCES MICROBIENNES DES SOLS**

Séance animée par **Robin DUPONNOIS** (5 décembre 2018)

Gestion de la composante mycorhizienne des sols pour améliorer durablement la productivité des agrosystèmes, par **Robin DUPONNOIS**.

Ressources microbiennes telluriques et réhabilitation des sols pollués (Phytostabilisation), par **Marc DUCOUSSO**.

Valorisation des ressources microbiennes telluriques et conception de biofertilisants/biopesticides, par **Claire PRIGENT-COMBARET**.

109 **LES OCÉANS : ELDORADO POUR LA BIOTECHNOLOGIE**

Séance animée **Jérôme LAZARD** et **Serge POULET** (12 décembre 2018)

Bactéries marines extrémophiles : modèles enzymatiques spécifiques et applications industrielles, par **Mohamed JEBBAR**.

Microalgues : sources de futurs biocarburants ? par **Gilles PELTIER**.

Invertébrés marins : de la recherche fondamentale aux applications thérapeutiques, par **Laurent MEIJER**.

117 **DUHAMEL DU MONCEAU : ACADÉMICIEN, AGRONOME ET SYLVICULTEUR**

Colloque organisé l'Académie d'agriculture et l'Association pour l'étude de l'histoire de l'agriculture AEHA (6 décembre 2018)

121 **Analyses d'ouvrages**

169 **Vie de l'Académie**



AGRICULTURE ■ ALIMENTATION ■ ENVIRONNEMENT

**SÉANCE SOLENNELLE
ORGANISÉE À L'APCA**

**sous la présidence de
Monsieur le Ministre de l'agriculture et de l'alimentation**

26 septembre 2018 à 14h30

Compte-rendu d'activités 2017-2018 Programme de travail 2018-2019

L'Académie d'agriculture de France est l'héritière de la Société royale d'agriculture créée en 1761, sous Louis XV. Constituée dès l'origine de personnalités parmi les plus éminentes dans le domaine de l'agronomie, elle a étendu ses champs de réflexion à ceux de l'agriculture, de l'alimentation, de l'environnement et du développement durable.

Établissement reconnu d'utilité publique par décret du 23 août 1878, ses statuts approuvés par décret du Président de la République, adopté en conseil des ministres après avis du Conseil d'Etat, ont été modifiés le 4 juin 2014. Le Président de la République est le protecteur de l'Académie et le ministre chargé de l'agriculture en est le président d'honneur.

L'élection des 120 membres titulaires et des 60 membres associés étrangers, ainsi que celles du Secrétaire perpétuel et du Trésorier perpétuel sont approuvées par un décret du Président de la République ; l'élection des 180 membres correspondants et des 60 membres correspondants associés étrangers est approuvée par arrêté du ministre de l'Agriculture.

L'Académie a pour mission de contribuer, dans les domaines scientifique, technique, économique, juridique, social et culturel à l'évolution de l'agriculture et du monde rural. Elle étudie sous leurs aspects nationaux, européens et internationaux :

- ◆ la **production, la transformation, la consommation et l'utilisation des produits** de l'agriculture et de l'élevage, de la forêt, de la pêche et de l'aquaculture ;
- ◆ l'**utilisation et la gestion des ressources naturelles**, afin de préserver et améliorer l'environnement, la protection et la restauration de la biodiversité, en tenant compte de la conséquence de ces choix sur la qualité de vie de la population ;
- ◆ les **évolutions sociales, économiques et culturelles** dans les domaines de l'agriculture, la forêt, le bois, la pêche, l'alimentation, l'eau et l'environnement ;
- ◆ les **rapports entre mondes ruraux et citadins**.

L'Académie :

- ◆ **formule des avis** sur toutes les questions relevant de sa compétence, notamment sur celles dont elle est saisie par le gouvernement ;
- ◆ **organise des séances et colloques publics**, dont des séances **communes** avec d'autres académies ;
- ◆ **récompense** par des prix, bourses et médailles les auteurs de travaux qui contribuent à l'avancement des sciences, des techniques et de l'économie, relatives à l'agriculture et à l'agroalimentaire ;
- ◆ **assure des liaisons** avec des institutions françaises et étrangères sur des problématiques communes ;
- ◆ **contribue à l'étude de l'histoire de l'agriculture** et du monde rural, en relation avec l'Association pour l'étude de l'histoire de l'agriculture (AEHA).

Au cours de l'année académique 2017-2018 ont été poursuivies :

- la mise en œuvre du programme de travail arrêté l'année précédente ;
- l'élaboration du projet stratégique de l'Académie pour la période 2018-2023 ;
- la valorisation des travaux de l'Académie.

Ce sont ces trois points qui constitueront l'essentiel du compte-rendu d'activités de l'Académie, les autres sujets étant rappelés plus brièvement. Dans une seconde partie seront évoquées les perspectives pour 2018-2019.

A- LES ACTIVITÉS DE L'ACADÉMIE EN 2017-2018

1 - L'élaboration du programme de travail

En application de ses statuts, 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.

L'élaboration collective d'un programme de travail en 2012 a mobilisé l'ensemble des membres de la Compagnie. Il est actualisé chaque année. Il répond à trois préoccupations :

- être un outil structurant de nos travaux ;
- être un moyen de dialogue entre les sections ;
- être un instrument de communication interne et externe.

Il permet de dégager des priorités, aussi bien pour le choix des thèmes des séances publiques et des colloques que pour la mise en place de groupes de travail.

Six thématiques principales ont mobilisé les réflexions de l'Académie en 2017-2018.

1.1 - Produire mieux et 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 agro-écologiques, plus attentives aux préoccupations en matière de santé et de protection de l'environnement, protéger et valoriser les ressources que sont les sols, l'eau et l'azote notamment, se révèlent être 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, les outils de l'agronomie et de l'amélioration des plantes.

De même, doivent être étudiées 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 croissent rapidement.

Aussi convient-il d'intégrer dans les réflexions de l'Académie :

- la complexification des modes de consommation et l'orientation de l'alimentation vers la santé et la protection de l'environnement et des ressources naturelles,
- la demande croissante de sécurité sanitaire,
- le défi de l'amélioration des rendements et de la productivité agricoles pour faire face à la volatilité des cours des matières premières et à la concurrence de pays disposant de systèmes productifs différents,
- les contraintes du développement durable et la recherche d'énergie verte.

Par ailleurs, outre les crises sanitaires majeures de ces dernières années, il n'est pas une journée sans que les médias ou des « experts autoproclamés » n'alertent les consommateurs sur les dangers présumés de toute nature (sanitaires, nutritionnels, environnementaux...) des aliments qu'ils absorbent (pesticides, OGM, huile de palme, colorants, conservateurs, sel, sucres, viande, gluten...). Non seulement ces informations entretiennent un sentiment de peur et l'anxiété de la population, mais elles engendrent le doute sur le fait que d'autres facteurs nocifs auraient pu « passer entre les mailles du filet ». Dans ce contexte, l'Académie d'agriculture de France s'est donné pour mission de contribuer à diffuser des faits justes, pour que les citoyens disposent de telles informations pour en faire la base de leurs raisonnements et de leurs comportements, afin d'améliorer la qualité perçue des produits alimentaires (souvent très éloignée de leurs qualités réelles) et de restaurer ainsi la confiance des consommateurs dans leur alimentation.

Enfin, l'adaptation à de nouveaux contextes nécessite l'analyse des possibilités ouvertes par la multiplication de nouveaux outils en agriculture (biotechnologies, bio-contrôle, robotisation des agroéquipements, technologies numériques). L'éclosion d'agricultures diverses et l'exigence de durabilité sont l'objet de réflexions approfondies. Sont également abordées les nouvelles tendances en matière d'alimentation, et une attention toute particulière est portée à la nécessaire sécurité sanitaire de nos aliments, à la qualité de notre environnement ainsi qu'aux perspectives ouvertes par les techniques de réécriture du génome.

1.2 - Adapter la gestion des écosystèmes agricoles et forestiers pour accompagner les 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, 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, des rotations, des modes de culture, des objectifs de production et d'utilisation des terres devront, dans bien des cas, être adaptés, en tenant compte des progrès de la sélection conventionnelle, de la génomique, voire de la transgénèse.

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

La question des ressources en eau mérite une attention particulière en termes d'accès pour l'agriculture, d'adaptation des pratiques culturales et des systèmes de culture aux potentialités du milieu et aux ressources, de réduction des impacts de l'agriculture et de l'élevage sur la qualité et l'économie de la ressource.

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, afin d'optimiser la gestion forestière, en diminuant la consommation nette d'eau par la forêt, au bénéfice des ressources hydriques.

1.3 - Intégrer les politiques agricoles, environnementales et territoriales

Au-delà du rôle premier d'approvisionnement en biens alimentaires et non alimentaires, l'agriculture participe à la vie et au développement des territoires (entretien et façonnage des paysages, gestion des ressources eau, sol, biodiversité, enrichissement et préservation des patrimoines matériel et immatériel).

La dimension territoriale des politiques agricoles et environnementales est toujours présente dans les travaux de l'Académie afin de fournir des informations, des méthodes et des outils aux acteurs du développement de ces territoires. Les orientations de la nouvelle PAC pour la période postérieure à 2020 ne seront pas neutres vis-à-vis des politiques d'aménagement de nos territoires.

L'Académie étudie les 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. Elle poursuit ses réflexions sur les élevages, les cultures et les forêts en milieux périurbains, l'économie et la sociologie de l'agriculture, en rapport avec la protection de l'environnement, l'entretien des milieux naturels, les dynamiques territoriales, les relations intersectorielles, la responsabilité éventuelle de l'agriculture dans l'érosion, le maintien ou l'amélioration de la diversité biologique.

Enfin l'Académie s'est engagée dans des partenariats internationaux et intègre dans ses réflexions les problèmes de développement et de complémentarité Afrique-Méditerranée-Europe.

1.4 - Contribuer au débat sur l'innovation et l'acceptabilité par la société des pratiques agricoles

La période actuelle est marquée par une ambivalence latente et récurrente : croire en la science, en sa neutralité, mais craindre des usages mal contrôlés de ses découvertes.

Il n'est probablement guère de domaines où la société se sente aussi concernée par les évolutions en cours que ceux de l'agriculture, de l'environnement ou de l'alimentation, les inquiétudes et les peurs étant amplifiées par les discours alarmistes de certains.

Les externalités négatives ou susceptibles d'être ressenties comme telles doivent être analysées ainsi que les services rendus.

Notre Compagnie souhaite contribuer au débat sur l'innovation et l'acceptabilité sociétale des pratiques agricoles en engageant une relation constructive avec les journalistes relayant l'information scientifique dans ses champs de compétence.

1.5 - Diffuser des connaissances

Devançant les interrogations de la société, l'Académie s'est engagée dans la production d'avis et de livres issus des réflexions collectives de ses membres sur des sujets d'actualité ou des aspects prospectifs, mais aussi de notes académiques et de communications de recherche sélectionnées par des académiciens et mises sur le site Internet de l'Académie :

- **des rapports de groupes de travail** : le groupe PAC a publié en mars 2017 une synthèse de ses propositions sous le titre « *Quelle PAC pour quelle agriculture ?* ». Puis en novembre le groupe Nouvelles biotechnologies agricoles et alimentaires a publié un rapport « *Les biotechnologies vertes : un enjeu stratégique pour l'avenir de la filière semencière française* », et en décembre a été publié conjointement avec l'Académie des sciences et l'Académie des technologies une note intitulée « *La place de l'innovation française dans les nouvelles biotechnologies pour l'agriculture* », résultat d'un travail de membres de ces trois académies.

- **des livres** : après la publication de trois ouvrages remarquables : « *Le tout bio est-il possible ?* », aboutissement des travaux du groupe *Agriculture biologique*, coordonné par Bernard Le Buanec, « *Les plantes génétiquement modifiées* », émanant du groupe de travail sur les PGM, coordonné par Jean-Claude Pernollet, tous deux publiés aux éditions Quae, « *L'éthique des relations Homme-animal* », coordonné par Bernard Denis, publié en 2015 aux éditions France agricole, l'Académie a engagé en 2016, sous la responsabilité de Catherine Regnault-Roger, des discussions avec trois éditeurs. L'objectif était de disposer de supports adaptés pour publier des ouvrages sélectionnés par un comité éditorial et un directeur délégué de chaque collection, désignés par l'Académie, avec pour chaque ouvrage une présentation succincte de notre Compagnie, participant ainsi à sa notoriété. Un contrat-cadre a été signé avec les éditions Quae, qui prévoit pour chaque ouvrage une préface du Secrétaire perpétuel, un avant-propos du comité

éditorial, l'apposition du logo de l'Académie en quatrième de couverture et la signature d'un contrat d'édition entre l'auteur, l'Académie et Quae. Un livre, coordonné par Jean-François Briat et Dominique Job a été publié, sous le titre « *Les sols et la vie souterraine, des enjeux majeurs en agroécologie* » ; il fait la synthèse de deux colloques sur les sols, milieux vivants. Un livre sur le thème « *Gérer la biodiversité métropolitaine, avec ou sans l'homme ?* », sous la signature de Christian Lévêque, a été publié en juillet 2017, dans le cadre de ce contrat. Avec les Presses des Mines, il a été décidé de lancer une collection sur souscription, destinée à couvrir les frais d'édition. Après la signature d'un accord-cadre, ont été publiés au cours de l'année écoulée « *Idées reçues et agriculture. Parole à la science* », ouvrage coordonné par Catherine Regnault-Roger et du même auteur, avec comme co-auteur André Fougeroux « *Santé du végétal : 100 ans déjà. Regards sur la phytopharmacie* ». Enfin, hors collections de l'Académie, ont été publiés aux éditions l'Harmattan en 2017 le livre « *Biocontrôle en protection des cultures* » coordonné par Jean-Louis Bernard, synthèse des travaux du groupe de travail éponyme, le livre de Jean-Marc Boussard intitulé « *Les prix agricoles. Nouveau dialogue sur le commerce des bleds* », celui d'André Neveu intitulé « *Itinéraire d'un jardinier voyageur* », un livre collectif coordonné par Christian Ferault, « *Questions d'agriculture, d'environnement et de société. 100 ans d'évolution des connaissances et des pratiques au travers des Comptes Rendus de l'Académie d'agriculture de France* » et un ouvrage coordonné par Jean-Louis Rastoin et Christian Ferault « *La sécurité alimentaire mondiale. Etat des lieux et perspectives* », synthèse des travaux du groupe de travail « Agriculture, filières et sécurité alimentaire ».

- **des notes académiques** : créée en octobre 2015, la publication intitulée « Notes académiques » (<https://www.academie-agriculture.fr/publications/notes-academiques>) a pour objectif de diffuser des informations (en français ou en anglais) de qualité académique, dans les champs de l'alimentation, de l'agriculture et de l'environnement. L'animation des « Notes Académiques » est assurée par un Comité éditorial restreint animé par Hervé This et constitué de quatre autres académiciens et par un Comité éditorial élargi, comprenant un représentant de chacune des dix sections de l'Académie, auquel a été ajouté un académicien anglophone. Ces deux comités couvrent l'ensemble des thèmes de réflexion dans la recherche de manuscrits, leur évaluation et leur sélection. Après une phase de constitution, de mise en place des circuits éditoriaux, la revue a su attirer des manuscrits qui, conformément aux « Notes aux auteurs », sont évalués en double anonymat, par deux rapporteurs : l'un interne et l'autre externe à l'Académie. L'objectif est de publier sur le site de l'Académie, dans la rubrique « Publications », des travaux académiques savants émanant de membres de notre Compagnie ou de personnalités extérieures, mais présentés par un académicien, sous sa responsabilité, et se situant dans le champ des compétences de l'Académie. Les notes rassemblées (47 manuscrits soumis ; 14 publiés en 2016, 10 en 2017, 2 en 2018 ; les autres étant en cours d'évaluation) sont de différentes natures : articles d'actualité, notes de conjoncture, articles scientifiques, synthèses... Elles seront prochainement regroupées sous les différentes rubriques énoncées dans les « Conseils aux auteurs ». Elles sont publiées en français ou en anglais et comportent toutes un résumé dans les deux langues. Du fait de leur libre accessibilité via Internet, les Notes Académiques sont lues par un large public et commencent à être référencées par des bases de données telles que Prodnra, ResearchGate.

- **des communications de recherche** : l'Académie publie dorénavant sur son site des communications de recherche présentées par de jeunes chercheurs sur un des points qu'ils estiment particulièrement novateur de leurs travaux, en particulier par ceux qui viennent de soutenir une thèse. Un académicien référent examine la note et formule un avis. S'il est favorable, il le transmet à la section qui doit donner son aval avant publication sur le site. Dix-huit communications ont été publiées en 2017 et 4 au début de 2018. Par ailleurs, l'Académie récompense chaque année par l'attribution de médailles d'argent, une dizaine de récents docteurs, sélectionnés par les sections de l'Académie à partir de candidatures spontanées ou de propositions d'organismes d'enseignement et de recherche, chaque thèse étant analysée par un académicien. Depuis 2015, les auteurs de ces excellentes thèses sont invités à produire une

communication de recherche mettant en évidence les résultats innovants ou originaux de leurs travaux et de les présenter au cours d'une séance publique de l'Académie, à l'automne. La coordination de la sélection des communications de recherche et de la présentation des thèses des lauréats de la médaille d'argent est dorénavant assurée par Anne-Marie Hattenberger.

- **l'encyclopédie de l'Académie** : poursuivant sur la lancée des nombreuses initiatives prises les années précédentes, l'Académie tient à multiplier les actions de diffusion des connaissances en direction de publics de plus en plus diversifiés. Ceci est illustré par le lancement de l'Encyclopédie de l'Académie destinée à regrouper des publications de synthèse. Chaque section de notre Compagnie est sollicitée pour présenter une synthèse des connaissances les plus actuelles de son domaine sous forme de fiches structurées en chapitres, ou de fiches repères, consultables en ligne sur le site Internet de l'Académie dans la rubrique « Encyclopédie ». Ce travail est coordonné par Patrick Ollivier.

1.6 - Approfondir certains domaines de connaissance

L'Académie est évidemment très attachée au développement de la science, ce qui l'amène à approfondir sans cesse de nouveaux domaines de connaissance, et à chercher quelles influences ils pourraient avoir sur le futur. En 2017-2018, des réflexions ont été engagées sur les sujets suivants :

- **La biologie de synthèse** : Il s'agit d'une discipline nouvelle de recherche sur le vivant. Sa naissance a eu pour socle les acquis conceptuels et technologiques de la biologie cellulaire, de la biologie moléculaire, de la biochimie des métabolismes et de la physiologie organismique. Sa démarche combine la génomique et la biochimie structurale, la robotisation des procédures et la modélisation informatique. L'ambition intellectuelle est de concevoir des fonctions virtuelles, d'en rassembler les acteurs hypothétiques, de construire un objet vivant original. Les performances de la construction réalisée sont évaluées expérimentalement. Leur confrontation aux prédictions du modèle fait office de validation. Mettre en œuvre un projet de biologie de synthèse est une opération créatrice (créatrice d'individus vivants originaux) qui peut avoir deux objectifs : acquérir plus de connaissances ou obtenir des produits répondant à des besoins spécifiques de la société. L'Académie d'agriculture voit trois intérêts à la biologie de synthèse : développer le potentiel d'ingénierie du vivant, s'interroger sur la nature du vivant de façon purement cognitive, penser rationnellement les relations science et société (section 6).

- **Le concept d'aliment sain** : Bien que les normes en droit de l'alimentation et en droit commercial ne permettent pas de définir un objet unique nommé « aliment sain », la question posée renvoie en pratique à l'histoire des normes alimentaires, de la construction du droit alimentaire des nations et de celui régulant les échanges de produits alimentaires dans les espaces économiques harmonisés (UE, NAFTA, et Traité transatlantique) respectant les règles de l'OMC. Les producteurs, les administrations concernées par l'alimentation et son commerce, la société et ses acteurs, les commerces, dont la grande distribution, ont des attentes et des réponses différenciées vis à vis de ce concept, dont seront approfondis différents aspects. Dans la mesure où les citoyens sont souvent moins préoccupés des risques réels que des risques « à la mode » ou de crise, il est nécessaire d'apporter à ces préoccupations des analyses scientifiques justes, objectives et de bien communiquer, le rôle de l'Académie étant de contribuer à éclairer efficacement le débat public (section 8).

- **De la biodiversité, du territoire et du paysage** : La biodiversité est un métaconcept qui traduit en questions scientifiques, sociales, juridiques, des problèmes très divers : érosion et extinction d'espèces animales et végétales, spontanées et produites (cultivées), maintien des fonctionnalités des écosystèmes, quel que soit leur degré de naturalité. Il n'y a pas « une », mais « des » biodiversités, qui interagissent : naturelle (les sols, la flore et la faune sauvages), produite

(les cultures, les élevages et les jardins), sociale (les formes de vie sociale) et culturelle (les manières spécifiques de vie et de distinction des groupes humains, ainsi que leurs représentations dans un territoire). L'étude de l'impact de la gestion des écosystèmes et des agrosystèmes sur leur fonctionnement à différentes échelles de temps est au cœur de cette problématique. La réflexion vise à porter un diagnostic et à orienter des choix de pratiques soutenables et durables (sections 5 et 7).

- **Débats entre les paradigmes technocentrés et écocentrés** : Ces deux paradigmes, combinant techniques et processus écologiques, diffèrent dans l'importance relative accordée à l'acuité des problèmes environnementaux et à la pertinence supposée des innovations technologiques, écologiques et sociales de les résoudre. La distinction et les oppositions entre ces deux orientations apparaissent de manière récurrente sur différents sujets : gestion de l'eau, adaptation au changement climatique, modalités de gestion des agrosystèmes, pratiques agricoles, politiques agricoles en France mais aussi en Afrique méditerranéenne ou subsaharienne, par exemple. Le rôle de l'Académie n'est pas de trancher entre ces deux paradigmes mais d'en préciser les contours, les enjeux, les conséquences économiques, sociales, environnementales et de communiquer de manière scientifiquement établie (sections 5 et 7).

- **Poursuite de la réflexion sur la simplicité** : la biologie, la physiologie et les neurosciences ont établi l'existence de processus rapides et efficaces produits par l'évolution dans l'interaction du vivant avec son environnement. Ces processus ne sont pas simples mais donnent l'apparence d'une grande simplicité d'où le nom de simplexes pour désigner le concept introduit par A. Berthoz. Selon lui, la simplicité « traduit pour le vivant la nécessité de fonctionner selon des principes simplificateurs dans les conditions d'une complexité tant interne qu'externe, et donc de produire des solutions simplexes ». L'approche par la simplicité est actuellement l'objet d'un grand intérêt dans de nombreux autres domaines, en particulier de société, d'économie, de technologie. Une séance organisée par l'Académie a montré la pertinence de cette approche en matière agricole. La démonstration a été faite qu'il peut être utile d'adopter des idées de ce genre, proches de la bio-inspiration. La notion de « Solutions fondées sur la nature », partant du constat que les écosystèmes naturels atteignent des niveaux de productivité et de résilience non encore atteints par les systèmes anthropisés, relève de la même démarche conceptuelle. Les académiciens ayant démarré la réflexion sur ce concept envisagent de constituer un groupe de travail pluridisciplinaire avec pour objectif d'en étudier les applications au sein de notre Compagnie. Elles se situeront aux interfaces entre différents domaines : théorie biologique, agriculture, gestion des écosystèmes, déclinaisons sociales, épistémologie...

Il convient de souligner qu'en plus de ces grandes thématiques transversales qui sous-tendent une proportion notable des travaux de l'Académie, chaque section a précisé dans un programme particulier les différents sujets sur lesquels elle s'investit, la plupart débordant le cadre annuel.

Ce programme de travail a été largement diffusé. En interne, chaque membre de notre Compagnie a ainsi eu connaissance de l'ensemble des travaux entrepris et a pu participer à certains d'entre eux. En externe, il contribue à une meilleure lisibilité de notre travail et à une fréquentation accrue des séances publiques et du site Internet, ainsi qu'à la transformation de certaines de nos propositions en actions. Il a guidé le choix de séances publiques, autour des thématiques principales retenues.

2 - Les séances publiques

En dehors des périodes de vacances académiques, chaque mercredi après-midi est organisée une séance publique, le plus souvent au siège parisien de l'Académie, 18 rue de Bellechasse. La Commission des programmes, qui réunit les membres du Bureau et les dix

secrétaires de section, étudie et discute les propositions et arrête le programme des séances, ainsi que leur calendrier.

Entre octobre 2017 et juin 2018, ont été organisées trente séances publiques dont la séance solennelle de rentrée, la séance d'installation du nouveau Bureau et une séance commune avec l'Académie nationale de médecine. La liste de ces séances, regroupées selon les thématiques du programme de travail, figure ci-après.

2.1 - Produire mieux et nourrir les hommes

- *Ecophyto ou quelle stratégie pour une agriculture moins dépendante des produits phytosanitaires* (sections 1 et 7)
- *L'élevage de précision, une source d'innovations et d'évolution des métiers dans les filières animales* (section 3)
- *Maîtrise de la recombinaison méiotique en création variétale* (sections 1 et 6)
- *Une question perturbante : qu'est-ce qu'un perturbateur endocrinien ?* (section 6)
- *L'aquaculture marine française : atouts, risques et perspectives* (section 3)
- *-Apport des observations spatiales en agriculture* (section 7)
- *Fertilisants et fertilité des sols* (section 9)
- *Réévaluation des additifs alimentaires par l'EFSA* (section 8)
- *Nouvelles variétés de vigne résistantes aux maladies* (section 1)
- *-Epidémiologie des rouilles des céréales : gestion des variétés et du risque* (section 1)

2.2- Accompagner les changements globaux pour une gestion adaptée des écosystèmes agricoles et forestiers

- *Les innovations méthodologiques pour la maîtrise des ravageurs invasifs et des maladies en forêt* (section 2)
- *Le temps dans les sols et les paysages* (section 5)

2.3 - Intégrer les politiques agricoles, environnementales et territoriales

- *La propriété foncière aujourd'hui, pourquoi est-il utile d'en faire un état des lieux ?* (section 4)
- *Le rôle des interprofessions face à la volatilité croissante des marchés* (section 10)
- *L'Afrique peut-elle nourrir l'Afrique* (section 4)
- *Jefferson et Dupont de Nemours : une amitié franco-américaine tissée entre deux agronomes* (Association pour l'étude de l'histoire de l'agriculture)
- *Régimes de propriété et modes d'exploitation : vers quelles recompositions ?* (section 4)
- *Recherche agronomique et politiques publiques, des années Poly à aujourd'hui. Synergies et tensions* (section 4 et INRA)
- *La PAC en débat* (section 10)
- *L'après des états généraux de l'alimentation* (sections 8 et 10)
- *La concurrence, levier de compétitivité pour les agriculteurs* (section 10)
- *Vers une politique publique des sols* (section 7)
- *Les nouvelles formes de financement des installations et des investissements innovants agricoles* (section 10)
- *Géostratégies alimentaires en Méditerranée* (section 10)

2.4 - Contribuer au débat sur l'innovation et l'acceptabilité par la société des pratiques agricoles

- *Investir en forêt : un pari éclairé* (section 2)
- *Le bois énergie ; eldorado ou illusion ?* (section 2)

- *L'émergence des maladies infectieuses : causes, détection, prévision* (section 3 et Académie de médecine)
- *Des matières premières agricoles aux aliments : quel impact des procédés de transformation sur la qualité de l'alimentation ?* (section 8)

2.5 - Diffuser des connaissances

- *Présentation des travaux des médaillés d'argent* (Anne-Marie Hattenberger)

3 - Les travaux des sections

L'Académie est organisée en dix sections thématiques, qui comprennent des membres titulaires et émérites, des membres correspondants et correspondants honoraires, des membres associés et correspondants associés étrangers. Leur intitulé et le nom du secrétaire de section pour l'année 2017-2018 figurent ci-après :

- 1 - Productions végétales : André Grammont puis Michel Dron
- 2 - Bois et filière bois : Bernard Roman-Amat
- 3 - Production animale : Emmanuel Rossier
- 4 - Sciences humaines et sociales : Nadine Vivier
- 5 - Interactions milieux-êtres vivants : Daniel Tessier
- 6 - Sciences de la vie : Agnès Ricroch
- 7 - Environnement et territoires : Denis Couvet
- 8 - Alimentation humaine : Hervé This
- 9 - Agrofournitures : Jean-Louis Bernard puis Bernard Ambolet
- 10 - Economie et politique : Lucien Bourgeois

Les sections ont conduit des réflexions internes en associant souvent des intervenants extérieurs sur des sujets d'actualité de leurs domaines de compétences. Cela leur a permis de préparer et d'organiser des séances publiques, de proposer des avis et des rapports publiés sur le site Internet de l'Académie. Les sections se sont largement investies dans les groupes de travail transversaux.

Conformément à leurs attributions, elles proposent des récompenses (prix scientifiques et médailles), notamment pour des travaux de recherche, d'administration de la recherche ou des mémoires de fin d'études, ainsi que des bourses de recherche. Elles participent à la préparation du recrutement de nouveaux membres en vue des élections annuelles, afin de pourvoir à la vacance de membres titulaires ou de correspondants, français et étrangers.

Parmi les thèmes particuliers abordés par les sections au cours de l'année académique 2017-2018, peuvent être cités notamment, regroupés selon les thématiques du programme de travail :

3.1 - Produire mieux et nourrir les hommes

- *Les semences paysannes* (section 1)
- *La réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires* (section 1)
- *Les systèmes de rotation des cultures* (section 1)
- *L'épidémiologie des céréales* (section 1)
- *Les nouveaux cépages de vigne* (section 1)
- *Les nouveaux systèmes d'analyse de l'activité dans la filière forêt-bois* (section 2)
- *La modélisation des revenus forestiers en fonction des risques acceptés par le propriétaire* (section 2)
- *La consommation de viandes* (section 3)
- *L'amélioration génétique des animaux d'élevage* (section 3)

- *La place de l'élevage* (section 3)
- *Le bien-être des animaux d'élevage* (section 3)
- *La fertilisation* (section 9)

3.2- Accompagner les changements globaux pour une gestion adaptée des écosystèmes agricoles et forestiers

- *Analyse et gestion du risque entomologique en forêt* (section 2)
- *Les interactions végétation-atmosphère en forêt pour les gaz à effet de serre* (section 2)

3.3 - Intégrer les politiques agricoles, environnementales et territoriales

- *Les systèmes d'assurance en forêt* (section 2)
- *Les nouveautés législatives et réglementaires concernant le foncier forestier* (section 2)
- *La formation des techniciens forestiers* (section 2)
- *Le droit de la propriété foncière et le droit de l'exploitant* (section 4)
- *Le stockage du carbone dans les sols* (section 5)
- *L'agro-écologie* (sections 5 et 7)
- *La gouvernance territoriale des sols et le suivi de l'état des sols* (section 5)
- *La biodiversité des sols* (section 6)
- *Les savoirs locaux appliqués à l'agro-écologie* (section 7)
- *Le rapport à la nature des agriculteurs* (section 7)
- *Les compensations écologiques* (section 7)
- *Les états généraux de l'alimentation* (sections 4, 8, 10)
- *Après le Brexit, quelle PAC pour quelle agriculture ?* (section 10)

3.4 - Contribuer au débat sur l'innovation et l'acceptabilité par la société des pratiques agricoles

- *L'investissement forestier* (section 2)
- *Innovation et transition agricole et alimentaire* (section 4)
- *Faut-il modifier le monde vivant ?* (section 6)
- *La sécurité sanitaire des aliments* (section 8)
- *La transformation des aliments et son impact sur la qualité de l'alimentation* (section 8)
- *Les innovations porteuses d'avenir dans les exploitations agricoles* (section 10)

3.5 - Diffuser des connaissances

- *100 questions sur la forêt et le bois en France* (section 2). Une vingtaine de nouvelles fiches ont été rédigées au cours de l'année écoulée, travail coordonné par Yves Birot. Plus de 100 fiches sont dorénavant sur le site, consulté à ce titre entre 400 et 500 fois par mois.

- *Note sur les nouveaux usages de certains constituants du bois* (section 2)
 - *Note de synthèse sur l'investissement en forêt* (section 2)
 - *Note de lecture sur l'ouvrage « La vie secrète des arbres »* (section 2)
 - *Edition d'une brochure sur « Territoires et élevage. Quelles perspectives de développement dans la région Auvergne-Rhône-Alpes ? »* (section 3)
 - *Synthèse de contributions d'académiciens sur « Inondations, agriculture et société »* (Guillaume Benoit)
 - *Note sur les services rendus par le glyphosate en agriculture* (section 9)
- Tous ces documents sont consultables sur le site Internet de l'Académie

3.6 - Approfondir certains domaines de connaissance

- *La simplicité* (section 4)
- *Les paradigmes technos centrés et éco centrés* (section 7)

4 - Les colloques et les conférences

Deux colloques ont été organisés au cours de l'année académique :

- *Agriculture et environnement : les fertilisants*. Organisé conjointement avec l'AEHA à AgroParisTech
- *L'alimentation entre innovations et peurs*. Organisé conjointement avec la « 4AF »

A l'initiative de la section 6, *Sciences de la vie*, des séminaires ont été organisés, sous le vocable général « *Aux frontières de la connaissance* » :

- Abdel Bendahmane : « *La détermination du sexe et la résistance des plantes aux stress abiotiques* »
- Céline Masclaux-Daubresse : « *Autophagie et adaptation des plantes à l'environnement* »
- Jean-Pierre Renou sur « *La fouille de données génomiques pour inférer des fonctions aux gènes orphelins : la découverte d'une nouvelle famille "d'hormones peptidiques" de plantes, impliquée dans la croissance et la réponse aux stress* »
- Alexandre Pelé sur « *La méiose chez les Brassicacées* ». Lauréat de la bourse de recherches Jean et Marie-Louise Dufrenoy
- Paul Colonna sur « *La chimie verte correspond-elle aux objectifs de développement durable ?* »
- Valérie Labas « *Utilisation du phénotypage cellulaire et de l'imagerie tissulaire pour la découverte de biomarqueurs : deux approches originales au service de la protéomique et de la lipidomique* »
- Tristan Renault sur les « *Les infections virales chez les mollusques marins : ce qu'elles nous apprennent sur l'immunité des invertébrés* »

5 - Les travaux des groupes de réflexion et de proposition

Vingt-trois groupes de travail ont été actifs en 2017-2018. Certains sont internes à une section, mais la majorité mobilise plusieurs sections, certains sont inter-académiques et intègrent des personnalités extérieures à l'Académie. Ils conduisent des réflexions qui aboutissent généralement à la publication de rapports, d'avis, d'ouvrages ou à l'organisation de séances publiques. Leur liste et les noms des responsables figurent ci-après :

- Les groupes thématiques

- *Potentiels de la science pour une agriculture durable* : Jean-Claude Pernollet
- *Politique agricole commune* : Gilles Bazin et Michel Jacquot
- *Relations Académie/Enseignement supérieur agronomique* : Michel Candau, puis Michel Dron et Grégoire Thomas
- *Sols* : Christian Valentin
- *Climat et agriculture* : Katia Laval
- *Nouvelles technologies pour l'agriculture* (groupe commun avec l'Académie des technologies) : Bernard Le Buanec
- *Nouvelles biotechnologies agricoles et alimentaires* : Agnès Ricroch
- *Utilisation des drones en agriculture* : Patrice Desmarest et Marc Delos
- *Agricultures ultramarines* : André Grammont et Jean-Pierre Bastié

- *Agro-écologie* : Denis Couvet et Bernard Hubert
- *Développement des agricultures africaines* : Jacques Brulhet
- *Réécriture du génome, éthique et acceptabilité sociétale* : Paul Vialle et Bertrand Hervieu
- *-Etre agriculteur autrement* : Bernard Roux
- *Transition alimentaire, filières et territoires* : Michel Candau et Jean-Louis Rastoin
- *Consommation de viandes* : Jeanne Grosclaude
- *Risques alimentaires* : Hervé This
- *Fiscal et social* : Pierre-Henri Degregori
- *International* : Michel Thibier
- *Agriculture, Eau, Climat et Politiques publiques* : Nathalie de Noblet, Guillaume Benoit et Alain Vidal

- Les groupes liés au fonctionnement de l'Académie :

- *Communication* : Jean-François Colomer, puis Jean-Pierre Guyonnet
- *Livres de l'Académie* : Catherine Regnault-Roger
- *Notes académiques* : Hervé This
- *Projet stratégique* : Constant Lecoeur

Quelques points saillants méritent d'être rappelés pour cette année 2017-2018 :

- **Le groupe « *Potentiels de la science pour une agriculture durable* »** a produit depuis sept ans une quarantaine d'articles scientifiques et technologiques, mis sur le site Internet de l'Académie, dont quatre au cours de la dernière année académique, divers autres étant en préparation. Plusieurs ont été publiés dans la rubrique « Futurs » de la Revue de l'Académie et sont dorénavant intégrés à l'Encyclopédie de l'Académie, en cours de développement. Ils apportent une importante contribution à la connaissance des découvertes les plus récentes dont les applications seront des éléments essentiels des progrès de l'agriculture et de la sylviculture de demain, pour améliorer la production et l'alimentation, dans un contexte de durabilité. Le groupe, dont la composition a été renouvelée, va poursuivre ses travaux. L'INRA relaie les articles sur son site dans le cadre de la série « Regards d'expert », contribuant ainsi à valoriser les travaux de l'Académie. L'Association francophone d'informatique agricole et Agrisalon ont également publié sur leur site plusieurs de ces articles.

- **Le groupe « *Nouvelles technologies pour l'agriculture* »**, commun aux Académies d'agriculture et des technologies, a pour objectif d'analyser les défis techniques auxquels sont confrontés les agriculteurs et d'étudier les solutions que pourraient apporter les nouvelles technologies au sens large en tenant compte des aspects réglementaires et financiers. A ce jour le groupe compte une trentaine de membres également répartis entre les deux académies, plusieurs ayant la double appartenance. En 2016, il a finalisé une position sur la réglementation des mutagénèses ciblées, position qui a été adoptée par les deux Académies puis par l'Union européenne des Académies d'agriculture. Le groupe a continué ses auditions d'agriculteurs et d'agricultrices pour déterminer les défis techniques auxquels, en France, les productions végétales sont confrontées. Ces auditions ont été poursuivies par celles de représentants des trois principaux syndicats agricoles français afin de confronter les opinions individuelles à celles du syndicalisme agricole, puis par l'audition de représentants d'entreprises engagées dans le développement de l'agriculture et de scientifiques afin qu'ils présentent les pistes de recherche et développement qui permettront de faire face aux défis identifiés dans la première phase de travail du groupe. La génétique et l'amélioration des plantes, les technologies numériques, la protection des cultures et le contrôle des bioagresseurs, le machinisme agricole, la robotique et les capteurs sont les innovations retenues comme étant les plus porteuses d'avenir pour l'agriculture. Un rapport en préparation devrait être publié fin 2018.

- **Le groupe « Nouvelles biotechnologies agricoles et alimentaires »**, est chargé de faire le point sur les nouvelles biotechnologies agricoles et alimentaires, les usages utiles pour l'agriculture et l'alimentation, et la bio-économie, d'évaluer les bénéfices qui en découleront pour les sociétés industrialisées ou en développement, ainsi que les risques éventuels qu'elles peuvent générer et les moyens de les maîtriser. Des auditions de chercheurs extérieurs sur ces nouvelles biotechnologies ont été réalisées. Les organismes étudiés par ce groupe de travail et qui pourraient bénéficier de ces nouvelles biotechnologies concernent les microorganismes, les végétaux et les animaux, à l'exclusion de l'humain. Trois rapports écrits, avec des présentations orales, ont été rédigés par le groupe (dont certains en anglais, soumis à des revues scientifiques) sur l'usage des CRISPR et le forçage de gène. Avec l'Académie des technologies a été publié en juillet 2016 : « *Avis des Académies d'agriculture de France et des technologies sur la réglementation des mutagénèses ciblées en amélioration des plantes* ». Deux rapports ont été publiés en 2017 : le premier concerne « *Les biotechnologies vertes : un enjeu stratégique pour la filière semencière française* », le second est un avis commun aux Académies des technologies, des sciences et de l'agriculture sur « *La place de l'innovation française dans les nouvelles biotechnologies pour l'agriculture* ». Il a été présenté, à sa demande, au Cabinet du Président de la République en avril 2018. Un livre rédigé par des membres du groupe de travail sous le titre « *Les OGM et au-delà* » sera édité prochainement par Presses des Mines. Un colloque est en préparation pour l'automne 2018.

- **Le groupe « Antibiorésistance »** commun aux Académies vétérinaire, de pharmacie, de médecine, de chirurgie dentaire et d'agriculture a émis un avis sur les implications nationales et internationales de la résistance des bactéries aux antibiotiques, avis transmis aux ministères concernés, dont le ministère de l'Agriculture qui en a apprécié le contenu. Il a apporté son concours lors du colloque inter-académique de juin 2016, tenu à l'Institut Curie sur le thème « *Antibiotiques, antibiorésistance et environnement : des raisons d'espérer* ». Lutter contre l'antibiorésistance vise à faire baisser les menaces qui existent autour de l'antibiothérapie, à conserver à l'humanité le bénéfice des antibiotiques, à éviter les abus et le mésusage des antibiotiques qui font le lit de la résistance bactérienne. Un nouveau colloque est prévu à l'automne 2018.

- **Le groupe « PAC »** qui avait organisé six séances de l'Académie entre 2008 et 2013 et produit plusieurs notes sur la réforme de 2013, a relancé son activité en 2016. Il réunit une trentaine d'académiciens appartenant à quatre sections, et il a développé des réflexions sur les nouveaux enjeux de la future PAC et les défis que l'agriculture française aura à relever dans l'avenir. Ses travaux portent sur le bilan de la PAC, les raisons économiques et politiques des crises actuelles de certaines filières ou de certaines exploitations (conjoncturelles ou structurelles ?), sur les thématiques qui paraissent prioritaires dans la future PAC, sur l'analyse économique de l'intérêt et des limites des différents outils de politique agricole disponibles, bien au-delà de ceux qui sont mis en œuvre aujourd'hui. Il a organisé une dizaine de réunions qui ont abouti à la rédaction d'une note de synthèse « *Quelle PAC, pour quelle agriculture ?* » présentant nos analyses des limites actuelles de la PAC et nos propositions, diffusée sur le site de l'Académie, et directement vers les responsables des ministères et des groupes de réflexion concernés. Une réunion-débat avec le ministère de l'Agriculture sur les bases de ce rapport a été suivie d'une séance publique au printemps 2018. Les travaux du groupe se poursuivront en 2018-2019 en fonction de l'actualité, en abordant notamment la prévention des crises et leur gestion, la transition agro-écologique des systèmes de production, l'adaptation du droit de la concurrence.

- **Le groupe « Académie/Enseignement supérieur agronomique »**, vise à faire connaître l'Académie auprès des étudiants et des enseignants-chercheurs, les prix et les bourses susceptibles de leur être attribués et à les associer aux travaux de l'Académie, en leur permettant notamment d'y présenter leurs travaux scientifiques. Il est à l'origine du Mensuel de l'Académie (MEA), diffusé par voie électronique à près de 60 000 destinataires. Le partenariat entre l'Académie et les établissements d'enseignement supérieur se développe au travers de liens

croisés entre le site de l'Académie et les sites de certains établissements. Le groupe s'est impliqué dans plusieurs activités : l'organisation de dialogues intergénérationnels avec les étudiants d'AgroParisTech dans le cadre du Salon international de l'agriculture où une cinquantaine d'académiciens se sont relayés ; l'analyse de thèses par des académiciens référents et la publication de communications de recherche sur le site de l'Académie ; la délivrance de médailles d'argent pour les meilleures thèses ; la création d'un nouveau prix avec la fondation Avril, à partir d'un challenge agriculture durable, sols, biodiversité, eau et climat, qui se traduira par une remise de prix en 2019 ; l'encouragement pour les établissements d'enseignement agronomique, agricole et de biologie végétale-écologie, à visionner les films des séances du mercredi et des colloques, sur les sujets qui les intéressent, seuls ou encadrés par des enseignants dans le cadre d'activités pédagogiques organisées ; l'organisation avec des établissements d'enseignement et les universités de colloques, visites et d'ateliers prospectifs, comme ceux organisés en 2016 sur les légumineuses. Un séminaire autour du riz a eu lieu à Montpellier avec SupAgroMontpellier en juin 2018, suivi de visites sur le terrain en Camargue, avec le lycée agricole. Un autre est prévu avec La Salle Beauvais et l'UTC Compiègne autour des questions sur la valorisation de la biomasse, en octobre 2018.

- **Le groupe « Sols »** mobilise des compétences disciplinaires très diverses de différentes sections pour émettre des recommandations de l'Académie d'agriculture aux pouvoirs publics et aux différentes parties prenantes, tant dans le domaine de la recherche et de l'enseignement sur les sols que dans celui des décisions politiques. Il vise également à sensibiliser le grand public aux enjeux sociétaux liés aux sols. Il s'est investi au cours de l'année écoulée dans la rédaction de la série d'ouvrages collectifs sur le thème « *Les sols au cœur de la zone critique* », qui doit être décliné en six volumes : « *Fonctions et services* », « *Enjeux de société* », « *Les sols et la circulation de l'eau* », « *Les sols et la qualité de l'eau* », « *Dégradation et réhabilitation* », « *Ecologie* ». Ces ouvrages, téléchargeables et bon marché en version papier, sont publiés aux éditions ISTE. Le groupe prépare une dizaine de fiches pour l'encyclopédie et participe à un numéro des Annales des Mines « *Sols en danger : réduire l'artificialisation* ».

- **Le groupe « Développement des agricultures africaines »** a été constitué en janvier 2017. Son objectif principal est de concevoir, préparer et participer à des actions concernant le développement des différents types d'agriculture du continent africain, et d'enrichir les travaux du Groupement inter-académique pour le développement (GID), dont l'Académie d'agriculture est membre fondateur. Les réunions du groupe auxquelles ont été associés des membres de l'Académie des Sciences d'Outre-mer, ont permis de préciser le rôle de l'AAF au GID et de participer progressivement à l'élaboration du projet GID-Agri. Un forum d'échanges a été organisé en novembre 2017 lors du salon de l'agriculture d'Abidjan, permettant de valider le concept du projet, et de vérifier le vif intérêt des jeunes rencontrés. Dans le cadre de l'accompagnement du projet GID-Agri, a été organisée à l'Académie une rencontre du ministre français de l'Agriculture avec des délégations ministérielles africaines, en février 2018 à l'occasion du SIA. Un premier forum *FastDev* organisé en février 2016 à Dakar, à l'initiative du GID, a souligné l'importance de l'agriculture et de l'agro-alimentaire en Afrique de l'ouest. Avec l'éducation, l'agriculture est aujourd'hui reconnue comme le secteur auquel doivent être consacrés, en Afrique, les engagements les plus importants des gouvernements. Dans ce contexte, et tout au long de l'année 2017, le Groupe de travail a contribué à l'élaboration d'un volet agriculture du *FastDev*, débouchant au printemps 2018 sur un véritable projet de développement dénommé GID-Agri. Il s'agit de donner une plus grande attractivité aux métiers liés à l'agriculture en proposant aux jeunes ruraux africains des exemples de réussite de systèmes agricoles cautionnés par les académies africaines et françaises, afin de les inciter à s'engager dans ces métiers sur des bases solides. Rassemblés sur une plate-forme Internet abritée par une structure africaine accessible au plus grand nombre, ces exemples conduiront notamment à la création de réseaux de fermes-écoles et d'entreprises-écoles dans le monde rural africain. Les remontées du terrain et la force de « la pédagogie par l'exemple » sont les moteurs de ce programme, soutenu par les ministres africains et français de l'agriculture et de l'élevage. Des discussions sont en cours avec les

différents partenaires techniques et les bailleurs de fonds, notamment l'AFD, susceptibles de financer ce projet GID-Agri. Ainsi une rencontre en mars 2018 à Montpellier du GID avec le Cirad, Agropolis International et l'INP-HB de Yamoussoukro a permis de jeter les premières bases d'un partenariat. La gouvernance de ce projet prévoit la constitution d'une Commission académique qui sera chargée d'apprécier les exemples de réussites agricoles identifiées, ainsi qu'un Comité scientifique participant au suivi et à l'orientation du projet. Le groupe de travail Agricultures africaines contribuera bien entendu à la mise en place de ces outils.

-Le groupe « Transition alimentaire, filières et territoires » a été mis en place en novembre 2017. Dans un contexte de crise alimentaire qui s'amplifie, on observe des attentes de la société civile et des réactions multiples en faveur de systèmes alimentaires plus durables, que l'on peut identifier comme une « transition alimentaire ». Pour être consolidée, cette transition nécessite des innovations autant technologiques qu'organisationnelles et institutionnelles tant dans les filières qu'au niveau des territoires. L'objectif du groupe de travail est, dès lors, de caractériser la transition alimentaire en cours, d'en débattre et d'en dégager des recommandations pour les filières et les systèmes alimentaires, ainsi que pour le développement des territoires, en repérant les champs d'innovations techniques, organisationnelles et institutionnelles susceptibles de contribuer à une alimentation plus durable. Le champ géographique concerne la France et l'Europe, en prenant en compte les interdépendances avec les autres régions du monde.

Le groupe de travail compte actuellement 24 membres des sections 3, 4, 5, 7, 8 et 10. Il procède à des auditions d'experts, membres de l'AAF ou extérieurs, autour de chacun des 4 thèmes suivants : dynamique de la consommation alimentaire, modes de production et de distribution innovants des produits alimentaires, dimension territoriale des filières et systèmes alimentaires, dispositifs de gouvernance.

-Le groupe « Agroécologie », créé en décembre 2016, a pour objectif d'étudier et de préciser ce que recouvre ce concept et ce qu'il peut apporter dans l'élaboration et la mise en œuvre des méthodes et pratiques agricoles ; les apports nécessaires de la recherche scientifique et de l'expérimentation permettant de déboucher sur des recommandations techniques à mettre à disposition des agriculteurs afin de concilier dans leurs pratiques les objectifs de production et de protection de l'environnement ; les enjeux et les contraintes techniques, économiques et organisationnelles qui conditionnent la réussite de la transition agro-écologique. Le groupe est constitué de membres de huit sections et s'est réuni une dizaine de fois avec une participation moyenne de 15 à 20 membres. Ces réunions ont été consacrées à des discussions internes ainsi qu'à des auditions de membres (agriculteurs, chercheurs, professionnels de la grande distribution et de l'agro-industrie...) ou de personnalités extérieures invitées françaises (CESE, Inra, Universitaires, AFD, Consortium GTAE...) et étrangères (FAO, Inde, USA, Brésil ...). Après être convenu d'une définition canonique de l'agroécologie, les réflexions ont porté sur les différentes conceptions de l'agroécologie, dans ses dimensions scientifique, pratique et sociale, en abordant la diversité géographique des conceptions. Ont été abordés également l'intérêt de coupler filières et territoires, de reconsidérer le dualisme à l'origine de « l'industrialisation » de l'agriculture moderne, et de mobiliser les connaissances scientifiques et les connaissances de la pratique. Un premier rapport devrait être remis à l'automne 2018.

- Le groupe « International ». Mis en place fin 2017, il succède à un précédent groupe qui a remis un rapport dénommé « rapport Bourget » qui recommandait de veiller à un recrutement de nouveaux membres représentatifs des différentes régions du globe, à une meilleure information des membres et correspondants associés étrangers sur les activités de l'Académie, en les invitant à participer aux travaux des sections et des groupes de travail, via Internet. Sa mission principale est de mobiliser des confrères français et étrangers des différentes sections de l'Académie afin de définir ensemble des thématiques d'intérêt commun et de conduire des réflexions sur ces thèmes, à partir des diverses expériences des participants, débouchant sur des publications de rapports, l'organisation de séances publiques ou de colloques et apportant un éclairage international. Il a identifié l'intérêt de se mobiliser dans deux directions. Au plan multilatéral, il vise à construire une

participation de l'Académie aux grands événements de l'agenda mondial (réunions des G7, G20... conférences mondiales dans nos champs de compétence) ; identifier des sujets majeurs de défis sociétaux mondiaux sur lesquels les compétences des membres associés étrangers pourraient être mobilisées ; s'impliquer dans des actions en Afrique subsaharienne, en liaison avec le GID. Au plan bilatéral, il vise à identifier quelques programmes spécifiques entre la France et des pays tiers dans lesquels l'Académie pourrait s'impliquer : participer à des programmes en cours tel celui concernant l'agriculture marocaine ; répondre à des initiatives des membres de la compagnie. Sa première recommandation porte sur l'intérêt d'intégrer un résumé en anglais dans chaque article des publications de l'Académie, proposition retenue dans le projet stratégique de la Compagnie.

- **Le groupe « Hiérarchisation des risques alimentaires »** a été créé en novembre 2017. Une partie du public français est déstabilisée par les messages contradictoires qui lui sont adressés à propos de l'effet de son alimentation sur sa santé. La presse et certaines ONG, notamment, émettent des messages anxiogènes, qui confondent souvent le danger et le risque, sans le mesurer, de sorte que le public se trouve face à des dangers dont il ne peut se prémunir. Cela engendre à la fois la crainte et la méfiance. Le groupe est chargé de bien expliquer la différence entre danger et risque ; de faire comprendre qu'il n'y a pas de mauvais aliments, mais seulement de bonnes et de mauvaises alimentations ; non pas de dénoncer des comportements alimentaires à risque, mais de classer, par ordre de grandeurs de risque, les divers comportements alimentaires, pour des cas concrets, pratiques, courants ; de distinguer les hiérarchies de risques selon des groupes particuliers (les enfants, les personnes âgées, les sportifs, les fumeurs, etc.) ; de faire le partage entre risques réels et risques perçus.

- **Le groupe « Utilisation des drones pour la protection des végétaux »**, créé en 2016, a remis son rapport en juin 2018. L'agriculture de précision et le numérique sont pour l'agriculture française des outils permettant d'améliorer ses performances tout en diminuant son empreinte sur les milieux. Des drones sont dès à présent utilisés en France pour cartographier les hétérogénéités des parcelles agricoles et réduire les intrants agricoles. Ils sont aussi mis en œuvre en Extrême-Orient (Corée, Japon...) depuis plus de 10 ans pour l'application des produits phytopharmaceutiques toutes substances confondues et dans certains pays de l'UE qui accordent des dérogations à la directive 128/2009 qui interdit ces applications, ainsi qu'en Suisse non soumise à la directive 128/2009. Cet usage s'avère en revanche quasiment impossible en France. Après avoir identifié les points de blocage et entendu les avis de différentes instances (ITAB, FNE, IRSTEA, Arvalis, INMA...) et les représentants d'organisations syndicales agricoles, le groupe a formulé une série de recommandations: accorder une dérogation permanente aux produits de biocontrôle à faible risque pour l'homme et l'environnement pour leur application par drone ; adapter la réglementation pour l'usage des drones pour l'application agricole et forestière des produits bénéficiant d'une dérogation ; étendre l'usage des drones en matière d'application des produits bénéficiant d'une dérogation aux milieux urbains avec des précautions adaptées ; homologuer et autoriser l'emploi de drones capables d'embarquer jusqu'à 150 kg de charge utile sur les espaces agricoles et forestiers pour la pulvérisation de produits précités ; intégrer cette utilisation au dispositif de biosurveillance existant.

- **Le groupe « Agriculture, Eau, Climat et politiques publiques »** a été mis en place en mars 2018. Son objectif principal est d'exploiter les connaissances actuelles et les études prospectives existantes sur l'évolution de l'agriculture et des agro-écosystèmes sous l'influence du climat et des politiques publiques, avec leurs conséquences sur la ressource en eau et son partage entre les différents usages et la qualité des sols ; la compréhension du rôle de l'agriculture et de ses évolutions sur le climat, et la définition des axes et des conditions possibles de transitions d'intérêt général, afin de pouvoir nourrir utilement le débat sociétal. Il est appelé à faire le bilan des données/observations/études prospectives permettant de lier l'évolution de l'agriculture et des ressources en eau au climat et aux politiques publiques mises en œuvre ; à caractériser les variabilités climatique et hydrologique actuelles et leur évolution future, leur répartition géographique et temporelle et leurs conséquences sur l'agriculture : sécheresse, mais

aussi inondations (destruction de cultures et d'infrastructures), maladies, évolution des pratiques ; à mettre en évidence les liens entre climat et agriculture, ce qui permettra de réduire une partie des incertitudes qui sont extrêmement importantes en agriculture, en particulier pour les deux contributeurs en CH₄ et N₂O que sont l'élevage et la riziculture ; à identifier les incertitudes sur le changement climatique et ses impacts, et hiérarchiser leur importance en fonction des agricultures, des géographies et des choix possibles de politiques publiques ; à répertorier les questions que peuvent se poser les acteurs de l'agriculture et des territoires sur les thèmes du groupe de travail, y compris en termes de partage équitable de la ressource en eau et d'optimisation de ses usages ; à estimer le potentiel des solutions proposées jusqu'à présent par les groupes Climat et Sols de l'AAF et au-delà, en matière d'adaptation, d'atténuation et de productivité agricole en particulier « l'agriculture adaptée aux défis du climat » et ses déclinaisons spécifiques, notamment l'agro écologie, les nouveaux rôles possibles de l'irrigation et le "4 pour 1000". Compte tenu de l'importance de la contextualisation de ces questions et de la mise en œuvre des actions pertinentes, le groupe doit étudier des territoires spécifiques et contrastés.

- Le groupe « Implications juridiques, fiscales et sociales sur l'exploitation agricole ».

Au-delà des aides qui sont attribuées aux agriculteurs dans le cadre de la PAC, différentes dispositions de nature dérogatoire par rapport au droit commun applicable aux entreprises en matière fiscale leur sont également accordées afin de favoriser l'investissement. Pour surmonter des crises, ils peuvent également bénéficier d'allègement de charges sociales. Dans ce contexte, une réflexion sur la fiscalité agricole et les mesures sociales paraît d'autant plus opportune qu'il s'agit d'un domaine où les états de l'Union européenne ont toujours la main, alors qu'ils ne l'ont plus sur la plupart des autres volets de la politique agricole. Le groupe de réflexion mis en place en novembre 2017 vise à préciser ces dispositions, leur modalité de fonctionnement et leur efficacité ; la justification de ces mesures dérogatoires ; les raisons techniques, économiques, ou politiques qui expliquent que sur certains points l'agriculture déroge au droit commun des entreprises. Il s'interroge également sur l'adéquation des mesures existantes avec les attentes des agriculteurs et notamment sur d'éventuels effets pervers, par exemple en favorisant des stratégies d'évitement des charges fiscales et sociales qui ont débouché sur un suréquipement, au final plus pénalisant que ces charges elles mêmes. Le groupe a entrepris d'auditionner des spécialistes de ces questions et des responsables professionnels. Une analyse de dossiers a mis en évidence que les effets des dispositions fiscales relatives aux aides à l'investissement ou au lissage des résultats sont plus modestes que ne le pensent les agriculteurs et leurs conseillers : les premières ne font souvent que différer l'impôt, les secondes méconnaissent l'effet CSG dont la montée en puissance et le caractère strictement proportionnel contrebalancent la progressivité de l'IR. Il apparaît par ailleurs que l'incompatibilité des législations civiles et commerciales constitue un piège : on élargit de plus en plus la possibilité pour les agriculteurs d'effectuer des opérations commerciales dans le cadre des BA, élargissement salué comme une avancée, en oubliant que l'agriculture est une activité civile, et qu'une société civile (GAEC, EARL, etc.) effectuant des activités commerciales s'expose à des conséquences redoutables, pouvant aller jusqu'à la résiliation de son bail.

- Le groupe « Être agriculteur autrement ». Face aux tendances allant vers l'homogénéisation et la standardisation des modes de production agricole, de nombreux agriculteurs ont décidé d'exercer leur métier « autrement ». On rencontre ce phénomène tant dans des petites structures innovantes que dans de grandes exploitations. Leur existence démontre que leur comportement a sa place dans l'économie. « Être agriculteur autrement » s'inscrit dans des formes très diverses concernant la recherche de la durabilité, de nouvelles combinaisons des facteurs de production, l'innovation et la diversification des activités, la transformation de la matière première à la ferme, la commercialisation directe et locale, la localisation nouvelle des exploitations, urbaine et périurbaine notamment. L'objectif de ce groupe, mis en place en juin 2017, est de décrire les formes nouvelles de pratiques agricoles qui s'éloignent de l'agriculture dite conventionnelle, d'en évaluer les atouts et les faiblesses et de proposer des adaptations des politiques publiques afin d'en tenir compte et de les aider à se développer. Il vise également à identifier les acteurs, évaluer le poids et les dynamiques des nouvelles formes productives et

commerciales. Il a démarré le recueil de témoignages d'agriculteurs directement concernés et des institutions qui les accompagnent ou les étudient (CIVAM pour les systèmes de production, AMAP et collectivités locales pour les circuits courts, syndicats et chambres d'agriculture, Inra et universités).

- Le groupe « Réécriture du génome, éthique et acceptabilité sociale »

De nouvelles technologies, dont la plus récente est CRISPR-cas9, rassemblées sous l'intitulé générique de « *réécriture du génome* », sont apparues récemment en biologie. S'appuyant sur les acquis de la génomique, elles peuvent être à l'origine d'une évolution importante en matière de sélection génétique. Les domaines d'applications potentielles sont très divers. Différentes instances ont récemment pris position et publié des avis et des rapports ayant trait à ces technologies, qui posent un certain nombre de questions. Certains évoquent des perspectives nouvelles et enthousiasmantes, d'autres insistent sur les risques encourus, notamment du fait des enjeux environnementaux et les biologistes doivent préciser les unes et les autres. Les conséquences de l'utilisation de ces technologies peuvent s'apprécier sur des échelles de temps allant des prochaines années jusqu'au temps long, voire très long. L'utilisation possible de ces technologies pose des questions d'ordre scientifique et économique, et nous amène à nous interroger sur leur acceptabilité sociétale, sur les plans anthropologique, philosophique voire religieux et débouchera sur des réflexions de nature éthique et d'éventuelles préconisations juridiques. L'Académie d'agriculture est tout spécialement concernée par cette question qui touche aussi bien les domaines de l'agriculture et de l'élevage, que ceux de l'alimentation et de l'environnement. L'objectif de ce groupe mis en place en mars 2017 est de procéder à une analyse indépendante et objective, et de produire un avis sur ces questions complexes, afin d'éclairer les décideurs nationaux et européens et d'informer le public.

- Le groupe « Communication » a poursuivi l'audition d'experts extérieurs afin de tirer parti d'expériences réussies en termes de communication. Il s'est également intéressé aux contenus de la Revue, de la Lettre et du Mensuel de l'Académie qui seront évoqués plus loin. Il a été associé à l'élaboration d'une plaquette de présentation de l'Académie et au projet de plan de communication externe de l'Académie.

- Le groupe « Livres de l'Académie ». Il rassemble les membres du Comité éditorial et a pour objectif de mettre en œuvre une démarche éditoriale d'ouvrages de l'Académie. Il est l'interface entre l'Académie et les maisons d'édition qui ont accepté de publier des collections d'ouvrages de l'Académie et des livres qui reçoivent son label. Il examine les propositions de publications que les académiciens lui soumettent dans une volonté d'accompagnement des projets. Son but est de faire rayonner l'Académie à travers la production littéraire et scientifique des auteurs. Les éditions partenaires sont « Les Presses des Mines » (collection Académie d'agriculture) et Les Éditions Quae (ouvrages labellisés Académie insérés dans deux collections « Clés pour comprendre » et « Enjeux sciences »). Les livres publiés ont été évoqués au chapitre 1.5. Une présentation des livres parrainés par l'Académie a été réalisée en mai 2018 à la Cité du siècle vert.

- Le groupe « Notes académiques ». Créée en octobre 2015, la publication intitulée « Notes académiques » (<https://www.academie-agriculture.fr/publications/notes-academiques>) a pour objectif de diffuser des informations (en français ou en anglais) de qualité académique, dans diverses rubriques, à propos des trois champs de l'alimentation, de l'agriculture et de l'environnement. Ses travaux ont été évoqués au chapitre 1.5.

6 - Les outils de communication

Le renforcement du rôle de pilotage du Bureau, l'action du Comité éditorial de l'Académie (CEA), initialement animé par Michel Candau, et dorénavant par Jean-Louis Bernard et qui réunit tous les responsables des différents supports de communication et l'action du chargé de mission

pour la communication, Philippe Kim-Bonbled, mis à disposition de l'Académie par le ministère de l'Agriculture, assurent désormais une coordination et une animation des outils de communication efficaces.

Les Comptes Rendus de l'Académie qui rassemblent les communications faites lors des séances publiques, ainsi que les échanges avec l'auditoire, sont publiés uniquement sur le site Internet de l'Académie, à l'exception d'une dizaine d'exemplaires destinés à l'archivage interne et externe. Ils continuent à être référencés par année et volume. Ils sont préalablement relus par Christian Ferault et Jean-Claude Mounolou.

Un volume « Numéro 100 », coordonné par Christian Ferault, a marqué la fin de leur version papier. Achievé en 2017, il a donné lieu à la publication d'un livre. Sous le titre « *Questions d'agriculture, d'environnement et de société. 100 ans d'évolution des connaissances et des pratiques au travers des Comptes Rendus de l'Académie d'agriculture de France* », il comporte 25 articles de synthèse sur la période 1915 à 2015, rédigés par des académiciens.

Par ailleurs, la collection complète des Comptes Rendus de l'Académie et les Mémoires des Sociétés antérieures, depuis la création en 1761, a été confiée à la Bibliothèque nationale de France, qui les a numérisés. Ils sont accessibles au public sur son site *Gallica* et téléchargeables à partir du site de l'Académie.

Les séances publiques rassemblent des participants d'origine professionnelle variée. Elles peuvent être suivies, en direct ou en différé, sur le site de l'Académie, et en différé sur la chaîne YouTube de l'Académie (plus de 4 000 visites à ce jour).

La Revue de l'Académie, est la seule publication sur support papier de notre Compagnie. Revue de prestige, publiée trois fois par an, éditée en quadrichromie, elle est destinée à faire connaître à l'extérieur les travaux et les activités de l'Académie. Elle est adressée gratuitement à tous les partenaires que l'Académie souhaite sensibiliser à ses travaux, ainsi qu'aux membres de l'Académie. Elle comprend 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 travail 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 qui assure la prospection des annonceurs ainsi que le maquettage de la revue, son édition et sa diffusion.

La Lettre de l'Académie, vecteur de communication interne, était jusqu'en 2014 publiée trimestriellement. Cette lettre permet de diffuser le calendrier des activités ainsi que des libres opinions des membres. Elle a été remplacée depuis le numéro 22 par une lettre d'information nouvelle, illustrée et en couleurs, diffusée par courriel, puis accessible sur le site Internet de l'Académie (après identification), toutes les six semaines. Sa présentation attrayante et aérée, la signature de chaque article avec le portrait de son rédacteur, ont suscité beaucoup de vocations d'écriture. Il convient de remercier Alain Bernard qui a accepté d'en assurer la réalisation, avec le concours de Christian Ferault pour la recherche des articles, et ce jusqu'à la fin de l'année 2018. Depuis le numéro 32 son contenu fait une plus large place aux informations relatives et à la vie de l'Académie et à son fonctionnement, en réduisant celle consacrée aux points de vue, billets et brèves d'académiciens.

L'annuaire de l'Académie a été entièrement revu et enrichi. Il constitue un outil précieux pour maintenir des contacts entre académiciens ou en nouer avec les nouveaux membres élus, et pour permettre à nos partenaires extérieurs d'identifier tous les membres de notre Compagnie et de pouvoir correspondre avec eux. Il a été en partie financé en 2016 et 2017 par de la publicité.

Le site Internet (www.academie-agriculture.fr) rassemble la totalité des informations sur les actualités de l'Académie, ses publications (rapports, avis, notes de synthèse, notes académiques, notes de recherche, lettre d'information, revue). Il permet de diffuser de l'information

hors de l'Académie et facilite les échanges entre les académiciens, notamment au-delà de l'Île-de-France. En 2016 la refonte de sa page d'accueil a été réalisée afin d'en améliorer la lisibilité et de faciliter l'accessibilité aux différents onglets. La mise à jour de ses rubriques « actualités et activités » est désormais quasi journalière. Une nouvelle rubrique au centre de la page d'accueil permet aux responsables de sections et des groupes de travail de faire monter leur actualité publique, leurs notes et les contenus dans l'Encyclopédie. Enfin, l'espace presse est de plus en plus utilisé pour dialoguer avec les journalistes.

Le Mensuel de l'Académie, dont le rédacteur en chef est Christian Saber, permet d'informer sur les activités, la production, les événements, les réflexions et avis de l'Académie. Diffusé uniquement par voie électronique, le lectorat potentiel s'est considérablement accru (60 000 destinataires). Le public visé comprend les étudiants de troisième année d'écoles d'ingénieurs et de masters 2, des doctorants, des enseignants-chercheurs et des chercheurs, et désormais, des hommes politiques et des cadres des organisations professionnelles des secteurs de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement. Le contenu, adapté à ces cibles, comprend, en plus des informations générales sur l'actualité de l'Académie, des notes de recherche, des analyses de thèses et d'ouvrages, des articles scientifiques, des articles de synthèse sur des séances, des informations sur des colloques... La maquette rénovée est appréciée du plus grand nombre.

Les réseaux sociaux : depuis l'automne 2016, Philippe Kim-Bonbled et Christine Ledoux, ont fait entrer l'Académie dans les réseaux sociaux et utilisé les nouveaux outils de communication digitale. Les abonnés, amis ou « *followers* », en constante augmentation, sont 22 400 sur LinkedIn, 3 800 sur Twitter, 2 200 sur Facebook version personnelle et 650 sur Facebook page professionnelle ; mais aussi 320 sur Instagram, 100 sur You Tube. L'utilisation de ces outils modernes permet de faire connaître l'Académie d'agriculture auprès d'un nouveau public, notamment étudiant, mais aussi auprès des journalistes à la recherche d'informations et dont la présence aux séances publiques et lors des colloques se développe. Ils sont aussi l'occasion de nouer des échanges entre académiciens et abonnés aux pages de l'Académie sur les réseaux sociaux.

7 - L'international

L'Académie d'agriculture a vocation à s'intéresser aux relations internationales dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation et du développement durable et elle s'efforce, avec succès, de rencontrer des partenaires étrangers et d'échanger avec eux sur des thèmes d'intérêt commun.

En octobre 2016, l'Académie a accueilli en ses murs l'assemblée générale de l'Union européenne des académies d'agriculture, qu'elle préside depuis pour une durée de deux ans. A cette occasion s'est tenu un important colloque sur « *La science et l'agriculture* », qui a mobilisé une quinzaine de conférenciers des différentes académies européennes et mis en évidence au cours des débats des points de convergence, notamment sur les incidences des changements climatiques, les biotechnologies et l'agriculture, la sécurité alimentaire et l'agriculture durable.

En 2017, il est apparu que, compte tenu de l'Agenda européen, le sujet principal d'actualité était la préparation de la PAC post 2020. Le Conseil d'administration de l'UEAA a donné mandat à son Président, Michel Thibier, d'établir une liaison avec la Commission européenne et en particulier avec le Commissaire en charge de l'Agriculture afin de lui proposer les réflexions de ses membres. Cette mission a été remplie le 28 Septembre 2017 avec pour la première fois d'une part une position consensuelle de l'UEAA sur la PAC, et d'autre part la présentation de cette position au Commissaire en charge de l'Agriculture, Philippe Hogan, avec lequel ont eu lieu des échanges fructueux.

Le voyage d'études qui a eu lieu au Maroc pendant une semaine en avril 2017, a mobilisé vingt sept académiciens sur le thème du développement agricole du Maroc et en particulier le Plan Maroc vert, mis en place depuis 10 ans, a constitué la trame de fond de la diversité des rencontres

avec les administrations, les organisations professionnelles, les organismes de recherche et d'appui technique, et des visites de terrain illustrant les évolutions des techniques des différentes productions agricoles, de leur mobilisation et de leur valorisation, dans les différentes provinces. Des très riches échanges que ce voyage a suscités, il a été décidé d'organiser un colloque à l'Académie qui abordera avec nos confrères marocains le bilan de la stratégie du Plan Maroc vert, l'attractivité et la pérennisation du secteur agricole et la stabilisation du monde rural, et enfin le rayonnement méditerranéen et africain de l'agriculture marocaine. Ce colloque, en préparation, aura lieu au printemps 2019, à l'Académie.

Pour ce qui est des relations de l'Académie avec les pays d'Afrique de l'Ouest, les partenariats avec le GID et le projet GID Agri, on se reportera aux travaux du groupe de travail « *Développement des agricultures africaines* », au chapitre 5.

8 – Les récompenses

L'Académie attribue chaque année des prix, des médailles et des bourses et depuis 2015 des trophées. En 2017, ils ont été remis lors de la séance solennelle de rentrée le 28 septembre, les trophées l'étant lors du colloque qui s'est tenu à Bordeaux en septembre 2017, sur le thème des immeubles en bois de grande hauteur.

Les bourses Dufrenoy-Crédit agricole Ile-de-France Mécénat :

Neuf ont été attribuées à de jeunes chercheurs préparant un doctorat, ou à des techniciens inscrits à des formations pour une promotion et poursuivant des travaux originaux. Leur montant varie de 1 000 à 2 600 €. L'examen des dossiers et la sélection des candidats sont assurés par un jury constitué d'académiciens, désigné par le Bureau de l'Académie. Ces bourses sont alimentées par un fonds géré par l'Académie issu du legs de Marie-Louise Dufrenoy, en mémoire de son frère Jean Dufrenoy, ancien membre de notre Compagnie, décédé en 1972. Depuis 2014, la fondation Crédit agricole Ile-de-France Mécénat a fait un don à l'Académie permettant un financement paritaire de ces bourses, pendant une durée de 4 ans.

Le prix Jean-Dufrenoy :

D'un montant de 5 000 €, il est attribué à un chercheur de moins de 40 ans, pour l'originalité de ses travaux dont les résultats sont susceptibles de donner lieu à des applications pratiques au bénéfice de l'agriculture.

Le prix de la fondation Limagrain :

D'un montant de 1 525 €, ce prix récompense des recherches réalisées en amélioration des plantes. Il est attribué par un jury composé du Bureau de l'Académie et d'un représentant du groupe Limagrain.

Le prix scientifique de la fondation Xavier-Bernard :

D'un montant de 3 050 €, il récompense des travaux de recherche pouvant contribuer au développement durable de l'agriculture en répondant aux attentes de la société dans les domaines de l'alimentation, de l'économie et de l'environnement. Ce prix est attribué par une commission composée paritairement de membres de la fondation et de l'Académie.

Les prix de mémoire de fin d'études de la fondation Xavier-Bernard :

D'un montant variant de 700 à 1 000 €, ces prix ont été attribués à 14 étudiants d'établissements d'enseignement supérieur agronomique, publics et privés. Ils récompensent les meilleurs mémoires de fin d'études, proposés par les écoles et sélectionnés par une commission composée de membres de la fondation, du Bureau de l'Académie, d'académiciens et d'experts.

Le trophée Jean-Paul Lanly :

Destiné à récompenser une entreprise ou un organisme implanté en France et œuvrant dans le secteur de la filière bois, utilisant et accroissant la consommation de bois français, selon des méthodes et procédés innovants. Deux trophées ont été remis en 2017, après sélection par un jury

présidé par Jean-Paul Lanly, Trésorier perpétuel honoraire, qui a fait un don à l'Académie pour financer l'attribution de ces trophées.

La médaille d'or de l'Académie :

Destinée à reconnaître l'originalité et la qualité de l'ensemble d'une œuvre couronnant une carrière, la médaille d'or a été attribuée à 10 récipiendaires, sur proposition de chacune des 10 sections de l'Académie.

La médaille de vermeil de l'Académie :

Elle est attribuée à des collaborateurs techniques qui au cours de leur carrière ont rendu d'éminents services à des équipes de recherche, à des responsables de travaux récents et encore peu connus et qui auront des conséquences importantes, à des auteurs d'ouvrages analysés par des académiciens et dont la qualité et l'originalité sont particulièrement remarquables. Dix médailles de vermeil ont été attribuées en 2017 sur proposition des sections.

La médaille d'argent de l'Académie :

Destinée à récompenser une excellente thèse, dont l'analyse a été faite par l'Académie et qui peut faire l'objet d'une communication de recherche publiée sur le site de l'Académie, elle a été attribuée à 10 doctorants par la Commission académique sur proposition des sections.

Le prix de l'information scientifique à destination du public :

Pour encourager un journalisme de qualité, l'Académie d'agriculture a considéré de sa mission de mettre à l'honneur les réalisations journalistiques les meilleures, dans ses champs de compétence. Montrées en exemple, elles encourageront les plus jeunes dans ce sens, tout en contribuant à combattre les idées fausses. L'Académie a donc décidé d'instituer un prix de l'information scientifique à destination du public. La remise du premier prix a eu lieu lors du Salon international de l'agriculture 2018. Il a récompensé une journaliste du magazine « Sciences et vie » pour un article paru en 2017 sur le thème « Faut-il encore manger de la viande ? ». Une mention spéciale du jury a été décernée à une journaliste de « La France agricole » pour son article, paru en 2017 « Associations de protection des animaux : comment elles mettent la pression sur l'élevage ». Le jury était présidé par un ancien président de l'Académie et composé de trois journalistes et de trois académiciens. Cette opération, qui sera renouvelée chaque année, doit également permettre de nouer des relations de confiance avec des journalistes soucieux d'une information reposant sur des données scientifiques.

9 – Les sorties et les visites

Sous l'impulsion ancienne de Christian Maréchal, des sorties et des visites sont organisées et suivies par des confrères intéressés par une bonne connaissance des entreprises et des organismes partenaires de la recherche et de l'enseignement. Elles permettent également de mieux faire connaître à des acteurs extérieurs, notre Compagnie et ses travaux. Plusieurs sections participent à l'organisation de ces sorties.

Au cours de l'année 2017-2018 cinq visites ont été organisées :

- *Le COMPA, Conservatoire du machinisme et des pratiques agricoles et son atelier de restauration des machines*, à Chartres, le 10 octobre 2017
- *Les apiculteurs associés, producteur et conditionneur de miel français*, à la Ferté Saint-Aubin, le 12 avril 2018
- *La station d'amélioration des plantes de Bayer*, à Milly-la-Forêt, le 25 mai 2018
- *L'agro-machinisme et le centre de recherche des usines Michelin, le centre de recherches de Limagrain*, à Clermont-Ferrand, les 19 et 20 juin 2018
- *La gestion hydraulique du domaine national de Saint-Cloud*, le 17 juin 2018.

10 - Les finances et les moyens

Les finances de l'Académie demeurent toujours très contraintes.

L'année 2017 s'est terminée avec un résultat positif de 29 420 €, qui doit toutefois être interprété avec prudence puisqu'il incorpore deux éléments particuliers :

- 14 425 € de résultat financier 2016 constaté avec retard par notre comptable, et donc non passé sur les comptes 2016 ;
- 43 694 € de dons de 222 académiciens, en réponse à la demande de soutien financier à la Compagnie.

Sans ces deux éléments, l'année 2017 serait ressortie avec une perte de 28 699 €. Les inquiétudes sur le futur de nos finances ne sont donc pas levées, aussi, tant que les actions lancées vers l'extérieur n'auront pas apporté plus de rentrées, l'Académie demeurera obligée de faire appel aux dons de ses membres pour assurer son équilibre budgétaire et financer ses développements.

Nos ressources de fonctionnement proviennent principalement :

- de dons et dotations de structures externes (Ministère de l'Agriculture, Inra, Crédit Agricole, Crédit Mutuel, Groupama, Fondation Xavier-Bernard, Association des Amis de l'AAF, AEHA) ; l'Académie tient à remercier ces partenaires pour la fidélité de leur soutien, et pour la confiance qu'ils lui manifestent. Malheureusement, certaines dotations n'ont pas été réévaluées depuis plusieurs années, et celle du ministère a même enregistré une nouvelle baisse. Si ces dotations avaient simplement suivi l'inflation, notre "pouvoir d'achat" 2017 aurait été supérieur de près de 65 000 € ;

- d'une reprise de 9 000 € sur la dotation de 45 000 € faite par le Crédit Agricole Île-de-France Mécénat pour les Bourses Dufrenoy-Crédit Agricole d'Île-de-France Mécénat. L'Académie renouvelle ses remerciements à ce généreux mécène. Cette dotation aura toutefois atteint sa fin en 2018 ;

- de la location de nos salles pour 46 542 €. Les recettes 2017 ont été meilleures qu'en 2016, en dépit d'un début d'année assez décevant ;

- des revenus liés à la Revue de l'Académie (4 127€), qui, en 2017, auront à nouveau diminué ;

- des contributions financières apportées par les colloques. En 2017, cet apport aura été assez décevant : seulement 7 721 € contre 18 749 € en 2016 ;

- des revenus de nos deux forêts (ventes de bois et droits de chasse, minorés des frais et travaux liés aux forêts). Là aussi, l'apport aura été mince par rapport aux autres années, avec seulement 10 118 € ;

- des revenus des placements financiers, pour 42 570 €, dont la majorité provient du legs Dufrenoy.

Par ailleurs, ne sont pas comptabilisés :

- la valorisation de tout le travail bénévole accompli par de nombreux académiciens : Bureau, Secrétaires de sections, responsables de Groupes de travail, membres de 4AF et de AEHA, et plus généralement tous ceux qui organisent des manifestations ou contribuent au renom de l'Académie par leurs écrits et interventions ;

- la mise à disposition gratuite de deux personnes.

Les charges de l'Académie sont principalement constituées des frais de personnel (153 908 €), des diverses charges usuelles de fonctionnement (électricité, chauffage, poste, téléphone, informatique, photocopies, etc.) auxquelles s'ajoutent les charges de maintenance de l'immeuble et le versement de prix et bourses. Toutes ces dépenses, qui s'élèvent à 184 450 €, sont strictement encadrées, et en particulier, les frais de déplacement des membres ne leur sont pas remboursés.

L'année 2017 aura supporté des frais d'entretien courant de l'immeuble moins lourds qu'en 2016.

Par ailleurs, un nouveau poste de charges se pérennise et même s'alourdit : tout ce qui a trait à la communication, en particulier le site Internet, qui certes est un indispensable vecteur de notre visibilité, mais appelle sans cesse de nouveaux développements.

Le budget de 2018 reprend les grandes lignes des éléments de 2017, mais, outre la couverture de ses frais de fonctionnement courant, l'Académie aura à financer deux lourdes opérations liées à l'immeuble : la réfection de la toiture (150 000 €), et la transformation de la loge en salle de réunion (30 000 €) après le départ en retraite de notre gardienne.

Il convient de remercier Patrick Ollivier, Trésorier perpétuel, et Daniel-Éric Marchand, Vice-trésorier, pour la gestion efficace des finances et des moyens de l'Académie.

11 - Le plan d'actions

Afin de mieux faire connaître ses travaux et de les valoriser, d'améliorer sa notoriété et son utilité sociale, l'Académie d'agriculture a engagé une réflexion sur les objectifs et les cibles à atteindre et les moyens à mettre en œuvre, afin d'y parvenir.

Les **objectifs** peuvent se résumer comme suit :

- **être écoutés par l'Etat** : il s'agit de nouer des relations avec les ministères proches (Agriculture, Environnement, Enseignement et recherche, Economie et industrie, Affaires étrangères), au niveau des cabinets et des directions générales, afin de connaître leurs besoins et leur fournir des avis et des rapports qui éclairent les décisions qui doivent être prises pour la définition, le suivi de la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques, dans les domaines de compétence de l'Académie. Le dialogue a été engagé avec *la Direction générale de l'alimentation, la Direction générale des politiques agricole, agroalimentaire et des territoires* et *la Direction générale de l'enseignement et de la recherche* du ministère de l'Agriculture et *la Direction générale de l'urbanisme, du logement et de la nature* du ministère de l'Ecologie. Il s'est poursuivi avec *la Direction générale des entreprises* du ministère de l'Économie et de l'Industrie et également avec *la Présidence et la Direction générale d'Agreenium*. Ces nouvelles relations ont conduit à l'organisation de colloques en commun, au relais de nos informations sur le site du ministère, à la mise à disposition gratuite d'un chargé de mission par le Secrétariat général du ministère.

Cependant, aucune convention apportant des contributions nouvelles n'a pu être conclue !

- **être écoutés par les grands élus** : l'objectif est d'être audité par les commissions et les groupes de travail des Assemblées, afin d'apporter l'expertise de l'Académie dans le cadre de l'élaboration des rapports parlementaires ou de la préparation de dispositions législatives. Des contacts pris au Sénat ont permis de faire connaître l'avis de l'Académie sur le devenir de la PAC au président de Commission des affaires économiques et à celui de la Commission des affaires européennes. L'avis commun à trois académies sur « La place de l'innovation française dans les nouvelles biotechnologies pour l'agriculture » a été adressé aux ministères concernés et au Premier Ministre, le Cabinet du Président de la République ayant ensuite auditionné une délégation des trois académies.

- **être crédibles auprès des entreprises** : la création de l'association des Amis de l'Académie (4AF) en 2008 a permis de nous faire connaître auprès d'une vingtaine d'entreprises, *via* des conférences au cours de « petits déjeuners » et de générer quelques ressources. La création d'un Cercle des partenaires, adossé à la 4AF, a été décidée par l'association en mars 2017, son animation étant confiée à un académicien, Claude Roy. Il doit permettre d'élargir et d'approfondir des réseaux de collaboration entre l'Académie et les milieux socio-économiques et porter notamment sur la réalisation de parrainages, d'investigations, de conférences, de veilles et d'avis, mobilisant des académiciens, et générant des ressources nouvelles. La création du trophée Lanly, pour la promotion du bois français, remis chaque année depuis 2015 à deux entreprises, a permis de créer de nouveaux liens très forts entre l'Académie et le filière bois. Les visites sur le terrain d'académiciens (5 à 6 visites chaque année) permettent de nouer également des relations et de faire connaître l'Académie à des responsables d'entreprises et à des organismes partenaires de la recherche et de l'enseignement. La création du cercle des conférenciers, dans lequel se sont

inscrits une trentaine d'académiciens en 2018, va permettre de proposer des conférences rémunérées aux entreprises et générer de nouvelles ressources pour l'Académie.

- **être un relais recherché par les universitaires et les chercheurs** : la mise en œuvre des mesures préconisées par le groupe de travail *Académie/Enseignement supérieur agricole* se fait activement et reçoit un accueil très favorable des intéressés.

- **se faire connaître de la société civile** : en 2017, l'Académie a ouvert ses portes dans le cadre des Journées européennes du patrimoine et a suscité un réel intérêt des visiteurs au travers de la présentation de ses actions, de son histoire, de sa bibliothèque et de ses collections ; et en 2018 comme en 2017 l'Académie a participé très activement au Salon international de l'agriculture, en mobilisant une soixantaine d'académiciens au cours de tables rondes, d'ateliers, de conférences ou d'interventions télévisées. Cela a permis de faire découvrir ses travaux à un public nouveau, mais aussi de nouer, pendant toute une semaine, un dialogue intergénérationnel avec les étudiants d'AgroParisTech, école ayant accueilli l'Académie sur son stand.

Les **moyens** à mettre en œuvre sont les suivants :

- **cibler les recrutements de nouveaux académiciens**, afin de disposer de toutes les compétences nécessaires à l'accomplissement des missions et dont la notoriété participe à celle de l'Académie ;

- **veiller à l'engagement des membres dans les groupes de travail et l'accomplissement des tâches collectives**, avec une assiduité réelle ;

- **développer des relais territoriaux**, afin de mobiliser les académiciens en province, de faire connaître l'Académie, d'organiser des conférences et des colloques avec des partenaires locaux, et des visites en province. Six relais viennent d'être créés (Grand Nord-Ouest, Centre Val-de-Loire, Façade atlantique, Grand Est, Grand Nord-Est, Grand Sud) et un coordonnateur désigné ;

- **participer à des réunions à l'étranger**, et notamment à des colloques internationaux ;

- **valoriser la bibliothèque et le riche fonds documentaire de l'Académie**, ce qui passe par la numérisation de l'ensemble des documents et la création d'un fichier consultable en ligne. Le recrutement pour un an, en 2018, d'un agent chargé de réaliser ce travail, sous l'autorité d'André Fougeroux qui a succédé à Emile Choné comme bibliothécaire-archiviste à l'automne 2017, a permis d'engager cet important travail en mars 2018. Cela a été rendu possible par un financement de la Fondation Crédit Agricole Mécénat Ile-de-France.

- **poursuivre la mise en œuvre du plan de communication**, élaboré en 2016, afin d'être à l'écoute et réactif auprès des décideurs, des professionnels et des médias ciblés, grâce à des « listings » à jour, permettant une alimentation par des messages réguliers ;

- **mobiliser les sections pour faire connaître l'Académie** dans les réseaux socioprofessionnels de leurs membres.

12- Le projet stratégique de l'Académie

Lors d'une séance plénière tenue le 14 juin 2017, un large débat a eu lieu sur le positionnement de l'Académie, les moyens d'améliorer sa notoriété et de développer ses sources de financement. Elle a permis également d'aborder des thèmes tels que les évolutions nécessaires concernant la transversalité des travaux, l'ouverture sur l'extérieur et l'international. Dans le relevé de conclusions a été retenue l'idée de poursuivre ces réflexions et d'approfondir les différentes propositions afin de déboucher sur un Projet stratégique de l'Académie.

Un groupe de travail comprenant des membres du Bureau, des représentants des différentes sections, des animateurs de groupes de travail et de relais territoriaux, s'est réuni à une dizaine de reprises au premier semestre 2018. La commission des finances, le groupe de travail communication et le groupe de travail international ont été également consultés. Le rapport d'étape a été approuvé lors d'une séance plénière tenue le 17 mai dernier. Dans un deuxième temps, il conviendra d'auditionner des partenaires actuels ou potentiels de notre Compagnie - élus, associations, académies, ministères - afin de recueillir leurs avis et suggestions. Le rapport, complété en conséquence, devra être validé par la Commission académique, avant d'être mis en œuvre.

Dès le départ a été retenu le principe de ne pas modifier nos statuts. Approuvés le 4 juin 2014 par un décret du Président de la République, adopté en Conseil des ministres après avis du Conseil d'Etat, ils étaient l'aboutissement d'une réflexion interne approfondie qui a duré 18 mois et d'une procédure administrative très lourde. Les modifications adoptées en 2014 ont porté notamment sur la définition des missions de l'Académie, afin de mieux lui faire jouer son rôle à l'interface de la science et de la société, sur l'abaissement de l'âge de l'éméritat et de l'honorariat de quatre-vingt à soixante-quinze ans, afin de permettre un rajeunissement et une féminisation de la Compagnie, sur le rôle de la Commission académique, comme instance première de gouvernance, sur la création d'une Commission des programmes, chargée de participer à l'élaboration d'un programme de travail annuel et de statuer sur son contenu, sur l'accomplissement des missions dans le respect de principes déontologiques. Le règlement intérieur adopté le 26 novembre 2014 a défini les modalités pratiques de mise en œuvre de ces nouvelles dispositions.

Les défis à relever pour l'Académie ont été validés et se résument comme suit :

- Traiter des thèmes en phase avec les besoins et les préoccupations de la société.

Cette stratégie de réponse à la demande nécessite d'interroger en continu la demande sociale et celle des partenaires majeurs de notre compagnie et de définir périodiquement les thèmes structurant les travaux à entreprendre. Elle requiert de mettre en place une veille prospective et d'auditionner des partenaires extérieurs.

- Développer la transversalité des productions. Cela suppose que la commission des programmes, qui approuve le programme de travail annuel et arrête la liste des séances publiques et des colloques, veille à la transversalité des travaux, à la définition de thèmes structurants lors d'un séminaire associant animateurs de groupes de travail et de relais territoriaux, et à la restitution des productions des groupes de travail, qui doivent mobiliser les différentes sections. La participation des académiciens résidant en province est à rechercher au travers des relais territoriaux et de thématiques annuelles déclinées régionalement, permettant de développer des partenariats locaux au travers de manifestations régionales. Des rencontres techniques et professionnelles sur le terrain doivent être intégrées dans le programme de travail et les échanges à distance favorisés au travers la mise en place de forums sur des sujets d'actualité.

- Poursuivre l'ouverture à des partenaires et à l'international. Il conviendra de renforcer nos relations avec l'enseignement supérieur, les instituts techniques, les milieux professionnels, les autres académies, les ONG de notre domaine de compétence. Une attention particulière sera portée par la commission académique afin d'assurer des recrutements de nature à couvrir l'ensemble des champs des thèmes de travail et en particulier des acteurs du monde économique directement concernés. Le développement des relations internationales, en s'appuyant notamment sur les membres associés, doit permettre d'élargir l'espace de réflexion et d'augmenter le rayonnement de notre Compagnie, en identifiant des thèmes majeurs de réflexion et des zones géographiques prioritaires.

- Assurer la valorisation et la diffusion des productions. Cela requiert de disposer d'une base de données générale des productions, de valoriser les travaux produits par des séances accessibles à un public non spécialiste, les séminaires étant dédiés aux spécialistes. Il conviendra également de veiller à traiter des thèmes anticipant sur de futures questions d'actualité et à

mobiliser les personnalités les plus concernées en recherchant leur présence et leur participation aux débats. Des cycles de séances thématiques, des séances controversées, des séances spécifiques en partenariat avec la recherche devront être proposés. La présentation normalisée des rapports dans des délais plus courts, les avis de l'Académie résultant de propositions de groupes de travail enrichis par des forums internes et adoptés par un vote électronique des académiciens, les points de vue d'académiciens qui n'engagent que les signataires, doivent contribuer à relever ce défi. Par ailleurs, doivent continuer à être produits et valorisés l'expression libre d'académiciens *via* des articles, les Comptes Rendus de l'Académie afin d'en assurer la mémoire, promue la production de connaissances de niveau scientifique par les notes académiques, diffusées des connaissances auprès d'un large public par la constitution progressive d'une encyclopédie et de livres de l'Académie, reconnues les qualités des travaux contribuant à l'avancée des sciences et des techniques par l'attribution sélective de prix et de récompenses.

- **Développer une politique active de communication.** Une politique de communication efficace doit s'appuyer sur la préparation du plan de communication par le Bureau, la validation de ses orientations stratégiques par la Commission académique, la mise en débat régulière de sa mise en œuvre en Commission des programmes, l'exécution en étant confiée au chargé de la coordination de la communication et la coordination rédactionnelle au Comité éditorial qui réunit les acteurs des différents supports de communication. Les relations avec les médias devront être développées en créant des relations privilégiées avec certains communicants, *via* des rendez-vous spécifiques. Des relations partenariales de communication devront être recherchées autour d'événements valorisant l'image de l'Académie et par la mise en place du cercle des conférenciers au profit d'institutions et d'entreprises.

- **Assurer la pérennité financière et patrimoniale de l'Académie.** En mobilisant la Commission des finances qui associe les différentes sections, l'Association des Amis de l'Académie, le Cercle des partenaires et le Cercle des conférenciers, la recherche des sources nouvelles de financement doit conduire à développer des prestations payantes, telles que colloques, séminaires, conférences... tout en confortant les financements actuels par une démarche de financement de projets et l'appel à dons et legs auprès des académiciens.

- **Revoir le fonctionnement du système de gouvernance de l'Académie.** La Commission académique, principal organe de gouvernance, a un rôle essentiel à jouer dans l'impulsion et le suivi du projet stratégique, et la sélection des candidatures pour le recrutement de nouveaux membres, en particulier pour des fonctions stratégiques ou la représentation des acteurs professionnels ; le Bureau organe exécutif doit assurer le suivi des décisions et communiquer régulièrement en interne ; les sections, cellules de base de la Compagnie, doivent apporter une expertise collective et assurer une veille scientifique, par des échanges et des débats internes, tout en étant à l'écoute des préoccupations sociétales. Le Règlement intérieur devra être complété afin de préciser certains de ces points.

La finalisation du projet stratégique nécessitera ensuite des ajustements résultant de l'identification des attentes des partenaires par des auditions externes, et d'élaborer un plan d'actions précisant notamment les priorités et les délais de mise en œuvre, ainsi que les modalités de pilotage et de suivi.

B - LES PERSPECTIVES POUR 2018-2019

1 - L'actualisation du programme de travail

Le cadrage par grands thèmes, adopté depuis 2012 et complété en 2015, reste tout à fait adapté six ans plus tard. Il n'a pas paru pertinent de le modifier, ce qui facilite une vision globale de l'activité de l'Académie. Tel sujet, dont certains pourraient regretter de ne pas le voir figurer dans le

programme de travail 2018-2019, aura en fait été traité antérieurement ; le corollaire est que tel groupe de travail (GT), en place depuis plusieurs années, produira ses conclusions en 2019. Les réflexions et l'activité de l'Académie s'apprécient ainsi sur le moyen terme.

Les six axes retenus sont donc :

- **Produire mieux et nourrir les hommes ;**
- **Accompagner les changements globaux par une gestion adaptée des écosystèmes agricoles et forestiers ;**
- **Intégrer les politiques agricoles, environnementales et territoriales ;**
- **Contribuer au débat sur l'innovation et l'acceptabilité par la société des pratiques agricoles ;**
- **Diffuser les connaissances ;**
- **Approfondir certains domaines de connaissance.**

A l'intérieur de chacun de ces axes, un certain nombre de thèmes majeurs, en résonance avec les évolutions en cours sous nos yeux et les nouvelles avancées de la science et des diverses techniques, mais aussi avec les préoccupations et interrogations de chacun, ont été proposés par des membres de l'Académie. Il est frappant de constater leur pertinence par rapport aux questions d'actualité qui sont évoquées de plus en plus fréquemment dans les domaines de l'agriculture, de l'environnement et de l'alimentation.

Les séances hebdomadaires présentent ainsi l'état le plus actuel des connaissances scientifiques et techniques sur des sujets d'actualité ou émergents. Les débats entre les académiciens et le public permettent de confronter les avancées scientifiques à l'état de l'opinion. A titre d'exemples on peut citer la bioéconomie, l'agro-écologie, le stockage du carbone dans les sols, la biodiversité, les comportements alimentaires. L'Académie se met ainsi délibérément en position d'éclairer les choix possibles face aux multiples défis et aux contradictions du monde actuel.

1.1 - Produire mieux et nourrir les hommes

L'avancée rapide des connaissances et l'émergence de techniques et de technologies innovantes conduisent à interroger les nouvelles approches des productions, transformations et consommations qu'elles rendent possibles.

1.1.1. Nouvelles technologies au service de l'agriculture

Dans une agriculture en mouvement, les productions végétales et animales sont très directement concernées par les questions que posent l'évolution de la génétique, de la numérisation, de la robotisation, etc., et les nombreuses questions qui se posent au sujet des transformations entraînées par leur mise en œuvre.

Ces questions seront abordées lors de séances hebdomadaires :

- « La révolution CRISPR-Cas9 en élevage » (section 3 et GT correspondant)
- « Épигénétique. Quels rôles de l'épигénétique chez l'animal, le végétal et la bactérie ? » (section 6)
- « Les océans et les biotechnologies marines » (section 6)
- « L'automatisation et la robotisation dans les élevages » (section 9 et 3)

Un projet de colloque ou de rencontre est envisagé pour le SPACE de Rennes en 2019 sur le thème « **Les nouvelles technologies au service du bien-être animal en élevage** » (section 3)

Le rapport récemment réalisé par le GT *Drones* de l'Académie sera soumis au cours des prochains mois aux parties intéressées afin de tirer parti des suggestions qu'il contient, élaborées

avec le concours de spécialistes extérieurs et de diverses filières agricoles, organisations syndicales ou instances réglementaires.

Le GT *Réécriture du génome, éthique et acceptabilité sociétale* prépare un avis qui sera mis en discussion à l'occasion d'une séance plénière

Le GT *Nouvelles biotechnologies agricoles et alimentaires*, prépare un rapport en partie consacré à l'évolution des technologies et de leur impact sur la mitigation des défis souvent évoqués. Il devrait être présenté lors du prochain Salon de l'agriculture. Il est aussi prévu de le décliner sous la forme d'un colloque en novembre 2018, organisé en liaison avec la section 6.

1.1.2. Des agricultures diverses et durables

Confrontés aux exigences de la durabilité à une époque où l'on assiste à de véritables révolutions dans la manière et les moyens de produire, les systèmes d'exploitation en cours de diversification ont besoin de questionner différemment les éléments de base de l'agriculture. Il est donc important de revisiter des sujets aussi fondamentaux que la pédologie, la biodiversité, la nutrition végétale, les besoins en eau, les rotations, la protection des cultures, l'utilisation des machines, etc.

D'où une importante série de séances envisagées pour se saisir de ces questions :

- « Quelles variétés de fruits pour nos vergers demain ? » (section 1)
- « Les plantes, plaisirs ou bonheur » (section 1)
- « Adaptation de la conduite de la filière horticole (plantes et fleurs) aux nouvelles réglementations » (section 1)
- « Rôle et enjeux des acteurs et décideurs dans l'évolution de la filière fruits, (sections 1, 4, 10)
- « Rotations et agriculture raisonnée » (sections 1 et 5)
- « Projet « Structure des sols : évolutions actuelles d'origine géologique, pédologique, climatique et anthropique et conséquences » (section 5)
- « Maîtrise de la sécheresse et production agricole en régions arides et semi-arides » (section 5)
- « Quels types de rotations en fonction des types d'élevage et au regard d'objectifs environnementaux » (section 5)
- « Ressources microbiennes de la rhizosphère et développement durable » (section 5)
- « Approches systémiques de la nutrition minérale des plantes en biologie et en agronomie » (sections 5, 6)
- « A quoi servent les fongicides employés sur les céréales en végétation ? » (section 9)
- « *Cofarming* et nouvelles formes de coopération en agriculture » (sections 9, 10).

Le nouveau GT « *Etre agriculteur autrement.* » a choisi de mettre l'accent sur les questions posées par les très petites exploitations, de fait écartées des programmes nationaux ou européens de soutien à l'agriculture en raison de leur taille alors même que leur rôle social et environnemental est de première importance pour les territoires.

Le GT pluriannuel « *Agro-écologie* » doit rendre son rapport à l'automne 2018. Il devrait être présenté en séance publique avant qu'un colloque élargi ne soit organisé. Un tel colloque viserait à instaurer un débat plus vaste parmi les professionnels et les décideurs publics, apportant le témoignage de spécialistes étrangers de la transition écologique, ce qui aurait pour effet d'élargir le champ de vision à une diversité de situations économiques, culturelles, techniques et politiques.

1.2. Accompagner les changements globaux par une gestion adaptée des écosystèmes agricoles et forestiers

Pour les systèmes de production agricoles, ce qui n'était au départ qu'une manière de

ménager l'environnement naturel s'est radicalement transformé en une décennie. La mise au point de méthodes capables de préserver les milieux est devenue une constante dans les efforts de recherche, mise au point dont la dynamique est renforcée par l'étude des adaptations de l'agriculture au réchauffement climatique.

1.2.1. Environnement, changement climatique et services écosystémiques

L'analyse des opportunités offertes par l'agriculture pour minimiser le changement climatique est une tâche entreprise depuis plusieurs années par l'Académie d'agriculture de France. Il en est de même de l'analyse des pratiques dont certaines trajectoires étaient perçues en première analyse comme pesant sur la durabilité de la production ou la biodiversité dans son ensemble. Plus largement, c'est l'aménagement du territoire qui doit être questionné avec l'ambition d'apporter des solutions là où une simple approche intra-parcellaire serait insuffisante.

De tels travaux sont appelés à se poursuivre au cours des prochains mois sous la forme de séances ou de contributions particulières de groupes de travail.

- « Elevage, qualité des sols et des eaux » (sections 3, 5) ; comme suite à cette séance, la section 3 réalisera une note de mise au point concernant l'emprise de l'élevage sur les terres à vocation agricole ou les espaces naturels
- « Les migrations d'espèces et de gènes face au changement climatique » (section 6)
- « Adaptation à l'environnement. Interactions hôte-pathogène » (section 6)
- « Structuration des paysages complexes » (section 7)
- « Biodiversité et compensations écologiques » (section 7)
- « Eutrophisation continentale et marine côtière » (section 7).

Le GT *Sols* qui a clôturé son activité formelle en avril 2018 propose pour 2019 la rédaction d'un avis académique fondé sur ses travaux et dont le texte sera proposé à l'ensemble des membres de l'Académie.

Le nouveau GT « *Agriculture, Eau, Climat et Politiques publiques* », récemment constitué, doit entamer ses activités au cours de la période 2018-2019.

1.2.2. Forêts, bois : nouvelles stratégies, nouvelles perceptions, nouveaux usages

En raison de l'emprise de la forêt sur le territoire national, du renouveau potentiel des usages du bois, mais aussi des aléas économiques actuels de la filière, la mise en lumière de pistes d'évolution réalistes pour le futur constitue un exercice de première importance. De plus, la rapidité du changement climatique annoncé et l'augmentation de l'occurrence de phénomènes extrêmes sont telles que les mécanismes naturels d'adaptation des arbres et des forêts risquent d'être, au moins en partie, inopérants. Si l'homme est conduit à intervenir, il doit donc le faire d'une manière extrêmement réfléchie car il est face à des enjeux majeurs dans le long terme.

Pour approfondir ces sujets en 2018-2019, la génétique des arbres et les réseaux mycorrhiziens, domaines essentiels de la connaissance pour comprendre les écosystèmes forestiers, seront abordés sous la forme de deux séances publiques :

- « Préparer les forêts du futur. Les espèces forestières face au changement climatique : peut-on favoriser les processus de leur adaptation ? » (section 2)
- « Communication chez les arbres : mythes ou réalités ? » (sections 2, 6).

1.3 Intégrer les politiques agricoles, environnementales et territoriales

Au-delà de sa fonction productrice de biens alimentaires et non-alimentaires, l'agriculture s'insère dans des schémas économiques et territoriaux nationaux, eux-mêmes inscrits dans des ensembles plus vastes au niveau de l'Europe et bien au-delà. L'Académie s'efforce d'apporter à

ces constructions politiques des éléments d'information concrets capables d'intéresser les personnes et les organisations en charge de cette édification.

1.3.1. La décision publique nationale

Au cours de l'exercice 2018-2019, le GT *Fiscal et social* et la section 10 proposent d'explorer les marges de manœuvre nationales capables d'accélérer l'adaptation de l'appareil productif dans une logique plus économique et moins orientée vers la seule optimisation des prélèvements.

En parallèle, la section 4 propose de confronter le système alimentaire français, tel que porté par les EGA, aux différents systèmes alimentaires européens, dans leurs relations respectives à l'Europe et à leurs propres territoires. Elle abandonne pour cela la précédente approche « de la fourche à la fourchette » pour prendre en compte un moment où « la fourchette » exprime ses volontés.

La section souhaite associer et mobiliser les correspondants étrangers en préparant une enquête dont les quatre thèmes seront :

- le droit de l'alimentation et sa prise en compte des territoires ;
- l'accès à l'alimentation : droit, différences socio-culturelles et prescriptions (nutrition et santé) ;
- vers une PAAC (Politique agricole et alimentaire commune) ?
- vers l'institutionnalisation d'alternatives au modèle de production dominant ?

Ces travaux doivent déboucher sur :

- une séance « Re-territorialisation du système agro-alimentaire », mobilisant des orateurs de différents pays européens pour faire ressortir la manière dont les politiques publiques prennent en compte les territoires ;
- un colloque sur ce sujet, très largement intersections et international, est mis à l'étude.

Autres sujets de séance proposés :

- « Antibiorésistance et environnement » (section 6)
- « Les nouveaux communs territoriaux » (sections 7, 4, 10 et GT Agro-écologie).

1.3.2. Europe, international : atouts et défis

Outre le colloque organisé par l'Académie d'agriculture et Groupama sur le thème : « Gestion des risques dans la PAC post-2020 : concilier diversité et convergence dans les approches nationales », les contributions de deux groupes de travail sont attendues.

Le groupe de travail *PAC*, fort d'une trentaine de membres de l'Académie provenant de quatre sections différentes, en association avec les sections 10 et 4, va étudier différents scénarios pour le budget de la politique agricole « post-Brexit ». Il existe un risque d'éclatement et de renationalisation de cette politique qui pousse à envisager des solutions assez radicalement différentes de celles qui ont été mises en œuvre depuis 1992.

Les travaux du groupe se poursuivront en 2018-2019 autour de trois thématiques :

- comment prévenir et réagir face aux crises de plus en plus fréquentes et, plus globalement, chercher à limiter la volatilité des prix et des revenus ? Avec quels moyens et quels outils de politique agricole, et une analyse plus particulière de la filière laitière ? ;
- comment assurer la transition agro-écologique des systèmes de production ? Définition des objectifs, des moyens et des modalités individuelles et collectives de mise en œuvre d'un nouvel outil accessible à tous les agriculteurs : le contrat de transition agro-écologique ;
- un sous-groupe « Evolution des politiques agricoles et adaptation du droit de la concurrence » analysera les évolutions récentes des politiques agricoles (omnibus, loi pour l'équilibre des relations commerciales...) et l'ajustement du droit de la concurrence à ce nouvel environnement.

Dans un contexte de crise alimentaire polysémique qui s'amplifie, on observe des attentes de la société civile et des réactions multiples en faveur de systèmes alimentaires plus durables, moment que l'on peut identifier comme une « transition alimentaire ». Le GT *Transition alimentaire, filières et territoires* (TAFT), appuyé par la section 10, s'attache à relégitimer les aides aux yeux de l'opinion publique pour faire en sorte que plus de sécurité soit apportée aux exploitants, leur permettant de réaliser les investissements indispensables pour répondre aux attentes en matière de compétitivité, de qualité et d'environnement.

1.4. Contribuer au débat sur l'innovation et son acceptabilité par la société

Dans une société qui voit croître l'incompréhension et parfois la défiance d'une bonne part des citoyens peu au fait des réalités des sciences, de la nature, de l'environnement, des méthodes de recherche et des avancées des différents types d'innovations technologiques, sociales et environnementales, plusieurs sections ont entrepris d'apporter des éclairages ciblés.

Il s'agit de contribuer à décrypter des sujets majeurs qui touchent à des composantes importantes que l'on retrouve au quotidien dans l'opinion publique :

- biotechnologies,
- durabilité des systèmes productifs,
- relation homme-animal,
- qualité alimentaire,
- recherche et Société...

1.4.1. Séances publiques et colloques

La manière dont ces éclairages sont proposés passe tout d'abord par l'organisation de séances publiques ou de colloques :

- « Bois et aliments : amis ou ennemis ? », (sections 2, 8)
- Projet de colloque sur « Comment rassurer le consommateur de bois sur la durabilité de la gestion des forêts ? », (section 2)
- « Sciences participatives : mode passagère ou innovation capitale ? », (section 2)
- « Aspects sociétaux de la consommation de viande », (section 3)
- « Forces et faiblesses des systèmes de production de volailles face à l'évolution des attentes sociétales ? », (sections 3, 10)
- « Risques sanitaires et environnementaux : pourquoi tant de controverses ? », (section 9)
- « Réseaux sociaux et vidéos », (section 9).

1.4.2. Restitutions des travaux des groupes de travail :

Ces propositions de manifestations ouvertes au public seront nourries par la restitution des travaux de plusieurs groupes d'académiciens dont la réflexion va s'amplifier en 2019.

Parmi les éléments de restitutions proposés :

- des « *Points de vue d'académiciens* » sur la sécurité sanitaire des aliments (section 8), le bien-être animal (section 3), l'émission de gaz à effet de serre en élevage (coordination section 3) ;
- un colloque du groupe intersections « *Nouvelles biotechnologies agricoles et alimentaires* », qui souhaite clôturer ses travaux sur une journée d'étude intitulée « *Les nouvelles biotechnologies agricoles et alimentaires. Les innovations d'aujourd'hui, des réalités de demain* ». (AAF-4AF) ;
- la mise à l'étude d'un colloque pour valoriser les échanges de l'hiver 2017-2018 sur les inondations, (section 5) ;
- un forum sur « *Les oiseaux dans l'espace agricole* », (sections 1 et 9) ;
- des initiatives seront prises sur : « *Consommation des viandes, poissons et crustacés* », (sections 3, 7, 8 et 10) et sur « *Hiérarchisation des risques alimentaires* », (section 8).

1.5 Diffuser les connaissances

L'effort entrepris depuis plusieurs années par l'Académie pour améliorer la diffusion des connaissances vers un public diversifié est poursuivi et amplifié. C'est dans ce domaine que notre mission d'explication des enjeux techniques, économiques, sociaux et environnementaux prend aujourd'hui le plus de sens.

Outre les manifestations publiques organisées par la Compagnie, cette orientation passe en particulier par :

1.5.1. Le déploiement de l'Encyclopédie

Comprenant déjà les Comptes rendus des séances de l'Académie, cette rubrique librement accessible sur le site Internet de l'Académie regroupe dorénavant trois types de sources d'information :

- des articles de fond rassemblés sous l'index « Potentiels de la science pour une agriculture durable » ; leur nombre augmentera encore en 2018-2019 ;
- des fiches pédagogiques « Questions sur... » : inaugurées avec les « 100 questions sur la forêt et le bois » (section 2), cette rubrique sera enrichie par de nouvelles réalisations, en particulier sur les productions animales, l'élevage (section 3) et les sols (GT Sols) ;
- des documents synthétiques figurant à la rubrique « Repères » ; le nombre de ces documents, en cours de création, devrait atteindre à court terme le nombre de 50 et dépasser les 80 fin 2018 (sections 9, 8, 5, 1...).

1.5.2. Les Notes académiques

Ces publications scientifiques faisant l'objet d'une évaluation en double anonymat sont accessibles à la rubrique « Publications » du site de l'Académie. Un des objectifs poursuivis est d'améliorer leur référencement par les bases de données internationales.

1.5.3. Les Livres de l'Académie

Sont prévus :

- aux Presses des Mines un ouvrage collectif (sections 1, 4, 6) à paraître en octobre 2018 intitulé « *Au-delà des OGM* » et trois projets sur les thèmes que sont l'expertise foncière (section 4), le désherbage (section 1) et un livre à caractère historique sur Louis Pasteur (section 10) ;
- les éditions Presse des Mines éditeront un ouvrage sur l'aquaculture (section 3) ;
- d'autres parutions sont attendues fin 2018, dont « *L'alimentation en questions* », chez Odile Jacob.

1.5.4. L'édition de périodiques

La *Revue de l'Académie d'agriculture* consacrera au cours des prochains trimestres ses dossiers aux « Fiches industrielles », à « La propriété foncière », au « Plan Maroc vert », à « La bioéconomie » et à « La filière bois ».

Le GT Sols contribuera au numéro des *Annales des Mines* : « Sols en danger ».

1.5.5. L'encouragement de jeunes chercheurs

L'analyse des thèses et la mise en ligne des communications de recherche seront poursuivies par la Compagnie, afin de faciliter la diffusion des travaux de doctorants et de jeunes chercheurs.

1.5.6. Prix de l'information scientifique à destination du public

Le Prix de l'Académie vise à encourager un journalisme de qualité et à mettre en exergue des professionnels et leurs réalisations (articles, émissions, reportages, sites Internet, *blogs*...). Ce prix sera reconduit en 2019.

1.5.7. Le concours Make IT Agri

Ce concours organisé par l'Académie d'agriculture de France, AgroParisTech et la Fondation Avril s'adresse aux élèves des grandes écoles d'ingénieurs. Il a pour objet la récompense des étudiants qui œuvrent avec succès à la création d'outils numériques, informatiques ou robotiques visant à améliorer la gestion des sols, de l'eau ou de contribuer utilement à la préservation de la biodiversité ou à l'atténuation des effets du changement climatique.

Les prix correspondants seront remis pour la première fois à l'automne 2019.

1.6 Approfondir certains domaines de connaissance

Depuis ses origines, l'Académie d'agriculture de France s'intéresse au progrès technique et à ses implications sur le devenir des productions agricoles françaises, tant métropolitaines qu'ultra-marines. Une égale attention sera accordée aux transformations de l'agriculture soutenues par la demande sociétale ainsi qu'à la compétition économique qui s'amplifie avec l'ouverture des marchés.

1.6.1. Nouvelles techniques au service de la production agricole et forestière

Le travail déjà entrepris au sujet de l'introduction des robots pour la production végétale et l'élevage est à poursuivre. De même que sera maintenue notre activité au sujet de l'emploi des drones en agriculture, domaine où se recoupent des questions d'ordre réglementaire, technique ou économique. Les problèmes concernant l'usage du *Big data* en agriculture et la propriété des données seront aussi abordés en 2019.

1.6.2. Changements dans les habitudes de consommation alimentaire

Dans un contexte d'apparition de nouveaux modes de consommation alimentaire, plusieurs sections ou groupes de travail souhaitent poursuivre la consultation d'un large panel d'experts extérieurs à l'Académie avant de statuer sur ces sujets. Le recours à des spécialistes diversifiés complétera l'expertise propre des académiciens.

Ces travaux concernent dès à présent des sujets aussi essentiels que la qualité alimentaire et la rationalité des critères appliqués à sa définition, plus largement les notions fondamentales de danger et de risque. Ils portent et ils porteront particulièrement en 2019 sur la consommation de viande, de poissons, de crustacés et sur l'incidence éventuelle des nouvelles biotechnologies sur notre alimentation.

1.6.3. Le contexte économique de l'agriculture française

Depuis 2017, les difficultés de la plupart de nos filières agricoles survenant dans un contexte de prix déprimés (lait, viande, céréales, oléagineux...) ont entraîné des situations de crise accentuant la remise en cause de notre modèle de production. Elles conduisent à questionner certaines évolutions réglementaires et la manière dont sont mises en œuvre les décisions européennes et à envisager d'autres modèles économiques et des adaptations en fonction de l'évolution de la demande.

Le contexte particulier des agricultures ultra-marines a fait l'objet d'un groupe de travail spécifique dont le rapport, récemment finalisé, met l'accent sur les questions posées par les très petites exploitations.

1.6.4. Biodiversité, territoires et paysages

Les perspectives d'une agriculture visant à s'insérer de manière plus cohérente dans les espaces naturels et les fonctionnements écologiques ont fait l'objet de plusieurs groupes de travail de l'Académie : ainsi, le groupe Agro-écologie dont le rapport est attendu en 2019.

Les questions posées par la déstructuration des paysages périurbains et le mitage de terres agricoles fertiles seront mises à l'étude.

1.6.5. Nouvelles ressources issues de l'agriculture et de ses sous-produits

Au cours des dernières années, plusieurs séances ont abordé la question des nouveaux débouchés qui peuvent s'ouvrir pour l'agriculture.

Pour favoriser la concrétisation de telles opportunités, le Colloque Bioéconomie organisé à Beauvais avec UniLaSalle constitue un temps fort. Il conviendra aussi de maintenir et de renforcer les liens de notre Compagnie avec les agents économiques (entreprises, pôles de recherche, filières et associations spécialisées...) actifs dans ces domaines.

1.6.6. Une attention portée aux interrogations sociétales

L'Académie n'a pas vocation à réagir de façon systématique lors de la parution de faits inexacts ou perturbants pour la société, mais aussi pour l'agriculture, l'alimentation, l'environnement. Mais elle continuera à suivre l'actualité, à débattre et à proposer une vision équilibrée de la réalité, répondant ainsi à certaines des interrogations de nos concitoyens.

Des liens interacadémiques seront maintenus et amplifiés pour aborder des questions aussi transversales que le changement climatique, les nanoparticules, les perturbateurs endocriniens, les zoonoses, l'emploi des antibiotiques, la biodiversité ou les espèces invasives.

1.6.7. Des visites de terrain

Des visites de terrain sont prévues afin de favoriser la connaissance et la réflexion commune : le territoire AOP Chaource, une sucrerie, un abattoir et une usine de transformation de viande.

2. Amplifier le rayonnement de l'Académie

2.1. Moyens de communication

2.1.1-Au plan organisationnel :

Conformément aux orientations du projet stratégique, pour mieux valoriser les travaux de l'Académie, il est retenu au niveau organisationnel :

- de confier au Bureau le soin de préparer le plan de communication de l'Académie et sa mise à jour annuelle ;
- de faire valider ses orientations stratégiques par la Commission académique ;
- de débattre régulièrement de sa mise en œuvre à la Commission des programmes ;
- d'en confier l'exécution au chargé de la coordination de la communication ;
- d'accroître le rôle de coordination rédactionnelle du comité éditorial de l'Académie (CEA) ;
- de mettre en place une organisation interne rapide et efficace permettant à la Compagnie de répondre aux questions émanant de notre « communauté digitale » (Facebook, Twitter, LinkedIn, Youtube), désormais importante ;
- de multiplier les partenariats avec les organismes ayant une politique de communication complémentaire de celle de la Compagnie ;

2.1.2-Au niveau technique :

Il est prévu de :

- rendre plus efficace la diffusion des vidéos de la Compagnie en séquençant les séances ;

- créer la nouvelle rubrique « Encyclopédie » du site Internet www.academie-agriculture.fr.

2.2 Manifestations publiques

Principales organisations envisagées

- Journées du patrimoine 2018 : ouverture du siège de l'Académie au public ;
- Journée « Etat de l'agriculture française » prévue à Paris le 13 février 2019 : plusieurs membres de la section 9 sont investis dans sa préparation ;
- Participation à l'année Olivier de Serres ;
- Présence de l'AAF au Salon de l'agriculture 2019 et visite du SIMA.

2.3 Relations à l'international

2.3.1. Colloque international en 2019 sur le plan Maroc vert

Deux membres de la Section 1 sont impliqués dans l'organisation d'un Colloque sur ce sujet en 2019, avec l'Union européenne des académies d'agriculture (UEAA).

2.3.2. Un numéro spécial de la revue de l'AAF

Consacré à l'Agriculture méditerranéenne et coordonné par le relais territorial « Occitanie », il est prévu pour parution fin 2018 (section 1).

2.3.3. Une conférence à l'UEAA

Elle aura lieu à l'automne 2018, à Florence (Italie), et portera sur l'enseignement supérieur agricole français (section 6).

2.3.4. Colloque bilatéral

Organisé à Canton, avec l'Académie d'agriculture de la République Populaire de Chine (section 4).

2.3.5. Colloque sur les sols à Rosario, en accompagnement de l'Académie des sciences

2.3.6. Séance avec les membres étrangers

Une séance faisant intervenir plusieurs membres européens sur les évolutions de la PAC aura lieu en 2019 (sections 4 et 10).

2.3.7. Discussions en cours

Elles concernent l'organisation des colloques et manifestations suivantes :

- Manifestation : Produits laitiers sur Bar-le-Duc / Nancy (ENSAIA et Lycée agricole de Bar-le-Duc)
- Colloque : Economie transversale avec l'IESF Dakar, l'ENSAIA Nancy et en interaction avec le GID (Académie des sciences)
- Colloque : Bien-être animal et consommation de viandes avec AgroCampusOuest
- Colloque : Evolution des besoins et contenus en enseignement en fonction des grands enjeux à venir de l'agriculture et de l'élevage (GT ESA, probablement sur Paris).
- Atelier prospectif « Recherche » : Agriculture et changement climatique.

2.3.8. Agricultures africaines : liaisons avec le GID

L'AAF est membre fondateur du Groupe Inter-académique pour le Développement (GID), qui associe [30 Académies](#) membres et associées d'Europe du Sud et d'Afrique, animé notamment par l'Académie des sciences.

Le GID organise depuis plus de 10 ans des forums de réflexion euro-méditerranéens (*Parménides*) et depuis peu euro-africains (*FastDev*), qui rassemblent tous les acteurs du développement dans un domaine considéré pour en faire émerger les besoins, mettre en regard les savoirs disponibles ou à développer, identifier les obstacles à leur mobilisation et élaborer des recommandations pour les surmonter.

2.3.9. Groupe de travail consacré à l'activité internationale de l'Académie

Les objectifs sont les suivants :

- construire une participation intellectuelle active, que justifie la diversité de compétences au sein de l'Académie, aux grands événements de l'Agenda mondial : réunions des G7, G20, etc., conférences mondiales liées à l'environnement, l'eau, les sols, la forêt et le bois, l'élevage, etc.

- identifier deux ou trois sujets majeurs de défis sociétaux mondiaux pour lesquels l'Académie pourrait échanger avec les correspondants étrangers et les Académies étrangères avec lesquels l'AAF est en relation afin d'élargir sa base de réflexion au-delà du territoire national. L'action de l'UEAA comprend en partie un tel objectif ;

- s'impliquer dans le programme international de l'Académie en Afrique Sud et Saharienne, et le soutenir, en liaison avec le GID.

Un premier ensemble d'objectifs pourrait être, au cours des trois prochaines années, de participer à trois ou quatre événements internationaux en rapport avec des « défis mondiaux ». Un deuxième ensemble d'objectifs pourrait être de soutenir six à dix projets thématiques « pays », dont trois sont d'ores et déjà lancés : GID, Maroc et UEAA.

Plusieurs rendez-vous sont prévus :

- suite des Etats Généraux de l'Alimentation, en liaison avec la préparation du G7 qui se tiendra à Chambord à l'été 2019 ;

- appel International des Académies pour une meilleure gestion de la biosphère en liaison avec la réunion de l'IPBES (*The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*) prévue en France en 2019 ;

- problématique de la foresterie, en liaison avec la Russie ;

- eau et alimentation humaine, en liaison avec la réunion internationale ISOPOW (*International Symposium on the Properties of Water*) qui se tiendra à Dijon en 2019 ;

- année internationale de la santé des végétaux (FAO) pour 2020 ;

- l'eau, en liaison avec le Forum Mondial de l'eau, Dakar, 2021 ;

- le GID- Projet amélioration de l'emploi des jeunes en agriculture en Afrique sub saharienne ;

- l'UEAA, Assemblée générale 2018, Florence, Italie. Responsable : M Thibier.

Projets bilatéraux :

- projet Franco-marocain : l'agriculture marocaine ;

- relation avec l'Ukraine ;

- relation avec les pays du Sud Est Asiatique : Vietnam, Laos ;

- relation avec la Russie sur les programmes de foresterie ;

- relation avec la République Populaire de Chine ;

- relation avec les Etats-Unis d'Amérique.

3. Conduire des réflexions pour élaborer un plan stratégique de l'Académie

Lors de la séance plénière du 14 juin 2017, l'Académie d'agriculture de France s'est donné pour objectif d'élaborer le projet stratégique pour 2019-2023. La première phase de réflexions a permis de dégager des axes de travail et de préciser les orientations et le plan d'actions pour les

diverses instances et productions de la Compagnie qui ont été approuvés par les participants à la séance plénière du 17 mai 2018.

Dans les suites à donner, l'accent a été porté sur le besoin de déterminer les thèmes structurants pour les activités à venir de l'Académie. Pour ce faire, des auditions externes sont prévues de septembre à novembre 2018. Leurs synthèses seront restituées lors d'un séminaire commun de la Commission académique, des animateurs des groupes de travail et des correspondants des relais territoriaux, qui se tiendra le 22 janvier 2019. Le séminaire devra statuer sur les orientations stratégiques 2019-2023 et le choix des thématiques à développer.

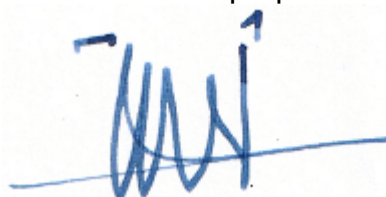
Il s'en-suivra également des modifications du Règlement intérieur pour prendre en compte les évolutions déjà précisées (Collège des séances plénières, postes stratégiques à pourvoir, rôles de la Commission académique et de la Commission des programmes en matière de politique de communication).

Dans la perspective de finalisation du projet stratégique, des plans d'action seront arrêtés :

- programme de travail 2019-2020,
- actions partenariales à engager,
- plan de communication à rénover,
- projet de modernisation à conduire,
- budgets prévisionnels à établir.

Paris, le 28 septembre 2017

Le Secrétaire perpétuel

A blue ink signature of Gérard Tendron, consisting of stylized, overlapping loops and a long horizontal stroke at the bottom.

Gérard TENDRON

Discours de Bertrand HERVIEU
Président de l'Académie d'Agriculture de France

- Madame le Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences
- Messieurs les Présidents des Académies Vétérinaire, de Pharmacie et des Technologies
- Monsieur le président du Groupe Interacadémique pour le Développement,
- Monsieur le Président de l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture
- Monsieur le Secrétaire Perpétuel
- Monsieur le Trésorier Perpétuel
- Mesdames et Messieurs
- Chères consœurs et chers confrères,

Notre séance solennelle de rentrée a pour fin première, selon notre tradition, de mettre à l'honneur des personnalités qui, par leur œuvre scientifique ou leur action, ont contribué de façon remarquable au développement économique, social et culturel des mondes agricoles.

Elle est aussi le moment de rendre compte publiquement de l'activité que notre Académie a déployée tout au long de l'année écoulée ; et je tiens à remercier les secrétaire et trésorier perpétuels, ainsi que leurs adjoints et la petite équipe des assistantes, communicants et bibliothécaires qui les entourent, pour leur vigilance quotidienne, qui rend possible la vitalité et le rayonnement de nos entreprises.

Cette séance offre enfin l'occasion de braquer le projecteur sur une avancée de la connaissance, sur un événement, sur une discipline, afin d'éclairer notre compréhension des enjeux qui se nouent au croisement de ces trois axes – Agriculture – Alimentation - Environnement – qui organisent le champ de nos réflexions.

Permettez-moi, à ce dernier titre, d'attirer un instant votre attention sur deux chiffres et de vous livrer ensuite, à leur propos, quelques brefs commentaires :

- 1,8% d'abord : c'est la part que représentent les exploitants et coexploitants agricoles dans la population active française.
- 437 000 ensuite : c'est le nombre des exploitations agricoles en France, selon une estimation de 2016, publiée en 2017

Ces deux évaluations – celle de la place de la population agricole dans la population française, et celle du nombre des exploitations s'inscrivent, on le sait, dans une longue tendance à la baisse. Ce que l'on sait moins, en revanche, et qui appelle notre attention, c'est que la baisse du nombre des exploitations correspond en même temps à un processus massif de diversification et d'éclatement des formes de l'exploitation elle-même. Moins il y a d'exploitants et d'exploitations, et plus le monde agricole se désarticule. Ce paradoxe apparent n'est intelligible qu'à la condition d'élargir le point de vue au delà du cas français, en ressaisissant la portée de ces tendances à l'échelle de la mondialisation des agricultures.

Je voudrais en quelques mots et en trois temps situer cette perspective, à défaut de pouvoir entrer plus avant dans cette analyse.

- 1) Revenons d'abord un instant sur la question démographique :

564000 exploitants et coexploitants, soit 1,8% d'une population active d'environ 30 millions d'individus. Ce chiffre doit évidemment être augmenté du nombre des salariés et actifs non salariés agricoles, mais le pourcentage ne dépasse en aucun cas les 3% de l'emploi total.

Le bas étiage de ces données n'est pas lié à l'augmentation en valeur absolue du nombre des actifs en général, pas plus qu'à l'émergence fulgurante de nouveaux métiers qui n'existaient pas il y a encore quelques années et absorberaient les nouveaux entrants sur le marché du travail. Il correspond bien à un amenuisement continu du nombre d'actifs en agriculture, corollaire des gains constants de productivité enregistrés depuis plus de 50 ans.

Les agriculteurs constituent aujourd'hui, dans une société caractérisée par la pluralisation et la diversification des métiers, une minorité professionnelle, encore fortement identifiée, mais moins nombreuse que d'autres minorités professionnelles, telles qu'on peut en trouver du côté de la santé, des transports ou de l'éducation. Une minorité professionnelle parmi d'autres, désormais entrée dans la condition ordinaire des professions et des métiers...

Mais ce qui singularise le cas des agriculteurs, et leur rend si difficile l'acculturation à cette condition, c'est qu'ils sont les seuls à être une minorité issue d'une majorité, et même d'une majorité absolue : c'était encore le cas au début du XXe siècle. Et au lendemain de la Seconde guerre mondiale, les agriculteurs représentaient encore un tiers de la population active et constituaient, dans la société française, une force politique et culturelle de premier plan.

De cette puissance d'influence, il est resté longtemps une trace non négligeable sur le terrain politique : à la fin des années 80 du XXe siècle, le poids électoral des agriculteurs, si on y incluait les réseaux familiaux qui leurs sont associés, demeurait déterminant dans 104 circonscriptions législatives sur 555, réparties dans 70 départements soit un petit cinquième des circonscriptions : aucune autre force sociale n'atteignait un tel niveau de présence et d'influence. En 1989, au moins 1/3 des maires étaient des agriculteurs ou d'anciens agriculteurs.

Aujourd'hui encore, l'érosion de la visibilité sociétale de la population agricole est atténuée par la robustesse de l'encadrement institutionnel, syndical, consulaire, économique, coopératif, bancaire...dont dispose ce secteur d'activité. Aucune autre profession ne dispose d'un tel dispositif d'encadrement et de visibilité.

Reste que la prise de conscience de cette condition minoritaire, redoublée par les mises en cause des pratiques culturelles et d'élevage au nom de la préservation de l'environnement et du bien-être animal, est extrêmement douloureuse pour les intéressés. D'autant plus douloureuse qu'elle est, pour une part au moins, la conséquence d'un processus de modernisation qui a été collectivement désiré et conquis, au nom d'un objectif qui fut extrêmement valorisant : celui de faire de la France une grande puissance agricole, capable de subvenir elle-même à ses besoins alimentaires, ce qu'elle n'avait jamais réussi à faire au cours de son histoire.

Par un retournement cruel de l'histoire, l'accès à l'abondance de la production agricole a renversé le regard collectif porté sur le monde agricole. Pendant des siècles, dans des sociétés où dominait, après la peur des famines et des disettes, la crainte des pénuries, celui-ci fut regardé comme le lieu de la production par excellence : celle des biens qui cristallisaient, physiquement et symboliquement, les impératifs vitaux de la population.

Les progrès de l'agriculture, étayés par le développement des facteurs scientifiques et techniques de la production, n'ont pas seulement fait décroître le besoin de main d'œuvre agricole. En rendant l'abondance ordinaire et banale, ils ont radicalement désenchanté l'activité des agriculteurs, soumise même désormais, de façon de plus en plus insistante et partagée, à l'évaluation de son coût écologique et environnemental. Dans le même temps, le regard de la société sur les campagnes s'est déplacé : alors que s'étend leur fonctionnalité résidentielle, leur caractère d'espace agricole s'efface dans la vision commune, derrière les attentes qui se cristallisent en termes de cadre de vie, de paysages ou de nature préservée. Les incompréhensions et tensions que génèrent ces attentes, du côté des populations agricoles, ne sont pas susceptibles de faciliter la mue culturelle majeure qui leur est aujourd'hui demandée. Pourtant, les performances quantitatives étant atteintes ce sont d'autres attentes, d'ordre

qualitatif cette fois, qui s'expriment : cette redéfinition de nouveaux objectifs assignés à un secteur qui a atteint les précédents buts qu'il s'était fixés n'est pas propre à l'agriculture, mais sans doute y est-elle d'autant plus difficile à faire partager que l'étape de la modernisation a été au moins et peut-être plus une conquête voulue de l'intérieur qu'une volonté dictée de l'extérieur. N'est-il pas amer de devoir amender ce que l'on a construit, qui plus est, ce que l'on a conquis ?

2) Tournons nous désormais vers le second chiffre, celui qui atteste de la baisse continue du nombre des exploitations : 437000 en 2016, soit une baisse de presque 2% par an au cours des six années précédentes. Chaque année, deux exploitations disparaissent lorsqu'il s'en crée une, et les projections à dix ans laissent attendre, compte tenu de la pyramide des âges, une poursuite du mouvement. (Ne nous bataillons pas sur les chiffres qui ne sont pas tous identiques mais retenons la tendance). La tendance est connue, mais elle correspond, ce qu'il l'est moins, à une puissante recomposition des formes mêmes des exploitations.

Une manière habituelle d'en euphémiser les conséquences consiste, aussi bien du côté des agriculteurs que du côté des pouvoirs publics, à faire comme si les exploitations, classées par les statistiques en Grandes, Moyennes et Petites, continuaient toutes, peu ou prou, et quoiqu'il en soit des productions et des surfaces, à relever d'un même modèle : celui de l'exploitation familiale, qui reste, pour des raisons historico-politiques, une sorte de matrice idéale de l'activité agricole dans ce pays.

Certes, les deux tiers des exploitations demeurent en effet des exploitations à caractère exclusivement familial, au regard de la détention du capital d'exploitation et de la fourniture du travail. Ce modèle, voulu comme un projet proprement politique par la IIIe République pour rallier les paysans à l'ordre nouveau issu de la Révolution française, s'est imposé dans la durée, et a été confirmé sous la Ve République, à travers les lois de 1961-1962 et la PAC première manière. Or il est aujourd'hui considérablement fragilisé, non seulement pour des raisons économiques, mais pour des raisons culturelles. Le cadre familial qui organise le travail professionnel entre en contradiction de moins en moins supportable avec la revendication à l'autonomie du couple et de l'individu. On sait que le phénomène massif du célibat paysan a son origine non pas tant dans la nature du métier lui-même que dans les contraintes imposées par le cadre familial dans lequel il s'exerce. Sur un terrain plus dramatique encore – celui du suicide paysan qui s'établit à un niveau supérieur par rapport à toutes les autres professions, Nicolas Deffontaines a mis en évidence, à la suite d'une très remarquable enquête, le fait que celui-ci est bien moins lié aux drames qui entourent des phénomènes conjoncturels qu'aux insurmontables tensions générationnelles et intergénérationnelles vécues par les intéressés et portant en particulier sur la conception de la conduite de l'exploitation et sur l'autonomie de la vie de couple. Le modèle familial, qui s'impose dans les représentations communes - et subsiste dans le discours politique - comme le modèle « naturel » de l'exercice du métier d'agriculteur est aujourd'hui profondément déstabilisé.

Il l'est d'autant plus que s'est imposé depuis un demi-siècle, de façon d'abord presque subreptice, mais irréversible, un autre modèle, de genre sociétaire, qui concerne aujourd'hui 36% des exploitations, mais occupe surtout 64% de la surface agricole utilisée, mobilisant 61% de la force de travail agricole, et assurant les trois-quarts de la production. Ces formes sociétaires sont variées : EARL, SCEA, GAEC, SARL etc. Elles ont en propre, pour la plupart d'entre elles, de dissocier clairement le capital foncier – jusqu'à le rendre abstrait, sous forme de parts de société – du capital d'exploitation. La conséquence de cette dissociation est la diminution du faire-valoir direct au profit du fermage, lequel. Une grande part de ce fermage demeure intra-familial : des parents ou des collatéraux propriétaires ont leurs enfants ou leurs neveux pour fermiers, introduisant dans le cercle familial des divergences d'intérêt et de conception de la valorisation des biens, ceci brouillant les repères des rapports familiaux. De plus la réalité sociétaire impose une sorte d'abstraction du patrimoine privé agricole, ceci au moment même où se déploie, dans la société, des attentes fortes en matière de patrimonialisation collective des sols et des paysages.

Ce développement de l'abstraction du capital en agriculture permet même que s'y développent – sous des apparences pouvant demeurer formellement familiales – des logiques capitalistes d'un type nouveau, y compris des logiques financiarisées, mises en œuvre sur de très grandes exploitations, qui témoignent de la pénétration en France d'un modèle d'« agriculture de firme » dont on a longtemps pensé qu'il demeurerait, dans ce pays massivement gouverné par le modèle de l'agriculture familiale, un épiphénomène. Il est aujourd'hui davantage qu'un phénomène émergent, et il est loin de concerner seulement les rachats de terre par des capitaux étrangers, souvent mis en avant par les médias, mais qui reste néanmoins très marginal. De leurs enquêtes en cours François Purseigle et Geneviève N'Guyen rapportent le développement significatif de la délégation intégrale des travaux par des exploitants à des entreprises de travaux agricoles ainsi que « l'émergence de juxtapositions de structures dans des sortes de holdings agricoles ».

Entre le maintien fragile des exploitations familiales traditionnelles, dont beaucoup sont promises à disparaître, le développement massif des formes sociétaires, et la percée – encore modeste mais réelle – d'une agriculture de firme alignée sur les règles mondialisées du capitalisme international, il faut encore mentionner – pour éclairer cette diversification saisissante du paysage des agricultures en France – un phénomène de création d'exploitations, qui ne sont pas des reprises et qui sont le fait d'acteurs non issus du monde agricole, souvent à la recherche, sous cette forme, d'une alternative aux modes de production et de consommation dominants. Ce dernier modèle, de portée économique faible, n'en est pas moins un lieu au sein duquel s'expérimentent des approches innovantes du travail, des techniques, de la coopération, des échanges et du lien social à l'échelle local. Il faut se garder de sous-estimer son impact culturel dans les représentations et les attentes que la société développe à l'égard de l'agriculture : il suffit, à cet égard, de songer à l'écho d'initiatives conduites en matière de permaculture, un écho qui dépasse de beaucoup le caractère ultra-localisé de ces expériences. Il suffit également d'observer les stratégies de valorisation des produits locaux par les centrales de la grande distribution comme par les collectivités locales en charge de restauration collective pour mesurer l'impact culturel de ce qui pourrait être trop hâtivement qualifié de marge.

3) Ainsi donc la pluralisation de ces différents modèles fait émerger en France, depuis une trentaine d'années, un paysage diversifié de cultures et d'économies agricoles en tension entre elles. Mais cette diversification elle-même ne prend pleinement son sens - et c'est mon troisième point - qu'au regard des grandes tendances qui réorganisent les mondes agricoles à l'échelle planétaire. Aucune pensée de la situation de l'agriculture dans un pays donné ne peut aujourd'hui faire l'économie de cette ouverture de la focale aux dynamiques mondiales qui bouleversent partout la place des paysanneries dans le monde social et économique.

Cette place – contrairement à la tendance à l'amenuisement repérée en France et dans l'ensemble des pays de l'hémisphère Nord, auquel il faut ajouter l'Australie et la Nouvelle-Zélande – n'est pas moins importante, sur le plan démographique, qu'elle le fût dans le passé. A l'horizon d'une planète urbanisée, qui comptera plus de 5 milliards de citadins en 2030, les populations agricoles ne sont certes plus « la moitié du monde ». Mais pour autant, elles n'auront jamais été aussi nombreuses, en valeur absolue, sur la surface du globe. L'Asie, continent le plus peuplé et le plus « paysan » de la planète, voit sa population agricole ou paysanne augmenter grandement, malgré une prodigieuse explosion urbaine. Et il en va de même pour le continent africain. Ce qu'il nous faut penser aujourd'hui, dans toutes ses implications économiques, sociales, culturelles et politiques, c'est le contraste qui s'approfondit et se radicalise entre, d'un côté, l'assimilation montante des agricultures « du Nord » au régime général de l'entreprise, lui-même aspiré par les logiques du capitalisme financier et, de l'autre côté, l'expansion massive d'une petite agriculture, ordonnée à la subsistance de populations laissées pour compte du développement urbain, et assignées à un congédiement sur place ou à un exil de l'intérieur. Proliférant dans les pays du Sud, le développement de cette population agricole paupérisée est repérable également en Europe, à la périphérie des grandes exploitations décollectivisées, ou en marge d'agricultures familiales déstructurées, dont le

chemin vers la modernisation ne s'est pas accompli. Il faut rappeler que dans l'Europe des 27, sur près de 14 millions d'exploitations, 11 millions sont des petites exploitations inférieures à 8 unités de développement économique, ce qui veut dire en d'autres termes qu'elles sont pauvres.

Les tensions et contradictions qui traversent le monde agricole français s'inscrivent, sur leur mode propre dans l'écartèlement des trois grands pôles qui organisent les dynamiques de l'agriculture à l'échelle mondiale :

- le pôle des agricultures familiales, déjà pluriactives où déjà spécialisées, encore dominant en dépit de la fragilisation du modèle purement familial à responsabilité personnelle, qui lui-même se recompose dans des formes sociétales encore gouvernées à l'échelle familiale.
- le pôle d'une agriculture de firme, pilotée par des logiques financières transnationales : songeons, par exemple, au volume substantiel des capitaux flottants qui, sur tous les continents, se sont investis temporairement dans l'agriculture lors de la crise de 2008. Songeons encore aux stratégies d'investissements lourds dans des pays-tiers mises en œuvre par un certain nombre d'Etats, au nom d'une politique souverainiste de sécurité alimentaire. Les travaux de Nelly Leblond sur la révolution des agricultures africaines et de Maëlle Gedouin sur la financiarisation de l'agriculture uruguayenne, récompensés lors de cette séance, en sont des illustrations convaincantes.
- Le pôle, enfin, d'une agriculture précarisée et même misérabilisée, assignée à la survie domestique de populations exclues des grandes logiques du développement mondial.

Trois points pour clore ce survol trop rapide :

- Le premier est un point de méthode : il faut, pour penser la question agricole en France, la ressaisir à partir de la diversité des trajectoires parcourues par les exploitations, en soulignant que cette diversité, par delà la question de la variété des productions et des contraintes qu'elles impriment à l'activité elle-même, est celle des modèles économiques qui sont à leur principe. C'est aussi à partir de cette disparité des modèles qu'il faut penser – au-delà de l'affrontement des intérêts nationaux – la définition d'une Politique agricole commune.
- Le second point concerne l'attention qu'il faut porter, sur cette toile de fonds d'ensemble, au phénomène, émergent dans les pays développés, du développement des micro-entreprises agricoles. Notons par exemple que dans la séquence 1979-2004, alors que le nombre des agriculteurs était divisé par 3 en France, il n'a été divisé que par 1,5 aux Etats-Unis, en dépit du développement massif de l'agriculture de firme et des processus d'agrandissement des exploitations moyennes ; ceci est le fait du développement de l'agriculture périurbaine et urbaine, comme l'a analysé Sophie Devienne. Loin d'être un phénomène marginal, voire folklorique, ce développement – qui répond partout à des attentes sociales significatives, et engage des problématiques prometteuses en matière d'emploi et d'innovation – mérite d'être considéré très sérieusement du point de vue, notamment, de l'accompagnement qu'il nécessite.
- La troisième remarque concerne la nécessité d'abandonner définitivement une vue franco-centrée de la question agricole, facilement portée à la traiter, à travers le prisme de « la fin des paysans », comme un enjeu second, voire résiduel, au regard des « grandes questions » du développement économique et des équilibres sociétaux. C'est à travers sa réinscription dans le jeu des dynamiques mondiales, et seulement dans cette réinscription, que la question agricole, en France et en Europe, peut être efficacement mise en perspective. Pour paraphraser le titre d'un livre majeur de René Dumont, qui fut, à sa mesure, un prélude à la modernisation de l'agriculture française, c'est *Le problème agricole mondial* qui est aujourd'hui devant nous.

**Allocution de Jean-Paul Lanly
à la remise des Trophées 2018 pour la valorisation du bois français
de l'Académie d'agriculture de France**

Séance solennelle de rentrée de l'Académie d'agriculture de France, 26 septembre
2018
(Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture, 9 Avenue George V, Paris-8,)

Monsieur le Président,
Madame et Messieurs les Perpétuels,
Chères consœurs, chers confrères,
Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

Chaque année, notre pays n'extrait des forêts de l'Hexagone pour la production de bois d'œuvre, d'industrie et pour l'énergie, qu'à peine plus de la moitié de leur accroissement en volume de bois, cet éco-matériau renouvelable produit par le soleil et la complicité de nos sylviculteurs. Et, ces derniers temps, de l'ordre d'un cinquième du bois français d'œuvre et d'industrie ainsi prélevé a été exporté sous forme de bois rond, donc de matière première non transformée en France, avec peu de valeur ajoutée et sans création d'emplois industriels, alors que l'emploi demeure à juste titre l'objectif premier de nos gouvernements successifs.

En même temps, une partie importante de l'approvisionnement de nos industries du bois de deuxième transformation est constituée de sciages et de pâte à papier importés.

Et ce, dans un contexte de concurrence impitoyable avec d'autres matériaux, moins performants aux plans environnemental et énergétique, mais défendus par des groupes de pression puissants ; matériaux que l'opinion publique considèrerait comme plus durables et résistants que le bois, voire impérissables, alors que de graves accidents récents, comme l'effondrement du viaduc autoroutier de Gênes, a montré que cela n'était pas si vrai.

Certes, les citoyens consommateurs optent de façon croissante pour des modes de vie plus respectueux de l'environnement et plus économes en énergie, et donc plus favorables à l'utilisation durable de notre matériau, ce qui devrait constituer un fort levier pour l'essor de la filière. Mais ce mouvement profond et durable profite surtout, pour l'instant encore, aux produits à base de bois fabriqués hors de nos frontières. Si l'on prend le cas du secteur de la construction, qui bien qu'important n'est pas le seul en cause - on pourrait en dire autant par exemple du secteur de l'ameublement et de l'agencement -, on se réjouit certes de voir en France de plus en plus de bâtiments à structure en bois, ou même tout en bois. Cependant, ce sont encore très souvent des préfabriques réalisées par des industriels allemands, autrichiens, finlandais ...

Ces divers constats illustrent les difficultés de l'ensemble de notre filière. En 2017, son déficit commercial extérieur s'est encore creusé, augmentant de 6 % en un an et dépassant les 6 milliards d'euros pour la première fois depuis 2013. Et ce, malgré les efforts importants réalisés de façon concertée par l'Etat et les autres acteurs publics et privés depuis quelques années pour mieux valoriser nos abondantes ressources.

L'Académie d'Agriculture de France, qui est aussi l'académie nationale de foresterie, consacre une partie de ses travaux au secteur forestier. Elle le fait au travers des activités de sa section "Forêts et filière bois", par des séances plénières publiques, par des avis transmis aux autorités compétentes, et par ses productions en ligne sur son site, telles la série de fiches «La forêt et le bois en 100 questions», un outil de connaissance rigoureux, à cent lieues des publications romanesques que l'on peut trouver sur la vie des arbres.

L'Académie se manifeste aussi au travers de l'action de chacun de ses membres. Pour ce qui me concerne, après une longue carrière forestière publique surtout à l'international, préoccupé par les difficultés durables de notre filière, j'ai décidé d'apporter ma très modeste contribution en faisant à l'Académie une donation pour le financement de la remise annuelle de deux trophées "pour la valorisation du bois français".

Depuis 2015, ces trophées récompensent chaque année deux entreprises, se différenciant en principe par la taille, qui

- transforment du bois français,
 - le font en quantité croissante,
 - et selon des procédés innovants,
- et, ce faisant,
- créent en France de la valeur ajoutée et des emplois industriels,
 - valorisent ainsi mieux les ressources forestières nationales et leur diversité,
 - et contribuent à améliorer la balance commerciale extérieure de la filière, en augmentant les exportations de produits finis ou semi-finis, en réduisant les importations, et en diminuant les exportations à faible valeur ajoutée de bois ronds français.

Le Comité de sélection comporte trois autres académiciens – Messieurs Patrick Ollivier, Trésorier perpétuel, Michel Vernois gestionnaire de cette récompense, et Georges-Henri Florentin, Directeur Général du CTBA, ainsi que six personnalités publiques et privées de la filière bois française.

Parmi les candidats de cette année, deux belles entreprises solides remplissant très bien les trois critères principaux de notre récompense ont été distinguées.

Je vais donc maintenant remettre à leur dirigeant, au nom de l'Académie et de sa section "Forêts et filière bois", et en mon nom propre, les deux trophées de cette année.

Le premier est attribué au Groupe Ducerf. Ce groupe, c'est d'abord une histoire de famille, commencée en 1885 à Vendennes-lès-Charolles, dans le Charolais donc, à mi-chemin entre les célèbres sites romans de Paray-le-Monial et de Cluny, entreprise qui a su se maintenir et croître malgré les vicissitudes de l'histoire au cours de bientôt un siècle et demi, et qui est dirigée aujourd'hui par ses membres de la 4^{ème} et 5^{ème} générations, représentés ici par Monsieur Edouard Ducerf, Directeur Général Adjoint du Groupe, accompagnés par Madame Karine Beurel, responsable Marketing et Communication. Le Groupe, qui emploie 160 personnes, remplit au mieux les trois critères principaux des trophées de l'Académie. D'abord, il utilise exclusivement, pour la fabrication de ses produits de 1^{ère} et 2^{ème} transformations, des bois français, du chêne surtout et secondairement d'autres feuillus, provenant des forêts de Bourgogne, de l'Allier et des régions Centre et Île-de-France. En deuxième lieu, il accroît régulièrement, à un taux annuel de 6 % ces derniers temps, son approvisionnement de bois, français donc, actuellement de 36.000 m³ de grumes, après qu'il se soit développé sur deux autres sites, acquérant en 2005 l'entreprise de scierie et rabotage Lucot Frères en Haute-Saône entre Gray et Vesoul, et reprenant en 2012 un site de production de 2^{ème} transformation proche de Dijon, la société Bourgogne Bois Industrie, spécialisée dans la fabrication de carrelets en bois massif reconstitué, lamellé-collé, aboutés, destinés aux professionnels de la menuiserie, et, plus récemment, celle de panneaux. Enfin, le Groupe Ducerf est loin d'être en reste au regard de notre troisième critère de sélection, celui de

l'innovation : il a été précurseur en créant en 2008 Bois Durables de Bourgogne, une unité de Traitement par Haute Température des bois (procédé Thermoprocess) ; et il contribue, depuis 2014, au développement de nouvelles solutions isolantes avec la jeune société I-Tech-Bois pour la création sur-mesure de parements bois des façades de bâtiment pour tout projet d'isolation par l'extérieur. Un troisième fait montre, s'il en était encore besoin, sa modernité, malgré son grand âge : exportant dans 45 pays, le Groupe Ducerf a très vite compris l'importance de la certification, et fut en 2002 la première scierie française éco-certifiée PEFC pour sa chaîne de contrôle.

(présentation du Groupe par M. Edouard Lecerf et remise du trophée)

Avec la deuxième entreprise lauréate, les Etablissements Fernand Brugère, nous restons en Bourgogne, décidément à l'honneur, bien qu'il faille nous transporter du Charolais, c'est-à-dire à l'extrême sud de la région, jusqu'à Châtillon-sur-Seine, son septentrion, au nord de la Côte d'or, à quelques encablures de l'Aube. Cette société est représentée aujourd'hui par Monsieur Christophe Février, Président, et Mesdames Roxane Perrault, Directrice commerciale, et Linda Hellal, Directrice Marketing Stratégique. La région de leur site principal n'est pas le seul élément que les deux lauréats ont en commun. Il y a aussi l'ancienneté, et donc en principe la sagesse, car l'entreprise fut créée par Fernand Brugère il y a près d'un siècle. L'approvisionnement ensuite, qui lui aussi est constitué exclusivement de bois feuillus français, surtout du hêtre, et quatre autres feuillus dont le peuplier, tous bois provenant de Bourgogne, Franche-Comté et des régions du Grand Est, représentant un volume total annuel du même ordre de grandeur que le Groupe Ducerf, entre 30.000 et 40.000 m³. Autre similarité : l'ouverture aux marchés extérieurs, les Etablissements Fernand Brugère exportant dans 30 pays. L'entreprise est ainsi leader européen en placage déroulé de hêtre, et fabrique des contreplaqués plats très appréciés à l'étranger, notamment en Allemagne. Les feuilles de hêtre produites servent à fabriquer des contreplaqués, ou sont vendues à deux entreprises françaises spécialistes du contreplaqué moulé pour l'ameublement et l'agencement, les sociétés Régnier dans l'Aube et Cardineau en Vendée, sociétés faisant aussi partie du G Groupe X, dont vous êtes Monsieur Christophe Février le gérant. La capacité de l'usine, après un incendie l'année dernière, est repartie à la hausse. Enfin, l'innovation est là : l'usine de Châtillon-sur-Seine comprend deux lignes automatisées de déroulage moderne, et deux lignes automatisées de séchage des placages. Et l'entreprise a créé, en partenariat avec l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers de Cluny, l'unité de recherche baptisée Bourgogne Placage Innovation (Bopli) dans le cadre du Laboratoire bourguignon des matériaux et procédés, à la fois pour adapter ses procédés industriels à l'origine des bois, et pour diversifier ses contreplaqués de hêtre.

(présentation des Ets Fernand Brugère par M. Christophe Février et remise du trophée)

BUREAU DE L'ACADÉMIE

POUR 2018

PRÉSIDENT	: BERTRAND HERVIEU
VICE-PRÉSIDENT	: JEAN-LOUIS BERNARD
SECRÉTAIRE PERPÉTUEL^(*)	: GÉRARD TENDRON
TRÉSORIER PERPÉTUEL^(*)	: PATRICK OLLIVIER
VICE-SECRÉTAIRE	: CONSTANT LECOEUR
VICE-TRÉSORIER	: DANIEL-ÉRIC MARCHAND
PRÉSIDENT SORTANT	: MICHEL CANDAU

^(*) Membre permanent du Bureau

PROCLAMATION DES RÉCOMPENSES

PRIX SPÉCIAUX

➔ **Le Trophée Jean-Paul LANLY pour la valorisation du bois français** est destiné à distinguer une entreprise ou un organisme implanté en France et œuvrant dans le secteur de la filière bois, utilisant et accroissant la consommation de bois français, selon des méthodes et procédés de préférence innovants.

Cette année le Trophée est attribué :

- au **Groupe DUCERF**, implanté en Bourgogne, qui regroupe plusieurs entités industrielles transformatrices de bois feuillus, dont 80% de chêne de qualité supérieure. Trois scieries transforment 50 000 m³/an de grumes et intègrent une forte capacité de pré-séchage et séchage. Par ailleurs le Groupe DUCERF a constitué une unité de production de 2^{ème} transformation (bois profilés) qui permet de proposer une large gamme de produits à valeur ajoutée, usinés et traités au moyen de technologies de pointe.

- à la **société BRUGERE**, située en Côte-d'Or, qui est spécialisée dans le déroulage de bois issus de forêts de Bourgogne, de Franche-Comté et du Grand-Est. Elle réalise des panneaux de placage et de contreplaqués, destinés à des usages particuliers en menuiserie, lutherie, à titre d'exemples. La grande flexibilité de son outil de production permet à la société BRUGERE d'être le seul fabricant national à proposer des panneaux sur-mesure.

➔ **Prix JEAN-DUFRENOY**, comportant l'attribution d'une somme de 5 000 euros, à **Fabien NOGUÉ**, pour sa contribution au développement de la biologie moléculaire avec des recherches tant fondamentales qu'appliquées ainsi que pour son aptitude à transmettre ses connaissances avec un souci de la qualité de l'expertise. (Rapporteurs : Yvette Dattée, André Gallais, Dominique Job et Georges Pelletier).

➔ **Prix de la Fondation LIMAGRAIN**, comportant l'attribution d'une somme de 1 525 euros, à **Carole CARANTA**, pour son apport à l'amélioration des plantes par sa capacité à comprendre et intégrer les problématiques de recherche à différentes échelles : moléculaires et plante entière, et pour ses grandes compétences en animation de la recherche. (Rapporteurs : Yvette Dattée, André Gallais, Dominique Job, Georges Pelletier).

DIPLÔMES DE MÉDAILLES

Médailles d'Or

• **Guillaume BÉCARD**, pour la découverte des molécules qui permettent l'établissement de la symbiose endomycorhizienne chez les plantes, une découverte majeure qui ouvre des perspectives agronomiques d'une portée socio-économique considérable. (Rapporteurs : Georges Pelletier, Dominique Job, Philippe Lemanceau, Marie-Thérèse Esquerré-Tugayé).

• **Dominique BLANCARD**, pour le développement d'outils modernes et pédagogiques d'identification des maladies des plantes afin d'aider agriculteurs et jardiniers amateurs à choisir des méthodes de lutte durables. (Rapporteurs : Hervé Lecoq, Yvette Dattée et Yves Lespinasse).

• **Allain BOUGRAIN-DUBOURG**, contribue, par ses actions de journaliste, écrivain, réalisateur, organisateur et Président de LPO, à la connaissance et la préservation de la biodiversité, un patrimoine en danger, d'une valeur éthique inestimable, indispensable à l'agriculture et l'alimentation. Il s'implique aussi dans un nouveau modèle agricole (FARRE, L'arbre du climat, Agriculture et biodiversité, Des terres et des ailes...). (Rapporteur : Denis Couvet).

• **Erwin DREYER**, pour l'importance de ses travaux sur l'adaptation des arbres forestiers aux contraintes hydriques et sa contribution décisive au développement d'un pôle de recherche, enseignement supérieur et innovation sur la forêt et le bois en Lorraine, reconnu à l'international. (Rapporteur : Jean-Marc Guehl).

• **Pierre GALTIER**, pour l'ensemble de ses travaux de recherche, plus particulièrement sur les mycotoxines, et son implication en évaluation du risque, activités menées toutes deux avec une détermination et une intégrité exemplaires. (Rapporteurs : Dominique Parent-Massin et Gérard Pascal).

• **Rémi HAQUIN**, agriculteur de talent a consacré toute sa carrière à promouvoir une agriculture alliant rentabilité et respect de l'environnement, à la fois sur son exploitation agricole et en prenant des responsabilités professionnelles au sein notamment de Valfrance, d'Adivalor et de FranceAgriMer. (Rapporteur : Bernard Ambolet).

• **Jean-Paul LACLAU**, pour l'originalité de ses recherches sur le fonctionnement hydrobiogéochimique des plantations forestières intensives et sa reconnaissance scientifique internationale et par la profession. (Rapporteur : Jacques Ranger).

• **Marcel MAZOYER**, professeur émérite d'agriculture comparée à l'Institut national agronomique Paris-Grignon, mondialement connu pour ses recherches sur les systèmes agraires, a été président du Comité du programme de la FAO de 1983 à 1993. (Rapporteur : Gilles Bazin).

• **Guillaume ROUÉ**, alors qu'il était président de la Fédération nationale porcine (FNP), a pris l'initiative de créer une organisation interprofessionnelle de la filière porcine en 2002 (reconnue en 2003 comme organisme interprofessionnel.) et en a assuré la présidence et l'animation en faisant preuve d'un esprit de diplomatie et de conciliation malgré les tiraillements entre certains maillons de la filière porcine. (Rapporteur : Jean-Paul Jamet).

Médailles de Vermeil

• **Gilles CARCASSÈS**, pour ses compétences de naturaliste et d'écologue, la qualité de ses observations et sa capacité à transmettre ses connaissances de façon rigoureuse et accessibles, voire ludique. (Rapporteurs : Yvette Dattée, Henri Delbard et Noëlle Dorion).

• **Christian GINISTY**, spécialiste de sylviculture et très bon connaisseur de la filière forêt-bois, auteur de plusieurs synthèses de grande qualité, ayant assuré la présidence du GIS coopérative de données, l'animation d'unités de recherche et la direction du centre de Nogent-sur-Vernisson de l'IRSTEA. (Rapporteur : Bernard Roman-Amat).

• **Joseph GRUAND**, a été un pionnier dans la mise en œuvre des méthodes modernes de sélection et croisement pour l'espèce porcine. La qualité génétique des cheptels porcins de notre

pays, aujourd'hui reconnue, doit énormément aux compétences qu'il a déployées dans sa fonction à l'INRA. (Rapporteurs : Joseph Bonnemaire, Christian Legault et Louis Ollivier).

- **Valérie LABAS**, pour ses travaux remarquables de phénotypage cellulaire et imagerie tissulaire ayant permis la découverte de nouveaux marqueurs protéomiques et lipidomiques. (Rapporteur : Yves Combarous).

- Au sein de l'ITERG, Institut des Corps Gras, **Florence LACOSTE** a permis le développement et l'utilisation d'un ensemble d'innovations majeures dans l'analyse des corps gras, dont elle a pu faire bénéficier la communauté grâce à son expertise et sa reconnaissance internationale. (Rapporteur : Didier Majou).

- Journaliste et écrivain **Denis LEFEVRE** a consacré la plus grande partie de ses travaux à faire connaître les transformations du monde agricole. Il vient de publier « Une histoire mondiale de l'agriculture » en 2 tomes. (Rapporteur : Bertrand Hervieu).

- Après des travaux sur les approches systèmes de production, l'engagement de **Jacques MATHIEU** dans la gouvernance d'Arvalis-Institut du végétal et sa vision stratégique ont largement contribué à porter cet institut à la place qu'il occupe aujourd'hui. (Rapporteur : Bernard Ambolet).

- **Jean-Claude MOURET**, a contribué à l'étude de la riziculture en Camargue, et à l'amélioration du système de culture pour lutter contre les adventices et la salinisation des sols. (Rapporteur : Guilhem Bourrié).

- **Adélie POMADE**, s'est intéressée au droit de l'environnement dans un cadre fortement interdisciplinaire sur des sujets concernant les régulations juridiques et sociétales des enjeux de la conservation de la biodiversité, avec une expérience à l'étranger. Elle révèle une capacité à intégrer, de manière innovante, les thématiques d'environnement dans la conceptualisation de la recherche en droit, notamment pour une meilleure gestion sociale et durable des valeurs des écosystèmes. (Rapporteur : Nicole Mathieu).

- **Dominique SOLTNER** allie diverses qualités : anticipation de longue date sur l'agroécologie, remarquable enseignant ayant laissé une profonde influence, une grande qualité pédagogique, un talent d'écrivain (16 ouvrages qui sont des manuels et il a créé sa propre collection), et une grande modestie. (Rapporteur : Michel Griffon).

Médailles d'Argent

- **Ei Mehdi ABOU-OU-CHERIF**, pour sa thèse sur l'amélioration de la précision de l'épandage d'engrais minéraux dans des parcelles ayant un certain relief. Ce travail intéressant, conduit de façon rigoureuse, est remarquable par son approche tout à fait multidisciplinaire. (Rapporteur : Guy Waksman).

- **Iola CROUÉ**, pour la qualité et la quantité de travail accompli qui sont tout à fait remarquables de pertinence du sujet et de maîtrise des outils utilisés, comme en attestent les trois publications dans des revues internationales. La thèse débouche directement sur la mise en œuvre de nouvelles évaluations des reproducteurs laitiers français pour mieux répondre aux attentes des filières concernées et de la société pour un élevage durable. (Rapporteur : Emmanuel Rossier).

• **Nicolas DEFFONTAINES**, pour sa thèse de très grande qualité mettant en évidence le « sursuicide » des agriculteurs et le caractère non conjoncturel de ce phénomène lié notamment au caractère familial du cadre du travail (Rapporteur : le Bureau).

• **Fabien ESCULIER**, pour la reconfiguration et la valorisation en agriculture des ressources d'un système d'alimentation/excrétion des territoires urbains reposant sur le « tout à l'égout ». (Rapporteur : Sylvain Pellerin).

• **Maëlle GÉDOUIN**, pour la qualité de sa recherche et de la portée de son analyse des mécanismes de la financiarisation de la production agricole en Amérique latine. (Rapporteurs : Gilles Bazin et Jean-Paul Charvet).

• **Anaïs GOULAS**, pour ses travaux sur la biodisponibilité dans les sols agricoles, sujet d'actualité, très important et traité de façon pertinente. (Rapporteur : Arlette Laval).

• Par la qualité de sa thèse, **Cédric HARTARD** contribue de manière significative à la virologie environnementale par sa proposition d'un nouvel indicateur intéressant, les phages ARN F-spécifiques, pour évaluer la contamination virale des eaux et des aliments. (Rapporteur : Didier Majou).

• **Nelly LEBLOND**, pour une thèse novatrice analysant les politiques agricoles dans le Nord du Mozambique et leurs effets inégaux sur le territoire, dans une approche interdisciplinaire. (Rapporteur : Gérard Chouquer).

• **Julie MATAGNE**, pour le caractère novateur et la très grande originalité de sa thèse « Littératie médiatique et environnement, évaluation de l'autonomie cognitive des jeunes envers les médias traitant des forêts ». Ce travail pionnier dans le domaine de la forêt débouche sur de nombreuses perspectives d'application. (Rapporteur : Yves Birot).

• **Delphine MIEULET**, pour le sujet de la recombinaison et de l'apomixie ou comment mieux maîtriser les outils de création, ou non de la diversité pour une amélioration plus performante et adaptée du riz. (Rapporteurs : Françoise Dosba et Yves Lespinasse).

• **Clémence RAVIER**, pour l'intérêt de son travail de thèse sur la conduite de la fertilisation azotée du blé démontrant la possibilité de limiter les apports par un suivi mieux maîtrisé du fonctionnement et de l'estimation des besoins de la plante. (Rapporteur : Jean-Claude Germon).

PRIX DE LA FONDATION XAVIER-BERNARD

Ces prix, attribués en commun par la Fondation Xavier-Bernard et le Bureau de l'Académie d'agriculture de France, sont financés par la Fondation Xavier-Bernard.

1 - Prix scientifique

• Prix de 3 050 euros à **François LAURENS**, pour ses recherches sur le pommier, la durabilité des résistances et la qualité du fruit, l'animation du GIS fruits, ses collaborations internationales, les nouvelles variétés résistantes adoptées par la filière. (Rapporteurs : Yves Lespinasse, Mathilde Causse et Grégoire Thomas).

2 - Prix de mémoires de fin d'études

- Prix de 1 000 euros à **Candice BEYSSAC**, élève de Montpellier Sup Agro, pour son mémoire : Fin des quotas sucriers et révision de la convention interprofessionnelle de la filière canne-sucre de La Réunion : études technico-économiques et perspectives pour les exploitations cannières.

- Prix de 1.000 euros à **Constance CUNTY**, élève de Bordeaux Sciences Agro, pour son mémoire : Impact de la contrainte hydrique et de l'effeuillage sur la cinétique de développement et l'accumulation des flavonoïdes dans les baies de Cabernet-Sauvignon.

- Prix de 1 000 euros à **Raphaël GAUTHIER**, élève de l'École supérieure d'agriculture d'Angers, pour son mémoire : Modélisation des besoins nutritionnels et alimentation de précision des truies en lactation.

- Prix de 1 000 euros à **Amélie GOULARD**, élève d'Agro Sup Dijon, pour son mémoire : Etude de la prédation des moules de bouchot par le goéland argenté : évaluation de son impact économique sur les entreprises mytilicoles et de l'efficacité des moyens de lutte employés.

- Prix de 1 000 euros à **Diego LAFORGE**, élève de VetAgroSup de Clermont, pour son mémoire : Etude de cas de la gestion coutumière de la forêt dans la communauté autochtone de Kasepuhan Pasir Eurih, Banten, Indonésie.

- Prix de 1 000 euros à **Alexandre PARIS**, élève de l'École nationale du génie de l'eau et de l'environnement de Strasbourg, pour son mémoire : Modélisations de tsunamis d'origine gravitaire dans le Golfe de Gascogne.

- Prix de 1 000 euros à **Manon VERGER**, élève de l'Institut national polytechnique-École nationale supérieure agronomique de Toulouse, pour son mémoire : Le piétin échaudage sur blé tendre : état des lieux dans le bocage vendéen.

- Prix de 700 euros à **Anaïs BERTIN**, élève d'AgroParisTech de Nancy, pour son mémoire : L'évaluation environnementale des plans locaux d'urbanisme. Comment optimiser la prise en compte des milieux naturels ?

- Prix de 700 euros à **Hélène DESMYTTERE**, élève de l'Institut supérieur d'agriculture de Lille, pour son mémoire : Influence de la disponibilité en carbone et en azote, selon divers modes de gestion des terres, sur la synchronisation entre l'offre du sol et la demande de la plante en azote.

- Prix de 700 euros à **Hélène LE PALUD**, élève d'Agro Campus Ouest de Rennes, pour son mémoire : Conception d'un outil à destination des éleveurs favorisant l'acceptabilité sociale locale des élevages.

BOURSES DUFRENOY- CRÉDIT AGRIGOLE D'ÎLE-DE-FRANCE MÉCÉNAT

Ces bourses sont attribuées à de jeunes chercheurs conformément au souhait exprimé par Jean et Marie-Louise Dufrenoy lors du legs qu'ils firent à l'Académie d'agriculture de France.

Depuis 2014, le financement de ces bourses est assuré paritairement avec le Crédit Agricole d'Ile-de-France Mécénat.

Ces bourses ont été remises aux lauréats par François IMBAULT, Président du Crédit Agricole d'Ile-de-France Mécénat, lors d'une cérémonie qui s'est tenue à l'Académie d'agriculture le 5 avril dernier.

- Bourse de 2.600 € à **Lauriane HENNET**, pour une mission de trois mois au sein du laboratoire d'Ian Godwin à l'université du Queensland en Australie, pour l'acquisition des méthodes de transformation génétique du sorgho.

- Bourse de 2.100 € à **Lucie FARRERA**, pour un séjour à l'international à la station expérimentale du Cirad en Guyane, afin de réaliser différents tests de fermentation et de collecter des échantillons de fèves de cacao.

- Bourse de 2.000 € à **Anthony BERNARD**, pour un séjour de trois mois à l'université de Davis en Californie, pour effectuer du génotypage SNP et pour créer une collaboration entre ce partenaire et le CTIFL de Lanxade.

- Bourse de 1.500 € à **Mathieu ARNAL**, pour participer au *World congress on genetics applied to livestock production* (WCGALP) 2018 à Auckland en Australie pour présenter ses travaux sur le contrôle laitier en ferme chez la chèvre.

- Bourse de 1.500 € à **Kévin MURET**, pour participer et présenter au congrès *Plant & animal genome conference* (PAG XXVI) qui s'est tenu en janvier à San Diego (USA) un poster scientifique mettant en valeur ses travaux sur l'analyse de données RNA-Seq en lien avec le métabolisme des lipides avec un focus particulier sur les ARN de type « longs non-codant ».

- Bourse de 1.500 € à **Mariem OMRANI**, pour participer au congrès *Plant & animal genome conference* (PAG XXVI) qui s'est tenu en janvier à San Diego (USA) afin de valoriser ses travaux de thèse portant sur la caractérisation « des déterminants génétiques et moléculaires de la résistance au chancre bactérien de l'abricotier » sous la forme d'un poster et/ou communication orale.

- Bourse de 1.200 € à **Cécile THOMAS**, pour effectuer une communication orale lors du 11^e Congrès mondial de phytopathologie-ICCP à Boston (USA) en juillet et août 2018.

- Bourse de 1.000 € à **Florian LAMOUCHE**, pour participer et présenter ses travaux de thèse au 5^e congrès *European nitrogen fixation* qui a eu lieu en août 2018 à Stockholm en Suède.

 **RÉFLÉCHIR**

sur le progrès dans les domaines
de **l'agriculture**,
de **l'alimentation**
et de **l'environnement**

 **EXPLIQUER**

1. **les enjeux** techniques,
économiques,
sociaux et
environnementaux

 **ÉCLAIRER**

la société
et **les décideurs**

=====

Pour nous contacter :

Mél : contact@academie-agriculture.fr

Tél. : (33) 01 47 05 10 37



Fax. : (33) 01 45 55 09 78

Pour suivre notre actualité :

www.academie-agriculture.fr et pages Académie sur les réseaux sociaux

 Académie d'Agriculture de France  @AcademieAgri

 Académie d'Agriculture de France

 Academie Agriculture de France  academieagriculturefrance

18, rue de Bellechasse, 75007 PARIS

COMMENT FAVORISER LES PROCESSUS D'ADAPTATION DES ESPÈCES FORESTIÈRES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

Séance proposée par

Catherine **BASTIEN** (section 2) et François **LEFÈVRE** (section 6)

Le réchauffement en cours du climat devrait entraîner d'importantes modifications de plusieurs paramètres déterminants pour la survie et la croissance des espèces forestières, notamment en ce qui concerne les valeurs moyennes et les extrêmes de températures et de pluviométrie. En conséquence, les aires climatiques favorables aux espèces forestières sont appelées à se déplacer en latitude et/ou en altitude et ce mouvement semble déjà amorcé, comme c'est par exemple cas du chêne vert dans le sud-ouest. Face à ces changements, les espèces d'arbres forestiers sont dotées d'une certaine plasticité phénotypique, mal connue, et de possibilités d'évolution génétique sous pression de sélection. Elles ont aussi des capacités de migration, parfois à grande distance, grâce à la dispersion de leurs graines et de leur pollen. Cependant, les changements environnementaux annoncés pourraient se produire à une vitesse nettement supérieure aux capacités connues d'adaptation, et même de migration, des espèces forestières.

Scientifiques et gestionnaires se demandent donc si des interventions humaines, éventuellement de grande ampleur, ne seraient pas nécessaires pour favoriser une meilleure adaptation des populations d'arbres forestiers aux changements climatiques annoncés.

La séance visera à présenter les connaissances disponibles grâce à l'intervention de trois chercheurs de l'INRA, et à discuter les applications auxquelles elles pourraient conduire en donnant le dernier mot au service de recherche-développement des forêts publiques, l'ONF.

CHANGEMENTS ÉVOLUTIFS CHEZ LES CHÊNES AU COURS DE CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX

par Antoine **Kremer**¹

Une question centrale en écologie évolutive dans le contexte des changements climatiques est le rythme auquel l'évolution biologique peut suivre les changements environnementaux. À cet égard, la longueur des générations des arbres peut apparaître comme une contrainte à l'évolution. Mais leur grande diversité génétique peut compenser cette limite en facilitant des changements significatifs en une seule génération. En partant de cette hypothèse, et en prenant l'exemple des chênes européens, la présentation fait le point sur les changements évolutifs constatés à différentes échelles de temps (holocène, anthropocène et époque récente) et au cours de

¹ UMR Blogeco 69 Route d'Arcachon, 33610 Cestas.

changements environnementaux bien documentés (réchauffement post glaciaire, refroidissement durant le petit âge glaciaire, changement climatique en cours).

DIFFÉRENTES ÉCHELLES DE STRUCTURATION DANS L'ESPACE DES ADAPTATIONS LOCALES

par Caroline **Scotti-Saintagne**²

Le changement climatique n'épargne pas la forêt qui montre des signes de dépérissement de plus en plus marqués. La réponse au climat est conditionnée par l'effet de l'environnement, de la génétique ou une interaction entre les deux. Nous allons voir, en introduction de cet exposé, comment la sélection naturelle agit dans les populations et quelles peuvent être les conséquences pour la diversité génétique. Puis, nous verrons au travers de plusieurs exemples d'arbres forestiers, comment la sélection naturelle peut s'exercer à différentes échelles spatiales : l'échelle régionale avec le pin maritime, l'échelle du massif du Mont Ventoux avec le hêtre et l'échelle micro-géographique avec le symphonia dans la forêt amazonienne. Ce dernier cas illustre un exemple de spéciation écologique où la sélection naturelle, malgré la présence de flux de gènes, conduit à de fortes divergences phénotypiques. Le phénomène d'hétérosis, c'est-à-dire la supériorité des hybrides par rapport à la performance des espèces parentales sera illustré dans le complexe d'espèces des pins : pin d'Alep et pin brutia ainsi que chez les hybrides de mélèze. Nous reviendrons enfin à l'échelle de l'espèce et de la population pour montrer que la sélection naturelle peut augmenter la diversité génétique en favorisant les hétérozygotes dans des populations de sapin, de cèdre et de cyprès. Enfin, avant de conclure, nous verrons quels sont les leviers d'actions possibles pour la gestion forestière.

VERS UNE GESTION EFFICACE ET EXPLICITE DE LA VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE EN POPULATIONS ARTIFICIELLES ET NATURELLES : UNE STRATÉGIE NÉCESSAIRE POUR MAINTENIR LES CAPACITÉS D'ADAPTATION DES ESPÈCES FORESTIÈRES

par Leopoldo **Sanchez Rodriguez**³

Afin de maintenir une forte variabilité génétique individuelle malgré des effets sélectifs naturels récurrents, il convient de favoriser une conservation de la diversité génétique et une ségrégation génétique efficaces en populations naturelles et en vergers-à-graines. Ce levier concerne une étape clé de la gestion : le renouvellement des peuplements, par régénération naturelle ou par plantation. Cet exposé présentera (i) l'importance d'une gestion explicite de la diversité et les différents facteurs et processus qui affectent cette gestion, (ii) les différentes stratégies utilisant notamment des informations pan-génomiques pour mieux monitorer et gérer la

² INRA Avignon.

³ INRA Orléans.

diversité et la ségrégation génétiques en conditions de sélection, et (iii) plusieurs initiatives (GenTree, B4EST et CAPSIS) ciblant cette thématique.

Section 2 “Forêts et filière bois”

Synthèse de la séance publique du 3 octobre 2018

« Comment favoriser les processus d’adaptation des espèces forestières au changement climatique ? »

Introduction :

Mme Catherine BASTIEN, membre correspondant de l’Académie, membre correspondant de la section 2 « Forêts et filière bois », qui a co-organisé cette séance avec M François LEFEVRE, membre correspondant de la section 6 « Sciences de la vie », l’introduit.

L’adaptation des espèces forestières à leur environnement, que l’on peut constater en un lieu et à un instant donné, est un processus dynamique permanent où se combinent la sélection darwinienne, la dérive aléatoire et les flux de gènes, dont le carburant est la variabilité génétique. Le potentiel adaptatif des populations d’arbres, qui associe leur plasticité phénotypique, leur variabilité génétique et les flux de gènes, détermine leur capacité à répondre aux changements, lents ou brutaux, de leur environnement. La présente séance a traité de l’exploration de ce potentiel adaptatif grâce à trois exposés de chercheurs et a débouché, en conclusion, sur une synthèse de possibles leviers d’action par la responsable du service RD&I de l’ONF : choix des espèces, conduite des peuplements, amélioration génétique, conservation des ressources génétiques.

Changements évolutifs chez les chênes au cours de changements environnementaux **par Monsieur Antoine KREMER, directeur de recherche INRA (UMR Biogeco, Bordeaux)**

M KREMER expose une série de résultats obtenus par l’UMR Biogeco et ses partenaires, qui permettent d’examiner la réponse adaptative de populations européennes de chênes à différentes échelles de temps.

A l’échelle des quelques millénaires de la recolonisation post glaciaire, l’analyse des haplotypes chloroplastiques montre que l’ADN ancien correspond à l’ADN actuel. Les premiers arbres arrivés ont donc constitué la base de la population actuelle.

A l’échelle de quelques siècles, en forêt de Tronçais, les descendants de la cohorte d’individus ayant subi le « petit âge glaciaire » (~ 1500 – 1850) débourent 10 jours plus tard que les descendants de cohortes postérieures, ce qui traduit l’adaptation au froid de leur population. (Il est cependant plus difficile de confirmer ce même patron d’adaptation en forêt de Bercé).

ESPÈCES FORESTIÈRES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE ?
Séance du 3 octobre 2018

A l'échelle d'une génération, en forêt de la Petite Charnie et en régime de régénération naturelle, le chêne rouvre progresse au détriment du chêne pédonculé, en nombre d'individus et en surface occupée. Un gradient de sélection (coefficient de régression du nombre de descendants survivants sur la valeur du caractère chez le parent) positif peut être mis en évidence pour la croissance et pour la précocité du débourrement végétatif au printemps.

M KREMER conclut que des changements évolutifs sont mesurables à différentes échelles, et qu'ils diffèrent selon qu'il s'agit du chêne rouvre ou du chêne pédonculé. Quoique faibles apparemment en valeur absolue, ces changements peuvent avoir une valeur adaptative élevée. Le fait que de tels changements se manifestent en l'espace d'une seule génération conduit à penser que l'abaissement de l'âge auquel les peuplements sont renouvelés pourrait en pratique présenter un intérêt face aux changements globaux.

Différentes échelles de structuration dans l'espace des adaptations locales.

Par Madame Caroline SCOTTI-SAINTAGNE, ingénieure de recherches INRA, (Unité de recherche Ecologie des forêts méditerranéennes – Avignon) :

Mme SCOTTI-SAINTAGNE présente tout d'abord des exemples de structuration de la diversité génétique dans l'espace à trois échelles.

A l'échelle de l'aire naturelle du pin maritime, en tests de comparaison de provenances, un effet de sélection divergente peut être mis en évidence pour la croissance en hauteur, tandis que pour la vulnérabilité à la cavitation (réponse à la sécheresse) on constate une sélection stabilisatrice.

A l'échelle d'un versant de montagne au mont Ventoux, 1000 à 1400 m d'altitude, pour le hêtre, les gradients de débournement *in situ* (tardiveté croissant avec l'altitude) et en plantation comparative en milieu commun (tardiveté diminuant avec l'altitude) sont inversés.

A l'échelle micro-topographique, en Guyane, on trouve l'espèce *Symphonia globulifera* soit en bas -fond inondé soit sur versant de « terre ferme ». Les flux de gènes sont intenses entre les arbres de ces deux groupes, très proches les uns des autres. Pourtant, 39 locus semblent indiquer qu'une sélection divergente serait à l'œuvre entre ces groupes.

La sélection divergente entre populations éloignées géographiquement existe donc souvent, mais pas toujours. Elle peut également s'exercer à très courte distance même en présence d'échanges de gènes intenses.

Mme SCOTTI-SAINTAGNE illustre ensuite les avantages que peut apporter l'hybridation : supériorité des hybrides pour la croissance chez les pins *Brutia* x *Alep* , et chez les Mélèzes Europe x Japon, et chez les mélèzes stabilité macro environnementale de cette supériorité. Au sein des peuplements de Cèdre de l'Atlas et de Sapin pectiné, on observe une augmentation du pourcentage d'individus hétérozygotes au fil du temps. Le Cyprès du Tassili présente un cas extrême d'hétérozygotie élevée et fixée par le mode de reproduction par apomixie paternelle. Ces observations tendent à montrer l'intérêt de croisements maximisant la diversité génétique des individus et des populations, qu'ils soient intra- ou inter- spécifiques.

Vers une gestion efficace et explicite de la variabilité génétique en populations artificielles et naturelles : une stratégie nécessaire pour maintenir les capacités d'adaptation des espèces forestières.

Par Monsieur Leopoldo SANCHEZ-RODRIGUEZ, INRA (UMR BioForA, Orléans) :

M SANCHEZ-RODRIGUEZ rappelle que la diversité génétique d'une population dépend de facteurs constitutifs (architecture génétique, pléiotropie) et de facteurs conjoncturels, dynamiques (dérive, flux de gènes, sélection, recombinaison). Des outils de plus en plus divers, phénotypiques, génotypiques et mixtes, permettent d'approcher et de caractériser cette diversité.

Cette dynamique de la diversité génétique peut se gérer, *ex situ* ou être pilotée *in situ*.

En forêt, en raison des inconvénients des stratégies de migrations forcées d'espèces (populations de faible taille, dispersion inadéquate, soit trop réduite soit invasive, potentiel adaptatif faible, absence de cohortes d'interaction), de nombreux auteurs préconisent des stratégies intégrées associant restauration des habitats, assistance aux flux de gènes des espèces natives et conservation des ressources génétiques.

Dans les schémas de sélection, des compromis entre gains génétiques sur une sélection de traits et niveau de diversité génétique sont possibles car ce sont des fonctions de la même variable décisionnelle. Lors des étapes de sélection s'appuyant sur la théorie de la génétique quantitative, la diversité peut être accrue, à gain génétique identique, en sur-représentant des individus à valeur génotypique soit très forte soit faible. La disponibilité d'outils permettant d'accéder à une lecture de plus en plus complète des génomes individuels permet de réaliser des sélections qui maintiennent la diversité allélique dans différentes régions du génome. Ces dernières peuvent cibler des caractères d'intérêt mais aussi des réservoirs de diversité non encore explorés. On voit aussi émerger des schémas de sélection qui maintiennent ou augmentent la fréquence des allèles rares, ou qui augmentent le taux d'hétérozygotie.

Dans le domaine des pratiques sylvicoles prenant en compte la diversité génétique, des recherches ont été lancées en France à l'initiative du RMT AFORCE. Elles développent un module spatialisé, centré sur l'individu, de gestion forestière d'un peuplement à l'échelle de quelques cycles de régénération naturelle intégrant différentes compositions génétiques et structures (*LUBERON 2* dans *CAPSIS*). Ce type de modèles permet de simuler les effets combinés de traitements sylvicoles et de perturbations (incendies, tempêtes, sécheresse,...) sur la production de bois et sur la diversité génétique futures. Deux importants programmes communautaires abordent ces sujets : GENTREE et B4EST.

Principaux sujets abordés lors du débat avec la salle

Que peut on dire de la variabilité génétique de la sensibilité des arbres aux insectes et maladies ?

Éléments apportés en réponse : Le séquençage du génome des chênes autochtones révèle en comparaison d'autres espèces végétales annuelles un très fort enrichissement en gènes de résistances à des contraintes biotiques. Cet enrichissement est le fruit de nombreuses réplifications en tandem dans certaines régions du génome. Ces réplifications sont une potentielle source de polymorphisme qui favorise le maintien d'une résistance suffisante pour des organismes très longévifs.

ESPÈCES FORESTIÈRES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE ?
Séance du 3 octobre 2018

Les aptitudes reproductrices des arbres sont-elles prises en compte dans les prédictions de réponse au changement climatique ?

Eléments apportés en réponse : Chez les chênes, la production de glands augmente linéairement avec la température moyenne annuelle observée ces dernières décennies. Chez plusieurs résineux l'augmentation des températures moyennes est associée à une augmentation de la production de pollen, mais se traduit sur plusieurs années par une diminution du pourcentage de graines pleines.

Il a été montré que la température induit des changements d'ordre épigénétique lors de la formation des embryons et que ces derniers transmis à la descendance peuvent conduire à modifier les performances phénotypiques pendant les 15 premières années de la vie des arbres. Ces effets peuvent amener à mieux prendre en compte l'environnement dans lequel se place la reproduction pour optimiser les approvisionnements en graines.

Comment un propriétaire forestier peut-il être aidé à choisir entre plantation et régénération naturelle ?

Eléments apportés en réponse : Idéalement, il faudrait pouvoir évaluer le potentiel d'adaptation du peuplement en place au climat attendu.

Comment prendre en compte les relations des arbres avec leur environnement (réseaux mycorhiziens par exemple) ?

Eléments apportés en réponse : Certaines recherches s'intéressent aux trajectoires évolutives d'écosystèmes forestiers entiers, habitats inclus. Cependant il est actuellement impossible de maîtriser les interactions entre toutes les espèces vivant dans un écosystème. Il faut accepter de ne pas avoir de certitudes en ce domaine.

Quelles sont les principales différences entre gymnospermes et angiospermes ?

Eléments apportés en réponse : Très globalement, les angiospermes semblent faire preuve d'une plus grande plasticité face au milieu/climat pour la survie et la croissance que les gymnospermes. A noter chez ces derniers les cas de Pinus pinea (pin parasol) et Thuja plicata qui associent de bonnes performances écologiques et diversité génétique intraspécifique réduite

Faut-il créer de nouveaux arboretums pour explorer le potentiel de davantage d'espèces ?

Eléments apportés en réponse : De nouveaux arboretums sont en cours d'installation depuis une dizaine d'années. Il faut veiller à bien les concevoir. Il faut aussi bien « lire » les résultats des arboretums anciens : le potentiel adaptatif d'une espèce sur plusieurs sites s'apprécie par l'analyse de la variance observée et non par celle du comportement moyen. Les arboretums jouent par ailleurs un rôle très utile de sentinelles vis-à-vis de différents risques naturels.

Conclusion

par Madame Myriam LEGAY, chef du département recherche Développement et Innovation de l'Office National des Forêts

Les changements globaux attendus apporteront des perturbations diverses (climatiques, biotiques, ...) et imprévisibles. Les espèces forestières, qui sont encore « très peu domestiquées », réagiront avec leur diversité génétique, inconnue pour l'essentiel, en modifiant des assemblages complexes de caractères.

Pour s'adapter à ces changements, deux groupes de leviers sont à la disposition des forestiers.

Augmenter et utiliser la diversité

Déplacer des espèces est une réponse, comme cela s'est fait depuis le XVIII^e siècle, avec des échecs (eucalyptus en Aquitaine, pin Weymouth), des résultats erratiques, et aussi quelques beaux succès (Douglas, Cèdre de l'Atlas). Il convient de focaliser les recherches sur les zones à climats chauds et secs, en recherchant un bon compromis entre croissance et résistance à la sécheresse. Cette stratégie pose des problèmes écologiques (biodiversité associée), génétiques (diversité génétique des populations introduites, nombreuses petites populations isolées) et sociétaux (intervention humaine sur des espaces « naturels »).

Jouer sur l'hybridation permettrait d'explorer une diversité génétique nouvelle, de conserver les services écosystémiques de l'espèce native, d'éviter l'isolement des hybrides. On pense aux sapins, aux frênes, aux chênes. Il faudra faire évoluer les esprits (publics, professionnels forestiers) qui n'y sont pas prêts. La réglementation actuelle sur les semences et plants ne favorise pas cette voie, mais ne l'interdit pas.

Déplacer des provenances a déjà été pratiqué, même si ce ne fut pas toujours à bon escient (pin maritime du Portugal dans les Landes, chênes slaves à Compiègne). Cette solution a le mérite d'assurer une transition « en douceur » par diffusion de nouveaux gènes dans la ressource native à partir d'îlots de provenances introduites. Elle a aussi un intérêt pédagogique. C'est le but du projet « Giono » conduit par l'ONF. Cependant cette stratégie pourra conduire à des réductions de la croissance.

Conduire des programmes d'amélioration en donnant priorité aux caractères d'adaptation aux nouvelles conditions climatiques et à une certaine plasticité phénotypique s'impose pour les espèces aux aires d'utilisation les plus affectées (pin maritime, ...).

Mettre en œuvre des outils sylvicoles

Les éclaircies permettent de faire évoluer la composition des peuplements ; pour anticiper un climat plus chaud et plus sec on fera évoluer les mélanges actuels au bénéfice des espèces les plus résilientes connues, par exemple :

Chênes sessile et pédonculé □ chêne sessile
Hêtre et Chêne □ Chêne
Sapin et Epicéa □ Sapin

Le sylviculteur peut valoriser la diversité initiale installée, en favorisant des micro-adaptations locales (écotypes, notamment adaptés à des biotopes plus secs), en laissant

ESPÈCES FORESTIÈRES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE ?
Séance du 3 octobre 2018

une forte compétition s'exercer au cours des jeunes stades des peuplements (sélection des individus les plus résistants à la sécheresse), en gérant les survivants à un « accident » climatique ou biotique même s'ils sont peu nombreux, plutôt que de les éliminer.

On peut penser à d'autres voies plus spéculatives : utiliser les effets épigénétiques en créant des vergers-à-graines en zones sèches, augmenter par plantation la diversité au sein des régénérations naturelles, poursuivre les efforts de compromis entre gain génétique et diversité en optimisant l'introduction d'une diversité adaptative originale dans les générations avancées de sélection.

Globalement, les forestiers évoluent vers des solutions adaptées aux caractéristiques de chaque espèce, tenant par exemple compte des modalités et de l'ampleur des flux de gènes, et intégrées, c'est à dire diverses et qui dialoguent entre elles (exemple : provenances transférées et traitements sylvicoles adaptés).

En conclusion, il convient d'agir et de multiplier les expérimentations, de préférence dans un cadre conceptuel commun, en intégrant les réflexions génétiques et sylvicoles. La mise au point de modèles à utilisation stratégique et explicitant la diversité génétique doit se poursuivre, accompagnée de la récolte des données qui permettront de les nourrir et de les tester. Enfin, il faut faire œuvre de pédagogie avec beaucoup de persévérance car, en matière de génétique, le niveau des connaissances des forestiers et du grand public est plutôt bas.

21 Novembre 2018

Contributeurs à ce document :

Mme C BASTIEN – section 2

M F LEFEVRE – section 6

M B ROMAN-AMAT – section 2

LA RÉVOLUTION CRISPR-CAS 9 EN ÉLEVAGE : LES NOUVELLES TECHNIQUES DE RÉÉCRITURE DU GÉNOME/ÉDITION DU GÉNOME DES ANIMAUX DE RENTE PAR MUTAGENÈSE CIBLÉE ONT-ELLES UNE PLACE EN ÉLEVAGE

Séance organisée par Jean-Paul **RENARD**¹

Cette séance propose d'identifier les questions que posent à l'Élevage le recours à l'utilisation des techniques de réécriture du génome souvent aussi désignées sous le vocable d'édition du génome. Contrairement aux plantes ou un cadre réglementant l'utilisation de ces nouvelles techniques d'obtention d'organismes vivants est actuellement discuté, en référence à une directive européenne de 2001 (2001/18/CE) sur la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés (OGM) dans l'environnement, aucun produit issu d'animaux OGM pourtant produits de longue date à des fins de recherche fondamentale ou médicale n'a à ce jour été autorisé pour l'alimentation, à l'exception d'un cas unique, celui d'un saumon d'élevage à croissance rapide, (le saumon AquAdvantage®) commercialisé en 2014 mais dont l'utilisation est depuis restée marginale. La séance vise à prendre la mesure de cette différence de contexte entre plantes et animaux à partir d'un état des données récentes de la recherche académique et appliquée les plus pertinentes pour une utilisation de ces techniques au bénéfice des productions animales.

L'ÉDITION GÉNOMIQUE DES BOVINS, OPPORTUNITÉ OU MENACE ?

par Laurent **SCHIBLER**¹

Les éleveurs et les acteurs des filières bovines adoptent rapidement les innovations dès lors qu'elles permettent de rationaliser le temps de travail, d'améliorer la productivité ou le bien-être des animaux et d'augmenter leurs revenus. L'édition génomique, (ou ré-écriture d'un génome), par le recours aux technologies de mutagenèse dirigée, représente de ce point de vue une opportunité, permettant par exemple l'introgression d'allèles d'intérêt d'une race dans une autre en évitant les multiples générations de croisement, d'où un gain de temps pouvant atteindre une dizaine d'année. Particulièrement efficaces pour des caractères monogéniques comme le « sans corne » bovin, ou des variants de caséines, ces technologies permettent aussi d'accélérer le progrès génétique en étant appliquées aux allèles responsables de variations quantitatives des caractères (QTLs). De même, la création de nouveaux variants conférant une résistance à certains pathogènes est séduisante. Par ailleurs, l'organisation collective mise en place pour l'amélioration génétique des ruminants garantit la maîtrise de la génétique par les éleveurs et assure la

¹ Membre de l'Académie d'agriculture de France (section 3). Directeur de l'UMR Biologie du développement et reproduction.

¹ Responsable Développement & Innovation, ALLICE*.

* ALLICE : Fédération d'entreprises de sélection bovine, ovine et caprine.

traçabilité des animaux, faisant de la filière génétique un bon laboratoire d'essai pour évaluer le rapport coût/bénéfice/risque de l'éventuelle adoption de ces technologies.

Mais cette technologie peut également être utilisée pour intégrer des portions d'ADN exogène en franchissant la barrière d'espèce ou pour produire des organismes capables de s'autoéditer (« forçage génétique »). Cette capacité d'intervention sur le vivant soulève des interrogations. D'autant que la connaissance du fonctionnement du génome ne permet pas encore aujourd'hui d'évaluer avec certitude toutes les conséquences directes et indirectes d'une mutation, sur l'individu édité ou sa descendance et que la communauté scientifique reste partagée sur les risques.

L'arrêt de la Cour de justice de l'Union Européenne du mois de juillet dernier, qualifiant d'OGM les organismes obtenus par mutagenèse ciblée, compromet sérieusement l'application de ces technologies en élevage, du fait du risque d'image sur les filières. Cette application stricte du principe de précaution, portant sur une technologie et non ses applications, conduit à une situation absurde où des règles différentes seront appliquées à des produits identiques en fonction de la méthode utilisée pour les créer. Cette décision pose également le problème du contrôle et de la détection des animaux édités et de leurs produits germinaux à l'importation, car l'introduction non déclarée de tels animaux dans nos populations risque de biaiser et déstabiliser tout le système d'évaluation génomique.

Ces technologies constituent une innovation de rupture potentielle et l'enjeu est donc fort pour l'élevage et les acteurs de la filière génétique. ALLICE, pour le compte des entreprises de sélection, s'investit ainsi que l'INRA dans le développement de la technologie chez les bovins à des fins de recherche et d'évaluation des risques. L'utilisation de ces technologies fait actuellement l'objet de débats au sein de la filière, avec pragmatisme et réalisme.

L'ÉDITION DU GÉNOME DES ANIMAUX D'ÉLEVAGE : DES AVANCÉES SCIENTIFIQUES ENTHOUSIASMANTE, DES APPLICATIONS À ANTICIPER AVEC PRUDENCE

par Jean-Stéphane JOLY²

L'édition du génome par des mutagenèses ciblées et souvent discrètes, implique le recours à des molécules (« ciseaux moléculaires ») dont la précision et l'efficacité de coupure de l'ADN ont surpris plus d'un chercheur. La panoplie des molécules utilisées est maintenant très large, une des plus récentes d'entre elles permettant même de modifier chimiquement une seule paire de bases sans effectuer de coupure de l'ADN.

Certains ont très tôt pointé sur les risques potentiels d'induction de coupures illégitimes de l'ADN par réunion de deux fragments ne présentant pas ou très peu d'homologie de séquence ; néanmoins ce type de risques inhérent à ces technologies s'est révélé être insuffisamment fondé scientifiquement. D'autres données très récentes démontrent que les cellules en culture in vitro peuvent à la suite de cassures double-brin de leur ADN, déclencher des mécanismes plus globaux conduisant à de profonds réarrangements chromosomiques. Ces risques intrinsèques obèrent-ils le recours à l'édition du génome in vivo au stade embryonnaire, notamment pour des animaux d'élevage ?

On s'attachera à éclairer, au regard de données expérimentales récentes, les conditions de mise en œuvre de ces nouvelles techniques chez les animaux d'élevage, les possibilités d'évaluer leurs effets à long terme et les avancées qu'elles pourraient avoir dans les stratégies actuelles de sélection. Mais comment anticiper, pour les prévenir, les risques extrinsèques associés à leur utilisation ? Deux espèces d'élevage, aussi différentes que le bovin et le poisson, mais toutes deux

² Directeur de Recherche INRA, Institut Neuro-PSI, CNRS, 91198 GIF-SUR-YVETTE.

à forte valeur emblématique pour l'Élevage, seront utilisées comme exemple pour esquisser des réponses.

Car peut-on accepter l'édition du génome chez des animaux d'élevage quand la dissémination des descendants des animaux fondateurs est inévitable ?

L'ÉDITION DU GÉNOME DES ANIMAUX D'ÉLEVAGE DANS LE MONDE : QUELLES APPLICATIONS, QUELLES RÉGLEMENTATIONS ?

Pascale **CHAVATTE-PALMER**¹, Geneviève **JOLIVET** et Éric **PAILHOX**
UMR BDR, INRA, ENVA, Université Paris Saclay, 78350, Jouy en Josas

L'édition du génome par la technique CRISPR Cas9 ou en utilisant d'autres outils moléculaires permettant de changer spécifiquement une ou plusieurs paires de base dans un gène, de l'invalider ou de le remplacer, est maintenant assez bien maîtrisée chez les animaux domestiques, ouvrant de nombreuses perspectives pour l'acquisition de connaissances fondamentales pour des applications biomédicales et agronomiques. Pour l'élevage, les applications potentielles de l'édition de génome sont multiples.

La prévention des maladies est l'un des premiers objectifs. Ainsi la résistance au virus du syndrome dysgénésique et respiratoire du porc (PRRS) est un objectif majeur et des animaux ainsi édités ont récemment été produits par l'équipe du Roslin Institute en Ecosse. D'autres projets chez le bovin visent à augmenter la résistance au virus respiratoire des bovins (BRD), au trypanosome ou à la tuberculose, à augmenter la résistance aux mammites ou à éliminer la protéine prion. Certaines de ces applications permettraient en outre de réduire l'utilisation d'antibiotiques en élevage.

Un autre objectif est d'améliorer la qualité ou la quantité de la production. Des résultats montrent par exemple pour la seule espèce bovine, que l'édition du génome permet d'éliminer les bêtaglobulines du lait de vache (pour réduire son allergénicité), de produire des descendants d'un seul sexe (mâle) par translocation du chromosome SRY, ou d'augmenter la production de viande par modifications ciblées du gène de la myostatine pour produire des animaux culards (bovins, ovins). Enfin, l'amélioration du bien-être et de la santé générale des animaux est aussi visée.

Aux États Unis, et alors que plusieurs organismes « génome-édités » (végétaux et champignons) ne sont pas considérés comme des organismes génétiquement modifiés du fait qu'aucun gène étranger n'a été introduit dans leur génome, la réglementation reste sévère pour les animaux d'élevage destinés à la consommation humaine : la *Food and Drug Administration* (FDA) américaine considère ces animaux comme des « médicaments » (*drugs*). Au Canada par contre, la société Semex a annoncé le lancement d'un programme pour la production de bovins sans cornes par édition de génome. En Chine, un institut entier, situé en Mongolie intérieure, est dédié à l'édition du génome des animaux domestiques mais l'encadrement législatif de leur utilisation à des fins alimentaires n'est pas encore établi. En Europe enfin, la décision récente de la Cour de Justice de l'Union Européenne (CJUE) dit pour droit que les organismes produits par édition de génome devront être traités selon la directive 2001/18/EC qui réglemente la transgénèse ce qui, en l'état, pourrait obérer le développement des technologies d'édition du génome en Élevage.

¹ Vice-présidente de l'International Embryo Technology Society (IETS).

LES FRUITS DU FUTUR À L'HORIZON 2035-2040

Séance organisée par Françoise **DOSBA**¹

Contexte et enjeux :

Quelles seront les variétés fruitières adaptées aux futurs systèmes de production en arboriculture et aux futures demandes en fruits des consommateurs ? Tel a été le thème d'une étude prospective* dont les travaux ont été rendus publics en mars 2018.

Les réflexions ont porté sur l'avenir de la production arboricole, confrontée à de nombreuses évolutions qui peuvent avoir, à terme, un impact sur la composition variétale du verger français :

- D'une part, des évolutions du contexte général, comme le changement climatique, les réglementations commerciales ou la part de l'alimentation en fruits dans le budget des ménages...

- D'autre part, des évolutions spécifiques à la filière, comme les changements de pratiques culturales, la spécialisation des producteurs ou les motivations des consommateurs en termes de qualités des fruits...

- Enfin, les évolutions liées à la sélection variétale, comme le choix des priorités en matière de sélection, la gestion des variétés de type club ou le rythme du renouvellement variétal...

Tous ces sujets ont été étudiés par un groupe d'experts dans le cadre de l'étude prospective et ont fourni des scénarios qui proposent des futurs possibles et qui permettent aux acteurs de la filière de choisir les attitudes stratégiques à adopter. L'objet de cette séance publique est d'examiner trois grandes questions qui sont transversales à tous les scénarios et qui seront des paramètres majeurs à prendre en compte dans le futur. (1) L'impact du changement climatique, particulièrement important pour les cultures pérennes. (2) La sensibilité croissante des consommateurs aux résidus de pesticides dans les fruits. (3) L'avenir de la création variétale, levier majeur pour l'arboriculture.

LES PRODUCTIONS FRUITIÈRES FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : C'EST MAINTENANT QU'IL FAUT ANTICIPER

par Jean-Michel **LEGAVE**¹

L'anticipation des effets du changement climatique est désormais un objectif de plus en plus partagé.

Située dans une zone tempérée du globe, la France métropolitaine présente en effet une importante diversité de climats favorables à l'agriculture. Cette richesse a notamment permis un développement important des cultures fruitières. Mais la rapidité et l'ampleur des évolutions

¹ Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, Directeur de recherche honoraire de l'INRA.

¹ Ancien Directeur de recherche INRA, chargé de mission INRA pour la coordination d'un ouvrage collectif sur l'adaptation des productions fruitières au changement climatique (parution prévue fin 2019, éditions Quae Synthèses).

climatiques, déjà engagées et qui s'annoncent, sont sans précédent à l'échelle de l'agriculture moderne.

D'ores et déjà des impacts de l'évolution climatique sur les processus phénologiques ont été largement mis en évidence (avancées de floraison et de maturité) dans tous les régions de production de France métropolitaine et plus largement en Europe occidentale. Outre des impacts à ce jour avérés sur la phénologie, des impacts sur de nombreux autres processus physiologiques déterminant le comportement agronomique des espèces fruitières sont attendus dans un futur proche (2020-2050). Globalement, ces impacts auront des conséquences sur la précocité, la régularité et la qualité des productions fruitières. Ces conséquences d'ordre agronomique pourront elles-mêmes fortement affecter et modifier les modes culturels et la régionalisation des productions. Des bouleversements d'ordre socio-économique qui en résulteront sont donc à anticiper, notamment dans les régions méditerranéennes de production les plus exposées aux augmentations de la température et aux diminutions de pluviométrie, mais aussi dans des régions identifiées par des productions spécifiques (indications géographiques).

Des enjeux en termes d'amélioration des connaissances scientifiques et agronomiques (écophysiologie de la dormance, ...), d'avancées méthodologiques (modélisations, ...), de conduite d'expérimentations régionalisées (observatoires de la phénologie, ...), ... ont déjà fait l'objet de réflexions mais ces dernières restent parcellaires et demandent à bénéficier de davantage de partenariats nationaux (dires d'experts) et de collaborations internationales. Ces enjeux doivent en outre être hiérarchisés selon leur urgence suivant l'espèce cultivée et la région de culture. Globalement, les enjeux jugés prioritaires face au changement climatique annoncé concernent l'adaptation de la phénologie, l'adaptation à une moindre disponibilité en eau, l'adaptation de qualités essentielles des fruits et l'adaptation à des extensions ou apparitions de bio-agresseurs en relation avec les évolutions climatiques.

Au-delà de ces réflexions, les possibilités d'adaptation au changement climatique à ce jour disponibles apparaissent principalement basées sur des capacités d'adaptation climatique anciennement obtenues, notamment par amélioration génétique tant pour les variétés (faibles besoins en froid, floraisons tardives, auto-fertilités) que pour les porte-greffes (tolérances au froid et à la sécheresse). De nouveaux programmes d'adaptation aux conditions climatiques doivent donc être mis en œuvre sans attendre, sans doute de façon justifiée et raisonnée, compte tenu de la complexité et de la longue durée de ces programmes chez les espèces fruitières. A ce niveau opérationnel d'anticipation des effets du changement climatique, une implication conséquente de partenariats nationaux et de collaborations internationales doit être également recherchée, à l'image des adaptations historiquement et actuellement conduites dans des régions à 'climats doux' (notre futur climatique). Il n'y aura probablement pas de 'solutions uniques', mais une diversité d'approches pouvant se compléter (adaptations génétiques, adaptations des systèmes et aires de culture) selon le type de production (Agriculture intensive, Agriculture Biologique, Agroécologie). Enfin, si ces adaptations doivent permettre d'anticiper des 'vulnérabilités' induites par le changement climatique, elles doivent aussi permettre de valoriser des 'opportunités' qu'il peut également offrir (cultures nouvelles ou élargies, moindre importance d'un bio-agresseur, ...).

PEUT-ON SE PASSER DES PESTICIDES EN ARBORICULTURE ? UN ESSAI EN VRAIE GRANDEUR

par Sylvaine **SIMON**²

Diverses méthodes alternatives permettent de limiter le recours aux pesticides en verger et ainsi d'améliorer sa durabilité environnementale. Toutefois, une réduction drastique de l'utilisation des pesticides s'accompagnerait de pertes de récolte ou de qualité des fruits dans les systèmes spécialisés actuels. Pour relever le défi d'une production de fruits sans pesticides, il est nécessaire de reconcevoir le verger : notre approche repose sur une diversification de l'agroécosystème, afin de maximiser le service écosystémique de régulation.

La démarche a consisté à revisiter le 'design' de la parcelle (choix des espèces et variétés cultivées, plantes associées ainsi que leur agencement dans le temps et dans l'espace) pour rendre l'espace de production très difficile à investir par les bio-agresseurs. Ceci inclut également des compromis à réaliser à la fois pour assurer le partage des ressources entre cultures et plantes associées, et pour organiser le travail de manière opérationnelle dans un tel système. La démarche s'accompagne d'une dynamique qui permet d'interagir, localement et internationalement, avec un public d'acteurs diversifié au sein de la filière (agriculteurs, conseillers, formateurs, expérimentateurs, chercheurs...) autour de la démarche de conception, du dispositif et des résultats, pour une production de connaissances co-construite et partagée.

CRÉATION VARIÉTALE FRUITIÈRE : LES GÉNÉTICIENS ONT-ILS 20 ANS D'AVANCE ?

par François **LAURENS**³

Les programmes de création variétale les plus avancés chez les arbres fruitiers sont développés sur pommier, pêcher, abricotier, cerisier et poirier. Ces espèces ont des caractéristiques morphologiques, physiologiques et génétiques qui font que les processus pour les améliorer sont longs, coûteux et complexes : il faut, en fonction des espèces, entre 15 et 25 ans pour créer une nouvelle variété d'arbre fruitier. Les sélectionneurs sont donc obligés d'anticiper très en amont le choix des consommateurs et les problématiques de la filière professionnelle.

La majeure partie des programmes ont comme objectifs majeurs de créer des variétés à productivité forte et régulière, portant des fruits de très bonnes qualités organoleptiques et à bon comportement vis-à-vis des bio-agresseurs. Des recherches d'amont sont menées pour comprendre le déterminisme génétique de ces caractères pour mieux les prendre en compte dans les programmes d'amélioration. Plus récemment de nouveaux champs d'investigation concernent l'impact du changement climatique sur le comportement des variétés fruitières : ils sont déjà perceptibles sur quelques caractères notamment la phénologie, la qualité des fruits mais également l'apparition de maladies émergentes.

Ces dernières années d'énormes progrès ont pu être faits grâce à l'évolution des outils, technologies et méthodologies. Les génomes des principales espèces fruitières sont aujourd'hui

² INRA Gotheron (F-26320 Saint-Marcel-lès-Valence). Courriel : sylvaine.simon@inra.fr

³ IRHS, INRA, Agrocampus-Ouest, Université d'Angers, SFR 4207 QuaSaV, Université 13 Bretagne Loire, 42 rue Georges Morel, 49071, Beaucozé.

disponibles et de grande qualité. L'utilisation de ces informations a engendré, ces dix dernières années, le développement de nouvelles technologies (moléculaires, NBT...) beaucoup plus performantes, moins coûteuses et accessibles à toutes les espèces. Elles ont permis d'améliorer significativement les connaissances génétiques sur les principaux caractères agronomiques en prenant en compte une plus grande diversité génétique. Ces outils et techniques sont aujourd'hui utilisés dans les programmes de sélection fruitiers pour améliorer leur efficacité.

BIODIVERSITÉ ET COMPENSATIONS ÉCOLOGIQUES : VERS UNE PERTE ZÉRO

Séance organisée par Christine **KING**¹ et Catherine **AUBERTIN**²

La compensation écologique en action : intérêts, limites, évaluations, acteurs et métiers. Il s'agit davantage de faire un état des lieux avec les praticiens plutôt que d'ouvrir sur des controverses. Et de préciser comment cette politique environnementale peut s'insérer ou non dans les politiques agricoles et de paysage en France.

La loi sur la biodiversité vient d'inscrire ses attendus et ses obligations pour aider à la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages. L'organisation des connaissances en matière de biodiversité, la sensibilisation du public et la formation des différents acteurs concernés incombent à l'Agence française pour la biodiversité, nouvellement créée.

La loi prévoit aussi d'associer toutes les parties prenantes aux questions stratégiques liées à la biodiversité. Or les questions relatives à cette reconquête ont à prendre en compte des socio-écosystèmes dans lesquelles les interactions entre milieux, usages, pratiques et acteurs sont complexes.

La séance souhaite se focaliser sur les possibles ouvertures et compléments de connaissances que la compensation écologique pourrait susciter, avec trois groupes de questions.

INTRODUCTION

par Christine **KING**¹

Cette séance sur la biodiversité a pour objectif de faire un point sur les avancées en matière de compensation écologique, une obligation réglementaire qui contraint maintenant de nombreux projets d'aménagement du territoire et qui contribue à limiter l'érosion de la biodiversité.

Quelques éléments de contexte

Ces sujets de biodiversité et de compensation ont fait l'objet d'une actualité qui s'est accélérée au cours de la dernière décennie. En France, le principe de compensation était déjà inscrit dans la loi sur la protection de la nature de 1976, soit depuis plus de 40 ans, mais jusqu'à récemment cette compensation était peu contrôlée. Dans la [loi 2016-1087](#) pour « la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages », la compensation est devenue une obligation. Elle représente à ce jour la troisième étape d'un triptyque ERC : Eviter Réduire Compenser, qui est au centre de l'évaluation environnementale. En clair, en cas d'impossibilité d'évitement ou de réduction des impacts de projets d'infrastructures sur les milieux naturels et les espèces protégées, cette obligation impose aux aménageurs une compensation des impacts résiduels des infrastructures. Cela passe par la nécessité d'obtenir un arrêté dérogatoire (relatif à l'interdiction de destruction d'espèces protégées et d'habitats d'espèces protégées), qui lui-même exige la mise en œuvre de mesures de compensation environnementale.

¹ Membre correspondant de l'Académie d'Agriculture de France, section 7 - Territoires et environnement.

² Membre correspondant de l'Académie d'Agriculture de France. Section 7 – Territoire et environnement, Directrice de recherche à l'IRD.

Pour anticiper la compensation des impacts, deux difficultés demeurent : nombre de ces impacts sont méconnus ou ignorés, et l'évaluation de l'impact a souffert de manques théoriques qui se sont traduits par une certaine variabilité dans la qualité des études réglementaires. C'est pourquoi ce sujet de la compensation a donné lieu à une importante production de littérature, notamment sur les questions de concepts, de méthodes, de choix d'instruments ou d'unités d'expression de la compensation. Rappelons, que ces dix dernières années, il y a eu trois niveaux de controverses notamment autour de grands chantiers de mise en place d'infrastructures privées ou publiques :

- controverses sur l'idée même de compensation, dans ses trois composantes : écologique, spatiale et temporelle ;
- controverses sur la manière d'évaluer les milieux naturels dont la destruction ne peut pas être évitée ;
- enfin, controverses sur les modalités de mise en œuvre de cette compensation.

Ces controverses sont passées aujourd'hui en arrière-plan. Depuis l'approbation de la loi, il se dessine progressivement un ensemble de solutions et de compromis qui composent entre les exigences d'opérationnalité, d'exhaustivité et de rigueur scientifique pour faire progresser le dispositif.

En très bref, la loi pour la reconquête de la biodiversité de la nature et des paysages 2016-1087 a renforcé le *principe d'absence de perte nette de biodiversité* en précisant les atteintes à la biodiversité qui imposent des compensations. Ces mesures doivent se traduire par une obligation de résultats et être effectives pendant la durée des atteintes, même si les opérations de compensation sont de longue durée, généralement autour de 30 ans.

De plus, les mécanismes de compensation ont été diversifiés. En règle générale, la compensation peut se faire au cas par cas : dans chaque situation d'aménagement, il s'agit de compenser les dommages résiduels de l'infrastructure sur les milieux naturels à l'aune de leur équivalence écologique. Ce traitement au cas par cas peut toutefois induire une multiplication de dossiers sans vision d'ensemble, ce qui à terme freine l'efficacité de la compensation. Pour favoriser davantage de cohérence autant sur le plan écologique, que spatial ou administratif, plusieurs nouveautés ont été introduites dont un mécanisme majeur : la *compensation par l'offre*. En cas d'impossibilité de compensation directe sur le lieu même de son opération, l'aménageur peut désormais contribuer à la valorisation de réservoirs de biodiversité dits *Réserves d'actifs naturels* ou *Sites naturels de compensation* (SNC). De tels réservoirs peuvent avoir été valorisés par anticipation par un nouvel acteur, *l'opérateur de compensation*. Cette offre est ouverte aux porteurs de projets publics et privés. Ce mécanisme permet aux aménageurs, en compensation des impacts inévitables, d'avoir la possibilité soit de financer la restauration d'un milieu écologique d'intérêt, soit de participer à des opérations de sauvegarde d'espèces menacées.

Ces nouveautés ont ouvert les conditions d'un nouveau marché, le marché de la compensation avec de nouveaux acteurs, les opérateurs de compensation.

Objectifs de la séance

Cette séance est ciblée sur ces nouveautés et les évolutions qui s'en dessinent, car depuis l'approbation de la loi se précisent des imperfections de tous ordres, écologique, économique, administratif... Les premières opérations en vraie grandeur font déjà l'objet de remontées par divers acteurs et portent sur la perception des premiers effets ou conséquences de cette politique de compensation. Ces remontées peuvent aider à ajuster la trajectoire ou encourager à ouvrir des chantiers pour des recherches à venir ou des chantiers pour des formations à ces nouveaux métiers.

La séance d'aujourd'hui se situe comme un des jalons de ce retour d'expériences. Pour participer à leur capitalisation nous avons exprimé les mêmes attentes vis-à-vis de nos trois opérateurs.

Quel avancement dans la mise en place de la loi ? Quels retours d'expériences ? Quelles questions suscitées par les actions en cours ? Quelles expériences sont conduites dans d'autres pays ? Qu'est ce qui fait qu'une opération de compensation fonctionne ou pas ? Comment s'inscrit-elle dans la durée ? Quelle place pour l'agriculture et pour les agriculteurs ? Quels besoins de formations se font jour ? Pour quels acteurs ? À quel niveau ?

Trois questions structurent la séance : (i) la position française en matière d'ERC, (ii) les compromis qui se dessinent autour de l'équivalence écologique, (iii) les retours d'expériences de terrain. Pour les traiter, nos trois invités sont :

Ophélie DARSEES est ingénieure des Ponts des Eaux et des Forêts et économiste de l'environnement. Après une formation d'ingénieure agronome, elle complète sa formation par un parcours recherche en économie de l'environnement, notamment au sein du Laboratoire d'économie forestière à Agroparistech. Elle est actuellement adjointe au chef du bureau de l'économie des biens communs, dans le service de l'Economie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, Commissariat général au développement durable, au ministère de la Transition écologique et solidaire. A ce titre, elle conduit de nombreux travaux du CGDD contribuant à l'amélioration de la séquence ERC. Elle a notamment participé à l'élaboration de la Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages sur le volet ERC. Elle participe au pilotage de l'expérimentation de l'offre de compensation et coordonne des études visant à analyser les effets des politiques de compensation.

Elle a notamment coordonné les études suivantes :

[Sites naturels de compensation, un outil prometteur au service de la biodiversité Actualités et publications EFESE](#)

Harold LEVREL est professeur à l'AgroParisTech et chercheur en économie écologique au CIREC Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement. Il s'intéresse aux questions qui lient les enjeux de conservation de la biodiversité et celles de développement économique et en particulier celles de la mise en œuvre des compensations écologiques. Il travaille sur les questions de compensation écologique en France et aux Etats-Unis depuis une dizaine d'années.

Il a publié : Levrel, H., N. Frascaria-Lacoste, J. Hay, and J. Martin. 2016. *Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement ; Analyse des mesures compensatoires pour la biodiversité*. Quae, Paris.

Fabien QUÉTIER est Ingénieur Agronome et titulaire d'un Doctorat en écologie. Il a 15 ans d'expérience dans l'évaluation du fonctionnement de la biodiversité et des écosystèmes, ainsi que des usages et représentations qui leur sont liés (les services écosystémiques). Chez Biotope (une structure indépendante d'experts en écologie et ingénierie écologique) il intervient notamment sur la conception, le dimensionnement et la mise en œuvre des mesures destinées à éviter, réduire et compenser les impacts résiduels de projets ou programmes d'investissement de tous type (mines, pétrole, infrastructures linéaires, portuaires et aéroportuaires, hydro-électricité, urbanisme, etc.), tant en France et à l'étranger. Il participe aussi au développement d'innovations techniques (méthodes d'évaluation de l'équivalence écologique) et organisationnelles (compensation « par l'offre » et mobilisation du secteur agricole via des contrats dédiés) sur ces sujets, notamment en partenariat avec la recherche publique.

Il a notamment publié :

Quétier, F., Malapert, A. & Vaissière, A.-C. 2016. – "Evidence of the costs of offsetting in France" in Tucker G.M., Dickie I., McNeil D., Rayment M., ten Brink P., Underwood E. *Supporting the Elaboration of the Impact Assessment for a Future EU Initiative on No Net Loss of Biodiversity and Ecosystem Services*. pp. 364-370: Institute for European Environmental Policy.

Vaissière, A.-C., Quétier, F. & Levrel, H. 2017. – Le nouveau dispositif des sites naturels de compensation : est-ce trop tôt ? In : *La loi biodiversité. Ce qui change en pratique* (Ed. by Cans, C. & Cizel, O.), pp. 126-137.

LA POSITION FRANÇAISE EN MATIÈRE D'ERC

par Ophélie **DARSES**¹

Les 10 dernières années ont été marquées par des nombreuses avancées dans la politique ERC, tant du point de vue des réflexions méthodologiques que des évolutions concrètes de la réglementation. Bien comprendre le rôle de la séquence ERC, ses objectifs et ses effets, au sein de l'ensemble des politiques de protection, mais aussi des politiques d'aménagement du territoire est essentiel pour identifier les enjeux futurs et améliorations nécessaire. Cette présentation visera à rappeler l'existant et son historique, présentera les avancées récentes et des résultats d'analyse pour enfin ouvrir sur les pistes de travail et les questionnements actuels.

Voir :

[Sites naturels de compensation, un outil prometteur au service de la biodiversité Actualités et publications EFESE](#)

COMPROMIS AUTOUR DE L'ÉQUIVALENCE ÉCOLOGIQUE

par Harold **LEVREL**²

Les mesures compensatoires sont devenues ces dernières années un outil de gestion de plus en plus important dans le paysage de la conservation de la biodiversité. Les mesures compensatoires bénéficient en particulier d'un écho favorable dans les nouvelles réglementations environnementales car elles permettent de ne pas opposer développement et conservation en soulignant que tout projet de développement est recevable à partir du moment où il intègre des actions de compensation adaptées.

Pour autant les modalités d'applications des mesures compensatoires varient grandement. Nous discuterons ici de la manière dont les banques de compensations ont été adoptées petit à petit aux États-Unis du fait d'une plus grande efficacité écologique, d'un modèle économiques éprouvé et d'une concentration des responsabilités facilitant grandement le travail d'encadrement et de contrôle des administrations. Nous nous intéresserons à l'adéquation entre ce modèle et les innovations institutionnelles en cours en France d'une part, et aux logiques de conventionnement avec les agriculteurs qui apparaissent aujourd'hui comme le mode opératoire privilégié d'autre part. De nombreux enjeux sont au centre d'une articulation réussie entre le modèle de conventionnement et le modèle des banques de compensation : la capacité à créer des effets de

¹ Actuellement adjointe au chef du bureau de l'économie des biens commun, Service de l'Economie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, Commissariat général au Développement durable Ministère de la transition écologique et solidaire.

² Professeur à AgroParisTech et chercheur en économie écologique au Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement.

mutualisation à partir d'une diversité d'exploitations ; la mise en place d'action de restauration exigeantes évaluées à l'aune des résultats observés et non plus des moyens déclarés ; la prise en compte des temporalités spécifiques des projets de développement, des effets des actions de compensation et des besoins économiques des acteurs qui mettent en place ces actions ; le manque de viabilité des modèles économique actuels (que ce soit pour les acteurs publics ou privés) et leur évolution nécessaire ; la mise en place d'échelles de références spatiale et temporelle, le développement d'une gouvernance plus inclusive et plus efficace, l'adoption d'outils d'évaluations de la mesure de l'équivalence écologique plus harmonisés.

RETOUR D'EXPÉRIENCES DE TERRAIN

par Fabien **QUÉTIER**³

La faune et la flore menacée et les zones humides sont les principaux déclencheurs de la compensation écologique aujourd'hui. Après un rapide rappel du rôle de l'agriculture dans leur état de conservation, les diverses modalités d'intervention des agriculteurs dans la compensation écologique seront présentées. Qu'ils soient exploitants et/ou propriétaires, seuls ou en groupement, les agriculteurs peuvent par exemple intervenir en tant que prestataire de travaux de génie écologique, comme « gestionnaire » ou « opérateur » de mesures compensatoires, ou signer des engagements de long terme sur la vocation écologique de certaines parcelles. Nous aborderons aussi les rôles essentiels d'autres acteurs comme les SAFER, les chambres d'agriculture, les coopératives et autres acteurs de l'aval et de l'amont de la production agricole. L'inscription nécessaire des objectifs de biodiversité des mesures compensatoires dans l'économie agricole des territoires passe aussi par ces instances, dont elle interroge la gouvernance et les objectifs.

Présenter les étapes qui vont de la conception d'un projet d'aménagement jusqu'à la mise en œuvre et au suivi à long terme de mesures destinées à compenser les impacts résiduels de ce projet. Aux diverses étapes, indiquer où les agriculteurs et/ou les propriétaires-exploitants interviennent ou peuvent intervenir (avec des exemples). Conclure quant au fait que le savoir-faire (et les ressources humaines et matérielles) des agriculteurs peut être mobilisé dans le contexte de la restauration de milieux et/ou leur gestion (interventions récurrentes) ... mais qu'il s'agit de mobiliser un savoir-faire lié à l'agriculture extensive (qui se perd progressivement).

³ Ingénieur Agronome et titulaire d'un Doctorat en écologie. Directeur d'études chez Biotope.

CONCLUSION

par Catherine AUBERTIN¹

Remercions les orateurs qui ont rempli leur contrat et précisé les avantages et limites des outils de compensation.

Tout d'abord, rappelons les acquis très positifs de la loi, loi issue, ne l'oublions pas de 27 mois de navettes entre Sénat et Chambre des députés.

- L'obligation de résultats sur la durée des atteintes, ce qui contribue à la prise en compte d'un terme beaucoup plus long que tout ce qui avait cours jusqu'à présent, et même si la temporalité en écologie est à bien d'autres pas de temps que 30 ans...

- Le principe de *zéro perte nette de biodiversité*, voire gain écologique, qui permet de maintenir les fonctions écologiques et fait le choix d'une durabilité forte, ne substituant pas le capital financier au capital naturel ;

- Le rappel que la compensation ne se substitue pas aux phases d'évitement et de réduction ;

- Le caractère nécessaire d'une compensation satisfaisante (sinon, le projet est arrêté).

Toutes ces avancées ont permis de désamorcer un certain nombre de polémiques. Quelques précisions restent nécessaires.

Tout d'abord, la compensation est un outil règlementaire pour minimiser les impacts, ce n'est pas un outil de prévention. Elle n'a pas vocation à recréer une biodiversité détruite, mais à compenser les impacts de cette destruction. On ne peut s'étonner non plus que la compensation écologique se situe en grande partie en dehors du champ de l'écologie scientifique. La compensation appartient au monde du pilotage de l'action d'aménagement, au monde de la négociation. Il s'agit d'intégrer des enjeux de la biodiversité dans les politiques d'aménagement et d'usage des espaces. La question est de réfléchir à comment faire évoluer cet outil vers un outil de prévention et de conservation. A ce titre, les nouvelles notions introduites par la loi pourraient contribuer à en dessiner les fondements.

La compensation est l'outil qui va permettre de régler les conflits engendrés par des dégradations. On peut craindre qu'en déplaçant le lieu des conflits en aval, vers les modalités de la compensation, elle détourne de la question de la réalisation ou non du dommage. S'il s'agit de protéger la biodiversité et de freiner la destruction des milieux naturels, l'attention critique doit être portée en amont, au moment de la déclaration d'utilité publique et non sur la compensation et ses modalités.

Conformément à une approche d'économie libérale, les mesures de « reconquête » proposent de réguler les activités humaines, et surtout de compenser leurs impacts négatifs. On est bien devant un choix de société et la loi pour la reconquête de la biodiversité qui consacre un chapitre à la compensation témoigne de ce choix.

¹ Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, Section 7 – Territoire et environnement.

La compensation, s'impose en effet dans la loi comme le fil conducteur pour réconcilier notre modèle de développement avec l'environnement. On retrouve ce concept de compensation dans les principales avancées du texte de la loi pour la reconquête de la biodiversité. Ainsi, le principe de *solidarité écologique* est né des compensations offertes aux zones périphériques en contrepartie de leur adhésion à la charte qui encadre les activités en cœur de parc national. Ainsi, l'obligation de réparation du *préjudice écologique* selon le principe du pollueur/payeur -le pollueur devant réparer/compenser le préjudice- est parallèlement inscrite dans le code civil.

Dans le titre V de la loi qui porte l'outil de ratification du protocole de Nagoya et précise le mécanisme d'accès et de partage des avantages tirés de l'exploitation des ressources génétiques (APA), on retrouve également l'idée de compensation et l'illusion d'effacer une dette. Il ne s'agit pas ici de compensation écologique, mais de compensation symbolique, une compensation devant les inégalités sociales, sans pour autant s'attaquer aux racines de celles-ci. On peut en effet voir cette injonction d'APA comme une réparation, une sorte de compensation coloniale vis-à-vis de territoires et de populations qui ont été spoliés. On peut y voir aussi une compensation à l'exclusivité des brevets. Le brevet donnant provisoirement la propriété privée d'une invention à partir d'une substance naturelle partagée dans le domaine public, il convient de pallier la violence de cette appropriation. Enfin, quand il s'agit de développer des filières locales, le partage des avantages prend la forme d'une compensation aux défaillances du marché grâce à des projets de gestion communautaire de la biodiversité, de commerce équitable, d'économie solidaire...

En généralisant le recours à la compensation, la loi pour la reconquête de la biodiversité privilégie une logique de substitution d'éléments naturels et de marchandage entre les hommes. On peut se demander si ces rééquilibrages constituent une politique de reconquête de la biodiversité et de garantie des droits fondamentaux.

Cette séance conduit à poursuivre les interrogations sur les objectifs de la compensation : s'agit-il de recréer une biodiversité détruite, de compenser les impacts de cette destruction, de jouer un rôle de prévention, de favoriser le dialogue entre les différents acteurs ?

Parmi ceux-ci quel serait le rôle des agriculteurs qui disposent du foncier, des outils et des savoir-faire et qui pourraient ainsi devenir des fournisseurs de services de compensation ?

D'une manière plus générale, la compensation conduit à questionner l'efficacité des moyens, marchands et non marchands, pour lutter contre l'érosion de la biodiversité et bien sûr les orientations et les modalités du fonctionnement d'une gouvernance environnementale.

**QUEL RÔLE DE L'ÉPIGÉNÉTIQUE CHEZ L'ANIMAL, LE VÉGÉTAL
ET LA BACTÉRIE ?
ADAPTATION À L'ENVIRONNEMENT, INTERACTIONS HÔTE-PATHOGÈNE**

Séance organisée par **Hélène JAMMES**¹

L'épigénétique sera entendue au cours de cette session comme l'étude des processus moléculaires participant à la régulation de l'expression des gènes, sans modification de l'information génétique, héritable au travers de la mitose voire de la méiose. Les différentes interventions auront donc comme objectifs d'illustrer le rôle de ces processus moléculaires dans l'interprétation de l'information génétique. Nous limiterons notre champ d'investigation aux processus nucléaires. Ainsi tout le pan de l'épigénétique structurale, incluant par exemple les mécanismes liés au prion, ne sera pas abordé au cours de cette session.

**QUEL IMPACT ÉPIGÉNÉTIQUE DES BACTÉRIES PATHOGÈNES
SUR L'HÔTE MAMMIFÈRE ?**

par Hélène **BIERNE**²

La « patho-épigénétique » est une nouvelle discipline, qui étudie la façon dont les bactéries contrôlent la machine épigénétique de leur hôte et les mécanismes par lesquels l'hôte s'adapte aux attaques bactériennes en mettant en jeu des facteurs épigénétiques (1). J'illustrerai ces interactions à travers deux exemples : *Listeria monocytogenes*, l'agent de la listériose, et *Anaplasma phagocytophilum*, l'agent de l'ehrlichiose. Je montrerai également comment la caractérisation de BAHD1, un facteur épigénétique découvert grâce à l'étude de *Listeria* (2, 3, 4), nous permet de proposer des mécanismes d'impact à long terme des bactéries sur la santé, par des effets sur le placenta (5) ou sur le cerveau. Enfin, je discuterai l'hypothèse d'une mémoire épigénétique cellulaire induite par des infections bactériennes, ou des dysbioses du microbiote intestinal, et pouvant contribuer à l'émergence de maladies complexes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) Bierne H. **Cross Talk Between Bacteria and the Host Epigenetic Machinery**. (2017). In: Doerfler W., Casadesús J. (eds). *Epigenetics of Infectious Diseases*. Epigenetics and Human Health book series. Springer, Cham. p113-158.
- (2) Bierne, H., T. N. Tham, E. Batsche, A. Dumay, M. Leguillou, S. Kerneis-Golsteyn, B. Regnault, J. S. Seeler, C. Muchardt, J. Feunteun, and P. Cossart. (2009). **Human BAHD1 promotes heterochromatic gene silencing**. *Proc Natl Acad Sci U S A* 106:13826-13831.

¹ Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, UMR INRA-ENVA Biologie du développement et reproduction, 78352 Jouy-en-Josas.

² Directrice de Recherche, Animatrice de l'équipe « *Épigénétique et Microbiologie Cellulaire* », Institut Micalis, INRA, Jouy en Josas, AgroParisTech, Université Paris Saclay.

- (3) Lebreton A, Lakisic G, Job V, Fritsch L, Tham TN, Camejo A, Mattei PJ, Regnault B, Nahori MA, Cabanes D, Gautreau A, Ait-Si-Ali S, Dessen A, Cossart P, Bierne H. (2011). **A bacterial protein targets the BAHD1 chromatin complex to stimulate type III interferon response.**
- (4) Science. 11;331(6022):1319-21.
- (5) Lebreton, A., Job, V., Ragon, M., Le Monnier, A., Dessen, A., Cossart, P., Bierne, H. (2014). **Structural basis for the inhibition of the chromatin repressor BAHD1 by the bacterial nucleomodulin LntA.** mBio, 5 (1).
- (6) Lakisic, G., Lebreton, A., Pourpre, R*, Wendling, O., Libertini, E., Radford, EJ., Le Guillou, M., Champy, MF., Wattenhofer-Donzé, M., Soubigou, G., Ait-Si-Ali, S., Feunteun, J., Sorg, T., Coppée, JY., Ferguson-Smith, AC., Cossart, P., Bierne, H. (2016).
- (7) **Role of the BAHD1 Chromatin-Repressive Complex in Placental Development and Regulation of Steroid Metabolism.**
- (8) PLoS genetics, 12 (3), e1005898.

QUAND L'ÉPIGÉNÉTIQUE S'INVITE CHEZ LES PLANTES : DE L'ADAPTATION À L'ENVIRONNEMENT AUX PROSPECTIVES EN AMÉLIORATION

par Stéphane MAURY³

Les plantes sont des organismes fixés, avec un développement continu, une absence de lignée germinale préétablie, des cycles de vie très variés allant jusqu'à des centaines d'années chez les arbres et une forte plasticité phénotypique en réponse aux variations de leur environnement. Elles constituent ainsi des modèles biologiques pertinents pour étudier les relations entre les mécanismes épigénétiques, le développement et l'adaptation à l'environnement. L'épigénétique est notamment impliquée dans des phénomènes de plasticité phénotypique, de mémoire des stress voire de transmission trans-générationnelle.

De nombreux exemples ont ainsi été décrits chez diverses plantes modèles ou cultivées, annuelles ou pérennes, et notamment des études centrées sur la méthylation de l'ADN. Cependant, les rôles respectifs et les interactions entre les composantes « génétique » et « épigénétique » dans l'établissement du phénotype restent à préciser. De même, la stabilité des mécanismes épigénétiques (dans le temps, entre générations, sur un temps évolutif) et leur participation dans un contexte naturel au niveau des populations à l'adaptation à l'environnement notamment aux changements globaux en cours sur un temps court ou évolutif est une question importante à clarifier. Une meilleure compréhension de ces phénomènes est indispensable pour envisager des pistes d'exploitation en agriculture.

Pour savoir plus :

https://www.gisbiotechnologiesvertes.com/fr/publications?task=download&collection=document_fichiers&xi=0&file=document_fichier&id=41596

C'est dans ce contexte, que nous développons dans le cadre d'un réseau de collaboration international des études sur le rôle de l'épigénétique chez les arbres, organismes pérennes avec un rôle écologique et économique majeur, en réponse aux changements climatiques. Des dépérissements forestiers ont en effet été observés ces dernières années dans le monde en lien avec des épisodes de sécheresse et de températures élevées qui devraient devenir plus fréquents à l'avenir. Les études sur la composante « génétique » de l'adaptation des arbres ont principalement porté sur la contribution de la variation structurale à l'adaptation locale. De manière

³ Directeur de Recherche, Professeur des Universités, CNU section 66, Directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie des Ligneux et des Grandes Cultures, EA 1207 (LBLGC), USC1328 INRA, équipe ARCHE ITP Sciences Biologiques et Chimie du Vivant, Université d'Orléans

surprenante, les mécanismes épigénétiques sont restés en grande partie non étudiés, malgré leur importance connue dans les organismes à vie longue, dans lesquels ils facilitent les modifications phénotypiques rapides en réponse aux changements environnementaux. Au cours des 10 dernières années, nous avons développé au LBLGC (EA1207 USC1328 INRA EFPA, Université Orléans, équipe ARCHE (<http://www.univ-orleans.fr/blgc/arche>) une approche collaborative et intégrative allant de l'écophysiologie, la biochimie, la génétique à l'(épi)génomique sur des dispositifs expérimentaux variés en serre, pépinière ou plantations. Globalement, nos données démontrent que la méthylation de l'ADN est une source de flexibilité associée à la plasticité phénotypique et mémoire environnementale des arbres (<http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Biologie-vegetale/Toutes-les-actualites/Travaux-pionniers-sur-la-memoire-de-la-secheresse-chez-les-arbres>). Le rôle des mécanismes épigénétiques dans l'adaptation des arbres et la microévolution sera maintenant évalué dans le cadre du projet ANR EPITREE 2018-2021 (ANR-17-CE32-0009-01, coordination S. Maury, <https://www6.inra.fr/epitree-project/>, labélisation GIS Biotechnologies vertes, RTP3E et GDR PlasPhen). EPITREE a pour objectif général d'étudier l'impact de la marque épigénétique « méthylation de l'ADN » ainsi que de l'expression génique et de la variation allélique sur l'adaptation des arbres forestiers aux environnements locaux et la plasticité phénotypique. En particulier, nous explorerons les avantages de considérer les marques épigénétiques en plus des polymorphismes génétiques et des phénotypes dans la sélection végétale et la caractérisation des ressources génétiques, afin de valider ce concept sur deux essences forestières majeures (peuplier et chêne) en vue de la définition d'objectifs ambitieux pour les améliorateurs et les gestionnaires de ressources génétiques forestières (<https://www.elsevier.com/books/epigenetics-and-breeding/gallusci/978-0-12-815403-8#>).

Au cours de cette présentation, je proposerai une vision synthétique de ces divers aspects en me basant sur des travaux publiés ou que je développe dans mon laboratoire notamment sur le modèle 'arbre'. J'esquisserai certaines pistes en vue d'applications envisageables notamment dans les secteurs des biotechnologies végétales ou de l'amélioration des plantes cultivées.

DE « L'ÉPIGÉNÉTIQUE EN PAILLETTE », OU L'ÉPIGÉNOME DES SPERMATOZOÏDES DE TAUREAUX

par Hélène KIEFER⁴

Alors que la semence de taureaux est un produit largement diffusé sur le marché de l'insémination animale, il existe peu de données sur les marques épigénétiques du spermatozoïde bovin. L'épigénome spermatique est pourtant le fruit d'une reprogrammation épigénétique ayant démarré dès la vie fœtale, et joue un rôle essentiel dans la compaction de la chromatine et la protection du patrimoine génétique paternel. Je présenterai d'abord une caractérisation du méthylome spermatique bovin et de ses particularités par rapport aux spermatozoïdes d'autres espèces de mammifères. J'aborderai ensuite les paramètres intrinsèque (race du taureau) et physiologiques (âge à la production de semence, fertilité) associés à des variations du méthylome spermatique. Ces données montrent que dans leur ensemble, les pratiques de sélection et d'élevage des reproducteurs, ainsi que de collecte de semence, ont un impact majeur sur le patrimoine épigénétique véhiculé par le spermatozoïde. Il semble légitime de s'interroger sur les répercussions potentielles que pourraient avoir ces variations du méthylome spermatique sur le phénotype de la descendance. La mise en place d'un « contrôle qualité épigénétique » systématique de la semence bovine devient plus que jamais une nécessité, en cette période d'intense restructuration du secteur et de forte évolution des pratiques.

⁴ Chargée de Recherche, UMR1198, Biologie du Développement et Reproduction, Equipe « Mécanismes Epigénétiques de la construction et prédiction du phénotype », INRA, Jouy en Josas.

Perrier JP *et al.*, [A multi-scale analysis of bull sperm methylome revealed both species peculiarities and conserved tissue-specific features.](#) BMC Genomics. 2018 May 29;19(1):404. doi: 10.1186/s12864-018-4764-0.

ANTIBIOTIQUES ET ENVIRONNEMENT

Séance organisée par Arlette **LAVAL**¹ et Philippe **LEMANCEAU**²

Le sujet de l'antibiorésistance est de plus en plus préoccupant. Il ne se passe pas de semaine sans que des nouvelles alarmantes sur l'émergence de bactéries pathogènes résistantes ne soient mises en avant. La santé humaine est évidemment concernée au premier chef, mais l'usage des antibiotiques en élevage suscite de nombreuses interrogations. Nous nous intéresserons au cours de cette session au devenir des bactéries résistantes dans l'environnement. Le sujet est très vaste et nous manquons encore de données dans bien des domaines. Seront abordés le cas des piscicultures, important du fait d'un impact direct des traitements sur l'environnement, les conditions de survie des bactéries résistantes dans le sol et l'effet des traitements des effluents sur l'antibiorésistance, l'objectif étant dans tous les cas d'apprécier le risque inhérent aux pratiques d'élevage et de donner des pistes pour orienter au mieux le contrôle de ces dangers.

INTRODUCTION

par Arlette **LAVAL**

L'utilisation des antibiotiques conduit inévitablement à la sélection de bactéries résistantes. Ce sujet est de plus en plus préoccupant, les dernières données du Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (ECDC) estiment à 33 000 le nombre de décès annuels dus à une bactérie résistante aux antibiotiques (the Lancet Infectious Diseases). Même si 75% des cas sont dus à des contaminations au cours des soins médicaux, il est essentiel de se préoccuper du devenir des antibiotiques et des bactéries résistantes dans l'environnement. Les déchets d'origine humaine ou animale l'enrichissent directement en bactéries résistantes. Par ailleurs, les résidus d'antibiotiques peuvent aussi conduire à leur sélection et accroître ainsi à la population résistante déjà présente.

Le sujet est complexe et peut être abordé de différentes façons. Les pouvoirs publics, en Europe en particulier, s'en préoccupent activement et engagent enquêtes et programmes de recherche. Ils édictent des règles, en particulier au moment de l'octroi de l'AMM du médicament. Ils émettent des avis, par exemple sur la réutilisation des eaux usées. La question des effluents est particulièrement sensible. La réglementation relative aux installations classées qui concerne tous les élevages à partir d'une certaine taille, prévoit des conditions de stockage et d'épandage. Initialement, cette réglementation ne visait pas spécialement le sujet des antibiotiques et des bactéries résistantes, mais elle est parfaitement adaptée. Les règles de biosécurité qui émergent et sont de mieux en mieux respectées pourront-elles avoir un impact positif sur ces questions, même si, là encore, l'antibiorésistance n'est pas leur cible première ?

Alors que faire ? Le plus simple serait évidemment de cesser complètement l'usage des antibiotiques. Cette solution étant impossible, même si tout doit être fait pour réduire leur utilisation, reste à évaluer le risque environnemental et à le gérer le mieux possible. Les

¹ Membre de l'Académie d'agriculture de France.

² Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France.

connaissances sont encore lacunaires mais quelques points critiques peuvent être dégagés : quel est l'effet de la dilution, comment les transferts de gènes s'opèrent-ils dans le sol, quel est le rôle du substrat, peut-on modéliser le devenir des antibiotiques et de leurs métabolites de façon à prévoir l'impact final d'un traitement, les conséquences environnementales sont-elles différentes selon la nature de l'antibiotique, les substituts possibles, métaux lourds et désinfectants en particulier, représentent-ils des alternatives crédibles et inoffensives ?

Nous avons choisi pour cette séance de nous intéresser à l'effet des traitements des effluents et au devenir des bactéries résistantes dans l'eau et dans le sol. En agriculture, l'émission des déjections étant inévitable, il est essentiel d'évaluer l'effet des traitements des lisiers afin d'évaluer les risques et de donner des pistes pour orienter au mieux le contrôle de ces dangers. Ce sera l'objet du 1^{er} sujet qui sera abordé. En milieu aquatique, thème de notre 2^{ème} sujet, le suivi des piscicultures permet une approche relativement précise. Les traitements ayant un impact direct sur le milieu, il est capital de connaître leurs conséquences sur la flore microbienne. Dans les pays où l'élevage de poissons est très développé, en Asie en particulier, la situation peut être très difficile car la protection de l'environnement est une préoccupation récente. Dans le sol, thème de notre 3^{ème} sujet, les conditions d'émergence de la résistance et de la survie des bactéries résistantes sont variables selon les substrats et très dépendantes des épandages des effluents, qu'ils proviennent des élevages ou des stations d'épuration.

IMPACT DES TRAITEMENTS APPLIQUÉS AUX EFFLUENTS D'ÉLEVAGE SUR LES BACTÉRIES RÉSISTANTES ET LES GÈNES DE RÉSISTANCE AUX ANTIBIOTIQUES

par Anne Marie **POURCHER**¹

Les effluents d'élevage, en combinant la présence d'antibiotiques, de bactéries résistantes aux antibiotiques et une forte densité de bactéries, peuvent représenter un environnement favorable au maintien et à la dissémination des gènes de résistance. En effet, selon leur structure, les antibiotiques administrés aux animaux ne sont que partiellement absorbés et / ou peu métabolisés et sont donc excrétés *via* les urines et les fèces. De plus, l'administration d'antibiotiques conduit à la sélection de bactéries résistantes au sein de la flore commensale dominante du tube digestif qui se retrouve également dans les effluents.

L'étude de l'antibiorésistance est abordée par deux approches. La première, culturale, permet d'estimer le comportement d'une ou plusieurs espèces bactériennes, sélectionnées en raison de leur intérêt sanitaire (bactéries indicatrices d'efficacité de traitement) ou de leur pathogénicité. La seconde approche, moléculaire, vise à rechercher les gènes de résistance sans connaître leurs hôtes bactériens. En permettant de cibler de nombreuses classes de gènes de résistance, elle apporte une vision plus large de l'antibiorésistance.

Bien que la majorité des effluents d'élevage soient stockés en fosse (lisiers) ou en tas (fumiers) avant d'être épandus, les études portent essentiellement sur l'impact du compostage ou de la méthanisation des effluents, cette dernière étant actuellement en plein essor.

Impact du compostage

Les processus de biodégradation aérobie lors de la phase active du compostage engendrent une augmentation de la température qui peut atteindre 70°C. Cette élévation de température entraîne une diminution progressive des teneurs en bactéries résistantes d'origine intestinale mais avec des abattements variables, compris entre 1 et 7 Log₁₀. Cette variabilité s'explique notamment par les zones échantillonnées dans la matière en compostage et par la durée du procédé de traitement. L'impact du compostage sur les gènes de résistance est moins clair. Ainsi, des gènes de résistance à la tétracycline et aux sulfonamides ont été mis en évidence dans des composts

¹ Directrice de Recherches, Unité OPAALE. Optimisation des Procédés en Agriculture, Agroalimentaire et Environnement IRSTEA, Rennes.

âgés de 28 jours à 182 jours et des gènes de résistance aux macrolides ont été retrouvés après 48 à 102 jours de compostage. Les données de la littérature montrent que les cinétiques diffèrent d'un gène à l'autre mais également pour un même gène dans différents composts. Il ressort néanmoins que les diminutions sont plus rapides pendant la phase thermophile du procédé, confirmant le rôle primordial de la température sur l'élimination de certains gènes de résistance aux antibiotiques.

Impact de la méthanisation

A la différence du compostage au cours duquel une élévation de la température est observée, la digestion anaérobie n'engendre pas de production de chaleur et ce procédé est mené à température fixée par l'opérateur, en conditions mésophiles ou thermophiles. Les températures mésophiles conduisent à un abattement moindre des bactéries résistantes que les températures thermophiles. Le faible impact de la méthanisation mésophile observé sur les bactéries a été confirmé par les résultats d'une étude allemande sur les teneurs en gènes de résistance dans les intrants et les digestats de 8 sites de méthanisation mésophile alimentés par des effluents d'élevage. Sur les 5 gènes de résistance et les 5 éléments génétiques mobiles analysés, tous, à l'exception d'un gène de résistance, présentaient des abondances relatives plus faibles dans les digestats mais l'abattement, de l'ordre d'1 Log₁₀, était relativement peu marqué. Une étude récente utilisant une approche métagénomique a été menée au Danemark sur les digestats de 7 méthaniseurs agricoles mésophiles ou thermophiles. Les données de cette étude ont mis en évidence que la température de digestion, le temps de séjour hydraulique ainsi que la teneur en acides gras volatiles affectent la diversité des gènes de résistance. Cette étude a également montré que la structure des communautés microbiennes constitue un facteur déterminant de la composition en gènes de résistance aux antibiotiques des digestats et qu'il existe une corrélation significative entre cette dernière et la composition en gènes de résistance aux métaux, suggérant une co-sélection possible dans les méthaniseurs.

Il ressort des données bibliographiques que les traitements thermophiles sont plus efficaces que la méthanisation mésophile ou le stockage à température ambiante. L'allongement de la durée du procédé de traitement n'a pas un impact aussi marqué que celui de la température. Le type d'effluent (fumier vs lisier), au travers du traitement qui lui est appliqué, peut influencer la persistance des bactéries résistantes aux antibiotiques. En effet, les effluents solides sont en général stockés en tas ou compostés alors que les effluents liquides sont stockés en fosse à température ambiante ou traités par méthanisation mésophile. Il est donc probable que la persistance des gènes de résistance aux antibiotiques soit plus importante dans les effluents liquides.

AQUACULTURE ET ANTIBIORÉSISTANCE

par Sandrine **BARON**²

La compréhension et la lutte contre la dissémination de l'antibiorésistance nécessite une approche globale de type « One Health », où le milieu aquatique, lieu de contacts et d'échanges génétiques entre bactéries, constitue un maillon essentiel. Ainsi, les filières aquacoles avec des élevages en lien direct avec le milieu aquatique, sont particulièrement concernées.

En France, les données sur l'antibiorésistance dans ces filières sont rares. Cela peut en partie s'expliquer par l'absence d'obligation réglementaire : pas de plan de surveillance analogue à ceux des filières terrestres, pas de critère 'antibiorésistance' dans la surveillance de la qualité des eaux.

² Chargée de recherches, Unité Mycoplasmologie-Bactériologie-Antibiorésistance, laboratoire ANSES de Ploufragan-Plouzané.

La filière piscicole française

La pisciculture continentale, qui constitue la part majoritaire de la production piscicole française, est essentiellement représentée par l'élevage de salmonidés. L'élevage de la truite domine largement la production avec 39 000 tonnes produites en 2016 (<http://www.poisson-aquaculture.fr/leschiffres-cles>), faisant de la France le troisième producteur européen. En complément, la filière piscicole continentale est composée de la pisciculture d'étang en régression (7 000 tonnes de poissons par an) et de l'élevage d'esturgeons qui s'est développé en Aquitaine, plaçant la France parmi les premiers pays producteurs mondiaux de caviar (<http://www.poissonaquaculture.fr/les-chiffres-clés>).

Chaque ferme piscicole est unique de par ses infrastructures (organisation des bassins, prise d'eau...) et ses contraintes environnementales en lien avec son implantation sur le bassin-versant. En effet la ferme piscicole est le plus souvent située en dérivation d'un cours d'eau, même si un approvisionnement à partir d'une source d'alimentation pure (source, captage, forage) souvent complémentaire existe (Le Bouquin *et al.*, 2018).

Usage des antibiotiques

L'arsenal thérapeutique disponible est très limité : cinq molécules disposent d'une AMM : l'oxytétracycline, la fluméquine, l'acide oxolinique, le florfenicol et le mélange triméthoprime-sulfaméthoxazole. L'administration d'antibiotiques se fait majoritairement par l'alimentation (aliments médicamenteux ou préparation *in situ* sur prescriptions vétérinaires). Lors de l'étude ANPI (Le Bouquin *et al.* 2018) l'usage de ces cinq antibiotiques a été rapporté.

Dissémination de l'antibiorésistance en lien avec l'aquaculture

En coordination avec les professionnels (CIPA, FFA, SNGTV, ITAVI), le laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort de l'Anses a développé des projets de recherche pluridisciplinaires (microbiologie, épidémiologie) et multi-échelles (bassin versant, rivière, exploitation aquacole, poisson) sur la filière piscicole continentale et plus particulièrement sur les élevages de truites.

L'étude de la dissémination de l'antibiorésistance dans une rivière en lien avec une pisciculture, passe par la comparaison de l'amont et de l'aval sur une sélection de paramètres. Cette démarche a été appliquée sur deux piscicultures situées en amont et en aval d'une même rivière. La partie terrain de ce projet s'est achevée en juillet de cette année.

Une autre étude est en cours sur la présence et la quantification des gènes de résistance dans les boues de pisciculture qui sédimentent dans les bassins. Comme les sédiments en milieu aquatique, les boues de pisciculture peuvent constituer un réacteur biologique favorisant la sélection de bactéries résistantes aux antibiotiques et/ou le transfert de gènes de résistance. En effet la littérature rapporte que de 30 à 70% des antibiotiques administrés par voie alimentaire se retrouvent dans les boues du fond des bassins piscicoles.

La simple transposition à la filière piscicole des méthodes appliquées en filières terrestres pour surveiller l'antibiorésistance n'est pas envisageable. Ni dans le milieu aquatique, ni en filière aquacole, il n'existe de consensus autour d'un indicateur de la dissémination de l'antibiorésistance, comme cela peut être le cas avec *E. coli* et *Enterococcus* pour les animaux à sang chaud (animaux de rente et l'Homme). Actuellement, l'un des candidats proposés est *Aeromonas*, bactérie autochtone des milieux aquatiques et pathogène opportuniste des poissons. Cependant, il reste (i) à identifier le niveau taxonomique pertinent (espèce ou genre, quelle espèce..) et (ii) à établir des seuils épidémiologiques d'interprétation de la sensibilité aux antibiotiques.

Dans un contexte de développement des méthodes de séquençage haut débit se pose la question de la place des approches culturales/phénotypiques pour l'étude de la dissémination de l'antibiorésistance : disparition ou complémentarité avec les approches génotypiques indépendantes de la culture bactérienne ?

Remerciements

L'ensemble des professionnels de la filière aquacole qui ont participé à ces études. Financement de ces études : Plan EcoAntibio 1, le Feamp.

SURVIE ET DEVENIR DES BACTÉRIES RÉSISTANTES AUX ANTIBIOTIQUES DANS LE SOL ET LES SYSTÈMES DE CULTURE.

par Alain **HARTMANN**³ et Edward **TOPP**⁴

Les sols abritent des communautés de microorganismes extrêmement diversifiées et très abondantes (jusqu'à 10^{10} bactéries par gramme de sol). La production d'antibiotiques et la résistance aux antibiotiques est un des mécanismes d'interaction entre microorganismes de l'environnement et des sols en particulier. L'antibiose par production d'antibiotique est un mécanisme très ancien utilisé par les bactéries et les champignons pour limiter le développement de bactéries compétitrices. Les sols sont donc un réservoir potentiel de bactéries résistantes aux antibiotiques (BRA) et de gènes de résistance aux antibiotiques (GRA). Ce pool de gènes de résistance des sols est appelé le résistome des sols, il constitue un réservoir de GRA potentiellement transmissibles aux agents pathogènes de l'Homme et des animaux. Plusieurs pratiques agricoles peuvent conduire à l'introduction de BRA et de GRA dans les sols. D'abord, l'amendement des sols avec des produits résiduels organiques (PRO) qu'ils soient d'origine urbaine (boues issues du traitement des eaux usées, compost d'ordures ménagères ...) ou agricole (fumiers, lisiers, digestats ...) peut conduire à la contamination des sols par des BRA ou des GRA. Une deuxième pratique agricole pouvant conduire à la contamination des sols est l'irrigation des cultures ou des parcs avec des effluents de station d'épuration des eaux usées. Cette pratique déjà utilisée couramment dans de nombreux pays arides risque de se développer en France en lien avec le changement climatique. Ces PRO ou ces effluents liquides contiennent de plus des résidus d'antibiotiques (et d'autres produits pharmaceutiques) non dégradés lors des traitements de ces déchets. Ces résidus d'antibiotiques peuvent induire l'émergence ou sélectionner de nouveaux gènes ou mécanismes de résistance dans les sols.

L'enrichissement des sols agricoles ou des sols urbains (utilisés pour des activités récréatives) en bactéries résistantes aux antibiotiques et en GRA peut induire des risques pour la santé : i) risque de contamination des productions végétales ou des animaux, ii) risque de contamination des ressources en eau (par ruissellement ou lessivage des sols contaminés). L'atténuation de la contamination des sols requiert donc des traitements supplémentaires (compostage, ozonation, désinfection par les UV ou désinfection thermique) des PRO ou des effluents avant rejet dans l'environnement. La persistance de BRA et de GRA dans les sols cultivés peut augmenter le risque de contamination des productions végétales et donc de nos aliments (en particulier ceux consommés à l'état frais). Le transfert de GRA, ayant émergés dans les sols, vers des pathogènes humains par transfert horizontal de gènes (HGT) sera augmenté. De tels événements se sont déjà produits en particulier pour l'émergence des souches résistantes aux céphalosporines de troisième génération et aux beta-lactamines en général, cette famille comprenant de nombreux antibiotiques de dernier recours. L'OMS parle de pandémie mondiale pour ces souches dont les gènes ancestraux de résistance proviennent de souches environnementales, que l'on retrouve en particulier dans les sols. L'exposé visera donc à définir les paramètres qui vont influencer la survie des BRA et la persistance des GRA dans les sols, mais aussi à déterminer l'impact des BRA et des résidus d'antibiotiques sur le résistome des sols.

³ Directeur de Recherches, INRA, UMR Agroécologie, Microbiologie environnementale et risque sanitaire, Dijon.

⁴ Membre correspondant de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur associé, Microbiologie, Agriculture et agroalimentaire Canada, University of Western Ontario.
alain.hartmann@inra.fr et ed.topp@agr.gc.ca.

TRAVAUX DE RECHERCHE : ANTIBIOTIQUES ET ANTIBIORÉSISTANCE DANS L'ENVIRONNEMENT

par Anaïs GOULAS

Médaille d'argent de l'Académie, sept.2018

Biodisponibilité des antibiotiques dans les sols

Le comportement des antibiotiques dans l'environnement est différent selon les molécules, comme en témoignent les travaux de thèse réalisés pour étudier la biodisponibilité du sulfaméthoxazole et de la ciprofloxacine dans des sols amendés par un compost de boue ou pas un fumier. Les propriétés physicochimiques des molécules étant différentes, les mécanismes d'adsorption des deux antibiotiques sur les phases solides sont différents, entraînant une plus grande biodisponibilité du sulfaméthoxazole en comparaison avec la ciprofloxacine. De plus, l'origine, la composition et la stabilité de la matière organique du compost et du fumier vont influencer la biodisponibilité des antibiotiques, c'est pourquoi des traitements des déchets organiques avant épandage peuvent être préconisés pour limiter la biodisponibilité et les éventuels impacts des antibiotiques dans les sols après épandage.

Revue systématique des solutions pour réduire l'antibiorésistance dans l'environnement

Face au problème majeur de l'antibiorésistance, le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire a commandité la réalisation d'une synthèse des connaissances avec l'appui méthodologique de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité, sur les solutions pour contrôler la dissémination de l'antibiorésistance dans l'environnement. En accord avec le protocole publié [5], trois questions, correspondant à trois leviers d'action, sont abordées dans cette revue systématique : 1) la restriction de l'usage des antibiotiques ; 2) les traitements des eaux usées et des déchets organiques ; 3) la gestion des milieux naturels, permettent-ils de contrôler la dissémination de l'antibiorésistance dans l'environnement ? Après la collecte et le tri de plusieurs milliers d'articles, près de mille articles pertinents ont été sélectionnés. La majorité des articles retenus porte sur les traitements des eaux usées et des déchets organiques (450), tandis qu'il y a peu d'études (50) sur le lien entre réduction de l'usage des antibiotiques et diminution de l'antibiorésistance dans l'environnement. Parmi les 350 articles sur les milieux naturels, aucune intervention de gestion n'est clairement identifiée pour réduire l'antibiorésistance. En effet, la plupart des études porte sur la variation de l'antibiorésistance selon différents scénarios d'exposition des milieux terrestres, aquatiques ou de la faune sauvage aux sources de contamination. Actuellement, les publications sont finement analysées pour attribuer un niveau de confiance dans les résultats de chaque étude. Au regard de la problématique de recyclage des déchets et le développement croissant des méthaniseurs pour la production de bioénergie, une méta-analyse est réalisée sur les effets des traitements de déchets organiques sur l'antibiorésistance (75 articles). Les premiers résultats de cette méta-analyse montrent un plus grand abattement de l'abondance relative des gènes de résistance par le compostage en comparaison à la méthanisation.

CONCLUSION

par Philippe **LEMANCEAU**¹

Le hasard de la programmation positionne ce séminaire 'Antibiotique et Environnement' à la suite de la semaine mondiale 'pour un bon usage des antibiotiques' organisée par l'OMS (14-20 novembre 2018). L'antibiorésistance représente une situation particulièrement préoccupante qui a été rappelée au grand public dans la presse à l'occasion de cette semaine. Ainsi, en 2015, les bactéries résistantes aux antibiotiques ont contribué au décès de 30 000 personnes en Europe. La France est d'ailleurs le 6^{ème} pays européen le plus affecté par la résistance aux antibiotiques avec 125 000 infections et 5 500 morts par an. Cet impact sanitaire majeur doit nous inciter à poursuivre les recherches dans ce domaine ainsi que les efforts de réglementation relatifs à l'usage des antibiotiques en élevage et pisciculture. Même si ces efforts doivent être poursuivis, il faut noter une réduction significative de l'usage des antibiotiques en élevage au cours des dernières années et ne pas oublier la contribution majeure des environnements hyperanthropisés à l'antibiorésistance. Ainsi sur un total de 670 000 infections par des bactéries multirésistantes en 2015, les deux tiers ont été contractées en milieu hospitalier.

Il est donc essentiel de mieux connaître la contribution relative des effluents issus de milieux agricoles et de milieux hyperanthropisés sur l'émergence de bactéries antibiorésistantes et sur leur circulation entre les compartiments agricoles – environnementaux (y compris sols et eau) – hyperanthropisés. Il existe en effet un continuum entre ces compartiments qui pose la question du devenir des antibiotiques, et des bactéries antibiorésistantes, issus de l'agriculture et des milieux hyperanthropisés, ainsi que celle de leur transfert vers l'environnement. Au final, ces risques de transfert représentent une menace pour la santé humaine, la santé animale et la qualité de l'environnement, faisant ainsi écho au concept '*one health*'. Il est ainsi inquiétant de constater la présence de résidus d'antibiotiques dans les eaux usées dont les concentrations ne sont pour l'essentiel pas diminuées après les traitements usuels. Côté sols, le devenir des antibiotiques est une thématique complexe qui nécessiterait des recherches complémentaires. Les résultats obtenus indiquent néanmoins qu'ils peuvent être soumis à une biodégradation dont l'efficacité dépend à la fois de la structure de la molécule, des propriétés physico-chimiques des sols (impactant la biodisponibilité de l'antibiotique) et de leurs propriétés biologiques (impactant la rapidité de dégradation, en principe d'autant plus élevée que le microbiote tellurique a précédemment été soumis à la présence de l'antibiotique correspondant de façon répétée). Certaines molécules pourraient cependant s'avérer plus récalcitrantes que d'autres.

Au vu de l'enjeu sanitaire, le séminaire a été principalement orienté sur l'antibiorésistance mais il ne faut pas sous-estimer l'impact des antibiotiques d'origine exogène sur la biodiversité environnementale, en particulier tellurique, dont on réalise maintenant la série de services écosystémiques qu'elle fournit au-delà de la seule production agricole. L'impact des antibiotiques sur cette biodiversité dépend de la stabilité des communautés microbiennes telluriques comprenant leur résistance à l'effet de contaminants et leur résilience après l'arrêt des contaminations. Parmi ces fonctions biologiques essentielles, on peut citer celles qui contribuent à la fertilité des sols, mais également à la biofiltration de l'eau, la régulation du changement climatique (en particulier par stockage du Carbone). La biodiversité tellurique *per se* constitue également une valeur patrimoniale comme source de nouveaux gènes et métabolites avec de potentielles applications en biotechnologie et pharmacie. Il est important dans ce contexte de

¹ Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France.

souligner que les microorganismes telluriques ont été et continuent d'être (cf. la découverte d'un nouvel antibiotique en 2015) une source majeure d'antibiotiques essentiels à la pharmacopée. Les populations microbiennes sont en effet soumises à une pression évolutive dans les sols, où compte-tenu de leur densité élevée et des ressources limitées, une stratégie adaptative majeure des populations microbiennes repose sur la synthèse de substances antibiotiques contribuant à leur compétitivité et sur le développement de résistance aux antibiotiques produits par les populations concurrentes.

FAIRE FACE AUX INVASIONS DE BIOAGRESSEURS EXOTIQUES EN FORÊT : NOUVEAUX ENJEUX, NOUVELLES MÉTHODES

Séance organisée par Marie-Laure **DESPREZ-LOUSTAU**¹ et Hervé **JACTEL**²

Deux principaux facteurs favorisent l'introduction et l'établissement de nouvelles espèces de ravageurs et pathogènes forestiers sur notre sol. D'une part la circulation des biens et des personnes entre tous les pays du monde s'intensifie. D'autre part, l'évolution du climat favorise l'implantation d'espèces jusqu'alors incapables de survivre dans notre pays. Des exemples récents sont fournis par la progression rapide de la chalarose du frêne depuis 2008, les pullulations de cynips du châtaignier et de pyrale du buis, et par la découverte de *Xylella fastidiosa* en Corse en 2015. Le nématode du pin, présent dans la péninsule ibérique, constitue une menace pour les pineraies françaises, en premier lieu en Aquitaine.

Ce contexte conduit à approfondir la réflexion sur les moyens permettant d'anticiper l'arrivée de ces espèces sur notre territoire, de détecter rapidement leur présence, d'évaluer les risques qu'elles font peser sur les forêts (et plus largement sur tous les arbres) et d'élaborer des stratégies appropriées de prévention et de lutte. L'objet de la séance sera de présenter des avancées méthodologiques récentes qui permettent de progresser dans ces directions.

LE CONCEPT DE PLANTATIONS SENTINELLES POUR IDENTIFIER LES FUTURS INSECTES EXOTIQUES ENVAHISSANTS

par Alain **ROQUES**³

La mondialisation entraîne une augmentation exponentielle des introductions d'insectes exotiques en Europe sans qu'aucune saturation ne soit observée. Cette augmentation est principalement due à l'arrivée d'espèces phytophages, qui s'établissent au rythme de 11.5 nouvelles espèces par an depuis le début des années 2000, soit 2.5 fois plus qu'il y a 50 ans. Ces phytophages sont significativement plus associés aux plantes ligneuses (8 espèces nouvelles par an) qu'aux herbacées, probablement en relation avec l'explosion du commerce mondial des plantes ornementales. Plus de 460 espèces exotiques sont désormais présentes sur les arbres et arbustes en Europe. Un nombre croissant des nouveaux arrivants sont dits « émergents » car précédemment inconnus comme envahissants ailleurs, voire même inconnus pour la Science, ou encore considérés inoffensifs dans leurs zones d'origine. À ce titre, ces espèces n'étaient pas réglementées avant leur arrivée en Europe, et les dispositifs de contrôle phytosanitaire aux frontières ne les ciblaient pas. La définition d'outils permettant l'identification des envahisseurs potentiels en amont de leur arrivée est donc aujourd'hui essentielle afin de disposer des dispositifs nécessaires d'alerte. La mise en place de plantations sentinelles cherche à répondre à cet objectif

¹ Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, Associate editor, Forest pathology, INRA, UMR Biogeco, 33610 Cestas.

² Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, Directeur de recherche à l'INRA – Expert à l'ANSES sur les risques biologiques pour la santé des végétaux.

³ Directeur de recherches à l'INRA Zoologie Forestière Orléans, médaille d'or de l'Académie d'agriculture en 2014 INRA Orléans.

au-travers de deux dispositifs ayant des objectifs distincts. Le dispositif dit « *ex-patria* », ou plantations sentinelles sensu stricto, consiste en la plantation de ligneux exotiques dans une région d'exportation, par exemple des arbres européens plantés en Chine, afin d'identifier les insectes de la région de plantation susceptible de changer d'hôte pour coloniser ces essences exotiques. On obtient ainsi une liste d'espèces potentiellement dangereuses si elles sont introduites. Le dispositif dit « *in-patria* », ou pépinières sentinelles, consistent la plantation d'espèces couramment exportées depuis le pays d'exportation, par exemple de plantes chinoises en Chine, mais en l'absence de tout traitement phytosanitaire. Cela vise ainsi à identifier les insectes susceptibles d'être introduits dans le pays d'importation via le commerce de plantes vivantes. Les deux types de dispositifs ont récemment été testés en Chine. La plantation de 6 espèces européennes a permis de lister plus d'une centaine d'espèces d'insectes chinois capables de les coloniser, parmi lesquels quatre représentent une réelle menace potentielle s'ils étaient introduits. Cependant, l'âge juvénile des plants et leur taille limitée a restreint la faune observée aux défoliateurs essentiellement. Les pépinières sentinelles utilisant les 6 arbres et arbustes chinois les plus exportés vers l'Europe ont révélé 106 associations, dont 90% étaient précédemment inconnues, entre espèces d'arbre et d'insecte. La mise en place d'un tel dispositif au début des années 2000 aurait certainement pu alerter sur le danger de l'invasion de la pyrale du buis avec les importations de buis chinois avant que celle-ci n'arrive en Europe (1^{er} signalement en 2006), tous les plants sentinelles ayant été attaqués. Un verrou reste cependant à lever, celui de l'identification taxonomique des espèces collectées principalement à des stades immatures pour lesquels peu ou pas de clé existent et les données moléculaires limitées pour l'instant à l'exception de quelques groupes. De nouvelles expérimentations à plus large échelle sont prévues dans les années à venir en Chine, en Afrique du Sud et aux USA.

APPLICATION DE L'AÉROBIOLOGIE ET DES TECHNIQUES MOLÉCULAIRES POUR LA DÉTECTION ET LA SURVEILLANCE DE CHAMPIGNONS PATHOGÈNES EXOTIQUES

par Marie-Laure **DESPREZ-LOUSTAU** & Renaud **LOOS**⁴

Les forêts partout dans le monde sont de plus en plus menacées par de nouvelles maladies (« émergentes ») souvent causées par des agents pathogènes introduits hors de leur zone d'origine. Ces introductions sont en très forte augmentation en lien avec le commerce international. Dans les régions d'introductions, les agents pathogènes sont mis en contact avec des espèces qui n'ont pas coévolué avec eux et dont certaines peuvent s'avérer très sensibles. La chalarose des frênes, dont l'agent causal est originaire d'Asie et qui s'étend en Europe depuis les années 1990 en est un bon exemple. Dans ce contexte d'évolution rapide du paysage phytosanitaire, la surveillance de la santé des forêts est plus que jamais nécessaire pour raisonner au mieux les interventions permettant de limiter l'impact des agents pathogènes. En complément de la surveillance actuelle effectuée par le Département Santé des Forêts, nous explorons la faisabilité et la pertinence d'une nouvelle approche inspirée du Réseau National de Surveillance Aérobiologique, en combinant captures de spores dans l'atmosphère et méthodes de biologie moléculaire. Nous présentons les premiers résultats sur quelques espèces ciblées (oïdium des chênes, chalarose, etc...) et sur l'approche générique de metabarcoding, permettant d'illustrer les bénéfices attendus et les points de vigilance méthodologiques concernant ces nouvelles méthodes.

⁴ Mycologue, chercheur HDR, laboratoire de santé des plantes de l'ANSES.

MODÉLISATION DES RISQUES D'ENTRÉE DES PATHOGÈNES ET INSECTES FORESTIERS EN EUROPE AVEC L'IMPORTATION DE BOIS

présenté par Christelle **ROBINET**¹

Auteurs : **ROBINET C., DOUMA JC., MAGNUSSON C., PIOU D., HEMERIK L.**
et **VAN DER WERF W.**

Le nombre d'espèces invasives augmente de manière exponentielle avec l'intensification des échanges commerciaux. Un modèle mathématique a été développé par une équipe de l'INRA (URZF, Orléans) et une équipe néerlandaise (Wageningen University) afin d'évaluer la probabilité d'entrée en Europe de pathogènes et insectes forestiers en lien avec les importations de bois.

Ce modèle décrit le commerce et la chaîne du bois : exportation du bois depuis le pays d'origine, entrée en Europe, transport et transformation du bois en Europe. Il prend en compte : le niveau d'infestation des arbres et l'efficacité des traitements appliqués au bois dans le pays d'origine avant l'exportation du bois, l'efficacité des contrôles phytosanitaires dans les ports d'entrée en Europe, la probabilité de dispersion autour des ports, la probabilité de dispersion lors du transport entre les Etats membres de l'Union Européenne, la probabilité de dispersion dans les scieries lors de la transformation du bois et la probabilité de dispersion depuis le produit final.

Cette estimation du risque prend en compte le volume de bois importé depuis ce pays d'origine vers l'Europe, puis les volumes échangés entre pays européens. La distribution des arbres-hôtes en Europe est prise en compte dans le modèle pour estimer la probabilité de passage aux arbres forestiers en Europe. Ce modèle est générique : il peut s'appliquer à tout insecte ou pathogène forestier. Il a été appliqué : 1) pour évaluer le risque d'introduire le nématode du pin, *Bursaphelenchus xylophilus*, avec l'importation de bois scié de conifères en provenance de Chine et 2) pour évaluer le risque d'introduire le pathogène responsable du flétrissement du chêne, *Ceratocystis fagacearum*, avec l'importation de grumes de chêne en provenance des Etats-Unis. Ce modèle permet d'identifier les leviers pour diminuer ce risque mais aussi d'identifier clairement les données à acquérir dans le futur pour mieux estimer ce risque.

Publications associées :

- (1) DOUMA JC., HEMERIK L., VAN DER WERF W., MAGNUSSON C., ROBINET C., 2017. – Development of a pathway model to assess the exposure of European pine trees to pine wood nematode via the trade of wood. *Ecological Applications*, **27**: 769-785. DOI: 10.1002/eap.1480
- (2) ROBINET C., DOUMA JC., PIOU D., VAN DER WERF W., 2016. – Application of a wood pathway model to assess the effectiveness of options for reducing risk of entry of oak wilt into Europe. *Forestry*, **89**: 456-472
- (3) DOUMA JC., ROBINET C., HEMERIK L., MOURITS MM., ROQUES A., VAN DER WERF W., 2015. – Development of probabilistic models for quantitative pathway analysis of plant pests introduction for the EU territory. EFSA External Scientific Report, pp. 435.

Disponible à : <http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-809>

¹ Chercheur, INRA, Unité de Recherche de Zoologie Forestière, Orléans.

SYNTHÈSE

Contexte

Deux principaux facteurs favorisent l'introduction et l'établissement de nouvelles espèces de ravageurs et pathogènes forestiers sur notre sol. D'une part la circulation des biens et des personnes entre tous les pays du monde s'intensifie. D'autre part, l'évolution du climat favorise l'implantation d'espèces jusqu'alors incapables de survivre dans notre pays. Des exemples récents sont fournis par la progression rapide de la *Chalarose* du frêne depuis 2008, les pullulations du *Cynips du châtaignier* et de la *Pyrale du buis*, et par la découverte de *Xylella fastidiosa* en Corse en 2015. Le *Nématode du pin*, présent dans la péninsule ibérique, constitue une menace pour les pineraies françaises, en premier lieu en Aquitaine. Ce contexte conduit à approfondir la réflexion sur les moyens permettant d'anticiper l'arrivée de ces espèces sur notre territoire, de détecter rapidement leur présence, d'évaluer les risques qu'elles font peser sur les forêts (et plus largement sur tous les arbres) et d'élaborer des stratégies appropriées de prévention et de lutte. L'objet de la séance sera de présenter des avancées méthodologiques récentes qui permettent de progresser dans ces directions.

Introduction :

La séance a été organisée par deux membres de l'Académie, section « Forêts et filière bois », directeurs de recherche de l'INRA à Bordeaux: M Hervé JACTEL, et Mme Marie-Laure DESPREZ-LOUSTAU.

M JACTEL introduit la séance en soulignant que les menaces pesant sur les arbres du fait des invasions de ravageurs et pathogènes connaissent à la fois une augmentation et une accélération. En forêt le buis, les frênes, le châtaignier, les pins, le Douglas sont des exemples d'espèces exposées. A Londres, la lutte contre la processionnaire du chêne coûte 2 millions de livres sterling (2,24 millions €) par an. L'importance de ce sujet à l'échelle du continent a suscité le lancement du programme européen de recherche Horizon2020 « HOMED » : Holistic Management of Emerging pests and diseases, qui réunit 21 équipes de 14 pays et est coordonné par H. Jactel et M.L. Desprez-Loustau.

Le concept de plantations sentinelles pour identifier les futurs insectes exotiques envahissants, par **Alain ROQUES**, directeur de recherche INRA (Orléans)

Monsieur ROQUES fait remarquer que l'établissement de nouvelles espèces d'origine exotique sur d'autres continents que celui d'origine est en croissance exponentielle pour les insectes, alors qu'il tend à plafonner pour les plantes et diminue pour les mammifères. Une majorité des espèces arrivant actuellement en Europe sont considérées comme « émergentes » car elles n'avaient jamais été précédemment observées comme envahissantes ailleurs, beaucoup n'étant de plus pas connues comme ravageurs dans les pays d'origine et donc non-inscrites sur les listes d'espèces de quarantaine. Ces insectes émergents peuvent causer des dégâts considérables dans le(s) pays d'introduction où ils n'ont pas d'ennemis naturels, et où les arbres hôtes n'ont développé aucun mécanisme de résistance ou d'adaptation (cas exemplaire de la pyrale du buis).

BIOAGRESSEURS EXOTIQUES
Séance du 28 novembre 2018

La Chine est devenue la source principale des espèces introduites en Europe, notamment en raison de sa position de grand exportateur de plants ornementaux (par exemple : buis taillés à raison de 1 million de plants par an vers la France; branches d'eucalyptus couvertes d'insectes accompagnant les fleurs). L'interception aux frontières se révèle peu efficace : ainsi, de 1995 à 2012, 7 espèces ont été interceptées pour 117 qui se sont établies.

Les plantations sentinelles ont pour but d'identifier, dans les pays d'origine, les espèces d'insectes susceptibles d'être exportées vers la France. M ROQUES rapporte les résultats de telles plantations installées en Chine, et qui sont de deux types :

- Plantations *ex patria* de six espèces d'arbres forestiers français soumis à la colonisation par les populations d'insectes chinoises ; en 8 ans, 39 espèces d'insectes considérées comme dangereuses ont été observées, dont 4 très dangereuses ;
- Plantations *in patria*, ou pépinières sentinelles, dans lesquelles les six espèces d'arbres les plus couramment exportées de Chine vers la France ont été cultivées sans protection phytosanitaire ; ces plantations ont révélé 105 associations hôte-insecte, dont 90 % précédemment inconnues ; utilisée à temps, cette stratégie aurait permis de détecter le risque constitué par la pyrale du buis, omniprésente sur les plants des espèces chinoises de buis destinées à l'exportation.

Cette méthodologie prometteuse se heurte encore à des obstacles. D'abord les plantations sentinelles sont très peu nombreuses. Ensuite, elles nécessitent beaucoup de temps. Les plantations âgées de moins de 5 ans ne permettent de détecter que les espèces phyllophages ou liées aux racines. Il faut attendre au minimum 6-7 ans pour les voir colonisées par les xylophages. Enfin, l'identification taxonomique des espèces détectées est souvent difficile (il faudrait disposer de clés de reconnaissance applicables aux stades larvaires, ce qui est rarement le cas), voire impossible même avec les outils moléculaires actuels, les bases de données correspondantes étant encore trop limitées à l'exception de quelques familles d'insectes.

Il faut cependant saluer la multiplication en cours des plantations sentinelles en Chine, aux USA et en Afrique du Sud.

Application de l'aérobiologie et des techniques moléculaires pour la détection et la surveillance de champignons pathogènes exotiques, par Marie-Laure DESPREZ-LOUSTAU (INRA Bordeaux) et Renaud IOOS (Laboratoire de santé des plantes de l'ANSES)

Dans le contexte exposé en introduction, la surveillance sanitaire des forêts revêt une importance primordiale. Celle-ci est assurée en France par les correspondants-observateurs du Département de la Santé des Forêts (DSF). Les avancées réalisées en biologie moléculaire permettent d'envisager de compléter les observations au sol, à une échelle fine, par l'analyse des spores collectées dans les capteurs aériens du Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA, installés avec des objectifs de santé humaine), pouvant fournir des informations à l'échelle régionale.

Madame DESPREZ-LOUSTAU présente les résultats obtenus en matière de détection ciblée de deux espèces de champignons pathogènes s'appuyant sur les possibilités d'identification offertes par les variations d'une séquence spécifique issue de l'ADN ribosomique :

- Oïdium des chênes : la période de présence des spores dans l'air (mai à août) correspond à celle de la détection de la maladie sur les arbres ;
- Chalarose du frêne : le nombre de spores du champignon capturées par jour varie de 100 dans le Nord Est (zone infestée) à 10 en région Centre (front d'avancement) et à 0 dans le sud ouest (maladie absente).

BIOAGRESSEURS EXOTIQUES
Séance du 28 novembre 2018

La preuve de concept a donc été apportée et que cette méthodologie pourrait fournir une aide à la surveillance pour des maladies en cours d'expansion. Une vérification *a posteriori* est prévue pour la Chalarose du frêne à l'échelle européenne.

Au-delà de détections ciblées, ce type de méthodologie pourrait éventuellement permettre de détecter des agents pathogènes émergents encore inconnus dont les spores seraient présentes dans les échantillons d'air analysés. Ceci suppose d'être capable d'identifier à la fois rapidement et précisément les nombreuses espèces présentes dans ces échantillons et de disposer de bases de données de référence. La technique de metabarcoding permet ainsi potentiellement, par séquençage massif d'un ensemble de marqueurs ADN spécifiques (« codes-barres »), de détecter les espèces fongiques disséminant leurs spores par voie aérienne en un lieu donné et à un moment donné. Des résultats préliminaires sont présentés montrant le potentiel du metabarcoding mais également les biais possibles liés à des choix méthodologiques. Certaines limitations actuelles pourraient être levées grâce aux progrès rapides du séquençage (marqueurs ADN utilisables passant de quelques centaines à quelques milliers de paires de bases, ce qui augmente considérablement leur pouvoir de discrimination). Une limitation potentiellement plus difficile ou plus longue à lever, compte du nombre considérable d'espèces fongiques, sera la constitution de bases de données de séquences exhaustives et précises (permettant d'assigner une séquence à une espèce donnée, avec ses caractéristiques biologiques, notamment de pouvoir pathogène).

Modélisation des risques d'entrée des pathogènes et insectes forestiers en Europe avec l'importation de bois, par **Christelle ROBINET (INRA Orléans)**

Christelle ROBINET présente un modèle générique permettant de calculer une probabilité globale d'introduction de pathogènes ou insectes en tenant compte de toutes les étapes de l'importation et de l'utilisation du bois en France depuis le pays d'origine jusqu'au produit final. Ce modèle comporte 21 paramètres non spécifiques et 24 paramètres spécifiques au bio - agresseur.

Christelle ROBINET montre les résultats obtenus lors de l'application de ce modèle à deux cas :

- L'agent de flétrissement des chênes américains, *Ceratocystis fagacearum*, (importation de grumes de chênes en provenance des USA) ; dans ce cas, la France se trouvait toujours parmi les 4 pays les plus exposés ; les conditions imposées à l'importation par la réglementation européenne apparaissent comme relativement efficaces et il est nécessaire de poursuivre ces efforts de prévention pour limiter le risque d'introduction de ce parasite.
- Le nématode du pin (importation de sciages de conifères en provenance de Chine) ; dans ce cas aussi la France apparaît aussi parmi les pays où le risque d'introduction est le plus élevé (notamment en Aquitaine) ;

À ce stade encore précoce de développement, ce modèle s'avère déjà utile pour identifier les données qu'il faut acquérir pour bien apprécier le risque, et les principaux leviers utilisables pour le réduire.

Principaux sujets abordés lors du débat avec la salle

Faut-il considérer que les outils réglementaires de prévention sont nécessairement inefficaces et que les invasions massives d'insectes et champignons sont une fatalité ?

BIOAGRESSEURS EXOTIQUES
Séance du 28 novembre 2018

Eléments apportés en réponse : Il existe de nombreux dispositifs de restriction ou contrôle à l'importation, dont certains relativement efficaces. Mais les exemples montrant que ces dispositifs ne sont pas efficaces à 100 % sont nombreux : encore récemment des palettes infestées de nématode du pin ont été importées à Bordeaux malgré la quarantaine. Imposer des restrictions au commerce international est difficile, comme l'a montré l'annulation au niveau de l'UE de l'interdiction britannique des importations d'*Acer palmatum* de Chine. Les circuits commerciaux complexes à l'intérieur desquels les plants circulent entre plusieurs pays rendent l'application des réglementations nationales difficile. Il faut aussi rappeler le principe de libre circulation à l'intérieur de l'Union Européenne. Certains produits comme les palettes en bois circulent à l'échelle du globe et font l'objet de nombreux recyclages. Plutôt que de constituer des listes d'espèces réglementées, il est plus efficace de raisonner le risque par filière d'importation : « essences à risques x pays à risques ».

Quelles sont les méthodes qui permettraient de lutter contre le nématode du pin s'il était introduit en France ?

Eléments apportés en réponse : Le nématode du pin est également présent en Amérique du Nord et en Asie. En matière de lutte, aucune méthode de lutte biologique n'est connue. Actuellement, les mesures d'éradication réglementaire concernent un rayon très large autour d'un arbre identifié comme atteint. A la demande des représentants de la France, la Commission européenne évolue vers l'acceptation de coupes rases de surface limitée autour des arbres atteints (30 – 50 m) et vers une gestion arbre par arbre des peuplements contaminés, pour contenir le parasite. En matière de prévention, on ne connaît pas de pins résistants à l'insecte vecteur du nématode. Au Japon, un programme d'amélioration génétique de la résistance a été mis en œuvre mais la fréquence des pins résistants au nématode est très faible, ce qui réduit drastiquement la diversité utilisable ; de plus, à supposer qu'une variété de pin génétiquement résistante puisse être cultivée, la vitesse de reproduction du parasite (20 générations par an) aurait toutes les chances de lui permettre de contourner la résistance avant la fin de la révolution sylvicole. Enfin, la plantation de pin taeda, porteur sain du nématode, est une solution pour réduire les dégâts mais pas pour stopper la dissémination du parasite.

Quelles sont les perspectives de la lutte contre la pyrale du buis ?

Eléments apportés en réponse : L'emploi des insecticides est efficace mais non sélectif ; l'utilisation du Bacille de Thuringe (« Bt ») est la meilleure solution pour les parcs et jardins mais doit être proscrite en milieu naturel car il tue indistinctement les chenilles de tous les lépidoptères. Ces traitements ne sont par ailleurs pas envisageables dans les buxaias naturelles qui couvrent de grandes surfaces dans le sud de la France. La recherche travaille sur la lutte biologique à l'aide de parasitoïdes à rechercher dans l'aire naturelle de la pyrale du buis (Chine), puis à évaluer en termes d'efficacité et de spécificité d'hôte, ce qui prendra beaucoup de temps.

Quel avenir pour les méthodes de lutte biologique ?

Eléments apportés en réponse : Il y a eu quelques beaux succès, comme par exemple la maîtrise du Cynips du châtaignier par le parasitoïde *Torymus sinensis* mais il ne faut pas sous-estimer les difficultés. La lutte par conservation de la biodiversité est une autre méthode à encourager. Efficaces au laboratoire (notamment contre les termites), les

BIOAGRESSEURS EXOTIQUES
Séance du 28 novembre 2018

champignons entomopathogènes se sont révélés inefficaces en forêt. Les lâchers de mâles stériles sont une option de lutte efficace seulement en milieu clos (serres) ou très bien isolé (îles).

Le succès de la lutte biologique contre les insectes à l'aide de parasitoïdes repose sur une parfaite connaissance de l'espèce invasive : chaque couple insecte invasif – parasitoïde spécialisé est un cas particulier, avec des précautions à prendre pour éviter des effets néfastes sur la faune indigène; rappelons aussi que le succès face au Cynips du châtaignier s'est concrétisé au bout de 10 ans.

Comment le modèle présenté par Mme ROBINET a-t-il été ou sera-t-il validé ? ?

Éléments apportés en réponse : Une validation générale est impossible. Le modèle constitue un cadre de réflexion cohérent et exhaustif pour raisonner les mesures de prévention. Il présente aussi un grand intérêt pour réaliser des tests de sensibilité qui informeront sur l'importance relative des différents facteurs impliqués, et pour simuler l'impact de diverses mesures préventives.

Conclusion, par Michel DRON, membre de l'Académie d'agriculture, secrétaire de la section « Productions végétales »

S'appuyant sur l'exemple de l'hévéa, dont les plantations d'Amazonie ont été ravagées tandis que celles d'Asie du Sud-Est sont restées indemnes jusqu'à ce jour, Michel DRON montre que des maladies très virulentes peuvent posséder des mécanismes encore mystérieux. Les actions de l'homme peuvent causer des dégâts collatéraux, comme ce fut le cas à la Réunion lorsque la mouche bleue introduite pour lutter contre la peste végétale vigne marronne s'attaqua aux fleurs des Leechees, avant de les délaisser. Par ailleurs, aucune méthode de prévention, même drastique et coûteuse comme c'est le cas en Nouvelle-Zélande pour protéger le Kauri du Phytophthora, ne peut constituer une protection absolue : on ne peut pas empêcher l'augmentation des échanges. Il y a enfin un problème de vitesse : les ravageurs peuvent se répandre très rapidement, alors que la mise au point d'une réaction efficace nécessite en général beaucoup de temps.

Pour Michel DRON toute stratégie doit d'abord s'appuyer sur une surveillance, comme c'est le cas en forêt avec le Département de la Santé des Forêts (DSF) du Ministère de l'agriculture. Ensuite, la prévention est préférable à la lutte, très souvent lourde et coûteuse. Lorsque le ravageur a été introduit, il est légitime de prendre des risques pour la mise au point de méthodes de la lutte biologique, en analysant soigneusement le contexte au cas par cas.

6 Décembre 2018

Ont contribué à ce document :

Académie d'agriculture, section 2 : M-L. **DESPREZ-LOUSTAU, H. JACTEL**
et B. **ROMAN-AMAT**
A. **ROQUES, C. ROBINET**

LES RESSOURCES MICROBIENNES DES SOLS : DES OUTILS BIOLOGIQUES POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT DURABLE

Séance organisée par Robien **DUPONNOIS**¹

Dans la mesure où la nouvelle PAC s'oriente de plus en plus vers des mécanismes qui ne font plus appel à des mesures publiques de soutien de marché, il faut s'attendre, si aucune alternative n'est mise en place, à une forte augmentation de la volatilité des prix et des revenus.

Protéger les agriculteurs de cette volatilité des prix et des revenus peut-il être le rôle des systèmes assurantiels adoptés en particulier aux États-Unis ? Mais l'assurance ne peut fonctionner que pour corriger des aspects non systémiques.

Si l'on veut éviter la généralisation de l'intégration et de la sous-traitance qui donnerait tout le pouvoir aux seules entreprises de transformation ou de commercialisation, il peut être adéquat de favoriser les relations contractuelles dans le cadre des organisations interprofessionnelles. On observe en effet des résultats très intéressants dans le secteur viticole et en particulier dans le Champagne ainsi que pour le fromage de comté. Mais on se heurte souvent à une hostilité très vive du Ministère des Finances au nom de la compatibilité avec les règles de la concurrence.

Cette question du rôle et du positionnement souhaitable des interprofessions est en cours d'observation dans le cadre du Groupe de travail PAC animé par Gilles **BAZIN** et Michel **JACQUOT**.

INTRODUCTION

par Robien **DUPONNOIS**

Au cours de ces dernières décennies, la pression anthropique, la surexploitation des ressources naturelles conjuguée aux aléas climatiques a engendré de profondes perturbations au niveau des sols cultivés aboutissant à leur fragilisation (aggravation des phénomènes d'érosion hydrique et éolienne) et à une baisse de la productivité et de la stabilité des agrosystèmes. Cette surexploitation des ressources a en particulier entraîné un appauvrissement des teneurs en éléments minéraux et organiques des sols mais aussi des caractéristiques de la microflore tellurique tant au niveau de sa structure que de sa diversité fonctionnelle.

Les pratiques culturales intensives prônées dans le contexte de « la révolution verte », bien qu'ayant répondu aux objectifs de lutte contre l'insécurité alimentaire au niveau mondial et plus particulièrement dans les pays les moins avancés, reposaient sur l'utilisation massive d'intrants chimiques et de pesticides, le recours à l'irrigation peu ou pas maîtrisée, etc entraînant de profondes dégradations de l'environnement. Dans ce contexte, de nouvelles pratiques agricoles ont été proposées pour améliorer durablement la productivité des périmètres cultivés tout en préservant les caractéristiques environnementales et ainsi promouvoir le concept de « Révolution doublement Verte » en alliant productivité et durabilité écologique, économique et sociale.

¹ Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, Représentant adjoint de l'IRD au Sénégal – Directeur de l'UMR « Laboratoire des symbioses tropicales et méditerranéennes », Professeur consultant SupAgroMontpellier.

Pour atteindre cet objectif, les microbes du sol représentent une ressource largement inexplorée pour promouvoir le rendement et la productivité agricoles dans le contexte de pratiques agricoles durables. De nombreuses interactions microbiennes sont impliquées dans des processus environnementaux clés, tels que les cycles biochimiques du phosphore (P), de l'azote (N) et du carbone (C), la santé des plantes et la qualité du sol. À l'intérieur du sol, la rhizosphère a été définie comme un volume de sol sous l'influence des racines et de son activité (exsudation, excrétion, etc.) où les micro-organismes et les processus biologiques sont importants pour la croissance et la santé des plantes. De nombreuses études ont indiqué que le sol qui héberge ces interactions et activités microbiennes est essentiel au développement des plantes en raison de son impact sur l'absorption d'éléments nutritifs par les plantes et de sa protection contre les agents phytopathogènes.

Les présentations scientifiques de cette journée viseront à montrer le rôle majeur que joue le microbiote tellurique dans le fonctionnement de l'agrosystème tant au niveau de sa productivité que de sa résistance aux aléas environnementaux et les connaissances scientifiques et techniques qui doivent être acquises afin de valoriser au mieux cette ressource microbienne dans le cadre d'une gestion durable des terres.

GESTION DE LA COMPOSANTE MYCORHIZIENNE DES SOLS POUR AMÉLIORER DURABLEMENT LA PRODUCTIVITÉ DES AGROSYSTÈMES

par Robin Duponnois

Parmi les composantes microbiennes particulièrement sensibles à la surexploitation des ressources telluriques figurent les champignons mycorhiziens. Ces symbiotes fongiques sont des partenaires indispensables à la croissance de la majorité des plantes terrestres. Outre leur rôle dans la nutrition minérale de la plante hôte, ils améliorent aussi la résistance de la plante vis à vis de stress biotiques (Ex : attaques parasitaires) et abiotiques (Ex : métaux lourds, stress salin ou hydrique). Dans les sols dégradés, le potentiel mycorhizien des sols décroît pour atteindre un seuil minimal en termes d'abondance et de diversité de propagules fongiques qui ne lui permet plus d'assurer son rôle vis à vis du développement spatio-temporel de la couverture végétale. Il est alors nécessaire de promouvoir le développement de ces symbiotes microbiens via un apport en masse de champignon (mycorhization contrôlée) ou via une gestion du peuplement résiduel de champignons mycorhiziens par l'utilisation de vecteurs biologiques particulièrement adaptés aux conditions drastiques rencontrées dans ces régions (Ex : carences minérales, sécheresse).

Les principaux résultats obtenus dans les programmes visant à optimiser la productivité d'agrosystèmes seront présentés en soulignant l'importance de ces symbioses mycorhiziennes dans la réussite de ces opérations mais également en décrivant les différentes stratégies susceptibles d'être mises en œuvre pour optimiser le fonctionnement de la symbiose mycorhizienne et son impact sur le développement des plantes cultivées.

RESSOURCES MICROBIENNES TELLURIQUES ET RÉHABILITATION DES SOLS POLLUÉS (PHYTOSTABILISATION)

par Marc **DUCOUSSO**¹

La pollution des sols par les métaux lourds engendre des risques sanitaires et environnementaux importants si elle n'est pas traitée efficacement. Nonobstant, la réhabilitation de ces types de sols reste très difficile à réussir et nécessite encore des recherches pour la compréhension du fonctionnement des écosystèmes. Dans ce contexte, l'étude des sols extrêmes naturellement riche en métaux lourds permet de mieux appréhender l'importance et les rôles des microorganismes dans les processus qui mène à la restauration d'un sol et de son fonctionnement. En Nouvelle-Calédonie et à Madagascar, dans des sols ferrallitiques naturellement riche en Ni, Cr, Mn et Co, les communautés de microorganismes ont été caractérisées en interaction avec les communautés végétales. Ces études nous ont permis d'observer une structuration de ces populations en fonction du couvert végétal, mais aussi en fonction de la contrainte édaphique révélant une adaptation des microorganismes à leur environnement. Nous avons également mis en évidence l'importance du rôle de la symbiose ectomycorhizienne dans ces écosystèmes. D'un point de vue fonctionnel, le rôle du champignon ectomycorhizien *Pisolithus albus* dans la gestion du nickel par la plante a également été caractérisé ainsi que le potentiel de fixation d'azote d'un *Acacia* très largement utilisé dans les programmes de reboisement de ces écosystèmes. Afin de proposer des itinéraires techniques de restauration écologique de ces sols, nous avons travaillé sur la compatibilité des microorganismes symbiotiques afin de tirer avantage de la capacité de certaines espèces à s'implanter rapidement sur des terrains nus pour fournir à d'autres espèces les conditions nécessaires à la réussite de leur installation ; cet itinéraire est appelé : « système plante nurse / plantes cibles ». Les avancées de la mise en place de cet itinéraire à Madagascar et en Nouvelle-Calédonie sont présentées.

VALORISATION DES RESSOURCES MICROBIENNES TELLURIQUES ET CONCEPTION DE BIOFERTILISANTS / BIOPESTICIDES

par Claire **PRIGENT-COMBARET**²

Face à l'accroissement de la population mondiale qui devrait atteindre environ 9,8 milliards de personnes en 2050, le maintien d'une forte productivité agricole est nécessaire. A partir de la seconde moitié du XX^{ème}, l'utilisation d'intrants chimiques (engrais et pesticides), d'une irrigation intensive et de variétés végétales performantes, a permis d'optimiser les rendements des cultures. Toutefois, ces pratiques ont significativement affecté la santé des agrosystèmes (érosion de la biodiversité, baisse de fertilité des sols, contaminations environnementales). De fait, limiter l'insécurité alimentaire tout en réduisant les risques environnementaux est un défi actuel majeur pour notre Agriculture et nos sociétés.

Dans ce contexte, l'exploration et la valorisation des ressources microbiennes telluriques peuvent permettre de proposer des solutions alternatives au service du développement d'une

¹ Chercheur CIRAD Montpellier.

² Univ. Lyon / CNRS.

agriculture durable. En effet, les plantes tout au long de leur cycle de vie sont en association avec des communautés microbiennes qui influencent leur développement. Au sein de ce microbiote, certains microorganismes (bactéries, champignons, protistes), colonisant leurs racines, sont capables de stimuler leur croissance et/ou de les protéger contre des maladies. Ils sont en effet capables d'exprimer un ensemble de propriétés phytobénéfiques impliquées dans l'amélioration de la nutrition minérale de la plante (fixation d'azote, solubilisation du phosphate, production de sidérophores, etc), la modulation des balances hormonales végétales, la production de composés antimicrobiens et l'induction des réponses de défense de la plante.

Des efforts considérables sont actuellement déployés pour exploiter ces microorganismes et proposer des biofertilisants et des biopesticides pour améliorer de façon durable la croissance et la santé des plantes. Des leviers restent cependant à lever, car trop souvent ces agents biologiques présentent une bonne efficacité en laboratoire mais une faible efficacité au champ.

Aussi, après avoir décrit les propriétés phytobénéfiques des microorganismes du sol, leurs modes d'action sur la plante, la complexité des interactions biotiques qu'ils partagent au sein du microbiote, nous débattons des différentes stratégies de Recherche actuellement explorées pour optimiser l'usage et l'efficacité des biofertilisants et biopesticides.

CONCLUSIONS

par Jean-François **BRIAT**¹

Cette séance hebdomadaire de notre compagnie a abordé le thème de l'utilisation de la microflore du sol afin de valoriser des sols fortement dégradés, de revitaliser des sols pollués par les métaux lourds, et de permettre une production végétale, qualifiée de durable, dans le cadre d'une agriculture raisonnée tant au niveau de la nutrition que de la santé des plantes. Les différents intervenants ont, entre autre, présentés diverses possibilités d'orientation des services de la microflore du sol par des approches :

- holistiques, basées sur des co-cultures céréales / légumineuses, ou l'utilisation de plantes nurses, afin de profiter des effets bénéfiques des mycorhizes, et en particulier de leur fonction dans la nutrition des plantes ;
- réductionnistes, faisant appel à des inoculations fongiques (mycorhizes) ou bactériennes (« Plant Growth Promoting Rhizobacteria » = PGPR), de plants ou de semences.

A la suite des exposés, l'interaction entre la salle et les conférenciers a permis, outre de préciser quelques points factuels, d'ouvrir un débat de fond sur trois interrogations principales :

- l'ingénierie écologique du sol, en particulier via les approches réductionnistes d'inoculation, constitue-t-elle une approche durable, et quel est son impact sur l'artificialisation des sols ?
- les effets bénéfiques observés au laboratoire sont souvent très hétérogènes au champ où ils sont fortement atténués, voire totalement supprimés, posant la question de la compréhension des mécanismes responsables de ce différentiel
- quels sont par ailleurs les grands mécanismes à l'œuvre dans l'établissement des différents équilibres du système sol / plante / climat, et quel sont les impacts sur l'ensemble du système de la modification d'un de ces équilibres par les approches holistiques ou réductionnistes d'ingénierie écologique du sol ?

Les interactions biotiques dans un sol ne se résument pas à la nature quantitative et qualitative de la microflore. Celle-ci est en équilibre avec les autres organismes vivants du sol (macrofaune), et elle entretient un dialogue intégré (dans les deux sens ; voir diapositives 2 et 3 du diaporama de conclusion) et dynamique dans le temps, avec les racines des plantes ; le métabolisme de celles-ci (excrétions d'exsudats par exemple) est lui-même relié à la physiologie des parties aériennes, en interaction avec leur environnement (température, lumière, CO₂ ... donc *in fine* avec le climat). Ce système est donc constitué d'équilibres dynamiques interactifs, s'influençant les uns les autres. La conséquence principale de ce constat est que toute manipulation par l'Homme d'une des composantes du système aboutira à des modifications en cascade de ses autres parties.

¹ Membre de l'Académie d'Agriculture de France (section 5).
Courriel : jfbriat@free.fr

Un champ de recherche important doit donc être ouvert concernant l'ingénierie écologique des sols afin de mesurer l'impact à court, moyen et long terme induit par les approches holistiques et réductionnistes mentionnées ci-dessus. Des travaux de plus en plus abondants sont publiés pour permettre de comprendre les mécanismes déterminants les interactions microflore / plante, en particulier grâce au développement de l'analyse métagénomique du microbiote du sol et de celui associé aux racines, en fonction en particulier de la nature du génotype des plantes et de leurs conditions de culture (influence de stress biotiques et abiotiques). Ce type d'étude devrait pouvoir être étendu à d'autres interactions biotiques du système (nématodes, insectes ...). Enfin, très peu de recherches prennent en compte les paramètres structuraux et physico-chimiques des sols, pourtant essentiels à la compréhension de la dynamique du système, que ce soit dans leur influence sur l'architecture racinaire, ou sur leur contribution à la constitution de niches pour la faune et la flore du sol. Ce dernier point est essentiel à considérer dans de futures recherches car il est vraisemblablement une de clés pour la compréhension des différentiels de réponses aux approches holistiques et réductionnistes entre le laboratoire et le champ, et entre différents champs.

LES OCÉANS : ELDORADO POUR LA BIOTECHNOLOGIE ?

Séance organisée par Jean-Claude **PERNOLLET** et Serge **POULET**

En ce début du XXI^{ème} siècle, les problèmes reliés aux besoins grandissants d'une population humaine croissante posent des défis immenses. Ces défis concernent quatre domaines interconnectés : la couverture des besoins alimentaires, la recherche de nouvelles ressources pour satisfaire ces besoins, l'optimisation de modèles de production renouvelable, le respect de l'environnement et enfin, la rentabilité économique des filières exploitées. Actuellement, les ressources naturelles connues, ainsi que les modèles de production et de consommation, sur lesquels reposent nos sociétés, sont considérés comme étant insuffisants, compte tenu des besoins futurs d'une population mondiale estimée à 10 milliards d'habitants à l'horizon 2050. Cette problématique n'est pas limitée aux filières alimentaires, sachant que les besoins futurs couvriront également les domaines industriels, la pharmacologie, la médecine, et les énergies renouvelables. Parmi les diverses solutions envisagées, la biodiversité des organismes terrestres apporte l'espoir, réel ou illusoire, de disposer de nouvelles ressources, ou de nouveaux modèles économiquement viables. Dans ce contexte, les océans constituent un immense réservoir surexploité au niveau des pêcheries, mais sous-représenté en termes de biotechnologie. Au niveau alimentaire, les ressources marines, pêcheries et aquaculture réunies, devraient se développer au-delà des 16% de la consommation humaine mondiale en protéines animales (FAO, 2014). Dans le domaine des biotechnologies, la question se pose aussi de savoir si les océans peuvent constituer un réel Eldorado. La question subsidiaire étant de connaître la place occupée par la France dans l'essor et l'exploitation de ce nouveau domaine.

Au-delà des perspectives de l'aquaculture marine, orientée vers l'utilisation et la transformation des ressources marines dans le cadre des multiples contraintes environnementales, technologiques et économiques, le but de cette séance est de souligner, par trois exemples, l'intérêt de la biodiversité marine. Cette biodiversité, en élargissant l'accès à de nouveaux modèles vivants, cellulaires ou moléculaires, a dans le passé permis des avancés remarquables dans plusieurs domaines des connaissances scientifiques et leurs applications en biotechnologie (Ex. neurophysiologie de l'axone géant du calmar : *Loligo vulgaris*, production de GFP découverte chez la méduse : *Aequorea victoria*). Le but de cette séance est d'apporter un éclairage particulier sur « l'état de l'art » de la recherche et développement biotechnologique en France, dans les domaines industriel, pharmacologique et médical, ou des biocarburants, à partir de plusieurs modèles marins.

BACTÉRIES ET ARCHÉES MARINES EXTRÊMOPHILES : MODÈLES ENZYMATIQUES SPÉCIFIQUES ET APPLICATIONS INDUSTRIELLES.

Professeur Mohamed **JEBBAR**¹

Les environnements océaniques profonds sont qualifiés pour la plupart d'extrêmes (e.g. sources hydrothermales, zones d'émission de fluides froids, sédiments, bassins hypersalés). Outre la profondeur, et donc l'omniprésence du paramètre pression hydrostatique, ces environnements ont en commun d'être pratiquement indépendants de l'énergie solaire et de la production primaire photosynthétique. Il y règne des conditions extrêmes (salinité, pression, oligotrophie, présence de radiations, hautes températures...) où des microorganismes extrémophiles prospèrent. Les extrémophiles vivent généralement dans des milieux de plus en plus improbables et auparavant considérés comme stériles : sources thermales, hydrothermales, lacs acides, alcalins, hypersalés, sédiments marins profonds, réservoirs pétroliers, glaciers, zones arides, etc.

Les découvertes des dernières décennies ont progressivement reculé les limites physiques et chimiques de la vie sur Terre. Certaines limites ne sont toujours pas connues, c'est le cas notamment pour les microorganismes des sédiments profonds du plancher océanique (biosphère de sub-surface) et pour les limites de la vie sous pression. Certes, l'oxygène des fonds océaniques provient de la photosynthèse, mais les procaryotes de ces écosystèmes basés sur la chimiosynthèse microbienne utilisent fréquemment d'autres accepteurs d'électrons (sulfates, nitrates, etc) permettant à des communautés de se développer sans recourt à l'oxygène dissout.

Durant les 40 dernières années, des chercheurs de certains pays ont exploré des environnements des sources hydrothermales océaniques profondes autour du monde et étudié un certain nombre de microorganismes, leurs propriétés métaboliques et physiologiques ainsi que leur grande diversité phylogénétique. Les sources hydrothermales océaniques profondes sont caractérisées par de grandes fluctuations de salinité (0,1-6%), de température (2-407°C), de pH (1-8) et de pression hydrostatique (jusqu' à 60 MPa). Par conséquent, on s'attend à ce que les communautés archéennes et bactériennes (associées à des hôtes eucaryotes ou non) qui prolifèrent dans ces environnements comprennent de nombreux écotypes et phénotypes.

Les bactéries et les archées de ces environnements extrêmes possèdent des biomolécules qui permettent des biotransformations en conditions extrêmes, ces biomolécules (protéines/enzymes ; exopolysaccharides, lipides, molécules de réserve, métabolites secondaires, etc) possèdent des propriétés originales avec un grand potentiel biotechnologique. Parmi les applications biotechnologiques des bactéries et archées extrémophiles, l'exemple des ADN polymérases thermostables est le plus connu. D'autres enzymes comme les hydrolases issues des bactéries et archées extrémophiles ont été largement utilisées dans l'industrie de la transformation de l'amidon. Bien que les propriétés des enzymes des extrémophiles soient intéressantes et bien adaptées aux conditions souvent extrêmes des productions industrielles, il existe encore pas mal de difficultés techniques et technologiques afin d'améliorer la production et l'utilisation large des enzymes des extrémophiles dans les différents procédés biotechnologiques et industriels.

¹ Université de Brest, CNRS, IFREMER, IUEM, LM2E, F-29280 Plouzané
mohamed.jebbar@univ-brest.fr

LES MICROALGUES, SOURCES DES BIOCARBURANTS DU FUTUR ?

Prof. Gilles PELTIER¹

Les microalgues sont des organismes photosynthétiques unicellulaires d'une importance considérable pour notre planète. Grâce à leur photosynthèse elles captent et transforment l'énergie solaire et fixent près de 50% du CO₂ atmosphérique entrant annuellement dans les écosystèmes. Du fait de leur productivité élevée, de la possibilité de les cultiver sur des terres non arables et de leur capacité à générer une biomasse riche en énergie (certaines espèces peuvent accumuler plus de 50% de leur biomasse en composés de réserve comme l'amidon ou l'huile) ces organismes présentent un fort potentiel pour la production des biocarburants du futur. De plus certaines espèces ont la capacité de produire de l'hydrogène (un vecteur énergétique utilisable par les piles à combustible) ou des hydrocarbures. Toutefois, le développement d'une production économiquement viable de biocarburant nécessite de domestiquer ces organismes pour accroître leur productivité en molécules denses en énergie. Au cours de ces dernières années des avancées majeures ont été réalisées conduisant à l'identification de gènes clés contrôlant l'accumulation de réserves ou de protéines algales catalysant la production d'hydrocarbures. Nous donnerons quelques exemples issus de notre laboratoire illustrant comment la compréhension des mécanismes biologiques permet d'accroître la productivité des microalgues en molécules utilisables pour la production de biocarburants.

INVERTÉBRÉS MARINS : DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE AUX APPLICATIONS THÉRAPEUTIQUES.

Dr. Laurent MEIJER²

Les organismes marins représentent une source très riche d'enzymes et de produits naturels qui peuvent être exploités pour comprendre les fondamentaux de la biologie, les maladies humaines et pour développer de nouveaux médicaments thérapeutiques. Ce rêve « De la Mer à l'Apothicaire » sera illustré par de nombreux exemples historiques et par quelques exemples issus de notre propre laboratoire. Ainsi la purification totale, à partir des ovocytes des étoiles de mer, de CDK1 / cycline B, la protéine kinase régulant la transition prophase/métaphase du cycle de division cellulaire, a permis la découverte de la roscovitine, un candidat médicament en phase 2 pour le traitement des patients atteints de mucoviscidose. Des travaux de chimie médicinale partant de la Leucettamine B, un produit naturel extrait de l'éponge calcaire marine *Leucetta*, ont permis de

¹ Institut de Biosciences et Biotechnologie Aix-Marseille, Aix-Marseille Université, CEA, CNRS, UMR 7265, CEA Cadarache, 13108 Saint-Paul-lez-Durance.
gilles.peltier@cea.fr

² ManRos Therapeutics ('from Sea to Pharmacy'), Hôtel de Recherche, Presqu'île de Perharidy, 29680 ROSCOFF.
meijer@manros-therapeutics.com

découvrir les Leucettines, une classe d'inhibiteurs de kinases développés pour le traitement des déficits cognitifs observés dans le syndrome de Down et la maladie d'Alzheimer.

LES OCÉANS : NOUVELLES FRONTIÈRES POUR LA BIOTECHNOLOGIE ?

Conclusion par Jean-Claude **PERNOLLET**, membres de l'Académie d'agriculture

Cette séance a permis d'ouvrir le voile sur des applications inédites, sources de progrès nouveaux dans les domaines industriels, pharmacologiques, médicaux et énergétiques, à partir de trois modèles marins différents : bactéries, microalgues et invertébrés.

Propos liminaire sur l'abondance de l'eau sur notre planète

Tout d'abord il convient de rappeler la place relative de l'eau sur notre planète : en dépit d'une connaissance intuitive de l'immensité des océans qui représentent 70% de la surface de la Terre, lorsque l'on compare le volume qu'ils occupent à celui de la terre ferme, ainsi que le représente la figure, ils apparaissent bien modestes. Mais avec une profondeur moyenne de plusieurs kilomètres (3,7 en moyenne), ils forment cependant l'un des plus grands volumes de la biosphère.

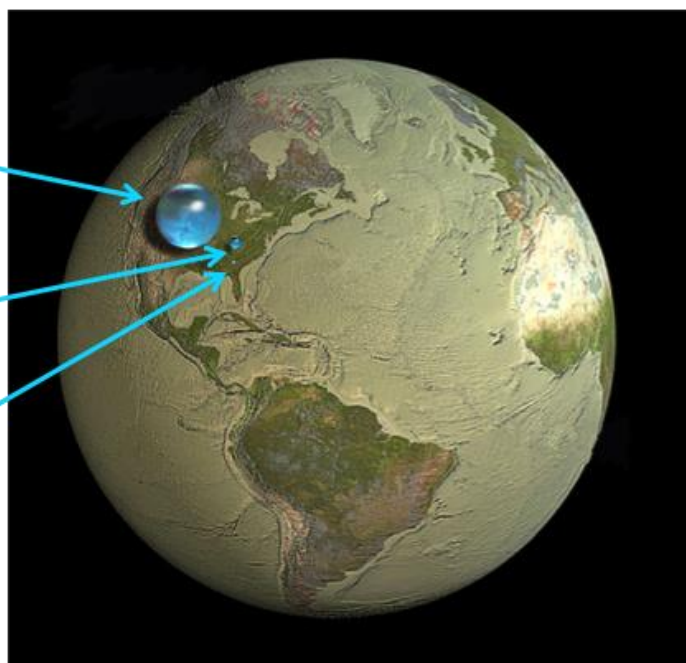
En raison de leur faible densité relative, ils ne représentent cependant que 0,2 ‰ de la masse totale de l'ensemble. Quant à l'eau douce, notamment celle facilement disponible pour le développement de la vie terrestre, elle représente moins de 20 milliardièmes de la masse totale du globe, mais c'est un autre sujet que celui de cette séance.

1,386 milliard de km³ d'H₂O
(0,023 % de la masse de la
Terre).

Eau douce totale : ~ 35 millions
de km³.

Eau douce aisément disponible
pour la vie terrestre :
~ 110 000 km³.

La vie terrestre regroupe un
peu plus de 1 100 km³ de cette
eau dite biologique.



La nécessité de préserver les bonnes conditions favorables au développement de la vie dans les océans ressort évidemment de ce constat : non seulement l'accumulation du CO₂ dans l'atmosphère contribue au réchauffement des océans et *ipso facto* les appauvrit en oxygène disponible pour la vie, mais encore elle en acidifie le pH, modifiant ainsi sévèrement l'environnement auquel faunes et flores marines doivent s'adapter rapidement.

Rappelons aussi que dans chaque litre d'eau de mer vivent entre 10 et 100 milliards d'organismes : animaux, protistes, bactéries et virus, qui composent le plancton océanique. Grâce à la photosynthèse, le phytoplancton produit environ la moitié de l'oxygène terrestre et consomme parallèlement la moitié du dioxyde de carbone. Il se trouve à la base de la chaîne alimentaire océanique, car il est capable de synthétiser la matière organique réutilisable par d'autres organismes, comme le zooplancton.

Les explorations du 21^{ème} siècle et la biodiversité de l'extrême

L'immensité des océans, qui comporte une biodiversité insoupçonnable jusqu'il y a peu, commence à livrer ses secrets grâce aux recherches systématiques qui sont entreprises depuis le début du siècle. C'est le cas notamment des expéditions de la goélette Tara qui fut l'objet d'un colloque de l'Académie d'agriculture en mars 2014 intitulé « [A la découverte des écosystèmes marins \(microorganismes - algues\) : génomes, biotechnologies, environnement](#) ». Ces expéditions révélèrent et continuent de révéler un nombre considérable d'espèces marines ignorées jusqu'alors. Grâce à la métagénomique, l'expédition Tara Oceans a découvert 40 millions de nouveaux gènes microbiens en étudiant 35 000 échantillons collectés dans les océans. Les informations issues de Tara Oceans représentent à elles seules 80 % des gènes marins désormais déposés en banques de données. Et plus de 80 % d'entre eux sont totalement inconnus.

La biodiversité marine s'avère être un vivier de ressources extraordinaire pour les biotechnologies grâce à l'accès à de nombreux êtres vivants, mono- ou pluricellulaires dont la composition moléculaire originale permet d'étendre les moyens dont les biotechnologues peuvent disposer. En particulier, les conditions écologiques singulières de certains organismes marins les ont conduit à optimiser leurs métabolismes dans des conditions de vie extrêmes en se dotant de molécules plus résistantes à des conditions de température et de pression considérablement plus rudes. Quand on réalise les incroyables adaptations de la vie à ces écosystèmes extrêmes, où les pressions atteignent 600 fois la pression atmosphérique et les températures 400°C, on s'attend à ce que les organismes qui prolifèrent dans ces environnements aient des adaptations moléculaires très intéressantes, avec des possibilités de transposition à des procédés industriels drastiques.

Ces molécules aux propriétés originales ouvrent des horizons nouveaux et présentent un attrait tout particulier pour les biotechnologues en ce sens qu'elles permettent des réactions enzymatiques dans des conditions plus favorables aux industries pharmaceutiques et agroalimentaires. De tels outils biotechnologiques se sont déjà avérés très précieux et ont parfois permis de faire des sauts technologiques majeurs.

Découverte d'outils biotechnologiques irremplaçables

Ce fut le cas de la PCR (*polymerized chain reaction* ou réaction en chaîne par polymérase) qui bouleversa la biologie moléculaire en permettant l'amplification (multiplication) de l'ADN au point qu'une seule cellule est suffisante à l'étude du génome d'un organisme. Ses nombreuses applications pratiques s'illustrent jusque dans la police scientifique. Cette réaction en chaîne est fondée sur l'utilisation d'une enzyme, l'ADN polymérase provenant d'une bactérie thermophile *Thermus aquaticus* résistante à des températures très élevées, vivant à proximité des sources d'eaux chaudes (de 50 à 80°C) originellement dans une source du parc de Yellowstone. Cette enzyme peut fonctionner à des températures allant jusqu'à 95°C, permettant de multiplier très simplement les molécules d'ADN.

De telles découvertes, qui aboutissent à des utilisations simples et ubiquistes, bouleversent les biotechnologies, comme ce fut le cas il y a quelques années du système CRISPR Cas9, qui a permis non seulement une précision inédite, mais aussi une très grande facilité d'utilisation, une rapidité et une fiabilité inégalées et un coût dérisoire qui révolutionnent l'ingénierie génétique, comme le rappela récemment le colloque de l'Académie « [Les nouvelles](#)

biotechnologies pour l'agriculture et l'alimentation. Les innovations d'aujourd'hui, des réalités de demain ».

Des potentiels insoupçonnables

Le milieu marin regorge donc potentiellement d'innombrables sources pour des applications biotechnologiques dont quelques échantillons nous ont été présentés lors de cette séance.

Le professeur Jebbar nous aura convaincus que les bactéries marines extrêmophiles, à l'instar de tous les organismes qui vivent dans des conditions extrêmes, offrent des modèles enzymatiques très intéressants pour de nombreuses applications industrielles. Ces bactéries et archées extrêmophiles révèlent des systèmes moléculaires qui repoussent fort loin les limites usuelles. Au delà de ce qui a été présenté, on s'attend à ce que les communautés microbiennes qui prolifèrent dans des environnements extrêmes nous livrent encore d'autres molécules qui permettront des réactions métaboliques nouvelles, aboutissant à des moyens extraordinairement puissants pour toutes formes de biotechnologies avec des applications originales.

Cependant, il n'y a pas que les molécules nouvelles qui portent le progrès. Des organismes, même vivants dans des conditions standards, sont à l'origine d'applications innovantes comme l'a montré le professeur PELTIER avec les microalgues. Ces organismes photosynthétiques unicellulaires captent et transforment l'énergie solaire, et fixent le CO₂ atmosphérique pour produire des chaînes carbonées en abondance. Ils présentent ainsi un fort potentiel pour la production de biocarburants en étant capables de produire soit de l'hydrogène pour les piles à combustible soit des hydrocarbures pour des moteurs thermiques, à condition toutefois de les domestiquer pour accroître leur productivité en molécules denses en énergie.

Enfin, Laurent MEIJER nous aura aussi fait découvrir les potentiels de la biodiversité marine avec les protéines produites par des invertébrés qui offrent des ressources biotechnologiques pour répondre à des besoins pharmacologiques, illustrant par de nombreux exemples, notamment des molécules qui interviennent dans la transduction des messages cellulaires, les protéines kinases, une démarche originale qu'il baptise «De la Mer à l'Apothicaire».

L'étendue des possibles du formidable domaine maritime français

Cette trop courte séance n'a fait qu'entrebâiller les possibilités offertes par la recherche océanographique et les développements des applications découlant des découvertes sur les organismes marins qui offrent un impressionnant panel de propriétés originales aux retombées biotechnologiques encore inédites, que ce soit dans les domaines alimentaire, médical ou énergétique, sans oublier ce qui ne fut pas évoqué, faute de temps, la production de synthons et de produits biosourcés en vue de remplacer les produits de synthèses issus des réserves fossiles.

Les océans constituent de la sorte un immense réservoir encore sous-exploité quant à ses ressources biotechnologiques. La biodiversité des organismes marins révélée par les explorations modernes laisse entrevoir une formidable percée vers de nouvelles ressources encore inconnues. C'est dire que cette extraordinaire moisson de nouveautés soulève la question de son exploitation pour développer la recherche appliquée dans le domaine océanique, en bénéficiant notamment des moyens actuels de la génomique pour mettre en évidence des macromolécules nouvelles, notamment des protéines, aux propriétés intéressantes et originales, à condition toutefois d'y consacrer suffisamment de moyens.

Deuxième pays maritime au monde, la France est particulièrement concernée par la biodiversité marine. Elle dispose de la 2^{ème} zone économique marine au monde en terme de surface (11,035 millions de km²), juste derrière les États-Unis (11,351 millions de km²) et loin devant l'Australie (8,232 millions de km²). La France est présente dans les cinq océans et en

mer Méditerranée et elle a en outre le premier domaine sous-marin du monde, ce qui lui confère une biodiversité marine extrêmement riche. C'est pourquoi la question de la place occupée par la France dans l'essor des biotechnologies marines ne peut être éludée. Elle mérite qu'un effort singulier lui soit consacré.

Pour conclure avec les relations entre biotechnologies et écologie

Pour terminer sur une note optimiste, il convient dans le cadre de cette séance de souligner que les biotechnologies, qui sont souvent battues en brèche par l'écologie politique et sont parfois l'objet de controverses virulentes par une fraction de la population particulièrement technophobe, s'avèrent en l'occurrence être un allié particulièrement solide de la préservation de la biodiversité marine, gage d'un potentiel d'innovation incommensurable et irremplaçable.

DUHAMEL DU MONCEAU : ACADÉMICIEN, AGRONOME ET SYLVICULTEUR

Colloque le Jeudi 6 décembre 2018 de **14h00** à 17h30
Salle des séances de l'Académie d'agriculture de France
18 rue de Bellechasse .75007 Paris

Présentation de la séance

L'AEHA organise chaque année deux colloques. L'un est consacré à une thématique technique à caractère historique et d'actualité. L'autre présente les travaux d'une personnalité, membre de l'Académie d'agriculture tel que Henry Louis Duhamel du Monceau.

Homme de sciences, homme de lettres et grand commis de l'Etat, Duhamel du Monceau (1700-1782) fréquenta tous ceux qui bâtissaient l'Europe des sociétés savantes. Il illustre admirablement ce qu'était un esprit ouvert aux Lumières. Présenté par Diderot comme le modèle du savant philanthrope, concurrent malheureux de Buffon dont il avait aidé les débuts, il suscita éloges et critiques, mais disparut des mémoires françaises. Il convient de cerner son rôle exact, lui qui fut un des pères de la sylviculture et de l'agronomie modernes.

Né à Paris en 1700, Henry Louis était fils d'Alexandre Duhamel du Monceau, seigneur de Denainvilliers près de Vrigny (Loiret), et d'Anne Trottier. La famille descendait d'un gentilhomme néerlandais, établi en Gâtinais au XV^e siècle. Pourquoi ce choix ? Apparemment, la région correspondait à ses exigences agricoles et il y avait des relations en raison de travaux d'assainissement et défrichement. L'enfant fit ses humanités au collège d'Harcourt, l'actuel lycée Saint-Louis. Il n'y brilla guère, mais manifesta un esprit méticuleux et du goût pour la rédaction. Il entama ensuite des études de droit (1718-1721) selon le vœu de son père, quoiqu'il aspirât à devenir botaniste du jardin du Roi d'après Condorcet, qui prononça son éloge funèbre devant l'Académie des Sciences. Duhamel y avait été reçu fort jeune, en 1728, suite à son mémoire sur la maladie du safran.

Henri Louis éprouva toujours la passion des sciences appliquées. Nommé inspecteur général de la Marine (1742), il multiplia les expériences sur la sélection des essences et la protection des bois destinés aux chantiers navals. Le comte de Maurepas, Frédéric de Phélypeaux, secrétaire d'Etat à la marine, le repéra en 1727. On déplorait alors l'état de la flotte de guerre en rade de Brest ou de Toulon : trop de radoubages, trop de reconstructions. Les ingénieurs expliquaient cela par la médiocrité du matériau et la difficulté de le sécher et de le garder, sans parler du manque criant en bois courbes qui obligeait à substituer la technique à la nature. L'Académie des Sciences reçut donc mission de recenser, proposer et contrôler les méthodes de transformation.

Duhamel du Monceau voyagea beaucoup au service de la Marine : Marseille, Toulon, puis Rochefort, Lorient, Brest enfin, où il établit une école de chirurgie en rapport avec ses convictions sociales. Il visita les ports anglais (1739) pour comparer leurs procédés en matière de séchage et de stockage. Ses réflexions nourrirent le traité de l'exploitation des bois, ainsi que les Eléments de l'architecture navale. La mission fut un succès, mais le poste convoité lui échappa : intendant du Jardin du Roi, offert à son ex-bras droit, Georges Leclerc de Buffon.

Sa chance, Duhamel la trouva dans la guerre de Succession d'Autriche (1740-1748). Le conflit ravagea l'Europe centrale, mais retentit également aux colonies, les Anglais bloquant les Antilles et les Indes, d'où venaient le sucre et le coton, le gayac-bois et les épices. Défendre le système de l'Exclusif, c'est-à-dire l'obligation de commercer avec des négociants français et

d'employer des navires français supposait une flotte de guerre capable de patrouiller dans les eaux chaudes de l'Océan Atlantique et de l'Océan Indien. Restaurer la Royale exigeait un matériau qui convienne aux charpentiers de marine et résiste à l'action des tarets. Comment améliorer le profil des vaisseaux ? Comment standardiser leur construction ? Comment prévenir leur détérioration ? C'est ainsi qu'écarté trois ans durant pour ses inclinations jansénistes, Duhamel devint inspecteur général de la marine (1742).

Apparue précocement, sa vocation scientifique lui valut d'être élu pensionnaire de l'Académie des Sciences en 1738, lui qui en était l'expert Marine depuis 1731. Fort de cette reconnaissance, il aida à créer l'Ecole des constructeurs de vaisseaux et à tester l'immersion des bois dans diverses substances, l'arrosage, l'imbibition et le dessèchement à l'air libre ou dans divers fours (1744). Tout cela prit fin en 1752. Il lui restait encore vingt-cinq années de labeur consacrées pour l'essentiel à l'agronomie : il observa les sols dont dépendaient la sélection des essences et la croissance des peuplements, et étudia la valorisation des friches et pâquis.

Loin d'être limités à la sylviculture, les résultats de Duhamel du Monceau concernent l'amélioration des terres et l'augmentation de leur rapport grâce à l'épandage des cendres et la rotation des cultures. Cela l'amena à décrire des métiers ruraux disparus aujourd'hui et méconnus autrefois des élites sociales. Comme dans l'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert, dont il rédigea les articles agronomiques, sylvicoles et maritimes, ses Traités d'arts donnent à voir les gestes manuels au moyen de gravures nombreuses et précises. Conscient des nécessités de la vulgarisation, il sut attirer des éditeurs comme Desaint, Guérin et Delatour vers ce nouveau marché du savoir en adaptant vocabulaire et illustrations au plus grand nombre : celui des non spécialistes.

Au reste, Henri Louis n'était ni un homme de pouvoir, ni un homme qui rêvait à l'exercer ou à le réformer. Il mourut à Paris sans mesurer tout ce que le siècle lui devait et sans comprendre qu'il était un de ses enfants et un des pères de la physiologie végétale.

Programme

Modérateur

Pierre **DEL PORTO**

Membre de l'Académie d'agriculture

Secrétaire de l'AEHA

Introduction

Andrée **CORVOL-DESSERT**

Directrice de recherche CNRS, Présidente de l'AEHA

« Duhamel du Monceau, un homme des Lumières »

Isabelle **ARISTIDE**

Conservatrice générale, Archives nationales (Centre de Pierrefitte)

« Entre mer et terre : les recherches croisées de Duhamel du Monceau »

Les recherches de Duhamel du Monceau pour améliorer la construction navale et la vie des équipages recoupent celles qu'il effectua en Agriculture et en Sylviculture, au sujet notamment de la corruption des bois, de l'air et de l'eau. Cela l'incita à étudier l'action du sel dans la conservation des matériaux et des aliments, dans l'amendement des terres aussi.

Gilles DENIS

Maître de conférences HDR en histoire et épistémologie des sciences du vivant - Université de Lille, UMR 8163 "Savoirs, Textes et Langage"

« Duhamel du Monceau et les maladies des bleds »

Le premier écrit de Duhamel du Monceau ayant trait à l'agriculture, est un mémoire sur une maladie du safran, publié en 1728. Lorsqu'il commence en 1740, ses observations « botanico-météorologiques », publiées annuellement, pendant 40 ans, dans les *Mémoires de l'Académie royale des sciences de Paris*, il a pour ambition de « connaître plus positivement le rapport qu'il y a entre la température des saisons et les productions de la terre. » S'il s'engage dans l'étude de la conservation des froments, explique-t'il en 1745, c'est d'abord en tant qu'inspecteur général de la Marine, puisqu'il s'agit, pour lui, d'améliorer les conditions des entrepôts dans les ports et les colonies. S'il s'intéresse aux maladies des blés, c'est dans le cadre de la traduction, demandée par le Chancelier d'Aguesseau, en 1748, de l'ouvrage de Jethro Tull, *The Horse Hoeing Husbandry*, édité une douzaine d'années plus tôt et qui aborde notamment ce sujet. Dans les volumes successifs de son *Traité de la culture des terres*, dont le premier, qui a initié les autres, est la traduction de l'ouvrage de Tull, Duhamel offre mémoires et lettres obtenus de différentes campagnes du royaume qui décrivent diverses pratiques agricoles et proposent quelques explications théoriques. Les maladies des blés y tiennent une place importante. Depuis les années 1730, elles sont en France de plus en plus l'objet de débats dans les milieux ruraux, notamment à travers le *Journal dit de Verdun* puis le *Journal Œconomique*. En octobre 1750, l'Académie royale des sciences de Bordeaux propose un prix sur ce sujet dont la dissertation du vainqueur, Mathieu Tillet, en 1754, obtient un succès immense, notamment dans les milieux savants. Duhamel du Monceau joue un rôle dans ce succès. Il participe aux débats et propose une synthèse des écrits sur les maladies des blés notamment dans ses *Éléments d'Agriculture*. Il essaie d'améliorer l'hypothèse de Tillet sur la rouille des blés, en s'inspirant de ses propres réflexions sur les échanges des feuilles avec l'atmosphère. Il appelle les autres savants à y participer et joue un rôle central dans le fait que ces sujets intègrent les études scientifiques.

Jérôme BURIDANT

Professeur d'Université (Amiens)

« Duhamel du Monceau et ses innovations dans le domaine forestier : diagnostics, objectifs, mesures »

Aux yeux de Duhamel du Monceau, l'appauvrissement et la diminution des forêts constituent les problèmes majeurs de l'époque, quitte pour cela à bousculer certains confrères et amis, physiocrates et académiciens comme lui. Il reprend donc les travaux de John Evelyn en Grande-Bretagne (1664), de Hans Carl Carlowitz en Saxe (1713) et bien sûr de Louis de Froidour en France (1683). Mais il va au-delà en proposant d'accélérer le rythme des reboisements et d'introduire des essences exotiques après expérimentation rigoureuse. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, ses travaux ne profitent donc pas qu'à la marine, mais à l'ensemble des forestiers, publics et privés, inquiets des dégâts de gibier dans les pépinières et jeunes plantations.

Philippe HAUDRERE

Professeur honoraire des Universités. Secrétaire perpétuel de l'Académie de marine

« L'exploitation, la conservation et le travail des bois selon Duhamel du Monceau »

En 1731 le ministre de la Marine demande à Duhamel du Monceau un rapport sur les moyens et procédés pour améliorer l'exploitation, la conservation et le travail des bois. Pour lui permettre de préparer cette étude il l'autorise à parcourir les arsenaux royaux français, à examiner leurs

réserves de bois d'espèces et d'origines variées, à y prélever des échantillons ; puis il obtient pour lui une mission semblable dans les arsenaux anglais. Duhamel du Monceau recherche en particulier les procédés les plus utiles pour obtenir un séchage correct des bois en évitant les ravages des vers et de la pourriture ainsi que l'apparition de fissures. Il examine aussi les procédés de conservation entre l'air libre, l'abri ouvert, l'eau douce, l'eau salée, la vase. Il se fonde sur ses expériences pour donner des conseils sur la réalisation de pièces essentielles pour la navigation mais toujours fragiles ainsi les rames des galères et les pièces des matures. Il avise aux procédés les plus favorables à leur bonne conservation au retour des campagnes.

Alexis **DOUCHIN**

Chargé d'études documentaires, Archives nationales (Centre de Pierrefitte)

« Duhamel du Monceau, Malesherbes et Turgot : améliorer l'agriculture, objectif partagé, mais analyses et propositions différentes »

Les Archives nationales conservent les papiers personnels de Duhamel du Monceau. Vingt ans, une génération presque, le sépare de Lamoignon de Malesherbes et de Etienne-François Turgot. En relation constante, ils ont laissé correspondance et documentation, outre les missives échangées avec administrateurs, naturalistes et « agromanes ». Les questions agricoles l'emportent sur toute autre, qu'il s'agisse de la commercialisation des graines, de l'utilisation de la tourbe, de l'établissement de serres, de l'emploi des pépinières, etc. Leur objectif ? Que le royaume atteigne l'autosuffisance alimentaire, problème récurrent : certes, les famines sont rares, mais les disettes demeurent, qui frappent une contrée.

Conclusions

Magali **LASCOUSSE**

Conservateur en chef. Service des Commémorations nationales

Rendez-vous sur la chaine You Tube de l'Académie pour visionner l'intégralité du colloque :

https://www.youtube.com/watch?v=_ajeHQkNubc&t=577s

QUELQUES MOTS SUR L'OUVRAGE INTITULÉ LA CHAÎNE DE LA VIANDE BOVINE¹



Coordonnateurs : Marie-Pierre ELLIES-OURY et Jean-François HOCQUETTE

Jacques RISSE². – Cet ouvrage, publié chez Lavoisier en 2018, est la somme du travail de 27 auteurs d'origines diverses (vétérinaires, agronomes, économistes, etc...) ayant exercé ou exerçant dans les différents maillons de la filière ou des domaines annexes (enseignement, organismes syndicaux, Institut de l'élevage, administration, etc...), tous riches d'une indéniable expérience. Marie-Pierre Ellies-Oury et Jean-François Hocquette ont assuré leur coordination. Dix sept relecteurs, eux-mêmes déjà auteurs ou coordinateurs, ont assuré la relecture de l'ensemble avant publication. Un système assez peu utilisé jusqu'à présent mais riche de possibilités.

Dans cet ouvrage, la chaîne de la viande bovine est vue par des spécialistes sous ses différents aspects : production, transformation, commercialisation, consommation, et, bien entendu, rôle dans l'équilibre nutritionnel des humains de tous les âges et de tous les milieux. A souligner l'intérêt porté au rôle social de la viande et des produits dérivés dans leur vie quotidienne qu'elle soit professionnelle ou familiale.

¹ Éditions Lavoisier, avril 2018, 324 pages.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, section 8 (alimentation humaine).

La première partie, intitulée *Production et transformation de la viande bovine*, est consacrée à l'élevage (types d'animaux, formes d'élevage, finition, bien être...), à l'abattage, à la salubrité et à la qualité des viandes

La deuxième partie traite du *Marché de la viande bovine* : commerce international, échanges intra-européens, place de la France en Europe et dans le monde sur ce marché, importance croissante des signes de qualité et d'origine.

La troisième partie a pour titre *Perception et attentes des consommateurs*. Elle contient le texte de notre confrère Pierre Feillet, texte intitulé *Quels sont les substituts à la viande ?*

La quatrième partie apporte le témoignage des auteurs sur le thème *Elevage, viande et société*. Y sont dits quelques mots sur les végétariens, les végétaliens et les végétariens.

En bref, cet ouvrage traite dans son ensemble de presque tous les aspects concernant la viande bovine tant sur les plans techniques que sur les plans économiques ou sociétaux. Même s'il peut être consulté par un large public, il est plutôt destiné à un lectorat choisi : étudiants, enseignants, éleveurs, professionnels de la filière viande (industriels, grands distributeurs, etc...) mais il peut aussi intéresser d'autres personnes, les consommateurs avertis notamment, qu'ils soient ou non végétariens ou végétariens. Il s'agit, en bref, d'un livre scientifique et qui en a les qualités.

Il apporte, faut-il le souligner, des réponses à la plupart des questions que l'on peut se poser.

Reste à évoquer une question fondamentale d'ailleurs abordée dans ce livre : Manger de la viande en général, de la viande bovine en particulier, est-il indispensable pour se bien porter ?

La réponse est oui pour beaucoup d'entre nous, réponse basée sur les habitudes, sur l'expérience, sur les connaissances. Mais pour un nombre croissant d'individus, elle est non. Et elle est non parce qu'elle repose sur des convictions. Des convictions personnelles certes mais aussi des convictions sociétales, des croyances ! Et sans doute les « sachants » devront-ils apprendre à en tenir compte dans les divers domaines où ils interviennent C'est en tout cas ce que nous enseigne l'expérience, celle que nous avons connue avec les OGM par exemple.

Ce livre est en définitive plein de qualités et il vaut d'être lu. Il le serait plus facilement encore si le texte et les tableaux étaient facilement lisibles.

ÉVOLUTION AGROTECHNIQUE ¹ CONTEMPORAINE. LES TRANSFORMATIONS DE LA CULTURE TECHNIQUE AGRICOLE^{2 3}



Jean-Marie PIERRE-GUY^(*). – Sous ce titre quelque peu sibyllin, l'ouvrage évoque, avec originalité, les déterminants de l'évolution de notre agriculture. Ce document est le produit ciselé d'un séminaire rassemblant des spécialistes œuvrant dans le monde agricole ⁴. Le GIS UTSH qui

¹ Définition « d'agrotechnique », proposée par les auteurs : « sens générique, concernant le monde la production agricole (végétale et animale) vu sous l'angle des pratiques et des techniques par les agriculteurs. A des techniques isolées et sorties de leur contexte », lesdits auteurs privilégient « une vision systémique : les techniques vues comme systèmes imbriqués à plusieurs niveaux d'échelle, mais fortement corrélés entre eux, entrant en "résonance" et, bien sûr, intégrant l'agriculteur dans ses interactions avec ses milieux techniques et vivants associés » (Dubois & Sauvée – 2016).

² « Evolution agrotechnique contemporaine. Les transformations de la culture technique agricole », sous la direction de Delphine Caroux, Michel J.F. Dubois et Loïc Sauvée Edition Pôle éditorial de l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, diffusion : Le Comptoir des Presses d'Universités (pour les particuliers) 86, rue Claude Bernard, 75005 Paris ; CiD (pour les professionnels) 18-20, rue Robert Schuman 94220 Charenton-le-Pont. Juin 2018. 240 pages, ISBN : 979-10-91901-30-7.

³ Séminaire de recherche tenu le 29 juin 2017 à UniLaSalle-Beauvais et organisé par l'unité de recherche INTERACT, membre fondateur du Groupement d'intérêt scientifique UTSH (Unité des Technologies et des Sciences de l'Homme), avec les UTC de Compiègne, Troyes et Belfort-Montbéliard et UniLaSalle...

^(*) Membre de l'Académie d'agriculture de France.

⁴ Les auteurs : Mathieu Arnoux, Marie-Asma Ben Othem, Delphine Caroux, Petros Chatzimpiros, Corentin Cheron, Philippe Colin, Xavier David-Beaulieu, Arnaud de La Fouchardière, Michel J.-F. Dubois, Fatma Fourati-Jamoussi, Michel Galmel, Perrine Hervé-Gruyer, Romain Piovan, Loïc Sauvée.

a piloté l'étude, cherche à sonder les « *singularités en sciences humaines et sociales qui s'intéressent au fait technique* ». Les travaux de ce GIS particulier, visent à « *montrer la complexité des interactions entre usages, activités sociales et développements techniques* ». Les auteurs cherchent donc à mettre en évidence « *le fait qu'une approche de l'évolution technique⁵ en agriculture se doit d'intégrer les interactions entre l'homme, la technique et le vivant dans une optique originale centrée sur le fait technique* ». La notion de « *concrétisation* » semble centrale ; et il est écrit à ce propos que « *ce processus de "concrétisation", appliqué à l'agriculture suppose que s'établissent, de manière renouvelée, des interactions complexes au sein du triptyque {homme/technique/vivant}, mettant en relations des phénomènes biologiques, physico-chimiques, mécaniques, informatifs et multiples* »...

Les auteurs ont choisi de faire dialoguer agriculteurs, ingénieurs et chercheurs en sciences de la vie et de la terre, également en sciences humaines et sociales, des philosophes et historiens des techniques. Le but était d'appréhender au mieux, les nouveaux rapports existants entre l'homme, la technique et le vivant.

Le livre débute par le panorama des questions portant sur l'évolution actuelle de l'agro-machinisme. Puis s'insèrent deux expériences professionnelles :

- la première fondée sur le « *choix techniques et inventions* », illustrant un souci « *de faire autrement* » au-delà de la simple reproduction des savoir-faire générationnels ...
- la seconde portant sur l'expérimentation décennale de l'agro-écologie illustrant la nécessité d'intégrer le défi de la « *transition énergétique* »...

Une série de contributions, enchaîne l'examen des multiples modalités qui font émerger l'innovation en matière d'agro-machinisme : bilan, diffusion, robotisation (y compris en viticulture)...

La réflexion balaie également l'intrusion de l'agriculture urbaine portée par la croissance des villes. Logiquement, le débat émerge quant à la complémentarité/concurrence des fonctions nourricières et de ressources énergétiques de l'agriculture... Non moins rationnellement, la question de la durabilité est testée dans la composition de ses trois univers : « *environnemental* », « *social* », « *économique* »... La synthèse de ces réflexions est portée, in fine, par « *une approche critique de la relation homme/machine en agriculture* ».

Ce que j'ai bien aimé : la série passionnante des contributions qui convergent pour apporter les visions sur l'évolution fragmentée de nos agricultures. Elles sont aux carrefours de nombreux débats éthiques...

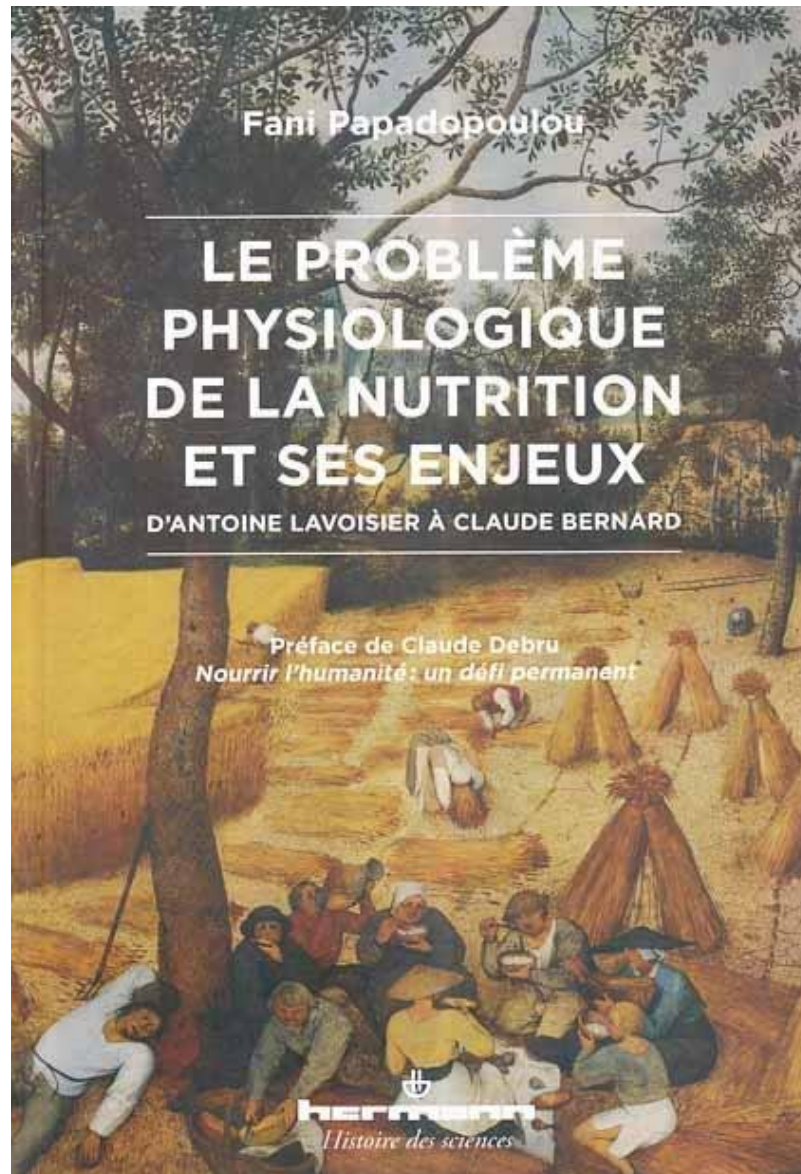
Ce que j'ai moins aimé : certaines considérations (peu nombreuses) « *jargonantes* »... « *ce qui se conçoit...* ».

A déguster, chapitre par chapitre, dans l'ordre qui vous inspire, pour parvenir à l'atterrissage final. Vue « *à 360°* » d'une questions complexes « *multiacteurs (micro et macro acteurs)* » et multifactorielles ...

⁵ Différentiée, ici, du « *progrès technique* »

**LE PROBLÈME PHYSIOLOGIQUE DE LA NUTRITION ET SES ENJEUX :
D'ANTOINE LAVOISIER À CLAUDE BERNARD¹**

par Fani **PAPADOPOULOU**



Jean-Louis **RASTOIN**². – Le titre, précis, mais un peu aride, annonce une approche originale et encore trop rare qui associe les sciences de la matière (principalement la chimie « classique »), les sciences du vivant (médecine, biologie, agronomie) et les sciences humaines (principalement l'histoire, mais aussi l'économie et la sociologie). L'auteure, juriste, historienne et philosophe, par la maîtrise de ces différents corpus, nous fournit une véritable analyse pluridisciplinaire et non pas une simple juxtaposition comme on le voit trop souvent dans les programmes de recherche. Au

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, Professeur honoraire à Montpellier SupAgro.

cœur de la problématique de l'ouvrage est bien posée la question de la méthode : peut-on apporter une explication scientifiquement robuste et opérationnelle à un phénomène complexe par une posture monodisciplinaire ? La réponse est évidemment non et l'exemple de la nutrition choisi par l'auteure en fait une démonstration convaincante en mobilisant l'épistémologie.

Le très ancien débat sur « l'économie de la nature » remonte aux philosophes grecs (Aristote : « *La nature ne fait rien en vain* ») et a été repris par les religions monothéistes et les intellectuels qui les ont accompagnées (« *Le superflu, l'inutile déplaît à la Nature, à Dieu et à la raison humaine* »⁶). Au nom de cette doctrine, de grands savants physiiciens comme Maupertuis, Leibnitz, Fermat ou naturalistes comme Linné s'inscrivent dans une vision « mécaniste » du monde. Dans le domaine de la nutrition, cela amène à considérer que les végétaux contiennent les aliments nécessaires aux animaux qui les utilisent tels quels pour les substituer ou les agréger à des éléments similaires détruits ou en construction. Cette conception, longtemps dominante dans le milieu académique évolua à partir de la fin du XVIIIe siècle. En premier lieu par la « chimie moderne » portée par Fourcroy et Lavoisier dans les années 1780, puis dans le cadre du courant de pensée « vitaliste » qui faisait l'hypothèse d'une autonomie de l'organisme animal⁷ pour transformer les aliments ingérés et fabriquer les principes nutritifs nécessaires à sa croissance et à son entretien. Cette théorie dite de la « fabrique animale » ou de la « manufacture vitale » a été forgée par des physiologistes et a trouvé sa confirmation en 1848 par les travaux de Claude Bernard sur l'élaboration *in situ* du sucre par le foie et ultérieurement sur la glycogénèse. Cependant, les découvertes de Claude Bernard n'auraient pas été possibles sans celles des chimistes et des pharmaciens auxquels François Magendie rendra hommage dans les comptes rendus de l'Académie des Sciences. Ainsi la « physiologie expérimentale » imaginée par Claude Bernard et ses collaborateurs s'inscrit dans une démarche pluridisciplinaire interactive. Elle conduit à dépasser la méthode de la chimie analytique en laboratoire par des expériences menées sur les animaux et l'homme. La physiologie permet ainsi de définir la nutrition comme une action organique et vitale, à la fois physique et chimique de composition/décomposition⁸. « *La vie est l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort* », dira Marie-François-Xavier Bichat (1771-1802).

Par analogie avec ce processus biologique, l'économiste ne pourra manquer d'évoquer la « destruction créatrice » par l'innovation entrepreneuriale de Joseph Schumpeter qui elle-même fait référence à la biologie : « *L'ouverture de nouveaux marchés nationaux ou extérieurs et le développement des organisations productives, depuis l'atelier artisanal et la manufacture jusqu'aux entreprises amalgamées telles que l'U.S. Steel, constituent d'autres exemples du même processus de mutation industrielle — si l'on me passe cette expression biologique — qui révolutionne incessamment de l'intérieur la structure économique, en détruisant continuellement ses éléments vieillis et en créant continuellement des éléments neufs* »⁹. Pourtant cette mutation indispensable à la transition écologique du monde contemporain est bien lente à se mettre en place.

Les analyses — menées de manière approfondie — sur l'émergence de la physiologie expérimentale et de la science de la nutrition porteront sur une période relativement courte à l'échelle de l'histoire, moins d'un siècle de 1789 (travaux d'Antoine Lavoisier) à 1848 (découverte de la glycogénèse par Claude Bernard). Pour sa démonstration du changement de paradigme sur la question de l'alimentation — de mécanique à systémique — l'auteure s'appuie sur 4 controverses qui permettent d'explorer de façon pertinente et complémentaire la dynamique à l'œuvre : a) La source de l'azote chez les animaux (endogène ou exogène, le cycle de l'azote),

⁶ Papadopoulou, 2018, p. 40

⁷ Par « animal », l'auteure entend le genre animal et se réfère également à l'homme. Ainsi le terme nutrition concerne la nutrition humaine et animale.

⁸ Ibid, p.63

⁹ Schumpeter J., 1943, *Capitalisme, socialisme et démocratie*, Traduction française 1951 Paris, Payot, p.106-107.

chapitre II de l'ouvrage ; b) La commission de la gélatine (la gélatine osseuse peut-elle remplacer la viande dans le bouillon des hôpitaux ?), chapitre III ; c) Les transformations des aliments dans l'économie animale (l'origine de la graisse animale), chapitre IV ; d) Les recherches sur la digestion (le rôle du suc gastrique, l'origine du sucre dans le corps), chapitre V.

Chaque chapitre pose la question de recherche, retrace les travaux, en dégage les avancées pour la connaissance de la nutrition, tout en éclairant les débats du contexte idéologique et socio-économique. Dans le chapitre II, la convocation de Brillat-Savarin est éloquente, au-delà de l'apport technique — mais toujours d'actualité — de François Magendie (« *La diversité et la multiplicité des aliments sont une règle d'hygiène importante* »¹⁰) : le « plaisir de manger » est le propre de l'homme, c'est une « sensation réfléchie », liée à des circonstances, au choix des convives et du lieu¹¹. L'interpénétration des sciences techniques et sociales apporte une dimension nouvelle à l'acte alimentaire, depuis lors amplement confirmée. Par contre les considérations relatives à l'expérimentation *in vivo* auraient aujourd'hui de quoi faire bondir certains mouvements associatifs : « *Que les condamnés soient donc livrés aux savants au lieu de l'être aux bouchers* » (Honoré de Balzac). Dans cette veine, il n'était alors nullement question de bien-être animal.

Le chapitre III traite incidemment du problème toujours très sensible des conflits d'intérêts autour de la proposition de l'académicien et industriel Joseph d'Arcet, inventeur d'un procédé d'extraction de la gélatine des os pour remplacer la viande dans le bouillon et membre de la commission créée en 1831 pour évaluer cette proposition, ce qu'elle fait dans des termes ambivalents. L'arbitrage demandé à l'Institut Royal des Pays-Bas par le ministre de l'Intérieur indigna certains, mais in fine la commission conclut négativement¹².

Le chapitre IV voit s'affronter dans les années 1840 les tenants de la théorie chimique de la nutrition (Dumas, Payen, Boussingault) et ceux de l'auto-production vitale (Pelouze, Edwards) à propos de l'origine des graisses animales. Un détour par la fabrication de cire chez les abeilles montre qu'il y a bien un processus physiologique de fabrication de lipides chez l'animal¹³. Claude Bernard, bien plus tard, en 1878, aura ce mot définitif : « *Le chien ne s'engraisse pas du suif du mouton, il fait de la graisse de chien* »¹⁴.

Dans un long et important chapitre V sont détaillées les recherches sur la digestion qui débouchent sur l'identification des ferments digestifs et la démonstration du rôle essentiel de l'estomac, avec notamment la publication de Claude Bernard « Du suc gastrique et de son rôle dans la nutrition » (1843). Tous ces travaux bénéficient de l'invention de la fistule stomacale artificielle par Nicolas Blondlot, chirurgien et professeur de chimie et toxicologie à Nancy et auteur d'un fondamental « *Traité analytique de la digestion* » (1843). La fonction pancréatique dans la digestion des aliments gras est également traitée par Claude Bernard et bien sur la « *glucogénie* » (puis glycologénèse) du foie. Ces travaux confirment l'efficacité de l'approche pluridisciplinaire et expérimentale¹⁵. Dans sa thèse de doctorat en sciences naturelles (1853), C. Bernard l'illustre dans un langage diplomatique et ferme à la fois : « *Ce flambeau si lumineux de la chimie n'aurait éclairé que la surface des phénomènes de la vie si la physiologie expérimentale ne s'en était emparée pour la porter jusqu'au sein de nos organes, au milieu de nos fonctions antérieures...* »¹⁶. Le physiologiste demande au chimiste d'expliquer et non l'inverse.

¹⁰ Ibid, p.80

¹¹ Ibid, p.87

¹² Ibid p. 130

¹³ Ibid, p.191

¹⁴ Ibid, p. 265

¹⁵ Ibid, p.252

¹⁶ Ibid, p.262

Finalement, ces travaux sur la digestion et la nutrition viennent confirmer la pensée d'Aristote sur l'unicité du monde vivant : « *Chaque être considéré isolément doit avoir sa fin en soi* ». Il n'y a pas dualité vitale réductionniste et mécaniste attribuant aux plantes le rôle de producteur d'aliments et aux animaux celui de consommateur. La philosophie de « l'économie de la nature » met bien en valeur l'interdépendance des êtres vivants, mais elle ne parvient pas à expliquer la vie¹⁷. La nutrition est en conséquence une activité d'organisation et de régulation autonome, conclut l'auteure.

Revenons sur le chapitre III dans lequel F. Papadopoulou propose une interprétation novatrice et fort intéressante de ce que l'on pourrait appeler la fabrique de la science à partir de son épistémologie de la physiologie. En réalité, derrière des débats épistolaires ou oraux parfois vifs au sein des sociétés savantes, ce ne sont pas tant des controverses, des rivalités qui se manifestent, mais plutôt des incertitudes, des tactiques qui incitent à poursuivre, à élargir les recherches et font ainsi progresser la connaissance scientifique, d'où le caractère fécond de ces discussions académiques¹⁸. Pour préciser, on pourrait ajouter que la motivation par l'ego est puissante : la recherche de la primauté dans l'invention et de la notoriété qui en résulte est attestée par le nombre imposant des notes et mémoires sous « plis cachetés » déposés à l'Académie des Sciences de Paris. L'autre moteur, moins visible est celui de l'intérêt économique qui est beaucoup plus présent aujourd'hui du fait du mode de gouvernance qui voit s'imbriquer les sphères politiques, financières, scientifiques et médiatiques. Soyons néanmoins optimistes avec l'académicien Léon Dufour : « *Du choc des opinions jaillit souvent la lumière, et peu importe de quel côté part l'étincelle, pourvu que la science fasse un pas en avant, ou que la vérité contestée se produise avec tout son éclat* » (1843).

Dans son épilogue, l'auteure rappelle l'expérience de la poule de Louis-Nicolas Vauquelin, pharmacien et chimiste disciple de Lavoisier qui, dès la fin du XVIII^e siècle, annonçait ce qui allait être démontré par Claude Bernard 50 ans plus tard, la fabrication de composés chimiques par l'appareil digestif¹⁹. L'épistémologie prend ainsi tout son sens en reliant et organisant les faits et les idées, les intuitions et les démonstrations.

Merci à Fani Papadopoulou pour cette somme remarquable qui, sur un sujet pouvant apparaître comme anecdotique dans l'inflation de la production académique du seul domaine des sciences du vivant, nous éclaire sur le mécanisme des découvertes scientifiques avec compétence et pédagogie et nous montre comment la fécondation croisée entre disciplines peut être performante et reste d'actualité.

Quant au thème de l'alimentation et de la nutrition, comme le précise le professeur Claude Debru dans sa remarquable préface qui fait logiquement une large place à l'histoire de l'agronomie, il devrait constituer l'une des priorités de ce siècle en raison des multiples défis qu'il aura à affronter : santé, démographie, dégradation des ressources naturelles, changement climatique, auxquels il conviendrait d'ajouter emploi et partage de la valeur entre acteurs des filières. D'où l'urgence d'une réorganisation de la gouvernance de nos systèmes alimentaires, dont l'un des éléments devrait être le redéploiement de la recherche publique vers une alimentation durable.

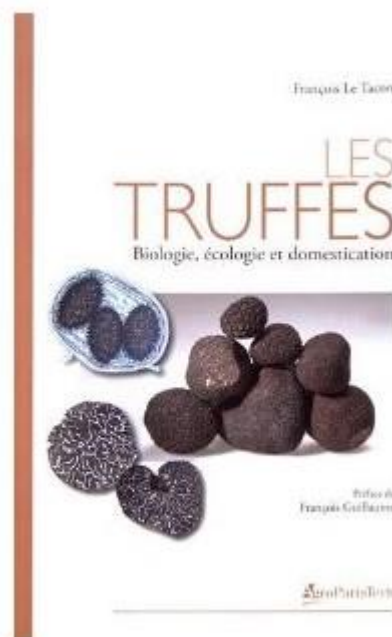
¹⁷ Ibid, p. 264

¹⁸ Ibid, p. 193-194

¹⁹ Ibid, p. 267

LES TRUFFES : BIOLOGIE, ÉCOLOGIE ET DOMESTICATION¹

PAR FRANÇOIS LE TACON²



André **FOUGEROUX**³. – Il y a peu d'ouvrages sur les truffes. Ce livre de 301 pages publié en 2017, richement documenté et préfacé par François Guillaume, est le fruit de quarante années de recherches consacrées au genre *Tuber* dans son ensemble. Ce champignon reste largement méconnu et échappe à la domestication.

Les deux premières parties du livre de notre confrère François Le Tacon sont consacrées aux différentes espèces et à la biologie des truffes.

Ce livre propose un tour d'horizon des truffes en commençant par des considérations taxonomiques et en décrivant d'une part les principaux composants d'une truffe (ascocarpe, gleba, peridium, veines fertiles...) puis en répertoriant les 34 taxons actuellement connus et identifiés dans le monde. En effet, les gourmets connaissent essentiellement la truffe noire du Périgord ou de Norcia (*T. melanosporum*) et la truffe blanche du Piémont ou d'Alba (*T. magnatum*) mais sur les différents continents, 32 autres taxons sont identifiés. Malheureusement beaucoup n'ont pas les qualités olfactives et gustatives de *T. melanosporum* ou de *T. magnatum*. En revanche, la classification taxonomique des truffes et la localisation de chaque taxon permet à l'auteur d'aborder avec précaution la paléobotanique du genre *Tuber*.

Plusieurs chapitres sont ensuite consacrés à la biologie, la physiologie, le cycle sexué ainsi que les relations avec le milieu notamment au travers d processus mycorhizien, ainsi qu'avec les organismes (bactéries, virus qui sont associés aux truffes).

¹ Édité par AgroParisTech en 2017, 303 pages.

² Membre correspondant de l'Académie de France, Directeur de recherche émérite de l'INRA.

³ Membre de l'Académie d'agriculture de France.

Les exemples sont issus des nombreux travaux de recherches et d'expérimentation de l'auteur conduits pour la plupart sur *T.melanosporum* mais complétés par de nombreuses références bibliographiques obtenues sur d'autres espèces comme *T.magnatum* par exemple

C'est ainsi qu'un chapitre décrit avec précision et de nombreuses illustrations photographiques les 6 différents stades de développement d'une truffe. On découvre ainsi la croissance de la truffe depuis le stade hyphal de quelques micromètres jusqu'au stade maturité (celui que l'on connaît généralement) qui peut atteindre plusieurs centaines de grammes voire le kilogramme.

Un autre chapitre s'attache à la génétique des truffes entre les éléments males et femelles dans les sols et à la compétition des différents « mating types » et. On découvre dans ce chapitre la complexité de la reproduction sexuée des truffes.

Ces relations complexes et souvent encore mal connues entre le sol, l'hôte, le champignon au travers des mycorhizes sont décrites et étayées par des études menées par l'auteur et l'UMR 1136 du Centre INRA Grand-Est-Nancy. Les études ont notamment porté sur la nutrition en carbone et azote des ascocarpes ainsi que sur l'origine de ses ressources entre l'hôte et le sol.

Deux chapitres sont dédiés respectivement aux « brulés » et aux organismes associés aux ascocarpes aux mycorhizes et au mycélium. Les « brulés » sont ces zones de moindre végétation plus ou moins circulaires qui sont observées dans les truffières autour de l'hôte portant les mycorhizes. On découvre ainsi que ces brulés sont surtout observés pour la truffe noire du Périgord bien que des « brulés » plus discrets puissent être observés pour d'autres espèces du genre *Tuber*. Les causes de ces effets des mycorhizes sur la végétation restent mal connues. Deux hypothèses prévalent : soit il s'agit des relations particulières entre truffe noire et plantes compagnes des brulés : parasitisme ?

Saprophytisme ? Commensalisme ? soit des effets herbicides de *T. melanosporum* dont le mycélium émettrait des composés volatils pouvant avoir un effet phytotoxique.

La truffe accomplissant tout son cycle dans le sol, ses différents organes sont en contact avec la microflore tellurique. Le cortège bactérien extrêmement diversifié peut jouer des rôles variés comme la fixation de l'azote atmosphérique, l'élaboration de composés participant aux arômes des truffes ou encore la décomposition des ascocarpes. Ce rôle des bactéries associées au mycélium ou aux ascocarpes reste encore largement hypothétique.

La troisième partie de l'ouvrage s'attache à décrire les connaissances relatives aux espèces comestibles, à leur diversité génétique, leur écologie et leur domestication. A tout seigneur tout honneur, une large part est consacrée à la truffe noire du Périgord ou truffe noire de Norcia, décrite pour la première fois en 1729 mais à l'époque mal identifiée. Elle sera dénommée *T. melanosporum* en 1831 par Vittadini. Le livre décrit sa diversité génétique plus large que celle qui était couramment admise. Il fait aussi état de ses exigences écologiques couvrant une grande part de l'Europe (France, Espagne et Italie) ainsi qu'une gamme d'altitude allant jusqu'à 1400m. Le froid et les sécheresses constituent ses deux principales limites écologiques. Cette partie aborde aussi les différents types de truffières : les truffières spontanées, la sylviculture truffière, mais aussi les truffières artificielles utilisant les chênes verts, le chêne pubescent ou le noisetier. Ce volet est riche d'information sur les choix des sites d'implantation, ainsi que les modes d'inoculation et d'entretien des truffières. Les différentes techniques sont passées en revue depuis le travail du sol, la taille des arbres, l'irrigation, le maintien de la fertilité, le paillage...et de nombreuses références sur les rendements et leur fluctuation annuelle. Elle se termine par des considérations sur les productions nationales aussi bien en France que dans d'autres pays (Italie, Espagne, Nouvelle Zélande, Chine, Australie et USA(Tennessee)) ainsi que quelques tentatives sont aussi effectuées en Argentine, Mexique et Maroc. Preuve de l'intérêt pour cette production.

La même approche est documentée pour la truffe noire de Chine (*T. indicum*), la truffe blanche d'Alba (*T. magnatum*), la truffe d'été dite de Bourgogne (*T. aestivum*).

Comme on le voit ce livre propose un voyage parmi les truffières, les truffes qui sont longtemps restées mystérieuses et dont de nombreux pans restent à découvrir pour progresser dans la domestication de ces truffes comestibles. Le décryptage du génome de la truffe noire va permettre de nouveau progrès dans la compréhension de ce champignon dont la production

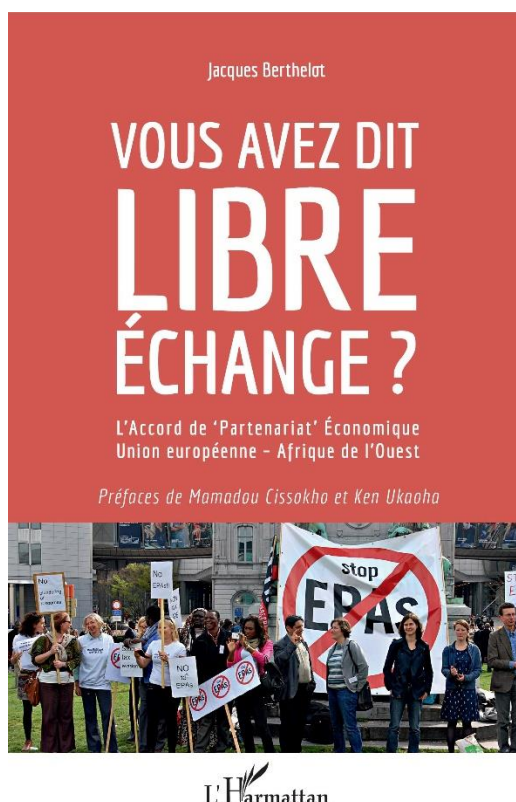
nationale qui a atteint 1500T en 1867-1868 a chuté au lendemain de la Première Guerre mondiale faute d'entretien des truffières pour se stabiliser entre 50 et 60T de nos jours.

Enfin ce livre est complété d'annexes sur des questions aussi variées que la mycorhization contrôlée des truffes, les rôles de la matière organique, du PH, du complexe absorbant, et du calcium de la réserve utile du sol, de l'influence des variations climatiques annuelles sur la production truffière, de la bonne manière de consommer les truffes. Une de ces annexes tord le cou aux rumeurs de vertus aphrodisiaques des truffes. Rumeurs qui remontent à l'Antiquité. La dernière annexe aborde la question des arômes artificiels de truffes. A ce jour, ces arômes artificiels ne reflètent en rien la complexité et les subtilités des 50 composés que contient naturellement la truffe noire du Périgord.

Ce document riche de ses références bibliographiques, de son iconographie, de l'expertise de l'auteur invite le lecteur intéressé par les truffes à un voyage qui va des relations mycorhiziennes à la macroéconomie ces « étranges fruits de la terre » que sont les truffes.

VOUS AVEZ DIT LIBRE ÉCHANGE ?¹

par Jacques **BERTHELOT**



L'Harmattan

Préfaces de Mamadou **CISSOKHO**, président du ROPPA, et de Ken **UKAOHA**, président de l'association des commerçants du Nigéria

Compte rendu par Jean-Marc **BOUSSARD**, Membre de l'Académie

¹ L'Harmattan Paris, 2018.

Jacques Berthelot est connu pour sa connaissance encyclopédique des traités internationaux relatifs à l'agriculture. Ce livre confirme cette réputation, en s'attaquant aux « APE » (accords de partenariat économiques) qui lient beaucoup d'états africains entre eux, ou entre eux et des superstructures comme la CEDEAO (Communauté économique des états de l'Afrique de l'Ouest) et surtout, entre eux et l'Union Européenne.

Or ce n'est pas une mince affaire que de se retrouver au milieu de tous ces sigles ésotériques (deux pages bien serrées d'acronymes, comme CEMAC - communauté économique et monétaire des états de l'Afrique centrale, UEMOA - Union économique et monétaire de l'Afrique de l'ouest, ou encore ZLEC - zone de libre échange continentale -) de déterminer quel état est lié par quel traité, de savoir si telle clause est compatible avec telle autre, etc., et cela, d'autant plus que nombre de ces traités sont « provisoires », en attendant la conclusion d'autres engagements plus ambitieux. On touche là aux dérives de la bureaucratie internationale, auprès de laquelle les pires usines à gaz institutionnelles observées à l'intérieur des états traditionnels ne sont que des jeux d'enfant. Or il faut pourtant vivre avec ! C'est pourquoi ce livre mériterait lecture rien que pour la mise au point magistrale qu'il constitue sur ces questions. Reste la question centrale : ces arrangements institutionnels sont-ils bénéfiques, et pour qui ?

Naturellement, ils procèdent des meilleures intentions du monde. Qui donc pourrait nier l'intérêt qu'il y a pour des entités différentes à coopérer entre elles ? Mais pour concrétiser cet intérêt, encore faut-il un cadre institutionnel convenable, et une répartition équitable des bénéfices. C'est là que le bât blesse.

Les « experts » de l'Union Européenne sont persuadés que la meilleure méthode pour cela consiste à libéraliser les échanges, qui, idéalement, devraient se faire sans droits de douanes ni aucun autre obstacle au fonctionnement du marché. Dès lors, toute leur stratégie consiste à négocier des abaissements de droits et des refus de réglementations nationales. Or un tel programme se heurte à deux obstacles : d'abord les états africains tirent l'essentiel de leurs recettes fiscales des droits de douane (beaucoup plus faciles à lever qu'un impôt sur le revenu ou même une taxe à la valeur ajoutée). Supprimer les droits de douanes revient donc à priver les gouvernements de presque toute ressource et de toute autonomie en matière de politique économique. Ensuite, pour que les « avantages comparatifs » se manifestent comme on les attend, il faut que les marchés fonctionnent bien, assurant des prix stables, et qui reflètent les coûts de production au sens large. Or ce n'est pas toujours le cas, loin de là, tout spécialement en Afrique.

Dès lors, les négociations se déroulent dans un cadre digne de « marchands de tapis », avec une ligne directrice assez perverse de la part de l'UE, qui consiste à profiter de la moindre faille entre deux traités contradictoires pour toujours favoriser le plus « libéral » : ainsi voit-on des accords « APEi » (supposés « intérimaires ») entre la Côte d'Ivoire, l'Union Européenne et le Ghana torpiller efficacement l'objectif d'une Union de l'Afrique de l'Ouest qui se développerait sous la protection de barrières douanières communes.

En outre, ces gesticulations autour des barrières douanières détournent les experts et les gouvernements des vraies questions : comment utiliser efficacement la main d'œuvre africaine pour augmenter la quantité de capital physique disponible localement, au lieu d'augmenter le flot des misérables migrants qui traversent la méditerranée au risque de leur vie ?

Il est difficile de résumer plus en détail ce livre court et dense - peut être trop ! - qui aborde presque toutes les questions du « droit du développement » en moins de 150 pages. Il mérite d'être lu non seulement par les « experts » bruxellois (leurs pré-supposés idéologiques le leur permettra-t-il ?) mais aussi par toutes les personnes qui s'intéressent aux questions du développement. Il intéressera aussi sans doute les sociologues de la bureaucratie, à titre de cas d'école. Peut-être lui reprochera-t-on quelques faiblesses vis-à-vis de la théorie économique du développement. Mais ce n'était pas le sujet, et nul n'est parfait...

Un Panthéon imaginaire des Jardiniers du XIX^e siècle

Daniel LEJEUNE¹



Christian FERAULT². – L'auteur de cet ouvrage est bien connu pour ses compétences horticoles de haut niveau, la passion de l'histoire qui l'habite et ses nombreux ouvrages et publications pointues à la qualité signalée.

Aujourd'hui, il nous présente un livre important sur un thème qui n'avait jamais été ainsi traité : faire revivre les grandes figures de l'horticulture d'un siècle où celle-ci fut particulièrement brillante et conquérante. On parle d'ailleurs en Europe d'« âge d'or » de cette discipline, véritable science aux nombreuses facettes, sans en inclure le nom dans son intitulé.

L'objectif de Daniel LEJEUNE était très clair : réunir en une somme conséquente mais abordable, les nombreux personnages, reconnus au plus haut niveau ou un peu moins, qui auront été les principaux acteurs, voire les facilitateurs de cette période particulièrement faste. D'où le terme de Panthéon, imaginaire bien entendu, utilisé en titre et la mise en exergue du beau mot de jardinier.

La tâche était redoutable : combien de personnalités traiter ? fallait-il les classer ou non en grands groupes ? devait-on choisir ou non un déroulé du même type pour chacune et chacun ? quelle part réserver aux écrits produits et quelle bibliographie fournir avec chaque article ou à regrouper ? et bien sûr, quelle iconographie mettre en place afin d'aérer et d'illustrer de façon plaisante les propos ?

¹ Ingénieur horticole, directeur honoraire des parcs et jardins de la ville de Bourges, administrateur de la Société nationale d'horticulture de France en charge de la bibliothèque, médaillé de vermeil de l'Académie d'agriculture de France.

Edité par la SNHF, 2017, 272 p, 20 €. Préface de Yvette DATTÉE et Noëlle DORION, membres de l'Académie.

² Membre titulaire et Vice-secrétaire honoraire de l'AAF, directeur de recherche honoraire de l'INRA.

L'auteur a su répondre avec précision, harmonie et goût à ces questions qui auraient pu effrayer en début de travail.

Après une préface sachant parfaitement présenter les enjeux, Daniel LEJEUNE nous livre un exposé en deux parties de très inégale ampleur :

- une introduction d'une quinzaine de pages décrit succinctement, mais de façon suffisante, le contexte historique d'une époque où beaucoup a bougé qu'il s'agisse du cadre général, des sociétés d'horticulture, des ouvrages et publications, d'un nouvel art des jardins qui se cherche puis se met en place, de la découverte du Monde horticole et de la typologie des personnes qui vont être traitées.

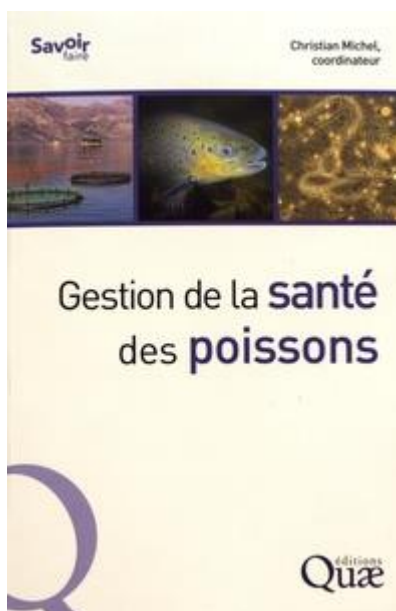
Après sa lecture, on est solidement armé pour prendre connaissance de la suite... avec impatience !

- Un cœur comprenant 215 biographies développées en 240 pages. Ceux qui « ont fait l'horticulture européenne » sont répartis en dix catégories : administrateurs, botanistes et chercheurs, collecteurs et introducteurs, collecteurs amateurs – la nuance est de taille –, éditeurs et illustrateurs, horticulteurs, pépiniéristes et semenciers, jardiniers, mécènes et bienfaiteurs, paysagistes, publicistes et descripteurs. Une place spéciale est réservée à Edouard ANDRÉ, qualifié d'« Horticulteur universel » !

Chaque chapitre débute par un cliché, une statue ou une gravure en rapport avec son objet. Il y a de courtes notices – mais pas trop – et d'autres développées sur deux voire trois pages. Les plans suivis sans qu'il y paraisse, sont du même type allant de la place dans la société, voire la famille, du parcours, de l'œuvre concrète. Dans beaucoup de cas, une gravure ou une médaille agrémentent la notice et parfois un plan, un schéma... On sent que Daniel LEJEUNE a fait le maximum du possible pour aérer un texte dense mais fort clair et stimulant pour le lecteur.

Enfin, chaque notice se termine par une bibliographie liée à la personne suivie de l'indication de ses écrits, au moins les principaux. Ce point est précieux et évite d'avoir à se reporter à une liste forcément très importante de références. En conséquence, des « repères » sont seulement mentionnés en fin d'ouvrage. Ils précèdent un bien utile index des noms.

Un ouvrage à recommander aux spécialistes comme aux amateurs. Le propos est frais et vivant, et sa lecture est celle d'un roman aux nombreux personnages.

GESTION DE LA SANTÉ DES POISSONS¹

Christian **MICHEL**, coordinateur

Ouvrage analysé par Anne-Marie **HATTENBERGER**²

– En octobre 2018, est paru ce livre très attendu, initié par Pierre de KINKELIN ichtyopathologiste, Directeur de recherche à l'INRA, qui n'avait pas pu mener à terme son projet de synthèse générale sur la pathologie des poissons. Le travail, fruit des apports de nombreux spécialistes du domaine, a été repris et coordonné par C. Michel, chercheur à l'INRA. Il s'inscrit dans la continuité du « **Précis de Pathologie des poissons** », publié en 1985 et de la publication numérique « **Parasites et parasitoses des poissons** », parue en 2014.

Ce livre est doté d'une longue introduction (65 pages) qui rappelle un certain nombre de définitions et de généralités sur l'état de maladie tel qu'il s'exprime chez les poissons. La liste des protagonistes de cet état de maladie, agents pathogènes et composants abiotiques de l'environnement du poisson, est longuement développée. L'origine et la transmission de ces agents conditionnent le risque de maladie déclarée chez le poisson, elle-même fonction des propriétés nocives intrinsèques des agents pathogènes ou de la toxicité des agents chimiques. Ce chapitre se termine par des notions épidémiologiques qui sous-tendent toute lutte sanitaire ou médicale contre les maladies des poissons d'élevage.

Le corps de l'ouvrage est structuré en trois grandes parties qui évoquent le diagnostic (de terrain, de laboratoire, 116 p.), les méthodes de prévention non médicale (288 p.), l'intervention médicale contre les maladies des poissons (vaccination et thérapeutique, 102 p.), suivies d'une conclusion générale. Une importante bibliographie accompagne chacun des chapitres.

Dans la conduite du diagnostic de terrain, les trois aspects concernent le diagnostic sur l'eau, le diagnostic toxicologique et enfin la sémiologie qui conduit au diagnostic clinique. Pour le diagnostic sur l'eau, est évoquée la valeur des informations apportées par l'analyse des composants de l'eau, qui rend nécessaire l'acquisition d'un matériel spécialisé, très détaillé dans

¹ Collection *Savoir Faire*, Editions QUAE, 2018, 480 p.

² Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France ; Chargée de mission : analyses de thèses, communications de recherche.

ce chapitre, pour réaliser les nombreuses mesures indispensables. Pour le diagnostic toxicologique, l'observation clinique des épisodes de mortalités est primordiale. L'absence de spécificité des signes observés impose, le plus souvent, le recours au laboratoire d'analyse toxicologique, pour lequel la réalisation des prélèvements requiert la plus grande rigueur. La dernière partie du chapitre, consacrée à la sémiologie et à l'orientation du diagnostic d'après les données de terrain recueillies, est enrichie d'un guide très précieux, développé sur une vingtaine de pages, complété par de nombreuses photos légendées. L'aspect didactique de ce guide est remarquable.

Dans le chapitre consacré au diagnostic de laboratoire, plusieurs aspects sont abordés successivement : les méthodes et techniques universellement applicables à toutes les catégories d'organismes pathogènes, le diagnostic de ces différentes catégories (virus, bactéries, mycètes et parasites), l'évaluation de l'efficacité des traitements antimicrobiens envisageables et le choix des méthodes de typage. En outre, il est rappelé que la question de l'antibiogramme, qui est centrale dans le diagnostic bactérien, pose des problèmes très particuliers chez les bactéries de l'environnement. Ce chapitre, méthodiquement très détaillé, considère l'arrivée dans le domaine de la pathologie des poissons et du diagnostic des organismes pathogènes des techniques de biologie moléculaire, sont déjà très documentées malgré leur nouveauté dans cette discipline.

La deuxième partie du livre concerne les méthodes de prévention non médicale. La déclinaison, sur quatre chapitres, des données essentielles sur la qualité de l'eau et de l'environnement des poissons, la qualité et la bonne conduite de leur alimentation, l'exploitation de leur résistance aux maladies et les conditions de la mise en place de la prophylaxie sanitaire, offre aux lecteurs une approche très complète de ces méthodes. Ce chapitre ouvre en conclusion des perspectives sur la sélection pour la résistance aux maladies, qui aura un rôle croissant à jouer dans l'élaboration des stratégies de gestion intégrée de la santé et, en conséquence, sur le développement d'élevages à la fois plus efficaces et plus respectueux de l'environnement et de la bien-être animale. De nombreuses illustrations figurent dans ce chapitre.

La troisième partie du livre traite de l'intervention médicale contre les maladies des poissons, avec un double focus sur la vaccination et la thérapeutique chez les poissons, qui s'inscrivent dans l'arsenal des mesures destinées à combattre les maladies.

Une introduction sur des éléments de vaccinologie générale décrit les différentes catégories de vaccins (vaccins inertes, vaccins génétiques, vaccins vivants) en évoquant leur spécificité. Après un historique sur les travaux pionniers et la mise au point des premiers vaccins, figurent la liste, les études, les applications possibles et les résultats des nombreux essais vaccinaux conduits contre les maladies bactériennes, virales et parasitaires des poissons. Même si la vaccination s'impose comme une arme incontournable dans la lutte menée contre les maladies des poissons, les vaccins pour poissons bénéficiant d'une AMM en France restent peu nombreux. Outre les interrogations concernant les vaccins sous-unitaires et recombinants, peu efficaces, ou les vaccins vivants, socialement mal acceptés, le faible nombre des vaccins disponibles tient vraisemblablement aux difficultés et aux coûts de mise au point au regard de marchés généralement étroits. Il ne faut pas oublier que pour les industriels fabriquant les vaccins le secteur reste une niche peu rentable, même si l'aquaculture s'est fortement développée ces dernières décennies.

Si la vaccination est uniquement préventive, appliquée en l'absence de maladie déclarée, la thérapeutique chez les poissons est plus ambivalente. Elle peut s'appliquer aussi bien à titre préventif que pour remédier à une situation clinique ou une pathologie établie.

Ce chapitre offre un panorama très large des possibilités thérapeutiques, résumées dans quatorze tableaux très didactiques qui permettent au lecteur de visualiser rapidement les interventions possibles, assorties de démonstrations de protocoles avec photos.

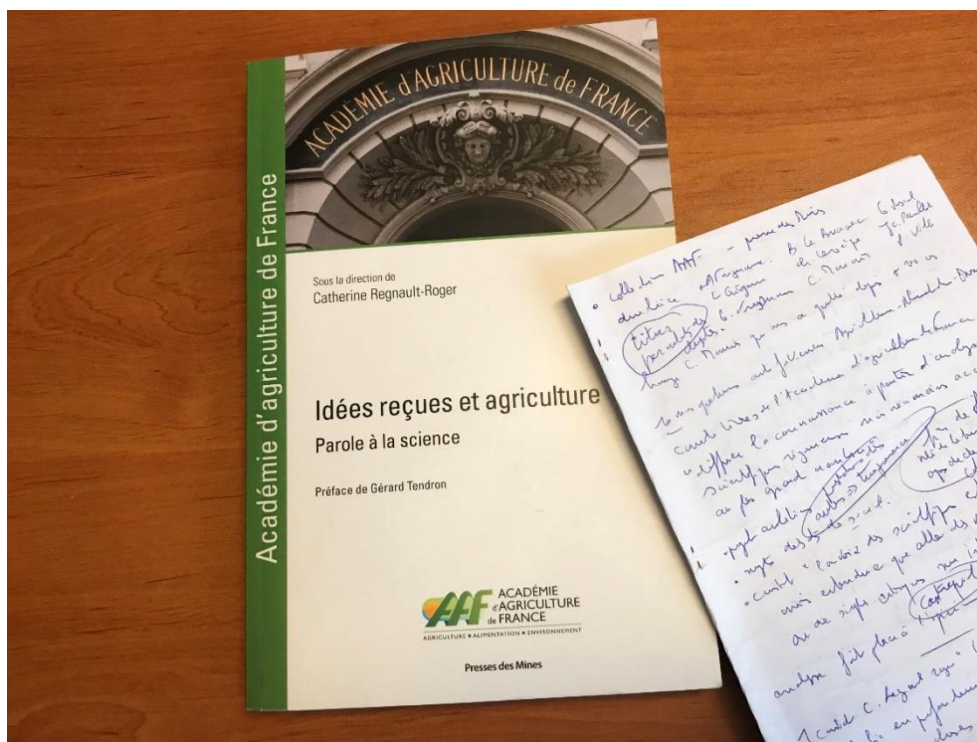
Vaccins et anesthésiques mis à part, les médicaments « classiques » actuellement employés en aquaculture, sont généralement classés en trois grandes rubriques : les produits antibactériens (les antibiotiques), les produits antifongiques et les produits antiparasitaires. Outre ces trois catégories fondamentales, il existe des préparations susceptibles d'être considérées comme des agents de traitement et assimilées ou non aux médicaments, car ils échappent encore à des

critères précis de classification (vitamines, immunomodulateurs, probiotiques, phages, huiles essentielles ...).

Le monde de l'élevage piscicole est conscient que le recours massif à la chimiothérapie doit avoir des limites dans le temps. Le recours à des solutions nouvelles, toutes empiriques soient-elles, semble parfois suffisamment convaincant pour justifier leur intérêt et rendre possible un emploi raisonné des antibiotiques. L'objectif recherché est de réduire considérablement la consommation de ces molécules dans les élevages piscicoles, très inféodé dans la majorité des cas à leur environnement.

Au terme de cet impressionnant tour d'horizon, le lecteur aura pris conscience de l'ampleur et de la variété des évolutions survenues depuis trois décennies, marquées fortement par le développement spectaculaire de la biologie moléculaire.

Ce remarquable ouvrage sur la « **Gestion de la santé des poissons** », très complet, actuel, richement illustré, constituera sans nul doute un document de référence pour toutes les personnes intéressées par le secteur de l'aquaculture et de l'halieutique (professionnels, vétérinaires, chercheurs, enseignants, étudiants). Il sera suivi d'une autre série de textes accessibles sous forme numérique, consacrés à la présentation des connaissances plus théoriques (étiologiques en particulier) rassemblées, par ailleurs, sur les maladies des poissons.



par Philippe **KIM-BONBLED**¹

« **Diffuser la connaissance à partir d'analyses scientifiques rigoureuses mais néanmoins accessibles au plus grand nombre** », tel est le défi que l'Académie d'agriculture de France s'est fixée, en créant sa collection de livres, éditée par les Presses des mines.

Le premier opus, intitulé « Idées reçues et agriculture : Parole à la science », plaçait la barre très haute pour y parvenir, à un moment où « la voix des scientifiques est moins entendue que

¹ Chargé de la coordination de la communication.

celle des mouvements militants », comme le souligne en introduction de l'ouvrage, Catherine Regnault-Roger, la Directrice de la collection.

Et pourtant, les 10 mousquetaires de la lutte contre les Fake News, si courante dans les domaines de l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, ont, à mon sens, relevé ce défi dans les 10 articles qu'ils signent en leur nom et qualité propres.

Pourquoi ?

Parce que, partant du principe que « le scientifique doute et l'ignare affirme », **ces Académiciens se sont bien gardés dans leurs articles « d'asséner LEUR vérité » mais au contraire de « prendre le contrepied des affirmations des donneurs de leçons en tout genre sur les sujets qu'ils traitent et surtout de livrer une analyse des polémiques engendrées par ces sujets avec une focale fort différente de celle rabâchée sans recul par les médias ».**

« Idées reçues et agriculture : Parole à la science » est au final un « phare dans la mer de l'ignorance » !

Ainsi :

Paul Vialle, après avoir justement rappelé que « l'homme a toujours été un perturbateur de son environnement, qui par définition est instable », nous invite à voir le « séquençage du génome des plantes, comme la Caravelle du temps jadis qui ramenait de nouvelles espèces végétales, modifiant à jamais le biotope de son lieu de débarquement ». Il nous incite, néanmoins, à réfléchir à l'éthique « du parcours de ces nouvelles Caravelles ».

Christian Lévêque, après avoir rappelé que « la biodiversité actuelle en France est une co-construction de l'Homme et de la Nature, issue notamment des pratiques agricoles », nous explique que si cette biodiversité évolue actuellement, c'est « justement parce que les pratiques agricoles évoluent ». C'est pourquoi, il plaide pour la « recherche d'un compromis entre tous les partenaires concernés sur la biodiversité de demain ».

André Fougeroux ramène « à son juste niveau l'implication des abeilles dans la production agricole », commente « les chiffres incertains des populations mondiales d'abeilles » et explique « les nombreux facteurs qui causent leur disparition dans certaines parties du Globe ».

Catherine Regnault-Roger rappelle « qu'on ne peut pas parler avec pertinence de contamination des aliments si on confond danger et risque » et qu'on ne peut analyser cette contamination sans « connaître les notions de Limite maximale de résidus (LMR), de Dose journalière admissible (DJA), de Dose sans effet (DES) et d'Apport journalier maximum théorique (AJMT). La lecture de son article devrait être rendue « obligatoire à tout commentateur, notamment les journalistes, de la contamination des fruits et légumes par les pesticides ».

Gérard Pascal traite « avec courage » le sujet des perturbateurs endocriniens, des substances qui remettent en question le principe de Paracelse (« Tout est poison, rien n'est poison ; c'est la dose qui fait le poison ») et pour lesquelles (reste à savoir qui elles sont...), « il n'y a pas consensus scientifique, notamment sur leur seuil de toxicité et sur la période d'exposition ».

Léon Gueguen, après avoir nié être le « pourfendeur du Bio, que certains l'accusent d'être », jette toutefois le trouble dans nos cerveaux sur « la volonté réelle des promoteurs d'une alimentation bio qui coûte entre 30 et 100 % de plus qu'une alimentation non bio, pour des effets, positifs et... négatifs, sur la santé du consommateur qui restent très controversés ».

Gilles Kressmann s'interroge, lui, sur l'avenir économique du Bio « dont le marketing est fondé essentiellement sur la peur du consommateur à l'égard des aliments dits conventionnels, alors que la qualité de ces derniers ne cesse pourtant de s'améliorer ».

Bernard Le Buanec, après avoir rappelé que « si 12 plantes sont actuellement à la base de 80% de la production d'aliments végétaux », nie néanmoins que la « diversité génétique diminue », notamment parce que les sélectionneurs des végétaux se sont dotés de « banques de gènes » indispensables à leur activité.

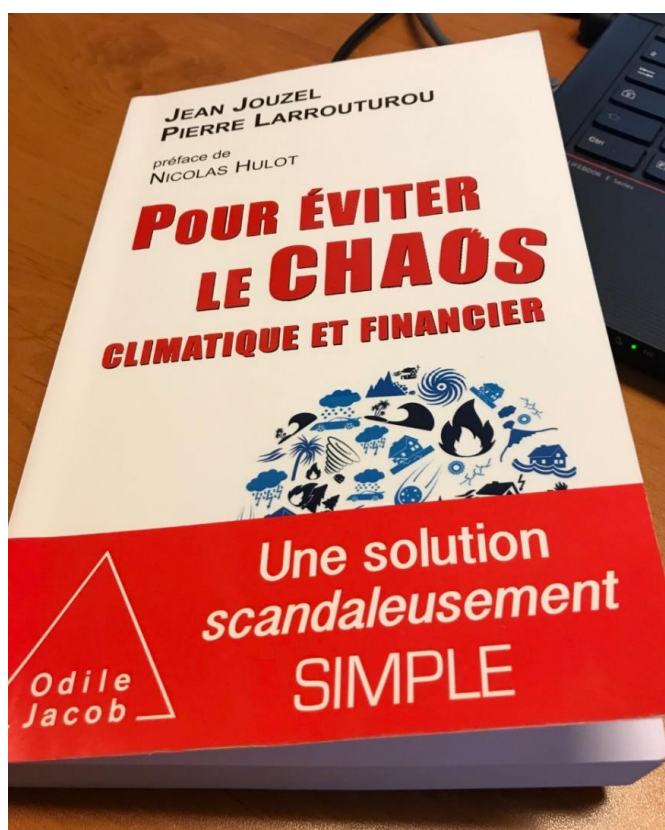
Jean-Claude Pernollet, traite « avec courage », lui aussi, le sujet des Organismes génétiquement modifiés (OGM) et tout particulièrement des Plantes génétiquement modifiées (PGM), dont « aucune toxicité avérée n'a été démontrée par l'organisme mondial INDEPENDANT :

l'International service for the acquisition of Agri-Biotech application ». Serait-ce le cas de toute plante et fruit non OGM actuellement consommés par l'Homme ?

Enfin, **Claude Monnier**, un des deux doyens de l'Académie d'agriculture de France (hélas décédé dans sa 102^{ème} année, depuis la rédaction de son article), conclut « Idées reçues et agriculture : Parole à la science », par « son message à la jeunesse », qu'il incite à :

- « redonner sa place à la science »,
- « lutter contre les idées reçues »,
- « avoir foi en un avenir innovant ».

Claude Monnier croyait « viscéralement » à l'avenir de l'agriculture. **Fasse que « Idées reçues et agriculture : Parole à la science » contribue à ce que nos concitoyens rejoignent l'optimisme de Claude Monnier (RIP) !**



par Philippe **KIM-BONBLED**¹

« 2018, ou jamais plus ! »

Tel est le cri d'alarme que lancent les deux auteurs, Jean Jouzel et Pierre Larrourou, de l'ouvrage : « Pour éviter le chaos climatique et financier : Une solution *scandaleusement* simple »; un ouvrage préfacé par Nicolas Hulot, actuel ministre d'Etat, ministre de la Transition écologique et solidaire.

¹ Chargé de la coordination de la communication de l'Académie d'agriculture de France.

Et ce cri doit particulièrement être *pris au sérieux*, puisqu'il émane de deux experts mondialement reconnus. Jean Jouzel est climatologue, ancien Vice-Président du Groupe scientifique du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et membre de l'Académie d'agriculture de France. Pierre Larroustou est ingénieur agronome, diplômé de Sciences Po et souvent présenté comme « l'un des cinq économistes qui avaient annoncé la dernière crise économique ».

Qu'est-il absolument temps de faire en 2018, selon eux ? « **Donner une nouvelle ambition pour l'Europe** », celle de prendre la conduite d'une politique « **Planet first** », afin d'éviter le chaos climatique, que les deux experts annoncent pour **2050**, si rien n'est fait pour arrêter l'emballement catastrophique de la machine climatique de notre Planète, déjà si malmenée par l'Homme. 2050 c'est demain ! Il faut donc agir aujourd'hui !

Le « printemps 2018 de l'Europe » donnerait, par ailleurs, un *second souffle* et un « nouvel espoir » à la Communauté, qui en manque cruellement en ces temps de remise en cause politique de son existence même, dans certains Etats qui la composent.

Pour que l'Union devienne le *fer de lance* de la lutte contre le changement climatique, il conviendrait *tout simplement*, selon les auteurs, de la doter d'un **nouveau traité, adopté par référendum « pan-Européen simultanément dans tous les Etats membres**.

Ce traité lui permettrait alors de mettre en place « un Pacte finance-climat », créateurs d'emplois dans l'Union où le chômage de masse sévit.

« *Scandaleusement simple* », en effet !

La vertu première de l'ouvrage de Jean Jouzel et Pierre Larroustou, c'est de nous en **CONVAINCRE DOUBLEMENT**.

Nous convaincre, tout d'abord, que le changement climatique (à savoir le cumul du réchauffement et du dérèglement de la Planète) est une réalité avérée. Jean Jouzel nous détaille pour ce faire moult graphiques et tableaux émanant du GIEC (Prix Nobel de la paix pour ses travaux), qui sont effrayants, pour *le commun des mortels*. Il fait preuve d'un vrai talent en la matière, notamment pour pointer les biais scientifiques des arguments des climatosceptiques. Saluons, aussi, son honnêteté scientifique et morale lorsqu'il aborde les erreurs qu'ont pu contenir certains rapports du GIEC.

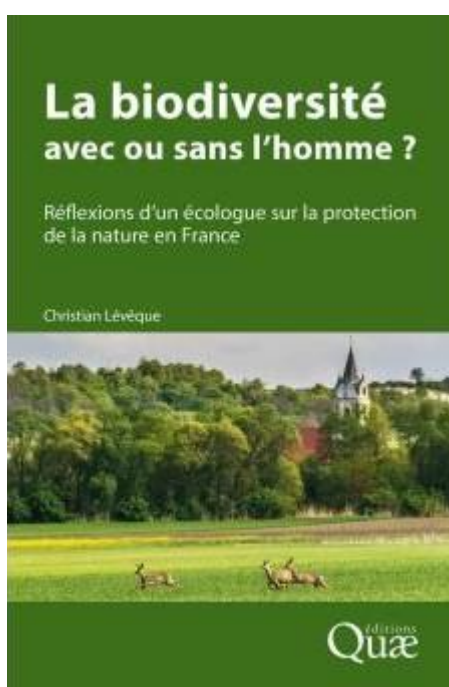
Nous convaincre ensuite, que la solution qu'ils préconisent tous deux à des conséquences très favorables pour l'avenir de la Planète mais a, aussi, des vertus pour l'Economie de l'Union européenne. Pierre Larroustou déploie, pour ce faire, *des talents de vulgarisateur*. Sa recette d'économiste, dont la clairvoyance à ce jour ne peut être remise en cause est facile à suivre. « Il convient d'orienter la création monétaire des banques centrales vers la lutte contre le changement climatique ».

Mais attention, il ne reste plus que quelques semaines, selon eux, pour sauver la Planète.

Une autre vertu de l'ouvrage de Jean Jouzel et Pierre Larroustou, c'est de nous redonner espoir dans **le juste développement du continent africain**. L'Afrique a, en effet, selon eux, « des atouts pour réussir une transition vers un modèle bas-carbone sans passer par le stade charbon et énergies fossiles ».

L'Afrique a vu naître l'Homme, va-t-elle maintenant le sauver ?

**LA BIODIVERSITÉ AVEC OU SANS L'HOMME ?
RÉFLEXIONS D'UN ÉCOLOGUE SUR LA PROTECTION DE LA NATURE EN
FRANCE¹
LA NATURE EN DÉBAT. IDEES REÇUES SUR LA BIODIVERSITÉ²
Compte rendu des ouvrages de Christian LÉVÊQUE³**



Nicole MATHIEU⁴. – Du fait de leur différence de titres et d'éditeurs, les deux ouvrages auraient mérité un compte-rendu spécifique. En effet bien qu'ils mettent au centre de leur interrogation les termes de Biodiversité et de Nature, ils se distinguent par le public visé par leur éditeur respectif. Certes, une même volonté de s'adresser avec clarté et simplicité à un public non averti les caractérise tous deux. Mais, c'est dans celui publié par Quæ que l'auteur manifeste une ambition plus étendue, ne se limitant pas à la dénonciation systématique des « idées reçues » sur la biodiversité. En effet, au-delà du manifeste adressé à ceux qui ont une vision étroite voire partisane de l'érosion jugée catastrophique de la biodiversité et, qui, par conséquent font de la protection de la nature voire de sa restauration un principe politique impératif et inaliénable même s'il faut en exclure l'homme, l'auteur des éditions Quæ ne se contente pas de traquer les dessous idéologiques de cette politique publique. C'est, comme le titre l'indique, une « réflexion » au sens propre, un retour réflexif sur une expérience de la recherche de longue durée marquée par le côtoiement des scientifiques et en particulier des écologues avec les politiques de la recherche en rapport avec la question environnementale. On y retrouve le scientifique engagé dans les programmes interdisciplinaires entre sciences de la nature et sciences de la société, tentant de

¹ Éditions Quæ, 2017, 127 p.

² Le Cavalier Bleu éditions, 2017, 180 p. (2^{ème} édition revue et augmentée).

³ Membre de l'Académie d'agriculture de France.

⁴ Membre de l'Académie d'agriculture de France.

redonner une place à « L'homme » dans une « nature » réelle, observée avec exactitude, et non négativement idéalisée pour fonder une légitimité scientifique auprès des « décideurs ».

Pourtant, de mon point de vue, et même si les sciences sociales sont présentes dans la bibliographie⁵ et que de nombreux auteurs, sociologues, géographes, économistes sont cités, dont plusieurs dans la mouvance de *Natures Sciences Sociétés*, revue où Christian Lévêque a plusieurs fois été publié, il me semble difficile de ne pas souligner une certaine faiblesse de cet ouvrage dans l'usage qui y est fait des sciences humaines et sociales. Le chapitre 7 « Les relations homme-nature : un débat qui fait encore recette » est en ce sens exemplaire. Car qui est cet « homme » dont on ne sait rien de concret ? Est-il chercheur, agriculteur de précision ou « paysan », fonctionnaire ou retraité ? Vit-il en ville ou en milieu rural e/ou entre les deux milieux ? De quelles natures est-il entouré et quelles sont ces connaissances de la biodiversité végétale ou animale ? Quelles sont ses représentations et ses pratiques et quels décalages révèlent ses comportements ? Sur ces interrogations les sciences sociales ne sont guère unanimes et il n'est pas possible de concilier le point de vue de géographes comme Tatiana Muxart avec qui il a travaillé avec celui des climato-sceptiques comme Yvette Veyret⁶. De même, l'angle d'attaque pour aborder la question du rapport homme/nature n'est pas la même quand c'est la question de l'environnement qui est principale comme chez le sociologue Kalaora ou quand, comme chez les économistes il s'agit de donner une valeur à des faits de nature – la biodiversité par exemple – ou à évaluer des services écosystémiques ou des compensations écologiques. Enfin la référence à Descola n'est, de mon point de vue, d'une piètre utilité quand il s'agit d'interroger les « cultures de la nature » des individus de statuts et d'origine hétéroclites qui composent les sociétés contemporaines dites occidentales.

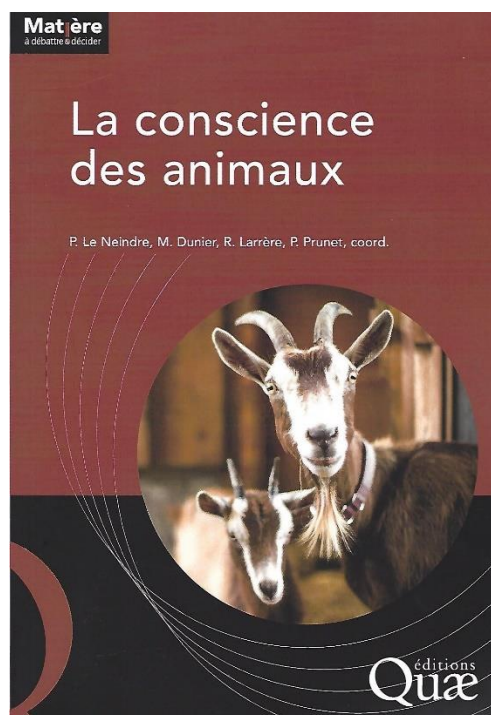
En conclusion ces ouvrages ont le grand mérite d'ouvrir un débat de fond à partir d'une expression claire et argumentée d'un point de vue sur *la Question de la nature aujourd'hui* en France et sur les *Nouveaux rapports à la nature* des français et en particulier pour l'Académie, des agriculteurs de toutes postures et pratiques confrontés à la question de la transition agricole et énergétique sur fond de changement climatique et d'anthropocène.

⁵ Des deux ouvrages.

⁶ Sylvie Brunel et Jean-Robert Pitte (dir.), 2010. *Le ciel ne va pas nous tomber sur la tête - 15 grands scientifiques géographes nous rassurent sur notre avenir*, JC Lattès, 352 pages.

LA CONSCIENCE DES ANIMAUX¹Pierre **LE NEINDRE²**, Muriel **DUNIER**, Raphaël **LARRÈRE** et Patrick **PRUNET**,

coord.

Ouvrage analysé par Jean-Claude **MOUNOLOU³**

Le législateur a reconnu aux animaux de ce pays la qualité d'êtres sensibles et leur a accordé une protection procédurale. Cependant, bien que ces décisions soient fondatrices d'une reconnaissance de droits, des pratiques incompatibles avec ces derniers, des interrogations et des actions militantes subsistent. Le débat se poursuit autour des questions de bien-être, de bien-traitance et d'élevage respectueux. Il est souvent focalisé sur les responsabilités des éleveurs d'une part, mais bridé par la compréhension encore imprécise de la conscience animale d'autre part. Ce second point est particulièrement critique car d'une connaissance plus précise pourraient découler des règles et des pratiques renouvelées sur des bases plus rationnelles. Il est du devoir des institutions de recherche de développer cette connaissance.

Dans cette perspective l'Autorité européenne de Sécurité Alimentaire a confié à l'INRA la mission de présenter un état des acquis et des réflexions concernant la conscience animale. Un comité d'experts scientifiques et philosophes a donc été constitué. Leur rapport a été déposé auprès des autorités en 2017. Les auteurs en présente une synthèse pour le public dans ce livre.

Le lecteur ordinaire va trouver un ensemble remarquable d'informations présentées de façon claire, progressive et pédagogique. Les auteurs ont donné les outils sémantiques et

¹ Quæ éditions, coll. Matière à débattre, 2018, 118 p.

² Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, Directeur de recherche honoraire de l'INRA.

³ Membre de l'Académie d'agriculture de France, Professeur honoraire de l'Université Paris-Sud.

méthodologiques qui permettent de pénétrer, sans doute modestement, dans les champs abstraits et difficiles des neurosciences, des sciences du comportement et des conceptions philosophiques de l'existence d'un soi chez l'animal. Peut-être cet exercice difficile aurait-il pu bénéficier d'un rappel des termes exacts de la mission confiée aux experts et d'une conclusion qui explicite les mesures que les organismes de recherche pourraient prendre et implémenter (mesures autres que faire de la recherche en général). Mais le mérite considérable des auteurs est certainement d'apporter des savoirs dans leur développement actuel comme de faire prendre conscience des ignorances et des questions en suspens. Que sait-on aujourd'hui des intégrations de savoirs différents et de leurs hiérarchisations ? Y a-t-il ou non une conscience animale universelle ? Y a-t-il de réelles possibilités de conduire autrement l'élevage des animaux de rente ?

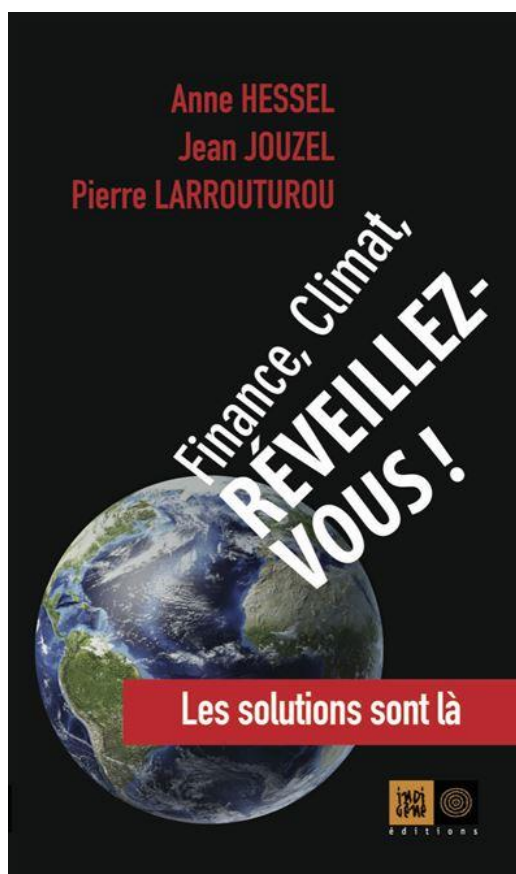
Pour qui s'interrogerait encore le doute n'est plus permis. En dépit de l'absence du verbe, les animaux ont une conscience de leur soi, une sensibilité, une perception de ce qui se passe en eux et autour d'eux et ils en tirent des enseignements pour agir. Cette conscience est le fruit du recueil d'informations sensorielles remontées et hiérarchisées dans le cerveau, de leur confrontation à la mémoire et à la connaissance de soi. Elle s'exprime par le renouvellement de la mémoire et par le comportement immédiat et différé. Ces connaissances ont été acquises par l'usage d'hypothèses et de méthodes déjà expérimentées chez l'homme. Au-delà de ces informations premières les auteurs expliquent qu'il n'existe pas une conscience animale bâtie sur un modèle universel. Chaque espèce a une conscience propre. Il est même vraisemblable que l'émergence d'une conscience au cours de l'évolution du règne animal ne fut pas un évènement unique (celle des insectes et celle des vertébrés sont bien différentes).

Un point sur lequel les auteurs reviennent souvent est celui de la flexibilité comportementale. Elle révèle des potentiels qui vont très au-delà du comportement d'un instant. Leurs fondements sont à trouver dans la flexibilité des fonctions neuronales et les boucles de rétroaction de niveaux différents. Tout particulièrement les croisements des sensations et émotions avec les diverses mémoires seront importants à connaître pour développer les pratiques d'élevage. Le concept des corrélats neuronaux de conscience se révèle être l'outil pertinent de l'exploration de ces croisements et de leurs expressions dans l'action. Les recherches demanderont sans doute de la modestie car certains paramètres sont encore mystérieux, en particulier la contribution d'intentions ou celle d'oppositions aléatoires ou délibérées à des interrogations extérieures et environnementales.

Le champ des ignorances est considérable. Et le lecteur aurait peut-être envie de l'étendre encore : Que peut-on attendre d'études comparatives dans la transition sommeil-éveil-conscience ? La conscience peut-elle s'effacer ? Comment évolue-t-elle au cours du développement ? Certes il n'y a pas une conscience animale, mais que sait-on de la variabilité individuelle à l'intérieur d'une espèce ? Le champ de cette variabilité est-il du même ordre que celle que soit la facette de la conscience que l'on considère ? Sans doute les éleveurs pourraient-ils profiter de telles connaissances, eux qui ont à conduire l'animal de la naissance à l'âge adulte et doivent lui faire affronter des partenaires variés lors du renouvellement du troupeau.

Certes les rationalités juridiques, les rationalités scientifiques et les certitudes préconstruites ne convergent pas encore dans le débat public à propos de la conscience animale. Mais la lecture de ce livre donne de l'espoir. Les connaissances scientifiques et philosophiques qu'il apporte dépassent les façons anciennes de poser les problèmes. Le chantier de la conscience animale (comme celui de la conscience des hommes sans doute) est loin d'être clos. Le lecteur apprécierait de ne pas en rester là. Il souhaiterait même qu'il y ait une suite où les auteurs présenteraient la réponse que les autorités ont donnée à leur rapport, les commentaires qu'elle leur inspire et surtout les nouvelles connaissances que la recherche continue d'apporter.

Finance, climat, REVEILLEZ-VOUS ! Les solutions sont là¹



par Anne **HESSEL**, Jean **JOUZEL**² et Pierre **LARROUTUROU**

Ouvrage analysé par Jean-Claude **MOUNOLOU**³

Les auteurs introduisent ainsi ce livre : « le but de ce petit livre est à la fois simple et audacieux : permettre à tous de comprendre la réalité du dérèglement climatique, la nécessité d'une réponse radicale et urgente, mais aussi – bonne nouvelle ! – de découvrir les solutions qui sont à portée de main ».

Tout est dit ou presque. Personne ne doute aujourd'hui de la réalité d'un changement climatique. Les conséquences en sont perceptibles de multiples façons en tout point de la planète. Les premiers chapitres documentent ces affirmations par des chiffres globaux, laissant à chacun le soin de faire sa petite évaluation personnelle et locale. Selon les informations disponibles les effets des dérèglements climatiques vont s'amplifier et les difficultés s'accumuler. Le XXI^e siècle ne verra pas l'humanité vivre comme elle vit aujourd'hui, si non elle irait même à sa perte. Cette apocalypse sera l'œuvre des hommes eux-mêmes. La planète par contre continuera de tourner.

¹ Indigene éditions, 2018, 157 p.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France. Directeur de recherche émérite au CEA, Président de Météo et Climat

³ Membre de l'Académie d'agriculture de France.

Il faut arriver aux chapitres 4 et 5, et surtout 6 et 7 pour changer de registre. Depuis de nombreuses années de modestes citoyens, des élus, des hommes et femmes politiques importants, des associations et des partis ont pris conscience des urgences et des incohérences de perspectives. Le problème premier du plus grand nombre est de se nourrir, d'entretenir une famille, de boucler les fins de mois et de courber l'échine, toujours dans la crainte d'une crise financière (répétition de la catastrophe de 2008). Les nécessités de ces femmes et de ces hommes n'ont pas les mêmes urgences qu'un changement climatique aux conséquences lointaines...

Le livre fait bien le constat de telles incohérences, de la surdité collective aux alertes et aux appels à des changements spirituels et politiques. Mais pourquoi les débats nationaux, les conférences internationales et autres n'avancent-ils pas ? A. Hessel et ses coauteurs expliquent : La raison première tient à la cupidité de ceux qui maîtrisent les institutions financières. Cette cupidité est cachée par une « cupidité institutionnelle ». Les banques sont faites aujourd'hui pour tirer profit de l'activité économique générale. Elles le justifient en invoquant la liberté et la pertinence du marché. Leur objectif de profit prime sur tous les autres (par exemple sur la lutte contre le dérèglement climatique). Le système libéral et capitaliste a la vertu d'entretenir cet état des choses et de maintenir les objectifs collectifs et individuels seconds toujours dépendants du premier. L'avenir est sombre.

Face à ce constat les auteurs dénoncent la lourde responsabilité « des politiques ». Ces derniers discourent sur les lointaines urgences climatiques mais ne font rien pour y répondre. Ils ont pourtant la mission de gouverner la société avec les institutions, les droits et les ressources disponibles. Il faut dire à la décharge de ces femmes et de ces hommes politiques qu'ils sont souvent les élus des citoyens empêchés par leurs difficultés quotidiennes. Il faut dire aussi qu'ils sont totalement dépendants des institutions financières libérales et capitalistes qui maîtrisent les ressources et *in fine* détiennent le pouvoir. Ils sont concrètement impuissants pour répondre aux urgences du siècle prochain. Pour se convaincre de ce triste état des choses il suffit de rappeler les résultats fort modestes d'un ancien président et d'un ancien ministre de la République dont les appels vigoureux sont rappelés au début du livre...

Arrivé à ce point de la lecture les auteurs offrent un choix : Soit vous ne faites rien, vous subirez, vous n'êtes plus un *Homo sapiens* mais un *Debilus debilus*. Soit vous faites la révolution !

Convaincu et enthousiaste le lecteur reprend le livre avec une question brûlante : Quelle révolution les auteurs me proposent-ils dans les derniers chapitres ? L'attente est forte : Réveillez-vous ! Dans les chapitres précédents 5, 6 et 7 des solutions de circonstance avaient été avancées et illustrées par des exemples bien concrets. Atteindre zéro émission est possible. Investir dans les énergies renouvelables est possible. Développer la recherche et l'innovation est possible... Les ressources financières nécessaires existent bien... à condition qu'elles ne soient pas utilisées autrement...

Que proposent donc les chapitres 8 et 9 ainsi que la conclusion ? Allons-nous vivre 1789-1793 ? 1830 ? 1848 ? 1870-1871 ? Allons-nous subir deux guerres et enchaîner sur trente années glorieuses pour le climat ? Le rédacteur de cette note n'a pas conscience d'être alors informé, sollicité ou entraîné par un grand projet civil ou religieux qui transcenderait le libéralisme capitaliste. Et les auteurs n'ont peut-être pas tout dit : Le mot « développement durable » est soigneusement évité. La démographie galopante de l'humanité n'est pas discutée. Comment nombre des habitants de cette terre sortiront de leur misère n'est pas le sujet.

Pourtant les auteurs s'efforcent courageusement d'être rassurants, positifs et convaincants. L'humanité peut mieux faire. Elle a déjà démontré des capacités à se dépasser. Il n'y a aucune raison d'imaginer que ces capacités soient épuisées. Et s'il n'émerge pas un vaste projet planétaire et révolutionnaire il restera à mieux utiliser le système actuel en le modulant, en négociant des compromis cas par cas à toutes les échelles de temps et de lieux (exemple : l'utilisation de ressources énergétiques renouvelables). L'Europe peut être un ensemble où l'action en faveur du climat est possible, affirment les auteurs du livre. Une politique courageuse serait possible en se faufilant dans le système financier par la création de banques dédiées et de pactes variés couplant emploi et environnement. A défaut d'un renouvellement de son fonctionnement

économique et financier l'Europe pourrait trouver dans la lutte contre le dérèglement climatique l'occasion d'enrichir sa mission.

Si les grandes espérances ne se réalisaient pas, les auteurs savent convaincre le lecteur qu'à condition d'être humble, il peut toujours agir à son niveau, autour de lui, avec une contribution modeste mais volontaire : Certains trient et d'autres prient... en dépit de ceux qui profitent.

Homo sapiens – Homo debilis – Homo fortis ad pericula ?

SANTÉ DU VÉGÉTAL : 100 ANS DEJÀ ! (Regards sur la Phytopharmacie)¹

Sous la direction de Catherine **REGNAULT-ROGER**² et André **FOUGEROUX**³



Jean-Claude **MOUNOLOU** – N'étaient les parasites et divers bio-agresseurs, le rendement des grandes cultures en France serait plus élevé de quelques 20 %. Sans l'aide de la phytopharmacie, le résultat serait bien pire expliquent les agronomes. Les agriculteurs n'ont pas d'autre choix que de prendre soin de la santé de leurs plantes et de les protéger pour produire... et vivre.

« Comment est-on arrivé à une maîtrise, même partielle, de la santé des plantes ? » diront les uns. « Comment use-t-on encore de pratiques et de produits potentiellement dangereux pour

¹ Académie d'agriculture de France, Presses des Mines, 2018, 177 pages.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, Professeur des Universités émérite à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour. Membre correspondant de l'Académie nationale de Pharmacie, Membre du Comité scientifique du Haut Conseil des Biotechnologies.

³ Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, Responsable de la bibliothèque.

les hommes et l'environnement ? » diront les autres. « Comment peut-on innover et aider les agriculteurs dans leur tâche de protection des cultures ? » diront les derniers. Et pour tous le temps presse, les résultats se font trop attendre mais la précaution doit s'imposer. Bien sûr, en toute hypothèse, les responsabilités d'éventuels échecs dans la lutte contre les bio-agresseurs des plantes pèsent et pèseront principalement sur les épaules des agriculteurs...

C. Regnault-Roger et A. Fougeroux répondent à ces questions dans le livre « Santé du végétal : 100 ans déjà ! Regards sur la Phytopharmacie ». Ils se sont entourés de plusieurs confrères pour rendre compte d'un vaste domaine polymorphe, mobilisant des connaissances scientifiques et des savoir-faire de tous ordres, et traitant de situations presque aussi nombreuses qu'il y a de plantes cultivées et d'agresseurs possibles ! La diversité est telle qu'elle peut même dérouter le lecteur. Les auteurs ont heureusement reformulé dans chaque cas (par exemple pour l'usage de produits phytopharmaceutiques de synthèse) l'objectif général à atteindre. Et leur leçon est toujours de raisonner, d'agir avec discernement et modestie, d'éviter enfin les promesses intempestives. En effet cultiver des plantes n'est pas une simple affaire de semis-protection - récolte. Le résultat espéré par l'agriculteur et attendu par la société demande la compréhension et la maîtrise d'un écosystème agricole qui assemble la plante, les hommes et le cortège inquiétant des animaux, adventices, champignons, bactéries... Pour entretenir la santé des plantes comme la sienne propre il faut traiter et user d'une pharmacopée.

Depuis les temps anciens les pratiques de protection ont évolué. Dans ce livre le lecteur trouvera une histoire des changements dont le progrès des connaissances fut le moteur. A chaque étape la société retient les innovations qui conviennent aux nécessités de l'instant et écarte les pratiques qu'elle juge dépassées ou déplacées. Aujourd'hui le mouvement est mu par la recherche d'un profit et la compassion pour l'environnement. La suffisance alimentaire étant acquise, la France a les moyens de chercher la qualité et d'exiger que des précautions soient prises pour la santé et les milieux.

Trois personnages vont certainement ouvrir ce livre : l'étudiant, le conseiller agricole ou l'ingénieur, le citoyen ordinaire que le mot « santé » a accroché quand il a parcouru le site de l'académie.

Suivre un cours de phytopathologie peut n'être que la réception d'une information. Par contre pour préparer un mémoire ou une thèse, l'étudiant aura besoin d'asseoir sa connaissance sur le passé et de disposer de références. Les premiers chapitres lui fourniront ces informations. Il cherchera aussi à comprendre pourquoi et comment les attentes de la société ont modelé les pratiques de protection. Il découvrira qu'il n'existe pas une théorie universelle de la santé des plantes. Selon son sujet il lui faudra choisir dans une palette de possibilités. Pour lutter contre des adventices faut-il user d'herbicides, travailler le sol, recourir à la lutte biologique et aux compétitions ou finalement renoncer pour préserver une lointaine biodiversité ? Choisir demande d'argumenter et de raisonner. Les derniers chapitres lui proposeront de sages et utiles réflexions sur les méthodes et les enjeux.

Le conseiller agricole et l'ingénieur trouveront dans la lecture un véritable soutien et un soulagement. Pris dans les difficultés et parfois les contradictions que rencontrent les agriculteurs, tenté par les promesses improbables des théoriciens, des industriels et des charlatans, soumis aux objurgations de quelques citoyens, il faut faire face à l'incertain. Raisonner, être prudent et modeste sont les deux recours. Le livre n'apporte en effet aucune recette définitive. Mais les derniers chapitres reconfortent le lecteur : Autant de situations (maraichage, grandes cultures, arboriculture, viticulture), autant de réponses et surtout pas d'exclusive. Les produits de la chimie organique ne sont pas nécessairement à rejeter par exemple. Et, si les résultats de la lutte biologique ne sont pas aussi brillants que sa théorie, il est bien des cas où elle fait ses preuves. Il est enfin des situations où l'on est face à de profondes ignorances, à propos des sols par exemple. Certes la recherche et l'innovation seront convoquées, mais qui peut annoncer leurs échéances ? En attendant il reste à raisonner avec les informations disponibles.

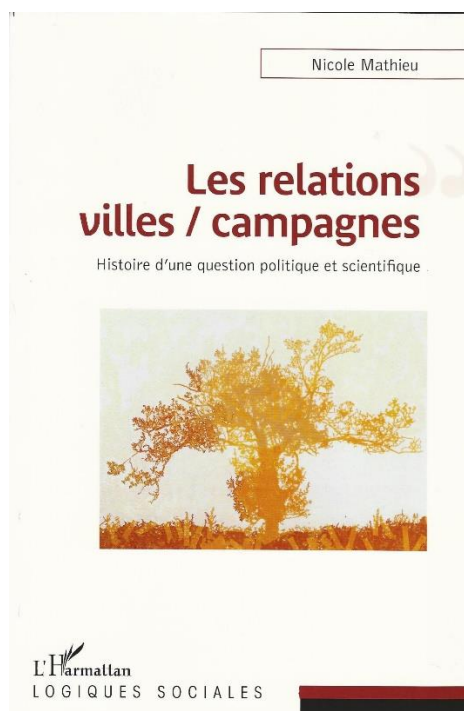
Le troisième lecteur, celui qui consulte les sites « pour le plaisir », a tendance à penser la santé des plantes comme si c'était la sienne. La vue d'un poirier en espalier aux feuilles bien vertes le rassure. Mais sait-il que cet arbre a subi des tailles et des traitements chimiques contre

les tavelures ? Le livre va lui montrer que la santé des plantes ne se raconte pas comme celle des hommes. Elles sont cultivées pour fournir une production, elles sont cultivées en nombre. L'agriculteur se soucie de la santé d'ensembles d'individus. Les possibilités d'agir et leurs coûts imposent souvent de se contenter d'une protection globale et d'accepter de ne pas éliminer tous les agresseurs. L'histoire des productions agricoles et de leurs traitements se développe tout au long du livre. Elle va de recherche de la suffisance alimentaire aux exigences de qualité. Elle est marquée par la marche de la société : découvertes, stratégies politiques et économiques, partage de l'espace entre les hommes, les plantes cultivées, les bio-agresseurs... et les autres.

En ces temps où les citoyens bien nourris se préoccupent de qualité, de confort, de précautions et d'environnement, la santé des plantes cultivées reste un enjeu important même s'il est caché par des effets de mode. Aux lecteurs intéressés par le sujet je proposerais bien de commencer leur lecture par les deux derniers chapitres. Ils les mettront en bonne condition pour pleinement apprécier les premiers.

Les relations villes / campagnes Histoire d'une question politique et scientifique¹

Nicole Mathieu²



François Papy³. – Privilégiant toujours le travail en équipe, Nicole Mathieu a co-édité une quinzaine d'ouvrages collectifs. Faute d'avoir pris le temps d'en écrire un sous sa seule signature, elle nous propose, rassemblés sur une longue période (des années 1970 aux premières décennies du XXI^e siècle) des articles où elle a exprimé une vision personnelle. En choisissant des textes sur les relations villes / campagne elle satisfait « à son entêtement à traiter de catégories opposées ».

¹ L'Harmattan, 2017, 240 p.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France.

³ Membre de l'Académie d'agriculture.

Du coup se pose à nous une question : quelle peuvent être les parts respectives, dans ce cheminement, de l'évolution de ces relations et de celle de l'auteure dans sa situation d'observatrice ? C'est ce que nous allons voir.

Les cinq premiers articles (de 1973 à 1990) portent sur la France, « laboratoire de réflexion ». Dans les cinq suivants l'Europe entre en scène. Enfin, les deux derniers constituent une synthèse et appréhendent quelque peu le tournant du nouveau siècle.

C'est sur une analyse de l'évolution de l'espace rural et de sa différenciation sous l'effet de « l'urbanisation » que portent les trois premiers chapitres. D'emblée le terme, fréquemment utilisé, d'urbanisation est critiqué par l'auteure : sous-tendant trop d'acceptions, il véhicule des ambiguïtés.

C'est pourquoi le premier chapitre, écrit avec J- Bontron, se propose d'analyser l'espace métropolitain selon un critère simplifié du rapport « urbain-rural » utilisable à partir de données statistiques fiables. L'échelle d'analyse est le département. Les trois indicateurs retenus portent sur la concentration urbaine. Les cartes qui en résultent font clairement apparaître des contrastes au sein du territoire français. Voulant aller plus loin les auteurs se demandent si ce rapport « urbain-rural » peut être mis en relation avec ce qu'ils savent par des travaux antérieurs des processus d'évolution de l'espace rural. Il n'en est rien tant ces processus sont multiples et variés.

Dans le second chapitre Nicole Mathieu développe son analyse critique du concept d'urbanisation. De nombreux auteurs, sociologues ruraux essentiellement, constatant que la société rurale adopte progressivement des objets, des valeurs, des modes de vie de la société urbaine parlent d'urbanisation du monde rural. Alors que l'on pouvait, jadis, distinguer dans l'espace la ville de la campagne, il existe, disent ces auteurs, un continuum spatial qui traduit la domination progressive de la société urbaine sur la société traditionnelle. Mais voilà, Nicole Mathieu est géographe. Aussi, dit-elle, cette conception ignore les relations réciproques qui existent entre société et espace. Le système scolaire, par exemple, démolit l'idée de continuum spatial. Certes les programmes sont communs. Mais la carte scolaire différencie l'accès des jeunes à la maternelle, à l'école primaire, au collège, au lycée. Le pensionnat, plus fréquent dans le monde rural différencie leur mode de vie. La possibilité de choisir les langues étudiées, les options... est réduite pour les ruraux. Il existe donc des ruptures spatiales ; entre le rural et l'urbain. Mais c'est vrai aussi au sein des villes. Bref ! l'idée d'une urbanisation comme propagation spatiale d'une culture urbaine est un mythe. Un mythe comme l'est le progrès qui deviendrait universel et unifierait la société. Allant plus loin dans sa critique des sociologues auxquels elle s'en prend, Nicole Mathieu note, qu'abolissant la distinction spatiale, l'idée d'urbanisation abolit aussi les classes sociales.

Elle traite ensuite la façon dont les géographes abordent la notion d'urbanisation comme étant un processus spatial. Il traduit l'idée d'un mouvement universel de croissance urbaine, une tendance générale à la concentration de la population qui se traduit par une extension du bâti y compris dans des bourgs ruraux. Mais quelle peut-être la valeur heuristique de cette conception de l'urbanisation qui ne s'appuie sur aucune analyse de processus. ? Économistes et géographes proposent une théorie spatiale de l'urbanisation par la concentration des activités, nécessaire pour des raisons d'économie d'échelle. Ainsi, la concentration serait liée à l'attraction vers des centres industriels d'emplois alimentés par l'exode rural. Sans doute ce schéma a-t-il été effectif au XIX^e et au début du XX^e siècle. Il ne l'est plus aujourd'hui puisque la croissance urbaine se poursuit sans avoir les mêmes causes. De plus, ce processus qui associe la concentration de l'habitat à celle des activités est incompatible avec l'étalement urbain. Très sensible en Amérique du Nord et, dans une moindre mesure, en Europe, ce phénomène traduit un besoin individuel de forme déconcentrée d'habitat. Ainsi localisations des emplois et des habitats ne sont pas aussi liés que ne le dit le schéma primitif. Pour affiner la théorie du rapport entre localisation des activités et de l'habitat, il faut, dit notre auteure, croiser trois natures de déterminants : économique (pour

expliquer la localisation des activités), sociologique (pour expliquer les besoins collectifs et individuels) et politique (pour faire des arbitrages et aménager l'espace). Au cours du temps la hiérarchie entre ces déterminants se modifie faisant passer le processus d'urbanisation par différentes phases. Aussi est-il illusoire de parler d'urbanisation comme d'un processus déterminé.

Peut-on faire des types d'espaces ruraux s'interroge Nicole Mathieu dans un long chapitre de réflexion méthodologique. Et tout d'abord, pourquoi en faire ? Le terme d'espace rural et très vite d'espaces ruraux est entré en géographie en provenance du milieu des planificateurs, des urbanistes ? C'est à dire d'acteurs. Il a remplacé le terme de campagne associé à la seule activité agricole. Parler d'espace ruraux c'est déjà admettre qu'il faut y étudier l'évolution des activités et des habitants. Nombreux sont ceux qui se refusent à en faire des catégories par peur d'être pris dans une idéologie. Et ceux qui s'y essaient en reconnaissent la difficulté car un espace rural ne peut se réduire à une entité fonctionnelle. Toutefois des travaux de typologie d'espaces ruraux existent et Nicole Mathieu en fait une analyse critique, en distinguant approches empiriques et théoriques. Ce faisant elle fait une revue des significations données au terme d'espace rural par les différents auteurs cités, car à chaque typologie correspond une acception du concept. Les typologies fondées sur les formes faisant appel à des critères visibles ou non visibles (densité, concentration de la population, nature des habitations...), qu'elles soient calquées sur découpage de l'Insee ou plus finement sur des indicateurs du mode d'habiter, n'indiquent pas la nature des processus qu'on y observe. D'autres typologies classent les espaces ruraux par leurs fonctions : productive, résidentielle, récréative... Souvent plusieurs fonctions se cumulent. Et les auteurs font alors ressortir la dominante. Cependant tout comme les précédentes ces typologies sont descriptives et dépendent, dans leur découpage, des statistiques disponibles. Aussi notre auteure aborde-t-elle des approches plus théoriques. Ces dernières reposent sur des corps d'hypothèses. Nicole Mathieu identifie trois conceptions théoriques. La première suppose qu'il existe des structures spatiales, c'est à dire des réseaux de relations fortes entre variables liées au lieu. Mais la mise en œuvre de telles méthodes suppose un découpage préexistant (statistique et administratif) pour collecter les variables. C'est là une vraie limite. La seconde suppose l'espace comme un continuum dont le découpage est fonction de la diffusion du progrès. Les types d'espace ruraux se définissent sur une échelle qui va du plus moderne au moins moderne. Dans les travaux relevant de cette catégorie les processus sociaux ne sont pas analysés. Nicole Mathieu développe d'avantage une troisième catégorie de travaux, d'inspiration marxiste, qui considère l'espace rural comme résultant de rapports de production et de rapports sociaux. Le concept d'intégration y est central. Il relie un espace local aux rapports sociaux qui s'y manifestent. Un espace est dit intégré lorsqu'y domine une forme spécifique d'activité économique (agricole, industrielle, touristique...). Mais dans certains espaces ruraux aucune ne domine, dans d'autres presque aucune n'existe ; ils sont comme à l'abandon. Au cours de l'histoire ces espaces évoluent d'un type à un autre. Et ces travaux donnent, dans cette évolution, de l'importance au rôle de l'État. Comme les autres ces typologies se heurtent à la difficulté du découpage si l'on cherche à couvrir la totalité du territoire national. Mais n'est-ce pas là une limite à tout effort de typologie ? Et a-t-on vraiment besoin d'une telle conception de typologies recouvrant le territoire national ? Nicole Mathieu plaide pour une démarche faite à la fois d'enquête locale et d'analyse statistique visant à généraliser la méthode comparative d'études de cas. C'est ainsi que peut progresser une théorie des rapports entre espace et société.

Dans les deux chapitres suivants Nicole Mathieu étudie les rapports ville/campagne des années 1950 aux années 1990. Les datations de ces chapitres ont été inversés. Le lecteur comprend aisément que le premier a été écrit en 1990 et le second en 1998. Établir une correspondance entre les étapes de l'évolution des relations ville campagne et les modèles d'analyse dominant à chaque étape, voilà ce à quoi Nicole Mathieu nous conduit. Les années 1950 opposent villes et campagnes. Les campagnes, diverses par leur milieu naturel et leur système agraire, sont vouées à l'activité agricole qui, augmentant sa productivité, libère de la main-d'œuvre pour les villes. La ville est vue comme dominant la campagne. Les années 1960 sonnent la fin des

campagnes pour certains modèles qui voient dans l'évolution du rapport villes campagnes une urbanisation des secondes comme la fin de toute discontinuité spatiale. Cependant, l'article précédent l'a montré, d'autres auteurs (dont Nicole Mathieu) s'oppose à ce modèle dominant en défendant la pertinence du concept d'espaces ruraux se distinguant les uns des autres. Mais ils sont minoritaires. La décennie suivante connaît un renversement d'idées avec l'apparition d'un goût des citoyens pour un « retour à la nature ». Le rapport entre modèles de continuum et de discontinuité s'inverse au profit du second. L'émergence dans l'organisation politique de la notion de « pays » en est la preuve. Les années 1980 sont marquées par des tendances contradictoires : l'une marque l'effacement de l'espace rural qui met l'accent sur le développement d'un réseau de pôles de compétitivité, l'autre traduisant le besoin de nature traduit une nouvelle réalité : l'exode urbain. Le jeu est complexe. Son analyse implique des approches pluridisciplinaires, à tout le moins une réarticulation entre géographie physique et humaine.

Pour aborder les années 1990 dans le chapitre qui suit, Nicole Mathieu affine sa méthode. Elle consiste comme avant à repérer les changements de représentation des rapports villes/campagnes dans différentes sphères de la société, mais appliquant sa méthode à l'Europe, elle s'aperçoit que ces représentations varient aussi dans l'espace. Plus systématiquement qu'avant elle cherche à confronter représentation (l'idéal) et faits (le réel), plus particulièrement les faits économiques. Elle met ainsi en évidence des décalages entre les deux. La pratique peut précéder l'idéologie (ainsi l'exode urbain a précédé sa représentation). Mais l'inverse existe aussi (ainsi la représentation de la campagne comme nature a influencé le développement de l'habitat pavillonnaire). Cependant, toujours critique, Nicole Mathieu fait une remarque d'ordre général : l'observation des faits (ici des statistiques qui impliquent des découpages) dépend des idées (ici les représentations de l'espace rural). Il n'y a pas symétrie entre théorie et faits puisqu'il faut des théories pour voir les faits. Le début des années 1990 marque une rupture dans la politique agricole. La libéralisation des échanges agricoles au niveau mondial, se traduit en 1992 par une brusque libéralisation de la politique agricole commune (PAC). La chute du mur de Berlin en 1989 provoque un élargissement de l'Union Européenne qui menace cette PAC. Aussi les tensions de la décennie précédente sont-elles exacerbées. La diminution du nombre d'exploitants agricoles se poursuit. La représentation du rural est de moins en moins associée à l'activité agricole, de plus en plus à la « nature ». La nature se fait paysage, à entretenir, voire à préserver comme un patrimoine. Et l'agriculture est enjointe d'être à la fois « marchande et ménagère ». Comme elle est loin d'être les deux, naît alors dans l'esprit des urbains une certaine hostilité au monde agricole qui se sent incompris. Nicole Mathieu, me semble-t-il, ne le souligne pas assez. L'opposition entre espace urbain et espace rural persiste : pôle d'emploi pour le premier, et, pour le second, zone de non-emploi et lieu de résidence pour ceux qui travaillent en ville. Lieux de résidence et d'emploi sont en effet dissociés. Les migrations domicile – travail s'accroissent, polarisant l'influence de la ville. La confrontation de ces idées aux faits introduit des nuances. En absence de données statistiques suffisantes notre auteure a recours à des monographies, forcément limitées. Sur la question de l'emploi par exemple, une vitalité cachée voit le jour : des migrations vers les campagnes pour la survie et la recherche de nouveaux emplois sont perceptibles, mais de façon bien différenciée d'un lieu à un autre.

Dans les chapitres suivants Nicole Mathieu applique à l'Europe une démarche élaborée pour l'espace rural français. L'affaire n'est pas simple. L'analyse des faits se heurte à l'absence de certaines statistiques et, en tous les cas, à leur hétérogénéité. Par ailleurs, tout laisse à penser que la variabilité des représentations est grande dans l'espace européen. Enfin pour avoir une chronologie commune Nicole Mathieu établit sur une longue période des strates historiques de modèles des relations villes/campagnes. Il faut donc changer de méthode et donner plus de poids à deux concepts : celui de ville, jusqu'à présent négligé par rapport à celui de rural et celui de « mode d'habiter ». Par ce dernier notre auteure cherche à différencier le rural de l'urbain. Avant la guerre dans des paysages agraires très diversifiés on distingue facilement des modes d'habitat groupés ou dispersés. Puis l'exode rural, généralisé en Europe, quoique différent selon les pays,

modifie les relations villes-campagnes dont on peut distinguer cinq types. Dans le modèle méditerranéen la ville, nettement distincte de sa campagne lui est intimement relié par une imbrication des propriétés urbaines et rurales, par des flux d'échange entre agriculteurs, ouvriers, artisans, commerçants. Dans le modèle latifundiaire des pays de grandes propriétés agricoles, associées au métayage et au salariat, l'espace rural est moins dense, le lien ville/campagne plus distendu que dans le modèle précédent. Le modèle anglais est tout différent. Ville et campagne se distinguent peu. En dehors, bien sûr, du cœur de la cité, très restreint, l'habitat urbain se dilue dans un paysage naturel dans lequel la fonction agricole n'est pas prégnante. Dans le modèle des régions industrielles la ville devient un espace de travail, dense par rapport à l'espace de travail rural. Enfin Nicole Mathieu présente le modèle français qui est celui que Fernand Braudel a décrit comme le système villages-bourgs-villes, système d'organisation hiérarchique des fonctions hérité de la Révolution française. Après la seconde guerre mondiale la représentation sociale de la ville comme lieu de modernité et de progrès technique conduit à homogénéiser les modes d'habiter. Au sein de l'Europe existent cependant des décalages spatiaux et temporels dans cette évolution. Une forte densité de grandes villes devient, comparé au reste du monde, une spécificité européenne. Mais le contact ville/campagne n'est pas le même à l'Ouest et à l'Est : espace pavillonnaire dans un cas, immeubles et espaces verts collectifs dans l'autre. Après 1968, surtout en France et en Allemagne, apparaît un contre modèle néo-rural centré sur le mode d'habiter. Il s'étend plus au Nord qu'au Sud. Ce sont les inconvénients de l'habiter citadin (encombrement, pollution) qui l'ont initié. Le modèle anglais de campagne paysage se généralise. Et c'est ainsi qu'à partir des années 1970, avec des décalages entre régions, on assiste à un phénomène nouveau l'exode urbain. Nicole Mathieu conclut en se demandant si les modes d'habiter multi-résidence ne deviendrait pas caractéristique de l'Europe. Il me reste cependant à exprimer un regret à la suite de ce chapitre : l'absence d'une grille d'analyse de ce qu'est le « mode d'habiter » qui nous aurait permis d'en affiner les types. Notre auteure nous avait accoutumé à une forte exigence méthodologique que je ne retrouve pas ici.

Avec l'émergence du concept de Développement Durable, fondé sur trois piliers écologique, économique et social, Nicole Mathieu, analysant toujours les relations entre rural et urbain, en vient à se poser la question de la durabilité des espaces ruraux soumis aux pressions métropolitaines et touristiques. Un projet européen portant sur cinq pays (Finlande, France, Hongrie, Pays-bas et Espagne), dans chacun desquels sont sélectionnés des espaces ruraux et sous pression métropolitaine ou touristique lui permet d'aborder la question. D'abord, par l'analyse des comportements individuels des acteurs et les flux qu'ils entraînent ; ensuite, par celle des relations institutionnelles entre les représentants territoriaux. Il existe une grande diversité de relations rural-urbain selon les cultures nationales et régionales qui toutes essayent à se concilier avec une représentation sociale dominante qui tend à l'homogénéisation de l'usage des terres et des modes d'habiter. Dans l'ensemble la soutenabilité des territoires ruraux n'est qu'imparfaitement obtenue sur ses trois piliers. Elle peut cependant émerger localement.

La communication faite par Nicole Mathieu le 23 mai 2012 lors d'une séance décentralisée de l'Académie d'Agriculture à Toulouse, intitulée Villes Campagnes à la croisée de nouveaux chemins est pour elle l'occasion d'une mise en perspective historique à l'échelle européenne. Elle y présente quatre représentations des relations villes campagnes. De la fin du XIX^e siècle jusqu'à la moitié du XX^e deux représentations s'opposent. L'une rousseauiste oppose la ville (le mal) à la nature (le bien). La campagne, parce que plus proche de la nature que la ville est un lieu de bonheur. Cette opposition-là, bien sûr, s'est fortement atténuée tout au cours du siècle passé, mais on la trouve toujours prégnante chez les hippies et les néo-ruraux. L'autre est clairement matérialiste. L'opposition est faite entre ville et campagne, non entre ville et nature. En ville travaillent les ouvriers en usines, à la campagne les paysans dans les champs. C'est là le résultat d'un processus que Marx analyse comme résultant de la domination de la classe bourgeoise qui pour faire fructifier ses capitaux par la révolution industrielle attire en ville, venue de la campagne, la main-d'œuvre dont elle a besoin. Dans les campagnes les paysans font usage des ressources

naturelles pour se nourrir et nourrir à bas prix la population ouvrière des villes. Les relations villes/campagnes reposent sur une opposition de classes. A la campagne les paysans, en ville les ouvriers et la bourgeoisie qui exploite à la fois ouvriers et paysans. Cette vision matérialiste se retrouve dans la dichotomie sociale et culturelle qui distingue syndicats ouvriers et paysans, associations rurales et urbaines.... A partir de 1960, l'urbanisation des campagnes rompt avec les représentations sociales précédentes. Le mode de vie urbain se répand en campagne tandis que la nature pénètre en ville dans des espaces verts. Ce n'est pas entre l'espace urbain et l'espace rural que se répartissent les classes sociales, mais au sein de chacun d'eux. L'espace rural est pensé comme une offre de paysage à une population citadine en mal de nature. Mais c'est un espace qui se diversifie. Au tournant des XX^e et XXI^e siècles l'idéologie du développement durable va encore changer la donne des relations villes/campagnes sous la forme d'un nouveau contrat. En fait il s'agit d'un nouveau contrat entre les habitants (tant des villes que des campagnes) et la nature. Un nouveau contrat bien difficile à établir. Un nouveau mode d'habiter.

L'avant dernier chapitre, qui n'a pas été publié, a donc été écrit pour cet ouvrage. Sous le titre « quel intérêt d'un retour critique sur une méthode élaborée en France pour analyser la relations villes/campagnes », il constitue un excellent résumé de l'ensemble de l'ouvrage. Nicole Mathieu rappelle qu'elle a cherché à suivre l'évolution des représentations à travers le vocabulaire. Des mots invariants ont changé de sens, d'autres ont surgi disparu. Ainsi a-t-elle pu confronter cette évolution des représentations à celle des faits, c'est à dire la façon dont sont façonnés les territoires habités par les gens. Des décalages existent qui rendent difficile l'articulation entre le politique et le scientifique. Sa grille d'analyse lui permettant de distinguer ce qui relève du fait et de la représentation dans l'analyse des relations villes/campagnes, s'applique à un corpus de données appartenant à trois sphères : la sphère politico-administrative, la sphère scientifique et la sphère de la société civile. Toujours réflexive sur sa propre démarche Nicole Mathieu la replace dans sa propre carrière. Ce faisant elle remarque qu'au début elle a commencé à fréquenter la sphère politique et administrative [commissions du V^e plan, la Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale (Datar), mais aussi le Centre national des jeunes agriculteurs (CNJA)...], puis, dans les années 1990, beaucoup plus la sphère des sciences sociales et de la société civile. Sans doute ces sphères ont-elles pris au cours du temps une ampleur qu'elles n'avaient pas avant. Mais reconnaît notre auteure elle est plus éloignée, depuis les années 2000, « du système central de l'action politique ». Nous avons là une réponse à la question que nous nous posions au début. Dans sa grande lucidité critique Nicole Mathieu reconnaît et, surtout, identifie la part de subjectivité de ses propos. Ce chapitre a une valeur épistémologique indéniable.

Pour finir Nicole Mathieu nous propose le texte d'une communication faite en 2015 lors d'un colloque international. Ce texte se garde de reprendre l'ensemble de ses idées. Il porte simplement sur l'évolution de la place de « la nature » dans les relations villes/campagnes. Il est aussi un appel à poursuivre l'analyse de ce terrain mouvant.

Si Nicole Mathieu nous avait offert un livre faisant l'état actuel de son analyse sur les relations villes/campagnes sans doute aurions-nous eu directement une vision plus synthétique. Mais la forme prise de la collecte de ses propres articles sur une longue période nous offre l'occasion de suivre une pensée en train de se construire. Ce n'est pas le moindre intérêt de cet ouvrage d'épistémologie de la géographie.

**ÉVOLUTION AGROTECHNIQUE¹ CONTEMPORAINE.
LES TRANSFORMATIONS DE LA CULTURE TECHNIQUE AGRICOLE^{2 3}**



Jean-Marie PIERRE-GUY⁴. – Sous ce titre quelque peu sibyllin, l'ouvrage évoque, avec originalité, les déterminants de l'évolution de notre agriculture. Ce document est le produit ciselé

¹ Définition « d'agrotechnique », proposée par les auteurs : « sens générique, concernant le monde la production agricole (végétale et animale) vu sous l'angle des pratiques et des techniques par les agriculteurs. A des techniques isolées et sorties de leur contexte », lesdits auteurs privilégient « une vision systémique : les techniques vues comme systèmes imbriqués à plusieurs niveaux d'échelle, mais fortement corrélés entre eux, entrant en "résonance" et, bien sûr, intégrant l'agriculteur dans ses interactions avec ses milieux techniques et vivants associés » (Dubois & Sauvée – 2016).

² « Evolution agrotechnique contemporaine. Les transformations de la culture technique agricole », sous la direction de Delphine Caroux, Michel J.F. Dubois et Loïc Sauvée Edition Pôle éditorial de l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, diffusion : Le Comptoir des Presses d'Universités (pour les particuliers) 86, rue Claude Bernard, 75005 Paris ; CiD (pour les professionnels) 18-20, rue Robert Schuman 94220 Charenton-le-Pont. Juin 2018. 240 pages, ISBN : 979-10-91901-30-7.

³ Séminaire de recherche tenu le 29 juin 2017 à UniLaSalle-Beauvais et organisé par l'unité de recherche INTERACT, membre fondateur du Groupement d'intérêt scientifique UTSH (Unité des Technologies et des Sciences de l'Homme), avec les UTC de Compiègne, Troyes et Belfort-Montbéliard et UniLaSalle...

⁴ Membre de l'Académie d'agriculture de France.

d'un séminaire rassemblant des spécialistes œuvrant dans le monde agricole ²⁰. Le GIS UTSH qui a piloté l'étude, cherche à sonder les « *singularités en sciences humaines et sociales qui s'intéressent au fait technique* ». Les travaux de ce GIS particulier, visent à « *montrer la complexité des interactions entre usages, activités sociales et développements techniques* ». Les auteurs cherchent donc à mettre en évidence « *le fait qu'une approche de l'évolution technique ²¹ en agriculture se doit d'intégrer les interactions entre l'homme, la technique et le vivant dans une optique originale centrée sur le fait technique* ». La notion de « *concrétisation* » semble centrale ; et il est écrit à ce propos que « *ce processus de "concrétisation", appliqué à l'agriculture suppose que s'établissent, de manière renouvelée, des interactions complexes au sein du triptyque {homme/technique/vivant}, mettant en relations des phénomènes biologiques, physico-chimiques, mécaniques, informatifs et multiples* » ...

Les auteurs ont choisi de faire dialoguer agriculteurs, ingénieurs et chercheurs en sciences de la vie et de la terre, également en sciences humaines et sociales, des philosophes et historiens des techniques. Le but était d'appréhender au mieux, les nouveaux rapports existants entre l'homme, la technique et le vivant.

Le livre débute par le panorama des questions portant sur l'évolution actuelle de l'agro-machinisme. Puis s'insèrent deux expériences professionnelles :

- la première fondée sur le « *choix techniques et inventions* », illustrant un souci « *de faire autrement* » au-delà de la simple reproduction des savoir-faire générationnels ...
- la seconde portant sur l'expérimentation décennale de l'agro-écologie illustrant la nécessité d'intégrer le défi de la « *transition énergétique* »...

Une série de contributions, enchaîne l'examen des multiples modalités qui font émerger l'innovation en matière d'agro-machinisme : bilan, diffusion, robotisation (y compris en viticulture)...

La réflexion balaie également l'intrusion de l'agriculture urbaine portée par la croissance des villes. Logiquement, le débat émerge quant à la complémentarité/concurrence des fonctions nourricières et de ressources énergétiques de l'agriculture... Non moins rationnellement, la question de la durabilité est testée dans la composition de ses trois univers : « *environnemental* », « *social* », « *économique* »... La synthèse de ces réflexions est portée, in fine, par « *une approche critique de la relation homme/machine en agriculture* »

Ce que j'ai bien aimé : la série passionnante des contributions qui convergent pour apporter les visions sur l'évolution fragmentée de nos agricultures. Elles sont aux carrefours de nombreux débats éthiques...

Ce que j'ai moins aimé : certaines considérations (peu nombreuses) « *jargonantes* »... « *ce qui se conçoit...* ».

A déguster, chapitre par chapitre, dans l'ordre qui vous inspire, pour parvenir à l'atterrissage final. Vue « *à 360°* » d'une questions complexes « *multiacteurs (micro et macro acteurs)* » et multifactorielles ...

²⁰ Les auteurs : Mathieu Arnoux, Marie-Asma Ben Othem, Delphine Caroux, Petros Chatzimpiros, Corentin Cheron, Philippe Colin, Xavier David-Beaulieu, Arnaud de La Fouchardière, Michel J.-F. Dubois, Fatma Fourati-Jamoussi, Michel Galmel, Perrine Hervé-Gruyer, Romain Piovan, Loïc Sauvée.

²¹ Différentiée, ici, du « *progrès technique* »

QUELQUES MOTS SUR L'OUVRAGE INTITULÉ LA CHAÎNE DE LA VIANDE BOVINE¹



Coordonnateurs : Marie-Pierre **ELLIES-OURY** et Jean-François **HOCQUETTE**

Jacques RISSE². – Cet ouvrage, publié chez Lavoisier en 2018, est la somme du travail de 27 auteurs d'origines diverses (vétérinaires, agronomes, économistes, etc...) ayant exercé ou exerçant dans les différents maillons de la filière ou des domaines annexes (enseignement, organismes syndicaux, Institut de l'élevage, administration, etc...), tous riches d'une indéniable expérience. Marie-Pierre Ellies-Oury et Jean-François Hocquette ont assuré leur coordination. Dix sept relecteurs, eux-mêmes déjà auteurs ou coordinateurs, ont assuré la relecture de l'ensemble avant publication. Un système assez peu utilisé jusqu'à présent mais riche de possibilités.

Dans cet ouvrage, la chaîne de la viande bovine est vue par des spécialistes sous ses différents aspects : production, transformation, commercialisation, consommation, et, bien entendu, rôle dans l'équilibre nutritionnel des humains de tous les âges et de tous les milieux. A souligner l'intérêt porté au rôle social de la viande et des produits dérivés dans leur vie quotidienne qu'elle soit professionnelle ou familiale.

La première partie, intitulée *Production et transformation de la viande bovine*, est consacrée à l'élevage (types d'animaux, formes d'élevage, finition, bien être...), à l'abattage, à la salubrité et à la qualité des viandes

La deuxième partie traite du *Marché de la viande bovine* : commerce international, échanges intra-européens, place de la France en Europe et dans le monde sur ce marché, importance croissante des signes de qualité et d'origine.

¹ Éditions Lavoisier, avril 2018, 324 pages.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, section 8 (alimentation humaine).

La troisième partie a pour titre *Perception et attentes des consommateurs*. Elle contient le texte de notre confrère Pierre Feillet, texte intitulé *Quels sont les substituts à la viande ?*

La quatrième partie apporte le témoignage des auteurs sur le thème *Elevage, viande et société*. Y sont dits quelques mots sur les végétariens, les végétaliens et les végans.

En bref, cet ouvrage traite dans son ensemble de presque tous les aspects concernant la viande bovine tant sur les plans techniques que sur les plans économiques ou sociétaux. Même s'il peut être consulté par un large public, il est plutôt destiné à un lectorat choisi : étudiants, enseignants, éleveurs, professionnels de la filière viande (industriels, grands distributeurs, etc...) mais il peut aussi intéresser d'autres personnes, les consommateurs avertis notamment, qu'ils soient ou non végétariens ou végans. Il s'agit, en bref, d'un livre scientifique et qui en a les qualités.

Il apporte, faut-il le souligner, des réponses à la plupart des questions que l'on peut se poser.

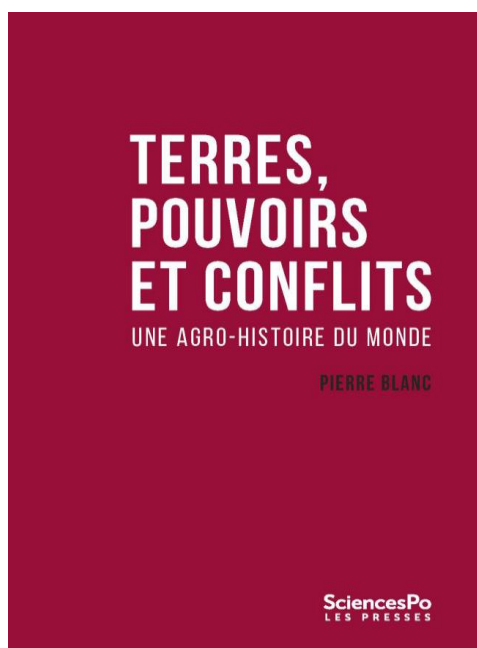
Reste à évoquer une question fondamentale d'ailleurs abordée dans ce livre : Manger de la viande en général, de la viande bovine en particulier, est-il indispensable pour se bien porter ?

La réponse est oui pour beaucoup d'entre nous, réponse basée sur les habitudes, sur l'expérience, sur les connaissances. Mais pour un nombre croissant d'individus, elle est non. Et elle est non parce qu'elle repose sur des convictions. Des convictions personnelles certes mais aussi des convictions sociétales, des croyances ! Et sans doute les « sachants » devront-ils apprendre à en tenir compte dans les divers domaines où ils interviennent C'est en tout cas ce que nous enseigne l'expérience, celle que nous avons connue avec les OGM par exemple.

Ce livre est en définitive plein de qualités et il vaut d'être lu. Il le serait plus facilement encore si le texte et les tableaux étaient facilement lisibles.

TERRE, POUVOIRS ET CONFLITS, UNE AGRO-HISTOIRE DU MONDE¹

par Pierre **BLANC**



¹ Sciences Po, les Presses, février 2018, 379 pages

Henri **ROUILLÉ D'ORFEUIL**². – Le livre de Pierre Blanc est de la catégorie des livres qui présentent une vaste fresque historique et géographique avec vue sur l'ensemble de la planète. L'auteur regarde avec un prisme agraire, et plus particulièrement un focus foncier les 10% du globe dédiés à des activités agricoles et/ou pastorales. 40% de l'humanité vit de l'exploitation des ces terres, mais, et c'est le sujet de son livre, les questions foncières impactent toute l'humanité et son histoire ancienne et contemporaine.

Pour sa démonstration l'auteur convoque plusieurs disciplines, Mais principalement trois d'entre elles : l'histoire, la géographie et, surtout, la science politique. Partant de ces trois disciplines, il nous propose une analyse et des outils « agro-politiques », qui permettent de scruter l'interaction historique « terres/politique », c'est-à-dire « le lien dialectique entre structures socio-agraires et l'histoire politique des États contemporains ». Il pose aux différents continents, régions et pays du monde une même question : « Comment l'histoire a-t-elle créé cette inégalité d'accès à la terre si porteuses des dérives politiques du XXème siècle à aujourd'hui ? ». Pour se donner les moyens de comparer les expériences historiques apparues sous les différentes latitudes, il nous propose donc « une grille commune qui s'appuie en premier lieu sur le décryptage de la fabrique de l'inégalité foncière ».

L'essentiel du livre de P. Blanc consiste en un voyage dans l'espace et le temps. Il consacre aux quatre continents (Europe, Amérique, Asie, Afrique) et au Moyen-Orient cinq chapitres. Pour chacune de ces géographies, l'auteur propose pour chacune des régions et pour les pays importants des voyages dans le temps. Ces chapitres, très documentés, sont précieux pour qui voudrait faire un tour du monde des questions foncières et chercher des explications à la plupart des crises politiques et géopolitiques contemporaines.

Dans ce voyage dans l'espace et dans le temps, nous rencontrons les processus de colonisation foncière avec implantation, en général violente, de colons exogènes, le plus souvent européens. Ces processus vont laisser des traces durables, comme dans certaines régions d'Afrique du nord ou d'Afrique australe. Dans les Amériques et en Océanie, les traces seront mêmes irréversibles, puisque les colons vont proclamer l'indépendance de leurs colonies.

De ce voyage, à part le profond traumatisme colonial, il émerge presque partout dans le monde des formes de dualisme foncier et que celui-ci va grandissant si le rapport des forces n'est pas arbitré ou régulé entre ceux qui ont « faim de terres » pour survivre et qui luttent pour s'en procurer - petits paysans, paysans sans terre, métayers, ouvriers agricoles -, et ceux qui veulent conserver et étendre la grande propriété et constituent des oligarchies, qui s'accaparent tous les leviers de pouvoir. Au XXème siècle et jusqu'à ce jour, dans les situations de grande disparité foncière héritées d'anciens féodalismes et d'anciens régimes, se polarisent les institutions ou les mouvements politiques : D'un côté, mobilisations paysannes, violences, insurrections, pouvant croiser des mouvements révolutionnaires, de l'autre conservatisme, défendu par des partis autoritaires, pouvant donner naissance à des pouvoirs fascistes, voire racistes.

L'Etat contemporain peut agir soit en légitimant par la loi cette inégalité foncière, coloniale ou sociale. Il peut accompagner le marché foncier et la capacité des puissants à se saisir des terres qu'ils souhaitent acquérir. Il peut aussi en cas de rupture révolutionnaire collectiviser les terres. Il peut enfin, comme en Europe occidentale, trouver un « *modus operandi* » entre liberté et régulation du marché foncier.

La collectivisation intégrale a aujourd'hui quasiment disparu. Des processus de décollectivisation sont apparus ou ont été conduits sous des formes variables par de nouveaux pouvoirs. L'auteur présente l'exception africaine sub-saharienne où l'implantation foncière coloniale a été moins développée et où le droit coutumier a pu perdurer. Mais cette exception est vulnérable et souffre de l'extension de la propriété privée et du marché foncier.

Enfin, l'auteur s'interroge sur les évolutions contemporaines et à venir. Tout d'abord, et cela risque de toucher en premier lieu l'Afrique, nous assistons à une mondialisation du marché foncier. La terre n'est devenue une marchandise que tardivement dans l'histoire économique. La mondialisation du marché foncier n'est pas encore admise partout. Le sera-t-elle jamais ? La terre,

² Membre de l'Académie d'agriculture de France.

c'est en effet bien plus qu'un bien marchand. Mais la mondialisation est un logiciel puissant. Les régulations du marché foncier sont fragilisées. Dans notre pays, par exemple, où les régulations sont anciennes et fortes, le développement exponentiel des formes sociétaires permet de contourner les régulations traditionnelles et les institutions qui les portent. Dans certains continents, particulièrement en Afrique, des processus d'accaparement fonciers à grande échelle sont apparus soit à l'initiative d'acteurs financiers privés avec des objectifs économiques soit à l'initiative de gouvernements pour palier leur manque d'espace agricole, c'est le cas notamment de pays comme la Chine ou les pays du golfe.

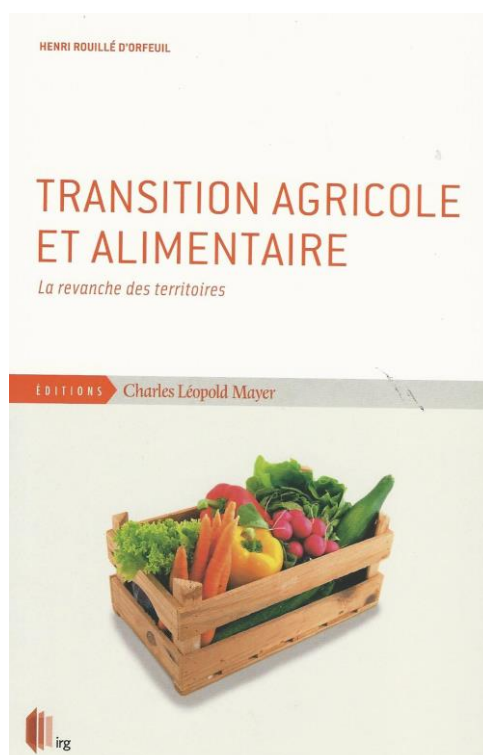
Le lien historique entre « terres et puissance » est toujours d'actualité. Il s'exprime parfois par l'implantation de colons, comme au Moyen Orient dans les situations de conflits territoriaux entre Turcs, Kurdes, Israéliens, Palestiniens... ou entre ethnies d'un même pays ou de pays voisins par des mouvements de colonisation intérieurs ou transfrontaliers... La terre, comme la patrie, reste « sacrée ». Elle incarne souvent une identité, une ethnique, une nation, une religion. Elle sera alors être défendue.

Partout dans le monde, on assiste à une « re-concentration foncière ». La course à la production agricole, la croissance démographique, le changement climatique, la poussée de mouvements nationalistes, le fait religieux... Tout pousse à un durcissement d'une « géopolitique des ressources », particulièrement de la terre. C'est maintenant une question de décennies.

La lecture du livre de P. Blanc documente une à une toutes ces questions. Il mérite bien évidemment d'être diffusé et lu.

TRANSITION AGRICOLE ET ALIMENTAIRE, LA REVANCHE DES TERRITOIRES¹

par **Henri ROUILLÉ D'ORFEUIL²**



¹ IRG, Editions Charles-Léopold Meyer, 2018, Paris : 251 p.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France.

Jean-Louis RASTOIN³. – Si l'on adopte la définition des physiciens, une transition marque le passage d'un état à un autre. Dans le domaine des sociétés humaines, on peut donc légitimement parler, au tournant du XXe siècle d'une transition induite par des changements importants observés ou attendus dans plusieurs champs — économique, social, environnemental — et notamment celui fondamental de l'alimentation et donc de l'agriculture qui constitue ses racines. L'ouvrage d'Henri Rouillé d'Orfeuil présente donc un double intérêt : celui de l'enjeu en termes de durabilité et celui du moment opportun.

D'un point de vue épistémologique et méthodologique, l'auteur fait le choix pertinent d'une approche pluridisciplinaire : pour traiter d'un sujet de nature complexe et polysémique, il mobilise les sciences humaines et sociales — histoire, géographie, économie, sociologie, droit — et de la nature - écologie, agronomie - et apporte une large expérience de terrain (ministères français et institutions intergouvernementales, mouvements associatifs et ONG en France et à l'étranger). Il combine ainsi une vision conceptuelle et opérationnelle qui confère originalité et intérêt à ses écrits. Le style est précis et fluide et la lecture agréable.

L'ouvrage est organisé autour d'un fil d'Ariane qui est aussi une conviction : la transition est nécessaire parce que, selon l'expression d'Antonio Gramsci « *l'ancien monde se meurt* » et le « *nouveau tarde à apparaître* », et que cet ancien monde, celui de la mondialisation à fortes externalités négatives, n'est guère satisfaisant. La transition est dès lors présentée comme une dynamique vers un monde meilleur qui « *réintégrerait la mondialisation dans le monde réel* » — car il serait illusoire de prétendre « *démondialiser* » la planète —, à travers une prise en compte des territoires dans leurs dimensions sociales, culturelles, économiques et environnementales (d'où le sous-titre de l'ouvrage, « *La revanche des territoires* »).

La discipline-mère de la transition sociétale est évidemment l'histoire, pas celle de Francis Fukuyama qui annonce une finitude, mais celle de Fernand Braudel qui analyse les grandes mutations dans une perspective évolutive toujours remise en chantier. L'auteur lui consacre la première partie qui est « *l'histoire d'une prédation* » ponctuée de crises venant marquer des essors et des achèvements de cycles : féodalisme, puis capitalismes, avec un focus sur la période récente des 30 Glorieuses. Le « *capitalisme intégral anglais* » (1780-1914), avec ses succès technologiques et économiques, mais aussi ses excès, butte sur les « *limites de l'exploitation des ressources humaines et naturelles* » et sur ce qu'annonçait Gramsci du fond de son cachot « *les phénomènes morbides les plus variés* » de l'entre-deux-guerres : les génocides et le chaos de la Deuxième Guerre mondiale. 1944, avec les accords de Bretton Woods et la défaite de Keynes face à White ouvre le triomphe du libre-échange sous la suprématie du dollar formalisé quelques années plus tard par le consensus de Washington. Dès lors, la doxa du triptyque marché-productivité-croissance installé par la reconstruction des pays ravagés par les armes pouvait prospérer.

La 2^e partie de l'ouvrage est consacrée à la crise séculaire de 1974 (premier choc pétrolier en 1973, suivi de l'abandon de l'accord de Bretton Woods sur la fixité des taux de change et de la dévaluation du dollar américain). Comme le décrit très bien l'auteur, c'est une crise structurelle multiforme annoncée et analysée par des intellectuels (Ivan Illich dès 1971, Donella et Dennis Meadows en 1972) et une personnalité politique hors du commun (Gro Harlem Brundtland, en 1987) qui tirent la sonnette d'alarme. Cependant, la crise perdure faute des réformes nécessaires. Elle se manifeste par 4 phénomènes de grande ampleur : 1) un marché du travail bien loin du plein emploi à l'échelle internationale ; selon les calculs de l'auteur, le monde compterait aujourd'hui 850 millions d'actifs sans emploi auxquels devraient s'ajouter 1650 millions de nouveaux arrivants sur le marché du travail entre 2015 et 2050, soit 2500 millions d'emplois à créer. Si l'on y ajoute une accélération de l'exode rural sous l'hypothèse d'une généralisation du modèle agroindustriel, avec 3 % d'agriculteurs dans la population active totale comme c'est le cas aujourd'hui dans les pays à

³ Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Montpellier SupAgro.

haut revenu, le chiffre atteint 4500 millions d'emplois à trouver dans un scénario tendanciel d'urbanisation et d'industrialisation. Or, comme le dit Gro Harlem Brundtland, « *il n'y a pas de solution urbaine au problème fondamentalement rural de la pauvreté* ». 2) En dépit des Sommets de la Terre de Stockholm (1972), de Nairobi (1982), de Rio (1992), ayant débouché sur les trois conventions emblématiques sur le climat, sur la biodiversité et sur la désertification et après les Sommets de Johannesburg (2002) et de Rio+20 (2012), les progrès sont très lents dans le domaine de l'environnement et des ressources naturelles. 3) L'endettement astronomique (152 trillions de dollars) des sphères publique (1/3) et privée (2/3) représentant 2,25 fois le PIB mondial et 21 000 dollars par habitant. Le crédit est nécessaire au fonctionnement de l'économie, mais lorsqu'il fait l'objet de spéculations effrénées, les bulles explosent comme en 2007-2008., ce qui fait dire à l'auteur que la planète « *joue à la roulette russe* » : la monnaie est un bien public et elle doit être strictement encadrée. 4) Les inégalités de revenu et de patrimoine qui traduisent des inégalités dans l'accès aux ressources matérielles et immatérielles ont connu une accentuation considérable dans les dernières décennies (en 2016, selon Oxfam, 1 % de la population mondiale posséderait davantage de richesse — plus de 50 % — que les 99 % restants). Certes, la pauvreté recule dans le monde avec l'élargissement de la classe moyenne dans les pays émergents, mais la montée des disparités de richesse est facteur de tensions sociales et de déstabilisation des démocraties, sans même parler de considérations éthiques. Cette situation a principalement pour origine l'érosion des mécanismes de redistribution des revenus par l'État et la mondialisation de l'évasion fiscale. Dans ces conditions potentiellement génératrices de dangereux conflits et destructrices de ressources naturelles, le défi majeur selon l'auteur est de « *... rendre à... (cette demi-humanité, ces milliards d'exclus...) une capacité et des occasions de s'exprimer et d'agir* ».

La 3e partie aborde ensuite logiquement les chemins de la sortie de crise, c'est-à-dire les voies et moyens de la transition. Pour l'auteur, la transition ne peut être un « *un simple logiciel* », ni le seul fait d'un leader charismatique, elle résultera d'une prise de conscience et d'une mobilisation de nombreux acteurs proches des citoyens et des territoires. Les analyses approfondies menées dans la partie précédente de l'ouvrage permettent de suggérer des pistes d'action. La première est la « *reterritorialisation* » de la gouvernance en lui donnant les outils nécessaires, à commencer par une fiscalité génératrice d'incitations financières suffisantes. Il s'agit de favoriser un « *effet multiplicateur local* » bénéfique notamment en termes d'emploi. En effet, la quasi-totalité de l'épargne mondiale à long terme va aux grandes entreprises qui structurent l'économie mondiale, car elles sont portées par les marchés et soutenues par la plupart des gouvernements. Les paradis fiscaux amplifient l'asymétrie des acteurs. Cette configuration assèche les économies nationales et locales. La deuxième piste d'action est donc celle de la construction d'un nouvel équilibre entre mondialisation et territoire. Il est proposé ici de créer un organisme intergouvernemental qui fasse contrepoids à l'OMC dont l'essentiel de la mission consiste à faciliter la circulation des biens et services marchands en supprimant barrières tarifaires et non-tarifaires et par conséquent en rejetant toute considération sociale ou environnementale. La troisième recommandation est complémentaire, avec des politiques de lutte contre les externalités négatives de la mondialisation : l'intérêt général doit inspirer la loi et les réglementations en dissuadant les pratiques à impact négatif du point de vue social, culturel et environnemental. Les modèles de production, tout comme les pratiques de consommation doivent être orientées par un objectif de développement durable. Finalement, il s'agit de repenser les échelles de gouvernance locale, nationale et internationale pour accompagner la transition.

La 4e partie prend la forme d'une application des analyses et des orientations générales des chapitres précédents aux secteurs de l'agriculture et de l'alimentation. L'auteur rappelle en préambule que le système alimentaire mondial c'est « *50 % du travail humain, 30 % des gaz à effets de serre et 75 % de la consommation d'eau douce* ». Les systèmes agraires ont façonné la préhistoire et l'histoire de l'humanité à travers 3 révolutions techniques depuis le néolithique : la suppression des jachères, la mécanisation et le recours aux intrants chimiques et depuis peu l'agroécologie. Probablement aussi sinon plus prégnants que ces changements, des crises liées au statut de la terre jalonnent la « *Longue marche des paysans* » selon l'expression de Louis

Malassis : appropriation féodale, colonisation foncière (dans les empires), collectivisation (sous les régimes communistes), et aujourd'hui, accaparement de terres par les fonds d'investissement. Il en résulte des processus d'éviction et d'exclusion qui menacent partout dans le monde l'exploitation agricole familiale. Les spécificités culturelles, techniques, économiques et sociales de l'agriculture et de l'alimentation qui conduisent à de graves « défaillances de marché » militent en faveur d'une « exception » par rapport aux autres biens et services dans les accords internationaux et les politiques nationales. La transition agricole et alimentaire est donc, à partir du constat des limites du modèle agroindustriel dominant, la mise en place d'une réorientation guidée par un objectif de durabilité. Ce projet suppose tout d'abord une relance des dynamiques locales (changement d'échelle dans l'organisation de la production et de la consommation alimentaires). Ensuite, une meilleure formation et information des acteurs du système alimentaire, en encourageant des initiatives à « haute valeur pédagogique » (en annexe figure à titre d'illustration la présentation du programme « alimentation responsable et durable » de l'association RESOLIS qui témoigne du foisonnement en France et à l'étranger des projets de terrain et de l'intérêt de les mutualiser). Enfin, la dynamisation d'outils émergents : fiscalité « durable » et « territorialisée », plateforme de responsabilité sociale des entreprises, labels sectoriels territoriaux, mise en cohérence des droits humains fondamentaux des Nations Unies (dont le droit à l'alimentation) avec les règles de l'OMC.

En conclusion, l'auteur considère que, si la mondialisation a eu des effets économiques positifs sur une moitié de l'humanité, le défi majeur est, aujourd'hui et demain, de sortir de la misère et de l'exclusion l'autre moitié. Pour cela, l'aide au développement doit être renforcée pour atteindre l'objectif fixé il y a près de 50 ans de 0,7 % du PIB des pays riches alors qu'il n'est encore que de 0,32 % en 2016, d'une part, et d'autre part les firmes multinationales doivent être incitées à mieux assumer leurs responsabilités sociales, fiscales et environnementales. Il s'agit ensuite de mettre la priorité sur l'agriculture et l'alimentation qui constituent le « cœur des territoires ».

Cet ouvrage arrive à point nommé alors que le terme de transition se galvaude dans les cercles politiques, professionnels et médiatiques et se décline à toutes les sauces : énergie, écologie, alimentation, etc. Une caractérisation robuste du concept dans ses dimensions diachroniques, spatiales et sectorielles, de son champ d'application et, sur cette base, des propositions d'action précises sont fort utiles. L'auteur se garde de toute position idéologique et procède à un bilan équilibré des phénomènes contemporains majeurs, la mondialisation, avec son cortège d'impacts positifs et négatifs, et la dégradation environnementale. Certes, ses analyses privilégient la mobilisation d'outils scientifiques relevant davantage de la socio-économie institutionnelle que du courant encore majoritaire — mais néanmoins ébranlé — de l'économie quantitative néo-classique. Il est alors en mesure d'identifier et de suggérer des orientations et des outils propres à faciliter, à assurer une transition vers plus de bien-être. Ces propositions sont confortées par une littérature reconnue et le bon sens.

Un sujet aussi vaste ne pouvait être traité sans ouvrir des arènes de discussion. Nous en prendrons quatre. D'un point de vue théorique, le concept de « système (ou de transition) agricole et alimentaire » est une tautologie puisque, par nature la filière alimentaire inclut l'agriculture. De même, l'expression « système agricole » ne fait pas sens dans le cadre de la théorie des systèmes qui présuppose une interdépendance entre plusieurs secteurs contribuant à une fonction économique (se nourrir, se loger, se soigner, etc.). D'un point de vue empirique, les analyses concernent plus l'agriculture que les maillons essentiels de l'industrie et du commerce alimentaires, alors que dans les pays à haut revenu plus de 90% des aliments consommés en sont issus et au moins 50% dans les pays à faible revenu. Par ailleurs, la question de la santé est peu abordée dans l'ouvrage, alors qu'elle est devenue centrale pour le système alimentaire mondial en raison du nombre très élevé des personnes (près de la moitié de la population) souffrant de malnutrition par déficit ou excès de nourriture ou défaut de qualité, avec d'énormes conséquences somatiques, psychologiques, sociales et économiques.

Ces incomplétudes sont des éléments pour de nouveaux débats. Elles n'enlèvent rien à la somme historique et prospective constituée par l'ouvrage d'Henri Rouillé d'Orfeuil dont nous recommandons vivement la lecture aux acteurs des systèmes alimentaires. Ceux engagés dans la production agricole, l'élaboration et la commercialisation des aliments et l'ensemble des responsables des secteurs accompagnant les filières, qu'ils soient publics, professionnels ou du monde associatif, tout comme les citoyens-consommateurs désireux de contribuer à la transition alimentaire.

LES INONDATIONS REMARQUABLES EN FRANCE¹

Coordonné par Michel LANG² et Denis CŒUR³



Christian **SABER**⁴ – Cet ouvrage n'est pas récent, mais il est totalement d'actualité. Chaque inondation entraîne les mêmes interrogations : quelles en sont les raisons ? Ces événements peuvent-ils être évités ? Sont-ils liés aux pratiques agricoles, à l'artificialisation des sols, à l'urbanisation, à l'aménagement des cours d'eau, aux dérèglements climatiques ?

¹ ÉDITIONS QUAE – tirage 2014.

² Ingénieur-chercheur en hydrologie.

³ Docteur en histoire, spécialiste de l'aménagement des territoires et des risques naturels.

⁴ Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France.

Cependant un constat est simple : des inondations sont connues depuis au moins le Moyen Age, et les dégâts ont lieu maintenant régulièrement dans des zones vulnérables aménagées et urbanisées sans grandes précautions, ou sans mémoire !

En raison de la directive européenne sur les inondations, un inventaire a été réalisé sur les inondations remarquables en France. Il couvre plus de deux cents ans, de 1770 à 2011.

2000 inondations ont été recensées sur l'ensemble du territoire français dans le cadre de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation. Des chargés d'étude répartis par grands bassins hydrographiques ont rassemblé l'ensemble des informations : localisations géographiques, types d'inondation, dates et durées des inondations, secteurs impactés, conséquences sur la santé humaine, la vie quotidienne, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique.

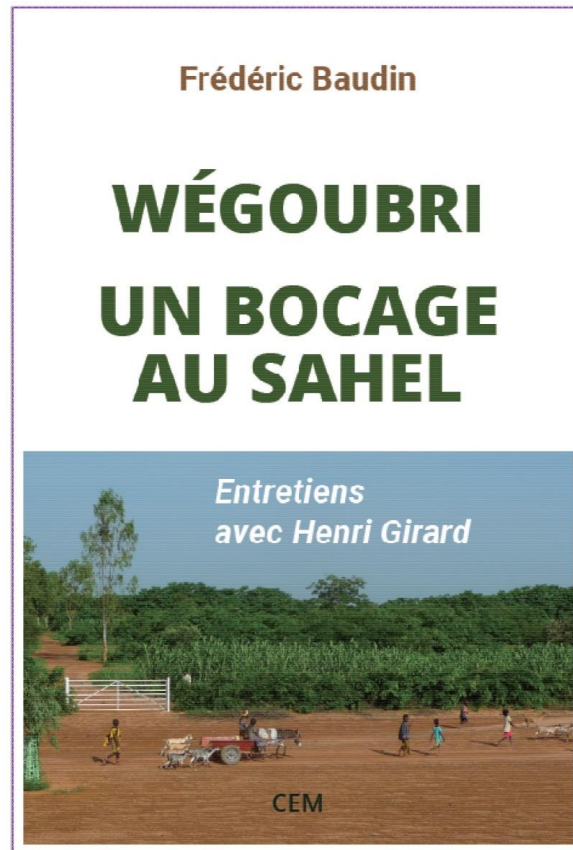
L'ensemble de cet ouvrage représente plus de 500 pages d'informations et de références indispensables car la mémoire humaine s'appuie sur des anecdotes, mais elle est peu fiable et peu explicative.

Si un mur à l'entrée de l'Académie d'agriculture porte simplement la marque du niveau de la crue de 1910, ce document permet ainsi d'en connaître la genèse. La fin de l'année 1909 avait été très humide avec 450 mm de précipitations sur trois mois. Le mois de janvier a connu des précipitations abondantes de pluies et de neige sur l'ensemble du bassin de la Seine. Les pluies du 18 au 21 janvier se sont écoulées sur des sols saturés. Les ondes de crue se sont développées sur la Seine, la Marne et l'Yonne, et se sont rejointes pour provoquer une inondation de grande ampleur.

Plusieurs milliers de maisons, d'immeubles, d'industries ont été atteints et les activités arrêtées. 150 000 personnes seront sinistrées en région parisienne.

Ce document est donc unique. La réalité effective des inondations était mal connue jusqu'à cette enquête de 2011. Cette compilation a représenté une étape importante pour les plans de gestion des risques d'inondation. Cet ouvrage publié aux éditions QUAE constitue une référence pour tous les acteurs de la prévention. En préservant la mémoire des causes et des conséquences, il doit permettre de les anticiper et de mieux s'en protéger.

WÉGOUBRI - UN BOCAGE AU SAHEL²²
de Frédéric BAUDIN, avec Henri GIRARD



Christian FERAULT²³. Si vous vous êtes lassé de la lecture des ouvrages et des rapports établis en chambre sur les questions de sous-alimentation, de famines et de dégradation des espaces au Sahel, on ne peut que vous recommander la lecture de ce court et stimulant volume. Mais attention, lorsque vous l'avez commencé, vous irez sans effort jusqu'à son terme, pris à la fois par son agréable déroulé et par l'intense envie qui vous étreindra de savoir où l'on en est aujourd'hui.

Les quatre-cinquièmes de ce livre, bien illustré car les clichés permettent une immersion du lecteur dans la progression des projets, sont constitués d'un dialogue entre Frédéric BAUDIN, directeur engagé de « Culture-Environnement-Médias » et Henri GIRARD, réellement sur place depuis trente ans. Des annexes suivent, utiles à la compréhension de ce qui précède : organigramme, description du centre principal, interventions lors d'événements...

Né en 1961, Henri GIRARD, fils d'agriculteur de l'Avesnois, a été profondément imprégné par ce qu'il a vu et vécu dans sa jeunesse, avec un attachement tout particulier pour « son » bocage avec ses haies. Ces « racines » sont utiles à rappeler, car elles détermineront sa vie

²² de Frédéric BAUDIN, entretiens avec Henri GIRARD (2014-2016), éd. Culture-Environnement-Médias (CEM), septembre 2017, 206 p., 16 €.

²³ Directeur de recherche honoraire de l'INRA, membre titulaire et Vice-secrétaire honoraire de l'Académie d'agriculture de France.

future. Il est très tôt frappé par l'immensité des questions liées à la sécheresse et à ses conséquences au Sahel, en particulier grâce à un reportage qui aura constitué pour lui un véritable « *coup de foudre* ».

Ce livre est ordonné selon son plan linéaire appuyé sur des dates bornant des périodes de longueurs différentes, correspondant d'abord à de premiers séjours et précédant une « *installation définitive au Burkina Faso* » en 1989.

Henri GIRARD s'est établi à Guié, village à une soixantaine de kilomètres d'Ouagadougou, où il a trouvé une « *ambiance sereine* » et rencontré un bon accueil bien que « *nassara* » (homme blanc), lieu où il découvrit l'accentuation de la sécheresse, l'appauvrissement généralisé, les questions cruciales de « *soudure* », bref un ensemble auquel il ne voulait ni ne pouvait échapper pour sa vie future. En faisant ce choix, il tint à vivre comme ses voisins, c'est-à-dire de façon simple dans une case sans confort. Il se maria plus tard avec Marthe, rencontrée en France, qui sera dans l'action permanente son alliée complémentaire.

Ses objectifs n'ont rien de ponctuel : difficultés et problèmes sont intrigués et il faut traiter à la fois de lutte contre la désertification, d'accès à l'eau, de formation et de santé, de plantations, d'aménagements nécessaires... Et il conduit ce projet global en lien avec les pouvoirs et responsables existants : il est un parmi les autres, animé d'une grande foi spirituelle et d'une indispensable et tenace volonté.

La ferme-pilote de Guié est le cœur du dispositif, créée par cinq villages des alentours sous forme associative « *Zoramb Naagtaaba* » (Terre verte), dès 1989. Une citation d'un discours de 2000 résume bien l'enjeu : « *Au Burkina, c'est la terre elle-même qui est l'enjeu. Brûlée par le feu, piétinée par le bétail, surexploitée pour une survie bien précaire, la terre [...] est enfin frappée à mort par les pluies torrentielles de la mousson qui l'emportent dans les cours d'eau* ».

Les réalisations seront rapides, avec agrandissements dans le respect de la propriété privée. Et puis il y aura l'obtention de parcelles régulières, entourées de haies et essaimage en d'autres lieux du pays. Mais il faut laisser au lecteur le soin de découvrir ce cheminement global du projet initial...

Un oubli : le premier mot du titre « *Wégoubri* » est un néologisme mooré construit à partir de « *weogo* », la brousse et « *goubri* », protéger/entourer. Un certain retour aux sources !

Une visite au pays du Chaource

Jean Michel **BESANCENOT**, Pierre **DEL PORTO**

Membres de l'Académie d'agriculture

Une délégation de 23 membres de l'Académie d'Agriculture était en visite dans l'Aube le 18 septembre, avec pour but l'étude d'une filière AOP (appellation d'origine protégée) et ses perspectives, en prenant l'exemple de la filière Chaource, une des premières à avoir bénéficié de l'AOP. Au programme la visite de la ferme des Tourelles de la famille Dosne, puis un débat organisé avec le Syndicat du fromage de Chaource, représenté par Didier Lincet, son président, et enfin la visite du musée privé du fromage, et de la fromagerie artisanale de Chaource.

La ferme des Tourelles se trouve au tout début de la Champagne Humide, en limite du Pays d'Othe ; c'est « une ferme aux champs » dépendant du hameau du Mesnil St Georges, commune d'Ervy le Chatel. Exploitée depuis 6 générations par la famille Dosne, elle est au cœur de la zone d'Appellation d'Origine Protégée Chaource, ce qui explique son orientation laitière.

Lionel Dosne, vice président de l'AOP Chaource et président de l'IGP Soumaintrain, s'est installé en 1977. Sa fille Peggy l'a rejoint en 2001 et son gendre David Petiot en 2003. Ensemble, sous la forme juridique GAEC, ils dirigent une équipe de 10 personnes sur cette ferme qui compte 250 ha de SAU et un troupeau de 170 vaches laitières, 300 têtes au total avec le cheptel de renouvellement. En mode de culture sans labour depuis 20 ans, l'exploitation produit blé, orge, maïs et luzerne, et 45 ha sont consacrés au pâturage. Pour raison « d'autonomie fourragère » exigée par le cahier des charges de l'AOP Chaource, la ferme consacre une majorité de ses productions à l'alimentation du troupeau.

Une production d'AOP Chaource à la ferme

Spécialisée en production laitière depuis 1970, la ferme s'est tournée vers la transformation fermière en 1994, tout d'abord en contrat avec une fromagerie, alors unique client, qu'il a fallu remplacer en 2000 par d'autres débouchés. Entretemps la Ferme des Tourelles avait reçu en 1998 son agrément AOP Chaource. Ce sera le développement de la production fromagère à la ferme. Aujourd'hui la ferme Les Tourelles produit 2 tonnes de Chaource par semaine, c'est le 3ème producteur derrière la Fromagerie Lincet et la Fromagerie d'Auxon. S'y ajoute une petite production de l'IGP Soumaintrain. L'objectif de la ferme, qui avec 170 vaches laitières produit 1,4 Millions de litres de lait (dont 800 000 transformés à la ferme), est d'atteindre rapidement 200 vaches et une production annuelle de 1,8 Millions de litres dont 1 Million de litres transformés à la ferme, avec toujours une vente en lait AOP Chaource à la fromagerie Lincet, située à Vaudes, près de Troyes.

La production fromagère est à base de lait cru pour toutes les fabrications, fromages AOP et IGP (80 % du volume). Les autres spécialités type « marbré d'Armanche » (nom de la rivière proche) ou « bouchon d'Armanche » n'imposent pas le lait cru. Sur une semaine de 7 jours, et pour une raison d'organisation du travail, 4 jours sont consacrés à la fabrication, un rythme qui s'accroît à l'approche des grandes fêtes de l'année. Les fromages sont expédiés 3 fois par semaine en France et en Europe. Ils sont achetés par des grossistes et certaines grandes surfaces, et livrés vers 40 points de vente locaux dont un « Drive fermier ». Les fromages des Tourelles bénéficient d'une très bonne diffusion locale.

La visite de la fromagerie, sous la conduite de David Petiot, nous fait toucher du doigt toutes les précautions sanitaires exigées par une transformation fermière au lait cru : autocontrôles des

laits au départ puis analyse des lots de fromages avant leur départ... qui ne se fera que s'il y a absence de pathogènes, notamment de listéria (sous toutes ses formes), soit 30 000 € de frais d'analyses par an. La qualité du lait sorti traite est très suivie par David, notamment la teneur en cellules somatiques qui ne doit pas excéder 150 000 par ml ; les teneurs en matières grasses et protéiques du lait sont bien adaptées à la production d'un Chaource pour lequel le lait n'est pas écrémé (lait cru entier).

Pour la transformation fromagère, le lait une fois traité est stocké à 12° (2° pour la vente en laiterie). La traite suivante incorporée ramène le lait à 28°. Les étapes successives de la fabrication : Ensemencement avec ferments lactiques et pénicillium (12ml pour 3000 l) ; maturation entre 12 à 13h ; un temps de coagulation lent de l'ordre de 12h (le Chaource est « un caillé lactique »... comme le Brie de Melun) ; mise en moule manuellement ; égouttage spontané (pas de tranchage du caillé) ; salage avec un sel fin sec (2g pour 100g de fromage humide) ; séchage 8 à 10h à 15-16°. Sortie séchage, le Chaource est à 73% d'humidité et il reçoit son AOP 14 jours après la coagulation. Cette pâte molle à croûte fleurie se présente sous 2 formes, un petit format de 250g (2 l de lait) et un grand format de 450 à 500g (4 l de lait). Le « petit lait » ou sérum issu de la transformation fromagère est traité sur la ferme et épandu dans les champs.

Un troupeau performant

Peggy Petiot et son père, Lionel Dosne, nous font ensuite découvrir le troupeau laitier. Il est composé pour 95% du cheptel de vaches de race Prim'Holstein... quelques jersiaises apportant un peu de brun clair dans un univers pie noir ! La stabulation est en libre-logettes confortables avec une litière-sciure sur tapis et alimentation en libre-service à l'auge. L'alimentation hivernale est à base d'ensilage de maïs, herbe-luzerne (30% obligatoire), et de mars à octobre au pâturage ou affouragement en vert (maïs ensilé le 10 août et une 5ème coupe de luzerne n'avoisinant que 500 kg l'ha (!) en cette année 2018 compte tenu de la sécheresse). Les vaches assurent en moyenne 2,7 lactations, le 1er vêlage intervient à 24 mois et l'âge à la réforme se situe entre 6 et 7 ans. L'insémination artificielle est réalisée par le personnel de la ferme avec des semences Bovec, et aussi en utilisant les services de la coopérative d'insémination artificielle basée à Migennes, dans l'Yonne (CECNA). Les veaux femelles sont élevés à l'extérieur en « igloos » jusqu'à l'âge de 2,5 mois, les males sont vendus à 15 jours. La production par lactation moyenne du troupeau se situe entre 8000 et 8500 kg par vache, avec des taux butyrique et protéique respectivement de 4,2% et 3,1% (le « contrôle laitier », non officiel est, assuré depuis 15 ans par le personnel de la ferme). Concernant l'accompagnement technique, les Tourelles adhèrent à l'Association des Éleveurs Laitiers Européens (AELE) qui assure suivi et analyse de groupe. Les appuis sanitaire et vétérinaire sont assurés par un vétérinaire praticien et un vétérinaire conseil. L'enregistrement et le traitement des données s'effectuent sur le logiciel ICONECT (toutes les vaches sont équipées d'un podomètre).

Une curiosité : la salle de traite BOUMATIC 2x16 avec son « plancher ascendant » sur vérins, qui s'adapte à la taille des trayeurs afin d'éviter les maux de dos ; et le regroupement sous la salle « en cave », des moteurs, pulsateurs et conduites, afin de réduire les bruits pendant la traite. Un pot de traite mobile est réservé aux « cas particuliers ». La préférence va à la salle de traite classique, plutôt qu'au robot, dans l'optique d'un meilleur suivi de la qualité du lait pour une transformation fermière au lait cru.

Le Syndicat de défense du Chaource : petit mais pointu

Nous rencontrons Didier LINCET, fromager et président du Syndicat de défense du fromage de Chaource, et Anne-Lise SOULIGNAC, animatrice du Syndicat dont le siège est à Chaource, au sud de Troyes. Ils nous expliquent que les abbayes cisterciennes seraient à l'origine au Moyen Âge de ce fromage lactique à pâte molle et croûte fleurie qu'est le Chaource, cette spécialité lactique qu'on retrouve chez tous les fromages à pâte molle du sud de l'Île de France (Brie de Melun) à la Champagne sud-Bourgogne (Langres, Epoisses...). Au XIXème siècle, une forte demande urbaine liée au développement de la bonneterie sur Troyes, donne un « coup de fouet » à la production de Chaource. Petit à petit la fabrication fermière (fromages collectés par les

« cossonniers ») laisse la place à une transformation artisanale avec le ramassage du lait en ferme.

Le Syndicat de défense du fromage de Chaource est créé en 1968, l'Appellation d'Origine Contrôlée est obtenue en 1970 et l'Appellation d'Origine Protégée en 1996. L'aire de production se situe du nord Bourgogne au sud Champagne, dans un triangle Sens-Troyes-Tonnerre. L'AOP compte 64 producteurs de lait dont 15 dans l'Yonne et 49 dans l'Aube, regroupant 4 800 vaches de production moyenne annuelle avoisinant 8 000 kg de lait. La race Prim'Holstein est largement dominante (le cahier des charges n'impose pas de race). La production laitière a tendance à se regrouper au sud de Troyes sur la Champagne Humide, autour de Chaource, au détriment de la partie nord beaucoup plus orientée vers les grandes cultures (mais intéressante sur la plan de « l'autonomie fourragère de zone »). L'AOP compte 6 transformateurs fabricant le fromage dont 2 producteurs fermiers, 1 artisan fromager, 3 fromageries industrielles auxquels s'ajoute 1 affineur.

La production annuelle de Chaource avoisine 2 500 t en 2018, 1 200 t il y a 30 ans, quant à celle de Soumaintrain IGP, elle est de 180 t.

Un cahier des charges rigoureux

La production du lait, comme sa transformation, répondent à un cahier des charges de l'AOP très précis. En ce qui concerne l'alimentation du troupeau, les fourrages et concentrés doivent provenir de l'exploitation pour 75% de leur volume et pour 85% de la zone AOP, cela définit « l'autonomie alimentaire ». Le pâturage est exigé pour les vaches (pendant au moins 5 mois) et pour les génisses avant la mise bas (4 mois). La part d'herbe (fraîche ou conservée) dans l'alimentation doit être supérieure ou égale à 30% tout au long de l'année, et la quantité de concentrés ne doit pas dépasser 27%. Cultivées dans la partie nord de la zone AOP, les betteraves sucrières peuvent fournir des pulpes de betteraves « tracées sur la zone AOP » au départ de la sucrerie Cristal Union d'Arcis-sur-Aube. Il en est de même avec la luzerne fournie par Désialis.

Le plan de contrôle du Syndicat a pour but de vérifier le respect des règles édictées par le cahier des charges (sous le contrôle d'un jury de producteurs, de transformateurs, et de l'organisme certificateur). Les contrôles ont lieu tous les ans chez les transformateurs et tous les 2 ans chez les producteurs de lait. La grande sécheresse de l'été 2018 risque de conduire, par défaut de fourrages issus de la zone AOP, à certaines « non conformités ». Dans l'immédiat des demandes de dérogations auprès de l'INAO ne sont pas envisagées, il sera cependant tenu compte de la sécheresse avec le jury et CERTIPAQ.

« Le Chaource est un fromage de type lactique à coagulation lente d'un lait de vache entier cru, thermisé ou pasteurisé. De la traite au conditionnement du fromage les étapes sont nombreuses : réfrigération à la ferme à 4°, collecte, réception et analyses, thermisation, pasteurisation (ou non), maturation avec ferments lactiques (23°-35°), emprésurage du lait, coagulation (au moins 12h), tranchage du caillé, moulage (pH du caillé inférieur ou égal à 4,75), égouttage naturel et spontané, au moins un retournement, démoulage, salage à sec, vaporisation de pénicillium, ressuyage au moins 24h à 10-18° en séchoir, affinage au moins 14 jours à 8-14 ° dans un hâloir ; puis emballage, stockage et expédition. »

On recherche une croûte fine et blanche, peut-être « tourmentée » et une pâte fine légèrement granuleuse. Le fromage doit être fondant en bouche, au goût légèrement salé, sans amertume. Le Chaource contient environ 22% de matière grasse sur poids brut. Il existe sous 2 formes, le petit (250 g) et le grand (450 à 500 g). La commission de dégustation se réunit 8 fois par an.

Questions et échanges....

Les questions des académiciens n'ont pas manqué, notamment sur :

- Les débouchés...Il existe une tradition de vente sur la région et sur Paris ; autrefois le Chaource se vendait frais, aujourd'hui on le recherche affiné mais plutôt blanc dans l'Est de la France et beaucoup plus affiné en Ile de France. Actuellement le Chaource manque un peu de notoriété, ce qui freine son développement. 20% des fromages Chaource sont exportés sur l'Europe du nord, ainsi qu'au Japon et aux USA (...où il existe un usurpateur du nom!). Une

marque de certification a été déposée aux USA, option envisageable également au Canada, le Chaource ne faisant pas partie de la liste des AOP européennes protégées dans la cadre de l'accord CETA.

- Le prix du lait...La transformation en Chaource concerne 45% du lait collecté chez les producteurs impliqués dans l'AOP, une proportion qui n'augmente pas compte tenu de l'augmentation du volume de lait produit chez les producteurs «habilités» AOP et d'une trop faible progression de la transformation. Le lait est payé au producteur à partir d'un prix de base auquel s'ajoute une prime AOP de 12 euros les 1 000 l en incitation à la qualité et à la saisonnalité. En fonction du collecteur, le prix moyen payé se situe entre 340 et 410 euros les 1000 litres.
- L'avenir des producteurs, l'avenir de la collecte... Le Président Lincet n'a pas d'inquiétude particulière, même si la zone AOP nord « se vide » de ses producteurs, les producteurs engagés dans l'AOP étant davantage concentrés en Champagne Humide, autour de Chaource. On apprécie l'installation récente de 12 jeunes producteurs prenant la relève des retraités ou des arrêts. Compte tenu des prix du lait pratiqués, plusieurs producteurs installés dans la zone AOP mais non encore habilités aimeraient rejoindre les fromageries qui fabriquent le Chaource, mais on note une très grosse différence de prix !

Chaource, son musée, sa fromagerie...

Les membres de l'Académie étaient invités à poursuivre en fin d'après-midi la visite de Chaource.

Tout d'abord le célèbre Musée du fromage, créé en 2000, qui se trouve au centre-ville et qui est la propriété de Madame et Monsieur Bellot. Unique en France pour sa superbe collection de plus de 1 000 objets, touchant à la transformation laitière, le Musée se présente sur 3 niveaux, des pièces en parfait état provenant de la région mais aussi de nos montagnes et datant des XVIIIème, XIXème et début XXème siècle. On peut y voir aussi une très belle photothèque évoquant le passé des laiteries-fromageries champenoises. Le Musée n'est actuellement ouvert que pour des groupes et sur demande.

Toute proche, l'église St Jean Baptiste abrite en crypte, dans la chapelle du Sépulcre, une superbe Mise au Tombeau réalisée en 1515 par le « Maître de Chaource », pièce magistrale, chef d'œuvre de l'École Champenoise (ou Troyenne), une œuvre de renommée mondiale.

La visite à la Fromagerie artisanale de Chaource terminait la journée, avec sa boutique offrant un grand choix de fromages de Terroirs mais aussi d'autres produits locaux, notamment une sélection de vins et cidres, et la possibilité de visite gratuite de la Fromagerie.

Pour conclure, citons le Président Lincet : " *Aujourd'hui, la transformation en Chaource est loin de concerner l'ensemble du lait produit chez les producteurs « habilités » AOP Chaource (45%)...il y a de la réserve pour une augmentation, souhaitée et attendue, de la production du fromage de Chaource ! L'AOP est par ailleurs un facteur de maintien de la production laitière dans une zone de plaine où les grandes cultures se développent, bien que la nature du sol convienne mieux aux prairies et à la culture de fourrages*". Un potentiel de développement.

VISITE DE LA SUCRERIE DE PITHIVIERS-LE-VIEL

Claude SULTANA (Section 9) avec le concours d'Alain JEANROY (section 9)

Le directeur betteravier du groupe Cristal Union, Bruno LABILLOIS, accueillait le 8 novembre 2018 plusieurs membres de l'Académie d'agriculture pour une visite de la sucrerie qui fait partie du groupe coopératif Cristal Union.

Bruno LABILLOIS présente ce groupe, producteur de sucre et d'éthanol, en quelques chiffres :

- 1ère place en France pour le sucre industriel,
- 1ère place pour la production de bio-éthanol,
- 10000 associés coopérateurs,
- 180000 ha de betteraves.

Cristal Union raffine du sucre de canne commercialisé sous la marque Daddy et s'implique aussi dans la production d'aliments du bétail.

Devant une carte des implantations des différentes usines du groupe, Bruno LABILLOIS retrace l'histoire du groupe. Trois coopératives, Bazancourt, Arcis sur Aube et Corbeilles en Gâtinais créent Cristal Union en 2000. En 2007 il y a fusion avec la sucrerie et raffinerie d'Erstein. Entre temps le groupe avait acquis plusieurs sucreries distilleries. En 2012 le groupe s'élargit en intégrant la Vermandoise qui apporte 4 sites, Fontaine-le-Dun, Sainte Émilie, Toury et Pithiviers-le-Viel où nous sommes. Avec 9 établissements, le groupe est aujourd'hui le deuxième sucrier en France, dans ce secteur où la coopération représente 80 % de la production et le 1er pour le sucre industriel.

Olivier DUGUET Président des betteraviers coopérateurs du Loiret intervient sur la gouvernance du groupe. Les 10000 producteurs élisent 135 représentants au Conseil d'Administration présidé par Olivier de BOHAN. Les objectifs du CA se placent principalement sur deux points :

- agronomique, amélioration de la production,
- économique, rémunération des producteurs.

Après ces précisions, le débat revient sur les orientations du groupe qui se diversifie avec l'acquisition de raffineries à l'étranger (Italie, Tunisie, Algérie). Mais depuis 2017 la donne a changé avec la disparition des quotas. Cette année-là, la production avait atteint 1,5 kg de sucre au m², soit 15 T/ha. Un intérêt se manifeste pour le bio et une partie de la production commence à s'engager dans cette voie.

La génétique a largement contribué à l'amélioration des performances de cette culture, mais la suppression des nicotinoïdes pose un grave problème pour la protection de la culture, problème pour lequel une solution est espérée dans la génétique en introduisant 15 plantes compatibles dans les programmes de sélection pour rechercher des résistances naturelles.

Un échange a lieu avec Le Directeur du site. Nous ne citerons que quelques points :

- Sur le fonctionnement des établissements, l'engagement vers une économie circulaire est fort : un programme est en cours pour réduire les besoins en eau et en énergie. Il y a des investissements sur différents sites car l'augmentation des surfaces a nécessité l'augmentation du stockage. Il y a une démarche au plan environnement avec appel à un opérateur.

- Cristalco s'occupe de la vente avec accompagnement et conseil. La marque Daddy est déclinée sous plusieurs formes, alors que la marque Erstein est réservée au bassin alsacien.

- Il y a aussi vente de stévia. C'est une plante compliquée et il est difficile d'obtenir un produit pur, produit qui a un pouvoir sucrant 200 fois supérieur au sucre. La stévia provient d'Amérique latine, mais elle est aussi produite en Chine.

- La production de sucre bio est à l'ordre du jour ; cette année 150 ha ont été produits pour de l'alcool bio. Il y a aussi des opportunités à saisir dans la chimie verte.

- Pour ce qui concernent les forces humaines, il y a difficulté de recrutement. Des contrats d'apprentissage sont mis en place et il y a une école pour la formation.

- Une certaine traçabilité peut être faite : il est possible de cibler de 5 à 8 parcelles (pour une surface autour de 50 ha) et de créer une identification par lot suivant le mode de stockage.

Le site de Pithiviers-le-Viel est très ancien : voir l'*Historique de l'entreprise (pdf)* en utilisant le lien suivant qui conduit au site de l'Académie d'agriculture

<https://www.academie-agriculture.fr/academie/presentation/manifestations-visites/visite-de-lusine-cristal-union-pithiviers>

Au cours de la visite nous verrons des condenseurs datant de 1904. L'usine s'étend sur 26 ha. Le volume normal de stockage du sucre est de 100000 T, mais il a atteint 172000 T en 2017.

Cette campagne 800000 T de betteraves seront traitées avec un apport journalier de 400 camions.

La production est destinée à l'industrie. Pour cela il est un point sensible, c'est la cristallisation pour laquelle la possibilité journalière est de 1700 T. Le sucre est expédié par train. Un train de 1300 T équivaut à 40 camions.

Bien sûr l'usine est soumise à des obligations sécuritaires comme nous allons le voir au cours de la visite.

Sous la houlette du directeur betteravier de l'usine, la visite commence par la réception des betteraves et nous allons suivre l'une après l'autre toutes les étapes de la fabrication du sucre. Elles ne seront pas détaillées dans ce compte-rendu car le *procédé sucrier en détails (Pdf)* que l'on peut consulter sur le site de l'Académie d'agriculture les décrit très précisément (voir le lien cité plus haut).

Après une visite très intéressante qui montre bien que la sucrerie est une industrie lourde, le groupe est invité à partager le repas de midi.

Gérard TENDRON remercie vivement nos hôtes pour leur accueil chaleureux, la qualité des échanges et l'aspect concret de la visite, et nos confrères, Alain JEANROY qui l'a proposée et préparée avec Christian MARÉCHAL.

Le groupe se sépare en début d'après-midi.

Responsables de l'édition :

Christian Ferault : christian.ferault@voila.fr

Jean-Claude Mounolou : mounoloujcm@orange.fr

Secrétariat de rédaction

Christine Ledoux-Danguin
christine.ledoux@academie-agriculture.fr