

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

SÉANCE D'INSTALLATION DU NOUVEAU BUREAU

L'AFRIQUE PEUT-ELLE NOURRIR L'AFRIQUE ?

RÉGIME DES PROPRIÉTÉS ET MODES D'EXPLOITATION

LA PAC EN DÉBAT

OBSERVATIONS SPATIALES ET AGRICULTURE

LES ANNÉES POLY

FERTILISATION ET FERTILITÉ DES SOLS

ROUILLES DES CÉRÉALES

L'ACADÉMIE AU SIA 2018

SOMMAIRE

SÉANCES DE JANVIER À MARS 2018

- 3 **SÉANCE D'INSTALLATION DU NOUVEAU BUREAU**
(10 janvier 2018)
Résultats des élections et présentations des nouveaux membres par **Gérard TENDRON**.
Discours de départ, par **Michel CANDAU**.
Discours de **Bertrand HERVIEU**, Président de l'Académie pour l'année 2018.
- 15 **L'AFRIQUE PEUT-ELLE NOURRIR L'AFRIQUE ?**
Séance animée par **Henri ROUILLÉ D'ORFEUIL** (17 janvier 2018)
Que faire pour que l'Afrique nourrisse l'Afrique, par **Dr Papa A. SECK**.
Le financement de l'agriculture et la coopération française dans le domaine agricole en Afrique de l'Ouest, par **Christian FUSILLIER**.
La recherche agricole et quelles politiques territoriales pour répondre au défi de l'insécurité alimentaire, par **Michel EDDI**.
- 17 **RÉGIMES DE PROPRIÉTÉ ET MODES D'EXPLOITATION :
VERS QUELLES RECOMPOSITION**
Séance animée par **Gérard CHOUQUER** (24 janvier 2018)
Posséder et exploiter la terre en Europe du 18^e au 20^e siècle : la pluralité des figures d'un couple compliqué, par **Jean-Pierre JESSENNE**.
Avant-propos à une réforme foncière - Jeu de lois, par **Hubert BOSSE-PLATIÈRE**.
Une politique des structures est-elle encore envisageable ? par **Emmanuel HYEST**.
- 25 **LA PAC EN DÉBAT**
Séance animée par **Gilles BAZIN** et **Michel-Jean JACQUOT** (31 janvier 2017)
Les présentations et l'enregistrement de la séance sont disponibles sur le site internet.
- 27 **APPORT DES OBSERVATIONS SPATIALES POUR L'AGRICULTURE**
Séance animée par **Yves BRUNET** et **Agnès DUCHARNE** (7 février 2017)
Cartographie et caractérisation des systèmes agricoles, par **Agnès BÉGUÉ et al.**
Estimation des stocks de carbone dans la biosphère terrestre, par **Jérôme CHAVE**.
Apport des données spatiales pour la gestion de l'eau en agriculture :
vers une mission satellitaire thermique innovante, par **Jean-Pierre LAGOUARDE**.
L'évolution de l'occupation des sols, par **Dominique Schwartz**.
- 31 **RECHERCHE AGRONOMIQUE ET POLITIQUES PUBLIQUES, DES ANNÉES POLY
À AUJOURD'HUI. SYNERGIES ET TENSIONS.**
Séance sous la présidence de **Philippe MAUGUIN** et **Bertrand HERVIEU** (14 février 2017)
Le contenu du « rapport Poly » : une nouvelle vision de l'agriculture et de nouveaux objectifs pour la recherche agronomique, par **Bertrand HERVIEU**.
Dans quelles conditions a été réalisé le rapport ? Avec quelles collaborations ?
par **Gilbert JOLIVET**.
Comment a été reçu le rapport par la profession agricole et par les chercheurs ? Quelles relations avec les États généraux du développement agricole organisés par la gauche qui arrive au pouvoir en 1981 ? par **Claude BÉRANGER**.
Une conséquence du Rapport Poly 1977, relever le défi de mieux utiliser et conserver la nature, par **Guy RIBA**.

Commémoration du Rapport Poly, par **André POCHON**.
Commentaires de **Michel JOURNET**.

- 59 **FERTILISATION ET FERTILITÉ DES SOLS**
Séance animée par **Philippe ÉVEILLARD**, (7 mars 2018)
Diminution de la fertilisation minérale et conséquences sur la disponibilité des éléments phosphore et potassium dans les sols, par **Philippe ÉVEILLARD** et **Nicolas SABY**.
Intérêts et limites de la substitution par la fertilisation organique, par **Sabine HOUOT**.
Fertilité des sols et activité biologique : nouveaux services écosystémiques, par **Christine LE SOUDER**.
- 65 **RÉÉVALUATION DES RISQUES ALIMENTAIRES PAR L'EFSA**
Séance animée par **Dominique PARENT-MASSIN** (21 mars 2018).
Présentation de l'Efsa et de ses missions, par **Georges KASS**.
L'approche suivie par l'Efsa pour la réunion évaluation des additifs alimentaires, **Claude LAMBRÉ**.
Statut de l'évaluation des colorants alimentaires autorisés en Europe, par **Fernando AGUILAR**.
- 67 **ÉPIDÉMIOLOGIE DES ROUILLES DES CÉRÉALES : GESTION DES VARIÉTÉS ET DU RISQUE**
Séance animée par **Claude POPE** et **Marc DÉLOS** (28 mars 2018)
Évolution des populations de rouilles des céréales à l'échelle européenne et mondiale, par **Claude POPE**
Importance des pratiques agricoles et modélisation pour une gestion du risque au niveau de la parcelle en fonction du climat, par **Daniel CARON**.
La résistance génétique contre les rouilles : un moyen de lutte efficace mais fragile, par **Philippe du CHEYRON** et **Josiane LORGEOU**.
- 73 **Deuxième participation de l'Académie au SIA**
- 83 **Analyses d'ouvrages**
- 112 **Analyses de thèses**
- 145 **Article : LA LOI TRONQUÉE ET L'AMÉNAGEMENT FORESTIER**, par **Robert B. CHEVROU**

Séance de rentrée du 10 janvier 2018

**RÉSULTATS DES ÉLECTIONS ET PRÉSENTATION DES NOUVEAUX MEMBRES
TITULAIRES**

par Gérard **TENDRON**

Secrétaire perpétuel de l'Académie

Les élections qui ont eu lieu le 6 décembre dernier ont permis de pourvoir les postes d'académiciens devenus vacants, dans la limite des 120 membres titulaires, 180 membres correspondants, 60 membres associés étrangers et 60 membres correspondants associés étrangers, prévus par les statuts de notre compagnie, étant rappelé qu'à compter du 1^{er} janvier 2018, l'âge de l'éméritat et de l'honorariat est fixé à 75 ans.

Ainsi, viennent d'être élus :

- 22 membres titulaires, dont 5 femmes
- 22 membres correspondants, dont 8 femmes
- 12 membres associés étrangers, dont 3 femmes
- 8 correspondants associés étrangers, dont une femme

Ces élections confirment la tendance au rajeunissement et à la féminisation de l'Académie, même si on peut regretter que le rythme adopté pour atteindre ce double objectif demeure relativement lent.

Je vais maintenant procéder à une présentation rapide des 22 nouveaux membres titulaires et des 12 membres associés étrangers de notre compagnie.

[Pour voir la suite de l'intervention cliquer sur la vidéo ou bien rendez-vous sur notre chaîne You Tube]

Séance d'installation du nouveau bureau

Discours de départ de Michel CANDAU

Président de l'Académie pour l'année 2017

Madame le Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences,
Messieurs les perpétuels,
Chères consœurs, Chers confrères,
Mesdames, Messieurs,

En cette nouvelle année qui commence, je vous présente tous mes vœux de bonne santé et de bonheur. Je formule également des souhaits pour que nos projets académiques se concrétisent par des avancées positives.

Au cours de cette année 2017 les débats dans les médias ont tourné autour des questions de glyphosate, mutagénèse ciblée, nouveaux OGM, nanotechnologies, perturbateurs endocriniens, néonicotinides, antibiotiques, fipronil, bien-être animal, consommation de viande, élevage et gaz à effet de serre, atteinte à la biodiversité et dernier avatar scientifique la vie secrète des arbres.

Sur ces questions la science est au mieux absente des débats ou le plus souvent mise en cause. Notre société semble de ne pas avoir confiance en la science et en la technologie. A la fois chance et péril, ce couple fascine et inquiète. Elles sont tout autant porteuses d'espoirs que de dangers. Cette ambivalence latente et récurrente (croire en la science, en sa neutralité, mais craindre les usages mal contrôlés de ses découvertes) génère suspicion (ne parle-t-on pas de manipulations génétiques) et inquiétude à l'encontre d'une idéologie technicienne souvent soupçonnée d'être inféodée aux pouvoirs politiques et/ou économiques.

Ces désillusions et craintes à l'égard du progrès scientifique représentent des questionnements et des enjeux pour l'avenir. Notre Compagnie l'a bien perçu en proposant par exemples de cibler comme concepts à approfondir en 2018 les débats entre les paradigmes technocentrés, écocentrés et anthropocentrés avec pour objectif de préciser les contours, les enjeux, les conséquences économiques, sociales, environnementales de ces paradigmes et de communiquer de manière scientifiquement établie ou de procéder à une analyse objective et indépendante sur les questions complexes de « Réécriture du génome, éthique et acceptabilité sociétale ».

Entre scientisme et obscurantisme, entre raison et émotion, entre ignorance et idéologie, peut-on réenchanter la science ? Et comment ? C'est cette question que je vais essayer de traiter en introduction aux débats de cette après-midi consacrés aux relations de la science et de la société. Un point commun à ces questionnements est soit la mise en cause de la science et/ou des experts, soit la peur de la science et de ses applications.

Les sciences sont de plus en plus pointues, de plus en plus techniques, de plus en plus spécialisées et en même temps de plus en plus présentes, de plus en plus proches de nous dans nos vies courantes et dans leurs applications quotidiennes. Comment remédier à la vague de scepticisme qui touche les citoyens ? Quelles positions doivent occuper les chercheurs dans la cité ? Les sciences sont-elles toujours les architectes de notre futur commun ?

En même temps, ces questions nous amèneront à réfléchir aux relations qui existent entre la logique de la découverte scientifique pour reprendre le titre d'un ouvrage de Karl **Kopper** et le développement de la conscience éthique. Nous devons nous positionner entre deux pensées opposées celle de Jacques **Monod** pour lequel « Le seul but de l'éthique de la connaissance n'est pas le bonheur de l'humanité mais la connaissance objective elle-même » et celle d'Ulrich Beck pour qui « Il faut considérer la science comme un produit social et par conséquent, elle a besoin d'une nouvelle légitimité citoyenne ».

Pour nous situer dans cette interrogation il faut la replacer dans une perspective historique en identifiant les moments clés de l'évolution de l'approche de cette question.

C'est aux Grecs que nous devons la première réflexion organisée sur la genèse et les limites de la connaissance humaine, réflexion qui a pris alors et conservé jusqu'à nos jours le nom de Philosophie. Les analyses de la science ont d'abord porté sur la science comme corpus de connaissances et de méthodes.

Pour Aristote, l'homme possède un désir naturel de connaissances et selon lui l'intelligence réside dans cette faculté propre à l'espèce humaine d'ordonner le réel qui est multiple. Il considère que toute connaissance est bonne à prendre et à apprendre, il est pour un savoir encyclopédique et il propose pour rendre intelligible l'étude de ces savoirs de les classer. C'est pourquoi il distingue trois types de sciences :

- Les sciences théorétiques dont l'objet est la connaissance pure à l'instar de la métaphysique ;
- Les sciences pratiques comme par exemple la politique dont le but pratique est d'organiser la cité et est considérée comme le lien entre action et éthique ;
- Les sciences « poïétiques » qui sont les sciences de la production d'objets artistiques et techniques avec leur composante économique.

Ces trois formes de sciences sont interdépendantes et cette classification aristotélicienne qui subira évidemment des évolutions et des précisions, restera dominante a peu près jusqu'au 17ème siècle et à l'essor de la science sous sa forme moderne.

Cette hiérarchisation confère à la contemplation de la vérité, à la maîtrise de soi la priorité absolue par rapport à la transformation technique de la nature et à la production d'objets par la main de l'homme. Cette notion de l'idéal antique du sage est totalement étrangère à la volonté de puissance de la science moderne et échappe à une vision faustienne de l'action et du pouvoir sur la nature.

A cette conception succède celle d'une science nouvelle dans ses principes et ses ambitions, idéal constitutif du projet européen moderne. En France nous considérons que Descartes porte le modèle de ce bouleversement culturel qui annonce pour nous une ère nouvelle à partir d'une double inversion :

- d'une part la primauté accordée à la méthode scientifique avec une certaine indifférence à son objet. Au fur et à mesure que la science impose sa méthode aux choses, celles-ci lui échappent. Kant caractérisera le fait que ce que la science connaît est de plus étranger à notre vie réelle avec sa célèbre distinction entre le « phénomène » que construit la connaissance scientifique et « la chose en soi » qui est inconnaissable. Cette évolution de la science moderne est aussi d'après Xavier Darcos à l'origine de la méfiance de plus en forte que la littérature exprimera au 19ème siècle à l'encontre d'une science responsable de « déréaliser » le monde et de la divergence entre culture humaniste et littéraire et culture scientifique.
- d'autre part une nouvelle conception de la science qui commence à s'imposer au 17ème siècle avec le triomphe progressif de la volonté de puissance comme volonté pour l'homme de devenir, selon les termes mêmes de Descartes « maîtres et possesseurs de la nature » y compris de la nature humaine.

La science du 18ème siècle dit des Lumières est dans la même trajectoire vers l'empirisme et le rationalisme avec des idéaux d'avancement et de progrès et pour un Condorcet la primauté de la science sur la religion chrétienne rejetée dans les ténèbres de l'obscurantisme. C'est cette même vision civilisatrice

dévolue à la science moderne qu'illustrera un Auguste Comte, fondateur du positivisme et pour lequel les savants seront les guides bienveillants et par définition éclairés d'une humanité enfin sortie de l'ignorance.

Mais en même temps qu'une partie importante de la philosophie moderne se muait à la suite de Kant en servante de l'idéal scientifique, un autre pan de la philosophie va engager le fer contre la foi dans la science et son rôle civilisateur au 19^{ème} et au 20^{ème} siècle et sur la notion même de vérité scientifique.

Nietzsche présente une idée tout à fait originale de la vérité en affirmant qu'elle est avant tout une valeur en relation avec les nécessités vitales, la vérité n'étant rien d'autre que l'erreur utile au développement de la vie. On retrouve quelque chose de la pensée nietzschéenne dans le courant philosophique baptisé du nom de pragmatisme et notamment chez William James pour lequel « les idées ne sont pas vraies ou fausses. Elles sont ou non utiles ». Ces théories mettent à mal l'idée d'une vérité définie par sa conformité à la réalité qui a traversé tout l'histoire de la philosophie de Platon en passant par Aristote et Descartes.

Karl **Jaspers** et également Jean-Paul **Sarthe** sont les tenants existentialistes, l'un chrétien l'autre athée, de la vérité, la vérité étant l'autorévélation de l'existence singulière, la communication, c'est à dire notre rapport aux autres, nous permettant de dépasser notre singularité en nous dévoilant d'autres existences.

Pour **Bachelard** « Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit ». La science est un procédé dialectique procédant par critique des théories antérieures et élimination des obstacles épistémologiques, le véritable ennemi de la science étant l'opinion qui en désignant les objets par leur utilité s'interdit de les connaître. La science, bien que dépendante des faits, n'est pas une simple description de la réalité. Les hypothèses scientifiques sont des anticipations, des interprétations qui précèdent l'expérience. De plus la science ne vise pas l'essence des choses mais leurs rapports mutuels (les lois de la nature). La science est donc un construit. Elle échappe à la fois à l'idéalisme et au réalisme, elle n'est ni dialogue de l'esprit avec lui-même ni copie de la réalité.

Si toutes ces philosophies s'affrontent sur différentes conceptions de la vérité, elles ont en commun une méfiance vis à vis de la science.

Mais les doutes sur la mission salvatrice de la science viennent de deux sources bien distinctes :

- les deux guerres mondiales et l'extermination des juifs qui ont supposé une organisation scientifique de la société, la bombe atomique rendue possible par les avancées de la physique contemporaine, les méfaits écologiques d'un développement industriel incontrôlé, les accidents nucléaires, les possibilités de manipulations génétiques ont porté un coup sévère à l'idéal d'une science porteuse des valeurs du progrès et de l'humanisme et à une quelconque prétention éthique de la science en tant que telle.
- d'autre part un courant de pensée, forgé en opposition aux grandes idéologies de la modernité et qualifié par certains comme Jean-François Lyotard, de post modernité, vise à relativiser l'importance même de la méthode scientifique, dogme cartésien sur lequel reposait l'édifice de la science moderne.

En examinant les conditions de possibilité d'une objectivité et d'un progrès de la science, Karl **Popper** a déjà mis en lumière l'importance du contexte social dans lequel se déroule l'activité scientifique. La science est d'abord institutionnalisée et organisée au sein d'une communauté scientifique représentant un lieu de confrontation de la connaissance avec elle-même et jouant théoriquement un rôle essentiel pour accéder à la connaissance objective.

Thomas **Kuhn** souligne ensuite l'importance des facteurs sociaux dans la recherche scientifique. Il développe la thèse d'une science progressant de manière fondamentalement discontinue, c'est à dire non par accumulation mais par ruptures appelées révolutions scientifiques. Les notions de paradigme, de science

normale et de science révolutionnaire forment la base du modèle Kuhnien de l'évolution de la science relativisée du fait de la subjectivité qui sous-tend le remplacement des théories scientifiques lorsqu'elles sont rejetées et ont pu être remplacées.

Paul **Feyerabend** va dans le même sens en dénonçant la contingence des méthodes choisies à tel moment par la communauté scientifique mais aussi le dogmatisme de la science et le mythe de l'objectivité qui l'accompagne.

Pour Ian **Hacking** cette notion de construction sociale de la science est dérangeante car « les constructionnistes sociaux nous enseignent que des éléments dont nous pensions qu'ils étaient inévitables ne sont que des produits sociaux ». Mais en fait quoi de plus évident que le savoir est pour partie dépendant de la société ?

Pour ce courant post moderniste, les valeurs dont s'imprègnent la science ne sont donc pas seulement les valeurs de la science comme la clarté, l'exactitude, la cohérence. Mais la science est également motivée par un projet de vie, par un rapport au bien, au mal, à l'Homme, aux individus et à la collectivité, à ce que ceux-ci décident ou ne décident pas.

Dans la mesure où les sciences ne peuvent être considérées indépendamment des valeurs et des décisions, l'objectivité si chère à la recherche scientifique, apparaît comme un concept échappant à la possibilité d'une définition simple. Au fond on peut se demander si l'objectivité n'est pas, comme l'écrit **Nietzsche** à propos de la vérité « une de ces illusions, dont on oublie qu'elles le sont ».

Ce trop bref parcours historique nous montre bien qu'aujourd'hui la science n'a plus la primauté en matière d'expertise et de recommandations. Mais en même temps la société, les individus, les décideurs fondent de grands espoirs dans les avancées scientifiques et leurs applications pour apporter des solutions par exemple dans les domaines relevant de nos préoccupations et aussi importants que la santé animale et humaine, la sécurité sanitaire et alimentaire, la lutte contre le réchauffement climatique et l'environnement.

L'idéal de la science a été ébranlé, mais il nous appartient de faire en sorte que cette crise de la science n'aboutisse ni à une faillite de la raison, ni à une théologie de l'irrationnel, ni à une crise de civilisation. Revenons à cette question que nous nous posons en début de cet exposé : peut-on réenchanter la science ? Comment ?

Sans doute la science doit elle :

- Éviter le scientisme qui croit que l'esprit et les méthodes scientifiques doivent être étendues à tous les domaines de la vie intellectuelle et morale sans exception.

Prendre en compte que la relation science et progrès n'est plus un gage d'acceptabilité sociétale, d'autant que le temps de la science n'est pas celui effréné du marché de l'information.

- Distinguer les sciences et leurs applications pratiques. Autant une théorie scientifique peut sembler apporter des critères fiables de vérité, autant aujourd'hui les risques sont grands lorsque les applications techniques sont complexes et touchent un large public.
- Intégrer que la réflexion éthique est devenue une composante essentielle du développement des sciences et de la technologie selon Georges **Kutukgjian** et qu'il incombe à l'éthique de tracer la frontière entre le possible et l'acceptable car cela ni la science ni la technologie ne peuvent le faire selon Federico **Mayor**.
- Faire en sorte que la culture scientifique soit mieux partagée, que les citoyens disposent d'outils pour comprendre la démarche scientifique, que le système éducatif forme mieux à cette démarche, que les scientifiques eux mêmes fassent part de leur doute, que les médias consacrent plus de temps à la culture et aux informations scientifiques portant ainsi une vision certes vigilante mais plus positive de la science. Dans un pays qui sélectionne ses élites par les mathématiques, finalement la culture

scientifique apparaît comme un parent pauvre, alors qu'elle devrait faire partie de la sacro-sainte culture générale et donc du socle de formation de chaque citoyen.

- Reconnaître que les conceptions duales science-religion ou naturel et surnaturel ou environnementalisme et technologie sont révolues du fait d'une mondialisation sans régulation des flux d'informations qui substitue l'illusion à l'apparence, le vraisemblable à la vérité scientifique. L'abondance informationnelle du numérique et la mise en réseau peuvent se révéler décisif si c'est là que commence la réappropriation des biens communs et si elles mettent les citoyens en posture de compréhension et de décision. Sommes-nous en train de passer à une civilisation globale et ouverte qui autorisera des référentiels de valeur individualisés et éthiques ? : un progrès humain « open source » ? Quelles conséquences pour la transmission des savoirs ou pour la diffusion des connaissances ?
- Considérer la tendance anthropocentrée qui substitue à la confiance aveugle dans les technologies la nécessité d'une science en conscience réconciliant humanisme et science, progrès scientifiques, progrès techniques et progrès humains. Cette question d'un progrès humain assumé devient centrale dans les relations science et société. Technoéthique et éthique du soutenable relèvent d'une alternative de pensée plus vaste : la recherche de la sagesse. Réanimer cette notion perdue en occident donne la mesure de la rénovation philosophique nécessaire pour imaginer et mettre en œuvre une alternative à notre modèle unique de rationalité (la science), d'action (la puissance technologique) et de valeurs (la domination et la soumission).

La philosophie anglophone a conservé ou réanimé plus précocement que nous, non pas la question de sagesse, mais celle de « vie bonne » qui peut en être l'amorce et se rapproche de ce que la philosophie d'Asie orientale appelle « l'Apprentissage de la Voie ».

Dans l'Encyclique « *Laudato si* » de 2015, le Pape François en appelant « toutes les personnes de bonne volonté » à repenser les interactions entre l'être humain, la société et l'environnement, en estimant qu'il manque à l'homme « aujourd'hui une éthique solide, une culture et une spiritualité qui le limitent réellement et le contiennent », en invitant chaque personne qui habite cette planète « à s'interroger sur les fins et le sens de toute chose » met en exergue ces questionnements spirituels et individuels.

Réconcilier science et spiritualité pour réenchanter le monde conduit à nous demander ce que nous voulons vraiment, où nous voulons aller, quel est notre système de valeurs, ce que nous voulons être individuellement et/ou collectivement, pour quelles fins agir ? au nom de quelles valeurs ? en d'autres termes quels sont les enjeux de la science et de technique pour l'homme et/ou pour la société.

Pour conclure je citerai Etienne-Emile **Baulieu**, ancien Président de l'Académie des Sciences, qui en 2010 lors d'une séance des 5 académies s'interrogeant sur le thème « Changements de la Science, progrès pour l'homme ? » concluait en ces termes : « Progrès tout cela ? Oui, si on l'inscrit dans une perspective de plus grande fraternité, de meilleure compréhension de notre monde et des hommes. Faisons en sorte que les progrès scientifiques ne soient pas qu'un mécanisme pour renouveler des activités marchandes ».

Au moment de terminer ce mandat de Président, je remercie chaque consœur, chaque confrère, chaque membre de l'équipe administrative pour leurs concours dans toutes les actions que nous avons conduites ensemble au cours de cette année. J'ai eu beaucoup de plaisir à travailler dans un climat de confiance avec l'ensemble du bureau dont je remercie chacun de ses membres pour leur écoute et leur disponibilité.

C'est avec un très grand plaisir que je passe le relais à notre nouveau Président B. **Hervieu** et à notre nouveau Vice-Président J.L. **Bernard** auxquels je souhaite beaucoup de succès dans leurs nouvelles mandatures. Pour perpétuer une tradition récente, puisqu'instaurée par Paul **Vialle**, je transmets l'insigne du pouvoir, la sonnette du président, à Bertrand **Hervieu**.

Discours de Bertrand HERVIEU
Président de l'Académie d'agriculture pour l'année 2018

Madame la Secrétaire Perpétuelle de l'Académie des Sciences,
Monsieur le Secrétaire Perpétuel,
Monsieur le Trésorier Perpétuel,
Chères Consœurs et Chers Confrères,

Je tiens à vous remercier, Chères Consœurs et Chers Confrères, de l'honneur que vous me faites en m'appelant à la Présidence de notre compagnie. Vous avez élu un chercheur venant des sciences sociales – le fait n'est pas si fréquent – et en même temps, vous avez élu un fonctionnaire ayant assumé des responsabilités au sein de cabinets ministériels ou à la tête d'organismes de recherche et de formation. J'y vois le signe de l'intérêt porté par notre compagnie au dialogue qu'il faut nourrir entre deux ordres distincts de responsabilité : la responsabilité scientifique et la responsabilité politique. J'y suis sensible, et je vous en sais gré.

En ce début d'année 2018, notre Académie se propose d'ouvrir le chantier de sa réflexion stratégique, un chantier qui sera un bon moyen d'amplifier notre débat interne sur la place et le rôle de notre institution. Il n'est pas anodin pour nous que cette décision coïncide avec la publication toute récente de plusieurs enquêtes mettant en évidence, de façon alarmante, l'oreille bienveillante que prête l'opinion, et spécialement les plus jeunes, à la diffusion de fausses nouvelles ciblant massivement des avancées scientifiques et technologiques associés à ce que nous saluons, dans l'univers rationnel que nous partageons, à des progrès de la connaissance et à des victoires du génie humain. Face à cette montée en puissance des croyances irrationnelles, qui caractérisent paradoxalement nos sociétés que Max Weber disait « rationnellement désenchantées », il ne suffit pas de crier à la régression et de dénoncer l'obscurantisme. Il nous faut, précisément parce que nous sommes attachés à combattre ces phénomènes par vocation institutionnelle autant que personnelle, essayer d'abord de comprendre de quelles anxiétés sociales ils sont l'expression paroxystique, afin, s'il est possible, d'ouvrir la réflexion sur ce que peut être, dans cette conjoncture troublante, la mission de notre Académie.

I - Pour introduire ce propos, je vous propose de nous saisir d'abord des éléments de compréhension que peuvent nous offrir les résultats de quelques enquêtes touchant à la perception que nos concitoyens ont de la science et de l'activité scientifique. J'en retiendrai deux : celle de Brice Teinturier intitulée *Les Français face à la science : facteur de progrès ou source d'inquiétude ?*, en premier lieu ; et, en second lieu, l'enquête publiée par Carine Marcé, de TNS SOFRES et Daniel Boy du CEVIPOF (Centre de recherches politiques de Sciences Po et du CNRS), à partir d'un sondage d'opinions IPSOS pour le Magazine *La Recherche*, portant sur Les représentations sociales de la science et de la technique. La première est toute récente : elle date de 2017. La seconde est un peu plus ancienne – 2012 – mais elle a l'avantage de s'inscrire dans une perspective à 20 ans en faisant mémoire des résultats d'enquête de 1994, 2000, 2007 et 2011 sur le même thème. L'enseignement de toutes ces études tient en un double constat : une adhésion forte à la science

d'une part, mais un questionnement grandissant sur les conséquences de son développement d'autre part. Est-ce là une contradiction ? Non, mais bien une *ambivalence*, dont il faut précisément évaluer la portée.

Les indices de confiance à l'égard de la science sont nets : 78% des Français considèrent que la science et la technique apportent des solutions aux problèmes que nous rencontrons aujourd'hui. 65% sont convaincus que, grâce à la science, les générations futures vivront mieux que nous, et 66% se déclarent intéressés par les enjeux de la recherche, par l'innovation et ses applications. Ces résultats IPSOS sont corroborés par l'enquête CEVIPOF-SOFRES qui met l'accent sur le niveau élevé de confiance accordé à la science et aux scientifiques, bien plus élevé que celui (pourtant très élevé dans notre pays) accordé aux associations ou à la police. Quand on demande aux Français ce qui leur vient à l'esprit lorsqu'on parle « science », le premier domaine cité est celui de la médecine et de la recherche médicale, bien avant l'astronomie et la recherche spatiale. Pour nos concitoyens, note Daniel Boy, « la science, c'est avant tout l'apport indéniable des progrès de la médecine à l'amélioration de la vie humaine ».

Une évolution mérite d'ailleurs d'être soulignée : en 1994, lorsqu'on demandait aux personnes interrogées s'il fallait développer des programmes de recherche « seulement quand on pouvait en espérer des applications pratiques », 59% des réponses étaient positives. La tendance s'est aujourd'hui inversée : la proposition selon laquelle « on doit développer des recherches scientifiques alors même qu'on ne sait pas pouvoir en attendre des résultats pratiques » obtient aujourd'hui la majorité des réponses positives, et ce taux dépasse 75% chez ceux qui ont suivi des études scientifiques ou s'intéressent particulièrement à la science. La valeur positive d'une recherche ordonnée à la seule connaissance a donc gagné du terrain, en dépit de la stagnation du pourcentage (autour de 55%) des personnes interrogées déclarant un intérêt pour la science.

Quoiqu'il en soit, si l'on prend en compte la séquence de 40 ans couverte par les enquêtes, on observe que trois domaines de recherche suscitent les intérêts prioritaires du public, trois domaines tous étroitement corrélés aux enjeux de santé publique : la recherche médicale, les recherches sur la vie, et les recherches sur l'environnement. Lesquelles suscitent un intérêt nettement grandissant (jusqu'à 2/3 des interrogés), alors qu'elles étaient – en particulier les recherches sur le climat - presque absentes des préoccupations en 1994.

Le tableau est jusqu'ici plutôt rassurant, quant à l'image de la science dans l'opinion. Mais il prend des couleurs un peu différentes si l'on interroge les jugements et sentiments, non plus sur les apports des différentes découvertes scientifiques considérées en tant que telles, mais sur la logique d'ensemble du développement scientifique. A la question : « D'une manière générale, avez-vous l'impression que la science apporte à l'homme plus de bien que de mal, ou bien à peu près autant de bien que de mal ? », les réponses se sont inversées depuis 1972. En 1972, une nette majorité (56%) des Français considéraient que le développement de la science apportait plus de bien que de mal. Ces optimistes n'étaient plus que 41% en 2011, par rapport à ceux qui mettaient en balance avantages et inconvénients. L'enquête IPSOS 2017 va plus loin, en montrant que 40% des Français pensent aujourd'hui que la science et la technologie produisent davantage de dommages que de bienfaits. Les résultats d'une enquête publiée ces jours-ci, qui fait état des réticences à l'égard des vaccins et de la montée du complotisme, en particulier chez les jeunes, montrent que le sentiment de méfiance tend à s'amplifier.

Tout se passe comme si les doutes, et même les opinions négatives, quant à la finalité et à l'utilité des applications scientifiques dans la vie concrète des individus tendaient progressivement à l'emporter sur la valorisation spontanée du progrès, associée à l'idée du développement de la science. Ces doutes entretiennent un rapport explicite avec le sentiment d'incertitude et d'instabilité généré par la rapidité même des avancées scientifiques et technologiques : 45% des Français considèrent, selon l'enquête commentée par Brice Teinturier, que « la science et la technologie génèrent des changements trop rapides dans leur vie ». Le cycle accéléré des mutations induites par l'innovation semble ne plus permettre – ou au moins permettre de moins en moins – le processus d'élaboration et de reconstitution par les individus des cadres de référence cognitifs,

pratiques et symboliques, qui organisent leur rapport au monde, et en particulier leur rapport à leur environnement naturel. Je crois que c'est là une donnée de première importance.

Dans cette situation d'incertitude, une idée fait progressivement son nid dans la conscience collective : celle selon laquelle la capacité de la science et de la technique à réduire les hostilités de la nature et à transformer celle-ci dans un sens bénéfique à l'homme pourrait bien s'être retournée en un pouvoir maléfique de la dégrader et même de la détruire. Le début des années 70 a marqué l'entrée en scène de cette idée, portée par la première contestation environnementale et le débat sur les « dégâts du progrès ». Daniel Boy la repère déjà dans l'enquête de 1972. Les enquêtes administrées entre 1989 et 1994 marquent, dans le contexte de la crise du sang contaminé et de celle de la vache folle, une très nette accentuation de sa diffusion. Les enquêtes de 2004 et 2007 montrent un relatif retour à l'équilibre : par-delà ces risques, une majorité de Français estiment que la science et la technique ont des effets favorables sur la santé, le niveau de vie et les conditions de travail. Mais ils soulignent en même temps des effets défavorables sur l'environnement, le sens moral et les relations entre les gens.

De façon intéressante, on remarque que les doutes s'insinuent de la façon la plus précisément formulée sur le terrain qui mobilise le plus les attentes positives à l'égard de la science, à savoir le terrain de la santé. Alors même qu'ils affichent leur confiance dans la capacité de la médecine de faire face de façon de plus en plus efficace aux menaces pesant sur la vie humaine, les Français pointent du doigt les auteurs de risques majeurs, à leurs yeux, qui démultiplient ces menaces : au premier chef, les pesticides utilisés pour la protection des plantes (cités par 94% des intéressés), les excédents d'engrais qui passent dans les réserves d'eau en sous-sol (92%) et la pollution de l'air associée à la circulation automobile (92%). Viennent ensuite, dans la liste des craintes exprimées, les centrales nucléaires, les aliments contenant des OGM et la consommation de médicaments. S'agissant des OGM, l'enquête SOFRES posait la question suivante : « Certains aliments, comme les pizzas et les biscuits, sont fabriqués avec des plantes génétiquement modifiées : quelle est votre attitude à ce sujet ? » Réponses : « dans la mesure du possible, j'essaierai de les éviter » : 51% ; « je n'y ferai pas attention » : 12% ; « je prends toutes les précautions pour les éviter car je les crois dangereux » : 36% ; non réponse : 1%. Parmi les enquêtés les plus précautionneux, ceux qui déclarent un intérêt pour la science sont 49% à récuser la proposition selon laquelle « la production de plantes génétiquement modifiées pourrait aider à combattre la faim dans le monde ».

Il faut remarquer ici que cette dernière notation, et plus généralement les résultats principaux de l'enquête du CEVIPOF, viennent bousculer la problématique du « deficit model » qu'elle avait précisément pour objectif de tester. Alors que le modèle explicatif corrélant les inquiétudes les plus élevées aux plus faibles niveaux de culture scientifique vaut pour le nucléaire (plus on est familier de la science, moins on a peur), c'est l'inverse qui vaut pour les pesticides et les engrais, qui sont au cœur des inquiétudes. Ce ne sont pas les individus les plus éloignés de la culture scientifique qui expriment le plus leur aversion: ce sont au contraire les mieux informés et les plus acclimatés à une culture de la connaissance. Cette inversion du « deficit model » suggère de ne pas imputer la crainte montante du risque au seul manque d'information scientifique des personnes interrogées. Elle interdit, plus encore, de s'abriter derrière les condamnations vertueuses d'un obscurantisme entretenu par les réseaux sociaux. Parmi nos concitoyens, ceux que tenaille l'inquiétude quant aux aliments que nous mangeons, à l'eau que nous buvons, à l'air que nous respirons, ne sont ni incultes, ni dévoyés par une idéologie hostile au progrès. Ce sont plutôt, au contraire, des personnes avides de disposer, sur les tendances du monde, des diagnostics les plus précisément fondés scientifiquement.

Font-ils confiance aux scientifiques pour les leur fournir ? Oui, dans l'ensemble, conclut une enquête IPSOS pour La Recherche en mai 2016. C'est l'avis de 60% des Français, se disant convaincus que les scientifiques respectent les lois et les règles qui encadrent leur recherche. Mais ce taux est en baisse de 5 points par rapport à une enquête posant la même question 5 ans plus tôt. A la question de savoir si les scientifiques sont

efficacement contrôlés par les autorités de sûreté nationales et européennes, 52% répondent positivement, mais la baisse est cette fois de 9 points en 5 ans.

Peut-on faire confiance aux scientifiques pour dire la vérité si certaines de leurs recherches pouvaient avoir des répercussions sur la santé des individus ? 38% des Français le pensent, mais le chiffre a baissé de 15% en 3 ans. Peut-on enfin considérer que les scientifiques français sont globalement indépendants et ne se laissent pas influencer par des groupes de pression industriels : 33% des personnes interrogées sont d'accord, soit 5% de moins que 3 ans auparavant. Quant aux agences gouvernementales qui contrôlent les risques liés à la société et à l'environnement, elles ne sont créditées que de 48% d'indice de confiance.

Confiance relativement maintenue dans la science et inquiétude montante quant à l'accélération du rythme de changement qu'elle induit ; attentes fortes à l'égard des avancées possibles de la science et de la technique, mais doutes marqués quant à l'horizon de progrès sur lequel ces avancées sont supposées s'inscrire ; suspicions à propos de l'indépendance des chercheurs et mises en doute plus ou moins feutrées de leur légitimité à faire valoir leurs initiatives comme des évidences s'imposant en raison : sans doute faudrait-il interroger et affiner plus précisément les tendances que nous livrent ces enquêtes. Mais quelles que soient les réserves et commentaires qu'elles appellent, nous ne pouvons pas passer aux pertes et profits les indications qu'elles nous fournissent, par petits bouts, sur l'environnement culturel au sein duquel, et par rapport auquel, une Académie comme la nôtre doit s'interroger sur son rôle. Cette interrogation s'impose d'autant plus à nous qu'elle porte sur des objets concernant au plus vif les domaines d'intervention qui définissent notre mission : le développement des connaissances touchant à l'agriculture, à l'alimentation et à l'environnement. C'est la raison pour laquelle le détour descriptif que je viens de vous imposer m'a paru nécessaire. Il permet de prendre la mesure des atouts, des alertes et des obstacles en face desquels nous sommes placés.

II – Face à ces incertitudes à l'égard de la science qui marquent la période que nous traversons, quel peut être le rôle d'une institution comme la nôtre, et de quels leviers disposons-nous, pour le mettre en œuvre ?

La première évidence - qu'il faut néanmoins rappeler en préalable - est que nous n'agissons pas directement comme producteurs de science. Nous ne sommes pas un laboratoire. Notre rôle ne consiste pas davantage à valider des résultats, individuels ou collectifs, produits par des chercheurs : ceux-ci sont soumis, au sein des communautés savantes auxquelles ils appartiennent, à leurs propres instances et procédures d'évaluation. Nous ne disposons, dans ce registre, d'aucun magistère particulier. Ce qui peut spécifier notre intervention – et justifier notre existence – c'est notre capacité collective d'agir en *passeurs de connaissance*. La responsabilité propre qui est la nôtre est de donner à voir à cette opinion troublée qui se pose des questions - et aux décideurs qui aimeraient tant que la science fournisse des réponses simples et définitives aux questions qui surgissent de la société – la complexité des enjeux qui traversent la scène scientifique et les dynamiques d'échanges et de discussions à travers lesquels les chercheurs s'efforcent de la dénouer. Il nous revient, face aux multiples inquiétudes qui s'expriment dans ces enquêtes, non pas tant de « certifier » les « résultats » de la science que de restituer les cheminements à travers lesquels les chercheurs peuvent légitimement avancer les acquis, toujours provisoires, de leurs démarches. Nous avons à nous efforcer d'évaluer les conséquences des avancées scientifiques. Nous avons, en d'autres termes, à soutenir, face à une opinion qui oscille, on le sait, entre méfiance systématique et confiance aveugle à l'égard de la science, le travail de construction progressive, toujours remise sur le métier, qui définit l'activité scientifique.

Tout ceci, me direz-vous, est évident pour tous ici. J'en suis conscient. Il me semble néanmoins utile de nous remettre en présence de cet objectif, en cette ouverture d'année, dans un contexte où les suspicions portées sur la parole des scientifiques peuvent réactiver, de leur côté, la tentation du repli dans une bulle

savante, rendue imperméable aux interrogations « profanes », émanant de la sphère sociale. Le rôle de l'Académie n'est évidemment pas de servir, entre initiés, un tel repli : il est au contraire de contribuer, autant que nous le pouvons, à établir et rétablir les circulations entre deux mondes portés, par cette conjoncture incertaine, à s'ignorer.

Cinq missions, correspondant déjà aux différentes activités que nous partageons ou que nous pouvons développer, me semblent s'inscrire très concrètement dans ce programme.

La première, et la plus traditionnelle s'agissant d'une Académie, est *la diffusion de la connaissance et l'information scientifique*, en direction des différentes communautés scientifiques que nous représentons, en direction des autres instances académiques, et de ceux, chercheurs et laboratoires qui gravitent autour d'elles, en direction de nos homologues et partenaires étrangers. Nos publications, notre site, et surtout notre séance du mercredi sont les moyens dont nous disposons pour assumer cette première mission qui fait fonctionner notre institution comme une chambre d'écho de la recherche en train de se faire, dans les différents registres disciplinaires que nous couvrons.

Cette première mission est adossée à une seconde qui est une mission de *veille scientifique*. Nous sommes d'autant plus fondés à prendre en charge cette mission que nous sommes en principe détachés des patriotismes d'institutions et de corps qui peuvent de temps à autre en compliquer l'exercice. La diversité des horizons institutionnels et professionnels dont nous sommes issus favorise une approche large et plurielle de ce travail de veille. Il nous faut certainement le déployer encore en explorant, du côté du numérique notamment, les voies de perfectionnement des outils dont nous disposons. Les académies, en tous domaines, ont été, à travers le temps, de formidables entreprises de production bibliographique. Nous sommes aujourd'hui entrés dans un autre monde de la communication scientifique, auquel il nous faut nous former et nous acculturer. Et nous nous y efforçons.

Une troisième de nos missions, qui émane directement de la précédente, consiste à *repérer des travaux neufs et innovants*, à aider à leur publicisation et à leur valorisation. Pour être également très traditionnelle, la pratique des prix et distinctions que nous attribuons chaque année n'a rien d'obsolète à mon sens, et elle illustre bien, d'une certaine façon, la nature de notre intervention dans le champ scientifique. Que faisons-nous quand nous attribuons un prix à une thèse ou à un ouvrage ? Nous apportons sans doute un brevet supplémentaire à des résultats scientifiques qui sont déjà passés par toutes les procédures de contrôle et de reconnaissance de leur validité. Le signe donné à l'auteur est important, et l'on sait que la plupart y attachent un grand prix. Mais en signalant l'excellence d'une réalisation, nous accréditons la qualité d'une démarche de recherche, nous mettons en évidence, à la lumière de la pluralité de points de vue présents dans l'assemblée que nous formons, la capacité de cette démarche d'entrer en résonance avec des perspectives qui ne sont pas seulement celle du domaine, forcément circonscrit, dans laquelle la recherche en question a mûri, s'est équipée et affirmée.

Ce point me permet d'introduire la quatrième mission, qui est sans doute celle que l'on peut, dans la conjoncture dessinée plus haut, considérer comme la principale : celle de l'organisation de *l'interlocution entre les disciplines*. La thématique de l'interdisciplinarité est devenue, dans tous les organismes de recherche, une thématique incontournable, invoquée parfois avec d'autant plus de lyrisme qu'elle est en réalité non seulement très exigeante à mettre en œuvre, mais aussi très difficile à organiser, tant les pesanteurs des segmentations disciplinaires demeurent très massivement présentes dans nos institutions et universités. L'Académie d'Agriculture, par son organisation en sections, participe d'ailleurs pour sa part, de cette inertie des séparations disciplinaires, qui vaut, notamment, pour nos recrutements. Mais dans le même temps, la pratique des groupes de travail que s'est désormais imposée comme la forme la plus adéquate de notre travail commun contribue efficacement au décloisonnement de nos échanges. Ce privilège donné à l'interlocution des disciplines s'impose d'autant plus à nous que les objets même qui sont au centre de nos échanges – agriculture, alimentation, environnement – sont des objets qui mobilisent, par nature si j'ose dire,

la palette la plus complète des sciences de la vie, des sciences physiques, des sciences sociales, des sciences humaines et de la philosophie. Faire vivre cette interlocution me semble pouvoir être l'objectif majeur d'une institution comme la nôtre, riche précisément d'une pluralité de compétences mises au service de la restitution de la complexité de ces objets. L'horizon principal de l'échange interdisciplinaire n'est pas, ne peut pas être, la réalisation d'un improbable consensus à propos d'objets complexes qui défient toute approche univoque. Esquiver cette complexité reviendrait à cacher ou à ne pas dire. Or le but de l'échange est, en tant que tel, la démultiplication des points de vue pris sur l'objet et leur mise en tension. La controverse, autrement dit, est le ferment et le ressort de l'exercice interdisciplinaire. Sans doute est-ce là l'une des raisons de la difficulté de sa mise en œuvre. Organiser l'expression régulée de ces tensions, favoriser leur explicitation, et, ce faisant, défier l'idée d'une science prétendant à l'explication sans reste du réel, tel est, à mon sens, la vocation par excellence d'une académie comme la nôtre. Comme le disait Claude Lévi-Strauss chaque fois qu'on lui faisait valoir la vertu explicative ultime de telle ou telle thèse scientifique, y compris s'agissant des interprétations qu'il avançait lui-même: « oui – disait-il, mais c'est plus compliqué que cela ». Les méfiances qui se manifestent à l'égard de la science ne seront pas résorbées, on le sait, par un renforcement d'affirmations tenues d'en haut. Face à une opinion qui met en doute tout discours d'autorité et de « vérité » au sens dogmatique du terme, la reconquête de la légitimité sociale de la parole des scientifiques passe par leur capacité de donner à voir les tensions, les contradictions et les débats qui sont la dynamique même de la production de la science. La publicisation de la controverse n'affaiblit pas la crédibilité de la parole scientifique : elle explicite au contraire les conditions dans lesquelles la plausibilité validée des propositions scientifiques doit être entendue.

Cette dernière remarque introduit logiquement la mention du statut des avis que notre académie est sollicitée de donner à des décideurs politiques. La cinquième de nos missions est en effet de fournir des réponses à des questions qui nous sont posées au titre de la responsabilité savante qui est la nôtre. Demandes embarrassantes parfois, tant la sollicitation des « experts » intervient fréquemment, soit dans un contexte de préfiguration de la réponse attendue (on demande ce que l'on veut entendre), soit, en sens contraire, dans un contexte d'attente disproportionnée à l'égard du savoir ultime que la science est supposée détenir (on attend une solution clé en mains, dispensant le politique de la responsabilité de décision qui lui incombe in fine). La préparation de l'avis, avec ce qu'elle implique de mise à distance de ces attentes et de confrontation des approches sur un problème donné, entre parfaitement dans la mission d'organisation de l'échange scientifique qui est celle d'une institution comme la nôtre. Il nous faut pleinement l'assumer.

Je terminerai avec deux citations. La première est d'Edgar Morin, donnant de la sociologie la définition suivante : « aider une société à se comprendre elle-même » ; la seconde est du Professeur Cohen-Tannoudji, Prix Nobel de Physique : « le chercheur est animé par deux idées importantes : comprendre les phénomènes qui nous entourent, et agir sur ce monde ».

A quelques exceptions près, nous ne sommes plus ici des chercheurs au cœur de la recherche en train de se faire. Pour autant, à tous, comme à chacun personnellement, je souhaite, en ce début d'année 2018, de garder intacte cette envie qui nous rassemble : celle de connaître pour comprendre, de connaître pour transmettre, de connaître pour agir.

Je vous remercie.

L'AFRIQUE PEUT-ELLE NOURRIR L'AFRIQUE ?

Séance animée par Henri **ROUILLÉ D'ORFEUIL**
Membre de l'Académie

Résumés des interventions

QUE FAIRE POUR QUE L'AFRIQUE NOURRISSE L'AFRIQUE ?

Dr. Papa A. **SECK**¹

En dépit de ses innombrables potentialités, l'Afrique est un continent importateur net de produits agricoles. Il se pose alors une question de fond : Que faire pour que l'Afrique nourrisse l'Afrique ? J'y répondrai en me fondant sur mon expérience de chercheur, de manager de la recherche au niveau national et international et de décideur politique. Par ailleurs, j'aborderai la bataille pour le riz qui, perdue, pourrait conduire à des émeutes de la faim, dans un proche avenir, sur ce continent.

LE FINANCEMENT DE L'AGRICULTURE ET LA COOPÉRATION FRANÇAISE DANS LE DOMAINE AGRICOLE EN AFRIQUE DE L'OUEST

par Christian **FUSILLIER**²

L'agriculture en Afrique s'est longtemps vue assigner les missions quasi-exclusives de nourrir sa population et de générer des devises par l'exportation de quelques productions primaires. Elle est désormais au cœur des débats sur le changement climatique en tant que facteur d'émission de gaz à effet de serre et probable victime de changements agro-écologiques annoncés. Il est aussi convenu de considérer le secteur agroalimentaire africain comme un gisement d'activités aptes, à l'avenir, à absorber les excédents de main d'œuvre. Mais miser sur l'agroalimentaire, c'est aussi considérer que les agriculteurs auront la capacité de vivre décemment de leur métier alors que sous l'effet de la forte croissance démographique, l'accès au foncier deviendra plus tendu et que le changement climatique pourrait peser sur les possibilités de progrès des rendements limitant les espoirs de gains de productivité. Les contraintes pour atteindre des revenus agricoles à parité avec d'autres secteurs s'accroissent, or les rapports de revenus entre secteurs sont des déterminants aussi importants que les différences d'accès aux infrastructures sociales dans les dynamiques migratoires, notamment entre zones rurales et urbaines. Les projections à l'horizon 2050 montrent des trajectoires de revenus agricoles et non-agricoles qui laissent augurer des divergences croissantes et donc une incapacité de l'agriculture, dans certains cas, à jouer un rôle moteur pour l'emploi et le PIB. Si certains pays pourront bénéficier de la croissance de leurs économies pour mieux soutenir la production agricole, *via* des politiques de prix, d'autres devront se résoudre à un traitement social du secteur pour préserver stabilité et équilibres territoriaux.

La priorité qu'une Agence comme l'AFD accorde à l'Afrique pour ses financements se traduit ainsi

¹ Ministre de l'agriculture et de l'équipement rural de la République du Sénégal.

² Responsable de la division Agriculture, Développement rural et Biodiversité de l'Agence française de développement (AFD).

par des financements à des projets et des politiques qui ont un impact sur les différents déterminants de la relation agriculture-autres secteurs. C'est pourquoi les appuis aux transitions démographiques, aux infrastructures (rurales), à l'accès aux financements agricoles, à la résilience des capacités productives des ménages sont constitutifs de sa politique en faveur du développement rural et de la dynamisation de l'agriculture africaine.

QUELLE RECHERCHE AGRICOLE ET QUELLES POLITIQUES TERRITORIALES POUR RÉPONDRE AU DÉFI DE L'INSÉCURITÉ ALIMENTAIRE ?

par Michel **EDDI**³

La question de l'insécurité alimentaire en Afrique subsaharienne doit impérativement être replacée dans la perspective des défis structurels auxquels le continent doit faire face aujourd'hui : un fort accroissement démographique et l'adaptation au changement climatique dans des économies peu diversifiées qui posent la question de la création d'emploi, principalement en milieu rural, pour les jeunes actifs arrivant en masse sur le marché du travail. Classiquement limitée à la réflexion sur les disponibilités alimentaires, renvoyant de fait à la nécessité incontournable d'accroître la production, la question alimentaire est aussi celle de l'insécurité dans l'accès à l'alimentation, liée à la persistance de la pauvreté, aux inégalités croissantes et aux risques de déstabilisation politique. Avec une population encore majoritairement rurale, l'agriculture africaine est au cœur de la réponse aux défis des prochaines décennies des deux côtés de l'équation alimentaire : production et génération d'emplois et de revenus.

Le continent peut potentiellement répondre à ce défi mais cela suppose une véritable transformation de son agriculture dans un contexte de changement climatique. Cette transformation sera technique mais aussi organisationnelle ; elle ne peut simplement consister à reproduire des schémas de modernisation précédents, ni se limiter au secteur agricole stricto sensu. Elle implique une évolution des politiques publiques, des dispositifs de recherche et des systèmes d'innovation permettant de mieux prendre en compte à l'échelle des territoires les atouts et les contraintes des différentes filières de production et de transformation ainsi que le potentiel de diversification des activités en milieu rural.

³ Président-directeur général, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD).

RÉGIMES DE PROPRIÉTÉ ET MODES D'EXPLOITATION : VERS QUELLES RECOMPOSITIONS ?

INTRODUCTION

par Gérard **CHOUQUER**¹

Lors de notre première séance, en novembre, nous nous sommes demandés si la propriété étendait inexorablement son empire dans le monde, ou bien si ce droit subissait des formes d'érosion telles que sa nature s'en trouvait transformée. Nous avons exploré cette question sous l'angle théorique, ensuite dans la sphère régionale de l'Europe médiane, enfin sous l'angle du droit de l'environnement. Il nous reste aujourd'hui à aborder la question fondamentale du rapport entre posséder et exploiter, entre le régime de la propriété et les modes d'exploitations. Nous avons bien observé et retenu que, dès les questions qui ont suivi les exposés de cette première séance, vous avez souhaité que la question du rapport entre propriété et exploitation soit évoquée. Mais nous avons construit nos deux séances de façon à faire passer un double message. Oui, la question du rapport entre la propriété et l'exploitation est centrale et cela est tellement vrai que nous lui consacrons, aujourd'hui, l'intégralité de notre séance, avec les trois exposés que je vais brièvement introduire. Vos impatiences étaient légitimes et nous vous remercions d'avoir attendu jusqu'à cette seconde séance.

Mais la question foncière, aujourd'hui, est en train de prendre une telle ampleur et ses contenus sont tels que le foncier, que tout un ensemble de techniques juridiques et comptables tentait d'externaliser afin de s'en débarrasser, revient par la grande porte, celle de débats de fond sur la mondialisation, la place rectrice de l'environnement, la place de la forêt, celle des milieux sensibles, la fonction de l'agriculteur, le bon modèle agricole, avec les contestations qui accompagnent ces débats. C'est donc en n'oubliant pas ces dimensions nouvelles de la question foncière que nous allons aborder la problématique du jour.

Pour démarrer la réflexion, rien ne me semble plus utile que de mettre en avant la question du portage, car c'est par cette technique qu'on a cherché et qu'on cherche encore à résoudre la question du financement des entreprises agricoles et à envisager la place du foncier dans l'entreprise agricole. J'entends ainsi par ce mot de portage non seulement un ensemble de techniques juridiques et économiques pour résoudre la question de la propriété au sein de l'entreprise agricole, mais, de façon plus générale, une posture qui se développe, face aux réalités de la production agricole, au donné de la terre et de ses milieux géographiques, en plein changement comme chacun sait, et aux nécessités économiques également évolutives. Le portage, en tant que concept, a été doté récemment de nouvelles figures de style, et il est probable que l'invention typologique à ce sujet n'est pas achevée. De nos jours, on porte et on fait porter beaucoup de choses et à toutes les échelles.

Si nous avons cru qu'il existait, jadis, un rapport entre la forme, la propriété et l'exploitation des choses, - mais cette vision d'un ancien temps harmonieux s'avère fausse - ce rapport n'existe tout simplement pas, tant la diversité et l'imbrication des formes de portage rend aujourd'hui plus compliquée la relation à l'espace productif.

Et je ne fais que reprendre des faits bien connus quand j'observe qu'à peine une solution est-elle envisagée et actée que des éléments nouveaux viennent la perturber et en appeler une autre. Depuis la fin de la dernière guerre mondiale, n'est-ce pas ainsi qu'il faut résumer l'histoire du rapport entre propriété et exploitation, celle d'une course entre des réalités évolutives voire fuyantes, celles des formes de l'association

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

du capital et du travail dans le domaine agricole, et des solutions législatives ou réglementaires qui courent après ce train sans jamais trouver la formule définitive ?

Et que dire du décalage entre la réalité des évolutions législatives et la persistance, dans les opinions, d'une représentation de l'agriculture qui comporte beaucoup d'inertie ou oriente vers d'autres fonctions que la fonction productive ?

Le portage peut être familial et ce qui s'est joué sur ce terrain en France depuis le milieu du XXe siècle n'est pas innocent puisque la création de formes comme le Groupement foncier agricole, en 1970, en articulation avec les baux à long terme, a transformé et continué à transformer la propriété en privilégiant celui des héritiers qui reprenait l'exploitation paternelle et surtout, ce qui était au cœur de la réforme de 1970, en permettant le financement de ce nouveau montage, du moins lorsqu'il avait été correctement préparé lors d'une succession.

Le portage foncier peut également être collectif, et en France ce sont les SAFER qui remplissent historiquement ce rôle. Mais des associations ou réseaux associatifs peuvent désormais intervenir sur ce secteur, comme *Terre de Liens*. De même, le secteur bancaire peut aussi porter le foncier agricole, dans des montages de nature nouvelle et sémantiquement très intéressant, puisqu'on passe de la figure du GFA « groupement foncier agricole » à celle du GUFA « groupement d'utilisation du financement agricole ».

J'en viens à la présentation de notre séance, dont je rappelle que, comme celle de novembre dernier, elle est le fruit des travaux d'un groupe de la section IV de l'Académie, travaillant sous la direction de Nadine **VIVIER** avec Marie-Claude **MAUREL**, Carole **HERNANDEZ-ZAKINE**, Bertrand **HERVIEU**, Jean-Paul **JESSENNE** et moi-même. Nous écouterons trois présentations, l'une historique, les deux autres juridiques et économiques.

Une vision trompeuse serait de croire que dans le passé existait une espèce d'harmonie entre la propriété et l'exploitation que seule l'évolution récente, disons à peine plus d'un demi-siècle, aurait rompue au profit d'antagonismes devenus perturbants. Que des questions dérangeantes se posent et même s'accroissent, cela ne fait aucun doute. Il suffit d'observer les débats actuels pour s'en convaincre : débats autour des modèles d'agriculture (familiale, sociétaire, de firme, etc.), autour de la taille des exploitations (mille vaches ou moins ?), autour du mode d'insertion de l'agriculture dans l'économie libérale (une agriculture ouverte au marché ou au contraire protégée ?). Mais le passé n'a pas ignoré ces débats.

Ce sera l'entrée en matière que nous propose notre confrère Jean-Pierre **JESSENNE**, professeur émérite d'histoire moderne. Il entend, dans sa présentation, nous rappeler que le couple compliqué que forme la propriété et l'exploitation a connu une diversité de modèles historiques qui interdisent toute vue évolutionniste ou linéaire de cette histoire, au profit d'une histoire plus articulée et aussi plus régionale des faits. Il a choisi de le faire en observant l'Europe des XVIIIe, XIXe et XXe siècle, et son exposé nous permettra de revisiter les différents modèles.

À l'historien qu'il est, nous avons, par exemple, envie de demander ce qui fait la spécificité française au sein de cette Europe à plusieurs histoires et à plusieurs vitesses dont il souhaite nous faire toucher du doigt la variété. Puisque la France, qui est au cœur de notre séance, n'a connu, du XVIIIe siècle à nos jours, ni collectivisation de type socialiste, ni réforme agraire radicale, redistributive de la propriété aux plus pauvres (car la vente des Biens nationaux ou le "partage" des communaux ont été sensiblement autre chose), quel est le cadre historique qui doit organiser la réflexion ? Comment faut-il penser, dans notre pays, l'histoire du couple compliqué propriété-exploitation aux XIXe et XXe siècle, et sur quelles bases historiques se présente-t-il ?

Nous avons ensuite sollicité un juriste, Hubert **BOSSE-PLATIÈRE**, professeur de droit civil à l'Université de Bourgogne, et il nous laisse entrevoir, dans son titre, un « Avant-propos à une réforme foncière ». La raison de cette annonce est qu'il se trouve embarqué, à l'invitation du Conseil Supérieur du Notariat français, dans l'écriture d'un rapport de synthèse qui sera présenté au 114e Congrès des Notaires de France, en mai prochain, à Cannes.

Nous l'avons sollicité afin qu'il nous éclaire sur une des questions les plus délicates qui soient : pourquoi, alors que la production législative en matière foncière a été constante et particulièrement soutenue depuis plusieurs décennies, les outils paraissent-ils à bout de souffle ? Pourquoi fait-il le constat que « le droit est dépassé », et ce sont ses propres termes car je ne me serais pas permis de le dire ainsi ?

Au juriste qu'il est, nous avons envie de demander de nous éclairer sur cette tendance lourde de conséquences qui rapproche de plus en plus le bail rural d'un bail commercial ordinaire, en faisant progressivement sauter les protections qui garantissaient la structure familiale, le statut du fermage et les modes de financement relativement endogènes qui étaient ceux de la production agricole. Que devient, par exemple, le statut du fermage ? Bref, le renouvellement des enjeux paraît considérable et les instruments doivent évoluer. Mais comment le juriste voit-il se redessiner les fonctions de l'agriculture et l'accès au foncier ?

Le dernier intervenant de notre séance est Emmanuel **HYEST**, président de la Fédération Nationale des Sociétés d'aménagement foncier et d'établissement rural, les SAFER. Conformément à leur mission, les SAFER, on le sait, se penchent sur l'accès au foncier, la reproduction de la profession agricole, le crédit, l'évolution des marchés fonciers ruraux, la défense toujours difficile de la terre agricole face aux énormes besoins de terres pour l'aménagement et l'urbanisation, etc. Récemment sollicitées par la FAO sur certains enjeux mondiaux, les SAFER démontrent ainsi que l'organisation et la régulation ne sont pas devenues des coquilles vides, puisqu'on se demande comment le faire, même si la FAO ne peut proposer que des incitations et non des contraintes. Les SAFER démontrent aussi qu'un outil de régulation de ce type peut être opportun à proposer à des pays qui se posent le même genre de questions. Elles font ainsi partie de l'expertise foncière française en direction de l'international.

Voilà pourquoi nous avons envie de demander au président de la Fédération Nationale des SAFER si une politique des structures est encore envisageable ? Comment il voit la logique entrepreneuriale nouvelle introduite dans la production agricole, et comment il conçoit le rôle des structures de régulation par rapport à l'entrée de la firme dans le monde de la production agricole ? La question est, bien entendu, celle du droit de préemption sur les terres, activité la plus connue des SAFER, mais plus largement celle du rapport entre régulation et liberté d'entreprendre et des diverses voies pour agir. La question est aussi celle des limites de ce modèle de régulation, voire de la réponse à apporter aux critiques qui lui sont faites. Puisque nous nous interrogeons, tout au long de cette séance, sur les rapports entre propriété et exploitation, nous sommes demandeurs d'idées sur la façon dont les SAFER envisagent, à leur façon, la possible ou probable réforme foncière à venir.

Bonne séance et merci à vous, pour votre présence et votre écoute pour ceux qui nous suivent à distance, et merci à nos intervenants.

POSSÉDER ET EXPLOITER LA TERRE EN EUROPE DU 18^E AU 20^E SIÈCLE : LA PLURALITÉ DES FIGURES D'UN COUPLE COMPLIQUÉ

par Jean-Pierre **JESSENNE**¹

Le rapport à la terre ou régime agraire associe deux composantes plus ou moins différenciées : la propriété foncière et le mode d'exploitation. L'interaction entre elles s'avère décisive dans l'évolution non seulement de la ruralité mais de l'ensemble des systèmes sociaux. L'ampleur des enjeux a contribué à encombrer le sujet de simplifications trompeuses, comme celles montrées par MC Maurel, à propos de la

¹ Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, Professeur émérite d'histoire moderne.

transformation post-collectiviste à l'Est de l'Europe (cf. séance du 29 novembre). C'est pourquoi je vous propose d'interroger plus avant ce couple crucial et compliqué de notre histoire agraire européenne depuis le 18^e siècle.

Alors qu'il est courant et commode d'opposer des modèles antagonistes d'agriculture –productiviste versus biologique, grande exploitation capitaliste *versus* petite exploitation paysanne- je m'attacherai à montrer que les débats sur le bon modèle d'exploitation ne datent pas d'hier et qu'ils s'enracinent en particulier dans les simplifications dualistes du 18^e siècle, au temps des physiocrates et de la Révolution française. Quoiqu'affirme une doxa entêtante, la problématique de la modernisation agricole ne se réduit ni à la seule sacralisation de la propriété, ni à la promotion d'un seul type d'exploitation.

Bien-delà des schémas, prévaut en France et en Europe, au moins jusqu'au milieu du 20^e siècle, la multiplicité des modalités de développement et des configurations du couple propriété/ exploitation. Il s'agira de résumer brièvement cette pluralité de « modèles », notamment pour essayer de comprendre les logiques aussi bien économiques que sociales ou politiques auxquelles la diversité agraire et agricole peut répondre, notamment en assurant la complémentarité des secteurs agricoles, en répondant à des problèmes de main d'œuvre ou à des incertitudes politiques.

Néanmoins, depuis la Première Guerre mondiale, cette diversité s'accompagne de plus en plus de politiques régulatrices voire prescriptives dont la forme la plus systématique est la collectivisation, à côté de bien d'autres figures de réformes agraires dont la fréquence et la variété est un trait frappant du milieu du 20^e siècle. Pour autant, ces réformes –mal nommées car souvent radicales- ne doivent pas masquer des ajustements progressifs qui modifient sans le bouleverser le couple propriété/exploitation, alors que se profilent des échelles régulatrices nouvelles comme l'Europe verte.

Comment peuvent s'expliquer ces rythmes et pratiques différents ? pluralité des régimes de propriété/exploitation, issus d'histoires agraires spécifiques, peut-elle persister dans un tel contexte, au temps de la mondialisation et de la généralisation de l'agriculture de marché ? Est-elle compatible avec une politique agricole commune et selon quelles pratiques de régulation ? C'est un substrat historique à ces questions contemporaines que je vous propose.

AVANT-PROPOS À UNE RÉFORME FONCIÈRE *Jeu de lois*

par Hubert **BOSSE-PLATIÈRE**¹

1958-2018 – Le début de la V^eme République fût propice à la mise en place de nouveaux outils de régulation du foncier agricole. La lutte contre les cumuls fonciers, sœur aînée de la législation relative au contrôle des structures ainsi que les SAFER voient ainsi le jour. Ces instruments avaient une ligne directrice : la défense de l'exploitation agricole de type familial. Ils prolongeaient le modèle qui avait été mis en place au lendemain de la seconde guerre mondiale avec l'instauration du statut du fermage dont on a souvent dit qu'il était plus qu'un contrat *intuitu personae*, un contrat *intuitu familiae*.

60 ans plus tard. Ces outils nous paraissent à bout de souffle. Ils ont pourtant été retouchés, toilettés, modifiés, adaptés, réorientés, mais aucune de ces nombreuses réformes législatives n'a osé aborder la *question foncière* dans sa globalité.

Or, si le droit semble dépassé, c'est parce que les enjeux actuels ne sont plus les mêmes que ceux que nous avons en 1958. Ce sentiment paraît partagé par nombre d'observateurs. Et c'est parce qu'il semble

¹ Professeur à l'Université de Bourgogne.

prédominant aujourd'hui que beaucoup appellent de leurs vœux une grande réforme qui redessinerait les fonctions de l'agriculture et l'accès au foncier.

Le droit est le reflet d'une culture : il s'agit de mettre en mot une réalité sociale par nature complexe à un instant d'une évolution perpétuelle. Il serait toutefois réducteur de l'appréhender uniquement sous le prisme du langage. Il existe un art juridique qui se matérialise dans la manière de rédiger les textes et de les interpréter. Dans son magistère, le juriste est en quête perpétuelle de cohérence, là où d'autres acteurs ne la recherchent pas nécessairement. Il devrait être un tiers digne de confiance, non seulement du législateur, mais de la société toute entière.

Les libres propos qui suivent ne servent qu'à instruire un débat, ou un pré-débat législatif. Repenser le ou les modèles (I) paraît un préalable indispensable avant de songer à la réécriture des instruments (II).

I. Le modèle : Terre des hommes

A. La fin du modèle

Les ambivalences de l'exploitation agricole familiale

B. L'essor d'un modèle

L'écologisation de l'homme et de son agriculture

Le retour en force des communs

II. Les instruments : des hommes sur la terre

A. L'état des lieux

La défektivité des outils de régulation (baux ruraux, contrôle des structures et SAFER).

B. L'état des vœux

Chartes territoriales et charte nationale ; Agences de la cohésion territoriale ; permis d'exploiter ou d'usage des sols ; Contrôle de l'action publique ; une fiscalité incitative.

UNE POLITIQUE DES STRUCTURES EST-ELLE ENCORE ENVISAGEABLE ?

par Emmanuel **HYEST**¹

En France, comme en Europe, la concentration des terres agricoles ne cesse de se poursuivre.

Si les transmissions familiales permettent le renouvellement des générations, les différents marchés fonciers (des terres libres, des locations, des parts sociales des sociétés d'exploitation agricole) permettent l'agrandissement ou l'installation hors cadre familial. Ces marchés fonciers portent sur des surfaces limitées (finies). Sans régulation, ils mènent à la concentration des terres ou de potentiel économique (ex : secteur viticole). De plus, le recours croissant d'exploitants à des entreprises qui effectuent l'ensemble des travaux agricoles crée de nouveaux rapports entre les détenteurs des droits d'exploiter (propriétaires fonciers et/ou fermiers) ; pour certaines, ces entreprises deviennent des unités de production agricole de grandes surfaces.

Sur les terres les plus facilement mécanisables, les exploitations tournées vers les marchés de niche, les circuits courts, l'agroécologie, seront en concurrence avec les grandes entreprises agricoles à salariés. Ces grandes exploitations pourraient être de plus en plus intégrées par l'aval comme on le constate dans le secteur viticole.

Le maintien d'une agriculture familiale, qui reste sur le papier la référence de la politique agricole commune, dépendra du renouvellement d'une politique des structures cohérente portant sur l'ensemble des marchés fonciers.

¹ Président de la fédération nationale des SAFER.

Note de synthèse de la séance

par Gérard **CHOUQUER**¹

Après la séance de novembre consacrée à l'érosion de la notion de propriété, cette seconde séance a abordé la question, fondamentale et attendue, du rapport entre le régime de la propriété et les modes d'exploitations.

Dans son introduction, Gérard **CHOUQUER**, membre correspondant de l'Académie, a insisté sur la notion de portage du foncier dans l'entreprise agricole et les recompositions que cette formule suggère. Il a notamment mis en évidence la rapidité des évolutions du rapport entre propriété et exploitation. Il a ensuite présenté les trois orateurs du jour.

Jean-Pierre **JESSENNE**, membre correspondant de l'Académie, est intervenu en premier sur le thème : « Propriété et exploitation de la terre : un couple compliqué de l'histoire agraire européenne (vers 1750-1950) ». Il a rappelé que ce couple a connu une diversité de modèles historiques qui interdisent toute simplification. L'approche régionale est importante, tout autant que les variations temporelles : mais la diversité française, par exemple, n'est pas que régionale. Par la connaissance approfondie des situations de l'Europe des XVIII^e, XIX^e et XX^e siècle, l'historien est susceptible de proposer une base intéressante pour la réflexion qui exclut tout schématisme dans les classifications et les raisonnements.

Hubert **BOSSE-PLATIÈRE**, professeur de droit privé à l'Université de Bourgogne, a fait part des travaux qu'il conduit et traité de « L'évolution du droit de la propriété foncière et de la gestion des exploitations en France ». Parce qu'il rédige en ce moment un rapport de synthèse qui sera présenté en mai au Congrès des Notaires de France, il a acté la nécessité d'une réforme profonde des structures de la propriété et de l'exploitation en raison de l'importance et du rythme des évolutions. Il a pris en compte le défaut du droit (« dépassé » a été son terme, parce que les enjeux actuels ne sont plus ceux de 1958). Avec un sens aigu de la formule qui aide à prendre conscience des défis (exemple : « faut-il en venir à introduire le statut du fermage en ville ? »), il a dressé une esquisse des reformulations nécessaires, en séparant bien à chaque fois le volet accès au foncier et le volet accès à la propriété.

Emmanuel **HYEST**, président de la Fédération Nationale des SAFER a poursuivi l'analyse en se situant dans le contexte de chamboulement des modèles décrit par le précédent orateur. Il a différencié le portage financier des entreprises agricoles du partage foncier, observant que la période pendant laquelle l'agriculteur a été en mesure (financière) d'assumer à la fois l'acquisition du foncier et son activité agricole n'a duré qu'une trentaine d'années ; aujourd'hui, le recours au portage financier est une nécessité. Il a souligné un point essentiel, à savoir la contradiction absolue qui existe aujourd'hui entre des agriculteurs en crise profonde et une agriculture dont toutes les perspectives à terme sont positives. Il a argumenté pour que la production agricole ne soit pas assimilée à n'importe quel type de production. Tout au long de son exposé, il a ainsi déplacé la

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

focale en soulignant qu'aujourd'hui c'est l'exploitation qu'il convient de contrôler et de réguler, et non pas ou pas uniquement le foncier. D'ailleurs, les faits d'investissements étrangers sont un épiphénomène car ce sont des nationaux qui sont d'abord concernés.

Lors du débat qui a suivi, les questions ont porté sur les modèles, dont la forte mutation interroge de nombreux observateurs ; sur la rente foncière, dont la place a paru insuffisamment soulignée ; sur la financiarisation, qui est utile si elle contribue à maintenir l'activité agricole, mais qui est nocive lorsqu'on inverse le rapport et qu'on met la finance dans l'agriculture ; sur la régulation, qui, elle est bien comprise, n'empêche pas mais permet l'activité. On a interrogé Emmanuel **HYEST** pour savoir quelle discussion il pouvait avoir au sein de l'Europe, précisément sur la question de la régulation. La question du contrôle des personnes morales et pas seulement des personnes physiques a été posée. On a interrogé l'historien sur l'apparition de phénomènes comme la préemption, qui est ancienne. On a interrogé le juriste sur la fonction environnementale de l'agriculture en lui demandant si c'était une activité principale ou subordonnée. Et, bien entendu, on a interrogé les orateurs sur le modèle familial. Un autre point de discussion a concerné la nécessité de repenser le modèle de régulation, soit en élargissant les pouvoirs des SAFER, soit en ayant recours à d'autres formes de régulation.

Dans sa conclusion, le président de l'Académie, Bertrand **HERVIEU**, a relevé une série de points majeurs : la périodisation du rapport entre propriété et exploitation (le temps de la propriété sous la III^e République ; le temps du statut du fermage pendant la IV^e et la V^e République ; le temps actuel qui rompt avec la propriété et le fermage) ; l'éclatement tant des formes d'exploitation que de celles de la propriété ; la difficulté de recomposer ce qu'on ne connaît plus ; l'évolution vers une agriculture de plus en plus sans agriculteurs ; le décalage marqué entre l'abstraction foncière et la patrimonialisation du paysage et du foncier par la population ; la recomposition des formes juridiques ; enfin le fait que la relégitimation des SAFER, actée en 2014, ne sera pas suffisante à l'avenir.

Les intervenants s'accordent à reconnaître la fragilité des dispositifs de régulation des transactions foncières et la difficulté d'en imaginer de plus robustes.

LA PAC EN DÉBAT

Responsables :

Gilles **BAZIN** et Michel-Jean **JACQUOT**
Membres de l'Académie (Section Économie et Politique)

2018 sera l'année des débats sur les objectifs et les moyens de la future PAC qui doit être mise en œuvre à partir de 2020. Les mécanismes actuels de la PAC, qui ne permettent plus de gérer les marchés agricoles et exposent les agricultures à des crises récurrentes déstabilisatrices, sont mis en cause. Le Brexit va réduire le budget européen d'une dizaine de milliards et la PAC risque d'être la principale variable d'ajustement. Comment faire mieux avec moins ?

Les débats sont ouverts. La Commission vient de présenter son analyse (novembre 2017) qui propose de renforcer les marges de manœuvre des Etats dans la mise en œuvre de la PAC. Les principales conclusions des Etats Généraux de l'Alimentation font des propositions novatrices sur le partage de la valeur et le rôle des organisations de producteurs, notamment. Le groupe PAC de l'Académie d'Agriculture propose son analyse « Quelle PAC pour quelle agriculture après 2020 ? » et ses recommandations. Face aux incertitudes et aux nouveaux enjeux économiques et environnementaux de l'agriculture européenne, cette séance cherche à faire le point sur les propositions et les débats en cours.

Les présentations et l'enregistrement de la séance sont disponibles sur le site internet de l'Académie

APPORT DES OBSERVATIONS SPATIALES POUR L'AGRICULTURE

Séance organisée par Yves **BRUNET** et Agnès **DUCHARNE**

Grâce à ses résolutions spatiales et temporelles de plus en plus fines, la télédétection spatiale est de plus en plus utilisée pour caractériser les agrosystèmes, en termes d'occupation des sols, de structure et biomasse des couverts. Au-delà d'une approche descriptive détaillée des territoires, il devient en particulier envisageable de caractériser les stress, notamment hydriques, subis par la végétation à des échelles permettant de piloter les cultures et leur rendement, dans une démarche qui se rapproche de l'agriculture de précision. Dans ce contexte évolutif, cette séance propose de faire le bilan des avancées les plus récentes obtenues par la communauté française dans le domaine de l'agriculture. L'esprit de la séance est de présenter des avancées techniques tout en montrant des applications dans le domaine agricole, et en ciblant trois types de public (chercheurs, agriculteurs et planificateurs).

CARTOGRAPHIE ET CARACTÉRISATION DES SYSTÈMES AGRICOLES

Agnès BÉGUÉ¹, Beatriz **Bellon**, Nadine **Dessay**, Stéphane **Dupuy**, Raffaele **Gaetano**, Jordi **Inglada**, Gueric **Le Maire**, Eric **Delaitre**, Laurent **Demagistri**, Valentine **Lebourgeois**, Louise **Leroux**, Danny **Lo Seen**, Danielle **Mitja**, Valérie **Soti**, Thuy **Le Toan**

Il est aujourd'hui établi que la production agricole mondiale devra augmenter de façon très significative dans les trente prochaines années pour pouvoir répondre à l'accroissement démographique. Dans un contexte contraint de changement climatique, de compétition accrue pour les terres et de pressions environnementales croissantes, des informations exactes et actualisées sur les systèmes agricoles aux échelles globale et régionale sont nécessaires. Les données d'observation de la Terre donnent déjà un aperçu de l'orientation et de l'ampleur des changements en termes de superficie cultivée, d'intensification, et d'impacts sur les milieux naturels et les ressources en eau. L'arrivée des données issues des constellations Sentinel devrait permettre d'améliorer la précision des produits existants et de diversifier le catalogue sur les thèmes de la cartographie de l'occupation/utilisation agricole des sols, la caractérisation des pratiques agricoles et celle du niveau de production. L'exposé sera focalisé sur des développements méthodologiques récents dans ce sens.

- Concernant **l'occupation des sols et les pratiques agricoles**, les méthodes reposent pour l'essentiel sur des séries temporelles d'images optique et radar, avec le développement d'approches multi-source (images multi-résolution et données environnementales). Si les produits décimétriques permettent aujourd'hui de cartographier avec une bonne précision le domaine cultivé, les principaux groupes de culture, ainsi que certaines pratiques agricoles (irrigation, cultures séquentielles, etc.) pour les grands systèmes agricoles, ils sont encore insuffisants pour caractériser les petites agricultures des pays du Sud. Les résultats montrent que les méthodes et données doivent être adaptées aux agrosystèmes en place et qu'il est donc nécessaire d'effectuer des zonages. Des méthodes originales de segmentation des espaces aux échelles régionales et nationales sont développées à cette fin.
- A l'échelle locale, la télédétection peut être utilisée pour le suivi de **l'intensification écologique** des agrosystèmes, notamment par l'utilisation d'images à très haute résolution spatiale pour la détection, la cartographie et le comptage des arbres en tant que ressources pour la sécurité alimentaire des petits

¹ TETIS (Territoires, Environnement, Télédétection et Information Spatiale) Montpellier.

agriculteurs en Amazonie ou comme moyen de lutte contre les ravageurs du mil au Sénégal, ouvrant ainsi la porte à l'utilisation de données d'observation de la Terre en « agronomie des paysages ».

- En termes **de suivi de la production agricole** dans les pays du Sud où l'agriculture familiale est majoritaire, le défi est d'imaginer des approches innovantes permettant d'estimer le rendement aux échelles régionales. L'analyse des variations interannuelles et des tendances à moyen terme de la production, couplée à de la modélisation, est une clé de compréhension du rôle du climat et des pratiques dans la sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest, sans pour autant devoir descendre à l'échelle de la parcelle cultivée.

ESTIMATION DES STOCKS DE CARBONE DANS LA BIOSPHERE TERRESTRE

Jérôme CHAVE¹, Nicolas **Baghdadi**, Nicolas **Barbier**, Pierre **Borderies**, Philippe **Ciais**, Pierre **Couteron**, Pascale **Dubois-Fernandez**, Laurent **Ferro-Famil**, Pierre-Louis **Frison**, Dinh Ho **Tong Minh**, Thierry **Koleck**, Philippe **Peylin**, Antoine **Roueff**, Ludovic **Villard**, Grégoire **Vincent**, Thuy **Le Toan**

Environ un quart des émissions anthropogéniques de carbone sont stockées dans la végétation, mais la localisation spatiale de ces réservoirs de carbone est mal connue. La dégradation forestière et la déforestation, en particulier sous les tropiques, contribuent à ces émissions anthropogéniques. Par ailleurs, les forêts représentent un enjeu économique majeur et la filière bois reste dynamique dans de nombreux pays. Finalement, plusieurs millions de personnes dépendent directement des forêts.

Aujourd'hui, l'évaluation des impacts des activités humaines sur les stocks de carbone dans la biosphère repose largement sur des protocoles déclaratifs par les états. Les méthodes de suivi de la déforestation ont été aussi largement développées, mais la plupart des impacts de dégradation forestière ne peuvent pas être détectés par de telles méthodes. Une nouvelle génération d'instruments satellitaires a été proposée pour améliorer la cartographie des stocks de carbone en particulier dans les forêts tropicales. A partir de 2021, le satellite BIOMASS de l'ESA permettra de cartographier la biomasse pour l'ensemble des tropiques. Ce satellite d'observation de la Terre sera le premier à embarquer un capteur radar en bande P, et cette technologie offre un énorme potentiel pour quantifier la hauteur de la végétation à une résolution inférieure à l'hectare, ainsi que les stocks de biomasse. BIOMASS produira des cartes globales de la biomasse contenue dans la végétation et ce, tous les ans, durant la durée prévue de la mission.

L'enjeu technologique majeur que représente la mission BIOMASS vient s'ajouter à celui de valider les données obtenues à l'aide d'un réseau international de sites de référence localisés dans les grands massifs de forêt tropicale (Amérique, Afrique, Asie). Le projet *Forest Observation System* (<http://forest-observation-system.net/>) permet de déployer ce réseau de sites de terrain solidement instrumentés.

La mise à disposition de cartes de biomasse mondiales et répétées devrait profondément modifier les connaissances sur le cycle du carbone. Le modèle dynamique de végétation ORCHIDEE, développé au LSCE (Gif-sur-Yvette), inclut désormais un module de forêt qui prédit les stocks de carbone, mais nécessite d'être mieux calibré avec des données comme celles de la mission BIOMASS. Ces cartes seront également un outil crucial d'aide à la décision dans des pays dans lesquels le secteur agroindustriel est en plein essor, en particulier le Brésil, l'Indonésie et l'Afrique tropicale.

¹ ESB, Toulouse.

L'APPORT DES DONNEES SATELLITAIRES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE : VERS UNE MISSION THERMIQUE INNOVANTE

Jean-Pierre LAGOUARDE¹, Gilles **Boulet**, Albert **Oliosio**, Olivier **Merlin**,
Vincent **Simonneaux**, Vincent **Rivalland**, Jean-Louis **Roujean**, Olivier **Hagolle**,
Jérôme **Demarty**, Yann **Kerr**, Louise **Leroux**, Catherine **Ottlé**

L'agriculture est aujourd'hui le secteur d'activité le plus consommateur d'eau, avec environ 70 % de la ressource. Dans un contexte de changement global et de raréfaction de cette dernière (et d'appauvrissement de sa qualité), les travaux sur la gestion de l'eau prennent une importance cruciale. Dans le continuum d'échelles en jeu du global au local, l'homme interagit très fortement et rapidement (par les pratiques agricoles, l'organisation de l'espace...), de l'échelle locale (typiquement la parcelle agricole) à l'échelle du paysage (typiquement le petit bassin versant ou le bassin de production ~100 km²).

L'apport de la télédétection spatiale pour la gestion de la ressource en eau sera dans un premier temps évoqué et illustré par des exemples de projets dont les finalités sont la détection du stress hydrique, l'amélioration de l'estimation de l'évapotranspiration réelle, la détermination des surfaces irriguées, l'estimation du pompage, les liens avec l'hydrologie des nappes.

Dans un deuxième temps seront passés en revue les développements méthodologiques récents : amélioration et mise en œuvre de modèles de fonctionnement énergétique des surfaces, développement d'algorithmes de cartographie de l'évapotranspiration, mise au point d'indices de stress et caractérisation de l'état hydrique des surfaces, travaux sur la désagrégation de données spatiales pour accéder à l'échelle du parcellaire, etc. Le développement de chaînes de traitement de données satellitaires sera également évoqué ici.

La valorisation de l'ensemble de ces travaux, visant à accéder au bilan hydrique fin à l'échelle de la parcelle agricole et à optimiser la gestion de la ressource en eau, se heurte encore à une absence de données spatiales adaptées. Celles-ci sont attendues d'une nouvelle mission infrarouge thermique combinant la haute résolution spatiale (la cinquantaine de mètres) et une fréquence de revisite élevée (de 1 à 3 jours), en cours d'étude dans le cadre d'un partenariat CNES – ISRO avec l'Inde.

¹ ISPA, Bordeaux.

RECHERCHE AGRONOMIQUE ET POLITIQUES PUBLIQUES, DES ANNEES POLY A AUJOURD'HUI. SYNERGIES ET TENSIONS.

Séance se tenant au Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, salle Gambetta

Sous la présidence : **Philippe MAUGUIN** (PDG de l'Inra) et **Bertrand HERVIEU** (Président de l'Académie Agriculture de France).

Organisation : Comité d'Histoire Inra-Cirad en partenariat avec l'Académie d'agriculture.

Comité d'organisation : **Claude Béranger, Joseph Bonnemaire, Claire Brennetot, Gilbert Jolivet, Bertrand Hervieu, Odile Maeght-Bournay, Jean-Baptiste Merillhou-Goudard, Egizio Valceschini, Paul Vialle.**

De longue date, la recherche agronomique et les politiques publiques, tout particulièrement la politique agricole, entretiennent des relations étroites. Elles convergent fréquemment sur les objectifs et les finalités socio-économiques. En revanche chacune obéit à une logique propre et s'inscrit dans un horizon de temps différent : le temps de la recherche n'est pas le temps de l'action publique. A cela s'ajoute que si l'espace de la politique agricole est avant tout national et européen, l'espace de la recherche agronomique s'est mondialisé, aussi bien au plan des enjeux (alimentaires, environnementaux, climatiques...) qu'au plan de la compétition et de la coopération scientifiques. La convergence d'intérêt ou, plus simplement, une bonne coordination entre elles ne vont pas de soi ; les divergences, les décalages conduisent parfois à des incompréhensions ou à des insatisfactions, voire des échecs, qu'il faut pouvoir entendre et dépasser. Le recul historique peut permettre de mieux comprendre la mise en œuvre industrielle des politiques publiques dans le système agroalimentaire et, plus largement dans le système productif.

L'objectif de cette demi-journée organisée conjointement par l'Académie d'Agriculture et l'Inra est, à la lumière d'expériences historiques anciennes et récentes, de mieux identifier et d'analyser les difficultés rencontrées par l'action publique, en matière de recherche et de politique. A cet égard, le rapport « Pour une agriculture plus économe et plus autonome » (1978), commandité par Pierre Méhaignerie, alors Ministre de l'Agriculture, dans le cadre de la préparation d'une nouvelle loi d'orientation agricole, est un cas d'école particulièrement intéressant, autant par ses conditions de réalisation et son contenu que sa réception et les suites qui lui ont été données (ou non). Nous le prendrons comme point de départ de la réflexion de ce colloque, mais ce sont quelques étapes importantes jusqu'à la période contemporaine qui seront l'objet de notre attention, en faisant appel aux témoignages d'acteurs et d'observateurs privilégiés.

LE CONTENU DU « RAPPORT POLY » : UNE NOUVELLE VISION DE L'AGRICULTURE ET DE NOUVEAUX OBJECTIFS POUR LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Bertrand **HERVIEU**

Président de l'Académie d'agriculture de France

En 1948, il y a 70 ans, Jacques POLY sort major de l'Agro et choisit la carrière de chercheur.
Le rapport dont nous parlons aujourd'hui date, lui, de 1978. Il y a 40 ans.
Jacques POLY est mort il y a 20 ans, le 17 décembre 1997.

Ces dates anniversaires suffiraient à elles seules à vouloir rendre hommage à l'ancien Président-Directeur général de l'INRA.

Mais ce qui nous retient aujourd'hui c'est, à partir de son rapport, « Pour une agriculture plus économe et plus autonome » rédigé à la demande du ministre de l'agriculture d'alors, Pierre Méhaignerie, en vue de présenter au parlement une « loi cadre » pour l'agriculture, de réfléchir à l'articulation voulue entre la recherche agronomique et les politiques publiques agricoles.

Dans une telle perspective de réflexion ce rapport POLY est emblématique et nous y reviendrons tout au long de la séance.

Précisons que Jacques POLY a rédigé d'autres rapports et notamment dans la même période : « Recherche agronomique : réalités et perspectives » en juin 1977,

« L'approvisionnement de la France en aliments riches en protéines destinés aux animaux domestiques, en novembre 1977 ».

Sans oublier son rôle déterminant dans la rédaction de la fameuse loi sur l'élevage de 1966, et du décret sur le développement agricole de la même année.

Pourquoi retenir ce rapport-là, au-delà des coïncidences des dates anniversaires ? Je dirais : pour le contenu du rapport lui-même, tout simplement.

Et je retiens quatre points essentiels, à mes yeux, de ce rapport :

- 1) L'Analyse de la situation du contexte national et international
- 2) L'analyse de la situation de l'agriculture et les objectifs à assigner
- 3) La question environnementale
- 4) La place de la recherche

1 – L'ANALYSE DU CONTEXTE NATIONAL ET INTERNATIONAL

Nous sommes en 1978.

Je cite : 1^{ère} ligne du rapport :

« Notre agriculture se révèle quelque peu essoufflée à la suite d'une longue course à la productivité entamée dès la fin de la deuxième guerre mondiale, quelques chiffres illustrent parfaitement cette évolution. L'agriculture dispose actuellement d'environ 1 millions ½ de tracteurs, de quelque 150 000 moissonneuses-batteuses, de près de 400 000 presses ramasseuses ; elle a investi près de 15 milliards dans de nouveaux bâtiments d'élevage dits rationnels ; sa consommation d'engrais azotés a décuplé depuis 1950 ; elle a mis en œuvre des traitements phytosanitaires sur près de 20 millions d'ha de cultures... l'agriculture a augmenté sa production en volume de 3,5 % par an, en libérant au même rythme 3,9% de ses actifs au bénéfice des secteurs de l'industrie et des services.

Mais, dans le même temps, l'endettement de l'agriculture s'est accru de 14,5% par an, entre 1960 et 1975, alors que les prêts représentaient 35% de la valeur ajoutée en 1960, ils en représentaient 118% en 1976... L'ampleur d'une telle mutation globale ne s'est pas accomplie sans des disparités considérables entre classes de structures d'exploitation, entre secteurs de la production... Beaucoup d'exploitants sont restés étrangers à cette dynamique de progrès, sans possibilités de projets concrets de développement agricole » ...

Dans ce diagnostic Jacques POLY évoque avec force la situation des zones défavorisées et plaide pour le maintien d'une population agricole active à un niveau raisonnable, (nous étions à 1 million d'exploitations à l'époque).

A ses yeux le plafonnement de la production depuis 1974 est imputable aux conditions climatiques défavorables, la fameuse sécheresse de 1976, et surtout à la crise due au renchérissement rapide des matières premières énergétiques et industrielles.

Le prix des consommations intermédiaires s'est accru de 56% entre 1973 et 1977 et les prix agricoles n'ont augmenté dans le même temps que de 36%, atteignant 40% dans la valeur des livraisons agricoles.

Du contexte international Jacques POLY retient les potentialités comparées de l'agriculture française, à l'exclusion de certains produits agricoles exotiques ou de certains facteurs de production comme les phosphates « la France aurait toutes les capacités d'une autonomie agro-alimentaire ».

L'existence de déficits importants pour de nombreux produits agricoles au sein de l'Europe a permis à la France ce décollage mais ceci au bénéfice des cultures industrielles, de l'aviculture et de la production laitières.

Il souligne notre solde débiteur en viande de porc (2,5 milliards) et en matière d'approvisionnement en aliments riches en protéines destinés aux animaux domestiques.

Il ressort de son diagnostic les points suivants : un ciseau des prix, malgré des prix agricoles garantis, en raison de l'augmentation forte du prix des intrants, et donc une baisse et une fragilité du revenu agricole,

- une dépendance de plus en plus coûteuse à l'égard de matières premières importées (énergie, phosphate, protéines)
- des marchés intérieurs perdus en particulier celui des fruits et légumes,
- des formes de développement agricole inégales entraînant un gaspillage des ressources naturelles.

Au total conclut-il : « une nouvelle loi-cadre devrait permettre d'apprécier notre contribution aux exportations des denrées alimentaires sur le marché communautaire et international, de réaliser une politique résolument volontariste dans certains secteurs où notre déficit national est pour le moins choquant, de limiter en contrepartie nos importations, de susciter davantage de modèles de développement agricole acceptables au plan socio-économique ».

Autonome et économe sont donc les maîtres mots du programme à construire tout en reconnaissant que ces deux orientations peuvent entrer en contradiction.

2- VENONS-EN A L'ANALYSE DE LA SITUATION DE L'AGRICULTURE ET DES PRECONISATIONS

LES ANNÉES POLY
Séance du 14 février 2018

Jacques POLY exclut de son rapport la production forestière car une mission sur ce sujet était confiée à Bertrand de Jouvenet, et la production viticole car des décisions venaient d'être prises pour ce secteur.

Il retient non pas une analyse par produits ou par filière, mais une approche par « systèmes agricoles », et il distingue 3 systèmes :

- systèmes de productions végétales à caractère industriel
- systèmes de cultures spécialisées
- systèmes de productions animales qu'il qualifie de polymorphe

2-1 Les systèmes de productions végétales à caractère industriel

Il caractérise ce secteur de la façon suivante : exploitation de grande taille, faible nombre d'UTH, parfois 1 UTH pour 100 ha, investissements importants en matériel de culture, utilisation massive d'engrais et de produits phytosanitaires, matériel génétique perfectionné, performances culturales élevées.

C'est, fait-il remarquer, un modèle d'agriculture de type industriel assez stéréotypé, permettant d'obtenir un revenu net/ha aussi élevé que possible mais peu préoccupé de la valorisation potentielle optimale de ces produits.

Ce secteur pose plusieurs problèmes :

- il subit de plein fouet la hausse des facteurs de production
- la teneur en matière organique des sols risque de poser problème à terme
- les charges annuelles de mécanisation évaluées à 25 milliards de francs le parc étant estimé à 100 milliards font considérer que l'on a atteint le suréquipement
- l'emploi des herbicides fongicides, insecticides est devenu courant en vue d'assurer une protection phytosanitaire efficace. Mais ceci « n'est pas sans poser quelques problèmes », selon ses propres termes.

Et d'en tirer une série de mesures à prendre d'ordre très divers :

- en matière de machinisme agricole, développement de la recherche et encouragement des CUMA
- sur les problèmes phytosanitaires ; recrutement d'ingénieurs spécialistes, installation de laboratoires de diagnostic
- au niveau des semences et variétés végétales, constitution d'une ou deux grandes entreprises françaises à vocation internationale, et mise en place de liens contractuels entre recherche publique et privée
- sur la qualité des produits, affirmation d'une politique de la qualité
- une réforme de la fiscalité encourageant ces exploitations à reprendre des productions animales
- réaliser des bilans énergétiques de ces modèles d'exploitation

2-2 Systemes de cultures spécialisées

Arboriculture fruitière, cultures légumières, cultures sous serres.

Ils sont caractérisés :

- revenus bruts élevés
- dépendance forte, main-d'œuvre importante, contraintes climatiques, dépendance des structures commerciales et de logistique
- taille petite ou moyenne
- techniques assez traditionnelles
- gaspillages importants de matières premières
- en résumé, des charges élevées, un savoir-faire de plus en plus élaboré, un succès économique dépendant de l'aval

Pour l'arboriculture il plaide pour un « véritable cadastre fruitier » afin d'améliorer la connaissance et la prévision des maladies et des récoltes.

- un développement fort en matière d'équipement et de mécanisation de ce secteur,

- des recherches approfondies en matière d'économie d'énergie
- pour le matériel végétal, il recommande une amplification et diversification des recherches concernant l'amélioration génétique de très nombreuses espèces, entre l'INRA et le secteur privé,
- Il enjoint derepérer les créneaux « là où entre déficit est injustifiable »,
- Il recommande une exploitation optimale des potentialités de la multiplication végétative in vitro.

Au plan du secteur agro-alimentaire, il énonce une série de mesures pour encourager une politique de qualité, pour développer des recherches sur la conservation, sur les technologies de transformation et recommande une restructuration de l'appareil de transformation dans un « souci de liaison contractuelle interprofessionnelle ».

2.3 TROISIEME SYSTEME : CELUI DES PRODUCTIONS ANIMALES

- les exploitations sont peu homogènes
- hors-sol et dépendant de l'extérieur pour l'alimentation des animaux
- a l'inverse elles peuvent être très intégrées pour l'élevage allaitant en particulier
- variété encire selon les productions pratiques : lait, élevage allaitant, engraissement...), selon le contexte industriel environnant, selon le degré d'intensification.

Deux thématiques retiennent prioritairement Jacques POLY dans le domaine de l'élevage : l'amélioration génétique et l'état sanitaire du cheptel.

Un troisième point le préoccupe : la sauvegarde de certaines races rustiques locales qui, dit-il, s'impose de façon de plus en plus urgente. « Il s'agit de développer une stratégie d'intérêt national, dont l'intérêt à long terme est encore plus marqué ».

Les charges financières endossées par les éleveurs sont principalement les investissements et l'alimentation.

Le souci d'autonomie nationale conduit à susciter et à encourager l'emploi préférentiel de productions indigènes : tourteaux de soja, lactosérum en alimentation liquide, déchets, sous-produits divers, urée industrielle...

L'intensification des systèmes fourragers en fonction de la taille du troupeau est une priorité.

Jacques POLY plaide pour que la chaîne agro-alimentaire ne laisse pas sur le côté des petites exploitations en général et celles de montagne en particulier.

Il ajoute : « ne sont-elles pas d'ailleurs une image vivante d'une agriculture parfaitement autonome et économe ? ».

On voit là que si le concept d'autonomie est surtout appliqué à l'échelle nationale et celui d'économie à celle de l'exploitation, ces exploitations de polyculture-élevage de taille moyenne et de zones difficiles sont l'illustration complète du concept à l'échelle micro-économique et micro-spatiale.

Les recommandations concernant les systèmes de production animales sont nombreuses, on s'en doute :

- diversification des modèles dominants,
- réservation des productions interstitielles aux régions dont le revenu doit être amélioré,
- grande politique globale d'action sanitaire,
- intensification et diversification des actions d'amélioration génétique,
- mise en place d'un système de développement régionalisé efficace,
- élaboration d'une politique de grande envergure, en faveur des zones relativement défavorisées.
- (Jacques POLY encouragera le déroulement des Etats généraux du département agricole de 1982).
-

3/Troisième point : la question environnementale.

Cette question traverse tout le rapport. Dans son diagnostic de départ, Jacques POLY consacre 10 pages aux facteurs physiques du milieu : sol, micro-climat et réserves hydriques. Il en appelle avec force à

une meilleure connaissance. Il convient, dit-il, de promouvoir un véritable contrôle d'aptitude de nos sols, si l'on veut en exploiter vraiment toutes les richesses avec lucidité, dans le présent et pour le futur. Il insiste sur la gestion maîtrisée de la ressource en eau.

Dès l'introduction Jacques Poly note (je cite) : »La société, dans son ensemble, est de plus en plus vigilante vis-à-vis des problèmes de pollutions et de nuisances que peuvent susciter, ici et là, des processus de spécialisation et de concentration de la production, ou l'usage de techniques parfois trop agressives ; les pratiques agricoles de demain auront certes à se préoccuper davantage de la préservation de nos ressources naturelles et d'un environnement agréable et harmonieux. »

On peut rattacher à cette préoccupation ses développements sur l'affaiblissement de la teneur en matière organique des sols, sur l'emploi des pesticides obligeant à penser une nouvelle politique en matière de protection sanitaire, il développe en ce sens son intérêt fort pour le concept de lutte intégrée.

Dans le domaine de l'élevage il nomme des « contraintes de l'environnement », c'est son expression, et propose d'établir une charte de bon usage de l'espace rural. Il regrette que l'on ait laissé se dégrader l'environnement touristique des montagnes par abandon de l'élevage.

Il y a dans ce rapport, un lien direct établi entre, sol, pratiques culturelles, pratiques d'élevage et aménagement du territoire. Il est prévu de réserver certaines productions aux zones difficiles.

De façon abusive mais pour ne pas allonger le propos, je mettrai dans ce chapitre « environnement » tous les développements sur la valorisation des sous-produits et déchets agricoles, dans lesquels il voit des fertilisants, des aliments pour le bétail et des sources d'énergie, à travers la méthanisation notamment. Ce chapitre sur les déchets vient enrichir l'approche « économie et autonomie ». Il y consacre une dizaine de pages sur les 65 du rapport ainsi que deux grands tableaux récapitulatifs en annexe. Ceci illustre l'importance qu'il attache dans cette volonté d'autonomie et d'économie à ce que nous appellerons plus tard l'économie circulaire et l'économie biosourcée.

4/ la place de la recherche :

Disons-le sans détour : une place considérable.

Fort des succès engrangés par l'agriculture française grâce au développement de la recherche agronomique, Jacques Poly met en avant la mise en place de nouveaux programmes de recherche, de stations expérimentales, d'observatoires, de recrutements d'ingénieurs spécialisés selon les problèmes et les domaines. Il mêle volontairement et parce que l'époque le veut encore les stratégies de recherche et les opérations de développement et d'accompagnement.

J'ai dénombré dans ce rapport 71 recommandations : c'est considérable. Sur ces 71 recommandations, 47 concernent directement la politique de recherche et dans une moindre mesure le développement agricole. 24, presque moitié moins, sont des recommandations d'ordre organisationnel, fiscal, réglementaire, planificateur, de régulation...

On remarquera que les recommandations énoncées en direction de la recherche sont, les unes, de nature très disciplinaires, en particulier pour ce qui relève de l'amélioration du troupeau et du matériel végétal, les autres –autour des systèmes de production – relevant de l'approche systémique.

Le directeur scientifique de l'INRA a bien imprimé sa patte.

En conclusion je reviens sur les quatre éléments qui qualifient dans ce rapport une agriculture économe et autonome :

1/ Une plus grande autonomie nationale dans les diverses branches ;

2/Un gain de valeur ajoutée optimale pour les denrées fournies ;

3/La mise en œuvre de procédés novateurs et originaux, consommant moins d'énergie, secrétant moins de nuisance ;

4/ La récupération systématique raisonnable du maximum de déchets ou sous-produits.

Ce qui frappe en définitive, dans ce rapport, c'est le lien établi entre nos grands équilibres économiques nationaux et le développement d'une diversité de systèmes de production, c'est le lien entre la montée des questions environnementales et la nécessité de produire de façon plus économe, c'est enfin le lien entre politique publique agricole et développement de la recherche agronomique.

DANS QUELLES CONDITIONS A ÉTÉ RÉALISÉ LE RAPPORT ? AVEC QUELLES COLLABORATIONS ?

par Gilbert **JOLIVET**¹

Certains ont le souvenir d'une phrase attribuée à Racine à propos d'une de ses pièces : « Ma tragédie est faite, je n'ai plus qu'à l'écrire ». Jacques Poly aurait pu reprendre cette formule en lançant à son entourage : « mon rapport est fait, je n'ai plus qu'à l'écrire ». Pourquoi ? parce que, en ce printemps 1978, il avait déjà muri sa réflexion qui conduisait à une vision personnelle cohérente de l'avenir agricole. Il lui restait alors qu'à écrire, à transcrire ce qu'il avait analysé et clairement synthétisé.

A l'époque, j'étais dans l'entourage de Jacques Poly. J'avais la responsabilité de la coordination des recherches en productions animales ; mon bureau se trouvait proche de celui de notre directeur scientifique, dans le bâtiment que l'Inra occupait alors rue de Grenelle. J'ai donc vécu cette période d'élaboration de rapport qui nous retient aujourd'hui. Mais mon témoignage demeure modeste car les souvenirs s'estompent. Par ailleurs, la familiarité reconnue à J. Poly avait ses limites ; certaines de ses idées et de ses intentions nous échappaient.

J. Poly avait trois atouts majeurs (P.Méhaignerie les a déjà soulignés)

- une bonne connaissance du monde agricole. J. Poly aimait la glèbe et on le savait ; aussi, ses relations avec les professionnels et leur entourage politique furent-elles nombreuses et riches d'enseignements ;
- une connaissance vaste, approfondie et critique de la production scientifique très composite de l'INRA. Une mémoire exceptionnelle des travaux et projets des diverses équipes ;
- une grande faculté de prescience. J.Poly aimait et pouvait anticiper. Les connaissances précédemment acquises l'y aidaient.

J. Poly disposait donc d'un remarquable potentiel qui lui permettait de répondre facilement aux demandes ministérielles.

Des collaborations, directes ou potentielles, il en avait trop pour privilégier ou identifier facilement telle ou telle. Certes, des groupes de travail ont été constitués au début du printemps 78 pour préparer la loi-cadre et, du même coup, étayer le rapport. Celui-ci y fait mention mais l'auteur de l'étude veut aller au-delà de la vision estimée trop micro-économique de ces groupes *ad-hoc*. Si les propositions émises dans le rapport sont déclinées systèmes par systèmes, elles s'inspirent du principe d'une meilleure adéquation entre économie et autonomie dont J. Poly fait son credo ; elles demeurent alors forcément générales. Superflu, dans ces conditions, de truffier le rapport de multiples références.

¹ Membre de l'Académie d'agriculture de France, Directeur de recherche honoraire de l'INRA, ancien Président du CNEVA.

Derrière le personnage communicatif, rompu au dialogue, quelquefois rugueux et véhément, se cachait chez J. Poly une part de réserve, une personnalité qui avait ses moments de solitude réfléchie. Quand il s'agissait de l'avenir agricole, il bavardait facilement avec ses collaborateurs directs à propos de ses objectifs, de ses espoirs, de ses craintes. En revanche, pas d'échos sur la façon dont il rédigerait son rapport. C'était une zone préservée. Il a fait savoir un jour de fin avril qu'il allait s'isoler pour écrire. Il s'est donc réfugié à l'Agro. dans un bureau de l'unité de Sébillotte. Il voulait échapper à la pression de la direction de l'INRA. Il revenait au siège tous les deux ou trois jours, en fin de journée, pour régler les affaires courantes, mais il n'évoquait pas la rédaction en cours et ne demandait à ses proches, ni notes, ni avis particuliers. Il est probable qu'il avait emporté quelques papiers, ne serait-ce que pour citer des chiffres, mais sûrement pas de gros dossiers. Son absence fragmentée s'est prolongée 15 à 20 jours. Le manuscrit terminé aurait-il été relu par un tiers, hormis par les secrétaires ? Je n'en ai pas le souvenir. C'est ainsi que prenait naissance le rapidement nommé « rapport Poly » dont on souligne aujourd'hui qu'il marquait une étape aux multiples incidences.

**COMMENT LE RAPPORT A-T'IL ÉTÉ REÇU PAR LA PROFESSION AGRICOLE
 ET PAR LES CHERCHEURS ?
 QUELLES RELATIONS AVEC LES ETATS GÉNÉRAUX DU DÉVELOPPEMENT
 AGRICOLE ORGANISÉS PAR LA GAUCHE QUI ARRIVE AU POUVOIR EN 1981 ?**

par Claude **BÉRANGER**¹

Chercheur à l'INRA, proche de Jacques Poly et ayant participé à un des groupes de travail préparatoire à ce rapport, j'ai été ensuite en 1981-83, conseiller technique au Cabinet du Ministre de l'Agriculture Edith Cresson, en relation avec le cabinet du Ministre de la Recherche Jean-Pierre Chevènement.

Je peux témoigner que le rapport Poly, peu diffusé, n'a pas bouleversé les chercheurs de l'INRA et leurs approches, mais a été seulement vu comme un avertissement à les reconsidérer en partie, tandis que certaines équipes étaient déjà en convergence avec ces idées. Simultanément Jacques Poly créait un nouveau département de recherche de l'INRA, très original et pluridisciplinaire, sur les systèmes agraires et le Développement, le SAD, caractérisé par une approche systémique en émergence des exploitations et de leur environnement écologique et social et aussi par une recherche participative avec les acteurs pour inventer de nouveaux systèmes. Ce département dure encore aujourd'hui et les approches systémiques se sont généralisées.

La profession agricole du moment n'a guère approuvé sa vision d'une agriculture plus économe et autonome, estimant que cela relevait de la sobriété, assimilée à une certaine pauvreté. Elle a reconnu des propositions, diffusées par l'APCA, mais n'en a pas bien tenu compte, à l'exception de certains agriculteurs engagés dans cette évolution, comme ceux qui créèrent le CEDAPA en Bretagne dans la foulée de ce rapport.

En revanche, la Gauche arrivant au pouvoir en 1981 a approuvé la vision de Jacques Poly exprimée dans ce rapport, en le maintenant à la tête de l'INRA et en écoutant ses avis.

Dans l'organisation des États Généraux du développement agricole en 1982-83 Jacques Poly s'est largement impliqué dans le comité de pilotage de cet événement ; il a refusé de présider cette démarche, car elle aurait donné une vision descendante de la recherche vers le développement. Les aléas politiques n'ont pas permis de concrétiser les conclusions de ce grand débat, mais comme pour le rapport Poly les semences de bien des idées forces ont été ultérieurement mises en œuvre.

¹ Membre de l'Académie d'agriculture de France, Directeur de recherche honoraire de l'INRA.
 Copyright Académie d'agriculture de France, 2018.

UNE CONSÉQUENCE DU RAPPORT DE J. POLY 1977 :
Relever le défi de mieux utiliser et conserver la nature

par Guy **RIBA**

J'ai été titularisé à l'INRA en 1977 puis promu chargé de recherche en 1981. Ma carrière à l'INRA donc démarré au moment de l'édition du rapport de J. POLY et s'est déroulée alors qu'il irradiait toute la sphère agricole. Et pourtant je dois avouer ne l'avoir lu qu'il y a peu, en étant à la retraite. Mais alors pourquoi ai-je l'impression que mes démarches, mes motivations, mes résultats et les orientations que j'ai pu concevoir et soutenir sont en parfaite cohérence avec ce texte ? Pour répondre à cette question nous allons proposer une analyse critique du rapport à partir de la question qui m'est suggérée par les organisateurs de cette journée : Réancrer la recherche dans la politique agricole et les demandes de la société : comment la recherche agronomique relève le défi de mieux utiliser et conserver la nature ?

Pour ce faire, j'évoquerai des éléments de contexte caractérisant l'institut et je consoliderai mon propos par une analyse comparée avec nos homologues à l'étranger. Puis, dans un second temps, je rappellerai les évolutions scientifiques, technologiques, programmatiques, structurelles et organisationnelles qui ont dû être mises en œuvre pour adapter la recherche agronomique à l'évolution de la science et de l'agriculture telle que pressentie dans le rapport de POLY.

I Les éléments de contexte

A. L'INRA : un vecteur de progrès immédiat et influent

Dès sa création en 1946 l'INRA, du fait de sa large distribution géographique et des compétences de son personnel, fut un exceptionnel vecteur de progrès dans les fermes françaises. Les voies conduisant à une « assiette meilleure, pleine et bon marché » furent rapidement ouvertes car leurs objectifs concrets étaient attendus de la population et leurs premières étapes, plus techniques que scientifiques, bien comprises des agriculteurs, des décideurs et des citoyens. Leurs incidences sur les politiques agricoles des secteurs public et privés furent immédiates, structurantes et toujours d'actualité pour la plupart. Par exemple, l'INRA conçut et promut la loi sur l'élevage qui fut, et est encore aujourd'hui, à la base des productions animales de notre pays.

En même temps qu'il se développait et que ses agents gagnaient en compétences, l'INRA rayonnait au-delà de sa propre structure en participant activement à la formation de nombreux ingénieurs et techniciens d'instituts techniques, de coopératives, des industries de semences ou des industries agro-alimentaires. C'est ainsi que, dès sa création, l'INRA a impliqué dans ses recherches la plupart des enseignants des écoles agronomiques.

Dans la même logique, les « inspecteurs généraux » (dénommés directeurs scientifiques par la suite) étaient impliqués dans des réflexions ou initiatives globalisantes. Ainsi, si les jeunes chercheurs des années 80 connaissaient peu le rapport J. POLY, je peux affirmer que ceux qui étaient engagés dans les productions animales connaissaient tous les tenants et aboutissants de la loi sur l'élevage, ceux qui travaillaient sur les plantes connaissaient l'extraordinaire impact des travaux de l'INRA sur la création de nouvelles variétés de blé (la saga « Etoile de Choisy » dans les années 1950), de maïs (variétés INR puis LG dans les années 1960), ou d'oléagineux (début des années 70).

Pour revenir à mon témoignage personnel, si je n'avais pas lu le rapport de J. POLY j'étais en revanche, du fait de mon domaine de recherches, fortement imprégné du rapport de E. BILIOTTI et L. BRADER (1975, CEE 149, 123p) mais aussi des travaux de l'« Organisation internationale de lutte

biologique contre les animaux et les plantes nuisibles » (OILB, 1977, 4, 163p) créée, soutenue et animée grâce à un effort constant des chercheurs de l'INR.

B. Le rapport J. POLY : une évidence pertinente mais incomplète

Je ne reviendrai pas sur les arguments à l'origine de ce rapport car ils ont déjà été exposés au cours de cette journée. Je soulignerai simplement que cette sollicitation me paraît une évidence pour deux raisons principales. La première est liée au fait que l'INR, en quelque sorte le principal bras « technique » du ministère, était évidemment l'institut le mieux placé pour suggérer les éléments fondateurs d'une loi agricole et la seconde raison est le grand succès de la loi sur l'élevage.

Dans la première partie de son rapport, J. POLY nous livre une vision originale, synthétique, de long terme. Elle est incroyablement moderne et donne une grande ambition à notre agriculture. Elle est étayée par des éléments contextuels chiffrés, précis et déterminants.

La deuxième partie du rapport est organisée par grandes applications telles que la protection des ressources (sols, eau), les productions animales, les productions végétales et la transformation des produits (tableau 1). 55 recommandations concernent les acteurs techniques, économiques ou publics de l'agriculture mais seulement 20 concernent directement l'INR (ce total n'est pas exactement égal au nombre de recommandations car certaines peuvent être affectés aux deux éléments de la répartition).

Ces chiffres révèlent quatre choses importantes (1) l'INRA était vraiment un des bras techniques du ministère, (2) les recommandations sont sectorielles et très peu systémiques, (3) les recommandations pour l'INR restent minoritaires, (4) les nouvelles organisations et démarches scientifiques que ce rapport exige ne sont pas évoquées. Ceci peut expliquer pourquoi, l'appréhension du rapport par les chercheurs fut longue, inégale mais constante. Cette affirmation n'est pas neutre, je vais l'explicitier en décrivant ce qu'a fait l'INR pour contribuer à une « agriculture plus économe et plus autonome ».

La force de l'INR des années 70 réside en sa capacité à développer une approche visionnaire argumentée, déclinée et engageante pour tous les acteurs y compris pour l'institut lui-même.

Tableau 1 : Répartition des recommandations en fonction des secteurs et de leurs cibles

Les recommandations concernent	l'environnement de l'Inra	directement l'INRA
<i>Milieu physique</i>		
Sols	4	2
Agro-météorologie	3	1 (encadrement)
Eau	5	1
Téledétection		1
<i>Systèmes de grandes cultures</i>		
Machinisme	4	
Phyosanitaire	2	
Semences	2	2
Qualité des produits	3	
<i>Valorisation des sous-produits</i>		
Systèmes de culture	2	1
Bilans énergétiques		1
<i>Productions fruitières</i>		
Appareil de production	2	
Equipements	2	1

LES ANNÉES POLY
Séance du 14 février 2018

Matériel végétal		3
Infrastructures de base	2	
Secteur agro-alimentaire	3	2
Secteur développement	3	
<i>Productions animales</i>	5	2
<i>Valorisation des déchets</i>	12	3

Mais il convient de reconnaître la faiblesse de la démarche scientifique présentée dans ce rapport. L'évidente pertinence de la vision de J. POLY est affaiblie par le fait qu'elle est fractionnée, incomplète et démunie de moyens adaptés aux investigations nécessaires, l'articulation des deux parties du rapport, J. POLY et ses collègues, implicitement conscients de ces faiblesses, affirment « *Dans le peu de temps qui nous était imparti il était impossible que nous envisagions et approfondissions l'ensemble des problèmes suscités par le sujet posé* » (p.6).

Ma thèse est que les apports et les limites de ce rapport ne dépendent pas du temps disponible à sa rédaction mais sont le fruit de l'organisation de l'INRA, de l'état des connaissances et des pratiques de recherche en vigueur en 1977. D'ailleurs dès le milieu des années 80, soit à peine 3 ans après la rédaction du rapport J. POLY, G. PAILLOTIN et P. VIALLE, se basant sur ces premiers éléments, prenaient les décisions qui s'imposaient pour relever ce défi pertinent et toujours, sinon plus encore, d'actualité de « mieux utiliser et conserver la nature ». Leurs successeurs amplifièrent le mouvement.

II. Adapter l'INRA au rapport de J. POLY

Pour ancrer la recherche agronomique dans la politique agricole et les demandes de la société afin de mieux utiliser et conserver la nature, l'INRA fut et est encore aujourd'hui confronté à sept défis :

- * l'évolution de la gouvernance,
- * l'évolution des compétences des métiers et des démarches,
- * l'évolution du périmètre des programmes,
- * l'évolution du contenu des programmes,
- * l'évolution des ressources,
- * l'évolution technologique,
- * l'évolution des partenaires.

A. L'évolution de la gouvernance sera déclinée en deux points

Dès le début des années 80, J. POLY profitant de l'arrivée de la gauche au gouvernement réclame la double tutelle ministérielle que soutenait J-P. CHEVENEMENT. Longtemps critiquée, y compris par de nombreux chercheurs qui voyaient en cette initiative la « création d'un CNRS agro, la double tutelle a sauvé l'INRA en lui permettant de conserver son autonomie, son intégrité, ses missions tout en s'insérant dans la dynamique nationale et internationale des recherches en biologie, écologie, pédologie, climatologie, médecine, sociologie... En effet, sans rattachement à deux ministères, l'INRA serait devenu un super institut technique qui aurait peu à peu perdu sa raison d'être, alors que cette réforme lui a quasiment donné un monopole qui couvre tout autant la recherche fondamentale que la recherche finalisée. Le bien fondé de cette affirmation apparaît clairement dans la comparaison avec quelques autres pays :

- Aux USA la recherche agronomique est née entre 1860 et 1890 grâce au Morrill Act qui affectait des terrains et des moyens financiers aux Etats qui montaient des formations militaires, agronomiques ou

technico-industrielles. Les « Land Grant Universities » naquirent ainsi. De même « le volet recherche » de l'USDA fut créé à la même époque principalement pour la recherche en santé animale. Ce n'est qu'en 1952 que le champ de l'ARS s'est fortement élargi. L'ARS, l'homologue d'une direction ministérielle, reste assujettie à la résolution des problèmes immédiats des agriculteurs ce qui, même encore aujourd'hui, l'oblige à donner une forte liberté programmatique à ses centres de recherche. C'est pourquoi aux USA la recherche agronomique fondamentale, par définition imprévisible et aux applications potentielles ignorées, est plutôt conduite dans les universités (à l'exception des recherches sur les bovins qui fut de suite une priorité pour l'ARS et qui sont aujourd'hui partagées avec Davis). Pour être au plus près des résultats, l'USDA a donc lié des accords de coopération avec les principales universités américaines (notamment Davis, North Carolina, Champaign, Cornell) sous la forme de toutes petites structures. Pour mémoire, dans les années 2000 le ministre C. Allègre demandait à l'INRA de renforcer ses liens avec l'université mais les motivations en étaient fort différentes.

- L'Angleterre fut pendant de nombreuses décennies le pays qui disposait de la meilleure recherche agronomique mais aussi de la meilleure technicité dans les fermes. Ce sont d'ailleurs les anglais qui ont implicitement transmis aux américains leur savoir-faire au cours du XIXe et début du XXe siècles. La plupart des structures de recherche, dédiées à des filières, et réparties sur le territoire, n'ont pas résisté au thatchérisme. De nombreux chercheurs furent licenciés et de multiples centres furent fermés. Il fallut des années pour que le BBSRC sélectionne parmi ces centres de recherche ceux qui avaient la capacité d'une recherche académique d'excellence faisant ainsi émerger des sites de recherche tout à fait exceptionnels notamment en santé animale (Pirbright), biotechnologie animale (Roslin) et végétale (John Innes, Genome analysis Centre, Cambridge), agronomie (Rothamsted). Néanmoins la perte des collections (notamment de blé) et de certains savoir-faire est définitive, le soutien technique aux agriculteurs est assuré par d'autres moyens.

- Petit pays disposant d'une agriculture très intensive, la Hollande a choisi de regrouper l'essentiel de sa recherche agronomique à l'Université de Wageningen qui développe des recherches de grande qualité tant en Hollande que dans de nombreux pays en développement tout en mettant à la disposition des agriculteurs un grand nombre de finalisations conçues dans leur « extension service ». C'est aujourd'hui le principal homologue européen de l'INRA.

- L'Espagne a maintenu une trop forte compétition entre les équipes de recherche agronomique ne permettant qu'à quelques-unes d'avoir un réel impact scientifique et agronomique (par exemple à Barcelone et à Valence).

- La Chine, après avoir réussi une spectaculaire réorganisation de sa recherche fondamentale et de ses universités a reconduit la même stratégie de rappel des chercheurs partis à l'étranger et de modernisation impressionnante de ses infrastructures de recherche. Elle est devenue aujourd'hui un acteur de tout premier plan en ce domaine grâce à la CAAS et aux universités agronomiques. Toutefois, priorisant trop fortement les démarches biotechnologiques modernes on doit constater et regretter que les disciplines de recherche plus traditionnelles telles que la génétique et l'amélioration des variétés et des races, l'agronomie, l'écologie n'aient pas encore bénéficié d'un tel renouveau.

Enfin, il faut souligner que finalement on doit garder à l'esprit que l'INRA est le seul grand organisme de recherche agronomique à couvrir la plupart des domaines de recherche à la fois dans leurs dimensions fondamentale et finalisée.

Le deuxième acte majeur de l'évolution de la gouvernance on le doit aux syndicats qui, en 1997 bloquèrent un Conseil Scientifique au cours duquel plusieurs chefs de départements devaient être nommés dans la logique ancienne. Récemment arrivé à l'INRA, P. VIALLE confronté à cette crise supprima un niveau décisionnel et créa le « collège de direction » dont le fonctionnement, de façon surprenante, fut de suite exemplaire. Dès lors, les orientations et les moyens qui leur sont alloués sont débattus collectivement

et dans l'intérêt général. Chaque membre du collège se sent porteur et responsable de l'ensemble de la politique et non d'un secteur.

B. L'évolution des compétences, des métiers et des démarches

Cette évolution est concomitante au changement de tutelle. Dès sa création l'INRA a été conscient de l'attention à accorder à la qualité et à l'évolution de ses compétences comme en témoignent d'une part l'organisation en départements disciplinaires (ce qui permettaient aux chercheurs d'une même discipline de partager une dynamique collective) et d'autre part l'existence des « stations centrales » au sein desquelles les jeunes chercheurs étaient encadrés par les meilleurs seniors. D'ailleurs jusqu'à présent, aucune évolution de l'INRA n'a remis en cause le fondement disciplinaire de la plupart des départements de recherche. Pour porter un indispensable regard extérieur, l'implication des professeurs d'université et des chercheurs du CNRS, de l'INSERM ou du CEA dans les concours de recrutement et de promotion mais aussi dans les évaluations-conseils des chercheurs et ingénieurs de l'institut, fut progressivement renforcée. L'évolution des compétences s'est accompagnée d'une évolution des critères de promotion en termes de post-doc, de publications dans des revues internationales à comité de lecture, de conception de projets d'activité et d'insertion dans des programmes sélectifs à vocation nationale ou européenne. De nombreux chercheurs, engagés dans la démarche de leurs prédécesseurs, n'ont pu être nommés directeurs de recherche car ils n'avaient pas publié en anglais dans des revues internationales à fort facteur d'impact. Cette évolution fut brutale, décisive mais salutaire. Le cursus universitaire, mieux adapté à toutes ces évolutions que celui des élèves des écoles d'ingénieurs comme l'Agro, a proposé des chercheurs dont les candidatures à l'INRA augmentèrent de façon significative. C'est ainsi que l'INRA a accueilli des biologistes, mathématiciens, généticiens, bio-informaticiens, biotechnologues, écologues issus des universités et de moins en moins de zootechniciens et d'agronomes.

Enfin, cette évolution des compétences et des missions a conduit l'INRA à prendre l'initiative d'une forte réflexion sur les critères d'évaluation dès la création de l'AERES puis au sein du HCERES (on ne fait pas la même biotechnologie sur *Arabidopsis* et sur le blé !).

Il faut souligner l'exemplaire réactivité des équipes de recherche qui ont su s'adapter à ces évolutions sans pour autant abandonner leur mission au service de l'agriculture même si beaucoup l'affirment encore. Sans multiplier les exemples évoquons quelques écueils scientifiques qu'il fallut résoudre en créant ou en s'associant aux équipes les plus fondamentales : que serait devenue la sélection animale et végétale sans la génétique quantitative et que serait devenue celle-ci sans les biotechnologies, et que seraient celles-ci sans l'informatique ? Que serait devenue l'agronomie sans une meilleure exploration de la biologie des plantes et des sols et que serait celle-ci sans technologie fine d'analyse phénotypique ? Que seraient aujourd'hui les préconisations d'une bonne gestion forestière sans la capacité d'analyse de la diversité infra-spécifique des peuplements forestiers, elle-même liée à l'évolution globale du climat et à l'évolution de son cortège de ravageurs et de maladies ? Que serait la santé des plantes et des animaux sans une capacité d'analyse de la diversité génétique et des flux épidémiologiques des ravageurs, pathogènes et parasites ?

Il serait injuste de clore ce paragraphe sans évoquer le fait que ces évolutions ont traversé l'ensemble de l'établissement et touché tous ses personnels. De remarquables efforts d'adaptation ont été réalisés par le personnel administratif (confronté aux perpétuelles évolutions réglementaires mais aussi à la difficile gestion des programmes européens) et par les techniciens qui ont dû progresser non seulement dans les fondements techniques en forte évolution de leurs métiers mais surtout dans la manière de le concevoir, laissant une organisation en équipe et un travail technique relativement varié pour un travail plus spécialisé au sein de plates-formes et au service de programmes très interdisciplinaires et souvent internationaux. Ces changements organisationnels profonds sont encore au cœur de débats en lien avec la recherche de meilleures

conditions de travail.

C L'évolution du périmètre des programmes :

Cette évolution est la plus lente d'une part parce qu'elle est difficile à concevoir mais également parce qu'elle engendre toujours des réticences émanant des chercheurs, des directeurs d'unités et des chefs de département. Au moment où il a été écrit, les contributions de l'INRA au rapport POLY ne pouvaient qu'être partielles et fragmentées. La création du département SAD en 1979 fut une première réponse à ce besoin d'analyse systémique. Toutefois, bien que présentant un regard pluridisciplinaire, les approches de ce département ne sont pas assez larges pour permettre une réelle approche systémique. Une étroite combinaison entre plusieurs disciplines n'est pas simple à mettre en œuvre concrètement. Le fait de mettre ensemble des chercheurs autour d'une table pour débattre d'un problème ne suffit pas à en faire une analyse interdisciplinaire.

Les AIP mises en œuvre par l'INRA dans les années 80 ont révélé l'impossibilité de croiser les regards pour en extraire une vision systémique malgré la qualité des travaux qui y étaient réalisés. En revanche les méta-programmes, conçus à la fin des années 2000, répondent beaucoup mieux à cette attente. En effet, les objectifs, voies, moyens et restitutions des recherches sont débattus par les chercheurs de toutes les disciplines impliquées avant que les travaux ne commencent, puis régulièrement au cours du déroulement du programme. La finalité du programme n'est plus un objet auquel chaque discipline apporte un éclairage mais devient LE SUJET de recherche partagé par tous.

Je citerai deux exemples montrant finalement cette grande aptitude des chercheurs à travailler en programmes malgré les rouspétances de rigueur.

Le premier fut notre grande réactivité au montage de Génoplante en 1999 dont P. VIALLE avait perçu l'opportunité politique. Devant le succès de ce "Programme fédérateur de génomique végétale" associant la recherche publique et privée française au service d'un même objectif : mieux comprendre le patrimoine génétique des plantes, très vite d'autres programmes analogues furent montés dans la même veine comme « Gène-animal »

Le second exemple consiste à souligner le remarquable succès des projets du programme TIGA (territoires d'innovation de grande ambition) ouvert en 2017, auxquels des équipes INRA ont participé. Toutefois il ne faut pas s'arrêter en si bon chemin. Dès l'origine M. GUILLOU et moi-même avons conçu les méta-programmes pour faciliter la gouvernance mondiale des préoccupations majeures de la recherche agronomique. La démarche consistait à proposer à une demi-douzaine de leaders INRA reconnus à l'échelle mondiale, de rencontrer quelques homologues pour définir les priorités d'investigation, en déduire les compétences et les besoins technologiques à disposer au plus vite et coordonner les recherches ad hoc. C'est ainsi que fonctionnent de nombreux volets de la recherche en physique, c'est aussi ainsi que les programmes de séquençage ont initialement été conçus. Plus aucun pays n'a seul les moyens de répondre aux attentes en matière d'environnement et de sécurité alimentaire. Les méta-programmes, en dépassant les frontières tant politiques que thématiques, permettent de relever le défi d'une recherche agronomique adaptée aux attentes mondiales dans les trois domaines que sont l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. En d'autres termes l'indispensable compétition entre équipes ne doit plus se faire au détriment de la coopération entre celles-ci. Pour favoriser cet équilibre fragile entre compétition et coopération leur capacité à coopérer doit devenir un critère majeur dans leur évaluation.

D. L'évolution du contenu des programmes :

Deux aspects seront ici évoqués : l'exploration des fronts de science et l'actualisation des concepts.

Il est indispensable en science et donc pour l'INRA de maintenir une capacité d'exploration des fronts de sciences. Pour éclairer ce propos je n'évoquerai que quelques initiatives particulièrement réussies au sein de l'INRA.

Dans les années 70, furent lancées des démarches combinant les dernières avancées entre dynamique et génétique des populations dans des peuplements de végétaux, de poissons, d'arbres en forêts ou de ravageurs ; les agronomes ont simultanément appréhendé la pédologie et la biologie des sols qu'ils ont combiné à la biologie des plantes. C'est encore à cette période que furent lancées avec un exceptionnel succès les recherches sur les oléagineux qui aboutirent rapidement à des variétés exploitées sur plusieurs millions d'ha et à la valorisation de la « stérilité mâle cytoplasmique ».

Dans les années 80 les généticiens et les physiologistes des plantes se sont progressivement rassemblés pour une étude commune d'*Arabidopsis*, plante modèle à la connaissance de laquelle l'INRA a brillamment participé. L'analyse biochimique des plantes, longtemps considérée comme la seule approche de leur biologie et de leur physiologie, perd de sa superbe pour venir compléter les recherches de biologie moléculaire et de biotechnologie.

Dans les années 90 à 2010 l'INRA conquiert une place de premier rang grâce à sa capacité à coupler la génétique quantitative, la biométrie et l'analyse moléculaire des génomes des animaux, des plantes et de plusieurs micro-organismes ce que confirment les études bibliométriques.

Les années 2000-2010 voient aussi l'INRA prendre le leadership mondial de l'analyse métagénomique de la microflore du tube digestif de l'homme. En même temps, l'INR mettait en place des observatoires de mesures environnementales à Clermont-Ferrand et au Magneraud pour approfondir les travaux sur la fixation du carbone dans les sols et sa contribution à la lutte contre le réchauffement.

La capacité à s'approprié un concept et à le transposer en fonction des avancées scientifiques est une démarche essentielle que seul un organisme robuste, tel que l'INRA, peut entreprendre. Il en est ainsi de la production intégrée dont la définition (OILB 1977) est entièrement compatible avec la définition initiale de l'agriculture raisonnée puis avec de celle l'agriculture écologiquement positive et enfin avec celle de l'agro-écologie. Pourtant sans évolution conceptuelle majeure il fallut 40 ans pour que le ministre S. LE FOLL s'empare de cette notion et l'érige en modèle de développement de notre agriculture. Ce temps qui peut sembler long a été nécessaire pour consolider les techniques et les acquis tout autant que pour convaincre l'ensemble des partenaires concernés. La recherche agronomique se décompte en décennies !

E L'évolution des ressources :

A quoi cela sert-il de développer les biotechnologies si l'on n'est pas en mesure de connaître la diversité naturelle déjà existante ? C'est pourquoi l'INR a toujours attaché une grande importance aux ressources génétiques. D'ailleurs l'un des principaux volets de la loi sur l'élevage fut d'organiser la collecte des données sur les caractéristiques des taureaux et de positionner l'INR au cœur du dispositif afin d'y avoir accès. C'est dans cette logique que furent conçus le CTIG (centre de traitement de l'information génétique) et Labogena initialement structure mixte INRA/privé œuvrent à la conservation et l'exploration des données génétique et génomique notamment pour les bovins. Les collections de variétés de plantes sont exceptionnelles, bien organisées et vivantes car exploitées par les chercheurs. Dès les années 90 elles furent complétées par le CNRGV (TOULOUSE) qui est une des meilleures structures au monde en matière de conservation et d'exploration des séquences d'ADN et des données génomiques des plantes.

Mais les ressources ne s'arrêtent pas là. Des équipes de l'INRA disposent d'enquêtes sur le foncier ou sur les ménages agricoles, ou encore d'études économiques précieuses. La contribution majeure de l'INRA aux recherches en sciences de l'environnement fut sa capacité à organiser et mobiliser les données engrangées sur les sols, comme en témoigne sa contribution capitale à la cartographie pédologique de la France et à l'analyse des sols deux éléments devenus incontournables pour l'étude des changements globaux. Dans un tout autre domaine l'INRA contribue au développement de bases de données sur l'alimentation humaine du nourrisson ou de l'adulte.

Tout ceci illustre l'impérieuse nécessité de s'adapter à cette évolution touchant à l'obtention de

données, à leur stockage et à leur partage. Dans ce contexte, disposer des compétences et des infrastructures nécessaires à la conception et à l'exploration des bases de données est inéluctable.

F. L'évolution technologique :

Nous venons d'évoquer l'impérieuse nécessité d'une capacité à concevoir, organiser et explorer les bases de données. Ceci doit être complété par une organisation technologique en plateaux techniques au sein de chaque centre de l'INRA. Le coût de ces investissements et les compétences qu'ils requièrent, obligent à une spécialisation des centres et à une collaboration intense entre institutions locales et entre laboratoires. Les applications concernent évidemment les biotechnologies mais aussi l'environnement aujourd'hui scruté au travers d'observatoires remarquablement bien équipés. Cette évolution nous conduit à considérer aussi les élevages et les domaines expérimentaux de l'INRA comme des plates-formes techniques dont les conditions d'accès dans le respect des démarches qualité, doivent évoluer pour en favoriser l'accès à l'échelle européenne.

G l'évolution des partenaires :

Le plus délicat pour les chercheurs des instituts fut d'établir des liens de coopération avec les collègues fondamentalistes. L'un de ces principaux freins venait du fait que ces partenaires avaient déjà accès aux revues internationales et aux revues généralistes de prestige tandis que la plupart des chercheurs de l'INR publiaient encore dans les revues de l'établissement. Il fallut du temps, de la compréhension, de la tolérance, mais le bilan quelques années plus tard fut à la hauteur des attentes. Cette exigence de qualité scientifique seule garante de notre capacité à ne pas perdre pied dans les modalités d'investigation les plus modernes, est à maintenir.

L'évolution la plus politique fut de gérer l'apparent éloignement des chercheurs de l'INRA dans les décennies 80 et 90. J'espère avoir convaincu du fait que cet état de fait n'était pas une mise à distance volontaire des partenaires mais une inéluctable adaptation. Les chercheurs ont su faire les efforts qu'il fallait et les dirigeants successifs de l'INR les ont protégés afin que cette adaptation, qui demandait persévérance et temps, puisse se faire. Si tel n'avait pas été le cas nous serions aujourd'hui dans l'impossibilité d'utiliser les biotechnologies, de modéliser, de prévoir. D'ailleurs à la sortie de cette période les chercheurs disposaient de nouveaux savoirs dont ont profité ceux qui les critiquaient !

L'évolution la plus importante à la porte des années 2020 est la coopération européenne car elle favorise les synergies entre équipes et offre les moyens financiers à la hauteur des enjeux. Aujourd'hui fragilisée l'Europe doit s'appuyer sur les programmes d'échange d'étudiants et de recherche pour s'ouvrir et se consolider.

Conclusion

Il apparaît finalement que le rapport Poly impactait très fortement l'INRA, probablement au-delà même de ce que ses auteurs avaient pu imaginer. En fait l'INRA n'était pas prêt à en relever aussitôt le défi. Tout ce qui a été entrepris par la suite s'inscrit implicitement dans la logique du rapport. Comme on l'a vu, cela concerne une évolution des compétences, des métiers, des démarches, des programmes, des structures, de la gouvernance, des partenariats et des critères d'évaluation.

L'ampleur de cette belle évolution de notre institut, passe par les métiers et compétences, diverses, à la pointe et complémentaires, de ses personnels, depuis le généraliste qui établit des diagnostics globaux et qui se tourne vers les spécialistes qui, à l'aide de méthodes et d'outils sophistiqués, vont fournir explications et pistes d'actions. Le terrain se nourrit des mesures et concepts et les fondamentalistes s'alimentent des observations de terrain. C'est exactement à cette évolution du lien étroit entre recherche de terrain et

expériences de laboratoire que l'INRA fut confronté.

Je n'ai pas parlé de la sécurité alimentaire car Marion GUILLOU va traiter cette question. Je n'ai pas évoqué non plus l'économie et les sciences sociales et tout en reconnaissant cette faiblesse dans mon analyse, je préfère ne pas me risquer dans ce domaine par incompetence sûrement, mais aussi parce que je ne vois pas dans l'action collective de ces équipes l'émergence d'une cohérence au service de ce défi alors que je connais leurs contributions individuelles. Finalement, il me paraîtrait juste que cette lacune soit comblée par une autre personne.

Et aujourd'hui ? Finalement l'agriculture française n'est pas plus économe qu'en 1978 : reprenant quelques exemples parmi ceux cités dans le rapport, on continue d'importer des fruits et des viandes que l'on pourrait produire, les consommations intermédiaires n'ont pas décréu. Notre agriculture n'est pas devenue plus autonome si l'on en juge par la part prise par les subventions dans le revenu des agriculteurs ou encore par le taux d'importation de protéines végétales pour l'alimentation animale. Ors est-ce un échec ? Non, car pour chacun des acteurs de la chaîne de progrès, ce rapport donna du sens et fut un encouragement à une forte évolution. De fait l'agriculture n'est peut-être pas devenue plus économe et plus autonome mais la recherche agronomique et le développement agricole sont maintenant en capacité d'affronter le défi sous-jacent au rapport POLY. Alors, fort de ce constat et pour conclure qu'il me soit permis d'évoquer trois points.

Le premier est un vif encouragement adressé à l'INRA pour resserrer ses liens avec les coopératives. De 1978 à aujourd'hui les coopératives ont multiplié leur CA, appréhendé l'aval de la production, revisité leurs pratiques de conseil et de vente des consommations intermédiaires, établi des banques de données agronomiques, environnementales et économiques sur les exploitations, étendu leur rayonnement à l'étranger. Or l'on sait bien que pour peser sur les prix il va falloir qu'émergent des entités encore bien plus grandes et plus autonomes dont le CA dépassera largement les 10 milliards d'€. Dans ce contexte il convient encore plus qu'avant de développer les synergies entre l'INRA et celles-ci : elles bénéficieront des meilleures avancées techniques et scientifiques tandis que l'INRA aura accès aux données des coopératives ce qui enracinera les travaux dans une réalité précisément évaluée. Si tel n'est pas le cas, une césure trop forte apparaîtra et interpellera les politiques.

Mon deuxième message est de considérer qu'il y a place aujourd'hui pour plusieurs agricultures tant en France que dans le monde. Admettre et revendiquer ce point devrait être de nature à considérer qu'elles ont toutes des pratiques raisonnées, des objectifs pertinents mais différents et qu'en conséquence elles sont assujetties à des réglementations différenciées. L'INRA doit contribuer au développement de chacune d'elles.

Mon troisième message concerne l'international. En effet l'INRA, auquel s'ajoutent ses partenaires de recherche nationaux ont un dimensionnement et un rayonnement qui leur confient une responsabilité de recherche dont les finalités dépassent les frontières du pays. Je suis d'ailleurs intimement persuadé que J. POLY lui-même déclinerait ce défi s'il pouvait actualiser son rapport. A tout le moins, je voudrais conclure sur notre responsabilité collective pour une contribution plus forte, plus cohérente, plus immédiate à l'agriculture méditerranéenne qui devra nourrir 100 millions de personnes en plus au cours des 25 prochaines années. Si un nouveau rapport était sollicité qu'il embrasse cette dimension !

COMMÉMORATION DU RAPPORT POLY

14 février 2018 au Ministère de l'Agriculture
A l'initiative de l'Académie de l'Agriculture et de l'INRA

Intervention d'**André POCHON**, fondateur du CEDAPA



À la lecture du rapport POLY, je fus agréablement surpris, puisque ce rapport préconisait ce que je pratiquais depuis 20 ans sur ma ferme de Saint-Mayeux d'abord, puis de Saint-Bihy.

Dans cette dernière, sur 38,5 ha j'avais 30 hectares de prairies de trèfle blanc qui ne recevaient aucun engrais azoté, le reste étant en betteraves, blé et féverole ; seuls les 2 hectares de blé recevaient 200 unités d'azote. Je n'achetais aucun aliment et les 40 vaches allaitantes et leur suite étaient nourries intégralement à l'herbe pendant 9 mois. En hiver la ration à base de foin était complétée par des betteraves, du blé et de la féverole produits sur la ferme.

Les seuls achats à l'extérieur, en plus des 200 unités d'azote, concernaient le calcium, la potasse et le phosphore, pour remonter la fertilité de base du sol, puis la maintenir.

Depuis la publication de mon livre « la prairie temporaire à base de trèfle blanc » j'étais la ferme la plus contrôlée du département. Tous les mois, un ingénieur de la Chambre d'Agriculture venait peser les animaux et les récoltes, analyser celles-ci et suivre les temps de pâturage. Il en résultait un chargement de 2.5 UGB/hectare, un poids vif maximum produit à l'hectare. Les animaux étaient pesés à la mise à l'herbe et à la sortie ; les animaux étaient en parfaite santé. Il en résultait un revenu double des fermes de référence du département dont je faisais partie.

La source de la ferme qui alimente le syndicat d'eau du GUERCY était à 3 milligrammes de nitrate par litre d'eau.

L'association que je crée en 1981 avec 9 agriculteurs faisant partie des 100 fermes suivies par l'ITEB sur la prairie à base de trèfle blanc s'appuie sur mon expérience et le rapport POLY. En référence à ce rapport, nous la nommons le CEDAPA (Centre d'Etude pour un Développement Agricole Plus Autonome).

D'emblée le Centre d'Etudes met au point des projets d'installation sur de petites exploitations et de petits élevages rentables grâce à leur autonomie et à un système fourrager basé sur la prairie trèfle blanc.

Ces projets rencontrent un grand intérêt auprès du public. Invités par les écoles d'agriculture, nous proposons aux jeunes nos projets d'installation dans différentes productions. Certains viennent en stage dans nos exploitations et s'installent en s'en inspirant. Des groupes locaux s'organisent.

Le CEDAPA persuade le Crédit agricole et le Crédit Mutuel de leur accorder des financements à l'installation.

Le cahier des charges du Cedapa est reconnu par Bruxelles dans le cadre des mesures agri-environnementales. En 2017 des centaines d'agriculteurs y ont souscrit.

Le Cedapa et son réseau sont considérés comme le moteur de l'agriculture durable.

Le nombre d'adhérents du CEDAPA a augmenté au fil des ans et débouche sur les départements voisins pour constituer le Réseau Agriculture Durable (RAD) avec aujourd'hui environ 3000 adhérents.

De 1993 à 1998, l'INRA, sous la houlette de Messieurs BERANGER et JOURNET, met en route le programme Terre et Eau en collaboration avec le Conseil Général des Côtes d'Armor et le CEDAPA pour suivre durant 5 ans 27 exploitations adhérentes au Cedapa et respectant le cahier des charges.

LES ANNÉES POLY
Séance du 14 février 2018

Le rapport final « A la recherche de l'agriculture durable » publié par l'INRA en 1999 donne un revenu augmenté d'un tiers par rapport aux exploitations conventionnelles avec un travail plus agréable. Dans le suivi du bassin versant de Trémargat, où tous les agriculteurs adhéraient au Cedapa, les analyses montrent l'absence de pesticides (indétectables) et un taux de nitrate très faible sur la rivière le Stang Cau.

Le département 22 s'appuie sur l'expérience du Cedapa pour orienter ses programmes d'actions sur les bassins versants Algues Vertes et cela se poursuit aujourd'hui sur l'ensemble de la Bretagne dans le cadre du 5^{ème} programme d'actions directive nitrate.

Alors pourquoi, hormis notre expérience, le rapport POLY a-t-il eu si peu d'échos ?

C'est pourtant à l'époque de sa publication qu'a eu lieu l'explosion des élevages hors-sol et des surfaces en maïs-fourrage en contradiction avec le rapport publié par l'INRA. Pourquoi, par exemple, les écoles d'agriculture, grandes ou petites, publiques ou privées, au lieu de s'en imprégner ont au contraire formé des élèves à l'élevage industriel et à l'alimentation des bovins au maïs-fourrage ?

Pourquoi l'INRA n'a plus suivi son Président et au contraire a préconisé l'agriculture productiviste qui débouche aujourd'hui sur une crise économique, écologique et sociale.

Quant aux industriels et coopératives, bien sûr elles ne pouvaient être que contre le rapport Poly, leurs résultats économiques étant liés aux volumes d'achat et de vente des produits azotés, d'aliments, de produits vétérinaires, de pesticides, de matériaux.... (les salaires des directeurs étant indexés sur le chiffre d'affaires de la coopérative).

J'étais à l'époque président d'une coopérative, administrateur à la Caisse Régionale du Crédit Agricole et membre du bureau du centre de gestion : j'étais le seul à applaudir le rapport Poly. Les autres en étaient outrés, « on ne comprend plus rien » disait le directeur du centre de gestion. Plus étonnant le Conseil National Agricole du Parti Socialiste, dont j'étais membre, n'a jamais dans son travail fait référence au rapport Poly, base d'une orientation nouvelle de l'agriculture.

Je souhaiterais aujourd'hui que cette commémoration soit l'occasion de revenir sur ce rapport et de le faire connaître et ainsi s'appuyer dessus pour un développement agricole autonome, économe, à forte valeur ajoutée, permettant de réduire le chômage et de redonner vie aux campagnes françaises.

Nb : liste des Etudes Cedapa

« Comment s'installer et vivre avec 20 vaches laitières »,

« S'installer avec 24 truies sur 24 hectares »,

« vivre du mouton »,

« s'installer en vaches allaitantes c'est possible »,

« vivre avec un quota de 100 000 litres sur 24 ha »,

« fourrages, grains et couts de production ».

Toutes les études font apparaître le coût de l'investissement, le financement, les techniques de production, le revenu disponible et la qualité de vie.

Toutes ces études ont été transmises à François COLSON, conseiller technique auprès de Mme CRESSON, Ministre de l'Agriculture ; François COLSON est venu avec grand intérêt visiter les exploitations du Cedapa

Commentaires de Michel JOURNET
Ex chef du département Élevage et Nutrition des Herbivores

Je donnerai ma vision de l'accueil qui fut fait à l'INRA de ce rapport, parlerai des actions de ceux qui ont tenté de le mettre en œuvre, et conclurai par des propositions pour l'INRA.

Situation de l'agriculture en 1978

En 1978, l'économiste Jean Claude TIREL avait tiré un bilan du secteur de l'élevage herbivore. De 1960 à 1984 les productions à l'hectare de lait et de viande avaient augmenté de 2 % par an, ce qui fut obtenu par une augmentation bien plus élevée des consommations intermédiaires, +4 % en lait et près de + 8 % en viande, + 2% en capital, et - 2 % en main d'œuvre.

Le rapport POLY sur l'ensemble de l'agriculture constatait que la hausse du coût des consommations intermédiaires était bien supérieure à celle du prix des produits, soit une dépendance de plus en plus grande des agriculteurs vis-à-vis de l'aval et de l'amont, se traduisant par un accroissement de leur endettement de 15 % par an.

L'objectif était donc de produire économe, moins et mieux, avec peu de nuisances, les pesticides étaient cités mais sans parler encore d'effet de serre.

Il vantait aussi les capacités d'autonomie de la France, à condition de remédier à l'excédent en céréales et au déficit en viandes, et déjà à notre grande dépendance en protéines.

Aggravation de la situation environnementale

En Bretagne, dans le bilan dressé par la direction générale de l'environnement, entre 1970 et 1998 les apports d'azote venant de l'agriculture sont passés de 130 à 240 kg d'azote par ha, et ils excèdent de 1/3 les besoins des plantes. Pour moitié issus de la fertilisation et le reste des déjections de porcs volailles et bovins, de leurs modes de conduite à forts intrants azotés, et de l'accroissement des surfaces en maïs et en prairies à base de graminées fortement fertilisées. Soit le contraire d'une agriculture économe et autonome. Résultat : la teneur en nitrates des eaux superficielles avait été multipliée par 5, passant de 7 à 40 mg par litre, et elle était déjà la cause des marées vertes. Malgré 4 plans successifs, dits « Bretagne Eau pure », accompagnés de financements considérables.

Positionnement de L'INRA et des organismes de développement

À l'INRA, peu de chercheurs ont lu le rapport, la majorité n'a guère partagé sa vision, alors qu'une partie s'est activée pour la concrétiser notamment en élevage herbivore. Dans les organismes de développement agricole, les chambres d'agriculture furent généralement contre, alors qu'à l'Institut de L'Élevage et certains EDE la tendance fut plus favorable.

Tentatives de concrétisation à L'INRA

En 1986, Jacques Poly tenta de réorienter les recherches dans le secteur des productions animales qu'il dirigeait, il convoqua l'ensemble des chercheurs et des responsables du développement et demanda aux chefs de département de proposer un plan de recherche pour les 20 années à venir. J'ai rédigé et présenté un rapport dans le sens de ses concepts. Je l'ai exprimé brutalement en disant qu'il fallait prendre un virage à 90 degrés, j'ai été hué par une partie de l'assistance, montrant bien que l'esprit n'y était pas. Le rapport fut publié plus tard dans le bulletin du ministère de l'agriculture.

En 1980, il restructura la recherche en production animale dans l'ouest, en créant sur le centre de Rennes, la station de recherches sur les porcs (Y HEURY) celle sur la vache laitière (M JOURNET) et celle en technologie laitière (M MAUBOIS), associées à des domaines aux environs de Rennes et sur le domaine du Pin au Haras en Normandie. L'objectif en production laitière était de développer les systèmes herbagers face aux systèmes intensifs.

Peu après Il décida avec Robert JARRIGE la réalisation d'un vaste projet de recherches pluridisciplinaire à long terme au Pin aux Haras, entre Génétique animale (F GROSCLAUDE), Elevage herbivore (C BERANGER, M JOURNET), assistés d'un économiste (G LIENARD), pour comparer 2 systèmes de production en lait et viande, l'un économe l'autre extensif, en interaction avec des races plus ou moins productives, Holstein et Normandes.

Dans le département Elevage et Nutrition des herbivores, de nombreuses actions furent entreprises pour tester les avantages de systèmes agricoles herbagers économes. Tel le suivi des réseaux ovins en Montmorillonnais montrant la supériorité des herbagers économes, et une mise au point à L'INRA de THEIX de tels élevage ainsi que leur validité. Et tel aussi le suivi technico économique avec le CEMAGREF de réseaux d'exploitations bovines dans les différentes régions de France, mettant notamment en valeur les meilleurs résultats économiques des systèmes économes Normands à l'herbe comparés aux systèmes intensifs bretons.

Le SAD développe des recherches systémiques

Citons seulement à titre d'exemples dans les 2 décennies qui suivirent le bilan des initiatives *d'extensification du système de production* par les agriculteurs, ainsi que la politique de mise en œuvre par le ministère de l'agriculture des **plans de Développement Durable** qui ont bénéficié de l'expertise du CEDAPA.

De grandes expertises de systèmes économes

L'expertise du réseau durable du CEDAPA animée par M JOURNET et une équipe d'une vingtaine de chercheurs et enseignants. Réseau dirigé par André POCHON et composé d'une trentaine d'exploitations laitières et allaitante suivies durant 5 ans. Expertise réalisée avec l'appui de C BERANGER, et de la direction de l'INRA dirigée par B CHEVASSUS – AU- LOUIS, malgré l'opposition des Chambres d'Agriculture.

Les éleveurs décidèrent eux -mêmes de réduire de moitié la fertilisation des cultures et la complémentation des troupeaux pour produire de l'eau propre ! Nous avons montré que leur pari était réussi : ils gagnaient autant d'argent et rejetaient 2 fois moins de nitrates et 5 fois moins de pesticides. Et nous avons compris leur stratégie.

Projet d'assainissement du bassin de Vittel animé par JP DEFFONTAINES. Il réalisa l'exploit de faire évoluer les pratiques de tous les agriculteurs - éleveurs laitiers de la zone de production du bassin et de parvenir à produire de l'eau de Vittel totalement exempte de nitrate !

Tous ces travaux ont été édités et diffusés, ils sont connus mais n'ont pas été entendus, et parfois oubliés au plus haut niveau ! En effet, le plus grand réseau d'exploitants, FRCIVAM, qui pratique cette agriculture ne compte encore que 3000 exploitants ! Et Il aura fallu attendre le retour de « l'Agroécologie », prônée par le précédent gouvernement, pour que ce réseau soit accepté comme partenaire dans des projets d'agriculture durable.

Le rapport POLY aura eu un impact, mais sans véritable concrétisation.

Missions pour l'INRA

1/Division par 2 de l'effet de serre en agriculture

Objectif : réduire la part très élevée due à l'agriculture.

Cette réduction est déjà obtenue par les exploitants économes herbagers (1) et largement dépassée par les très économes (2). Il s'agirait de demander aux centres de recherche des scénarios par région, tel celui qui vient d'être réalisé par le centre de Clermont Ferrand pour le Massif Central en coordination avec tous les acteurs locaux, et visant aussi à optimiser le développement local.

2/ Des outils pour quantifier les services environnementaux.

Objectif : permettre de rétribuer ou pénaliser chaque agriculteur.

A réaliser de façon précise simple et non contestable, venant des données de gestion présentes sur les exploitations.

Principaux outils :

- Effet de serre induit
- Bilan d'azote
- Indice d'emploi des pesticides
- % d'herbe pâturée, ou fourrage vert récolté, dans la SAU.

3/Communiquer davantage vers les consommateurs, citoyens et élus locaux.

Justificatif : S'ils consomment ou font consommer bio, les agriculteurs produiront bio.

Ce sera à leurs syndicats de leur demander, et aux organismes de développement de leur apprendre car produire efficacement bio à moindre coût est complexe et difficile.

Une méthode d'approche à privilégier :

Projet coopératif, recherche - exploitants

Thème : Explorer, évaluer et comprendre le mode de fonctionnement d'exploitations pilotes, très économes rentables et qualitatives, par grand type de production.

Intérêt : coupler les capacités scientifiques du chercheur, d'analyse et de synthèse ; et celles de l'agriculteur, de compréhension du fonctionnement de l'exploitation.

Les exploitations modèles devront être identifiées par leurs pairs, avec le concours probable entre autres de la FRCIVAM comme partenaire. L'INRA devra trouver les chefs de projet à même de diriger les acteurs sur le terrain pour ce genre d'action, bien connue de Jean Louis PEYRAUD et Jean BOIFFIN, et mettre en œuvre les compétences multidisciplinaires nécessaires.

L'expertise que j'ai dirigée au CEDAPA en fin de carrière, et ma participation comme expert à celle sur le bassin de Vittel, m'ont appris le bénéfice énorme qu'on peut attendre d'une telle approche. Elle est très complémentaire des essais longue durée pratiquée sur les domaines expérimentaux de l'INRA, mais encore plus profitable d'après mon vécu.

Conclusion

Voici 40 ans le modèle d'agriculture économe et autonome proposé par Jacques POLY avait pour objectif de rendre les exploitations plus rentables et moins polluantes, en réduisant les dépenses fossiles grâce à l'utilisation de ressources naturelles gratuites.

Aujourd'hui ce sont principalement 2 dangers majeurs qui le justifient : 1/ l'effet de serre induit par l'agriculture et 2/ la dégradation de la santé due aux pollutions et à la mauvaise nutrition.

Ces perspectives sont mondiales, mais la réalisation doit d'abord se faire au niveau le plus restreint, celui de l'exploitation agricole. Ce qui implique à l'INRA de retrouver les bons outils à ce niveau, et de

revenir aux fondamentaux du recyclage des ressources de l'atmosphère à travers les végétaux les animaux et le sol, afin qu'il soit le plus élevé possible.

J'ai rédigé ce texte en hommage à Jacques POLY, un maître et un ami tout comme Robert JARRIGE, pour avoir guidé et illuminé mon parcours de chercheur depuis Jouy en Josas jusqu'à Rennes en passant par Clermont Ferrand.

S'il revenait aujourd'hui pour constater les dégâts, nous lui dirions inconscients et inoffensifs chercheurs que nous n'avons rien pu faire contre la puissance de ceux qui les ont les orchestrés. Et dirions, face à son énorme » coup de gueule », que nous avons enfin trouvé la solution ?

J'adresse tout particulièrement ces réflexions aux deux présidents de cette réunion Philippe MAUGAIN et Bertrand HERVIEU que je remercie de l'avoir organisée, avec l'espoir aussi que le rapport POLY pourra être réédité.

Références bibliographiques

- (1) JOURNET M., DULPHY JP., GEAY Y., LIENARD G. – Les herbivores et la Planète. Courrier de l'environnement de l'INRA, **63**, 87-102.
- (2) JOURNET M ; DULPHY JP. 2016. – Refondation de l'agriculture et rôle des herbivores. Réflexions et perspectives. Fourrages, **228**, 271-281.

Le rapport POLY est disponible dans son intégralité sur notre site internet

<https://www.academie-agriculture.fr/actualites/academie/seance/academie/recherche-agronomique-et-politiques-publiques-des-annees-poly?140218>

FERTILISATION ET FERTILITÉ DES SOLS

Séance organisée par **Philippe ÉVEILLARD**

INTRODUCTION

par Valérie **MAQUÈRE**¹

Je suis très heureuse très parmi vous cet après-midi et vous remercie pour votre invitation à introduire votre session « Fertilisation et fertilité des sols ».

Tout d'abord, je tenais à me présenter à vous. Je suis Valérie Maquère, responsable du bureau eau, sols et économie circulaire à la direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises. Le bureau s'occupe des enjeux relatifs aux entreprises agricoles, de l'agroalimentaire, de la forêt, du cheval et de la bioéconomie s'agissant de leur lien avec l'eau, les sols, les déchets et l'économie circulaire et les procédures et politiques environnementales transversales. Nous nous intéressons donc aux relations entre les milieux et les entreprises pour produire durablement (sur les plans économique, environnemental et social) et dans une perspective de double performance. Nous nous intéressons donc plus particulièrement au milieu en tant que partie intégrante du cycle de production, et en ce sens, « le secteur des terres », pour reprendre un terme issu des négociations climat, porte de nombreuses solutions pour la transition agro-écologique.

La fertilisation et la fertilité des sols sont des thèmes qui sont chers à l'agriculture et plus particulièrement au bureau.

La fertilisation c'était, avant, apporter tout ce qu'il faut, même plus, pour être sûrs que la plante ne manquera de rien

et puis on s'est rendus compte, les crises pétrolières aidant, que ce n'était pas un équilibre ni économique, ni agronomique, ni environnemental.

Le rapport Hénin en 1980 a été le début d'une prise de conscience collective sur les enjeux d'une bonne gestion de l'azote en agriculture, notamment au regard des impacts sur l'eau et les nitrates. D'énormes progrès ont été réalisés depuis sur la gestion de la fertilisation azotée, sous l'impulsion réglementaire, mais avant tout par les progrès réalisés par les agriculteurs eux-mêmes, accompagnés par l'ensemble des partenaires de la connaissance, du conseil etc.

« La bonne dose, au bon moment et au bon endroit » reste notre ligne et c'est celle que nous avons défendue auprès de la Cour de Justice de l'Union Européenne dans le cadre des contentieux nitrates et que nous avons réussi à faire entendre, en particulier pour la mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée, en promouvant une remise à niveau de la réglementation française selon une approche porteuse de sens agronomique (méthode du bilan).

Des progrès restent à faire en matière de politique publique, nous le savons et nous sommes toujours en mouvement pour évaluer et faire évoluer autant que de besoin ces politiques, en co-construction avec tous les acteurs, sur les plans nationaux et territoriaux, et toujours en encourageant les pratiques innovantes (comme le pilotage fin, le développement des outils numériques, ...).

¹ Chef de bureau BESEC (Eau, sols et économie circulaire) au MAA/DGPE.
Copyright Académie d'agriculture de France, 2018.

Je voudrais ici souligner et remercier très sincèrement l'engagement et l'implication du COMIFER et du RMT fertilisation et environnement à nos côtés, depuis de nombreuses années, y compris dans les moments difficiles, pour cultiver le lien entre connaissances scientifiques et appliquées et politiques publiques, et progresser ensemble, notamment dans le champ complexe des programmes d'actions nitrates.

Mais, l'azote n'est pas le seul élément à prendre en compte en matière de fertilité et de fertilisation. Il y a le phosphore, le potassium, etc.

Philippe Eveillard et Nicolas Saby vont ainsi ouvrir les présentations en vous parlant des enjeux liés à la diminution de la fertilisation minérale et ses conséquences sur la disponibilité des éléments phosphore et potassium dans les sols.

Et l'eau n'est pas le seul compartiment environnemental, il y a aussi les sols, l'air, les milieux terrestres qui peuvent s'eutrophiser aussi...

Et il ne s'agit plus non plus aujourd'hui que de réfléchir à l'échelle d'un petit territoire ou d'un bassin versant, mais de rechercher les équilibres et le bouclage des cycles à des échelles plus globales, jusqu'à celle de la planète.

C'est un défi très grand et complexe qui est le nôtre collectivement aujourd'hui : multi-enjeux, multi-facteurs, multi-échelles...

Et pour les politiques publiques : plus simple, plus accessible, faisant plus sens pour l'administré...

L'agro-écologie nous offre cette opportunité de repenser les choses de manière différente, plus intégrée et plus globale, et de replacer au cœur de nos réflexions les sols et la fourniture d'éléments nutritifs aux plantes via le bouclage des cycles biogéochimiques. Développer des solutions combinant performance économique, performance environnementale et sanitaire, et performance sociale, des solutions qui diffèrent et à adapter au cas par cas. C'est l'impulsion donnée pour l'action du ministère depuis 2014 et qui se poursuit aujourd'hui.

L'agro-écologie permet également de replacer le rôle de la photosynthèse au cœur de nos réflexions stratégiques. Ainsi, les secteurs agroalimentaires et forestiers font partie des solutions pour la transition écologique et énergétique, certes en réduisant leurs émissions propres, mais aussi en permettant de séquestrer du carbone et en fournissant aux autres secteurs de l'économie des produits à faible intensité carbone, de manière durable et soutenable. Et la bonne gestion des éléments nutritifs et de la fertilité des sols est un des défis majeurs pour cela.

L'agriculture française est dépendante d'engrais issus de ressources non renouvelables, et l'épuisement de certaines ressources naturelles est susceptible de menacer l'approvisionnement français dans le futur et de peser sur l'économie des exploitations agricoles.

L'économie circulaire et la bio-économie sont deux récents concepts qui offrent des opportunités importantes pour les exploitations agricoles et l'industrie agroalimentaire. Elles s'appuient sur les territoires, en maintenant et en créant des emplois non délocalisables.

Nous avons eu l'occasion d'en parler de manière très ouverte avec tous les acteurs, au cours de débats très riches, cet automne lors de l'atelier 3 des États généraux de l'alimentation intitulé « développer la bioéconomie et l'économie circulaire » et je vous invite à aller consulter les conclusions de l'atelier disponibles sur le site de l'Assemblée Nationale.

Ces débats se sont également prolongés pour partie dans le cadre des travaux sur la feuille de route économie circulaire pilotés par le ministère en charge de l'écologie.

Ces travaux font écho à une actualité européenne très présente avec le déploiement du paquet économie circulaire depuis 2016, incluant la révision de la directive déchets et du règlement fertilisants.

Dans le cadre de l'économie circulaire, l'essentiel du gisement de matière organique valorisé en agronomie est aujourd'hui constitué d'effluents d'élevage. Des orientations pour progresser dans la valorisation de ces derniers ont été initiées en 2013 avec le plan énergie méthanisation autonomie azote.

La loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) fixe par ailleurs depuis 2015 des objectifs de recyclage plus larges sur lesquels il nous faut travailler. Les biodéchets (déchets alimentaires et déchets verts) représentent un potentiel important de valorisation au sol de matières organiques sous réserve d'un tri de qualité et d'un traitement organique dans des filières vertueuses.

Les États généraux de l'alimentation ont remis au centre de nos priorités le partage de la valeur au sein de la société, y compris les nouvelles valeurs offertes par les transitions écologique et énergétique. Ainsi, la valorisation au sol et en fertilisation des matières issues du recyclage, pour être créatrice de valeur partagée de manière durable, doit avant tout répondre au besoin de l'agriculture et des secteurs agroalimentaires tant en termes de qualité agronomique (disponibilité des éléments minéraux, facilité de manipulation, de contrôle de la dose, ...) que d'innocuité.

Il y a là un grand champ de progrès collectif qui nous est ouvert pour lequel l'amélioration de la connaissance et l'innovation, à tous les niveaux de la société, seront des clés majeures de succès, en décloisonnant et en créant des lieux de rencontre entre les acteurs, les compétences.

La présentation de Sabine Houot « Intérêts et limites de la substitution par la fertilisation organique » nous permettra ainsi d'approfondir les intérêts, les limites et les enjeux de la fertilisation organique dans le cadre de l'économie circulaire.

Enfin, je voulais maintenant vous parler de sols.

Je dois rappeler d'abord l'engagement du ministère de l'agriculture sur ce sujet.

Cet engagement, il se traduit dans la co-présidence du GIS Sol et notre engagement financier sans faille, depuis 2001, pour développer la connaissance sur les sols.

Il se traduit également dans l'initiative 4% « Les sols pour la sécurité alimentaire et le climat », une des 6 initiatives retenues pour l'agriculture par l'agenda des actions Lima – Paris lors de la COP 21 en 2015.

Mais c'est également le projet agro-écologique, l'action du MAA en matière de lutte contre la consommation du foncier agricole, l'économie circulaire, le réseau RNEST piloté par la DGER, le guide sur les indicateurs « sols » disponible sur le site du MAA et de tous les partenaires techniques, scientifiques et du conseil qui nous ont aidé à le construire et que je tiens à remercier chaleureusement ici...

Et c'est, plus largement notre action au quotidien.

Les sols ont été au cœur de bon nombre des discussions de l'atelier 3 des EGA car pour produire durablement et de manière soutenable, pour participer activement aux grands enjeux globaux que sont la transition écologique, énergétique et climatique et au bouclage des cycles, il faut bien gérer les sols, aussi bien dans leur dimension quantitative que qualitative.

Bien gérer les sols, c'est certes bien connaître les menaces qui pèsent sur eux, mais c'est avant tout préserver et développer leurs fonctions et les services écosystémiques qu'ils rendent, et plus particulièrement, pour le secteur agroalimentaire, la fourniture d'aliments, de fibres et de combustibles et le recyclage des éléments nutritifs.

Plus que des réglementations nouvelles, nous avons besoin de travailler de manière transversale, de mettre en cohérence, de développer la connaissance et les outils opérationnels pour les agriculteurs, le conseil et l'évaluation publique, d'éduquer et de sensibiliser. Ces grandes orientations, nous les partageons avec le ministère en charge de l'écologie, et avons pu les présenter au Conseil national de la transition écologique en décembre 2016.

Nous devons faire progresser la connaissance, faire progresser l'action publique et faire progresser les pratiques, dans des temporalités qui ne sont pas toujours les mêmes et simples à articuler.

Les matières organiques et la biodiversité des sols sont au cœur de la fertilité des sols et de la nutrition des cultures. Christine Le Souder va ainsi illustrer l'importance du lien entre sols et fertilité en discutant, pour la 3ème intervention de cet après-midi, le thème « Fertilité des sols et activité biologique : nouveaux services écosystémiques ». Elle vous touchera également un mot du nouveau groupe technique sur la fertilité et l'activité biologique des sols installée par le COMIFER, que nous soutenons.

Je ne m'aventurerai pas sur les terrains des mots à employer : sols vivants, sols fertiles, fertilité des sols, qualité des sols ?

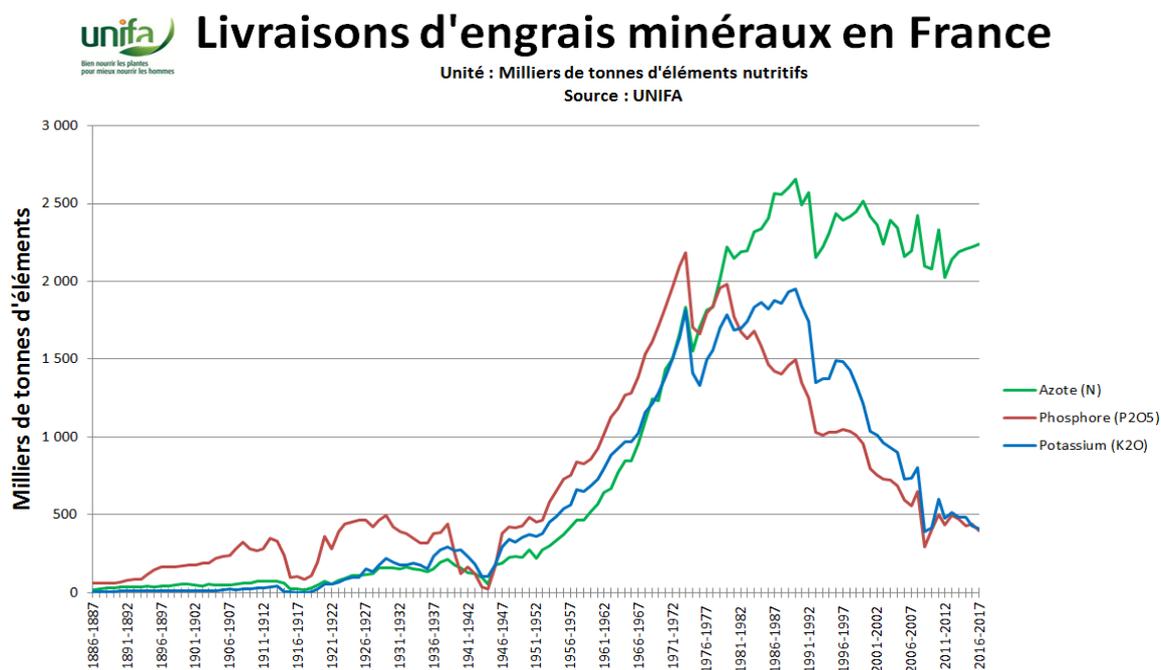
Mais je livre maintenant ces sujets à votre réflexion et rends la parole aux experts.

Je vous remercie pour votre attention.

DIMINUTION DE LA FERTILISATION MINÉRALE ET CONSÉQUENCES SUR LA DISPONIBILITÉ DES ÉLÉMENTS PHOSPHORE ET POTASSIUM DANS LES SOLS

par Philippe ÉVEILLARD¹ et Nicolas SABY²

L'agroécologie s'appuyant sur les technologies numériques vise à gérer avec précision la nutrition et l'équilibre des éléments nutritifs à respecter pour chaque culture. La réduction constante de la fertilisation phosphatée et potassique minérale depuis trente ans préoccupe car elle conduit à des bilans négatifs dans certaines régions qui interrogent sur la durabilité des objectifs de production.



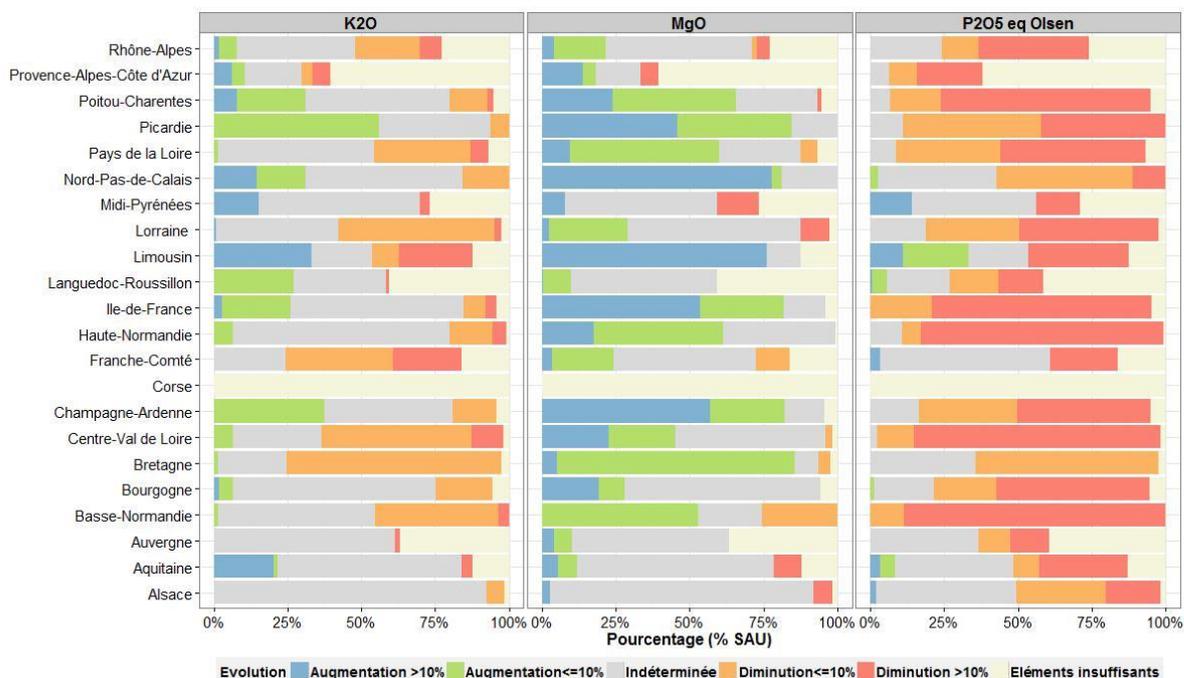
Évolution de la fertilisation minérale en France sur 130 ans en milliers de tonnes d'éléments nutritifs Source UNIFA

Le programme Base de Données d'Analyses de Terre du GIS Sol piloté par l'unité Infosol de l'INRA a pour objectif depuis 2000 de collecter des résultats d'analyses provenant d'échantillons de terres prélevés majoritairement à la demande des agriculteurs. Les résultats sont issus des laboratoires agréés par le Ministère en charge de l'Agriculture qui utilisent les mêmes méthodes normalisées permettant les comparaisons. Cette base d'analyses permet de disposer à ce jour de plus de deux millions de résultats pour chaque paramètre objet de cette étude, comparés sur deux décennies autour de l'année 2004.

Le diagnostic spatio-temporel a été conduit en appliquant des tests statistiques à l'échelle des petites régions agricoles (PRA). Le diagnostic a été établi sur l'évolution des teneurs puis également sur des interprétations en classe de disponibilité en élément nutritif issues de l'adaptation de la méthode RégiFert® aux données de la base BDAT.

¹ UNIFA, Union des Industries de la fertilisation.

² INRA Orléans Infosol.



Synthèse en pourcentage de la SAU par région de l'évolution des teneurs en potassium échangeable (K₂O), magnésium échangeable (MgO) et phosphore équivalent Olsen (P₂O₅ équivalent Olsen) entre les 2 périodes comparées. Le seuil de 10 % attaché aux évolutions correspond à un rapport entre l'évolution constatée et la teneur initiale.

L'évolution de la disponibilité de ces éléments nutritifs a été mise en évidence dans la base nationale d'analyses de terre. On note une diminution de la disponibilité en potassium localisée dans quelques régions mais ces évolutions sont limitées et une large part des sols reste dans des catégories de disponibilité satisfaisantes en potassium. A l'inverse, les teneurs en phosphore ont diminué dans une majorité de petites régions agricoles. Les zones à très forte disponibilité diminuent au profit de la classe de disponibilité intermédiaire, mais c'est l'augmentation des surfaces de faible fertilité en phosphore qui s'avère préoccupante. Elle incite à la vigilance en revenant aux fondamentaux agronomiques du raisonnement de la fertilisation.

Références bibliographiques

- 1) SABY N.P.A., GOUNY L., EVEILLARD P., DENOROY P., LEMERCIER B. 2017. – Evolution d'après la BDAT des disponibilités en P, K et Mg en France entre les décennies 1995-2004 et 2005-2014, 13èmes Rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse
- 2) GOUNY L., SABY N.P.A., DENOROY P., LEMERCIER B., EVEILLARD P., 2016. – Utilisation des données de la BDAT pour étudier l'évolution spatio-temporelle des teneurs en Magnésium échangeable, Potassium échangeable et Phosphore extractible dans les sols agricoles de France métropolitaine. Rapport convention UNIFA Inra Gis Sol, 89p.
- 3) DENOROY P., DUBRULLE P., VILLETTE C., COLOMB B., FAYET G., SCHOESER M., MARIN-LAFLÈCHE A., PELLERIN F., PELLERIN S., BOIFFIN J. 2004. – RegiFert, interpréter les résultats des analyses de terre, 128 p., INRA Editions.

INTÉRÊTS ET LIMITES DE LA SUBSTITUTION PAR LA FERTILISATION ORGANIQUE

par Sabine **HOUOT**¹

La fertilisation organique des cultures et des prairies est basée historiquement sur l'épandage des effluents d'élevage qui constituent toujours plus de 90% des ressources organiques disponibles. Cependant ces ressources sont réparties très inégalement sur le territoire, avec des régions excédentaires où leur utilisation peut générer des impacts environnementaux. Par ailleurs, la multiplication des filières de collecte et de traitement (compostage, méthanisation...) des déchets organiques crée de nouvelles ressources qui nécessitent d'adapter les pratiques d'épandage à leurs caractéristiques. On distingue deux grandes familles de matières fertilisantes organiques : celles qui auront plutôt un comportement de fertilisants libérant rapidement des éléments nutritifs pour les cultures et celles qui ont plutôt un effet amendant et agissant sur les propriétés du sol (augmentation de matière organique, modification du pH des sols). L'origine et le mode de traitement appliqué conditionnent les propriétés des matières organiques et donc les effets attendus. Ces modes de traitement peuvent ainsi modifier largement les caractéristiques physico-chimiques des matières épandues avec par exemple l'augmentation des formes ammoniacales d'azote au cours de la méthanisation, ou de la stabilité de la matière organique au cours du compostage.

Dans tous les cas, outre des conseils d'utilisation optimale dans les pratiques de fertilisation pour limiter les impacts liés à leur valeur fertilisante, il faut également assurer l'innocuité des matières épandues : absence de pathogènes ou autres contaminants chimiques tels que des résidus pharmaceutiques. Ces impacts environnementaux pourraient n'apparaître qu'après des apports répétés, ce que permet de déterminer des dispositifs d'observation de longue durée tels que les sites du SOERE-PRO (système d'observation et d'expérimentation pour la recherche en environnement sur les produits résiduels organiques), mis en place depuis une vingtaine d'année.

Plus récemment, ces apports de matières fertilisantes organiques pourraient également contribuer à l'initiative 4 pour 1000, cherchant à déterminer la possibilité d'augmenter les stocks de carbone dans les sols afin de contribuer à l'atténuation des changements climatiques. Cela nécessite de valoriser de nouvelles ressources organiques qui ne seraient pas encore valorisées ou de modifier la gestion spatiale des ressources classiques issues de l'élevage.

La présentation fera un point sur les connaissances actuelles et les travaux en cours sur ces nouvelles visions sur la fertilisation organique.

FERTILITÉ DES SOLS ET ACTIVITÉ BIOLOGIQUE : NOUVEAUX SERVICES ÉCOSYSTEMIQUES

par Christine **LE SOUDER**²

Les connaissances sur la biodiversité des organismes vivants du sol et leurs activités progressent fortement actuellement ; la grande diversité des populations joue un rôle fondamental sur le fonctionnement biologique des sols, contribuant à la fourniture de services écosystémiques qui favorisent la fertilité des sols. Ces services concernent la mise à disposition des éléments nutritifs pour les plantes, la décomposition et le

¹ INRA UMR ECOSYS 78850 Thiverval-Grignon.

² ARVALIS Institut du végétal, et présidente du COMIFER

stockage du carbone, le maintien de la structure du sol et de la circulation de l'eau, ainsi que la régulation des bioagresseurs. La fertilisation est concernée principalement par les deux premiers services.

Le service de mise à disposition des éléments nutritifs concerne principalement les cycles des éléments nutritifs que sont l'azote, le phosphore et le soufre. Cette mise à disposition se fait tout d'abord en quantité, par le recyclage des matières organiques des sols via la minéralisation, et ensuite par l'amélioration de la biodisponibilité comme c'est le cas pour le phosphore, ainsi que par l'amélioration des conditions d'absorption par les racines.

La régulation des flux de carbone par les activités biologiques constitue un service environnemental, le stockage ou la libération de CO₂ voire d'autres gaz à effet de serre étant fortement associés à ces activités.

Les raisonnements de la fertilisation sont donc en forte interaction avec l'activité biologique des sols, ce qui a conduit le COMIFER à la création d'un groupe technique sur la fertilité et l'activité biologique des sols. Il va permettre de partager ces connaissances et les formaliser pour bâtir des références dédiées à la construction de démarches visant une gestion agroécologique des systèmes de culture.

CONCLUSION

par Jean-François COLOMER¹

LE CONSTAT

En premier lieu il paraît difficile d'imaginer une optimisation de la production et de la chaîne alimentaire « sol plante animal » sans un minimum d'apports d'engrais organiques ou minéraux ou les deux associés.

Il y a une continuité sur le plan de la nutrition entre sol-plante-animal. Une carence d'un élément nutritif n'affecte pas que le rendement mais aussi la composition des fourrages et des récoltes avec une incidence sur les élevages et sur l'homme. La fertilisation a pour objectif d'améliorer la nutrition des végétaux en prenant en compte tous ses éléments (une vingtaine de minéraux incluant les oligo-éléments). Mais tout dépend d'où on vient et où on veut aller. C'est ce qu'a bien compris notre confrère Papa Seck, ministre de l'Agriculture du Sénégal en obtenant une majoration conséquente de son budget dont une bonne partie sera consacrée au bon usage des fertilisants.

De nombreux experts estiment en effet que les rendements en maïs pourraient être doublés dans une large zone africaine avec plus d'intrants. Philippe Eveillard nous a alerté sur la diminution constante des apports en phosphore et en potassium divisés respectivement par 3 et par 2 dans les engrais minéraux ainsi que sur les apports d'azote depuis quelques années qui est une des explications, sans doute, du plafonnement des rendements céréaliers et de la teneur en protéines du blé.

Toutefois, malgré les difficultés financières des exploitants, il semble que l'on assiste ces derniers mois à une hausse des achats de P et K, face à la prise de conscience du risque agronomique lié à un élément nutritif qui deviendrait le facteur limitant du rendement. Ce risque et cette décapitalisation sont mesurés par l'évolution constatée des teneurs en phosphore et en potassium dans la base de données des analyses de terre du GIS sols pilotés par l'unité Infosol de L'Inra que nous a présentée Nicolas Saby. Ces données seront demain encore plus précises avec le traitement des données des agriculteurs disponibles sur le cloud. Le raisonnement agronomique reste donc complètement d'actualité et l'analyse de terre est indispensable pour le suivi de la fertilité à la parcelle.

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

L'IMPORTANCE DU RAISONNEMENT AGRONOMIQUE

Il doit intégrer la fertilisation organique avec toutefois quelques précautions nous a dit Sabine Houot. Historiquement elles ne concernaient que les effluents d'élevage ; mais la multiplication des matières proposées implique de mieux connaître leur efficacité, voire leur variabilité.

Pour le futur le recyclage et le traitement des effluents organiques, apportera une réponse à l'épuisement programmé des ressources minérales comme les phosphates.

Ces effluents restent toutefois très inégalement répartis sur tout le territoire métropolitain et peuvent entraîner des résistances ;

D'où la nécessité de limiter les pertes et les risques associés à l'environnement et à la santé. Cela conduit à formuler des conseils d'utilisation optimale et de s'assurer de l'innocuité des matières épandues.

D'où également l'importance des réglementations qui englobent les apports organiques et les engrais minéraux pour limiter les fuites de nitrate vers les eaux et les nappes et la volatilisation d'ammoniac.

Tout cela va influencer et faire évoluer le conseil agronomique auprès des agriculteurs, avec des indicateurs et des modèles nouveaux.

VERS DE NOUVEAUX SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Cela repose aussi sur une meilleure connaissance des organismes vivants dans le sol et leur rôle dans la mobilisation des éléments nécessaires aux plantes, mais aussi en matière de structure du sol et de circulation de l'eau ; le sol constitue un écosystème complexe où les facteurs physiques et chimiques interagissent fortement avec la biologie, en particulier quand on prend en compte l'élimination des polluants. Cela repose en particulier sur des bio-indicateurs déjà existants et testés par ARVALIS

La régulation des flux de carbone par des activités biologiques peut donc constituer un service environnemental en termes de stockage et de libération du CO₂, voire d'autres gaz à effet de serre avec l'objectif du stockage carbone « 4 pour mille » dans les sols entériné à la COP 21. Tous ces éléments sont à prendre en compte dans une gouvernance territoriale des sols qui sera au programme de la prochaine séance de l'Académie du 11 avril à partir des conclusions du Groupe sol.

Il conviendra également de raisonner la fertilisation avec les outils de l'agriculture numérique et de la microbiologie des sols (nouveau groupe technique sur la fertilité et l'activité biologique des sols du COMIFER) pour déboucher sur une gestion agro-écologique des systèmes de cultures.

INNOVATION ET LABELLISATION

A titre d'exemples des expérimentations existent déjà et sont testées comme l'agriculture numérique et l'agriculture de précision intra parcellaire API. L'utilisation de l'infrarouge à Boigneville pour une analyse rapide in situ du sol et la prise en compte de sa variabilité au sein d'un champ tout comme le boîtier J. Deere repris par Joskins pour l'application raisonnée des lisiers. Il y a aussi le Label éco-épandage de l'IRSTEA pour un apport précis des fumiers, composts ou lisiers limitant le compactage des sols et la perte d'ammoniac. L'utilisation des bio-stimulants qui vont être intégrés dans le futur règlement européen sur les fertilisants

L'agronomie qui avait été laissée un peu en jachère pendant une trentaine d'années va connaître une nouvelle jeunesse avec l'émergence de « nouveaux agronomes » appuyés sur un raisonnement plus systémique de l'écosystème cultivé. La question de la fertilité du sol et de sa capacité à nourrir les végétaux y aura une place importante. La fertilisation est donc et restera un élément essentiel d'une agriculture plus performante et durable, basée sur l'agroécologie, comme nous l'a souligné Valérie Maquère, chef du bureau eau sol et économie circulaire du ministère de l'Agriculture et de l'alimentation.

RÉÉVALUATION DES ADDITIFS ALIMENTAIRES PAR L'EFSA

Séance organisée par Dominique **PARENT-MASSIN**¹

La commission européenne a demandé à l'EFSA de ré-évaluer le risque de tous les additifs autorisés en Europe avant le 20 janvier 2009. Le but de cette séance est de présenter l'EFSA, puis la méthode suivie pour les ré-évaluation, et le bilan ce jour, en se focalisant plus particulièrement sur les colorants dont la ré-évaluation s'est terminée fin 2016.

PRÉSENTATION DE L'EFSA ET DE SES MISSIONS

par Georges **KASS**²

L'EFSA est une agence européenne juridiquement établie par l'Union européenne en 2002 en vertu de la législation alimentaire générale, suite à une série de crises alimentaires survenues à la fin des années 1990, afin de fournir et de communiquer des conseils scientifiques sur les risques associés à la chaîne alimentaire. En particulier, la mission d'EFSA couvre la sécurité de l'alimentation humaine et animale, la nutrition et la santé des animaux, la protection et la santé des plantes ainsi que l'impact potentiel de la chaîne alimentaire sur la biodiversité des habitats végétaux et animaux.

La plupart des évaluations des risques menées par l'EFSA répondent à des demandes de conseil scientifique émanant de la Commission européenne, du Parlement européen et des États membres de l'UE ; le reste consiste d'activités dites « auto-saisies ». Les avis scientifiques de l'EFSA sont principalement élaborés par ses groupes scientifiques et son comité scientifique, dont les membres sont nommés grâce à une procédure de sélection ouverte.

L'EFSA met habituellement en place un groupe de travail composé d'experts pour procéder à l'évaluation des risques. L'évaluation est ensuite adoptée à la majorité des membres des groupes scientifiques lors de la réunion plénière du groupe scientifique concerné et est ensuite publiée sur le site de l'EFSA dans l'EFSA Journal, un journal scientifique libre d'accès en ligne.

L'APPROCHE SUIVIE PAR L'EFSA POUR LA RÉUNION ÉVALUATION DES ADDITIFS ALIMENTAIRES

par Claude **LAMBRÉ**³

Dès 2003, en raison de l'évolution des connaissances et considérant l'ancienneté de l'évaluation de la sécurité d'un bon nombre des additifs alimentaires actuellement autorisés dans l'Union Européenne, la

¹ Membre de l'Académie d'agriculture de France, Professeur honoraire des Universités en toxicologie alimentaire de l'Université de Brest.

² Toxicologue, Senior Scientist Efsa.

³ Vice-président du Panel ANS Efsa.

Commission européenne a demandé à l'EFSA de commencer une ré-évaluation systématique de tous les additifs autorisés. Par la suite, le Règlement (EC) N° 1333/2008, a précisé que tout additif alimentaire devait faire l'objet d'une évaluation de risque avant d'être autorisé par la Commission pour commercialisation dans l'UE. En conséquence, le règlement (EU) N° 257/2010 a fixé un programme définissant l'ordre de priorité et les dates limites auxquelles les différentes catégories d'additifs alimentaires autorisés avant le 20 janvier 2009 doivent être ré-évalués. Ce même règlement stipule que n'importe quel additif alimentaire doit être ré-évalué en cas de nouvelles conditions d'utilisation ou d'émergence de nouvelles connaissances. Pour beaucoup des additifs devant être ré-évalués, les données disponibles (études réglementaires ou publications dans des revues scientifiques), aussi bien dans le domaine de leur toxicité que de leur identité chimique et des doses d'emploi, sont très limitées. De ce fait, l'EFSA a lancé des appels publics afin que lui soit communiqué, par toute structure publique ou privée, toutes les données susceptibles de lui permettre de pratiquer correctement une évaluation du risque sanitaire (incluant le danger et l'exposition). Ces évaluations de risque sont réalisées à l'EFSA par le Panel « Additifs alimentaires et compléments nutritionnels » (ANS).

STATUT DE L'ÉVALUATION DES COLORANTS ALIMENTAIRES AUTORISÉS EN EUROPE

par Fernando **AGUILAR**¹

La ré-évaluation des colorants alimentaires autorisés comme additifs s'est terminée en 2016. Plusieurs situations se sont présentées. Pour certains colorants comme le Rouge 2 G, la dose journalière admissible (DJA) a été suspendue. D'autres colorants ont vu leur DJA diminuée (E100, E104, E123, E124, E131, E133, E150, E155) ou augmentée au vu de nouvelles données toxicologiques ou de l'interprétation différente de données toxicologiques existantes (E110, E160a, E161, E160c). Enfin un certain nombre de colorants ont conservé leur DJA attribuée antérieurement (E101, E102, E122, E127, E129, E132, E142, E153, E161g, E170). Les données d'exposition sont beaucoup plus précises que lors des évaluations précédentes en tenant compte à la fois de la base de données de consommation européenne de l'Efsa, des doses autorisées par la réglementation mais également des quantités utilisées par les industriels permettant ainsi la caractérisation du risque (voir tableau récapitulatif pages suivantes). On peut noter la difficulté pour le Panel d'évaluer les colorants dits naturels pour lesquels les données analytiques et toxicologiques ne sont pas toujours aussi complètes que pour les colorants synthétiques. Le fait que certaines DJA aient été diminuées et que les calculs d'exposition soient de meilleure qualité a abouti dans certains cas au dépassement de la DJA. Il revient alors au gestionnaire du risque, la Commission Européenne, d'adapter les mesures de gestion du risque (autorisation, interdiction, modification des doses autorisées) aux données de ces évaluations du risque.

Voir les présentations sur notre site internet

¹ ANSES, membre du Panel ANS Efsa.

**ÉPIDÉMIOLOGIE DES ROUILLES DES CÉRÉALES :
GESTION DES VARIÉTÉS ET DU RISQUE**

Séance organisée par Claude **POPE**¹ et Marc **DÉLOS**²

**LES ROUILLES DES CÉRÉALES, COMPAGNES MILLÉNAIRES DU
CULTIVATEUR**

INTRODUCTION

par Jean-Louis **BERNARD**³

Au cours du développement d'une culture céréalière, nombreux sont les désordres végétatifs qui perturbent sa croissance, menaçant parfois son rendement et/ou la qualité de ses grains. Certains de ces désordres sont reliés à la météorologie (gelée, sécheresse, excès d'eau), d'autres à des carences alimentaires ou à la pression de nombreux bioagresseurs. Parmi ces derniers, les rouilles semblent avoir accompagné depuis son origine l'agriculture du bassin méditerranéen et au-delà. Comme en témoignent les textes bibliques, les traces de rouille noire portées par des fragments de blé de l'âge du bronze découverts en Israël ou les spores présentes dans le contenu stomacal des hommes des tourbières du Danemark.

Au champ, la présence de « rouilles » est très largement mentionnée par les Grecs et les Latins comme l'attestent les écrits de Théophraste, Varron, Virgile, Horace, Ovide... Il est certain que le terme générique de « rouille » devait aussi couvrir d'autres désordres végétatifs mais on connaît des descriptions explicites et Pline est très affirmatif lorsqu'il prétend que « *de toutes les maladies climatiques... il n'y en a pas qui fasse plus de mal que la rouille* »⁴. La première parade est alors le recours aux divinités. En Grèce, Apollon-Erythibius est le protecteur le plus commun des céréales. À Rome, on sacrifie aux dieux Lares et parfois à Robigo, divinité rustique du Latium, que l'on célèbre le 25 avril, époque à laquelle les maladies du feuillage des céréales se manifestent de façon visible. Il existe aussi une foule de recettes magiques comme ces branches de laurier plantées dans les parcelles ou ce crâne d'âne que les Etrusques avaient coutume d'enterrer en bordure du champ pour le protéger de la rouille.

Les rouilles des céréales, plus particulièrement la rouille noire (*Puccinia graminis*) et la rouille brune (*P. recondita*) ont joué à différentes époques un rôle déterminant dans la survenue de disettes. Certes, les fêtes de Robigus ont été transformées par l'Eglise en procession des Rogations mais aucun progrès notable n'a été réalisé avant le XVIIe siècle où bien des auteurs attribuent toujours l'apparition des rouilles à l'influence néfaste de certaines étoiles ou au lever des Pléiades.

¹ Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, Directrice de l'unité de pathologie végétale et épidémiologie, INRA-INAPG, Grignon.

² Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, Expert « Grandes cultures » et « Biotechnologies végétales » pour la DGAL DRAAF -SRAI Midi Pyrénées.

³ Membre de l'Académie d'agriculture de France.

⁴ PLINE, Histoire Naturelle, XVIII, XLIV.

ROUILLES DES CÉRÉALES
Séance du 28 mars 2018

Les premières observations rationnelles ont été faites en France vers 1650 lorsque des paysans normands ont désigné l'épine-vinette (*Berberis vulgaris*) comme propagateur de la rouille noire. Après moult démarches et pétitions, ils obtiendront en 1660 le droit de détruire l'arbuste le long des haies mais cette pratique radicale ne semble pas avoir perduré.

Le champ de la connaissance scientifique s'ouvre dans l'Italie du XVIII^e siècle. En 1729, le botaniste Micheli est le premier à désigner la rouille sous le nom de *Puccinia* et se convainc que le mal se développe à partir de spores transportées par l'air. Mais ces idées ne sont pas acceptées. L'heure est toujours à la génération spontanée et la rouille tenue pour une simple extravasation de sève. Il faut attendre les observations microscopiques indépendantes de Fontana et de Targioni Tozzetti lors d'une grande épidémie de rouille qui ravage la péninsule en 1766 pour que la nature « semi-parasite » ou « parasite » des rouilles soit démontrée. Mais le paysan de Toscane n'a pour tout recours que la moisson en vert pour éviter la destruction totale des céréales. Le rôle néfaste de l'épine-vinette, hôte écidien de *P.graminis* ne sera admis que vers 1830 et il faut attendre 1865 et les travaux d'Anton de Bary pour que le cycle complet de la rouille noire soit enfin décrit.

Depuis lors, les États-Unis, le Canada, l'Australie, l'Europe et bien d'autres régions céréalières du monde ont souffert du ravage des rouilles. La Science et le progrès des techniques de culture ont permis d'opposer à ce fléau des solutions rationnelles, efficaces, mais jamais de façon définitive, ainsi que les orateurs de cette séance vont s'efforcer de le démontrer.

ÉVOLUTION DES POPULATIONS DE ROUILLES DES CÉRÉALES À L'ÉCHELLE EUROPÉENNE ET MONDIALE

par Claude **POPE**¹

Trois espèces fongiques du genre *Puccinia* causent les maladies foliaires parmi les plus préjudiciables du blé, la rouille noire, la rouille brune et la rouille jaune. Des connaissances acquises récemment sur l'évolution de ces populations parasites à l'échelle européenne et mondiale montrent que les épidémies de rouilles à l'origine de dégâts importants sont en recrudescence du fait en particulier de l'occurrence de souches invasives et, selon toute vraisemblance, du changement climatique. Une température hivernale plus élevée favorise les attaques précoces et la présence d'inoculum virulent amplifie l'épidémie.

Pour la rouille noire, le contournement du gène de résistance *Sr31* efficace de 1960 à la fin des années 1990, a abouti à la sensibilité de 80 % des variétés d'Afrique de l'Est et d'Asie, dépendant de la distribution des semences du centre international du CIMMYT à une nouvelle race Ug99. Depuis, 13 races de *P.graminis* du groupe Ug99 se sont répandues depuis l'Afrique de l'Est en 1999, pour atteindre le Yémen en 2006 et l'Afrique du sud en 2009. Toutefois, l'expansion a été plus limitée que certaines prévisions ne le laissaient craindre. Depuis, des épidémies causées par d'autres races, tout aussi agressives, ont été signalées en Europe (Allemagne 2013, Sicile 2016, Suède 2017) et en Russie 2015. Une surveillance de cette maladie qui avait disparu de l'Europe de l'Ouest, reste de mise.

Concernant la rouille jaune du blé, des souches invasives à l'échelle mondiale sont également observées depuis 2000 avec une épidémie dans une région du sud des États-Unis considérée jusqu'alors comme trop chaude pour le développement de cette maladie. Deux années plus tard, ces souches sont détectées en Australie, puis au Maghreb, en Asie et en Europe. Leur adaptation à haute température et leur

¹ Membre correspondant, section 1, UMR BIOGER INRA- AgroParisTech, BP01, 78850 Thiverval-Grignon.

ROUILLES DES CÉRÉALES
Séance du 28 mars 2018

courte durée de génération rendent compte en partie de cette expansion rapide à l'échelle mondiale. Cependant les gènes de résistance majeurs introduits dans les variétés cultivées en Europe de l'Ouest n'ont pas permis le développement de ces souches sur notre territoire. Depuis 2011, d'autres souches invasives ont été observées en Europe. Elles sont caractérisées par un nombre élevé de virulences et un comportement généraliste pour leur aptitude à la température. Les simulations de succès d'infection de *P. striiformis* en fonction de scénarios climatiques du futur prédisent un démarrage plus précoce des épidémies et également un arrêt plus tôt en saison, mais ne donnent pas l'avantage à ces souches invasives.

Les rouilles noire et jaune ont un développement sporadique, tributaire des conditions climatiques, alors que la rouille brune est présente de façon régulière. Les populations de *P. triticina* sont plus diversifiées, avec des races cumulant couramment 10 à 15 virulences. La plupart des gènes de résistance spécifique sont contournés dans les 2 à 3 ans suivant leur introduction dans le paysage cultivé, suite à l'évolution rapide des populations de *P. triticina*.

La migration des spores à longue distance et l'augmentation des échanges mondiaux sont invoquées pour cette dissémination de nouvelles souches, mais la prise en compte du cycle du parasite pour la source d'inoculum est à rappeler. L'hôte alternant, le Berbéris, connu depuis longtemps pour la rouille noire et découvert récemment pour la rouille jaune, avait été éradiqué depuis un siècle, permettant d'éviter la survie de l'inoculum hivernal et la reproduction sexuée à l'origine de nouvelles combinaisons de virulences. Certains pays dont la Suède ont mis fin à l'obligation d'éradiquer et les conséquences se manifestent par le développement d'une population diversifiée de rouille noire observée en 2017. Quoique l'épidémie fût très limitée, cette observation incite à renouveler la vigilance dans la gestion du cycle des rouilles.

La lutte génétique demeure le moyen le plus efficace vis-à-vis de ces agents pathogènes, avec le cumul de gènes de résistance spécifique s'exprimant dès le stade jeune plante pour pallier les épidémies précoces et d'autres gènes de résistance quantitative se mettant en place au fur et à mesure du développement de la plante. Des sources de résistance durable ont été identifiées. Leur gestion reste à être appliquée par la diversification tant de la composition en gènes de résistance des variétés que de leur organisation spatiale et temporelle. Plusieurs projets européens et internationaux regroupent les compétences d'épidémiologistes et de généticiens obtenteurs pour déployer des gènes de résistance.

IMPORTANCE DES PRATIQUES AGRICOLES ET MODÉLISATION POUR UNE GESTION DU RISQUE ET AU NIVEAU DE LA PARCELLE EN FONCTION DU CLIMAT

par Daniel CARON¹

Les rouilles, maladies majeures des céréales à paille en France, ont une importance qui varie en fonction du climat. La rouille jaune peut provoquer plus de 80 % de dommages dans une parcelle de blé ou de triticale. Le dommage² exercé par la rouille brune peut dépasser 70 % du rendement par rapport à une parcelle non affectée, en cas de très forte attaque. Cependant, en conditions pratiques de l'agriculture conventionnelle, ces niveaux de dégâts sont plus faibles car l'agriculteur utilise trois lignes de défense :

- La lutte génétique avec des variétés résistantes et le suivi des races de rouilles pour vérifier que cette résistance n'est pas contournée.
- Les pratiques agronomiques.
- Les traitements fongicides... En système de culture conventionnel, lorsque les lignes de défense précédentes sont insuffisantes ou n'ont pas plus être mise en place.

¹ Diagnophyt – 7 chemin de Saint Sernin 31290 Villenouvelle, ex directeur du laboratoire de phytopathologie d'Arvalis – Institut du végétal de 1978 à 2010.

² Dommage : impact d'une attaque parasitaire sur le rendement d'une culture.

ROUILLES DES CÉRÉALES
Séance du 28 mars 2018

Ces fongicides appartiennent aux familles des triazoles et des strobilurines. Leur efficacité n'a pas varié avec le temps, il n'a pas été observé à ce jour de populations de rouilles résistantes à ces fongicides qui remettrait en question leur efficacité.

Gestion des rouilles :

Les traitements fongicides sont à l'origine d'une dissémination dans l'environnement et de problèmes potentiels de santé publique pour les applicateurs mal protégés. La réduction de leur utilisation décidée par le plan Ecophyto en 2008 peut en partie être gérée par la modélisation climatique des rouilles et leur utilisation en Outils d'Aide à la Décision (OAD).

Les pratiques agronomiques contre les rouilles portent sur la gestion des repousses après la récolte, un décalage de la date de semis, la densité de semis et la fertilisation azotée réduite. Ces pratiques d'évitement ne sont pas exclusivement destinées aux rouilles mais à l'ensemble du complexe parasitaire que l'agriculteur doit prendre en compte pour tendre vers son potentiel de production sans bioagresseur. C'est un exercice d'équilibre complexe.

La gestion des repousses, sources d'inoculum primaire, doit être effectuée dès la récolte et jusqu'au semis. Le réglage de la moissonneuse batteuse, le déchaumage, la préparation du lit de semence et le nettoyage des abords de champ doivent détruire les repousses pour interrompre la chaîne de transmission de la maladie. Cette gestion est compliquée par des paradoxes, la « Directive Nitrates » par exemple peut contrecarrer cette rupture végétative car le piégeage d'azote le plus facile à réaliser et le moins onéreux consiste justement à maintenir les repousses après la récolte de la céréale.

La date de semis du blé d'hiver devrait être tardive pour écourter la formation d'inoculum durant l'automne et l'hiver. La difficulté est d'opérer l'équilibre entre une date tardive contre la rouille et une date précoce pour assurer le rendement et éviter les périodes où le climat est moins favorable aux semis. La tentation est grande de semer tôt pour garantir la production et de traiter ensuite avec un fongicide au printemps.

Les densités de végétation élevées sont considérées comme favorables aux rouilles par conservation de l'humidité dans la végétation et par la grande surface foliaire développée. Cependant, les variétés et leur tallage doivent aboutir à une densité d'épis au m² définie selon le rendement espéré, la région, le sol et la date de semis. La marge de manœuvre est faible. Les sélectionneurs, les Instituts et les coopératives déterminent cette densité de semis par rapport à des critères agronomiques et climatiques et non pas des critères parasitaires.

La fertilisation azotée participe à la mise en place d'un couvert végétal favorable à la rouille par augmentation de la surface foliaire à coloniser et de l'humidité dans la végétation. La concentration de l'azote dans les plantes influence la quantité et la taille des pustules ainsi que le nombre de spores produites. Le fractionnement des apports est légèrement freinant pour la rouille. La dose apportée est calculée selon le potentiel de rendement.

Prévision des rouilles :

L'emploi des fongicides vient compléter cet arsenal en 3^{ème} ligne de défense. Dans une optique de réduction des intrants et de diminution de l'impact environnemental, la prévision des épidémies de rouilles dans les cultures est indispensable. La modélisation et la prévision de traitement comme Outil d'Aide à la Décision à la parcelle sont nécessaires pour compléter les observations visuelles qui, même informatisées et collaboratives, sont précieuses mais à trop court terme et trop générales pour l'organisation du travail des agriculteurs à la parcelle.

Les modélisations sont basées sur la biologie des rouilles et la mise en équation du paramétrage climatique de croissance de la maladie. Elle peut concerner chaque phase unitaire du cycle de vie du parasite étudiée au laboratoire, ou un ensemble de ces phases sous forme de boîte noire avec observation au champ et régressions mathématiques. L'acquisition et le traitement des données demandent une logistique de réseaux climatiques en temps réel et de la main-d'œuvre d'observation. Les résultats sont souvent intégrés ou commercialisés dans un système de conseils destinés au pilotage de la culture à la parcelle.

Les modèles "Rouille" actuels ont pour la plupart débuté dans les années 1980-1990. A l'étranger, les hollandais et les américains y ont été très actifs. La prévision de la rouille brune du Service de la Protection

ROUILLES DES CÉRÉALES
Séance du 28 mars 2018

des Végétaux (SPV Ministère de l'Agriculture) et de l'Institut Technique des céréales et des Fourrages (ITCF = Arvalis) ont été les premiers modèles français effectifs. Le modèle du SPV est biologique. Le modèle de l'ITCF est statistique. Pour la rouille jaune, un modèle a été créé plus tard par le SPV. Ces modèles ont été modifiés et améliorés, mais sont toujours fonctionnels. L'INRA a développé un modèle épidémique de la rouille brune couplé à un modèle de croissance des plantes. Il révèle une forte sensibilité à l'inoculum primaire et suggère une forte dépendance de la maladie à la survie estivale et aux possibilités de végétation pendant l'hiver. Il a permis de montrer que le réchauffement climatique favoriserait les épidémies de rouille brune.

Les paramètres climatiques utilisés en modélisation sont la température, la pluie, l'humidité relative et l'humectation, parfois le vent. Pour les prévisions de traitement, seules la température et la pluie sont utilisées par les professionnels. Dans un modèle l'ETP (Evapo-Transpiration Potentielle) est utilisée pour compléter la pluie et remplacer globalement par calcul les différentes formes de l'eau. Tous ces paramètres climatiques sont traités en fonction du temps, intégrés dans des fonctions de croissance ou utilisés dans des régressions.

Utilisation des défenses : les systèmes de cultures classiques raisonnés rendent plus difficile l'utilisation de la deuxième ligne de défense avec les pratiques agronomiques de prévention. Ils sont plus dépendants des prévisions permettant d'éviter 1 ou parfois 2 traitements.

D'autres systèmes de culture à faible intrants comme les systèmes "Bio" doivent en revanche compter exclusivement sur les pratiques agronomiques de prévention et la plus faible sensibilité des variétés cultivées.

LA RÉSISTANCE GÉNÉTIQUE CONTRE LES ROUILLES : UN MOYEN DE LUTTE EFFICACE MAIS FRAGILE

par Philippe **DU CHEYRON**¹

La résistance variétale est par définition le moyen de lutte le plus efficace contre les rouilles jaune et brune du blé présentes en France et la rouille noire qui sévit actuellement en Afrique et localement au Moyen Orient. Les variétés les plus résistantes permettent d'éviter les interventions fongicides spécifiques à ces maladies foliaires. Elles apportent également un peu de sécurité et de flexibilité dans la conduite des cultures. Elles sont donc fortement recommandées dans les régions à risques d'épidémies fréquentes et de fortes intensités. Parmi les nombreux critères de choix variétaux qui nécessitent la hiérarchisation des risques et contraintes liées à la parcelle, la rouille jaune est prise en compte en priorité dans un grand quart nord-ouest et la rouille brune l'est dans la moitié sud de la France.

La difficulté de la gestion des rouilles via la génétique est liée à la diversité des populations de rouille qui se propagent à grande échelle géographique portées par le vent, ainsi que les pressions de sélection exercées par les résistances des variétés cultivées qui conduisent régulièrement à la sélection et à la multiplication de souches virulentes capables de provoquer des épidémies sur des variétés jusqu'alors considérées résistantes. Ces contournements de résistance sont un frein à l'usage de la lutte génétique seule contre les rouilles sans recours à la lutte chimique toujours très efficace si elle est déclenchée à temps. Pour ces raisons, l'attribution et l'actualisation des notes de résistance précises et fiables sont des enjeux majeurs pour la mise en œuvre de cette méthode de lutte par les producteurs.

En France, l'INRA BIOGER caractérise chaque année les populations de rouilles à partir d'un dispositif de collecte annuelle de feuilles infectées prélevées dans les réseaux d'essais variétés et les parcelles agricoles. Le choix des souches à utiliser par les sélectionneurs et les évaluateurs de variétés est ainsi orienté. Les niveaux de résistance des variétés récentes et des variétés les plus cultivées sont évalués dans des

¹ ARVALIS – Institut du végétal, Route de Châteaufort, ZA des graviers, 91190 VILLIERS-LE-BACLE

ROUILLES DES CÉRÉALES
Séance du 28 mars 2018

parcelles d'essais non traitées par des fongicides en contamination naturelle des réseaux d'inscription et de post inscription. Des essais inoculés avec les 2 ou 3 races prédominantes de l'année précédente complètent le dispositif.

L'ensemble des observations ainsi collectées est regroupé dans des bases de données communes depuis la mise en place du continuum inscription/post inscription en 2015 et analysé avec l'aide de modèles mixtes prenant en compte les effets variétés, mais aussi les interactions Variété X Année et les interactions Variété X Race de rouille. L'objectif est ainsi d'évaluer les niveaux de résistance d'une variété vis-à-vis des différentes souches de la maladie, information plus pertinente qu'un niveau moyen de résistance à la maladie. Si la diversité des variétés du catalogue (près de 350 variétés de blé tendre cultivées en France en 2017) est a priori intéressante pour répondre aux besoins de l'ensemble des conditions de cultures et des utilisations, elle apparaît comme une contrainte lorsqu'il s'agit de mettre à jour leurs notes de résistance. Une meilleure connaissance des gènes de résistance présents dans les variétés associée à une caractérisation plus précise et plus rapide des races de rouilles seront des informations précieuses pour caractériser le comportement des variétés de manière plus fiable et surtout plus réactive.

Compte tenu du pouvoir de dissémination des rouilles, le renforcement des réseaux de surveillances européens est attendu pour anticiper les risques de contournement. Depuis 2010 un essai réalisé à Cambridge pour le compte d'ARVALIS évalue le niveau de résistance d'une cinquantaine de variétés françaises par an vis-à-vis de souches anglaises de rouille jaune pour caractériser leur comportement face à un inoculum exogène.

Les études sur la gestion territoriale des résistances ont pour objectif d'évaluer l'efficacité des paysages variétaux pour d'une part limiter le développement des épidémies, et d'autre part augmenter la durabilité des gènes de résistances déployés. Difficiles à expérimenter au champ, elles font l'objet d'études par des approches de modélisation. Dans sa thèse en 2011, Julien Papaix confirme par exemple que la composition et la structure spatiale du paysage variétal influencent fortement la population pathogène et par conséquence le niveau de résistance des principales variétés cultivées.

L'Académie a de nouveau été très présente pour sa deuxième participation au SIA

Voir les présentations sur notre site internet :

<https://www.academie-agriculture.fr/actualites/academie/autre/academie/sia-salon-international-de-lagriculture-24-fevrier-4-mars-2018?240218>

Lire quelques résumés ci-dessous :

Dialogues inter-générationnels du 26 février 2018

Ré-écriture du gène : turbulences de société et intégrité scientifique

par Jean-Claude **MOUNOLOU**¹

La science et la technologie offrent un moyen direct de moduler à la demande l'information génétique (ré-écriture). Les hommes passent du statut de devin à celui de démiurge (turbulences). Pour assumer ils ont besoin de connaissances rationnelles et de scientifiques intègres.

Les données ont-elles le statut social qu'on leur souhaite ?

Exigence d'intégrité scientifique

Scepticisme propre à la pratique scientifique: la (« relativité » des résultats de recherche, la méconduite

Scepticisme extérieur : la dénonciation des modalités de recherche, la fabrique du doute

Le retour critique sur les hypothèses, le retour critique sur les modalités de la preuve, la rationalité de la représentation construite

Information génétique

Duplication et variation

Génomes et épigénomes

Amélioration des plantes et sélection animale

Recherche d'un phénotype

Ressources génétiques et mutagénèse

Le devin

La recherche d'un phénotype et la boîte noire

La ré-écriture

Une technique parmi d'autres, une technique spécifique

¹ Membre de l'Académie d'agriculture de France, Professeur honoraire de l'Université Paris-Sud.

Le démiurge

Une démarche constructiviste
 Viabilités, multiplicité des possibles pour la sélection
 Ressources génétiques et conservation

Turbulences

Maîtriser le passé, préemption sur l'avenir : l'évolution, la « nature », le mythe de la restauration
 Déplacements des pouvoirs : celui des agriculteurs et des éleveurs, celui des industriels, celui des financiers
 Pour un compromis acceptable : reconnaissance de la propriété intellectuelle, droits, règles et normes
 Les données ont le statut qu'on leur souhaite. L'intégrité scientifique est une condition nécessaire mais pas suffisante pour décider des avenir.

XXXXXXXXXX

Quelques lectures par précaution

www.youtube.com/c/lumieres
www.redactionmedicale.fr

- (1) DEBRU C., KAHANE J.P ET SANCHEZ-PALENCIA E. – La rationalité scientifique aujourd'hui, EDP Sciences, 2016,93 p.
- (2) GAILLE M. – Du bon usage du scepticisme, Med /Sci, 2018, **34**,107-108.

MÉTIERS ET TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET LA COMMUNICATION EN AGRICULTURE (26 février 2018)

par Guy **WAKSMAN**

Membre de l'Académie d'agriculture de France
 Ancien directeur d'ACTA Informatique
 Ancien président de *European Federation For IT in Agriculture (Efita)*

L'objectif de ce petit exposé : mettre en perspective

- L'évolution extraordinaire des métiers de l'informatique depuis une trentaine d'année avec un intérêt particulier pour l'informatique dans le secteur agricole et agroalimentaire.
- La création d'emplois / les mutations de ces emplois
- L'ouverture vers les métiers de la communication (et pas seulement des télécommunications !).

À propos de cette communication annoncée sur les métiers de la communication...

...c'est dire que l'on voit les outils informatiques et les réseaux d'abord sous l'angle de la communication et des nouveaux métiers autour du l'e-mailing, du référencement sous Google, de la maîtrise des réseaux sociaux, de la communication sur smartphone,

1. C'est pourquoi, je préfère parler des informatiques dans leur diversité.
2. Ces informatiques sont présentes dans tous les métiers d'une façon ou d'une autre, avec quelques risques.

Les informatiques sont présentes dans tous les métiers d'une façon ou d'une autre, avec quelques risques...

Se contenter de ce que l'on sait faire avec les classiques de bureautique
 Renoncer à se faire conseiller ou à faire appel à des spécialistes en par exemple :

- bases de données,
- traitement de données (et au préalable en plans d'expérience, ou d'enquêtes),
- présentation de documents,
- capture et montage de vidéos.

Les TIC : un débouché important pour les ingénieurs en Agriculture depuis environ 30 ans

- Envisager les évolutions à venir est un défi sérieux.
- Une grande partie des métiers de demain n'existant pas aujourd'hui... C'est vrai aujourd'hui mais ce n'est pas tout à fait nouveau.

La formation de base de type ingénieur agricole / agronome devrait rester appréciée par les sociétés de services. Les TIC et le numérique resteront un gisement important d'emplois.

Principaux débouchés hors agriculture

Beaucoup d'ingénieurs en Agriculture ont trouvé à s'épanouir en dehors du secteur agricole : sociétés de services informatiques, services informatiques de sociétés ou organisations plus ou moins importantes, y exerçant tous les métiers et accédant à des responsabilités importantes.

En agriculture

Un créneau limité au niveau des acteurs de l'informatique Agricole proprement dite, organisations professionnelles, organisations d'élevage, organismes divers de développement agricole, coopératives, centres de gestion, Chambres d'agriculture...

1987 - 2017 : 30 ans d'évolution constante des métiers de l'informatique

- De l'informatique centralisée à l'informatique décentralisée en passant par la micro-informatique décentralisée.
- Des réseaux X25 (Transpac) aux réseaux IP ; du Minitel à Internet et aux Apps ; du cuivre « ancienne manière » à l'Adsi et à la fibre optique, du téléphone fixe au mobile ; de la messagerie aux réseaux sociaux...
- De la gestion de serveurs à l'utilisation du Cloud ; de la programmation pas à pas aux outils de développement...
- De l'informatique au numérique.
- Du métier d'analyste programmeur à celui de chef de projet ou d'organisateur / intégrateur.
- De la conception / réalisation d'outils relativement modestes à la maîtrise de solutions progiciels très puissantes.
- D'où le besoin de formation : une forme de la lutte contre l'obsolescence programmée !

1987 - 2017 : 30 ans d'évolution des marchés de l'informatique agricole : la comptabilité d'abord

- Au départ une multitude d'acteurs très créatifs mais ne répondant pas toujours aux besoins des agriculteurs dont un souci premier a été de réduire les coûts des tenues de comptabilité.

- L'offre de logiciels et de services associés s'est restreinte, et il reste deux acteurs importants (start-ups qui ont réussi !) :

- ** Isagri, assez proche des centres de gestion, une splendide réussite ;
- ** Smag, proche des coopératives, qui édite notamment l'Index Phyto sur Smartphone.

Hors comptabilité, la place de la gestion technique (10% du marché ?) est restée limitée malgré un vrai succès d'estime.

Les applications techniques de suivi de parcelles, ou de troupeaux, comme les applications de calcul de risques de maladies des plantes par exemple, ont rencontré des difficultés :

- pb de formation des utilisateurs ? NON
- pb de lassitude dans l'utilisation ? OUI
- pb de lourdeur de la collecte de l'information et de la saisie de cette information ? OUI

1987 - 2017 : 30 ans d'évolution des marchés de l'informatique agricole : du Minitel à Internet

- Le Minitel a connu un réel succès auprès de nombreux agriculteurs et les applications qui ont eu du succès sur Minitel ont vu ce succès confirmé sur Internet (météo, marchés agricoles, et autres informations, en élevage notamment).
- Christian Gentilleau, un pionnier du Minitel, continue de proposer des statistiques sur l'utilisation d'Internet sur son blog : <http://www.blog-agri.com/ticagri/>

1987 - 2017 : 30 ans d'évolution des marchés de l'informatique agricole... les start-ups d'aujourd'hui

- Depuis 5 ans, une nouvelle explosion de l'offre de logiciels sur le Web et via des Apps par des start-ups.
- Un phénomène mondial très impressionnant, nullement limité à l'Occident, ni aux TIC en Agriculture : c'est le domaine des Agtech.
- Une innovation sociale dont on mesure encore mal l'impact, mais à la clé de nouveaux emplois, de nouveaux métiers.

1987 - 2017 : Place croissante de l'informatique dans les métiers de la communication

- Pendant longtemps, activités autour de la PAO et de l'édition, activités rendues accessibles aujourd'hui à des non-spécialistes des logiciels de PAO.
- Née au début des années 90, la vidéo numérique a pris une extension et a fait naître des vocations et des métiers, de la conception des scénarios à la diffusion sur des chaînes Internet, en passant par la captation, le montage, etc.
- Née également au début des années 1990, l'animation de sites web s'est également professionnalisée.
- À partir des années 2000, l'animation des réseaux sociaux aussi bien que l'utilisation optimale de Google et de ses publicités sont devenus des créneaux porteurs pas seulement pour des « *community manager* » mais aussi des spécialistes du marketing.
- Sans nécessairement devenir de grands spécialistes, les ingénieurs en agriculture ont besoin d'acquérir un minimum de compétences sur ce terrain.
- Rien ne se fait plus correctement sans le numérique !

Sources :

Le site de l' Afia qui archive deux gazettes électroniques hebdomadaires publiées en français et en anglais sur l'informatique agricole (que j'édite depuis 1997) : <http://www.informatique-agricole.org/>

Autres sources :

- sites et newsletters de l' Apécita, Vitisphere, Pleinchamp, Agrisalon, Terre-net Média, etc.
- Farm Industry News (USA)
- AgFunderNews (USA)
- Future Farming (NL)
- FAO / AIMS
- Virage Digital, silicon.fr

NOUVELLES TECHNOLOGIES ET PROPRIÉTÉ DES DONNÉES

Digitalisation et propriétés des données intellectuelles (27 février 2018)

Quelques éléments d'introduction de Jean-François **COLOMER**¹

Nous entrons dans un monde nouveau avec l'arrivée du numérique qui impacte d'autres univers comme l'industrie, la médecine et demain la nutrition de précision avec la connaissance du microbiote intestinal et ses connections avec le cerveau.

À la différence de ce que nous avons connu depuis près de 60 ans, nous allons changer de comportements calqués sur des modèles de production face à l'évolution de la demande sociétale et du consommateur qui devient déterminante dans une économie de relative abondance. D'où la nécessité de produire plus et mieux dans une économie responsable.

Pourquoi ce changement, Est-il possible de s'engager dans un pilotage plus précis des exploitations, qualifié de « *Smart farming* » par les anglo-saxons ? en s'appuyant sur des innovations, certaines bon marché. Telles que : Le GPS inventé pour des raisons militaires, les capteurs embarqués ou localisés, le développement de la télédétection et de la géo-localisation sans oublier la multiplication des applications...

Mais pour les rendre efficaces il faut investir de la matière grise et expérimenter (à l'image des CETA après la dernière guerre) et donc s'appuyer sur des démarches de groupe d'agriculteurs en relation avec la recherche et les instituts techniques afin de mesurer les variables agronomiques, calculer les besoins scientifiques, gérer des apports différenciés d'intrants, mettre en place des banques de données à valoriser sur des plates formes ad hoc et des applications ciblées. Cela induit aussi une nouvelle approche du conseil en agriculture ainsi que l'évolution vers une commercialisation des services et usages de ces outils.

Cette évolution vers une agriculture plus performante et écologiquement performante tout en étant économiquement rentable notamment avec le regroupement des données sur le « BIG data » ou le « Cloud » pose le problème de la propriété des informations recueillies sur les exploitations, leur éventuelle mise en marché, voire leur récupération par des acteurs susceptibles de créer des liens de dépendance des agriculteurs

¹ Membre de l'Académie d'agriculture de France, ancien Directeur des rédactions de La France Agricole, ancien Président de la Société des Agriculteurs de France, Vice-Président de l SITMAFRG.

vis à vis de ces services associés à la robotique voire à l'intelligence artificielle. Avec le risque à terme de se faire dépasser par des objets plus puissants que nous, selon certains philosophes. A titre d'exemple Alain DAMASIO, dans son dernier ouvrage de fiction et sa nouvelle « Les hauts parleurs » évoque la marchandisation des mots et leur annexion progressive à l'image de la législation sur les marques et qui déboucherait sur la privatisation du langage.

Face aux risques d'appropriation des données en provenance des exploitations il existe deux options possibles : l'exemple américain avec la volonté des *farmers* de commercialiser ces informations avec un retour direct sur les exploitations ; l'autre alternative est celle privilégiée actuellement en France est la mise en réseau de ces données avec une garantie de transparence. C'est celle revendiquée par les dernières déclarations de la FNSEA par la voix de son vice-président Henri BIÈS PÉRÉ et celle que met en place l'ACTA, avec les instituts techniques sur une plate forme baptisée API AGRO que va vous présenter Théo-Paul HAEZEBROUCK, chargé de mission sur les projets numériques à l'ACTA.

A l'issue de cet exposé vous pourrez poser toutes les questions que vous souhaitez et participer au débat.

REFAIRE DE LA POLYCLTURE ÉLEVAGE PRES DES VILLES **(28 février 2018)**

François PAPY, membre de l'Académie d'agriculture
Laurent MARBOT, maraîcher, administrateur du réseau des Amap
 et de l'association « les champs des possibles »
Marc MORAINÉ, médaille d'argent de l'Académie d'agriculture,
 ingénieur de recherche Inra

Introduction (François PAPY)

La mécanisation, l'usage abondant d'intrants chimiques, la généralisation des échanges de produits agricoles ont conduit à une spécialisation des exploitations agricoles et des régions. Par ses effets néfastes sur l'environnement et la santé, l'emploi immodéré des intrants chimiques est maintenant remis en cause, tandis que les questions relatives à la spécialisation sont relativement contradictoires. Se spécialiser c'est acquérir de fortes compétences dans un domaine spécifique. C'est avoir de la reconnaissance dans un métier. Mais les systèmes de production agricoles trop spécialisés entraînent souvent des dysfonctionnements des processus naturels (dérégulation des flux biogéochimiques et de la biodiversité). Apparaît alors l'intérêt de reconstituer les synergies qui existaient jadis au sein de systèmes de production complexes articulant plusieurs activités de production.

Pour autant il n'est pas question de revenir en arrière : à une époque où le chef d'exploitation devant tout faire ne pouvait tout bien faire. C'est donc à travers des organisations collectives de gens compétents dans leur domaine que l'on doit chercher à articuler au sein d'une même entreprise agricole, ou, par convention entre entreprises, différentes activités productives et de services qui se complètent.

C'est ce qui va être développé par Laurent Marbot à partir de son expérience de producteur maraîcher bio en Amap, puis, plus succinctement, généralisé par Marc Moraine à partir de travaux de recherche.

*Evolution d'un système de maraîchage bio vers un système maraîchage, céréaliculture, élevage.
(Laurent MARBOT).*

Moi qui ne suis pas fils d'agriculteurs je n'ai pu démarrer dans cette profession que grâce à l'aide d'un ami, fils d'agriculteur céréalier qui a souhaité créer une activité de maraîchage bio sur une petite partie de l'exploitation de son père. Il avait besoin d'un associé. Nous produisions pour alimenter un magasin attenant à l'exploitation. Ce mode de distribution ne me plaisait pas trop et j'ai vite opté pour la production maraîchère au profit d'une amap, à une époque (2006) où ce genre d'association se développait très vite en Île de France. Avec mon associé nous mettons en commun nos dépenses de fonctionnement, mais chacun de nous a son mode de distribution de ses récoltes maraîchères : lui le magasin, moi l'amaap.

J'ai progressivement augmenté ma production jusqu'à pouvoir produire régulièrement 80 paniers par semaine pour une amap comprenant 120 adhérents. Je cultive mes légumes dans 3 blocs de culture : serres et irrigation, irrigation en plein champ, culture non irriguée en alternance avec du blé bio de mon associé.

Conscient de la nécessité de développer le maraîchage bio près des villes je suis devenu administrateur d'une « couveuse » pour former des jeunes « couvés » à ce métier.

Que ce soit par mes relations avec les amapiens, avec l'ensemble du réseau des amap d'Île de France ou avec les jeunes que j'ai formé j'ai pu nouer des relations humaines enrichissantes autour de mon activité de maraîcher bio en amap. Mais cela fait déjà longtemps que j'ai conscience que mon système actuel n'est pas durable. D'abord parce que l'énorme quantité de matière organique exportée doit être compensée, mais surtout parce que, ne comportant pas de légumineuses, mon système maraîcher ne fixe pas naturellement de l'azote de l'air. J'ai pu compenser un temps cette déficience par le fumier de bovin d'un voisin qui a un bon équilibre carbone/azote. Mais cet élevage a disparu et a été remplacé par un élevage de chevaux dont le fumier produit est beaucoup plus pauvre en azote. C'est une tendance générale dans la région. Je suis actuellement obligé d'acheter des produits organiques azotés venant d'élevage de porcs en Bretagne ! Par ailleurs, exceptée celle qui alterne avec les céréales bio de mon associé, ma production de légumes reste toujours sur les mêmes parcelles. Il s'en suit une dégradation lente de la fertilité.

C'est pourquoi j'envisage depuis longtemps de développer, de façon collective, un système de production plus complet qui associe le maraîchage à de la culture et de l'élevage. Grâce à la culture de légumineuses : luzerne ou association de graminées légumineuses fourragères ou encore association céréales légumineuses à graines, il sera possible de compenser la déficience en légumineuse du système maraîcher.

L'occasion s'est présentée lorsque le territoire Cœur d'Essonne a lancé un appel à manifestation d'intérêt pour reprendre des terres provenant de l'ancien aéroport militaire de Brétigny. A plusieurs nous avons postulé pour présenter un projet collectif d'utilisation agricole de ces terres. Il est en cours de montage.

Ce projet comprend 12 ha de maraîchage dont la moitié de légumes de pleins champs, 10 ha de céréales pour le pain, 1 ha d'arboriculture, une trentaine d'ha pour les prairies temporaires (notamment des luzernes) et permanentes et aussi de céréales ou légumineuse pour l'alimentation animale et la pâture. Nous avons comme objectif de nourrir 20 vaches, 250 poules et des abeilles autant que possible.

Une dizaine d'ha sont pris par les infrastructures : les chemins, haies, réserve d'eau pluviale et les bâtiments d'exploitation. Ces derniers vont comprendre la meunerie et le fournil, la laiterie, un bureau, un hangar agricole pour tout le matériel et stockage/triage des céréales, le bâtiment pour les vaches et des poulaillers mobiles. Sont également prévus des logements pour les « couvés » et stagiaires, une salle de réunion, une cuisine et des sanitaires communs.

Nous prévoyons d'être 6 maraîchers, 2 paysans boulangers, 2 éleveurs/transformateurs laitiers. L'arboriculture, l'élevage des poules et l'apiculture seront partagés par l'ensemble de l'équipe. Nous

comptons avoir de 3 à 5 « couvés » en formation. Nous allons adopter un statut de coopérative qui permet de salarier les paysans. Ces derniers possèdent simplement une part sociale mais pas le patrimoine. Ainsi nous allons construire un modèle de grande ferme diversifiée, reproductible et transmissible. En effet, quand l'Agglomération aura récupéré les bâtiments et les terres, une fois les emprunts remboursés, elle pourra les transmettre à de nouveaux paysans.

Les produits seront vendus aux amap locales, dans un magasin à la ferme, à la distribution locale (spécialisée bio ou pas), aux restaurateurs et si possible aux cantines scolaires de l'agglomération Cœur d'Essonne.

Dans le financement du projet est prévu une part importante de financement public : État, Région Île de France, département de l'Essonne, agglomération Cœur d'Essonne. S'y ajouteront les financements privés des partenaires : distribution et restaurateurs, financements participatifs, parts sociales souscrites par les associés paysans, les amapiens ou tout autre citoyen voulant soutenir le projet.

Les premiers légumes seront plantés d'ici peu pour tester le terrain. L'installation définitive est prévue fin 2020.

D'autres exemples de reconstitution de liens entre culture et élevage (Marc Moraine)

Sans aller jusqu'à la constitution d'une entité productive aussi complète associant polyculture et élevage que ce qui vous a été présenté, j'ai d'autres exemples d'association culture élevage. J'ai travaillé sur la conception et l'évaluation de systèmes de production intégrant culture et élevage à l'échelle de territoire.

Ressort de manière forte la diversité des formes d'initiatives d'intégration culture – élevage qui existent sur le terrain. Une grande diversité en termes de taille et périmètre des initiatives, de type d'acteurs porteurs, de modes d'organisation. En pratique, cela peut concerner la mise en place d'une banque de fourrages produits par des céréaliers à destination de groupes d'éleveurs, plus ou moins conditionnés avec séchage en grange ou en four solaire, etc. De manière plus structurée, on voit des associations dans des CUMA pour monter une unité de presse à huile pour le colza, avec la valorisation des tourteaux ainsi produits dans les ateliers d'élevage. Des démarches plus « territorialisées » existent aussi, comme lorsqu'une mairie fait l'inventaire de friches viticoles pour les mettre à disposition d'éleveurs en recherche de fourrage, en échange de la mise en place d'espèces fourragères favorables à la biodiversité locale. Enfin, des initiatives nombreuses existent autour de la méthanisation en collectif, avec des groupes d'agriculteurs, d'éleveurs, et parfois d'autres activités (papèterie, coopérative qui valorise les issues de céréales en méthanisation, etc.).

Les associations culture – élevage dépassent donc le simple cas des échanges paille – fumier, et l'on voit parfois des réintroductions d'ateliers d'élevage dans des zones où il avait disparu : les troupeaux de brebis de Haute-Provence venant pâturer les vignobles, souvent ceux en bio, dans la plaine languedocienne, ou encore des ateliers d'engraissement de taurillons en Beauce !

Ces initiatives fleurissent donc mais avec plus ou moins de réussite, et les conditions de cette réussite sont souvent l'existence d'une forme d'animation, un leadership fort pour porter le projet, et un support technique qui peut être assuré par une organisation professionnelle, ou parfois par la recherche !

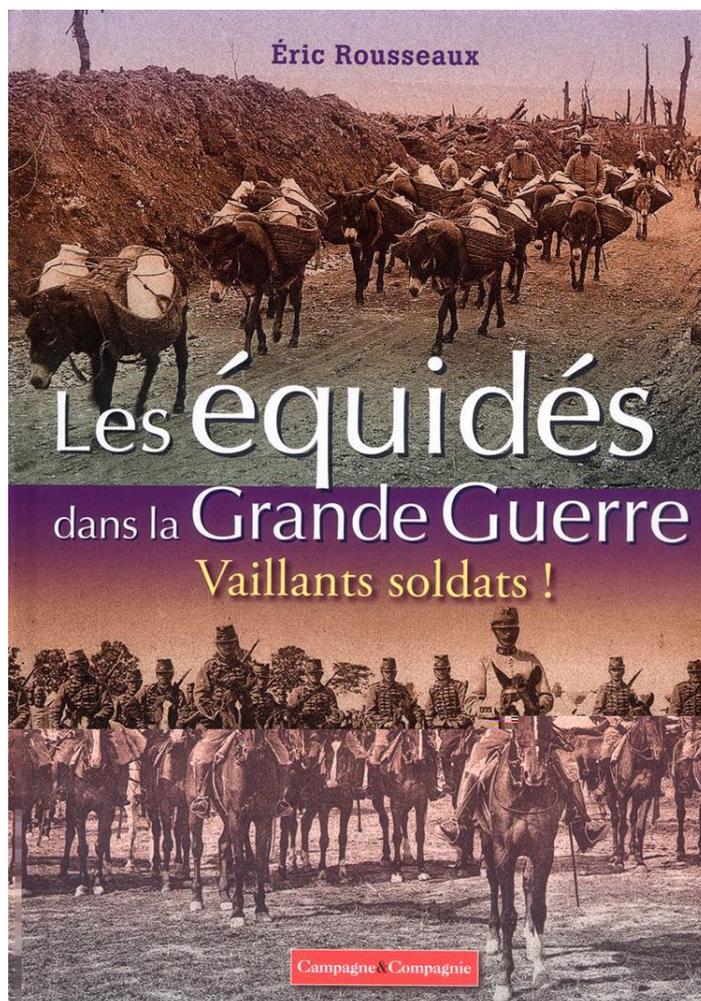
Conclusion (François PAPPY)

Les différents exemples qui vous ont été donnés illustrent la diversité des voies de modernisation de l'agriculture. Elles ont fait l'objet, hier 27 février, d'un colloque de l'Inra au salon de l'agriculture sous l'intitulé : la diversité des agricultures. Retenons de ces exemples que pour pallier les inconvénients de l'extrême spécialisation des systèmes de production tout en conservant l'avantage de la spécialisation des métiers, le slogan choisi cette année pour le salon convient parfaitement : l'agriculture une affaire collective.



Une photo de Laurent Marbot au travail

**LES ÉQUIDÉS DANS LA GRANDE GUERRE
VAILLANTS SOLDATS¹**
par **Éric ROUSSEAU**



Jean Michel BESANCENOT². – *Avec près de 250 reproductions de photos, dessins, tableaux et affiches, alternant avec des textes circonstanciés et précis, notamment dans le domaine militaire, Eric Rousseau donne en 300 pages une image réaliste, à la fois héroïque mais aussi terrifiante des troupes engageant soldats, chevaux, mulets et ânes durant la Grande Guerre 1914-1918.*

Une situation avant-guerre présente le cheval omniprésent dans toutes les activités de la société même si, à la fin du XIX^{ème} siècle-début XX^{ème}, l'automobile commence à supplanter la force motrice animale...1^{ère} voiture à moteur De Dion-Bouton en 1883, 1ers autobus à essence en 1905...camions automobiles pour les ordures à Paris en 1913...près de 80 000 chevaux dans la capitale en 1880, 56 000 en 1912, mais on reste persuadé que « *ni le pétrole, ni la vapeur ou l'électricité ne détrôneront le cheval...* » C'est la Belle Époque mais déjà des bruits de bottes se font entendre. Les armées des 2 grandes coalitions,

¹ Éditions France Agricole, collection Campagne et Compagnie, octobre 2017, 309 pages.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, sections Productions animales, ancien directeur de la Maison de l'Élevage de l'Île de France.

Triple Alliance et Triple Entente se renforcent ; la France dispose à la mobilisation de « *la meilleure cavalerie d'Europe* », 91 régiments de cavalerie (cuirassiers, dragons, chasseurs, hussards...) et 62 régiments d'artillerie (attelages de 4 à 6 chevaux).

Du 1^{er} au 31 août 1914, 730 000 chevaux sont réquisitionnés en France, 20 000 en Algérie, 30 000 sont importés...le cheval est « *glorifié* » au travers de nombreuses images ; c'est le service de la remonte (créé en 1831) qui pourvoit aux besoins. La réquisition se fait à partir d'un recensement annuel dans chaque commune du « *1^{er} au 16 janvier* » ; réquisition également des véhicules, mobilisation des wagons pour transporter chevaux, voitures, harnais et nourriture (5 kg de foin et 2 d'avoine par jour et par cheval. Pour les chevaux importés, 10 à 40 j de traversée !

« *La guerre à cheval* » sera de courte durée, ce sera rapidement « *la guerre de tranchées* » ; quelques charges héroïques au début de la guerre mais, dès la fin de 1914, le cheval de cavalerie est remis en cause et orienté vers d'autres missions.

Tous les chevaux réquisitionnés ne sont pas prêts pour la guerre d'où de nombreux accidents et blessures (rapports de vétérinaires), en 4 mois (août-décembre 1914) 180 000 chevaux meurent sur les 780 000 engagés ! L'artillerie demande beaucoup de chevaux (de type postier) qui sont mis dans des conditions très difficiles, beaucoup de blessures par harnais (plaies sur les flancs), épuisement, malnutrition. Pour témoigner par l'image des situations, on envoie sur le front peintres et autres artistes, des images d'héroïsme et de désespoir ! (de belles reproductions, tableaux et gravures sur 5 pages)

LES FORCES EN PRÉSENCE...

L'Empire Allemand aligne 110 régiments de cavalerie...une cavalerie jugée comme « *la plus prestigieuse d'Europe* » qui doit combattre sur le front ouest (711 000 chevaux) et sur le front est (282 000 chevaux), au total l'Allemagne a mobilisé 3 750 000 hommes. L'Autriche Hongrie (plus de 9 000 000 d'hommes mobilisés) dispose de 42 régiments de cavalerie, plus des régiments du Tyrol et de Hongrie ; une « *cavalerie tribale et peu disciplinée* » pour l'Empire Ottoman, peu d'effectifs pour la Bulgarie. Du côté Triple Entente (avec d'autres pays qui ont rejoint), la France avec ses effectifs (vus précédemment) le Royaume Uni qui possède « *une des plus belles cavaleries d'Europe...empreinte de traditions* »...mais pas plus de 25 000 chevaux au début de la guerre ...850 000 chevaux, ânes, mulets, chameaux et bœufs en 1917 (guerre en Orient) ; les effectifs venant des Dominions (Canada, Inde, Australie, Afrique du Sud, Nouvelle Zélande) s'ajoutent aux troupes anglaises, elles combattent en Europe et au Moyen Orient. L'Empire Russe possède « *la cavalerie la plus importante d'Europe* » avec une renommée particulière pour ses cosaques..., des chevaux non ferrés, résistants, sobres, « *qui peuvent parcourir 80 km par jour pendant 2 semaines* », mais une armée russe longue à mobiliser vue l'étendue du pays. Se rajoutent des régiments de cavalerie belges (10 régiments, « *la dernière grande charge de l'Europe de l'Ouest, sabre au clair, à Burkel le 19 octobre 1918* », une superbe image page 150. Cavaleries venant également d'Italie, de Serbie, du Monténégro, de Roumanie, Grèce et Portugal ; les États Unis déclarent la guerre à l'Allemagne le 6 avril 1917 mais durant les quatre années de guerre, ils exporteront vers l'Europe 1 000 000 d'équidés !

LES UNITÉS DE SERVICE DANS L'ARMÉE FRANÇAISE EN 1914

La France compte alors 21 corps d'armée. Le Corps d'Armée comprend 1 quartier général, des troupes : 2 divisions, chacune avec 15 500 hommes, 300 chevaux, 500 voitures, 36 camions, intendance, santé, justice, prévôté, trésor et poste, **train des équipages...**15 km de long, s'ajoutent 2 régiments de réserve d'infanterie, 1 régiment de cavalerie, 1 d'artillerie avec 2100 hommes et 2000 chevaux, plus le génie avec 20 voitures et 200 chevaux, sans oublier 1 troupeau de bétail et les services de santé ; le Train des équipages a en charge notamment le ravitaillement en vivres et fourrages, « *la roulante* » est la voiture la plus populaire pour sa distribution de vin, et puis il y a « *la boulangerie roulante* » (½ km de long !), le service du courrier (chaque jour 5 000 000 de lettres et paquets !), « *le service santé des armées* » avec ses ambulances (rôle important des mulets bâtés pour le transport des blessés jusqu'à l'ambulance).

LE RÔLE DES « GARDIENNES » 15 pages bien illustrées...

Le 2 août 1914, 3 750 000 hommes quittent famille et travail (8 000 000 2 ans plus tard). Les femmes mais aussi enfants, vieillards sont mobilisés dans les champs et les usines « *le poilu est au front, la Française au labour* » la femme est « *la gardienne de tout...foyers, maisons, terres, richesses...* ».

Dans sa rubrique « *morts au champ d'honneur* », Eric Rousseaux évoque les 1 140 000 équidés morts durant la Grande Guerre, 3 750 000 pour l'ensemble des belligérants (peut-être 8 000 000 !) des descriptions d'horreur, « *Voyage au bout de l'enfer* » une grande affinité soldat- cheval...un drame quand il faut achever son cheval irrécupérable ! Bien sur les vétérinaires sont là avec les hôpitaux pour chevaux « *leur engagement est remarquable et les services rendus sont rarement évoqués* » ; il y a 3 vétérinaires « *d'active* » pour 800 à 1200 chevaux en cavalerie, 1100 à 1500 en artillerie. Soins aux blessures, aux maladies (gale, gourme, morve, maladies digestives, surmenage...), aux dommages dus aux gaz de combat (photos de masques). Les maréchaux-ferrants ne sont pas oubliés (formés à l'école de Saumur), la qualité de la ferrure jouant un rôle essentiel dans les conditions difficiles dans lesquelles les équidés évoluent (le maréchal ferrera 7 à 8 animaux par jour).

LE RÔLE SPÉCIFIQUE DES ÂNES ET DES MULETS

Eric Rousseaux, éleveur de Trait Poitevin (appelé aussi Trait Mulassier) se devait de consacrer une rubrique spéciale à ces équidés, tout particulièrement mules et mulets ; 30 pages et une riche photothèque intitulée « *de courageux hybrides* ». Mules et mulets sont utilisés pour la traction et le portage, un mulet peut porter 6 bombes ou 18 obus de 75 ; les mules et mulets sont utilisés dans l'armée depuis 1793 et c'est sur un mulet que Bonaparte a franchi le St Bernard...contrairement à la représentation de David !

Le livre se termine sur une belle image de la Garde Républicaine, dernière unité montée de l'Armée Française, 500 militaires et 460 chevaux.

Un livre superbement illustré avec des textes moins détaillés que ceux des ouvrages de Claude Milhaud (« Hécatombe ») et de E. Baratay (« Bêtes de tranchées ») mais qui, en commentant la photothèque, apportent des informations complémentaires indispensables...et très précieuses.

Eric Rousseaux est président de la Société Française des Équidés de Travail, la SFET.

10 questions à Pierre FEILLET¹
COMMENT BIEN SE NOURRIR EN RESPECTANT LA PLANÈTE ET NOTRE
SANTÉ ?²



Jean-Marie **BOUQUERY**³. – Certes le genre des « livres par questions » a commencé de se répandre dans la lignée des encyclopédies et manuels, sous formes de cahiers ou chapitres dédiés à des thèmes d'actualité. Certes l'espèce des « questions à ... » y a déjà sa place. Mais, c'est le cas ici, l'ambition portée par le titre et l'ampleur du sujet nous conduisent raisonnablement à retourner les questions : Qui êtes-vous Pierre FEILLET ? Dans quelle collection nous trouvons-nous sous le drapeau de l'Académie des technologies ?

« Bien se nourrir » c'est satisfaire à la nécessité de chaque jour de chacun et y trouver des moments de réjouissance personnelle et conviviale. « Notre santé » c'est d'y puiser l'énergie et le bien-être à travers nos âges et nos temps de vie, en évitant les dangers des produits ou de leur usage. En ces circonstances « respecter la planète » c'est, pour 66 millions de français et 8 milliards d'humains, produire et consommer de manière à en préserver la fertilité et les aménités. Mince affaire !

Pierre FEILLET sait cela, sait le faire et le faire-faire. Il est ingénieur agronome de formation, entre sciences de la terre et sciences de la vie, entre génie de la ressource et génie de la production. On l'apercevra au travers de quatre « questions » :

- 1) « Empreinte environnementale » ;
- 7) « Poissons d'élevage » ;
- 8) « Aliments biologiques » ;
- 9) « Plantes génétiquement modifiées ».

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

² Éditions EDP sciences, 2016, 140 pages.

³ Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France.

Il est ingénieur alimentaire de métier, entre génie industriel / technologie / logistique et sciences de l'aliment et de la consommation. Démonstration par quatre questions centrales :

- 3) « Circuits courts » ;
- 4) « Moins gaspiller » ;
- 5) « Économiser l'énergie en cuisine » ;
- 6) « Consommer moins de viande ? ».

Chercheur, savant, Pierre FEILLET est aussi homme d'expérience, d'action, d'entreprise et d'enseignement, au service de l'industrie, de l'Etat et de l'intérêt général. Connaisseur de la valeur des choses et de la force des signes. Illustration aux questions :

- 2) « L'affichage »
- et 10) « Composer ses menus ».

Pierre FEILLET sait aussi l'écrire. Les amateurs reconnaîtront la tradition d'Olivier de Serres (1539), du « *théâtre d'agriculture et mesnage des champs* », « *du devoir du mesnager* » et de « *l'usage des aliments* », où « *le fondement de l'agriculture est la connaissance du naturel des terroirs* ». Notre auteur n'est pas au coup d'essai, conduit par l'obsession de la raison et la passion pédagogique. Quelques titres pour éclairer une vocation et un projet construit inlassablement :

- « Le bon vivant, une alimentation sans peur et sans reproche ». INRA 2002.
- « Peut-on encore manger sans peur ? » Le Pommier, 2003.
- « La nourriture des français, de la maîtrise du feu... aux années 2030 » Quae, 2007.
- « OGM, le nouveau Graal, un dialogue à quatre voix ». Belin, 2009.
- « Nos aliments sont-ils dangereux ? 60 clés pour comprendre notre alimentation ». P. Feillet, 2012.
- « Quel futur pour notre alimentation ? » Quae, 2014.

Dans cette construction méthodique Pierre FEILLET n'est pas solitaire. Il s'inscrit dans les partitions pédagogiques de l'Académie des technologies et de l'Académie d'agriculture de France, dont il est membre, voire les orchestres. Et il rend compte des apports des confrères, parfois compères.

Sans façon, nous conseillons ainsi au lecteur de commencer par la fin du livre, soit neuf pages qui présentent les « Publications de l'Académie » (des technologies) : « Rapports », « Communications », « Avis », et la collection des « Dix questions posées à ... » où notre objet prend la 11^{ème} place. « Ces textes sont écrits de manière à être accessibles à un public non –spécialisé » « Dix à quinze pages au maximum sous forme de réponses à dix questions ».

Nous sommes avertis et servis, l'académicien nous reçoit convivialement sur le haut de l'iceberg de la connaissance et nous livre ses 10 sujets en 100 pages. Les choix et l'ordre sont de bonne tactique, en avant de nos curiosités et ignorances de français moyen, émoustillé par les média, entraîné par les débats publics, interpellé par les événements : Ainsi les deux premières questions sur « l'environnement » si complexe et insaisissable. Les trois suivantes sur « circuits courts » et « moins gaspiller » touchent notre sens de l'économie domestique.

Puis, « Faut-il consommer » viande, poisson d'élevage, bio et OGM ? Soit 4 chapitres pour entrer au cœur des débats courants, éthiques et politiques autant que nutritionnels et scientifiques. « En conclusion comment composer ses menus ? » Sachant que « Des repas trop caloriques sont à la fois mauvais pour la santé et pour le climat « Sans oublier (qu'ils) doivent rester source de plaisirs et de convivialité. » La sagesse même.

Nous nous garderons bien de commenter les réponses qui combinent informations d'objectivation, variété des points de vue, bonnes règles publiques. Dans cet exercice contraint, le savoir ne se renie pas derrière le bon sens. C'est un livre de raison, pas un almanach. Jusqu'à la dernière ligne de la quatrième de couverture, l'ambition du projet général de Pierre FEILLET se fait manifeste. « Que manger de manière citoyenne ne soit pas une punition, mais tout juste une question de connaissances et d'attention ». Digne d'un Hussard de la république alimentaire. Avec, pour devoir à la maison, en annexe, 20 pages « d'autres données de base auxquelles se référer ».

Quelques figures et tableaux pour récompenser l'honnête lecteur.

L'HISTOIRE DE L'INRA ENTRE SCIENCE ET POLITIQUE¹

par Pierre CORNU, Egizio VALCESCHINI, Odile MAEGHT-BOURNAY



Jean-Marc **BOUSSARD**². – Depuis plus de 70 ans, l'INRA (Institut national de la Recherche agronomique) est le cadre de l'activité de milliers de chercheurs et d'auxiliaires de la recherche (quelques centaines à sa fondation, en 1946, presque 10 000 maintenant, en 2018). Ils doivent trouver les moyens d'utiliser les connaissances scientifiques pour améliorer les techniques mises en œuvre dans l'agriculture et les industries alimentaires. Ils forment une communauté répartie sur tout le territoire national (y compris outre-mer). L'information y circule à travers un langage commun, autour de « l'agronomie », dans des laboratoires bien équipés, au sein de domaines qui font de l'INRA l'un des plus gros propriétaires fonciers français. Une telle institution mérite bien qu'on en fasse une monographie historique, ce qui fut déjà l'œuvre de Jean Cranney³ il y a quelques années. Celle dont nous rendons compte ici est plus récente, et à la fois plus et moins complète que la précédente.

En effet, comme son titre l'indique, ce livre n'est pas à proprement parler une « histoire de l'INRA ». Celle-ci aurait nécessité des détails sur les débats internes, l'évolution des programmes de recherches, les effectifs et les statuts des personnels, l'administration des « centres », et bien d'autres questions qui sont évoquées ici, mais de façon accessoire. Ce qui intéresse les auteurs, ce sont les relations des directions successives avec leurs autorités de tutelle. Cela restreint le sujet, sans en diminuer l'intérêt. Car,

¹ Éditions Quæ, Paris 2018, 463 pages.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, Directeur de recherche honoraire de l'INRA.

³ CRANNEY, Jean. – *Inra, cinquante ans d'un organisme de recherche* INRA-Editions, Paris 1996.

évidemment, même si le chercheur « de base » ne s'en est pas toujours rendu compte, ces relations de la recherche avec le pouvoir politique n'en jouaient pas moins un rôle important sur son quotidien et les moyens dont il disposait.

Un tel ouvrage (près de 500 pages serrées !) ne se résume pas en quelques lignes. Il part de la période de l'entre-deux-guerres (la fondation en 1920 d'un institut de recherche agronomique vite avorté faute de crédits), et conduit le lecteur jusqu'aux soubresauts contemporains autour des OGM, de l'écologie politique, et des peurs alimentaires. On y trouvera évoqués l'euphorie des « trente glorieuses », les désillusions de mai 1968, le « rapport Poly » pour une agriculture plus économe et plus autonome, le psychodrame de l'EPIC (La transformation de l'INRA d'EPST, Etablissement Public Scientifique et Technique, en EPIC, Etablissement Public Industriel et Commercial, aurait impliqué une activité commerciale pour les chercheurs: le projet fut abandonné sous la pression des syndicats), la « loi Chevènement » sur la recherche, les réformes récentes des directeurs généraux successifs (leur titre évolue, mais la fonction reste la même), les crises alimentaires, etc....

A travers les anecdotes, ce qui frappe, c'est la permanence des problèmes et de la façon de les aborder. La direction se trouve toujours dans la situation de devoir défendre ses crédits et ses postes, en faisant appel aux autorités politiques, elles-mêmes peu au fait des réalités de la recherche en même temps que très sensibles à l'opinion publique. Or il ne lui est pas possible de contrôler grand-chose sur l'action concrète des chercheurs de base. De peur d'essuyer des refus, le plus souvent, ceux-ci se gardent bien de révéler leurs véritables intentions aux autorités (ainsi découvrit-on un jour que les recherches sur les prions, agents de la maladie de la « vache folle », n'avaient pas été négligeables à l'INRA, alors que la direction, confiante dans l'idée qu'ils ne traverseraient jamais la Manche, s'y était toujours opposée). De plus, l'extérieur apporte sans cesse de l'information nouvelle, qu'il s'agisse de l'ouverture de pistes prometteuses ou des fluctuations de l'opinion publique. Dans ce contexte, les stratégies les mieux conçues sont vite périmées. La direction doit se contenter de monter en épingle quelques succès médiatiques (autrefois, la poule « Vedette », ou le blé « Etoile de Choisy », aujourd'hui, la « biodiversité » ou la lutte contre le « déclin des abeilles »), tout en donnant l'impression de tout contrôler comme le ferait le général d'une armée en bataille. Or cela ne correspond pas à la réalité, qui fait que « l'Esprit souffle où il veut ».

En même temps, il serait tout aussi faux et absurde de dire que la Direction ne sert à rien : elle attribue les moyens, gère les domaines, et la carrière des chercheurs... Ce n'est pas neutre, ni sur la nature des recherches poursuivies, ni sur la qualité des résultats obtenus. Le livre ne s'étend pas beaucoup sur ces aspects, ce qui est dommage.

Il est tout aussi dommage que ce parti pris en faveur de la « ligne de communication » de la direction générale aboutisse à occulter d'autres aspects essentiels de la vie de l'INRA, en particulier les relations des chercheurs avec l'extérieur. Le rôle des associations scientifiques nationales ou internationales n'est pas évoqué, pas plus que les collaborations extérieures, tant avec le secteur privé qu'avec d'autres organismes qu'ils soient Français, comme le CNRS, le CIRAD, et l'IRD, ou internationaux, tels que le CGIARD, ou l'USDA.

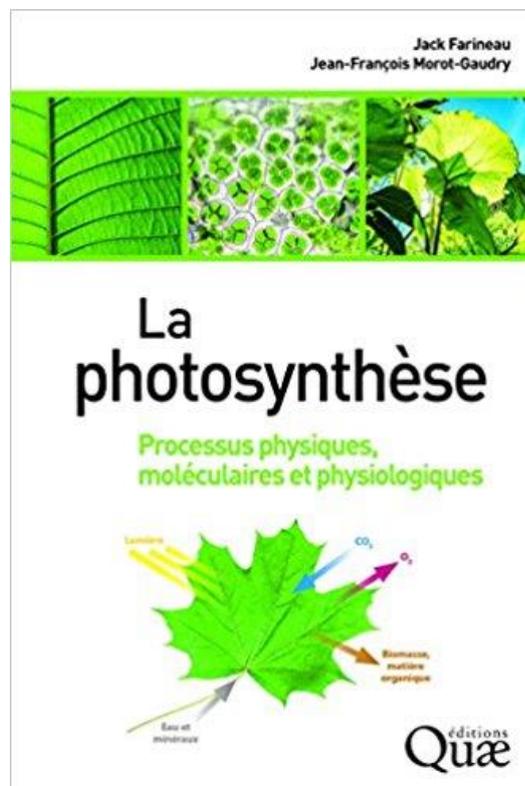
En ce qui concerne en particulier les relations extra-hexagonales, le lecteur est surpris de ne voir développer qu'à la fin du livre l'idée que la « nouvelle INRA » (à la différence de l'ancienne !) vogue vers « une science intégrée pour une projection internationale ». En réalité, aucun vrai chercheur n'a jamais pu ignorer ce qui se passait en dehors de notre pays, cependant que la reconnaissance internationale a toujours constitué un avantage dans les carrières. L'idée d'une INRA strictement nationale et monopolistique est donc complètement fautive, même si elle a pu à certains moments aider la Direction à récupérer quelques crédits

Cela dit, le livre est bien écrit, avec un ton vif et enjoué, et rapporte de nombreuses anecdotes inédites. Il porte la patte d'un historien professionnel, qui cite toujours ses sources, et n'avance rien à la légère. Il est seulement dommage que les « notes de bas de page » soient reportées à la fin de chacune des trois parties du livre, avec une numérotation qui repart à zéro à chaque partie : la consultation en est particulièrement malaisée, et on ne comprend pas que l'éditeur, avec les moyens informatiques modernes, n'ait pas pu les remettre soit en fin de volume, soit au bas de chaque page concernée (ce qui est tout de même la meilleure solution !)..

On terminera en évoquant une (très petite) erreur qui sera l'occasion d'un témoignage de l'auteur de ces lignes, en même temps qu'une illustration des propos précédents : À la page 49 est cité un témoignage de René Dumont sur son voyage aux États-Unis en 1946, laissant entendre que le jeune Denis Bergmann (plus tard, chef charismatique du département d'économie de l'INRA) l'accompagnait dans le cadre de la mission qui lui avait été confiée par le Commissariat au Plan. Or Bergmann lui-même racontait les choses de façon différente : A la sortie de l'Agro, il avait deux ambitions : devenir chercheur en génétique et aller aux États-Unis. On lui objecta qu'il existait d'excellents laboratoires de génétiques en France et qu'un voyage aux États-Unis n'était nullement nécessaire. Mais comme les États unis l'attiraient encore plus que la génétique, il se décida pour une discipline dans laquelle il serait sûr de ne pas trouver de laboratoire d'accueil en France : ce fut l'économie ! C'est ainsi qu'il arriva à Cornell pour y préparer une thèse d'économie rurale. Dumont, de son côté, avait loué une voiture pour se déplacer dans le *Middle West*, mais venait de se faire recalier à l'examen américain du permis de conduire. Il fut très heureux de trouver ce jeune compatriote pour se faire conduire. C'est ainsi que commença une longue amitié et une collaboration fructueuse entre les deux hommes pourtant si différents... et cette anecdote illustre aussi les parts du hasard et de la nécessité dans la gestion de la recherche et le déroulement des carrières...

LA PHOTOSYNTÈSE : PROCESSUS PHYSIQUES, MOLÉCULAIRES ET PHYSIOLOGIQUES

par Jack FARINEAU et Jean-François MOROT-GAUDRY¹ (QUAE eds)



Jean-François **BRIAT**². – “La photosynthèse : processus physiques, moléculaires et physiologiques” est la 3^{ème} édition d'un livre par Jack Farineau et Jean-François Morot-Gaudry, publiée aux éditions Quae en

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

décembre 2017. Cet ouvrage de 451 pages est organisé en cinq grandes parties, subdivisées chacune en plusieurs chapitres, donnant une structuration claire et logique à l'ensemble. Il se termine par un glossaire résumant efficacement quelques termes et concepts essentiels de la photosynthèse, une liste fournie et actualisée de références bibliographiques, et un index facilitant la trace de mots clés dans l'ensemble du texte.

La première partie constitue une introduction à l'appareil photosynthétique. Elle est organisée en 4 chapitres qui retracent les grandes lignes qui ont conduit à la découverte du processus photosynthétique, avec un accent particulier mis dans un premier temps sur la lumière, les pigments photosynthétiques et les réactions d'oxydo-réduction. Un point essentiel du processus photosynthétique réside dans la structure de l'appareil qui lui permet d'avoir lieu. La structure de l'appareil photosynthétique fait donc l'objet d'un chapitre à part entière, insistant sur le rôle des membranes portant l'assemblage des antennes pigmentaires dans le transfert des électrons, et décrivant la diversité d'organisation qui existe chez les organismes photosynthétiques.

La deuxième partie présente en 7 chapitres la photosynthèse oxygénique. Après une rapide description des feuilles et des chloroplastes porteurs de cette activité donnant lieu à l'émission d'oxygène, le cœur de cette partie est une revue synthétique des connaissances sur la structure et le fonctionnement des deux photosystèmes. Leur gestion de l'énergie lumineuse permet le transfert des électrons dans les membranes thylacoidiennes des chloroplastes, aboutissant à la production d'ATP « riche en énergie » et de composés réduits (NADPH et ferrédoxine réduite) indispensables aux biosynthèses organiques. Cette partie se termine par un chapitre de présentation de la photosynthèse chez les cyanobactéries, qui sont les ancêtres procaryotes des chloroplastes, et chez les algues.

La troisième partie est dédiée, en 2 chapitres, à la photosynthèse anoxygénique. Elle constitue une brève incursion dans le monde des bactéries photosynthétiques, en se limitant toutefois à la présentation des trois groupes phototrophes les plus primitifs et les mieux connus : les bactéries pourpres, les bactéries vertes et les héliobactéries. Une courte présentation de la phylogénie des organismes photosynthétiques termine cette partie avec un « coup de projecteur » sur la théorie endosymbiotique de l'origine des chloroplastes des végétaux supérieurs.

La quatrième partie, très originale et complète, offre une revue approfondie de la phase métabolique de la photosynthèse. Ces cinq chapitres traitent successivement :

- du métabolisme carboné « primaire », et donc de l'assimilation du CO₂ à la lumière grâce au cycle de Calvin, et à une enzyme abondante et essentielle de ce processus : la ribulose 1,5 bis-phosphate carboxylase – oxygénase (RUBISCO). Les différentes régulations, enzymatiques et génétiques, de ce métabolisme sont également présentées avec un rappel judicieux de la théorie du contrôle métabolique.
- des métabolismes azoté et soufré « primaires » permettant la réduction dans les feuilles du nitrate et du sulfate absorbés par les racines, respectivement en nitrite puis ammonium, et en sulfite puis sulfure ; l'ammonium et le sulfure sont ensuite incorporés dans les molécules organiques (acides aminés en particulier). L'interdépendance des métabolismes carboné et azoté est également présentée.
- de la synthèse des glucides à partir des trioses phosphates générés par le cycle de Calvin, et de leur transport *via* la sève élaborée des vaisseaux conducteurs du phloème
- de la photosynthèse à double carboxylation rencontrées dans les plantes à métabolisme de type C₄ ou CAM (« Crassulean acid metabolism »). L'anatomie et le fonctionnement de la feuille de maïs sont pris comme exemple pour décrire la photosynthèse de type C₄ impliquant la PEP carboxylase des cellules mésophylliennes, incorporant le CO₂ atmosphérique au phosphoénol pyruvate (PEP) pour générer l'oxaloacétate (OAA) qui va être transporté dans les chloroplastes pour y être réduit en malate et aminé en aspartate. Le malate migre ensuite vers les cellules de la gaine périvasculaire où l'enzyme malique produira du CO₂ qui sera utilisé par les chloroplastes de la gaine dans la réaction photosynthétique classique. Les plantes grasses à métabolisme CAM quand à elles fixent le CO₂ la nuit au PEP pour former l'OAA immédiatement converti en malate

² Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, Directeur de recherche de classe exceptionnelle au CNRS.

qui est stocké transitoirement dans les vacuoles. La journée l'enzyme malique permet de refournir du CO₂ au cycle classique des trioses phosphates.

- du cas particulier du métabolisme carboné des organismes sans RUBISCO comme les chlorobiacées et les chloroflexacées

La cinquième partie, d'un grand intérêt agronomique, replace la photosynthèse dans le contexte de son environnement. Les quatre chapitres qui la constituent évoquent tout d'abord comment les paramètres environnementaux telles que l'intensité lumineuse, la concentration en CO₂ et la température modulent l'activité photosynthétique, et comment l'appareil photosynthétique s'adapte à la fluctuation de ces paramètres. Puis, la photosynthèse au sein du couvert végétal fait l'objet d'un chapitre original, mettant bien en lumière l'apport de la modélisation écophysiological à un niveau global

Hors chapitre, une annexe est consacrée aux herbicides qui ciblent l'activité photosynthétique, et une succession hétéroclite de courts articles de différents auteurs, d'une quarantaine de pages, traite de « points d'actualité » (« Changement climatique et agriculture » ; « Comment améliorer les performances de la RUBISCO ? » ; « Riz C4 » ; « La photosynthèse artificielle », etc).

Cette nouvelle édition de "La photosynthèse : processus physiques, moléculaires et physiologiques" est une mise à jour, augmentée des dernières avancées fournies par les recherches concernant la structure et la fonction photosynthétique des chloroplastes et de leurs membranes, et des métabolismes qui y sont associés. Ce livre est le dernier paru en français dans le domaine. Il est parfaitement produit, incluant de nombreux schémas synthétiques et des figures originales, validé(e)s par des spécialistes renommés ; cette riche iconographie contribue à amplifier les indéniables qualités pédagogiques de cet ouvrage.

DEMETER 2018



Jean-Paul CHARVET¹. – Le « Déméter 2018 » constitue la 24^{ème} édition d'une série de rapports annuels bien connue de tous. On y trouve, comme dans les précédents rapports, tout un ensemble de chiffres clés qui permettent de suivre les principales évolutions de l'alimentation et de l'agriculture dans le monde.

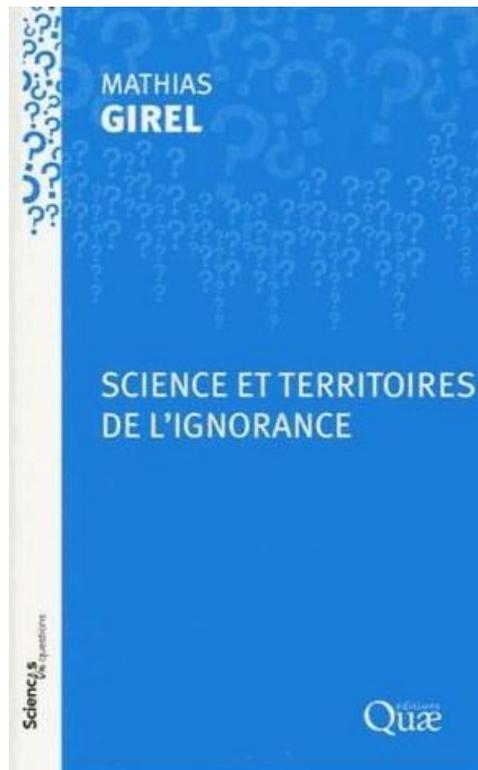
Quant aux dossiers traitant de façon approfondie de questions d'actualité ils portent cette année sur trois grands thèmes. Dans les deux premiers les évolutions de la consommation et de la production d'huiles végétales et celles du secteur vitivinicole sont replacées dans le contexte de la mondialisation. Le dernier aborde des questions qui sont d'actualité pour l'agriculture française : celui de l'utilisation de l'eau et celui de l'exercice du droit de propriété en agriculture dans un contexte où l'environnement, de plus en plus considéré comme un patrimoine commun, se trouve géré par une « avalanche » de normes environnementales comme le souligne Carole Zakine.

Le dossier le plus développé et pour lequel ont été mobilisés de nombreux spécialistes (il n'est pas possible de tous les citer ici) est celui portant sur les huiles végétales. Il s'agit d'un dossier à la fois riche et complexe du fait de la diversité des cultures et des aires géographiques étudiées ainsi que de la multiplicité des agents économiques concernés.

La consommation d'huiles végétales, soutenue par la diffusion de la transition alimentaire ainsi que par les progrès de la lipochimie et de la consommation d'agrocarburants, connaît aujourd'hui une progression particulièrement rapide alors que ces huiles sont largement substituables les unes aux autres et d'ailleurs susceptibles d'être mélangées. Dans ce contexte les différentes filières de production-commercialisation entrent en concurrence sur le marché mondial, les plus importantes d'entre elles étant celles du soja (principalement issu des deux Amériques), du colza, du tournesol et de l'huile de palme (huiles de palme et huile de palmiste, principalement asiatiques). L'huile d'olive elle-même, longtemps surtout méditerranéenne, entre de plus en plus dans la mondialisation. La production d'huiles s'accompagne de celle de co-produits riches en protéines (tourteaux), ce qui confère un avantage au soja par rapport au palmier à huile alors que celui-ci permet d'obtenir les coûts de production les plus bas. Sur le plan environnemental les plantations de palmier à huile commencent à évoluer vers une certification « zéro déforestation », c'est-à-dire vers l'implantation de nouvelles palmeraies dans des espaces forestiers déjà fortement dégradés et non pas au détriment de forêts tropicales primaires.

Outre la richesse des informations et des analyses qu'il apporte, ce rapport Déméter 2018 comporte à la fin de substantiels « résumés-synthèses » en langue anglaise, ce que je trouve particulièrement positif. Ces synthèses existent également en langue française ce qui permet à chacun de choisir aisément les thèmes sur lesquels il souhaite obtenir davantage d'informations.

¹ Membre de l'Académie d'agriculture de France, Professeur émérite, Université de Paris Ouest-Nanterre-La Défense.

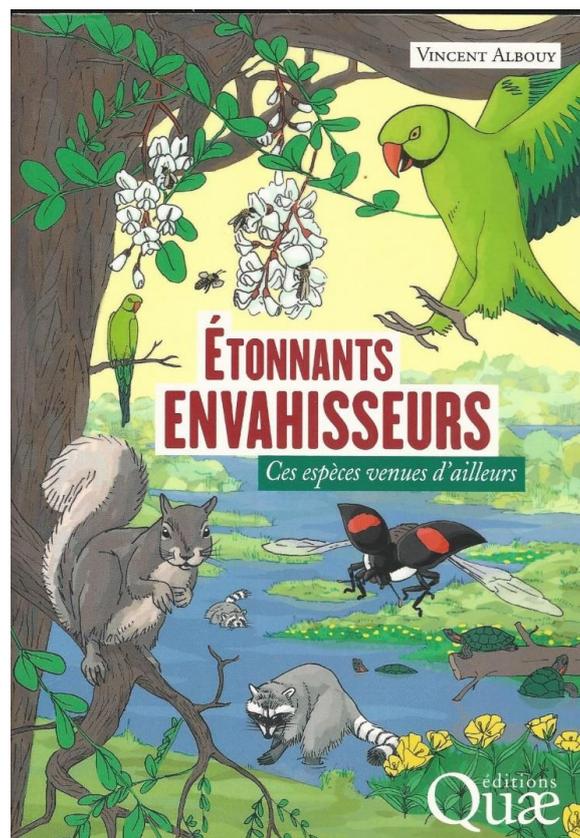
SCIENCE ET TERRITOIRES DE L'IGNORANCE¹par Mathias **GIREL**

Claude **DEBRU**². – Maître de conférences de philosophie à l'École normale supérieure (Ulm), spécialiste du pragmatisme américain, ancien collaborateur de l'Institut des Hautes Etudes sur les Sciences et la Technologie au Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Mathias Girel a prononcé à l'INRA de Bordeaux une conférence dont le thème a donné lieu à la publication d'un ouvrage, *Science et territoires de l'ignorance*, aussi clair et argumenté que substantiel. Cet ouvrage, qui fait appel à des sources principalement américaines en raison de la vivacité des problèmes qui y sont posés, traite de questions d'une actualité parfois brûlante, envisagées sous l'angle bien nécessaire de la critique philosophique et épistémologique. Nécessaire en ceci que l'homme, le citoyen contemporain, est confronté à un déluge d'opinions plus ou moins bien fondées, plus ou moins biaisées, souvent dépendantes de groupes d'intérêt divers, et parfois présentées comme résultant d'une stricte méthodologie scientifique. Ce traité de la connaissance, de l'ignorance, du doute et de la croyance est donc fort bien venu pour éclairer la manière dont se sont déroulés et se déroulent encore sous nos yeux des débats majeurs de nos sociétés, depuis les effets de substances toxiques (alcool, tabac) jusqu'aux causes du changement (pardon : du dérèglement) climatique. Une première partie, plus nettement épistémologique, analyse le rapport de la connaissance à l'inconnu en déterminant plusieurs variétés de l'ignorance, dont l'ignorance savante, déterminée, l'ignorance ignorée, et l'ignorance comme argument utilisé à d'autres fins que des fins de connaissance, l'ignorance instrumentalisée, voulue comme « la science qui ne se fait pas », la recherche qui n'est pas vraiment faite, celle dont il est souhaitable de ne pas la faire. A partir de là, Girel analyse les « dynamiques de l'ignorance », l'ignorance n'étant pas seulement un état, mais pouvant être un effet.

¹ Versailles, Editions Quæ, 2017, 154 p.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, Professeur émérite de l'ENS-CAPHES.

D'où l'importance d'une étude de la « production culturelle » de l'ignorance. L'ignorance produite ne l'est d'ailleurs pas toujours intentionnellement. Beaucoup de biais peuvent être à l'œuvre. Mais l'ignorance intentionnellement produite, refus ou négligence de l'acquisition de certaines connaissances, est un fait dont on doit reconnaître l'existence. Il faut considérer aussi le cas de connaissances indésirables qui sont donc l'objet de campagnes de mises en doute (doute « scientifique »), de réclamations de « faire plus de recherche », dont le but est de prévenir ou de retarder l'adoption de mesures de prévention de risques avérés en instillant le doute, en instaurant une nouvelle controverse, visant en particulier les agences de protection de l'environnement ou de la santé, et en fabriquant des « éléments de langage » destinés à semer le trouble dans l'opinion et à décrédibiliser l'expertise indépendante. Un exemple particulièrement parlant concerne l'industrie de la cigarette. Cet ensemble de stratégies a pour effet de rendre plus laborieuse la distinction entre le vrai et le faux au point de les rendre indistinguables (le retour des « indiscernables » décrit par Girel), à savoir de ne pouvoir distinguer, à l'aide de critères épistémologiques, les intentions qui président aux actions des différents acteurs. La fin de l'ouvrage s'intéresse aux « théories du complot ». A la suite des pénétrantes analyses de Girel, je n'aurai sur ce dernier point qu'un commentaire. En effet, son ouvrage pose une question majeure : une société dans laquelle règnent en permanence des accusations croisées de conspiration ou de complot, une société dominée par la paranoïa est-elle encore viable ? On doit admettre, ne serait-ce que pour pouvoir agir, qu'une société dans laquelle ne règne pas un minimum de confiance est vouée à l'autodestruction. L'ouvrage de Mathias Girel se recommande par la qualité de son information et sa lucidité sur les questions à poser. Il devrait être lu par beaucoup, grand public, monde des media, et monde académique.



ÉTONNANTS ENVAHISSEURS - CES ESPÈCES VENUES D'AILLEURS¹

par Vincent ALBOUY

¹ Éditions QUAE, 2017, 160 pages.

André Fougeroux². – Les organismes envahissants existent depuis des millions d'années. Ils influencent l'environnement, la biodiversité, pour les activités humaines, les productions agricoles ou forestières et la santé. Cet ouvrage rappelle la définition des espèces exotiques envahissantes aussi désignées par l'anglicisme « invasives » et montre qu'elles font partie de notre quotidien. Que ce soit des espèces végétales, animales ou microbiennes, elles ont été introduites volontairement ou involontairement lors des migrations et des déplacements humains. Elles font partie de notre quotidien : robinier, coquelicot, renouée du Japon, genette, chat domestique, perche soleil, et plus récemment tortue de Floride, frelon asiatique, ou tamia.

Ce livre rappelle au travers de nombreux exemples les définitions divergentes abordant ce sujet, définitions qui abordent les espèces colonisatrices et les espèces invasives. Il montre aussi combien il est difficile de prévoir si une espèce introduite va devenir envahissante ou au contraire s'intégrer aux biocénoses existantes sans perturbation.

En effet certaines espèces vont s'installer durablement et éventuellement perturber les biocénoses dans lesquelles elles ont été introduites, le plus souvent pour satisfaire un besoin humain : plantes d'ornement, animaux de compagnie, lutte biologique avec souvent une vision simpliste des effets de ces introductions. Ce fut par exemple le cas des rats noirs en Jamaïque, ravageurs des plantations de canne à sucre, contre lesquels les mangoustes ont été introduites. Les rats pour échapper à leur prédateur, se sont réfugiés dans les arbres et se sont nourris d'oiseaux locaux réduisant leur population. Quelques introductions ont été plus réussies comme le cas emblématique de la lutte biologique contre la cochenille australienne dans les vergers d'agrumes grâce aux lâchers de la coccinelle *Rodolia (Novius) cardinalis*. Mais on découvre aussi dans cet ouvrage que souvent les introductions ont des effets non intentionnels imprévus et négatifs : coccinelle asiatique en Europe, parasites contre les papillons ravageurs des cultures qui ont décimés les populations de parasites locaux à Hawaï. Ce qui fait dire à l'auteur que « la lutte biologique peut s'avérer comme la meilleure ou la pire des choses » et qu'elle « ne peut s'envisager que strictement encadrée par des procédures visant à s'assurer que seule l'espèce ciblée sera affectée par l'auxiliaire introduit ».

Dans le cadre de l'arrivée d'espèces invasives, les systèmes insulaires sont plus perturbés car leur écosystème est plus fragile que les milieux continentaux. Cela est illustré par des exemples tels que la flore de l'île Maurice dont 12% des espèces autochtones sont éteintes, du xénique de Lyall exterminé par le chat du gardien de phare de l'île de Stephens, de la disparition des oiseaux comme le célèbre dodo de l'île Maurice ou encore la menace pesant sur la flore originelle des Galapagos. Suite à certaines invasions, l'ouvrage montre que des groupes entiers sont menacés comme les mammifères marsupiaux et les placentaires en Australie qui sont en compétition. Dans ces situations, le patrimoine endémique est remis en cause.

Les continents ne sont pas épargnés par ces invasions et l'ouvrage en décrit de nombreux exemples comme le cerisier tardif introduit d'Amérique en France en 1630 et qui s'est naturalisé au XIXe siècle dans la plupart des forêts d'Europe. Il est devenu envahissant après des siècles de discrétion suite au développement des coupes à blanc après la seconde guerre mondiale. Dans certains cas ces invasions ont des conséquences aussi sur la santé humaine, comme l'exemple de la peste noire, introduite par les Huns lors de leurs conquêtes, épidémie qui dévasta la moitié de la population européenne entre 1347 et 1352. D'autres maladies se sont ainsi développées au gré des pérégrinations humaines : variole et rougeole en Amérique latine, syphilis en Europe.

Si l'ouvrage relate les effets négatifs d'introductions, il renseigne aussi sur des volets positifs de ces invasions. Par exemple la tique tropicale en Nouvelle Calédonie s'attaque préférentiellement aux deux herbivores introduits (vaches et cerf rusa) deux espèces herbivores envahissantes et protège ainsi la flore locale. Dans ce cas c'est toute l'ambiguïté du statut d'espèce envahissante qui est posé. Ce statut est établi à l'aune des intérêts humains. Pour un éleveur, cette tique est envahissante alors qu'un défenseur de la flore endémique la verra comme un organisme utile.

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

De même la moule zébrée, accidentellement introduite dans les grands lacs américains très pollués a, grâce à son étonnante capacité de dépollution, grandement amélioré la qualité des eaux favorisant ainsi le retour d'une faune aquatique plus diversifiée. C'est également le cas de la crépidule en rade de Brest qui contribue à la réduction des excès d'azote dans les sédiments. Ces organismes envahissants sont alors considérés comme des espèces ingénieuses.

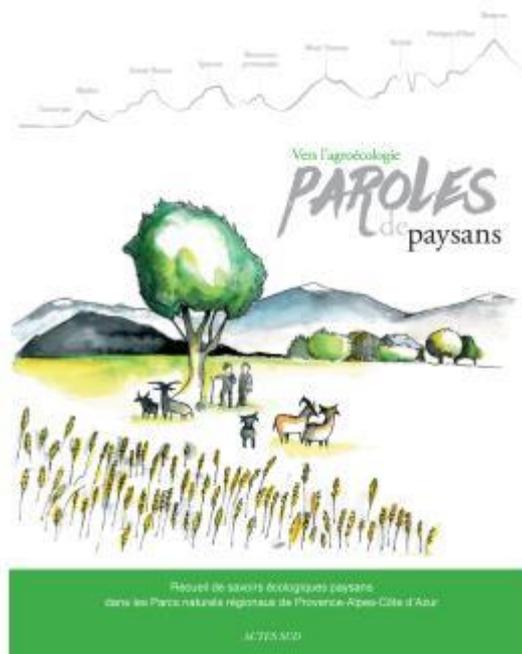
Le dernier chapitre de ce livre aborde la question de la gestion de ces étonnants envahisseurs : leur classement, ainsi que les différentes approches entre éradication, prophylaxie, évaluation des effets secondaires et effets dominos.

La nature change en permanence. Selon Vincent Albouy elle fait du vélo et pour rester en équilibre elle doit avancer sans cesse. L'homme accélère ces changements. Cet ouvrage bien documenté de 159 pages ne se résume pas en une page et demi tant les exemples sont nombreux. Il montre que ces espèces invasives concernent tout le monde depuis les instances politiques jusqu'au citoyen. Il met aussi en exergue combien cette gestion sous tendue par des théories scientifiques est délicate et nécessite des études solides pour éviter au mieux les effets négatifs et profiter des effets positifs.

Vers l'agroécologie

PAROLES DE PAYSANS¹

Recueil de savoirs écologiques paysans dans les Parcs naturels régionaux de Provence-Alpes-Côte d'Azur



André-Jean GUÉRIN². – C'est un beau livre, comme l'éditeur *Actes Sud* sait en produire, un livre que l'on aime tenir en main, feuilleter, regarder. Son titre le laisse entendre, il s'appuie sur une grande variété de

¹ Éditions Actes Sud, mars 2017, 200 pages.

témoignages directs et d'illustrations. Ces derniers reflètent la diversité des situations géographiques, climatiques, pédologiques, environnementales, éco-systémiques, des 7 Parcs naturels régionaux (PNR) couvrant 27 % de la surface de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. « Paroles de paysans » seraient-elles vérités ? Ce n'est pas le propos de l'ouvrage. Il met plutôt en valeur les innovations apportées sur un héritage de pratiques agricoles traditionnelles par la volonté d'une efficacité agronomique valorisant pleinement le milieu naturel environnant. Enfin l'ambition est de mettre en scène quelques recommandations plutôt que des principes, de ce qui se diffuse sous diverses appellations, ici « agroécologie », ailleurs agriculture biologique, biodynamique, écologiquement intensive, de conservation, agroforesterie, parfois permaculture, etc. Ainsi, avec *ces paroles, extraites d'entretiens avec des paysans*, ce livre a l'ambition *de restituer, au gré des saisons et des territoires, des savoirs et des pratiques répondant aux défis agricoles contemporains*.

L'ouvrage est très construit. Il bénéficie d'un sommaire détaillé placé en début. Les pratiques agricoles sont présentées en 43 chapitres regroupés en huit catégories : Activer la vie du sol ; Associer les cultures ; Renforcer les liens entre agriculture et élevage ; S'adapter aux sols et aux climats ; Économiser et partager l'eau ; Favoriser une protection naturelle des cultures ; Réhabiliter les variétés locales ; Préserver et valoriser les plantes sauvages. Neufs portraits de paysans sont intercalés entre ces catégories. Ils sont également repérés au sommaire.

Chacun des chapitres est une composition qui allie : texte descriptif, encadrés, illustrations, photographies, courts extraits des témoignages. Sans doute les savoirs et pratiques présentés ne seront pas des révélations pour le spécialiste, agronome ou jardinier. Mais, certainement, prendra-t-il plaisir comme nous à en découvrir la mise en valeur.

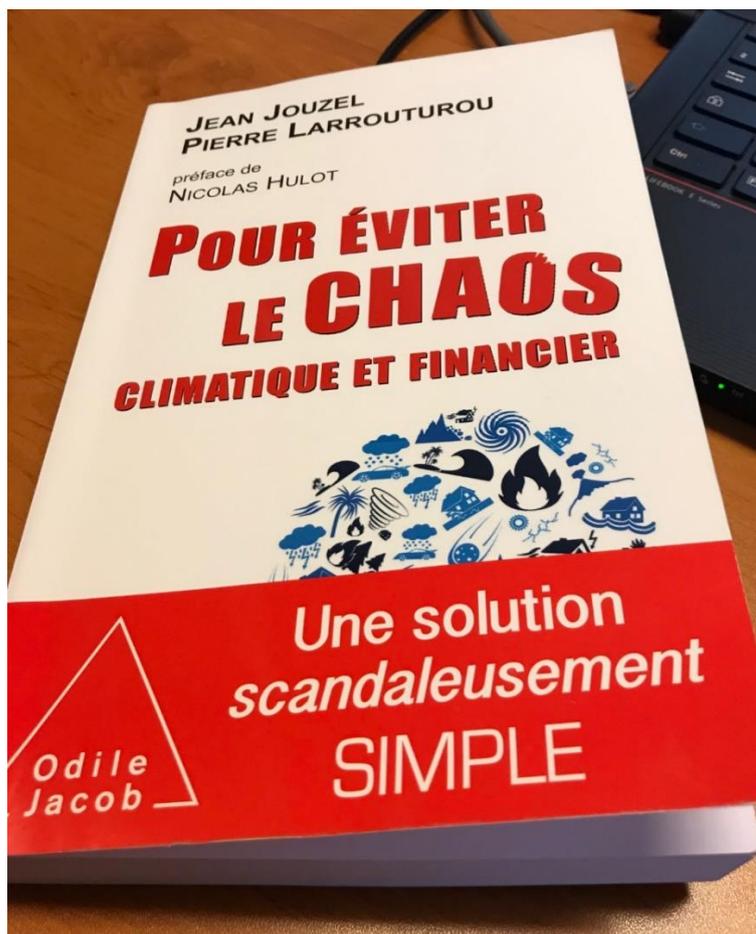
La partie introductive comporte une description des agro-écosystèmes des sept PNR de la Région. Ils s'étendent de la Camargue, aux surplombs dominant Nice, à la Haute Provence et jusqu'au Queyras. Des clefs méthodologiques décryptent les orientations du travail de recherche dont l'ouvrage constitue l'une des valorisations. Il s'agissait de *s'intéresser aux savoirs écologiques paysans*. Pour la collecte de ces savoirs paysans, les enquêteurs se sont servis d'un mode inspiré des méthodes de l'ethnologie. La transmission et la diffusion des savoirs ainsi collectés devait éviter le registre des préconisations traduites en « fiches techniques » selon le souhait des Parcs. Ce souhait a inspiré la forme du livre.

Paroles de Paysans se veut « Une enquête réalisée par six Parc ... et l'association Geyser¹ ». C'est indéniablement un ouvrage collectif comme en témoigne les remerciements à la fin.

En valorisant les expériences prometteuses et en favorisant les échanges et la réflexion collective, les auteurs de cet essai rappellent que, pour réussir la transition agroécologique qu'ils jugent nécessaire, les agriculteurs doivent être au centre du changement.

² Membre correspondant de l'Académie d'Agriculture de France

¹ GEYSER (Groupe d'Etudes et de Services pour l'Economie des Ressources) <http://www.geyser.asso.fr/>



Analyse de 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.

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 Larrourou 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 !

¹ Chargé de la coordination de la communication de l'Académie d'agriculture de France.

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 Larrourou, 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 Larrourou 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.

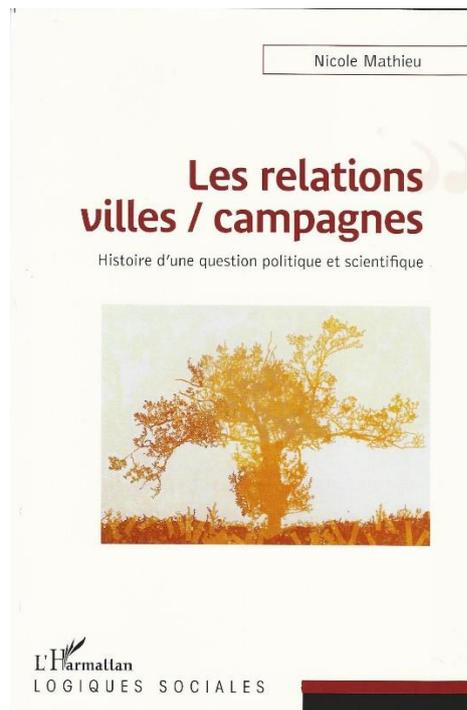
Une autre vertu de l'ouvrage de Jean Jouzel et Pierre Larrourou, c'est de nous redonner espoir dans **le juste développement du continent africain**. L'Afrique a, en effet, selon eux, « des atouts pour réussir une transition vers un modèle bas-carbone sans passer par le stade charbon et énergies fossiles ».

L'Afrique a vu naître l'Homme, va-t-elle maintenant le sauver ?

LES RELATIONS VILLES / CAMPAGNES HISTOIRE D'UNE QUESTION POLITIQUE ET SCIENTIFIQUE¹

Nicole Mathieu

membre de l'Académie d'agriculture



François Papy². – 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 ». 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.

¹ L'Harmattan, 2017, 240 p.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, Directeur de recherche honoraire de l'INRA.

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 citadins 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

préservé 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 accoutumés 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 essaient 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.

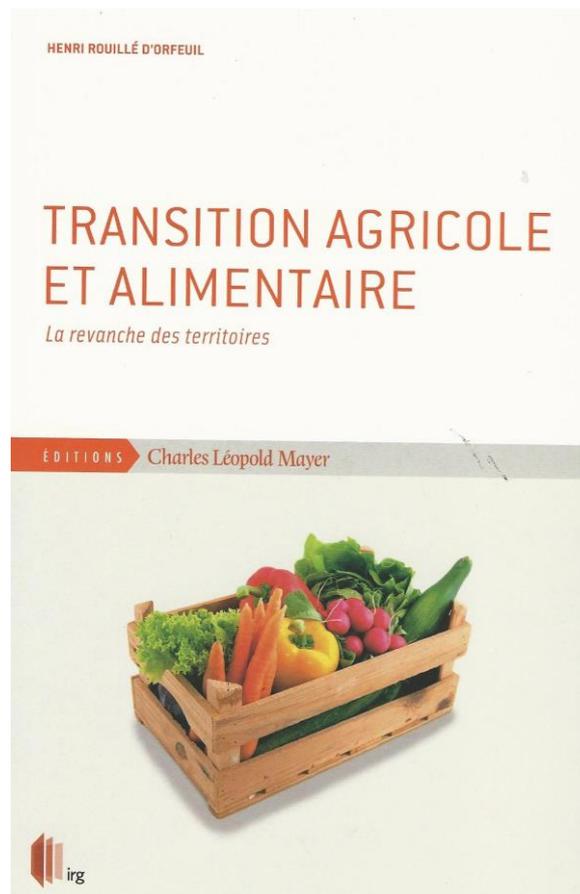
L'avant dernier chapitre, qui n'a pas été publié, a donc été écrit pour cet ouvrage. Sous le titre « quel intérêt d'un retour critique sur une méthode élaborée en France pour analyser la relations villes/campagnes », il constitue un excellent résumé de l'ensemble de l'ouvrage. Nicole Mathieu rappelle 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.

TRANSITION AGRICOLE ET ALIMENTAIRE, LA REVANCHE DES TERRITOIRES¹

par **Henri ROUILLÉ D'ORFEUIL**²



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.

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

³ Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Montpellier SupAgro.

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 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.

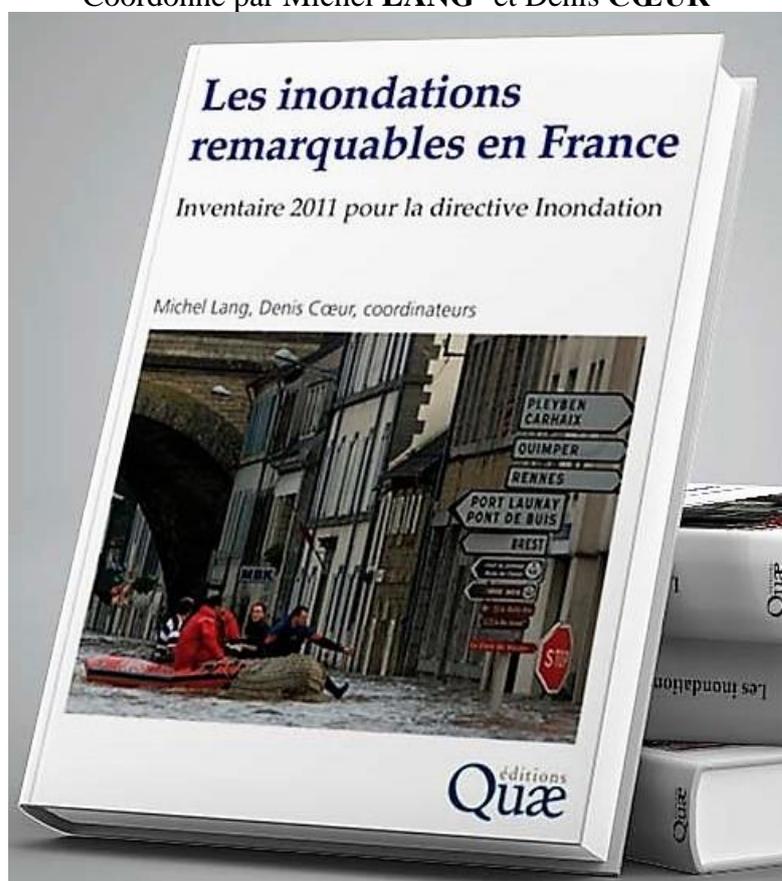
En conclusion, l'auteur considère que, si la mondialisation a eu des effets économiques positifs sur une moitié de l'humanité, le défi majeur est, aujourd'hui et demain, de sortir de la misère et de l'exclusion l'autre moitié. Pour cela, l'aide au développement doit être renforcée pour atteindre l'objectif 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 scientifique 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 inclue 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 FRANCE¹Coordonné 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 ?

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

¹ ÉDITIONS QUÆ – 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.

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.

**LA RÉSILIENCE DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES DE QUALITÉ
DIFFÉRENCIÉE : APPROCHE POUR LA COMPRÉHENSION DES DYNAMIQUES DE
PROTECTION DE LA QUALITÉ DE L'EAU EN AGRICULTURE²**

Thèse de doctorat de Manon GALLIEN

Analysée par Jean-Louis **RASTOIN**²

M. Philippe **FLEURY**

Enseignant-chercheur, HDR en Géographie ISARA-Lyon, LER Université Lumière Lyon 2 Directeur de thèse

Mme Carole **CHAZOULE**

Enseignante-chercheuse en Sociologie ISARA-Lyon, LER Université Lumière Lyon 2
Co-encadrante

La recherche menée par Manon Gallien possède la pertinence de l'actualité tout en s'inscrivant dans une perspective de longue période. L'actualité est celle du changement climatique dont des études scientifiques de plus en plus nombreuses et fines attestent désormais l'origine anthropomorphique, et la forte probabilité d'une amplification en dépit des efforts de nombreux pays et en conséquence du négationnisme de certains autres. Parmi les effets néfastes pour l'écosphère du changement climatique, on relève la raréfaction et la dégradation des ressources en eau dans de larges régions du monde et donc l'impératif de mieux gérer ces ressources. En termes de prospective, la question de l'eau va de plus en plus conditionner à la fois la quantité de nourriture disponible pour les hommes et la qualité de cette nourriture pour leur assurer une bonne santé, c'est-à-dire ce que la FAO définit depuis 2010 comme la « sécurité alimentaire et nutritionnelle ». En France, cette double préoccupation est marquée par deux initiatives gouvernementales : le Grenelle de l'Environnement en 2007 et les États Généraux de l'Alimentation en 2017. De façon prémonitoire, originale et créative, la thèse de Manon Gallien met en résonance les phénomènes qui sous-tendent ces deux exercices.

Le choix de la question de recherche - à l'interface entre qualité de l'eau et qualité des produits agricoles et alimentaires - se révèle ainsi judicieux. Le thème est émergent et correspondant à des attentes sociétales et à des interrogations des acteurs publics et professionnels.

Du point de vue théorique, cette thèse vient confirmer avec brio l'impératif d'une approche multidisciplinaire d'un objet de recherche complexe. C'est ce que permet la géographie, science appliquée qui emprunte ses outils à la fois aux sciences de la nature et aux sciences sociales, et, en contre-point, c'est ce que n'aurait pas concrétisé une analyse pratiquée à l'aide des seules disciplines de l'hydrologie ou encore de l'agronomie, de l'économie ou de la sociologie.

La méthodologie fait judicieusement appel aux concepts de résilience, d'une part, et de système alimentaire, d'autre part. La résilience qui doit être entendue comme la capacité de résister à des chocs internes ou externes est appréhendée ici à travers l'évaluation des dégradations multiples - par rapport aux normes légales ou aux risques encourus - au niveau de la qualité de l'eau, de celle des sols et des produits cultivés. Le système alimentaire (SA) est envisagé dans ses dimensions verticale (filères de production, transformation et distribution d'aliments) et territoriale (aire de production). Les SA étant de formes variées,

² Thèse de doctorat en géographie soutenue le 10 juillet 2017 à l'université Lumière Lyon 2.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, Professeur émérite à Montpellier SupAgro.

une certaine homogénéité est trouvée en choisissant de travailler sur les SA « de qualité différenciée » par une situation géographique.

Les deux concepts sont alors croisés au plan empirique sur trois terrains de l'agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse : AOP viticole de Tavel (Gard), zone de pomiculture du bassin versant de l'Étang de l'Or (Hérault), zone de viticulture et pomiculture du parc naturel régional (PNR) du Pilat (Rhône). L'intérêt est ici de pouvoir pratiquer une analyse comparative sur une base technico-économique commune - les filières « pommes » et « vins » - et de territoires aux caractéristiques agro-hydro-climatiques, sociologiques et administratives différentes. Le diagnostic filière/territoire est mené de manière approfondie et rigoureuse. A noter que l'on parle dans la littérature récente de « système alimentaire territorialisé », ce qui vient confirmer les hypothèses de l'auteure sur l'intérêt théorique, méthodologique et opérationnel de l'articulation d'un SA avec un champ géographique. Cependant, l'analyse ne porte pas ici sur un SA local, ce qui supposerait une exhaustivité sur le panier de biens alimentaires considéré, mais sur une fraction de SA (ici une ou deux filières). Cette nuance aurait mérité d'être perçue et discutée.

Les résultats fournis par la recherche apportent une contribution - argumentée - à l'avancée des connaissances dans trois domaines.

En premier lieu, la prise en considération équilibrée, non seulement du respect des normes réglementaires quant à la qualité de l'eau « agricole », mais aussi de la demande des consommateurs quant à la réduction des risques sanitaires liés aux pollutions minérales et bactériologiques des aliments. En d'autres termes - et ceci aurait mérité d'être souligné en conclusion - les normes supposées protéger de risques réels mesurés par des études cliniques devraient être complétées par des éléments de rassurance prenant en compte les risques perçus. Ceci pose la question de l'existence de véritables politiques alimentaires et donc de dispositifs d'information, de contrôle et de sanction performants.

En second lieu, l'approche filière permet d'impliquer l'ensemble des acteurs de la production et du commerce alimentaires dans la problématique des externalités négatives du modèle économique dominant et de déboucher sur la nécessité d'une bonne traçabilité des produits et de leurs intrants d'amont en aval. Ceci interpelle à la fois sur le périmètre technologique des filières et sur leur emprise territoriale.

Enfin - et il s'agit là probablement du résultat le plus important - le degré de résilience des filières et des territoires à une dégradation qualitative transmise de la ressource « eau » au bien alimentaire apparaît comme déphasé par rapport aux attentes de la société civile. Il en découle une mise en cause du système de gouvernance tant des filières que celui des territoires et leur coordination. Comme l'indique l'auteure : « *Aucun (acteur) ne fait rien, mais aucun n'est non plus en situation de transition, de rupture* », ce qui renvoie aux propos d'Antonio Gramsci sur « l'entre deux mondes » des époques porteuses d'autant de risques que d'espoirs.

La thèse de Manon Gallien nous montre qu'une recherche holistique, globale, robuste et éclairée constitue une précieuse aide à la décision.

ESSAYS IN EMPIRICAL ECONOMICS ON THE DETERMINATION OF WINE PRICES¹

Thèse de **Emmanuel PAROISSIEN**

Analysée par Jean-Marc **BOUSSARD**²

Directeurs de thèse :

Professeur Jean-Michel CARDEBAT, Université de Bordeaux

Michael VISSER Centre de recherche en économie et statistique (CREST)

La thèse de M. Paroissien est en fait la réunion de quatre études presque indépendantes, sur deux thèmes de recherche bien distincts.

Le premier concerne l'appréciation de la qualité des vins de Bordeaux, et l'objectivité des signes de qualité : recommandation d'experts pour le haut de gamme (on parle ici de bouteilles qui se vendent à des prix de l'ordre de 500 à 2000 € pièce), médailles dans les concours agricoles pour le bas de gamme (vins dont les prix au producteur sont de l'ordre de 2 à 10 euros par bouteille). Quelque soient leurs prix, la qualité de ces produits est changeante. Elle est évaluée par des spécialistes, dont l'avis est réputé important pour la détermination du prix de vente. Mais quelle confiance faut-il accorder à ces notations ? Existe-t-il une définition « objective » de la qualité ? Et l'influence sur le prix de vente est-elle si marquée qu'on le croit ? Les trois premiers chapitres présentent chacun une étude indépendante autour de ces questions, les deux premières consacrées au « haut de gamme », la dernière au vin courant.

Le quatrième et dernier chapitre (aussi long que les trois autres réunis), concerne le second des thèmes mentionnés ci-dessus : la prévision des prix à l'échelle de l'année ou du mois. Il s'agit là d'une question importante pour les viticulteurs, qui doivent chaque année prendre de nombreuses décisions sans savoir dans quelle direction vont évoluer les cours. Ce point est traité ici seulement à propos du segment « bas de gamme » de la production de l'aire bordelaise.

Dans les quatre cas, l'auteur déploie un très impressionnant arsenal de méthodes statistiques. Loin de se limiter aux classiques régressions linéaires, ou analyses de variance, il s'efforce d'abord de construire de vrais modèles du processus étudié, modèles, parfois « non-linéaires », avec quelquefois plusieurs étages de termes aléatoires (la variable y dépend de la variable x , par une fonction $f(a, x, \epsilon)$, où a est un paramètre à estimer, et ϵ un terme aléatoire. Mais le terme aléatoire ϵ lui-même est une fonction $g(b, z, \epsilon)$ où b est un autre paramètre du modèle, z une autre variable et ϵ un autre terme aléatoire : cela évidemment complique singulièrement les estimations. On est obligé d'estimer les paramètres a et b avec des méthodes spéciales qui tiennent compte de leurs liaisons plus ou moins solides. Les tests statistiques de rejet des « hypothèses nulles » sont plus compliqués, et l'interprétation des résultats est plus délicate. On ne rentrera pas ici dans le détail de ces opérations (même si chacune d'elle aurait pu donner lieu à discussion), sinon pour saluer l'érudition de l'auteur en la matière, et ses justes scrupules : il ne se fie pas aux apparences, et cherche toujours à aller au fond des choses, ce qui n'est pas si fréquent.

Restent ses conclusions, qui sont du plus haut intérêt.

¹ Thèse soutenue le 8 décembre 2017.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, Directeur de recherche honoraire de l'INRA.

La première étude montre à quel point les notations des experts sur les plus grands vins sont finalement arbitraires. Elles n'expliquent qu'une faible partie des variations de prix des vins, beaucoup plus dépendants de critères objectifs (tels que le climat ou la réputation des producteurs) que des notations des « experts » (elles-mêmes influencées par ces mêmes critères « objectifs »). Cependant, l'étude arrive à une conclusion contre-intuitive : le vin se vend d'autant mieux que les notes attribuées par les experts sont plus dispersées... Cela s'explique évidemment par le fait qu'une grande dispersion des estimations de qualité implique nécessairement que l'une d'elles au moins soit « très bonne ». Et bien sûr, c'est celle-là qui sera mise en avant dans la publicité du producteur, les autres, « médiocre » ou « mauvaises » (qui existent sûrement pour que la dispersion des avis soit grande) étant ignorées. De toute façon, les avis des « experts » ne jouent finalement pas un rôle décisif dans les prix de ces vins de luxe, les acheteurs éventuels se basant plutôt sur ce qu'ils savent des conditions météorologiques au cours de la production pour en déduire les qualités supposées des vins.

La seconde étude prolonge la première, en essayant justement d'uniformiser les signes de qualité, afin d'éviter le paradoxe précédent. Mais comment concilier des avis si différents sur les mêmes produits ? Et comment éviter que les experts les plus « généreux en bonnes notes » (comme l'américain Robert Parker) ne soient donnés comme des gourous irremplaçables, alors que la mise en avant de leurs avis ne tient pas à leur qualité intrinsèque, mais au fait que seules les notes élevées sont mentionnées par les producteurs bénéficiaires ? L'auteur propose ici une méthode statistique en fait assez classique, connue sous le nom des « equi-percentiles », qui est mieux que rien, mais loin d'être parfaite. Ce chapitre est sans doute la partie la plus faible de la thèse. Il est dommage qu'il n'ait pas cherché à s'inspirer des travaux des auteurs des années 60 comme K.J. Arrow, qui recherchaient des fonctions d'utilité collectives assurant la cohérence des choix de plusieurs individus³.

La troisième étude quitte le domaine du très haut de gamme pour s'intéresser aux « Bordeaux ordinaires » avec le souci de savoir dans quelle mesure les « médailles » décernées par différents organismes sont susceptibles d'affecter les prix. L'influence de ces récompenses est sensible, même si, comme précédemment, il peut exister des incohérences entre les jugements de différents jurys (avec un résultat intéressant : les jugements des jurys sont plus fiables si les jurés ne goûtent pas trop de vins différents au cours de la même séance de dégustation...). L'auteur, en conclusion, plaide pour le renforcement des règles concernant l'organisation de ces concours.

Enfin, la quatrième étude, la plus longue et la plus ambitieuse, celle, en outre, que l'auteur a effectuée tout seul (alors que les trois premières sont des ouvrages collectifs), concerne la prévision des cours du vin. Différents modèles de la formation des prix sont étudiés, et même fusionnés entre eux au terme d'impressionnantes acrobaties statistiques. L'étude est faite au niveau « annuel » (une prévision pour chaque année future) et mensuel (on prévoit le prix d'un mois sur l'autre). Les résultats sont un peu décevants, sans que cela puisse être utilisé à l'encontre de l'auteur, bien au contraire (au moins cherche-t-il la vérité, et non le sensationnel) : finalement, le volume des récoltes, l'état des stocks et les taux de change avec les monnaies des pays clients sont les variables clés qui déterminent les prix du vin, tandis que sa qualité, réelle ou supposée, n'entre que pour peu de chose dans l'explication des variations de prix. En outre, même si ces modèles sophistiqués arrivent assez facilement à des prévisions meilleures que celles obtenues avec les « anticipations naïves » (qui supposent que le prix de cette année ou de ce mois sera la même que celui de l'an dernier ou du mois dernier), l'avantage est plutôt moins grand que ce que l'on aurait pu attendre, les modèles expliquant seulement 50 à 75% de la variance.

Sans, encore, que cela doive être pris à charge contre l'auteur (de toute façon, une étude de ce type est intéressante, et méritait d'être faite pour ne pas avoir de regrets), je crois que la vraie raison de ce relatif échec vient de l'hypothèse à la base de la recherche, selon laquelle le prix du vin (ou de tout autre produit agricole) serait déterminé par des facteurs *exogènes* identifiables. Cette idée conduit à négliger les « effets en retour » (dits *endogènes*) de toute prévision sur l'objet de cette prévision. Si la météo a été bonne et le taux de change favorable, le prix doit monter, et tout le monde s'y attend. Mais de ce fait même, divers opérateurs

³ Cf Arrow, K.J. : Social choices and individual values. *Cowle Commissions Monographs* n°12, Wiley, New York., 1963.

vont prendre des dispositions soit pour se protéger des effets de ce changement (s'ils sont « mauvais » pour eux), soit pour en profiter (s'ils sont bons) : et rien ne dit que, dans ces conditions, le prix ne baissera pas...

A partir du moment où des mécanismes de ce genre se mettent en route, la dynamique du processus change complètement, et on rentre dans le domaine des régimes potentiellement *chaotiques*, avec des fluctuations qui ne sont pas « périodiques » (on ne repasse jamais sur les mêmes valeurs), ne « convergent » jamais vers un « équilibre » stable permanent, et ne « divergent » jamais en prenant des valeurs infinies dans un sens ou dans l'autre. Les variables météorologiques sont de ce type, et c'est pour cela que la prévision météorologique devient très mauvaise au-delà de quelques jours. Il en est sans doute de même avec les prix agricoles en général, et du vin de Bordeaux en particulier, le pas de temps significatif, ici, n'étant plus « le jour » de 24 heures, mais plutôt le mois ou l'année.

Dès lors, toute tentative pour prévoir les prix sur un horizon un peu long est vouée à l'échec, ce qui peut rendre sceptique sur certaines des conclusions de cette thèse... Il est vrai que l'auteur s'est prémuni contre cette objection : il ne fait de prévisions qu'à très court terme, dans des conditions telles que des mécanismes comme ceux dont il vient d'être question ne puissent pas jouer un rôle significatif. Il est vrai aussi que les phénomènes chaotiques sont sans doute moins fréquents dans le cas des vins de Bordeaux que pour d'autres produits, du fait de la relative rigidité de l'offre, qui augmente les chances que le rapport des pentes des courbes d'offre et de demande soit supérieur à l'unité, ce qui est l'une des conditions pour que la dynamique du marché soit « convergente » plutôt que chaotique. Tout ceci réduit la pertinence de la critique précédente, et justifie les efforts de l'auteur pour développer un modèle des prix des vins de Bordeaux qui restera sans doute dans les annales.

Il n'en demeure pas moins que l'hypothèse « chaotique », si dérangeante qu'elle puisse être, devrait retenir l'attention de plus de chercheurs qu'elle ne fait, car elle peut aboutir à des vues nouvelles (et tout aussi dérangeantes) sur la gestion des marchés, et même leur rôle dans le système économique⁴.

INFLUENCE DU MÉTABOLISME MATERNEL SUR LA FONCTION PLACENTAIRE ET LA SANTÉ DU POULAIN¹

Thèse de **Morgane ROBLES**

Analysée par Michel **THIBIER**²

Directrice de thèse : Pascale **CHAVATTE-PALMER**, Directrice de recherche INRA UMR 1198 Biologie du Développement et Reproduction, ENVA, Université Paris Saclay

Le sujet de cette thèse est tout à fait passionnant, quel est l'impact de l'environnement maternel en cours de gestation, notamment nutritionnel, sur la jeune vie du produit de conception ? Il n'est certes pas nouveau mais en dehors des petites espèces de laboratoire, ce sujet a été traité, est traité encore, le plus souvent de façon très dispersée et fréquemment sans contrôle précis du dispositif expérimental.

⁴ Cf Boussard, J.M., *Les prix agricoles*. l'Harmattan, Paris 2017.

¹ Thèse de Doctorat de l'Université Paris Saclay, préparée à Agro Paris Tech.
Thèse présentée et soutenue à Jouy en Josas le 19 octobre 2017.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, Professeur honoraire d'AgroParisTech.

Le modèle équin utilisé ici présente divers avantages comparatifs en raison de la nature de cette filière zootechnique destinée à faire naître de futurs athlètes de haut niveau de compétition sportive : les différents types de concours ou de courses.

Les hypothèses de l'auteur et de son groupe se réfèrent à trois systèmes biologiques de l'être animal, potentiellement cibles des modifications nutritionnelles de la femelle gestante, ici la jument :

- Croissance et métabolisme, cibles principales du travail : placentaire, croissance pondérale et osseuse, métabolisme énergétique - régulation glycémique notamment,
- Inflammation systémique, témoin de l'état de santé du jeune,
- Statut ostéo articulaire des membres et en particulier lésions d'ostéochondrose sur les membres, défauts très handicapants pour ces animaux de compétition.

La batterie d'outils de mesures et de tests utilisés pour chacune de ces composantes ciblées est impressionnante. Ils se réfèrent à la structure placentaire, aux mensurations corporelles, aux évaluations du métabolisme énergétique de la jument gestante et du poulain et notamment les différents tests d'évaluation du métabolisme glucidique, de la maturation testiculaire, de la qualité du colostrum, ou encore du statut ostéoarticulaire.

Trois grands modèles ont été utilisés par l'auteur :

- Effets de la supplémentation en aliments concentrés dans la ration en seconde partie de gestation pour un lot comparé à un lot seulement nourri de foin (12 animaux par lot) accompagnée d'un challenge de surnutrition du poulain de 20 à 24 mois ;
- Effets de la parité ; 12 primipares *versus* 20 multipares soumises au même régime alimentaire pendant la gestation ;
- Effets de l'obésité, induite pendant toute la gestation : lot normal, de dix animaux et lot obèse de 14 juments.

Les résultats sont nombreux, très bien étayés et qui ont donné lieu déjà à six articles publiés ou en cours dans des revues internationales de bon niveau et complétés par diverses analyses non encore publiées sur la structure placentaire ou encore l'analyse du colostrum.

La compréhension des résultats nécessite la lecture de la thèse. En bref et comme attendu mais très bien précisé, l'impact du régime alimentaire de la jument gestante est notoire sur divers éléments du métabolisme du jeune poulain et de sa santé : réponse métabolique énergétique, de l'axe glucidique notamment, du statut ostéoarticulaire, délai du développement testiculaire, résistance à l'insuline, inflammation systémique, développement de lésions d'ostéochondrose.

Ces données vont constituer des résultats intéressants pour les chercheurs de cette thématique et aussi former une base de réflexion pour la filière équine quant aux conditions d'élevage des femelles gestantes.

Cette thèse est volumineuse : 326 pages et inclut une liste de références bibliographiques impressionnantes de plus de 1000 références permettant à l'auteur de bien mettre en perspective ses résultats et sa discussion.

Le volume que d'aucuns pourraient juger excessif est compensé par une présentation remarquable accompagnée de schémas très didactiques clarifiant les différents protocoles ou interactions métaboliques toujours difficiles à représenter. En outre, la première partie de ce travail, dite bibliographique, constitue un tiers environ de l'ouvrage et forme ainsi un ensemble pédagogique d'intérêt pour les lecteurs intéressés par ce sujet dans la filière équine.

En conclusion, cet excellent travail est très bien conduit, très bien rapporté et d'intérêt scientifique en matière de connaissances acquises et d'intérêt technique pour la filière concernée.

**OLIGOMERISATION ENZYMATIQUE D'ALCOOLS PHYDROXYCINNAMIQUES :
PRODUCTION DE SYNTHONS ET
ADDITIFS POUR LA CHIMIE DES POLYMERES¹**

Thèse de **Abdus Samad JAUFURALLY**

Analysée par **Jean-François MOROT GAUDRY**

Florent **ALLAIS**, Professeur, Chaire ABI-AgroParisTech Directeur de thèse

Paul-Henri **DUCROT**, Directeur de recherche, INRA/Agro Paris Tech Directeur de thèse

Monsieur Abdus Samad Jaufurally a réalisé un travail de thèse sur l'oligomérisation enzymatique d'alcools p-hydroxycinnamiques en relation avec la production de synthons (éléments de base utilisés en synthèse organique) et d'additifs pour la chimie des polymères. Ce travail de recherche a été effectué à l'Institut des Sciences et Industrie du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech), sous la direction de Florent Allais et de Paul-Henri Ducrot.

L'utilisation massive des produits carbonés fossiles, charbon, gaz et pétrole dont la ressource n'est pas inépuisable, a permis un développement énergétique et chimique sans précédent qui a provoqué toutefois des bouleversements importants sur l'environnement dont l'humanité n'a pris conscience que récemment. Ces considérations ont amené à rechercher d'autres sources énergétiques et de carbone pour remplacer, au moins partiellement, les produits fossiles. Les végétaux (matière agricole, bois, algues) peuvent constituer une véritable alternative aux molécules organiques fossiles, tant en ce qui concerne le secteur énergétique que celui des matériaux et autres produits dérivés du pétrole. Substituer au pétrole une matière organique d'origine biologique, végétale, permet de considérer une nouvelle chimie dite « Chimie issue du végétal » ou « Chimie biosourcée ». Cette forme de chimie, ancienne à l'origine, est une chimie « douce », économe en énergie, peu polluante dont le surcoût apparent n'est en fait que relatif. En effet, contrairement aux produits fossiles, les produits renouvelables supportent les dépenses qui sont liées au seul renouvellement de leur gisement et de leurs ressources dans le temps présent. De ce fait, de nombreuses recherches sont entreprises pour rechercher et valoriser les substances issues du végétal pour remplacer les produits issus du pétrole dans le domaine de la chimie. C'est l'objet de la recherche d'AS Jaufurally.

AS Jaufurally s'intéresse aux molécules biosourcées, les lignines, coproduits de la méthodologie de fabrication des biocarburants (et du papier). Ces déchets ligneux ont été considérés pendant longtemps comme de simples combustibles en raison de leur haut pouvoir calorifique et de la difficulté à les valoriser chimiquement du fait que ce sont des composés complexes et hétérogènes.

Les lignines présentent toutefois des propriétés mécaniques, thermiques, hydrophobes et chimiques intéressantes pour la fabrication de matériaux. Les lignines, de plus, commencent depuis peu à pouvoir être valorisées après traitement par voie chimique ou biotechnologique pour produire des matières premières aromatiques simples, se présentant sous formes de composés phénoliques purs, c'est-à-dire sous forme de monomères et dimères qui manifestent des aptitudes à la réticulation, qualités très recherchées dans le domaine de l'élaboration de polymères biosourcés conformes à un développement durable. Les molécules phénoliques sont aussi très appréciées pour leurs propriétés anti-oxydantes et entrent dans de nombreuses formulations agro-alimentaires et cosmétiques. Ces nouvelles approches technologiques ne sont pas encore parfaitement maîtrisées, mais de nombreuses équipes de recherche travaillent actuellement dans le monde en vue d'en améliorer les performances.

L'auteur rappelle que les lignines naturelles sont issues de la copolymérisation enzymatique de trois monomères phénoliques, alcools p-hydroxycinnamiques encore appelés monolignols. Ces composés simples, en présence d'oxydases sont transformés en radicaux phénoxy. Grâce au haut degré de conjugaison de ces

¹ Thèse de l'Institut des Sciences et des Industries du vivant et de l'environnement AgroParis Tech, Chaire Agro Biotechnologies Industrielles, soutenue le 12 décembre 2016 au Centre Européen de Biotechnologie et de Bioéconomie (CEBB) à Pomacle (51).

molécules, les radicaux peuvent se délocaliser pour donner plusieurs espèces radicalaires. Les espèces formées sont très réactives et se recombinent de façon aléatoire aboutissant à une structure de lignines très complexes et poly-dispersées. Les lignines brutes sont obtenues à partir d'une copolymérisation enzymatique non contrôlée qui dépend de la nature des plantes, de leurs conditions de culture et des méthodes d'extraction. C'est un handicap pour leur valorisation, car en chimie il est nécessaire d'avoir des produits stables, régulièrement homogènes, ce qui implique une copolymérisation étroitement contrôlée.

En conséquence, AS Jaufurally a orienté son travail de recherche sur la mise au point de méthodologies de dépolymérisation contrôlée des lignines en monomères ou dimères phénoliques simples, les alcools p-hydroxycinamiques, utilisés ensuite comme « building block » pour leur transformation également contrôlée en polymères d'intérêt en chimie, pouvant se substituer aux produits d'origine pétrosourcée.

Ce mémoire comporte six chapitres sans compter l'introduction et la conclusion. Dans le premier chapitre très documenté, AS Jaufurally présente les composés intervenant dans la synthèse des lignines et leurs propriétés en particulier anti-oxydantes. Il décrit avec beaucoup de détails et de précision la synthèse des polymères et les méthodologies associées. La synthèse des lignines fait l'objet de description soignée, fournie, complète et bien illustrée. Ce chapitre est une source d'information récente très utile pour toute personne qui souhaite avoir un regard exhaustif sur les avancées des connaissances dans le domaine des polymères phénoliques synthétisés par les végétaux.

Le second chapitre porte sur les études de la polymérisation contrôlée *in vitro* des constituants élémentaires des lignines, les monolignols, alcools cinnamyls G (alcool sinapylique) et S (alcool coniférylique) dans le cas présent, en présence d'une laccase à activité oxydante issue de *Tremetes versicolor*, champignon lignivore vecteur de la pourriture blanche du bois. Les résultats de ce chapitre sont l'aboutissement d'un très important travail de chimie de synthèse mené très méticuleusement, suivi de contrôles précis par des approches physicochimiques des conditions expérimentales et des produits formés. L'objectif est d'obtenir des polymères biosourcés les plus réguliers issus d'une copolymérisation maîtrisée.

Le troisième chapitre est consacré à l'optimisation de la synthèse du syringarésinol, un dimère naturel de l'alcool sinapylique présent dans la paroi secondaire des végétaux. Ce composé constitue une alternative prometteuse aux bisphénols pétrochimiques, sa synthèse est néanmoins un challenge important. Dans le cadre d'études basées sur des considérations mécanistiques issues de l'étude chimique de la biosynthèse des lignines, il a été possible d'optimiser cette méthodologie par dimérisation biocatalytique de l'alcool sinapylique biosourcé. Le syringarésinol montre des similitudes structurales fortes avec le bisphénol A (BPA), à savoir deux fonctions phénoliques, qui permettent de l'inclure dans des chaînes polymériques, disposées autour d'un cœur rigide conférant aux polymères obtenus leurs qualités plastiques. Ce composé pourrait être utilisé pour la synthèse des résines epoxy-amines et comme additifs plastifiants et/ou antioxydants en remplacement du bisphénol A, composé classé comme molécule toxique, interdite progressivement dans les emballages agro-alimentaires.

Le quatrième chapitre fait état d'un travail concernant l'étude de la polymérisation du syringarésinol. Ce composé peut être utilisé pour synthétiser des polymères de type polyoléfines par dérivatisation et polymérisation par des procédés de type ADMET, polymérisation par méthathèse de diènes. La méthathèse est une réaction organique qui implique la redistribution de fragment alcyldène par scission d'une double liaison carbone-carbone dans les alcènes. Le syringarésinol peut également intervenir dans la formulation de résines époxy en utilisant différentes diamines comme durcisseurs. Dans tous les cas, les matériaux obtenus ont montré de bonnes propriétés thermiques et mécaniques.

Le cinquième chapitre, décrit l'étude de la polymérisation par réaction thiol-ène de monomères issus du syringarésinol. Les réactions thiol-ène sont des réactions d'addition d'un thiol sur un alcène pour donner des sulfures d'alkyles (thioesters). La caractérisation de ces polymères est en cours.

Le sixième chapitre concerne l'étude des modifications du syringarésinol par l'épichlorhydrine pour obtenir un composé susceptible de remplacer le bisphénol A pour la synthèse des résines époxy-amines résines thermo-durcissables largement employées dans l'industrie. En effet, le syringarésinol ne présente pas la toxicité reprochée au bisphénol A qui est proscrit dans la composition des contenants alimentaires (biberons, bouteilles, conserves, etc.). Il n'arbore aucune activité oestrogénique et aucun problème de relargage potentiel de produits toxiques pour l'alimentation.

En conclusion, Monsieur AS Jaufurally qui maîtrise parfaitement les approches de la chimie organique a réalisé un travail original et de grande qualité sur la synthèse de produits biosourcés issus de composés

ligneux, susceptibles de remplacer les composés pétrosourcés souvent considérés comme dangereux pour la santé. Ce travail mérite d'être poursuivi pour valoriser au mieux en chimie les produits issus des végétaux considérés généralement moins énergivores pour leur fabrication, moins toxiques et moins allergènes que les produits issus des réserves carbonées fossiles et en général facilement biodégradables. Alternative intéressante aux énergies fossiles, la biomasse végétale est à l'origine de produits biosourcés d'intérêt qui sont aujourd'hui l'objet d'enjeux majeurs. Enfin les résultats de ce travail ont déjà fait l'objet de publications dans des revues scientifiques internationales.

Optimization of the Laccase-Catalyzed Synthesis of (\pm)-Syringaresinol and Study of its Thermal and Antiradical Activities. Samad A. *et al.* Chemistry Select, 2016, **1**, 5165.

ADMET polymerization of biobased monomers deriving from syringaresinol. Hollande L. *et al.* RSC Advances 2016, **6**, 44297.

Syringaresinol: a renewable and safer alternative to bisphenol-A for epoxy-amine resins. Janvier M. *et al.* Chem Sus Chem, 2017, **10**, 738.

HABITER DES ESPACES INVESTIS ET DES ESPACES GRIS : UNE GÉOGRAPHIE DE LA CONSTELLATION AGROPOLITIQUE À L'ŒUVRE AU NORD DU MOZAMBIQUE¹

Thèse de Nelly **LEBLOND**

Analysée par **Gérard CHOUQUER²**

Directrice de thèse : Mme Julie **TROTTIER** (CNRS, UMR ART-Dev)

L'objet principal de la thèse de Nelly Leblond est la politique conduite dans le Nord du Mozambique sous l'égide du Plan Stratégique pour le Développement du Secteur Agricole Mozambicain (ou PEDSA) et de ses effets géographiques pour le moins contrastés. Ce plan, adopté en 2011, est la déclinaison nationale du *Comprehensive Africa Agriculture Development Programme* (CAADP) schéma panafricain défini lors de la Conférence des Chefs d'État et de gouvernement de l'Union africaine de Maputo en 2003, qui place le secteur agricole dans les mains de l'État. Le PEDSA est structuré en 4 piliers à l'image du CAADP. Les quatre piliers visent 1. à augmenter la gestion durable du foncier et de la ressource en eau ; 2. à développer les infrastructures rurales et commerciales pour renforcer l'accès au marché ; 3. à augmenter, en situation d'urgence, l'approvisionnement alimentaire et à réduire la faim en augmentant la productivité des petits agriculteurs ; 4. à améliorer la recherche et à diffuser les innovations technologiques et soutenir les agriculteurs qui souhaitent les adopter. Le plan propose une vision pour l'agriculture, à l'horizon de 2019 : respect d'objectifs, allouer au moins 10% du budget de l'État à l'agriculture, croissance annuelle de 7%, intégration des objectifs aux politiques régionales et continentales de l'Afrique, coordination de la myriade d'interventions extérieures (140 missions de bailleurs en 2003 !).

Les termes clés de la méthodologie de cette planification économique mozambicaine sont connus et ne sont pas originaux par rapport à ce qui se fait un peu partout : vision, piliers, scénarios, indicateurs économiques, auxquels il faut ajouter la pensée par potentiel, qui conduit à privilégier des corridors et des *clusters*, favorables à l'investissement et en complète opposition avec la représentation de l'inefficacité de l'État. Mais la réhabilitation du secteur privé au Mozambique, longtemps estimé faible et embryonnaire, est récente. Elle est ambiguë puisque sont comptés dans le secteur privé les petits producteurs, en même temps que les entreprises à capitaux importants.

¹ Thèse soutenue à l'Université Paul-Valéry Montpellier 3 le 8 décembre 2017.

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

Or cette politique s'applique à une région qui fut longtemps un espace régional marginal au sein du Mozambique. Ce fut une zone de colonisation portugaise limitée, d'affrontements au temps du FRELIMO, et c'est encore aujourd'hui une marge dans un pays dont le centre de gravité est nettement plus méridional. Dans cette région, le gouvernement mozambicain procède selon les modèles du moment en définissant des « corridors de croissance agricole », appelés de leurs vœux par les Nations Unies et par le Forum Économique Mondial (2008-2010). Ces corridors supposent des chaînes de valeur et des *clusters* agricoles, et ils sont aujourd'hui présentés comme un modèle de développement par la FAO. Dans le Nord du pays, le principal corridor ciblé par le PEDSA est le « corridor de Nacala ». C'est une intersection dans l'espace agraire mozambicain caractérisé par une forte hétérogénéité.

À partir d'analyses de la documentation produite, d'entretiens avec les acteurs concernés par le développement de l'agriculture, et de mobilisation de grilles de lecture issues de la science politique, la thèse est une progression dans les différents discours que provoquent ces politiques, tantôt de légitimation ou de défense, tantôt de contestation ou de résignation, afin de mettre en évidence le fait que le PEDSA s'avère un « instrument d'extraversion ». Ce concept décrit un dispositif à la fois technique et social qui organise les rapports sociaux permettant aux élites politiques et économiques de capter les ressources et de les détourner selon leurs intérêts : attirer des fonds et des projets, rendre possible les détournements sans délégitimer les élites. Le PEDSA, en mettant en avant des représentations de l'agriculture décalées par rapport à la réalité observée, associées à des solutions technologiques qu'on valorise, joue ce rôle et attire les capitaux. Car tout réside dans le fait de continuer à recevoir l'approbation des acteurs de la constellation. Ainsi, le PEDSA est une vitrine permettant de capter les ressources du régime d'aide, au nom de la sécurité alimentaire.

La thèse explore les aspects de cette mise en œuvre du projet au sein du corridor de Nacala et les différents chapitres décodent - le mot n'est pas trop fort tant les discours nous sont présentés comme des éléments d'une économie d'apparence qu'il faut observer en miroir ou à l'aide de grilles pour en comprendre le chiffre - les intentions, les arguments et les réalisations que le PEDSA mobilise ou entreprend, mais aussi les réactions des acteurs, étudiées avec la même méthodologie. Sont ainsi déchiffrés tout à tour, le discours sur la disponibilité de l'espace (alors que les investissements ciblent les régions déjà occupées et les meilleures terres et non pas les prétendues terres vides), le parallèle géographique avec le Brésil (*os paralelos*, comparaison qui prend prétexte d'une situation entre les deux mêmes parallèles pour argumenter en faveur du développement), l'action du Japon et du Brésil au sein du projet trilatéral ProSAVANA, enfin, et c'est le cœur de la thèse, la mise en évidence d'une politique à double vitesse qui provoque l'opposition entre des espaces investis par l'économie planifiée et des espaces gris, laissés pour compte, en gros des espaces prometteurs et d'autres qu'on peut délaissier.

Or ce discours de l'action gouvernementale, tout empreint de volontarisme et de conviction, n'a pas pour but de légitimer une action directe de l'État. Le PEDSA se contente de garantir les conditions de fonctionnement du marché libéral (sécurité des personnes, des biens, environnement macro-économique, infrastructures et services sociaux de base). Mais il n'intervient pas pour soutenir les producteurs les plus fragiles, pour contrôler les prix, limiter les monopoles ou veiller à la distribution équitable des profits. C'est le marché qui doit faire office de régulateur. Ce qui revient à proroger la logique des SWAps (*sector wide approaches*) qui était la doxa de la Banque Mondiale depuis 1995 et qui consistait à bien séparer les secteurs économiques de l'État. D'où l'inversion de fait qui se produit : alors que le programme pourrait se donner comme objectif de réduire les contrastes entre les régions, il contribue lui-même au renforcement d'un espace bipolarisé, avec des espaces soutenus et des interstices.

Pour parler de la diversité des acteurs qui interviennent (ou subissent) dans ces espaces du Nord du Mozambique, Nelly Leblond a recours à un concept, celui de « constellation agropolitique ». Elle lui donne de l'importance au point d'en faire le titre de sa thèse. Il y a plusieurs raisons à cela. Comme elle souhaite éviter de privilégier deux entrées habituelles, celle par l'État et celle par les investissements privés, pour favoriser l'entrée par l'espace retenu, dans sa continuité, le concept de constellation agropolitique lui permet en quelque sorte d'animer cet espace. Inscrite en géographie, la thèse se situe, en réalité, entre la géographie et la science politique, les « *science and technology studies* » (STS), et l'agronomie politique (*political agronomy*). Car son objectif ultime n'est pas d'étudier en soi la politique agricole, ni de décrire le corridor de Nacala, ni de présenter la situation foncière sous l'angle du ou des droits, ni d'analyser l'économie régionale induite, qui seraient des thèmes légitimes de thèses classiques de géographie, de droit ou d'économie. Il est, sur la base de tous ces fondements, bien maîtrisés, d'analyser les discours des multiples acteurs afin de

problématiser le concept de “développement” et de se demander comment circulent et comment se matérialisent les discours sur l’agriculture. La thèse porte, fondamentalement, sur la circulation de l’information et des discours de légitimation au sein d’une architecture d’institutions, de données et de projets concernant le secteur agricole.

L’outillage théorique que Nelly Leblond mobilise dans sa thèse vient en partie de ses propres lectures, en partie également de celui mis en œuvre dans le cadre du projet “Terre-Eau”, dirigé par Julie Trottier. Il en constitue une brillante application. Car l’auteure fait montre de redoutables capacités. La géographe qu’elle est possède des notions solides de pédologie, sait exploiter les missions aériennes et satellitaires, construire et raisonner par cartes. Et l’anthropologue et la politiste qu’elle est aussi savent analyser les asymétries rencontrées, qu’il s’agisse du crédit, du clientélisme politique, des expulsions, de la réactivation des tensions du lointain passé colonial, etc. Son immersion dans quatre terrains, sur 49 semaines au total, achève de convaincre. Elle est ainsi très à l’aise avec des notions telle que l’hétérogénéité, l’interstitialité, la violence structurelle, et à chaque instant, elle retrouve le chemin de la relation à l’espace, qui justifie, *in fine*, que la thèse soit qualifiée de géographique. Pour Nelly Leblond, comme pour Foucault envers lequel elle avoue sa dette, ce sont les relations entre pouvoir et savoir qui créent leur propre espace, et « il ne faut pas nécessairement posséder l’espace de production pour mettre la main sur la production agricole » écrit-elle page 69. On est au cœur de la notion de portage : le concept manque et il aurait sans doute été bienvenu.

On suggérerait volontiers au lecteur de commencer la lecture de la thèse au chapitre 3 et de ne lire les deux premiers chapitres qu’à la fin. La raison est que les 140 premières pages sont un véritable petit traité théorique dont on comprend nettement mieux l’intérêt une fois qu’on a perçu, à travers le cas mozambicain, combien cet outillage n’est pas un faire-valoir, mais bien un ensemble d’instruments intellectuels que l’auteure sait parfaitement et opportunément mobiliser.

Bref, une grande thèse de géographie, qui fait honneur à l’auteure et à la discipline.

THE GENETIC BACKGROUND OF BOVINE α_{s1} - AND α_{s2} -CASEIN PHOSPHORYLATION

(Bases génétiques de la phosphorylation α_{s1} - and α_{s2} -des caséines des bovins)

Thèse de Zih-Hua **FANG**

Analysée par Étienne **VERRIER**¹

Directeur de thèse :

Patrice **MARTIN** INRA-UMR 1313 GABI Animal Breeding and Genomics Domaine de Vilvert, F-78352 Jouy en Josas

Co-Directrice de thèse :

Marleen **VISKER**, Researcher, Wageningen University & Research Droevendaalsesteeg 1,6708 PB, Wageningen, NL

Co-Directeur de thèse :

Henk **BOVENHUIS**, Professor, Wageningen University & Research Droevendaalsesteeg 1,6708 PB, Wageningen, NL

Mme Zih-Hua FANG a effectué sa thèse de doctorat en cotutelle entre AgroParisTech et l’Université de Wageningen (Pays-Bas), dans le cadre du programme Erasmus-Mundus *European Graduate School in*

¹ Membre correspondant de l’Académie d’agriculture de France, Professeur à AgroParisTech.

Animal Breeding and Genetics (EGS-ABG, coord. AgroParisTech). Dans un appel compétitif, elle a été classée 2^{ème} parmi 150 candidats à l'obtention d'une bourse. Elle a effectué un séjour de 2 ans au sein de l'UMR Génétique animale et biologie intégrative, sur le centre INRA Ile-de-France Jouy-en-Josas, suivi d'un séjour de 2 ans au sein de l'*Animal Breeding and Genomics group* à Wageningen. Elle a soutenu sa thèse à Paris le 15 décembre 2017.

Après des décennies de sélection des bovins laitiers sur la production de matière protéique (entre autres caractères), au travers d'un indicateur simple de teneur en protéines du lait, l'analyse fine des composants protéiques et leur prise en compte en sélection sont devenus un enjeu majeur pour les filières laitières.

Les protéines du lait de vache sont constituées à 80% de quatre caséines, désignées α_{s1} , α_{s2} , β et κ . Sous l'effet de la présure et en interaction avec le phosphate de calcium, ces caséines forment des ensembles colloïdaux, les micelles, dont les caractéristiques de taille et de structure jouent un rôle essentiel dans les fabrications fromagères. Cette capacité d'interagir avec le phosphate de calcium dépend fortement du degré de phosphorylation des caséines, qui est une modification post-traductionnelle de ces protéines. L'objectif de la thèse a ainsi été d'explorer les variations du degré de phosphorylation des caséines α_{s1} (les deux qui montrent le degré de phosphorylation le plus élevé) et d'en révéler les bases héréditaires.

Pour conduire les travaux de recherche, deux corps de données ont été mobilisés, issus de deux séries d'échantillons. D'une part, le lait de 576 vaches Montbéliardes, de différentes parités et issues de 430 troupeaux de Franche-Comté ; le degré de phosphorylation y a été estimé par chromatographie liquide et spectrométrie de masse. D'autre part, le lait de 2000 vaches Holstein primipares issues de 398 troupeaux aux Pays-Bas ; le degré de phosphorylation y a été estimé par électrophorèse capillaire de zone.

La réalisation du projet de thèse a mobilisé des analyses de laboratoire "à la paillasse", d'une part, et le traitement de volumineux jeux de données et la mise en œuvre de méthodes statistiques élaborées, d'autre part. A l'évidence, la doctorante a contribué à ces deux volets du travail et a bien géré le va-et-vient entre les deux.

Les travaux ont tout d'abord permis d'identifier des isoformes de phosphorylation qui n'avaient jamais été décrits. Il a été montré que le degré de phosphorylation et la concentration en isoformes hautement phosphorylées tendent à décroître avec la parité et que, pour une parité donnée, ils décroissent sensiblement au cours de la lactation.

Des paramètres génétiques (héritabilités, corrélations) ont été estimés pour différents indicateurs dans les deux populations. En particulier, l'héritabilité du degré de phosphorylation a été estimée pour la caséine α_{s1} à 0,37 en race Montbéliarde et 0,78 en race Holstein, et pour la caséine α_{s2} à 0,23 en race Montbéliarde et 0,64 en race Holstein. On a pu montrer que la différence de méthode de mesure selon la race n'a eu que peu d'incidence sur les estimations et, donc, que les différences importantes de valeurs estimées entre Holstein et Montbéliarde traduisent essentiellement un effet de la race.

Des analyses d'association entre génotype et phénotype ont été effectuées en race Holstein. Ainsi, 10 régions génomiques, situées sur 10 chromosomes différents, se sont révélées impliquées dans les variations de concentration en certains isoformes et dans le degré de phosphorylation des caséines α_{s1} - **and** α_{s2} . Les analyses de ces régions ont permis de suggérer que leurs effets sur le degré de phosphorylation sont liés à des modifications de la biosynthèse des constituants du lait et de la sécrétion de phosphore dans le lait. Ces résultats ouvrent sur des perspectives d'application en sélection génomique des bovins laitiers.

Les résultats issus de ce travail, jugés originaux et particulièrement intéressants par les rapporteurs indépendants chargés d'évaluer le manuscrit, ont été valorisés par trois articles publiés dans des revues à comité de lecture, un quatrième article ayant été soumis. Le manuscrit lui-même, rédigé entièrement en anglais pour cause de co-tutelle, est d'excellente facture et fournit une bonne introduction au domaine et un état de l'art actualisé. La candidate y décrit clairement ce qu'elle a fait et pourquoi elle l'a fait. En outre, elle montre un bon regard critique vis-à-vis des résultats obtenus.

Lors de la soutenance, en anglais devant un jury international, Zih-Hua FANG a présenté un exposé brillant et illustré, avec une attitude dynamique. Ses réponses à un grand nombre de questions, couvrant un large éventail de sujets, étaient bien documentées et structurées, montrant une très bonne maîtrise du sujet par la candidate.

En conclusion, Zih-Hua FANG a accompli avec brio un parcours de thèse particulièrement abouti, dans un contexte international, sur des questions scientifiques originales sous-tendues par des enjeux majeurs pour l'élevage et l'industrie laitière.

DÉVELOPPEMENT DE SYSTÈMES ACTIFS D'ÉPANDAGE PRENANT EN COMPTE LA DYNAMIQUE DU VÉHICULE PORTEUR ET LE RELIEF DU TERRAIN¹

Thèse de **El mehdi ABBOU-OU-CHERIF**

Analysée par **Guy WAKSMAN²**

Directeur de thèse : Alaa **CHATEAUNEUF** (Université Clermont Auvergne)
Co-encadrant (Emmanuel **PIRON** - Irstea)

Ce travail très intéressant se situe à la rencontre des problèmes de fertilisation, du machinisme, et de la modélisation / simulation balistique / optimisation de l'épandage d'engrais minéraux par des épandeurs centrifuges.

Ce travail vaut à la fois pour ses aspects méthodologiques de modélisation, la qualité des expérimentations et observations / mesures réalisées, que pour la volonté de proposer des solutions au problème posé : en effet, à partir des résultats démontrant en particulier l'hétérogénéité de l'épandage dès lors que les parcelles ont un relief régulier (pentes, dévers) ou même plus irrégulier, un système qui commande l'inclinaison des disques est proposé, solution qui est apparue préférable à la modulation du débit.

Si la modulation de l'épandage d'engrais devient une pratique répandue, cette modulation ne trouve son plein intérêt qu'à la condition que la précision de cet épandage soit au rendez-vous, même avec des épandeurs « grande largeur ».

Il faut noter que cette approche de la précision de l'épandage d'engrais est une préoccupation partagée, par exemple, par les fabricants de semoirs comme le montre un article récemment paru :

¹ Soutenance le 15 novembre 2017 pour le grade de Docteur d'Université, spécialité : génie mécanique, Université de Clermont Auvergne, Ecole doctorale Sciences de l'ingénieur de Clermont-Ferrand

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, ancien directeur de l'ACTA Informatique.

How precision technology has upped planting speed and accuracy

<http://www.futurefarming.com/Machinery/Articles/2018/1/How-precision-technology-has-upped-planting-speed-and-accuracy-3838WP/>

Un transfert technologique rapide est évoqué en conclusion. Il y a lieu d'espérer que ce sera le cas, deux demandes de brevets ayant été déposées.

À noter que cette thèse est bien structurée avec des synthèses intermédiaires à chaque étape : Points développés/ Résultats principaux / Conclusions marquantes. Les éléments graphiques sont très clairs, lisibles et pédagogiques.

LES BACTÉRIOPHAGES ARN F-SPÉCIFIQUES COMME INDICATEURS DU DANGER VIRAL LIÉ À LA POLLUTION FÉCALE DES MATRICES HYDRIQUES ET ALIMENTAIRES¹

Thèse de Cédric **HARTARD**

Analysée par Hubert **LAUDE²**

Directeur de thèse : Pr Christophe **GANTZER**

LCPME (Laboratoire de Chimie Physique et Microbiologie pour l'Environnement) UMR 7564, CNRS - Université de Lorraine, Nancy

Les pathogènes d'origine entérique transmis par voie hydrique sont l'une des causes majeures de décès dans le monde, et la surveillance de la qualité microbiologique des ressources hydriques et de certains types d'aliments est de ce fait essentielle. Celle-ci connaît actuellement deux limites principales : le comportement très différent des contaminants bactériens et viraux, et la difficulté à établir l'origine de la pollution, cruciale pour la mise en place des mesures nécessaires à l'amélioration de la qualité sanitaire. Parmi les nouveaux indicateurs à l'étude afin de pallier ces limites, les bactériophages fécaux et plus particulièrement les bactériophages ARN F-spécifiques (FRNAPH) semblent une piste prometteuse. En effet, ces indicateurs ont des caractéristiques plus proches de celles des pathogènes viraux, qui constituent la source de danger majoritaire.

La partie bibliographique du mémoire comprend trois volets. Le premier s'intéresse au danger lié à la présence des virus entériques pathogènes dans l'environnement et les aliments – les plus préoccupants étant les norovirus et virus de l'hépatite A -, aux matrices en cause - coquillages, produits maraichers et l'eau -, et aux facteurs favorisant la contamination. Le deuxième rappelle le contexte réglementaire actuel et détaille les indicateurs bactériens et viraux classiquement utilisés et les alternatives envisagées. Le troisième fait une analyse critique des données actuellement disponibles quant à la pertinence des FRNAPH en tant qu'indicateurs de pollution virale.

Dans ce contexte, l'objectif du travail expérimental était de préciser l'intérêt des FRNAPH en tant

¹ Thèse présentée et soutenue publiquement le 14 novembre 2017 pour l'obtention du titre de docteur de l'Université de Lorraine, Ecole Doctorale BioSE (Biologie-Santé-Environnement), Mention : « Sciences de la Vie et de la Santé »

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, Directeur de recherche honoraire de l'INRA.

qu'indicateurs de pollution fécale d'origine humaine et animale mais aussi en tant qu'indicateurs de pollution virale dans l'environnement et les coquillages. Ces travaux ont permis dans un premier temps d'améliorer la capacité des FRNAPH à identifier les contaminations d'origine humaine. Les résultats soulignent par ailleurs la plus-value apportée par la recherche des FRNAPH en cas de pollution fécale massive, en particulier si on s'intéresse à la contamination des coquillages. En effet, contrairement aux indicateurs bactériens, l'accumulation des FRNAPH ainsi que leur persistance dans ces aliments est très comparable à celles des norovirus. Enfin, en utilisant des méthodes de détection comparables, une forte corrélation entre la présence des FRNAPH d'origine humaine et celle des norovirus a été observée dans les coquillages. Compte tenu de ces résultats, une méthode de détection assurant la détection sensible des FRNAPH infectieux d'origine humaine dans différents types de matrices hydriques ou alimentaires (eaux de surface, fruits de mer, fruits rouges, salades) est proposée pour améliorer la gestion du danger viral.

Ces travaux ont été valorisés par trois publications dans *Appl. Environ. Microbiol.*, et d'une publication dans *Food Microbiology*.

La discussion générale met en exergue l'apport des travaux réalisés face aux données parfois contradictoires de la littérature, conforte l'intérêt des approches choisies, et envisage les pistes d'amélioration possibles dans un domaine complexe en raison de la multiplicité des paramètres qui entrent en jeu. La bibliographie est riche de plus de plus de 500 références.

En conclusion, le lecteur désireux de découvrir ou de mettre à jour ses connaissances dans ce domaine crucial de la sécurité sanitaire tirera grand profit de la lecture de ce mémoire très bien structuré et rédigé, qui apporte des informations éclairantes sur les enjeux et la nature des recherches poursuivies.

MODÉLISATION DE L'ATELIER D'ENGRASSEMENT PORCIN POUR PRÉDIRE SES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES ET SES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX¹

Thèse de **Alice CADÉRO**

Analysée par **Guy WAKSMAN²**

Directeur de thèse : Dr. Jean-Yves **DOURMAD**, INRA /Agrocampus Ouest, Saint-Gilles.

Co-encadrante : Dr. Florence **GARCIA-LAUNAY**, INRA/ Agrocampus Ouest, Saint-Gilles. Co-encadrante : Mme Alexia **AUBRY**, IFIP – Institut du Porc, Le Rheu.

Une vue bien documentée et détaillée des systèmes d'élevage porcin français est proposée avant d'entrer dans le vif du sujet, la modélisation du fonctionnement de l'atelier d'engraissement, laquelle vise à expliciter de façon aussi complète que possible les relations entre :

- l'homme (pratiques de l'éleveur en termes d'alimentation des animaux, pratiques sanitaires, etc.),
- l'animal (les porcs au niveau du troupeau, de la bande ou de l'individu avec son potentiel génétique),
- la structure matérielle de l'élevage (bâtiments avec leurs salles, cases et places, équipements divers),

et :

- d'une part, les résultats technico-économiques,
- et d'autre part, les impacts environnementaux.

¹ Thèse IFIP-INRA soutenue le 24 novembre 2017 à l'Université de Rennes.

² Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, ancien directeur de l'ACTA informatique.

Cette modélisation est très complexe, et originale en ce sens qu'elle s'attaque à la modélisation du système de production, tout en abordant les impacts économiques et environnementaux à l'aide d'une Analyse du Cycle de Vie (ACV). La thèse fait appel à un arsenal de méthodes qui paraissent bien maîtrisées et dont les résultats devraient permettre de comparer les élevages, même si les facteurs influençant les performances de l'atelier d'engraissement sont très nombreux.

La capacité du modèle à évaluer la triple performance technique, économique, et environnementale des ateliers d'engraissement est testée et confirmée de sorte que le modèle est envisagé comme outil d'expérimentation virtuelle (expression paradoxale tout de même).

Quatre articles en anglais ont été soumis à des revues à comité de lecture.

Il est envisagé d'utiliser les résultats obtenus au niveau du conseil aux éleveurs :

- d'une part en proposant à ces derniers des simulations prenant comme point de départ des situations analogues à celles de leur propre élevage,
- d'autre part en développant un système de paramétrage pour que la simulation prenne comme point de départ la situation réelle de l'élevage.

TRAJECTOIRES D'ÉVOLUTION DES SOLS ET DES AGROÉCOSYSTÈMES DE L'Holocène À L'Anthropocène

Thèse de **Manon BAJARD**

Analysée par **Christian WALTER**¹

Directeur de thèse : **J. POULENARD**, Professeur - Université Savoie Mont-Blanc - Laboratoire EDYTEM
Co-encadrement : **P. SABATIER**, MCF - Université Savoie Mont-Blanc - Laboratoire EDYTEM et **F. ARNAUD**, DR CNRS, Université Savoie Mont-Blanc - Laboratoire EDYTEM.

La thèse de Marion Bajard, soutenue le 10 novembre 2017, porte sur les évolutions de la pédogenèse des sols montagnards au cours de l'Holocène et cherche à identifier la contribution de l'activité humaine à ces évolutions. De façon dérivée, elle questionne le démarrage de l'Anthropocène abordé ici comme le moment où l'influence de l'homme sur l'évolution des sols apparaît supérieure à celle des autres facteurs de la pédogenèse. La thèse cherche à identifier, au cours du temps, des changements importants d'intensité des processus de pédogenèse (altération, horizonation, érosion et transport latéral) à partir de l'étude des sédiments de lacs de montagne, qui révèlent l'évolution des sols de leurs bassins versants associés. Elle a été soutenue à l'université Grenoble Alpes, après avoir été préparée au sein du laboratoire « *Environnements, Dynamiques et Territoires de la Montagne* (EDYTEM) du Bourget du Lac sous la direction de J. Pouléard et le co-encadrement de P. Sabatier et F. Arnaud.

Le travail repose sur l'étude de quatre bassins versants de quelques centaines d'hectares, choisis dans les Alpes du Nord occidentales à des altitudes de 875 à 2100 m et présentant chacun à leur exutoire un lac de 4 à 20 ha de superficie et d'origine glaciaire. Au sein de chaque lac, une colonne de sédiments est prélevée (de 1 à 18 m de longueur) et permet de couvrir une durée de sédimentation supérieure à 10 000 ans pour deux des lacs et de 2 000 à 4 500 ans pour les deux autres.

Le premier élément remarquable de cette thèse réside dans l'emploi de nombreuses techniques récentes de caractérisation des sédiments, pour être en mesure de les interpréter comme archives environnementales des évolutions des sols et des paysages des bassins versants. Il s'agit d'abord de techniques de datation fondées sur des méthodes isotopiques (²¹⁰Pb, ¹³⁷Cs, ¹⁴C) ou magnétiques, qui permettent de dater les différentes strates identifiées dans la carotte et ainsi restituer sa dynamique

¹ Membre correspondant de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur à Agrocampus Ouest.

sédimentaire. Il s'agit ensuite de techniques de comptage pollinique, d'identification de microfossiles et d'extraction d'ADN extracellulaire, afin de reconstituer la dynamique de la végétation et d'identifier la présence d'activités pastorales liées à la présence de troupeaux. Enfin, l'identification de signatures géochimiques des sédiments (fluorescence X, extractions sélectives, Pyrolyse Rock-Eval), comparées à celles de sols prélevés sur le bassin versant, permet de quantifier les processus pédogénétiques dominants et l'importance de l'érosion et des apports de matière organique. C'est l'assemblage de l'ensemble de ces indicateurs, qualifié d'approche multi-proxies, qui permet de procéder aux reconstitutions paléo-environnementales.

A partir de ces données, M. Bajard met en évidence le développement progressif des sols sur la première moitié de l'Holocène, puis à partir de 2500 ans av. J.-C., l'intensification de l'érosion en lien avec le développement des activités agro-pastorales. Deux grandes périodes, l'Antiquité et le Moyen-Âge, correspondent à des intensités maximales d'érosion reliées à des défrichements et des extensions des espaces pastoraux. Les variations de pédogenèse et d'érosion au cours de la seconde partie de l'Holocène apparaissent principalement liées aux activités pastorales et ce facteur anthropique supplante les effets d'autres perturbations notamment climatiques. L'activité humaine est le facteur dominant de l'évolution des sols depuis le haut-Moyen-Âge et M. Bajard propose de situer à cette époque le démarrage de l'Anthropocène. Néanmoins, cette date peut varier selon les situations étudiées et il est donc difficile d'identifier une date universelle de démarrage de l'Anthropocène.

Un autre élément remarquable de ce travail réside dans sa mobilisation de schémas conceptuels de l'évolution des sols. Dans la lignée de travaux antérieurs, M. Bajard identifie des phases d'évolution des sols les unes *progressives*, marqués par l'approfondissement des sols, leur horizonation et l'assimilation d'apports de surface, les autres *régressives*, caractérisées par l'importance de l'érosion, un amincissement des sols et une simplification de leurs horizons. En croisant ces phases de pédogenèse avec les flux de carbone entrants dans le système, elle arrive à représenter de façon schématique et très expressive les trajectoires d'évolution des sols au cours du temps et à comparer les différents systèmes étudiés. Ces représentations lui permettent d'analyser la résilience des systèmes pédologiques à des perturbations d'origines naturelle ou anthropique.

Quoique remarquable, ce travail suscite des interrogations sur la validité des hypothèses de départ et leurs effets sur les estimations d'intensité de processus et leurs interprétations. Ces hypothèses sont en effet nombreuses et concernent notamment la représentativité des signatures sédimentaires de ce qui se passe dans le bassin versant, l'évolution des sédiments après leur dépôt, les seuils de détection des éléments et des activités. M. Bajard expose bien ces hypothèses initiales et insiste sur les limites éventuelles de l'étude, mais il n'en reste pas moins que les incertitudes induites sont peu quantifiées. L'autre interrogation concerne les possibilités de transposition des résultats obtenus à d'autres contextes montagnards et également aux situations de plaine. Les tentatives de généralisation à des situations, au-delà des massifs alpins et notamment à des situations de plaine anthropisées, apparaissent difficiles.

L'avis des deux rapporteurs de la thèse est très positif : ils soulignent tous deux la très bonne maîtrise des nombreuses techniques mises en œuvre dans la thèse et la compréhension intime des principes sous-jacents à ces techniques. Ils mettent aussi en avant le niveau assez exceptionnel de publications scientifiques déjà issues de ce travail (3 articles en premier auteur publiés, 2 en premier auteur soumis, 3 autres articles publiés en tant que co-auteur). Les deux rapporteurs considèrent ainsi qu'il s'agit d'un travail qui fera date sur la compréhension des processus pédogénétiques en zone de montagne.

Au final, la thèse de Manon Bajard apparaît comme une thèse très innovante, très bien rédigée, qui fait fortement progresser l'utilisation d'archives lacustres pour identifier des trajectoires d'évolution des sols sur des temps longs et pour établir l'effet de l'activité anthropique sur ces évolutions. Il s'agit d'un travail déjà très bien valorisé dans des publications scientifiques de très bon niveau et qui apporte incontestablement un progrès significatif dans la compréhension de la pédogenèse des sols au cours de l'Holocène et de l'Anthropocène.

DEVENIR ET BIODISPONIBILITÉ DES ANTIBIOTIQUES ENTRANT DANS LES SOLS AGRICOLES LORS DU RECYCLAGE DES MATIÈRES FERTILISANTES D'ORIGINE RÉSIDUAIRE¹

Thèse de **Anaïs GOULAS**

Analysée par **Arlette LAVAL**²

Directeur de thèse : Dr Pierre **BENOIT**, INRA, AgroParisTech, ECOSYS Grignon

Co-encadrante de thèse : Dr Claire-Sophie **HAUDIN**, INRA, AgroParisTech, ECOSYS Grignon

Du fait de la très large utilisation des antibiotiques en médecine humaine et animale, ils contaminent les sols lors de l'épandage des matières fertilisantes d'origine résiduaire (MAFOR), qu'elles proviennent des déjections animales ou des stations d'épuration. On connaît encore fort mal les conséquences de la présence de ces agents dans l'environnement, à la fois en termes de sélection de bactéries résistantes et d'impact sur l'activité microbienne du sol. Ce travail permet de fournir quelques données sur un sujet très complexe, car le devenir des antibiotiques dépend de leur biodisponibilité, elle-même conditionnée par la matrice et les traitements qu'elle a subi.

Ce travail est divisé trois grandes parties, réparties sur 8 chapitres.

La première partie présente une revue bibliographique détaillée sur l'état des connaissances relatives au devenir des antibiotiques dans l'environnement, leur disponibilité et leur biodisponibilité, différenciant disponibilité environnementale et disponibilité toxicologique. Elle montre clairement que l'adsorption des antibiotiques sur le sol et les MAFOR dépend de leur structure chimique qui conditionne leur biodisponibilité. Cette partie présente aussi une description détaillée des techniques de mesure, chimiques et biologiques. Ce travail très conséquent met en évidence le manque de données relatives aux antibiotiques, en comparaison avec la littérature abondante concernant les pesticides.

Les 7 chapitres suivants sont des publications. Ils sont partagés en deux parties.

La première partie concerne l'estimation de la disponibilité environnementale.

Dans le deuxième chapitre, l'auteur développe une nouvelle méthode d'extraction permettant d'évaluer la disponibilité environnementale de la ciprofloxacine dans des sols amendés par des matières organiques. Différentes solutions aqueuses ont été préparées pour quantifier la fraction disponible de la ciprofloxacine dans des sols contaminés avec des concentrations significatives d'antibiotiques. Les résultats mettent en évidence différents mécanismes selon les extractants utilisés ainsi que le rôle déterminant du pH et de la qualité de la matière organique exogène appliquée sur le sol.

Le troisième chapitre, concerne la biodisponibilité du sulfaméthoxazole et de son métabolite acétylé dans le sol amendé avec du compost et du lisier. L'étude combine approche expérimentale et modélisation. L'objectif est d'établir quelle fraction de ces composés est disponible en utilisant une extraction douce au cours d'une période d'incubation de 28 jours, et de mieux comprendre la dynamique d'évolution des résidus de sulfamides dans le sol ainsi amendé. Le modèle couple l'évolution de la matière organique et le comportement du polluant. La meilleure simulation est obtenue avec l'extraction au chlorure de calcium. La fraction disponible des deux composés est fortement réduite au terme des 28 jours, la réduction étant très importante au cours des premiers jours.

Dans le quatrième chapitre, les investigations ont porté sur les effets des matrices, le potentiel de la méthode analytique, la synthèse des produits de transformation dans les sols et l'influence du type de

¹ Thèse présentée à l'Université de Paris-Saclay, et préparée à l'Institut des Sciences et Industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech), soutenue le 16/12/2016.

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

MAFOR sur la biodisponibilité et la biodégradation du sulfaméthoxazole dans le sol. L'extraction aqueuse a été testée avec le chlorure de calcium, l'EDTA et la cyclodextrine. Les tests ont mis en évidence la nécessité de travailler sur des échantillons de sol frais car la congélation impacte fortement la possibilité d'extraction du sulfaméthoxazole. Le lien de l'antibiotique aux sols amendés pourrait être responsable de sa lente biodégradation et de ce fait, de la faible quantité de métabolites qui est trouvée. Ce chapitre établit que la disponibilité du sulfaméthoxazole dépend de sa concentration initiale, de la solution d'extraction et du type d'amendement. Le travail démontre *in fine* qu'il est possible de combiner l'efficacité de l'extraction et la réduction de l'effet matrice par l'utilisation de la méthode de prétraitement des échantillons QuEChERS pour purifier les extraits obtenus à partir de la solution de cyclodextrine. Ce résultat est d'un grand intérêt pour des études ultérieures.

Le chapitre 5 met à profit la méthode analytique développée précédemment pour évaluer la biodisponibilité des antibiotiques dans 3 types différents de sols pour établir le lien entre biodisponibilité et propriétés du sol. Les résultats montrent que la biodisponibilité du sulfaméthoxazole varie de 2 à 94% selon le niveau de dopage et la solution d'extraction utilisée. Aux pH des sols considérés, l'antibiotique est présent essentiellement sous forme anionique. Sa disponibilité ne dépend alors que de la capacité d'échanges cationiques, ainsi que de la teneur des sols en matière organique et en argile. La méthode d'extraction est là encore cruciale sur la mesure de la biodisponibilité.

La deuxième partie concerne l'estimation de la biodisponibilité toxicologique

Le chapitre 6 s'intéresse à des sols ayant été soumis à des expositions nombreuses et régulières avec 3 antibiotiques : ciprofloxacine, sulfaméthoxazole et érythromycine. Leur fraction disponible a été dosée à l'aide des solutions d'extraction s'étant avérées les plus performantes dans les études antérieures. Les sols sur lesquels des antibiotiques ont été épandus ont été incubés avec un dopage réalisé soit directement avec des solutions d'antibiotique, soit avec du fumier dopé. La comparaison des résultats avec un sol témoin, n'ayant pas reçu d'apport préalable en antibiotique. La biodisponibilité a ensuite été évaluée par deux types de solution d'extraction : Borax et EDTA. La sulfaméthoxazole et l'érythromycine sont fortement disponibles dans les sols. Ces molécules sont plus rapidement dégradées lorsque les sols ont été exposés préalablement, ce qui suggère que les microorganismes de ces sols ont développé une capacité à dégrader spécifiquement ces composés. Du fait de sa faible disponibilité, la ciprofloxacine n'est dégradée dans aucun sol.

Dans le chapitre 7, dans un premier temps, l'auteur étudie l'impact de la ciprofloxacine et de la sulfaméthoxazole sur l'activité microbienne des sols par des tests d'incubation en microcosme réalisés au cours d'une période d'un mois. Les sols sont amendés soit avec du compost, soit avec du fumier, et dopés avec de faibles quantités d'antibiotiques. Les deux antibiotiques ont un comportement différent, et de ce fait un effet différent sur l'activité nitrifiante de la flore des sols : le sulfaméthoxazole plus disponible, inhibe l'activité nitrifiante, alors que la ciprofloxacine, peu disponible, est sans effet. Le degré d'inhibition du sulfaméthoxazole diminue avec le temps.

Dans un second temps, la relation dose-réponse entre les fractions extraites et leurs impacts sur l'activité microbienne a été étudiée. L'étude porte sur le sulfaméthoxazole car il est plus facilement extractible et a été réalisée avec les méthodes que l'auteur estimait les plus sensibles.

L'ensemble de ces travaux démontre clairement que la nature de la MAFOR et du sol impacte fortement la disponibilité des deux antibiotiques étudiés.

Une excellente discussion reprend l'ensemble des points étudiés et apporte un éclairage critique sur les points à approfondir, le modèle devant être testé avec d'autres MAFOR et d'autres antibiotiques.

Cette thèse constitue un travail considérable, bien conduit, rigoureux, dont les résultats sont minutieusement analysés et les conclusions, chaque fois que c'était possible, appuyées sur des analyses statistiques. L'auteur a fait appel à des domaines scientifiques multidisciplinaires : outils de la chimie, chimie analytique, modélisation, mise en œuvre de microcosmes et a montré qu'elle les maîtrisait. Le sujet est complexe, car il faut tenir compte non seulement des propriétés des antibiotiques et de leurs métabolites, mais aussi de la nature du sol, des substances fertilisantes utilisées, ainsi que de la durée d'exposition et de la

relation dose-effet. Plusieurs publications valorisent d'ores et déjà le travail réalisé. De nombreuses questions restent en suspens mais ce travail apporte des pistes de travail claires d'une grande utilité pour la poursuite des investigations.

RÉMUNÉRATION FIXE ET RÉMUNÉRATION VARIABLE, UNE APPROCHE DIFFÉRENCIÉE ET CONTEXTUALISÉE DE LA MOTIVATION AUTONOME PAR LA THÉORIE DE L'AUTODÉTERMINATION

Thèse de **Claude ROUSSILLON SOYER**

Analysée par Roland **PEREZ**¹

Directeur de thèse : Pr Patrick **ROUSSEL** Directeur de Toulouse School of Management Research (TSM Research) - Unité Mixte de Recherche CNRS (UMR 5303), Université Toulouse 1 Capitole

Cette thèse de doctorat a été soutenue le 16 novembre 2017 à l'Université de Toulouse, dans la spécialité « Sciences de gestion » (section 06 du CNU). Elle a été dirigée par le Pr Patrice Roussel (U. Toulouse). La soutenance avait été autorisée sur la base d'avis favorables du Pr N. Commeiras (U. Montpellier) et V. Barraud-Didier (INP-ENSAT). Le Jury, présidé par le Pr. J. Igalens (U. Toulouse) a proposé à la lauréate de valoriser sa thèse.

Le sujet de la thèse porte sur « *Rémunération fixe et rémunération variable* » ; thème pour lequel l'auteure propose « *une approche différenciée et contextualisée de la motivation autonome par la théorie de l'autodétermination* ». Cet intitulé exprime, dans le langage de spécialité du champ disciplinaire concerné - la GRH (gestion des ressources humaines) dans les entreprises et plus largement dans les organisations humaines finalisées - un positionnement de recherche bien identifié. Pour aller à l'essentiel, le modèle de recherche étudié considère (1) la rémunération fixe comme un signal de soutien de l'organisation envers ses salariés, afin de développer leur motivation autonome et leur engagement et (2) la rémunération variable comme susceptible d'avoir des effets contrastés - ici bénéfique, là dégradant - sur la performance individuelle, selon le contexte individuel du niveau de motivation autonome.

Au plan académique, ce travail nous est apparu de très bonne facture et présenté selon les règles de l'art : rappel du cadre théorique relatif à la rémunération et à la motivation des salariés (chap. 1), présentation des variables en lien avec la motivation autonome et les rémunérations (chap. 2), présentation des modèles et hypothèses de recherche (chap. 3), analyse contextuelle du terrain et de la démarche de recherche (chap. 4), présentation des échelles de mesure et des variables observées (chap. 5), étude économétrique : tests et validation des échelles (chap. 6) ; résultats de la recherche faisant apparaître des effets différenciés du salaire fixe et des primes sur performance individuelle et collective (chap. 7).

Si l'éligibilité de cette thèse à une récompense dans son champ disciplinaire me paraît tout à fait justifiée, je serai un peu plus nuancé pour ce qui concerne son apport au domaine agro-alimentaire qui est celui de notre institution. Cette liaison existe *via* le terrain d'étude qui est une société coopérative du secteur vinicole (Vinovalie, créée en 2013, par fusion de plusieurs coopératives). Mais l'auteure n'apporte pas une attention particulière à ce secteur d'activité, ni même à cette forme spécifique que constitue le statut de coopérative, avançant même que « *les salariés de coopératives agricoles sont des salariés identiques à ceux des autres entreprises françaises* » (p.156). Cette affirmation est pour une part vraie, mais mériterait, au minimum, d'être relativisée.

¹ Membre de l'Académie d'agriculture de France, Professeur émérite de l'Université Montpellier 1.

INVENTER L'AGRICULTURE DE TERRITOIRE
ÉTUDE DES PARCS NATURELS RÉGIONAUX DE LA RÉGION
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Thèse de Nathalie **GALAND**¹

Analysée par François **COLSON**²

Directrice de thèse : Claire **DELFOSSÉ** Professeur des Universités, Université Lyon 2

L'objet de la thèse est une analyse des actions mises en œuvre pour promouvoir une agriculture de territoire dans cinq parcs naturels régionaux (PNR) de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Il s'agit d'une thèse de géographie rurale réalisée « en situation » par Nathalie GALAND qui fut pendant plusieurs années chargée de mission agriculture au PNR des Alpilles.

L'ambition de l'auteure est de mettre en valeur le développement d'exploitations agricoles respectueuses du patrimoine environnemental et culturel des PNR. La recherche s'appuie sur la caractérisation de différents types d'agriculture de territoire et l'observation des actions mises en œuvre pour les promouvoir.

La thèse est organisée en trois parties. La première présente la problématique des relations entre agricultures et territoires avec notamment une approche comparative de la place de l'agriculture dans les chartes des PNR de la région. La deuxième partie montre comment les Parcs investissent le champ de l'agriculture à partir d'une approche environnementale et patrimoniale, la lutte contre l'artificialisation des sols et le soutien aux circuits courts pour une agriculture de proximité avec la promotion de la marque Parc naturel régional. La troisième partie approfondit l'analyse des jeux d'acteurs pour la gouvernance de l'agriculture dans les territoires et montre les spécificités et les limites de l'action des PNR.

La lecture de la thèse met en évidence plusieurs apports qui éclairent la contribution spécifique des parcs naturels régionaux au développement de l'agriculture de leurs territoires.

1/ A partir d'une approche historique de l'analyse des chartes des PNR, elle montre l'évolution même de la conception des PNR de sanctuaires de la nature à celle de lieux d'expérimentation d'une urbanisation limitant l'artificialisation des sols.

2/ Dans une région agricole fragilisée par la concurrence internationale, elle présente de nombreux exemples du concept d'agriculture de territoire, c'est à dire d'exploitations agricoles viables respectueuses de la biodiversité, valorisant les produits du patrimoine culturel et proches des consommateurs.

3/ Elle interroge sur la difficulté des PNR à construire des relations constructives entre l'organisation territoriale des appuis aux exploitations agricoles et la dynamique verticales des filières de productions ouvertes à un marché européen

4/ Elle propose l'analyse des actions mises en œuvre pour une agriculture de territoire comme la construction de « biens communs » développés dans les travaux théoriques d'Elinor OSTROM.

¹ Thèse présentée et soutenue publiquement le 1^{er} décembre 2017 pour l'obtention du titre de Docteur de l'Université Lumière de Lyon 2 ED483 Sciences sociales Laboratoire d'études rurales.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, section 4, Directeur de recherche INRA.

Cette thèse en situation de recherche-action est intéressante pour trois raisons.

1/ Elle éclaire la contribution originale des PNR à l'émergence des projets d'agricultures de territoires qui apparaissent non comme des modes de résistance à la modernité et à l'ouverture aux marchés mais comme des formes d'adaptation aux nouvelles attentes de la société.

2/ Elle questionne la notion, souvent utilisée de façon floue « d'agriculture de territoire » par une analyse des relations que les exploitations agricoles entretiennent d'une part avec la nature et la biodiversité de leur territoire, d'autre part avec les produits et les techniques du patrimoine culturel local, enfin avec la communauté des habitants de leur proximité.

3/ Elle présente enfin une description fine de l'action des PNR dans le domaine du développement agricole et s'interroge sur les difficultés qu'ils rencontrent pour collaborer avec les organisations professionnelles agricoles préoccupées de soutenir une agriculture que l'auteure dénomme « ordinaire », c'est à dire sans lien construit à leur environnement, tant naturel que culturel.

Cette recherche est un exemple remarquable de partenariat élaboré entre une équipe universitaire spécialisée dans les études rurales et des acteurs professionnels. Elle permet de valoriser un ensemble de savoirs et d'expertises opérationnelles du réseau des parcs naturels régionaux en publications et connaissances scientifiques.

PRATIQUES D'APPROPRIATION ET DYNAMIQUE DES CONNAISSANCES DE LA NORME ISO 900 : OUTIL DE CONFORMATION ET CREUSET D'INNOVATION

Thèse de **Hiam SERHAN-MURRAY**

Analysée par **Roland PEREZ¹**

Directrice de thèse

Mme Gwenola YANNOU-LE BRIS (AgroParisTech), SESG UFR MIDEAL, France.

Co-encadrement

Mme Selma TOZANLI CIHEAM - IAMM, France.

Mme Doudja SAÏDI-KABECHE AgroParisTech, EGE, France.

Cette thèse de doctorat a été soutenue le 19 octobre 2017 à AgroParisTech, dans la spécialité « sciences de gestion » (section 06 du CNU). Elle a été dirigée par G. Yannou-Le Bris (AgroParisTech). La soutenance avait été autorisée sur la base d'avis favorables des Pr S. Mignon (U. Montpellier) et E. Oiry (UQAM - Canada). Le Jury, présidé par le Pr. S. Damart (U. Paris Dauphine) a proposé à la lauréate de valoriser sa thèse.

Le sujet de la thèse porte sur « *Pratiques d'appropriation et dynamique des connaissances de la norme ISO 900 : outil de conformation et creuset d'innovation* ». Cet intitulé exprime, dans le langage de spécialité du champ disciplinaire concerné un positionnement de recherche bien identifié. Pour aller à l'essentiel, l'auteure cherche à « comprendre le contexte qui a mené à la construction de la norme ISO 9001, comme un outil systémique de management de la qualité ».

¹ Membre titulaire de la section 10 de l'Académie d'agriculture de France Économie et Politique.

Au plan académique, ce travail nous est apparu de très bonne facture et est exposé de manière classique : après une introduction (15 p) présentant le cadre de la thèse, une première partie (108 p) est consacrée à l'étude générale, *via* l'analyse de la littérature et une discussion autour de la norme ISO 9001, puis une seconde partie (186 p) est dévolue à l'étude empirique (méthodologie et résultats), avant une conclusion récapitulative (24 p).

Le sujet traité, celui des normes régissant les organisations productives, *via* la norme ISO 9001, est pertinent, tout particulièrement pour les entreprises du secteur agro-alimentaire pour lequel l'auteure a analysé la genèse de la norme : « la gestion de la qualité s'est développée pour discipliner la concurrence et protéger la santé publique ». Il y a, dans ce domaine, un chantier de réflexion toujours ouvert comme une actualité récente l'a rappelé...

La discussion menée autour du thème de l'ISO 9001 à travers la littérature qui lui a été consacrée et par les réflexions propres à l'auteure amène cette dernière à développer son projet de recherche et à le décliner en une dizaine de propositions.

L'étude empirique constitue le principal intérêt de cette thèse pour ce qui concerne son apport au domaine agro-alimentaire. L'auteure s'y est attelée, en adoptant une approche par entretiens et études de cas longitudinales menées dans de grandes firmes françaises (Danone, Bel, Bongrain, ...) et dans plusieurs PME. L'auteure a montré que « la construction de la norme a émergé des besoins des clients et des producteurs, pour permettre à l'entreprise de montrer qu'elle assure l'amélioration de ses processus selon les exigences de ses clients et autres parties prenantes ».

Par ses différents aspects (conceptuels, méthodologiques, empiriques, praxéologiques) cette thèse constitue un apport de qualité qui honore son auteure et l'institution concernée et, surtout, qui sera utile aux entreprises du secteur de référence.

ARRANGEMENTS INSTITUTIONNELS À L'ÈRE DE LA GÉNOMIQUE : UNE APPROCHE COMPARATIVE DES RÉGIMES ET DES INSTRUMENTS DE SÉLECTION ANIMALE DANS TROIS PAYS EUROPÉENS ¹

Thèse de Germain **TESNIERE**
Analysée par Maurice **BARBEZANT**²

Directrice de thèse : Eva **BOXENBAUM** professeure à l'école des Mines ParisTech
Co-encadrée par Julie **LABATUT** et Vincent **DUCROCQ**

L'objet de la thèse est une analyse des changements intervenant dans les arrangements institutionnels dans les structures concernées par la génétique à l'ère de la génomique.

L'ambition de l'auteur est d'analyser les changements d'organisation au sein du monde de la sélection bovine concomitant d'une innovation de rupture touchant à l'organisation de la sélection et de comparer ces évolutions dans trois pays concernés par cette innovation. Cette analyse en sciences de gestion s'appuie sur une approche sociologique théorique et en particulier sur la théorie néo-institutionnaliste.

La thèse est bien écrite, facile à lire et la progression dans le texte est assez évidente. Elle est organisée en deux grandes parties précédées d'une longue introduction et suivie d'une discussion-conclusion. Chaque partie est divisée en deux chapitres.

L'introduction présente :

- L'organisation de la sélection bovine en s'appuyant principalement sur l'organisation en race Holstein ;

- La principale question de recherche autour des « arrangements institutionnels ». Elle fait état de la situation « anté-génomique » dans les trois pays mis en comparaison et pose la question des évolutions possibles liées à l'innovation de rupture.

La première partie, dans son premier chapitre, après avoir évoqué les théories en présence, détaille le cadre théorique néo-institutionnaliste retenu pour l'étude. Il présente également les concepts de gestion, support de l'action gestionnaire entre les acteurs de la sélection.

Dans un deuxième chapitre l'auteur met en évidence sa conception et sa stratégie de recherche pour comprendre les évolutions et les comparer dans trois pays de l'Union Européenne (France, Irlande et Pays-Bas).

Dans la deuxième partie, l'auteur, en s'appuyant sur les enquêtes réalisées, présente les évolutions des formes d'organisations institutionnelles dans les trois pays : progrès génétique partagé en France, planifié en Irlande et industrialisé au Pays-Bas.

Le dernier chapitre est réservé à la présentation des résultats relatifs aux évolutions des relations contractuelles entre les éleveurs et les entreprises de sélection.

La conclusion de la thèse présente un bilan des évolutions et identifie les pistes de travail.

Cette thèse conceptualise les évolutions organisationnelles qui se font jour lors de changements importants dans l'organisation d'une mission de l'ampleur de la sélection animale.

Elle fait clairement apparaître la notion de « *coopétition* », c'est-à-dire l'exigence, pour les entreprises en concurrence, de mettre en commun des éléments de back-office utiles à tous les acteurs, sans pour autant qu'ils renoncent à la concurrence (exemple de la population de référence européenne mise en place au sein d'eurogenomics). Elle montre aussi la nécessité de créer et/ou de modifier des arrangements nouveaux pour mieux maîtriser l'innovation et permettre aux acteurs d'en bénéficier pleinement (exemples pris en France : création de FGE, AGENAE mais aussi APISGENE, VALOGENE et plus récemment GENEVAL).

La comparaison des trois cas d'étude montre que la coopération entre acteurs de la génétique est soumise à un enjeu commun de compétitivité face à une nouvelle innovation et que les voies choisies pour y parvenir peuvent diverger. Elles sont liées au contexte organisationnel et institutionnel dans lequel la sélection génomique s'est développée mais également aux objectifs que s'assignent les acteurs concernés. Cette technologie ouvre la voie à de nouvelles collaborations mais fait naître en même temps de nouvelles concurrences. La place qu'occupe l'Etat et la recherche publique dans le dispositif est largement impactée par la réglementation européenne qui tend à minimiser leur rôle au profit d'une implication professionnelle plus grande ouvrant ainsi le secteur à la concurrence. Ce désengagement ne s'opère pas à la même cadence selon les états. La dimension collective qui habitait le secteur dans la période antérieure se transforme progressivement en une organisation partenariale à plusieurs niveaux.

L'analyse des rapports entre les entreprises et les éleveurs pour ce qui concerne l'accès au matériel biologique et aux données utiles à l'évaluation génétique est particulièrement bien documentée. La comparaison entre les formes de contrat dans les trois pays montre que les choix tiennent compte, tout à la fois, de l'histoire et de la stratégie commerciale du pays et/ou de l'entreprise.

La conclusion montre que l'auteur est conscient de la limite de son étude dans l'espace et dans le temps. Il suggère d'élargir la comparaison à d'autres pays. D'autre part au moment où la thèse est écrite les dispositifs et les arrangements sont loin d'être stabilisés puisque la directive européenne sur les organisations de races n'entrera en vigueur qu'ultérieurement.

En conclusion, la thèse de Germain TESNIERE mérite d'être largement diffusée, car elle est remarquable pour trois raisons :

- Elle donne une excellente photographie de l'organisation de la sélection, de la place, de la complémentarité et de la concurrence entre les acteurs de cette filière du progrès ;
- L'analyse des régimes institutionnels pour comprendre et caractériser les systèmes de sélection dans l'espèce bovine s'avère pertinente. Elle montre qu'il y a plusieurs manières d'intégrer une innovation de rupture en tenant compte du passé et des objectifs poursuivis ;
- Elle montre enfin que cet exercice d'analyse qui n'est pas courant apporte un éclairage très utile, voire indispensable, aux décideurs et qu'il devrait accompagner les grandes réformes qui déstabilisent les certitudes du monde de l'élevage.

**AGRO BUSINESS DU SOJA ET DE LA VIANDE EN URUGUAY :
FINANCIARISATION DES SYSTEMES AGRAIRES ET NOUVELLES
DIFFERENCIATIONS SOCIALES ET PRODUCTIVES EN AGRICULTURE¹**

Thèse de Maëlle **GEDOUIN**
Analysée par Jean-Paul **CHARVET**²

Directeur de thèse : Gilles **BAZIN**

Co-encadrement de la thèse : Sophie **DEVIIENNE**

La thèse soutenue par Madame Maëlle Gedouin présente le double mérite de porter sur un pays dont l'agriculture demeurait encore peu connue et d'analyser de façon détaillée un phénomène qui y a pris une ampleur particulière depuis la première décennie des années 2000 dans bien des pays : la financiarisation de la production agricole par des capitaux et agents économiques extérieurs au monde agricole. Celle-ci n'a pas manqué de générer d'importantes transformations des structures agraires existantes.

L'analyse des évolutions deux grandes filières de production orientées vers l'exportation a été privilégiée : celles des productions de viande bovine et de soja. La thèse se présente sous la forme d'un très gros travail de recherche de près de 600 pages (avec ses annexes), bien écrit et bien illustré. La présentation de ce travail est en outre clairement construite selon une progression logique aisée à suivre avec en particulier à la fin de chaque chapitre un résumé bien venu faisant le point sur l'avancement de la réflexion. Elle intègre une bibliographie solide et traduit une rigueur véritablement scientifique associant de façon transdisciplinaire analyses socio-historiques, technico-économiques et géographiques.

La thèse est divisée en neuf chapitres, les premiers présentant le cadre conceptuel et la méthodologie mobilisés ; les suivants étant organisés en fonction d'une analyse historique sur la longue durée. Le rôle que représente dans les évolutions récentes la mise en place précoce d'une grande propriété foncière est bien mis en valeur. Le fait d'avoir choisi pour des analyses plus approfondies deux secteurs géographiques notablement différents à plusieurs points de vue - ceux des régions de Young et d'Ansina - permet à la fois de procéder à d'utiles comparaisons et de dégager des traits généraux. Ces analyses présentent en outre l'avantage de reposer sur de nombreuses enquêtes de terrain, à la fois très précises et très variées. Celles-ci étaient d'autant plus délicates à mener qu'elles portaient sur des systèmes de production peu ouverts aux enquêtes et marqués par de fortes instabilités.

Les nouvelles différenciations économiques et sociales qu'introduisent aujourd'hui dans les campagnes uruguayennes la financiarisation d'une grande partie de leur agriculture sont clairement présentées, qu'il s'agisse de la répartition de la plus-value ou de celle de l'emploi, avec comme toile de fond l'envolée des prix d'achat et de location du foncier. La conclusion ouvre sur des perspectives de recherches futures en direction du Paraguay et de la Bolivie qui ne manqueront pas de susciter de l'intérêt.

Deux regrets, personnels et mineurs. Il aurait été peut-être utile de comparer et de relier encore davantage les évolutions en cours en Uruguay avec les processus de financiarisation de la production agricole en cours au même moment dans les pays immédiatement voisins - l'Argentine et le Brésil - et reposant sur la location ou sur l'achat du foncier. Second regret : « un repli (ou un « reflux ») des capitaux étrangers » est analysé depuis les années 2012/2013 : était-il possible d'aller encore plus loin dans l'analyse de ce phénomène et de ses raisons ? Et de s'interroger de façon plus générale sur la « durabilité » de la financiarisation d'une agriculture par des capitaux venus de l'extérieur ainsi que sur les obstacles qui demeurent à l'absorption de la production agricole dans de nouvelles formes de capitalisme ?

Ces regrets, fonction de préoccupations personnelles, ne font que souligner de façon indirecte la très grande qualité et le très grand intérêt de ce travail de thèse novateur par bien des aspects. Celui - ci lui a valu

¹ Thèse présentée et soutenue le 19 janvier 2017 pour le titre de docteur de l'Institut agronomique vétérinaire et forestier de France. Institut des sciences et industrie du vivant et de l'environnement AgroParisTech, spécialité géographie (Agriculture comparée) ED n°581.

² Membre titulaire de l'Académie d'agriculture de France (section 10).

à son auteure l'attribution du titre de Docteur de l'Institut agronomique vétérinaire et forestier de France et des félicitations de l'ensemble des cinq membres du jury.

APPROCHES MOLÉCULAIRES POUR LA DÉCOUVERTE, LE DÉVELOPPEMENT ET L'APPLICATION DE BIOMARQUEURS DE TOXICITÉ CHEZ LES GAMMARIDES

Thèse de Duarte Domingos GOUVEIA¹

Analysée par **un membre de la section des Sciences de la vie**²

Directeur de thèse : Olivier **GEFFARD**, Directeur de Recherche, Irstea Lyon
 Co-directeur de thèse : Jean **ARMENGAUD**, Directeur de Recherche, CEA Marcoule
 Co-encadrant : Arnaud **CHAUMOT**, Chargé de Recherche, Irstea Lyon
 Co-encadrant : Christine **ALMUNIA**, Chargée de Recherche, CEA Marcoule

Le travail présenté par Duarte Domingos Gouveia a été réalisé au Laboratoire d'écotoxicologie (Centre Irstea de Lyon) en collaboration étroite avec le Laboratoire Innovations technologiques pour la Détection et le Diagnostic (CEA –Marcoule), sous la direction d'Olivier Geffard (Irstea) et de Jean Armengaud (CEA) et le co-encadrement d'Arnaud Chaumont (Irstea) et de Christine Almunia (CEA). L'objectif principal de cette thèse est de développer des outils et des indicateurs d'évaluation de la pollution chimique des milieux aquatiques (Écotoxicologie aquatique). Elle s'est articulée autour de deux aspects. Le premier a visé à l'identification et la validation de biomarqueurs protéiques de grandes fonctions biologiques (défense, gestion de l'énergie, développement embryonnaire...) chez *Gammarus fossarum*, une espèce clé en écotoxicologie, allant jusqu'à leur mise en place et leur utilisation dans les milieux via l'utilisation de dispositifs d'encagement d'individus. Le deuxième volet s'est concentré sur l'étude de la transférabilité des biomarqueurs protéiques développés et aborde pour cela les notions de variabilité du protéome au sein du genre *Gammarus*, un genre de crustacés de l'ordre des amphipodes de la famille des gammaridés dont la plupart vivent dans la mer ou dans les estuaires, les autres dans les eaux douces et propres. En effet, plusieurs espèces de gammaridés, considérées comme vulnérables ou en danger de disparition par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), sont considérées comme d'excellents bioindicateurs de la qualité des eaux.

Le besoin de méthodes d'évaluation de l'imprégnation chimique des milieux et de leur qualité écologique pour la mise en œuvre de la directive cadre européenne sur l'eau, ainsi que de mesures prédictives du risque toxique pour l'environnement et l'homme, suscite un vif intérêt pour les biomarqueurs en tant qu'outils d'aide au diagnostic de contamination et à la gestion du risque toxique. L'utilisation en routine de biomarqueurs pour la bio-surveillance environnementale présente toutefois plusieurs limitations, en particulier chez les invertébrés. Parmi ces limitations, le manque de biomarqueurs spécifiques est une contrainte majeure. Se basant sur les catalogues de gènes et de protéines obtenus à partir d'études dites de proteogénomique (discipline associant protéomique, génomique et séquençage aléatoire à haut débit du

¹ Thèse de doctorat de l'Université Claude Bernard Lyon 1 présentée et soutenue publiquement le 18 décembre 2017 pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Lyon – ED 341 Évolution, Écosystèmes, Microbiologie, Modélisation (Spécialité : Écotoxicologie moléculaire) – Laboratoire d'accueil : Laboratoire d'écotoxicologie, Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea,) Centre de Lyon-Villeurbanne, France. Actuellement chercheur postdoctoral au Laboratoire LI2D Innovations technologiques pour la Détection et le Diagnostic – Institut des sciences du vivant Frédéric Joliot, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), Centre de Marcoule.

² <https://www.academie-agriculture.fr/academie/sections/section-6>. Analyse publiée avec l'accord d'Agnès RICROCH, membre de l'Académie, Secrétaire la section des Sciences de la vie.

transcriptome (RNA-Seq) et permettant l'identification de séquences peptidiques spécifiques présentes dans le protéome d'une espèce considérée), les travaux de thèse se proposent d'identifier de tels biomarqueurs chez *Gammarus fossarum*.

Le manuscrit (257 p) est rédigé en Anglais et comporte une version abrégée en Français. Très clair et parfaitement illustré, il est structuré en cinq chapitres dont une synthèse bibliographique, un chapitre détaillant les matériels et méthodes, deux chapitres consacrés aux résultats, et un chapitre consacré à la discussion générale et une conclusion générale. Le manuscrit est complété de nombreuses références bibliographiques.

L'**Introduction générale**, fait le point des connaissances sur la question de l'exposition croissante et préoccupante des organismes aquatiques à une contamination multiple et complexe provenant de plusieurs sources telles que l'industrie, l'agriculture, l'urbanisation, les transports, le tourisme ou la vie quotidienne. C'est ainsi qu'environ 100 000 molécules sont rejetées dans les systèmes aquatiques, la majorité d'entre elles étant très persistante et s'accumulant dans les organismes et dans les chaînes alimentaires. L'Introduction met en évidence le besoin impérieux d'une caractérisation de biomarqueurs spécifiques pour comprendre et analyser les effets biologiques à court et à long terme de ces contaminations. Elle présente une revue exhaustive de la littérature sur l'utilisation actuelle des biomarqueurs moléculaires en écotoxicologie, notamment en lien avec l'évaluation environnementale de la pollution de l'eau, et met l'accent sur les biomarqueurs protéiques, et sur l'utilisation d'espèces sentinelles (cf. Rivière JL. Les animaux sentinelles. *Courrier de l'Environnement de l'INRA* n°20, 59-67 ; <http://www7.inra.fr/lecourrier/assets/C20Riviere.pdf>) non modèles, en particulier chez les gammaridés, dont *Gammarus fossarum*, pour lesquels de nombreuses données biologiques sont synthétisées. Une première partie de l'Introduction donne la définition des biomarqueurs et illustre les biomarqueurs protéiques les plus utilisés pour évaluer l'impact des polluants. Les limites d'application des biomarqueurs dans la bio-surveillance de routine sont également exposées. La deuxième partie de l'Introduction explore les avantages et les potentiels des nouvelles approches dites « omiques » pour le développement de biomarqueurs en écotoxicologie, soulignant notamment le fort potentiel des méthodologies protéomiques pour le développement d'approches de type multi-biomarqueurs, bien plus prédictives et efficaces que celles basées sur l'utilisation d'un seul biomarqueur. La troisième partie de l'Introduction fait le point des travaux sur les processus de régulation neuroendocrinienne chez ces espèces sentinelles aquatiques. Enfin, la dernière partie de l'introduction énumère les différents objectifs proposés pour cette thèse.

Le **chapitre Matériels et Méthodes** détaille les protocoles expérimentaux mis en œuvre au cours de la thèse. Ce chapitre est d'une grande utilité afin de comprendre les principales méthodologies utilisées dans les publications issues de la thèse. Une première partie décrit les protocoles concernant l'échantillonnage des organismes, les dispositifs utilisés pour le maintien au laboratoire de ces organismes et les mesures biologiques mises en œuvre. Les conditions d'exposition des organismes ciblés au cours d'expériences en laboratoire et sur le terrain sont également décrites. Deux autres parties de ce chapitre décrivent les techniques et les méthodologies utilisées pour les analyses moléculaires effectuées au niveau des protéines et des gènes. Les technologies de protéomique et de spectrométrie de masse sont particulièrement bien décrites et démontrent tout leur intérêt pour l'identification et le développement des biomarqueurs recherchés, notamment via la mesure de la masse de tels marqueurs peptidiques.

Le **premier chapitre de la partie Résultats** rassemble les études qui conduisent au développement et à l'application d'un test protéomique basé sur la spectrométrie de masse pour la quantification simultanée d'un ensemble de plusieurs dizaines de biomarqueurs protéiques spécifiques. Ces travaux sont présentés sous la forme de trois publications. La première publication décrit le développement et la validation de la méthodologie analytique protéomique employée pour la mesure de biomarqueurs multiplexés. Elle met l'accent sur l'importance de la détermination de plusieurs paramètres tels que la précision et la reproductibilité de la méthodologie, ainsi que les limites de détection et de quantification pour chaque protéine biomarqueur. La deuxième publication correspond à l'utilisation expérimentale de cette méthodologie protéomique dans des études physiologiques et écotoxicologiques afin d'évaluer la signification biologique des biomarqueurs, ainsi que leur aptitude à caractériser les effets toxicologiques chez *Gammarus*. La troisième publication présente les résultats obtenus dans un premier test d'évaluation de

l'applicabilité potentielle de la méthodologie des multi biomarqueurs protéomiques dans des études de terrain. Les réponses aux biomarqueurs ont été analysées et comparées chez les gammaridés exposés dans quatre sites de référence et treize sites soumis à une contamination chimique lors du déploiement de gammaridés « mis en cage » (dans des cylindres en polypropylène perforés) au sein d'un réseau régional de surveillance des rivières. La validation des méthodologies utilisées est particulièrement soignée et servira probablement de référence pour de nombreuses études à venir. Ce chapitre est d'un très grand intérêt scientifique et méthodologique, ainsi qu'en atteste les publications issues de ce travail dans les meilleures revues générales (Scientific Reports, Analytical and Bioanalytical Chemistry) et d'écotoxicologie (Environmental Science and Technology, Aquatic Toxicology).

Le **deuxième Chapitre de la partie Résultats** rassemble les résultats obtenus sur le développement de biomarqueurs de facteurs de stress spécifiques d'un grand intérêt environnemental que sont les troubles endocriniens. La première partie décrit l'utilisation d'une nouvelle génération de spectromètres de masse pour une étude comparative de protéomique dite en vrac (Shotgun Proteomics) avec des mâles témoins et des mâles exposés au pyriproxifène (un insecticide mimétique de l'hormone juvénile d'insectes inhibant l'embryogenèse, la métamorphose et la formation de l'adulte). Cette approche de protéomique permet d'extraire le protéome et les protéines modulées différemment sans aucune connaissance *a priori*. La deuxième partie propose une stratégie alternative, basée sur une approche gène-candidat, afin de découvrir des gènes clés liés au système endocrinien des crustacés. En particulier, cette partie présente les résultats obtenus à partir de l'étude de l'identification et de la pertinence de trois gènes liés à l'ecdysone (une hormone stéroïde intervenant notamment dans le processus de la mue des arthropodes et dans le contrôle de leur reproduction) en tant que biomarqueurs des perturbations endocriniennes chez les femelles gammaridés. Leur utilisation potentielle en tant que biomarqueurs de perturbation endocrinienne a été évaluée par mesure de la modification de leur expression après exposition à des composés suspectés de se comporter comme des perturbateurs endocriniens. A l'image du reste du document, la méthodologie est parfaitement décrite avec rigueur et pédagogie.

Enfin, le **dernier chapitre de la thèse** est une synthèse et une discussion générale. Elle est encore une fois très claire et détaillée.

En conclusion, les travaux présentés sont très conséquents. Ils ont été, à juste titre, superbement valorisés. Les résultats obtenus s'accompagnent d'une analyse statistique rigoureuse attestant la solidité des résultats. L'auteur fait preuve d'une étonnante capacité analytique qui apparaît comme une prouesse technique à laquelle il donne un sens écotoxicologique. Le document expose de façon très claire une démarche pertinente visant à apporter des données précieuses ainsi qu'une réflexion sur la stratégie d'évaluation de la santé de l'environnement. L'apport en connaissances fondamentales est remarquable. La mise en œuvre des expérimentations montre un large éventail de techniques maîtrisées incluant les techniques d'élevage, de déploiement *in situ* et des techniques physico-chimiques et biologiques de pointe. Au plan finalisé, les résultats présentés permettront de mieux caractériser, via des méthodes optimisées et à haut débit, l'impact des polluants chimiques sur les milieux aquatiques. Ces travaux sont ainsi d'une importance majeure dans le domaine des sciences de l'Environnement tant au plan conceptuel que méthodologique. Ils ont une valeur générique car ils permettront de mieux caractériser d'autres espèces végétales et animales mises en danger par des polluants avérés ou suspectés.

Articles publiés

- Gouveia D**, Bonneton F, Almunia C, Armengaud J, Quéau H, Degli-Esposti D, Geffard O, Chaumot A, (2018) Identification, expression, and endocrine-disruption of three ecdysone-responsive genes in the sentinel species *Gammarus fossarum*. *Scientific Reports* **8** (1), art. no. 3793.
- Gouveia D**, Chaumot A, Charlot A, Almunia C, François A, Navarro L, Armengaud J, Salvador A, Geffard O (2017) Ecotoxicoproteomics for aquatic environmental monitoring: first in situ application of a new proteomics-based multibiomarker assay using caged amphipods. *Environmental Science and Technology* **51**(22), 13417-13426.
- Charlot A, **Gouveia D**, Armengaud J, Almunia C, Chaumot A, Lemoine J, Geffard O, Salvador A (2017) Multiplexed assay for protein quantitation in the invertebrate *Gammarus fossarum* by liquid

chromatography coupled to tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **409**(16), 3969-3991.

Gouveia D, Chaumot A, Charnot A, Quéau H, Armengaud J, Almunia C, Salvador A, Geffard O (2017) Assessing the relevance of a multiplexed methodology for proteomic biomarker measurement in the invertebrate species *Gammarus fossarum*: A physiological and ecotoxicological study. *Aquatic Toxicology* **190**, 199-209.

Articles soumis

Trapp* J, **Gouveia* D**, Almunia C, Pible O, Degli-Esposti D, Gaillard JC, Chaumot A, Geffard O, Armengaud J (2018) Digging deeper into the pyriproxyfen-response of the amphipod *Gammarus fossarum* with a next-generation ultra-high-field Orbitrap analyser: New perspectives for environmental toxicoproteomics. Submitted to *Frontiers in Environmental Science*. *1st co-authors.

Charnot A, **Gouveia D**, Ayciriex, S, Lemoine J, Armengaud J, Almunia C, Chaumot A, Geffard O, Salvador A (2018) On-line solid phase extraction liquid chromatography mass spectrometry method for multiplexed proteins quantitation in an ecotoxicology test species: *Gammarus fossarum*. Submitted to *Journal of chromatography A*.

Autre publication en lien avec la thèse

Gouveia DD, Silva AMN, Vitorino R, Domingues MRM, Domingues P (2014) Efficiency of trypsin digestion for mass-spectrometry-based identification and quantification of oxidized proteins: Evaluation of the digestion of oxidized bovine serum albumin. *European Journal of Mass Spectrometry* **20**(3), 271-278.

LES SUICIDES DES AGRICULTEURS. PLURALITÉ DES APPROCHES POUR UNE ANALYSE CONFIGURATIONNELLE DU SUICIDE¹

Thèse de Nicolas **DEFFONTAINES**

Analysée par Bertrand **HERVIEU**²

Directeurs de thèse :

Gilles **LAFERTE**, Directeur de recherche INRA

Serge **PAUGAM**, Directeur de recherche CNRS

La thèse de Nicolas DEFFONTAINES, intitulée : « Les suicides des agriculteurs. Pluralité des approches pour une analyse configurationnelle du suicide » apporte à la connaissance de ce phénomène social, souvent évoqué et pourtant mal connu, deux catégories d'éléments.

En premier lieu des éléments d'ordre quantitatif : La critique et le recoupement des données issues du Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc) de l'INSERM et celles établies par la Caisse Centrale de Mutualité Sociale Agricole (CCMSA) et de Santé Publique France permettent à l'auteur d'affirmer que « la courbe du taux de suicide brut des agriculteurs en France métropolitaine de 1970 à 2008, en moyenne mobile quinquennale, indique clairement qu'il est plus élevé que celui des non-agriculteurs tout au long de la période ». Les variations conjoncturelles ne masquent pas un fait majeur : depuis la fin des années soixante les agriculteurs sont proportionnellement plus nombreux à se donner la mort. « Il s'agit là

¹ Thèse de doctorat, présentée et soutenue le 29 mai 2017, à l'Université de Bourgogne, CESAER UMR 1041, AgroSup, INRA, Université de Bourgogne Franche-Comté pour l'obtention du titre de Docteur en Sociologie.

² Président de l'Académie d'agriculture de France.

d'une régularité sociale qui ne souffre d'aucune interruption » (p.141). La comparaison avec la Grande-Bretagne et les Etats-Unis sur trois décennies attestent le caractère répandu et structurel du « sur-suicide » de cette catégorie professionnelle.

Ce « sur-suicide » des agriculteurs nourrit le constat souligné par les épidémiologistes selon lequel, depuis les années quatre-vingt, le suicide est plus répandu dans les territoires ruraux que dans les espaces urbains. « L'idée du suicide comme problème social « rural » se retrouve dans de nombreux pays : Etats-Unis, Australie, Royaume-Uni, Pologne, Portugal, ou encore la Chine » (p.174).

Il ressort aussi de cette première analyse quantitative que les « petits » exploitants se suicident davantage que les « gros », les éleveurs que les céréaliers.

En second lieu, à partir d'une base de données de 786 cas de suicides enregistrés sur cinq ans par la MSA et 28 trajectoires de suicidés recueillies et reconstituées grâce à une enquête auprès des connaissances qu'il appelle « les proches-éloignés », l'auteur dresse la typologie des suicides et de leurs causes. Les matériaux rassemblés permettent à Nicolas Deffontaines d'affirmer le caractère pluriel des causes de suicide ou, en d'autres termes, la pluralité des configurations.

Deux éléments déterminants, soulignés dans les travaux fondateurs de la sociologie rurale, sont mentionnés par l'auteur : l'interconnaissance au sein des sociétés rurales et plus encore l'inter-surveillance au sein des mondes agricoles, d'une part ; l'imbrication ou plutôt la non-dissociation entre vie professionnelle et vie familiale, d'autre part.

L'auteur s'appuie sur la typologie fondatrice de Durkheim, retenant quatre types de suicide, pour élaborer son analyse.

Grâce à des entretiens qualitatifs approfondis, l'auteur met en évidence la dimension familiale de l'activité agricole comme facteur déterminant. La contradiction forte entre l'injonction à l'indépendance professionnelle et la recherche de l'autonomie de l'individu ou du couple d'une part, et la dépendance à l'égard de l'héritage familial comme de la pression parentale, d'autre part, nourrit l'hypothèse du « suicide fataliste » comme réponse à l'excès de régulation.

Un deuxième type est construit en analysant les cas de suicides d'agriculteurs approchant de l'âge de la retraite et confrontés à « l'héritage refusé ». La fin de l'exploitation est vécue comme la fin de la lignée et devient alors « une vie pour rien ».

Ce suicide là se rapproche dans la typologie durkheimienne du « suicide altruiste ».

Un troisième type de suicide, qualifié de « suicide égoïste », puise son origine dans la réalité de l'isolement, du célibat et, plus largement, dans la rupture des liens sociaux. L'agriculteur se vit comme étant un « homme disqualifié » professionnellement et socialement.

Enfin le quatrième type, dit « suicide anémique », est le résultat d'une tension excessive entre l'idéal affiché et revendiqué d'indépendance dans l'exercice du métier et la dépendance économique ressentie et avérée. Le maintien de l'exploitation sur le plan économique se confond avec l'idéal d'indépendance, - entendu comme l'absence de relation de sujétion réduite dans les faits à l'absence de subordination salariale -

L'absence de mise à distance de la sphère professionnelle par rapport à la vie hors travail est au centre de cette construction. En déclarant l'identité professionnelle de l'agriculteur comme étant celle d'un chef d'entreprise, l'agriculteur est fait travailleur indépendant, seul responsable de ses propres conditions de travail. Dans une telle configuration, la prise de distance à l'égard d'un engagement total dans le travail est exclue. Et lorsque cet engagement dans le travail vient à perdre son sens car ne produisant pas le résultat attendu, c'est le non-sens qui s'installe.

Ainsi, en revisitant les travaux fondateurs sur l'analyse du suicide comme fait social, en discutant et utilisant les travaux plus récents, en développant une analyse statistique approfondie, en recueillant de très riches données qualitatives, Nicolas Deffontaines apporte à la connaissance du suicide des agriculteurs des éléments essentiels et qui renseignent en profondeur sur ce qu'il est convenu d'appeler « le malaise paysan ».

**UNE PLANTE, DES FILS ET DES CLONES.
HISTOIRES AMAZONIENNES DE GUARANA(S) DANS UN MONDE GLOBALISÉ⁵**

Thèse de Mélanie **CONGRETTEL**

Analysée par Catherine **AUBERTIN⁶**

Directeurs de Thèse :

Florence **PINTON**, Professeure, AgroParisTech

Henrique **PEREIRA DOS SANTOS**, Professeur, Université fédérale de l'Amazonas (Brésil)

La première phrase du résumé de la thèse de Mélanie Congretel pose la question : Peut-on rendre compte des batailles identitaires et territoriales que révèle la globalisation des ressources et des marchés en décrivant comment une plante cultivée depuis plusieurs siècles en Amazonie brésilienne se transforme en plante "sauvage" ou à l'opposé en plante "technologique" ?

Il s'agit ici du guarana (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*), plante énergisante riche en caféine qui endosse différentes identités selon les perspectives des acteurs, au vu de leurs enjeux économiques, culturels et territoriaux. Une même espèce, mais quatre guaranas :

- le guarana des Amérindiens Sataré-Mawé, exemple d'une plante indissociable d'un groupe culturel mobilisé autour de ses singularités matérielles et immatérielles conduisant à un "ré-ensauvagement" de la plante domestiquée dans un processus de légitimation de l'occupation de leur territoire ;
- le guarana amélioré destiné à une agriculture performante et rationnelle, promu par la recherche scientifique brésilienne, soumettant la génétique végétale aux intérêts des filières agro-industrielles ;
- le guarana, produit local patrimonial protégé par une demande d'indication géographique, destiné à soutenir le développement territorial dans une logique de modernisation productive auprès de petits agriculteurs ;
- le guarana bio, support d'une coopérative visant l'émancipation des producteurs pauvres dans une politique de responsabilité sociale.

Ces quatre guaranas font appel à des acteurs, des techniques, des savoirs, des représentations et des filières de commercialisation distincts. Mélanie Congretel montre que quatre types de collectifs se disputent plusieurs types de marchés. Les systèmes socio-techniques s'appuient tous sur des outils modernes : labels, certification, innovations génétiques, énoncés d'écologie scientifique, insertion dans des marchés de niche... Il s'agit bien à travers l'analyse des multiples trajectoires d'une plante de montrer comment les populations amazoniennes innovent pour négocier leur rapport à la modernité, leur accès au marché global, entre un local largement idéalisé et un global où ils peinent à s'inscrire. Nous sommes loin ici de l'opposition simpliste entre un guarana traditionnel et un guarana moderne.

Profitant de sa double compétence d'ingénieure agronome formée en socio-anthropologie, Mélanie Congretel, lors d'un important travail de terrain de plus d'un an au Brésil, a traqué les personnes, la plante, les techniques, les connaissances dans une démarche inspirée des *science studies*, en particulier celle de l'acteur

⁵ Thèse de doctorat de l'école doctorale 581 : Agriculture, alimentation, biologie, environnement, santé (ABIES), spécialité Sciences sociales, présentée et soutenue à Paris, le 15 juin 2017.

⁶ Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, directrice de recherche de l'IRD.

réseau théorisée par Bruno Latour. La production d'innovations y est analysée comme de multiples associations entre collectifs humains et non humains, ici le guarana, mais aussi les pollinisateurs, des chiffres de productivité, des dispositifs normatifs, etc. Les apports de l'ethnobotanique ont également été essentiels pour comprendre les sociétés à travers la plante ou la plante à travers les sociétés.

La contribution de l'auteure est bien, à partir de la mise en évidence de l'agentivité (le pouvoir agir) du guarana, d'interroger la crise écologique que nous vivons, et les limites de notre vision rationnelle du monde qui sépare le culturel du naturel, les pays du Sud des pays du Nord, la tradition de la modernité. Les assemblages hétérogènes d'humains et d'"existants" qu'elle analyse donne à voir un monde où l'on peine à démêler ce qui relève du naturel ou du culturel, où les plantes sont des acteurs à part entière.

La grande qualité de cette thèse est de proposer un regard anthropologique qui s'inscrit dans le courant récent des humanités environnementales appliquées à des questions agricoles grâce à une étude fine des jeux d'acteurs, y compris les acteurs végétaux comme le guarana. Elle décrit bien comment les enjeux économiques et territoriaux portés par les acteurs locaux s'articulent par un jeu d'échelles au marché global. Elle explore la question des possibilités de coexistence entre des collectifs hétérogènes aux projets distincts sur des territoires partagés.

Le jury a particulièrement tenu à féliciter chaleureusement Mélanie Congretel pour l'ensemble de son travail de doctorat.

LA LOI TRONQUÉE ET L'AMÉNAGEMENT FORESTIER

Robert B. CHEVROU¹

(Article présenté par Christian FERAULT et Jean-Paul LANLY, membres de l'Académie)

RÉSUMÉ

L'auteur rappelle dans la 1^e partie les bases de la loi tronquée construite pour estimer les coupes futures réalistes dans des peuplements forestiers à partir des observations d'un inventaire forestier national. L'étroite relation entre les données observées, structure et évolution d'un peuplement forestier, et les paramètres estimés de la loi tronquée fonctionnellement liés aux principaux critères d'aménagement, conduit l'auteur à proposer l'utilisation inverse de la loi tronquée, c'est-à-dire le choix des critères d'aménagement pour calculer la structure et l'évolution du peuplement.

Dans la 2^e partie, il est montré comment l'aménagiste peut calculer les paramètres de la loi tronquée quand il a choisi les critères d'aménagement qui déterminent la structure et l'évolution du peuplement : âge d'exploitabilité, diamètre d'exploitabilité et taux d'éclaircie, associés à la production en volume connue ou estimée ; il peut en déduire les effectifs et les volumes sur pied et ceux des coupes annuelles (séparément éclaircies et coupe finale), par catégorie de diamètre et par classe d'âges, tant pour les peuplements jardinés que pour les peuplements réguliers équiennes.

L'auteur expose dans la 3^e partie les effets de choix variés des valeurs des critères d'aménagement sur la structure et l'évolution d'un peuplement calculées avec la loi tronquée. Il le fait pour chaque critère et met en relief, grâce à la loi tronquée, la pertinence de telle ou telle valeur choisie d'un même critère d'aménagement.

Abstract

In the first part the author recalls the main features of the truncated law which provides a realistic estimation of future cuttings in forest stands using the results of a national forest inventory. The close relationship between field data, that is observed forest stand structure and evolution, and the estimated parameters of the truncated law, functionally linked to the main management criteria, leads the author to propose an opposite use of the truncated law, that is the selection of management criteria to compute stand structure and evolution.

In the second part the author shows how the forest manager can compute the truncated law parameters once he has selected the management criteria determining stand structure and evolution: rotation age, average diameter of trees at rotation age, thinning ratio, linked to volume growth (known or estimated); he can infer the numbers of trees of the stand and their volume as well as those for the annual cuttings (separately thinnings and final cut) for each diameter class and each age class, for a stand managed either with the selection system or as a regular stand.

The author shows in the third part the outcomes of the different values computed with the truncated law of the stand features for each management criterion to bring out the relevance of chosen criterion values.

Mots clés : critères d'aménagement, structure et évolution d'un peuplement.

Key words: management criteria, forest stand structure and evolution.

¹ Polytechnicien, Ingénieur en chef du Génie Rural des Eaux et Forêts, est un expert de la défense des forêts contre les incendies. Chargé de mission au ministère de l'Agriculture, il a été consultant international dans de nombreux pays.

1 - Rappel introductif sur la "loi tronquée"

Dans le cadre des travaux de statistique et de modélisation sur les différents types de peuplements forestiers de l'Hexagone qu'il a été amené à conduire pour l'Inventaire Forestier National (IFN), l'auteur a mis au point la "loi tronquée" (de distribution des nombres d'arbres par catégorie de diamètre), que ce soit pour une forêt (par exemple, une forêt communale d'une à quelques centaines d'hectares), ou, à un niveau supérieur, pour un type de peuplements forestiers (comme les "sapinières domaniales et communales traitées en futaie régulière équienne du département des Vosges", ensemble couvrant 40.844 hectares, ou les sapinières privées du pays de Sault du département de l'Aude couvrant 4.780 hectares – Chevrou, 1990a, Chevrou, 2013).

Cette recherche a été initiée dans les années 80 pour répondre à la demande faite à l'IFN de déterminer, département par département, les "disponibilités forestières" (Chevrou et al., 1988), c'est-à-dire les volumes de bois susceptibles d'être extraits au fil du temps à partir des différents types de forêt (comme celles citées ci-dessus) ; cet objectif étant particulièrement important pour les peuplements irréguliers "jardinés" de montagne où les âges des arbres sont inconnus ou mal connus.

Pour ce faire, il convenait:

- d'avoir, pour l'ensemble des types de peuplements d'une région forestière, une loi générale de distribution des nombres (effectifs) d'arbres par catégorie de diamètre pouvant s'adapter au mieux aux données recueillies sur le terrain par l'IFN ;

- d'ajuster cette loi à chaque type de peuplements d'une région forestière – c'est-à-dire de déterminer la valeur des paramètres de la loi pour ce type - à partir des données recueillies par l'IFN (nombres d'arbres, volumes correspondants de bois sur pied et accroissements diamétraux par catégorie de diamètre) ;

- et de l'appliquer à chaque type de peuplements, pour estimer la production en bois de celui-ci à partir de l'évaluation globale des trois critères principaux de son aménagement, à savoir l'âge d'exploitabilité, le diamètre d'exploitabilité (c'est-à-dire le diamètre moyen des arbres atteignant l'âge d'exploitabilité, et, par extension, celui des arbres les plus âgés), et le taux d'éclaircie. De même que les sondages d'opinion font ressortir une "moyenne globale" des comportements des nombreux individus interrogés, l'auteur considère qu'il est raisonnable de prendre en compte la "moyenne globale" des critères d'aménagement adoptés, délibérément ou non, par les nombreux aménagistes divers d'un même type de peuplements forestiers couvrant une grande surface. Et ce d'autant plus, par exemple, que les sapinières du département des Vosges sont gérées par des forestiers ayant reçu une formation académique homogène et appartenant à un organisme hiérarchisé, l'Office National des Forêts (ONF) ; ou les sapinières privées du Pays de Sault où les conditions écologiques et économiques imposent sur une zone restreinte la production de produits forestiers relativement homogènes pour les industries locales.

La «doxa» forestière avait été jusque-là d'utiliser la "loi de Liocourt", un forestier français du 19ème siècle (cf. Dulieu, 2016 pour l'origine de cette "loi") ; cette "loi" donne une valeur constante au rapport des effectifs des arbres de deux catégories successives de diamètre, c'est-à-dire :

$$N_{i-1}/N_i = q,$$

où :

- N_{i-1} et N_i sont les effectifs des catégories de diamètre médian $5(i-1)$ cm et $5i$ cm (dans le cas de catégories de diamètre de largeur 5 cm),
- et q , le q-ratio des anglophones, est, pour chaque type de peuplements, une constante supérieure à 1 quel que soit i ; la valeur moyenne classique étant de 1,4 ;

l'usage étant de "tronquer" cette loi "par une valeur minimale des diamètres, dite diamètre de recensabilité ou de précomptage, et par une valeur maximale des diamètres quelque peu arbitraire et qui correspond au diamètre médian de la catégorie au-delà de laquelle les effectifs des catégories sont inférieurs à 0,5 (valeur arrondie égale à 0) sur une surface de référence prise égale à 1 ha".

Comme plusieurs auteurs avant lui (notamment Assmann, 1970), l'auteur et son collègue J. M. Delord de l'IFN ont constaté que la "loi de Liocourt" s'ajuste rarement aux données observées. Il a donc été nécessaire de trouver un autre modèle qui soit, en plus, explicatif.

L'auteur a alors mis au point ce qu'il nomme au départ la "loi tronquée de Liocourt" (cf. titres de ses deux articles initiaux, Chevrou, 1990a, Chevrou, 1990b), et qu'il désigne plus simplement "loi tronquée" dans les articles suivants sur le sujet. La loi est dite "tronquée" parce que l'âge des arbres est strictement limité par une valeur maximum, l'âge d'exploitabilité, au contraire de la "loi de Liocourt" dont l'âge maximum n'est qu'indicatif.

Cette nouvelle "loi", dérivée de la loi de Poisson, s'exprime par la formule suivante :

$$N_i = \frac{1}{(1+\alpha)} \left[N_{i-1} - \frac{\alpha M e^{-(1+\alpha)\beta} \beta^i}{i!} \right] \quad \text{avec : } N_0 = \frac{\alpha M}{(1+\alpha)} [1 - e^{-(1+\alpha)\beta}]$$

où :

- N_i est le nombre d'arbres dans la catégorie de diamètre $5i$ cm (i entier positif)
- M est un coefficient de proportionnalité ;
- α (> -1) et β (> 0) sont deux paramètres de la "loi tronquée".

La valeur du paramètre α traduit le "recrutement" récent (c'est-à-dire les nombres d'arbres des catégories inférieures de diamètre), soit encore le taux d'éclaircie annuel moyen, rapport entre le volume prélevé en éclaircie et le volume sur pied. Alors que le paramètre β est lié au rythme de décroissance des effectifs dans les catégories supérieures, soit encore à l'âge maximum et au diamètre des arbres les plus âgés. Il faut noter que la décroissance des effectifs dans les plus grandes catégories de diamètre $d=5i$ cm se fait comme $1/i$ avec la "loi tronquée" ($N_i/N_{i-1} \leq \beta/i$), donc beaucoup plus rapide qu'avec la "loi de Liocourt" et sa constante q : $N_i/N_{i-1} = 1/q$.

La "loi tronquée" s'exprime aussi par une autre formule (dont les 2 précédentes sont tirées par intégration sur l'âge entre 0 et βc années, l'âge maximum des arbres du peuplement forestier) qui fait apparaître l'âge a des arbres, et un troisième paramètre, c , lié à l'accroissement diamétral moyen annuel des arbres de même âge égal à $5/c$ cm/an :

$$N_i(\alpha) = \left(\frac{\alpha M}{c} \right) \frac{e^{-(1+\alpha)\frac{a}{c}} \left(\frac{a}{c} \right)^i}{i!}$$

A la fin des années 80, la "loi tronquée" a été testée sur la plupart des sapinières et pessières inventoriées par l'IFN pour la confronter à la "loi de Liocourt", laquelle fut à l'origine établie spécialement pour ces peuplements. Il est apparu que la "loi tronquée" s'ajuste beaucoup mieux aux données que sa concurrente, et qu'elle fournit plus de renseignements sur ces forêts. Néanmoins, la "loi de Liocourt" s'avère adaptée lorsque l'âge maximum des arbres et le diamètre des plus âgés sont élevés, c'est-à-dire quand le paramètre β est lui-même élevé. Elle est en fait un cas particulier de la "loi tronquée" lorsque β , et l'âge d'exploitabilité βc qui lui est lié, tendent vers l'infini, sa constante q étant alors égale à $1+\alpha$.

A partir donc des observations d'un inventaire (effectifs, volumes, et accroissements diamétraux par catégorie de diamètre), la "loi tronquée" estime les trois critères principaux d'aménagement des peuplements

que sont : l'âge d'exploitabilité, le diamètre d'exploitabilité et le taux d'éclaircie, sur l'ensemble des forêts considérées.

L'ajustement des paramètres de la "loi tronquée" aux données des 17 groupes de sapinières et pessières du massif du Jura a montré que leurs diamètres d'exploitabilité effectifs sont élevés dans les forêts domaniales et communales (45 à 60 cm) et que les éclaircies y sont fortes ; et qu'ils sont plus faibles dans les forêts privées (Chevrou, 1992). Au niveau d'une forêt individuelle, comme la forêt communale de Bonnesur-Menoge (112 ha) en Haute-Savoie, à partir des données des inventaires effectués en 1926, 1947 et 1973, cet ajustement a montré une permanence de la valeur du diamètre d'exploitabilité (46 à 47 cm), et des éclaircies de plus en plus faibles (Chevrou, 1990b).

Un observateur extérieur au milieu forestier pourrait croire que les aménagements des peuplements forestiers cités plus haut (Vosges, Aude, etc.) ont été rédigés en prenant pour base la "loi tronquée", du fait de l'étroite relation existant entre les données observées, structure et évolution des peuplements, et les paramètres estimés de la "loi tronquée" qui conduisent aux valeurs calculées des critères d'aménagement.

L'auteur considère aussi, et c'est la matière de l'article qui suit, une autre application, *inverse*, de la "loi tronquée", à savoir que les principaux critères d'aménagement étant fixés - âge d'exploitabilité, diamètre d'exploitabilité et taux d'éclaircie -, associés à la production annuelle en volume, on peut déterminer pour ce peuplement :

- les paramètres de la "loi tronquée",
- et, à partir de là, la structure et l'évolution du peuplement en fonction des critères d'aménagement : répartition des effectifs et des volumes par classe d'âges et par catégorie de diamètre, ainsi que les effectifs et volumes prélevés en éclaircie et en coupe finale.

Cette relation directe entre les paramètres de la "loi tronquée" et les critères d'aménagement justifie l'intérêt de cette loi qui permettrait de faire rapidement un bilan de différents choix d'aménagement. L'auteur en appelle à la sagacité des lecteurs pour apprécier cette approche consistant à décrire la structure et l'évolution d'un peuplement forestier à l'aide de la "loi tronquée" lorsque les trois principaux critères d'aménagement sont choisis et la production estimée.

2 - Exposé de la recherche

Cette recherche s'adresse plus aux aménagistes qu'aux gestionnaires.

L'aménagiste tient compte de l'état constaté de la forêt et de son environnement ; il vise à la conduire, dans un futur plus ou moins éloigné (10, 20 ans, voire plus), à un certain état idéalisé d'équilibre ; il choisit les critères d'aménagement pour ce faire et il édicte les règles de gestion correspondantes. Le gestionnaire s'efforcera ensuite d'appliquer ces règles ; mais il se heurte au réel et à ses aléas, certains assez dramatiques pour nécessiter la révision de l'aménagement.

En futaie régulière, l'état d'équilibre est l'égalité des surfaces couvertes par les arbres des différents âges ou différentes classes d'âges. Les effectifs et les volumes sur pied découlent des critères d'aménagement (âge d'exploitabilité, diamètre d'exploitabilité, taux d'éclaircie) et de la production en volume :

- les coupes d'éclaircie et d'amélioration réduisent progressivement les effectifs et enlèvent les arbres les moins productifs dans les parcelles n'ayant pas atteint l'âge d'exploitabilité ;
- la coupe finale enlève dans les parcelles ayant atteint l'âge d'exploitabilité tous les arbres qui sont remplacés par des semis naturels ou des plants.

En futaie jardinée, l'état d'équilibre est déterminé par un choix de distribution des effectifs et des volumes par catégorie de diamètre. Les distributions autres que la "loi tronquée" n'ont pas de relation directe avec les critères d'aménagement qui sont choisis de façon assez vague, les règles de gestion l'étant aussi pour ce qui concerne les effectifs et les volumes des coupes d'éclaircie et finale : l'âge d'exploitabilité et le diamètre d'exploitabilité ne sont qu'indicatifs quand ils sont définis, car on ne prélève pas systématiquement les arbres atteignant l'âge d'exploitabilité comme on le fait en futaie régulière. De ce fait, le taux d'éclaircie n'a pas de sens, car toutes les coupes s'apparentent à des éclaircies. La méthode "d'aménagement par affectation" destinée à pallier les inconvénients d'un tel choix de distribution n'a pas donné les résultats escomptés (De Liocourt, 1898) parce que les coupes étaient trop faibles et la régénération non acquise dans la durée définie : cette méthode d'aménagement consiste à désigner une partie des peuplements, la plus âgée sur $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ de la surface de la forêt, partie qui sera coupée et régénérée progressivement en une durée déterminée, $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ de l'âge d'exploitabilité ; dans l'autre partie, on ne fait que des éclaircies d'amélioration.

2.1 – Calcul des paramètres de la "loi tronquée" à partir des critères d'aménagement

La "loi tronquée" a 4 paramètres M , α , β et c (voir formulaire in fine) :

- c ($c > 0$) est une durée liée aux accroissements diamétraux. L'accroissement diamétral moyen des arbres de même âge est égal à $5/c$ (5 est la largeur des catégories de diamètre en cm), et égal à DE/AE (AE =âge d'exploitabilité ; DE diamètre moyen des arbres d'âge AE).
- β ($\beta > 0$) est un nombre lié à l'âge maximum des arbres (âge d'exploitabilité ou de sénescence AE) estimé par $\beta = AE/c$; $5\beta = DE$ est le diamètre moyen en cm des arbres âgés de AE années.
- α est un nombre supérieur à -1 : $\alpha \geq 0$ est lié au taux de prélèvement annuel, rapport du volume prélevé en éclaircie sur le volume sur pied, égal à $(1 - e^{-\alpha/c}) \cong \alpha/c$; si $\alpha < 0$, le peuplement est déséquilibré et ne contient pas assez de jeunes arbres.
- M est un nombre (tel que αM positif et de valeur finie), αM étant proportionnel à la densité du peuplement (effectifs totaux et volume total sur pied par hectare), et $\alpha M/c$ proportionnel à la production en volume.

Ces paramètres permettent de décrire une futaie jardinée équilibrée aussi bien qu'une futaie régulière équilibrée dont les effectifs/ha décroissent quand l'âge augmente et se répartissent par catégorie de diamètre à un âge donné selon une loi de Poisson, si bien que le diamètre moyen $d(a)$ des arbres de même âge augmente proportionnellement à l'âge a : $d(a) = 5a/c$.

La loi de Liocourt, $N_{i+1} = N_i/q$, est un cas particulier de la loi tronquée : le paramètre q est alors égal à $(1+\alpha)$. La valeur de β est infinie et l'âge d'exploitabilité AE , égal à βc , est infiniment grand, donc irréaliste, ce qui entraîne l'absence de coupe finale et les coupes ne sont alors que des éclaircies. Il est alors impossible de comparer la structure du peuplement jardiné à celle d'un peuplement régulier de mêmes paramètres dont l'âge d'exploitabilité est limité.

Si $\alpha > 0$, l'éclaircie prélève chaque année dans chaque classe d'âges et chaque catégorie de diamètre une proportion égale à α/c (y compris la mortalité). La coupe finale prélève chaque année tous les arbres âgés de βc années. Le rapport du volume annuel de l'éclaircie sur le volume annuel total de ces deux types de coupes est le "taux global d'éclaircie" qui est indépendant de la valeur de M .

Les valeurs des 4 paramètres M , α , β et c sont calculées successivement à partir des 3 critères d'aménagement et de la production : le diamètre d'exploitabilité (5β) donne la valeur de β ; l'âge d'exploitabilité (βc) donne la valeur de c ; le taux global d'éclaircie donne la valeur de α par un calcul itératif indépendant de la valeur de M ; la production donne enfin la valeur de αM .

Du fait que la "loi tronquée", aussi bien que la "loi de Liocourt" ignorent la hauteur des arbres, le volume d'une tige est exprimé en fonction du diamètre seul. Le volume v (en m^3) de l'arbre de diamètre d (en mètres) est calculé ici par la formule : $v = 11 d^{2,2}$.

2.2 – Détermination de la structure et de l'évolution d'un peuplement en fonction des critères d'aménagement

La production et la densité du peuplement

Comme indiqué au § 2.1, la densité détermine la valeur de αM . Modifier la densité revient à modifier αM , les effectifs et les volumes dans la même proportion. Inversement, si la densité d'un peuplement paraît "irréaliste", on peut modifier la valeur de αM pour augmenter ou réduire les effectifs et les volumes par hectare.

Ou bien on doit abandonner les critères d'aménagement : dans ce cas, conserver la production initiale, proportionnelle à $\alpha M/c$, conduit à modifier certains des paramètres α , c , et M , donc le taux d'éclaircie, l'accroissement diamétral moyen et la densité, voire même le paramètre β , c'est-à-dire le diamètre d'exploitabilité et l'âge d'exploitabilité.

On constate ainsi qu'une densité ou une production fixée détermine l'enveloppe des valeurs "réalistes" des paramètres de la "loi tronquée" et des critères d'aménagement.

Les coupes et leur rentabilité

La ventilation des effectifs entre éclaircie et coupe finale dans le peuplement équienne permet de donner aux arbres de même diamètre des valeurs financières différentes selon le type de coupe ; le marteleur marque en éclaircie les arbres de moindre valeur lorsque le choix est possible.

Le critère "taux global d'éclaircie" ne semble pas pertinent en futaie jardinée ; néanmoins, le marteleur agit de façon similaire à celle adoptée en futaie équienne pour les arbres de moindre valeur ; ainsi la ventilation entre éclaircie et coupe finale peut être utile pour estimer les valeurs des produits récoltés en futaie jardinée.

A partir des critères d'aménagement, la "loi tronquée" permet donc de calculer la valeur financière des coupes d'après les volumes et les dimensions des arbres prélevés en éclaircie et en coupe finale, ainsi que d'après les frais de gestion et d'exploitation. Il est alors possible d'affecter à chaque groupe de critères d'aménagement la valeur correspondante du revenu annuel et de comparer leurs rentabilités.

Les valeurs des bois récoltés sont ici artificiels :

- en éclaircie : 2 €/ m^3 pour les arbres de 20 cm à 25 cm ; 10 €/ m^3 pour les 30 à 35 cm ; et 25 €/ m^3 pour les 40 et plus ;
- en coupe finale : 5 €/ m^3 pour les 20 à 25 cm ; 25 €/ m^3 pour les 30 à 35 cm ; et 50 €/ m^3 pour les 40 cm et plus.

Le type d'éclaircie

La "loi tronquée" suppose que l'éclaircie prélève les arbres dans les classes d'âges au prorata des effectifs par catégorie de diamètre comme en futaie jardinée où les âges des arbres ne sont pas connus.

Exemple de structure et d'évolution d'un peuplement d'après la "loi tronquée"

- La production par hectare est de 9 m^3 /ha/an.
- L'âge d'exploitabilité est 120 ans.
- Le diamètre d'exploitabilité est de 40 cm.
- Le taux global d'éclaircie est de 50%.

Le tableau 1 donne les valeurs des paramètres de la "loi tronquée" calculés comme exposé au § 2.1.

Chacune des 10 classes d'âges de la futaie régulière présentée dans le tableau 2 couvre 1 hectare pour faciliter la comparaison des totaux avec ceux des 10 hectares de la futaie jardinée du tableau 3.

La dernière colonne du tableau 3 donne les effectifs d'une "loi de Liocourt" de paramètre 1,3985 dont l'effectif total, le volume total et la production sont égaux à ceux de la "loi tronquée" décrite ici. En pratique, on ne donne pas autant de décimales aux paramètres de ces 2 lois, mais il s'agit de comparer les résultats avec une précision utile. La colonne intitulée " Δd mm/an" donne les valeurs des accroissements diamétraux moyens des arbres d'une même catégorie de diamètre.

Noter la réduction très rapide des effectifs donnés par la "loi tronquée" pour les catégories de diamètre élevées (0,5 arbre de 90 cm et +) comparée à celle de la "loi de Liocourt" (21 arbres de 90 cm et +).

Tableau 1 : paramètres de la "loi tronquée"

αM	α	β	c	$\alpha/c \%$
235,7 5	0,223 2	8,0	15,0	1,5 %

Tableau 2 : futaie régulière, classes d'âges de surfaces 1 hectare

Classe d'âges	Effectifs	Volume m^3	Volume éclaircie m^3/an	d moyen cm
0 à 12 ans	172 7	17	0,3	1,9
12 à 24	144 5	70	1,0	5,9
24 à 36	120 8	140	2,1	9,9
36 à 48	101 1	217	3,2	13,9
48 à 60	845	292	4,3	17,9
60 à 72	707	361	5,4	21,9
72 à 84	592	421	6,3	25,9
84 à 96	495	469	7,0	29,9
96 à 108	414	506	7,5	33,9
108 à 120	346	531	7,9	37,9
Totaux	879 0	302 4	45,0	

Tableau 3 : futaie jardinée sur 10 hectares

catégorie de diamètre	Effectifs	Volume total	N coupe finale/an	N coupe éclaircie/an	Δd mm/an	Age moyen	Effectifs Liocourt
0	1927	0	0,01	28,7	4,1	12,3	2505
5	1575	24	0,1	23,4	4,1	24,5	1791
10	1284	89	0,3	19,1	4,1	36,5	1281
15	1040	176	0,8	15,5	4,1	48,0	916
20	832	265	1,5	12,4	4,2	58,6	655
25	650	339	2,4	9,7	4,3	68,1	468
30	492	383	3,2	7,3	4,4	76,2	335
35	357	390	3,7	5,3	4,6	83,0	239
40	247	362	3,7	3,7	4,8	88,5	171
45	162	307	3,3	2,4	5,1	92,9	122
50	100	240	2,6	1,5	5,4	96,5	88
55	59	173	1,9	0,9	5,7	99,4	63
60	32	116	1,3	0,5	6,0	101,8	45
65	17	72	0,8	0,3	6,4	103,8	32
70	8	42	0,4	0,1	6,7	105,4	23
75	4	23	0,2	0,1	7,1	106,7	16
80	2	12	0,1	0,03	7,5	107,9	12
85	1	6	0,1	0,01	7,9	108,9	8
90 et +	0,5	4,5	0,04	0,00	8,3	109,7	21
Effectifs	8790		26,3	130,8	Age maximum : 120 ans		8790
Volumes		3024	45,00	45,00			3024
Valeur des produits			2001 €	638 €			

Si pour les plus petites catégories de diamètre d l'accroissement diamétral Δd varie peu, il augmente rapidement pour celles supérieures au diamètre d'exploitabilité $5\beta = 40$ cm, et tend en valeur supérieure vers l'asymptote $d/\beta c$, parce que l'âge est limité par l'âge d'exploitabilité βc .

Avantages de la "loi tronquée" par rapport à la "loi de Liocourt"

Les avantages de la loi tronquée sont de plusieurs types pour gérer une futaie jardinée.

- D'abord, elle décrit la structure d'une futaie régulière de mêmes paramètres (évolution des effectifs, diamètres moyens, volumes et accroissements par hectare par classe d'âges), ce qui permet de juger facilement la pertinence du choix des paramètres de la "loi tronquée" appliqués au peuplement jardiné.
- Ensuite, elle décrit correctement l'évolution de l'accroissement diamétral Δd et du temps de passage $t=5/\Delta d$ par catégorie de diamètre, difficilement explicable par les autres lois de répartition des effectifs par catégorie de diamètre : l'accroissement diamétral augmente et le temps de passage diminue quand le diamètre augmente comme on peut le constater sur les arbres de différents diamètres atteignant l'âge d'exploitabilité AE : $\Delta d=d/AE$ et $t=5AE/d$. La "loi de Liocourt" donne un accroissement diamétral et un temps de passage constants, car l'âge d'exploitabilité $AE=\beta c$ n'est pas limité pour cette distribution.

- Enfin, elle donne les effectifs à couper annuellement par catégorie de diamètre en distinguant ceux à prélever au titre de la coupe finale, les plus âgés, et ceux au titre des éclaircies. Sur le terrain, bien entendu, les âges ne sont pas connus en futaie jardinée, et le marteleur doit utiliser son expérience et juger l'âge d'après l'état de l'arbre, mais il restera toujours quelques arbres plus âgés que l'âge d'exploitabilité.
- Les partisans convaincus de la "loi de Liocourt" noteront que la répartition des effectifs par catégorie de diamètre donnée par la "loi tronquée" ne s'éloigne pas beaucoup de celle donnée par la "loi de Liocourt", si ce n'est que celle-là augmente les effectifs des bois moyens et réduit fortement ceux des très gros arbres.

3 – Résultats de la recherche

Les résultats ci-après illustrent les principes de la "loi tronquée" avec divers choix de critères d'aménagement et leurs effets sur les distributions en futaie régulière et futaie jardinée.

Les peuplements sont étudiés en ne modifiant qu'un critère d'aménagement pour simplifier les comparaisons et les commentaires qui les suivent.

Les tableaux se présentent sous la forme suivante :

Tableau 4 : présentation des résultats

Critère d'aménagement ↓	Les paramètres permettent de calculer les effectifs, les volumes, les coupes, la production en volume, les âges moyens et les accroissements diamétraux par catégorie de diamètre				
	M	α	β	c	$\frac{\alpha}{c}$ %
Valeurs critère	Valeurs des paramètres				Valeur
Futaie équienne	N/ha, V m ³ /ha 1 ^e classe d'âges		N/ha, V m ³ /ha 10 ^e classe d'âges		Δd = 5/c
Valeurs critère	Valeurs de N/ha et V m ³ /ha		Valeurs de N/ha et V m ³ /ha		Valeur
Futaie jardinée	N/ha total	N20/ha	d20 cm	Valeurs des coupes €/an	
Valeurs critère	Valeurs de N/ha, N20/ha et d20			Valeur	Valeur

Les informations utiles aux aménagistes sont résumées dans ces tableaux :

- Le taux de prélèvement annuel a/c ;
- l'accroissement diamétral moyen des arbres de même âge : $\Delta d = 5/c$ en mm/an ;
- les effectifs et volumes par hectare (N/ha et V m³/ha) des premières et dernières classes d'âges dont on peut déduire l'évolution approximative au cours du temps ; les largeurs des 10 classes d'âges sont de 8, 12 ou 16 ans selon l'âge d'exploitabilité (80, 120 et 160 ans) ;
- l'effectif total par hectare tous diamètres N/ha, et celui des arbres de 20 cm et plus N20/ha, d'où l'on déduit par soustraction l'effectif des arbres de moins de 20 cm, donc la densité de la régénération ;
- enfin le diamètre moyen des arbres de 20 cm et plus, d20 cm, qui indique globalement la répartition des effectifs par catégorie de diamètre.

Les figures illustrent d'autres aspects du peuplement utiles aux aménagistes : volume par hectare en fonction de l'âge et des catégories de diamètre, accroissements diamétraux par catégorie de diamètre.

3.1 - Structure et évolution du peuplement en fonction du diamètre d'exploitabilité

- La production par hectare est de 9 m³/ha/an dans tous les cas.
- L'âge d'exploitabilité est 120 ans.
- Le taux global d'éclaircie est de 50%.
- **Les diamètres d'exploitabilité sont de 30, 40 et 50 cm.**

Tableau 5 : diamètre d'exploitabilité varié

Diamètre d'exploitabilité	Paramètres				
	M	α	β	c	α/c %
30 cm	1875	0,2929	6	20	1,50%
40 cm	1056	0,2232	8	15	1,50%
50 cm	671	0,1805	10	12	1,50%
Futaie équienne Figure 1a	N/ha 1 ^e classe d'âges	$V m^3/ha$ 1 ^e classe d'âges	N/ha 10 ^e classe d'âges	$V m^3/ha$ 10 ^e classe d'âges	$\Delta d = 5/c$ mm/an
30 cm	3022	20	621	531	2,5
40 cm	1727	17	346	531	3,3
50 cm	1108	15	218	531	4,2
Futaie jardinée : Figure 1b	N/ha total	$N20/ha$	$d20$ cm	Valeurs des coupes €/an	
				Coupe finale	Eclaircie
30 cm	1552	363	27,1	161	43
40 cm	879	296	30,3	200	64
50 cm	561	235	33,6	217	79

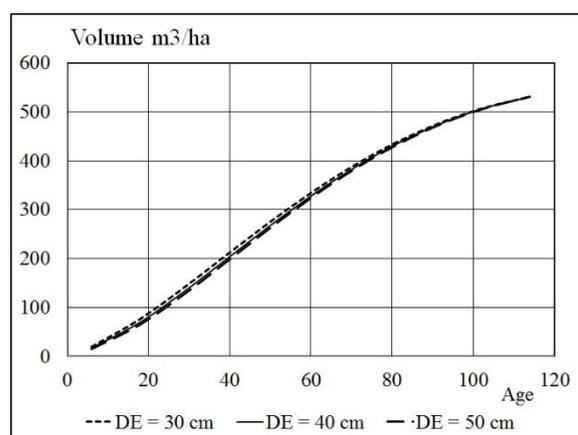


Figure 1a : diamètre d'exploitabilité varié : volumes par âge m³/ha

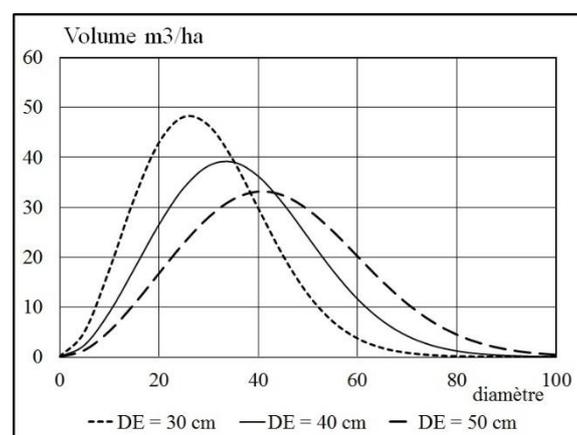


Figure 1b : diamètre d'exploitabilité varié : volumes m³/ha par diamètre

Commentaires

- Le résultat principal : Les volumes moyens par classe d'âges sont identiques.
- Les accroissements diamétraux moyens Δd sont très différents : 2,5, 3,3 et 4,2 mm/an.
- Les effectifs par classe d'âges sont très différents car il y a beaucoup de petits arbres lorsque le diamètre d'exploitabilité est faible.
- Pour un peuplement dense et un taux global d'éclaircie de 50%, on conduit le peuplement à un diamètre moyen de 30 cm à 120 ans ; avec un jeune peuplement clair et un taux global d'éclaircie de 50 %, on conduit le peuplement à un diamètre moyen de 50 cm à 120 ans.
- Les effectifs et les volumes par catégorie de diamètre sont très différents, beaucoup plus élevés pour les plus petits arbres lorsque le diamètre d'exploitabilité est plus faible.

3.2 - Structure et évolution du peuplement en fonction de l'âge d'exploitabilité

- La production par hectare est de 9 m³/ha/an dans tous les cas.
- Le taux global d'éclaircie est de 50%.
- Le diamètre d'exploitabilité est de 40 cm.
- **Les âges d'exploitabilité sont de 80 ans, 120 ans, et 160 ans.**

Tableau 6 : âge d'exploitabilité varié

Age d'exploitabilité	Paramètres				
	<i>M</i>	<i>a</i>	<i>β</i>	<i>c</i>	<i>a/c %</i>
80 ans	704	0,2232	8	10	2,23%
120 ans	1056	0,2232	8	15	1,50%
160 ans	1408	0,2232	8	20	1,10%
Futaie équiennne	<i>N/ha</i> 1 ^e classe d'âges	<i>V m³/ha</i> 1 ^e classe d'âges	<i>N/ha</i> 10 ^e classe d'âges	<i>V m³/ha</i> 10 ^e classe d'âges	$\Delta d = 5/c$ mm/an
80 ans	1151	11	231	354	5,0
120 ans	1727	17	346	531	3,3
160 ans	2303	23	462	708	2,5
Futaie jardinée : Figures 2a et 2b	<i>N/ha</i> total	<i>N20/ha</i>	<i>d20</i> cm	Valeurs des coupes €/an	
				Coupe finale	Eclaircie
80 ans	586	198	30,3	200	64
120 ans	879	296	30,3	200	64
160 ans	1172	395	30,3	200	64

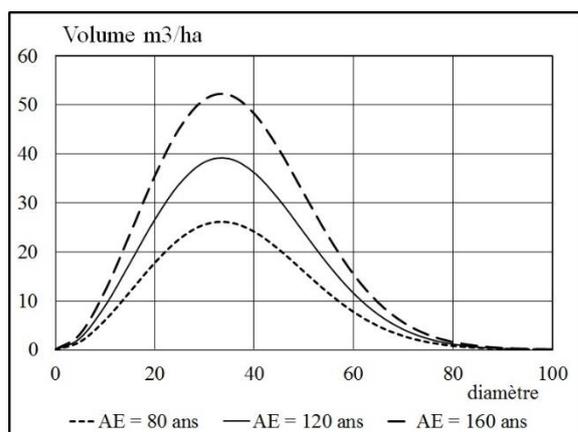


Figure 2a : âge d'exploitabilité varié : volumes m³/ha par diamètre

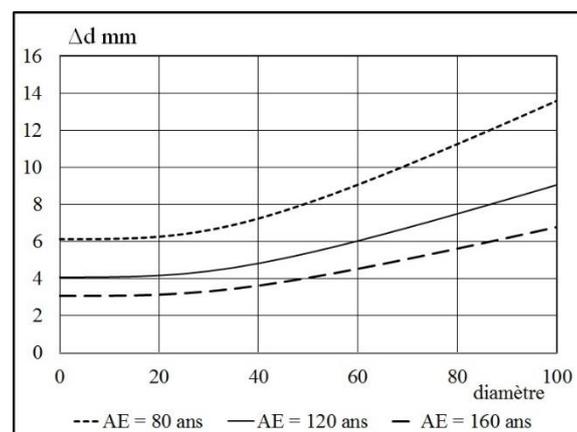


Figure 2b : âge d'exploitabilité varié : accroissement diamétral moyen par diamètre mm/an

Commentaires

- Le résultat principal : Les volumes annuels prélevés en éclaircie par catégorie de diamètre sont identiques et ceux des coupes finales le sont aussi.
- Pour un diamètre d'exploitabilité identique (50 cm) et des âges d'exploitabilité différents, les diamètres moyens sont identiques.
- Les accroissements diamétraux moyens Δd sont très différents : 5,0, 3,3 et 2,5 mm/an.
- Les valeurs du taux de prélèvement annuel, α/c (de 1,1 à 2,2 %), peuvent conduire à l'adoption de rotations de durées différentes, plus grandes pour les plus grands âges d'exploitabilité.

3.3 - Structure et évolution en fonction du taux global d'éclaircie

- La production par hectare est de 9 m³/ha/an dans tous les cas.
- L'âge d'exploitabilité est 120 ans.
- Le diamètre d'exploitabilité est de 40 cm.
- **Les taux globaux d'éclaircie sont de 25%, 50% et 75%.**

Tableau 7 : taux global d'éclaircie varié

Taux global d'éclaircie	Paramètres				
	M	α	β	c	α/c %
25%	1317	0,1008	8	15	0,6 7%
50%	1056	0,2232	8	15	1,5 0%
75%	1202	0,3985	8	15	2,6 6%
Futaie équienne	N/ha 1 ^e classe d'âges	$V m^3/ha$ 1 ^e classe d'âges	N/ha 10 ^e classe d'âges	$V m^3/ha$ 10 ^e classe d'âges	$\Delta d = 5/c$ mm/an
25%	1020	10	494	759	3,3
50%	1727	17	346	531	3,3
75%	3281	32	186	285	3,3
Futaie jardinée : Figures 3a et 3b	N/ha total	$N20/ha$	$d20$ cm	Valeurs des coupes €/an	
				Coupe finale	Eclaircie
25%	729	312	31,4	300	35
50%	879	296	30,3	200	64
75%	1152	265	28,8	100	82

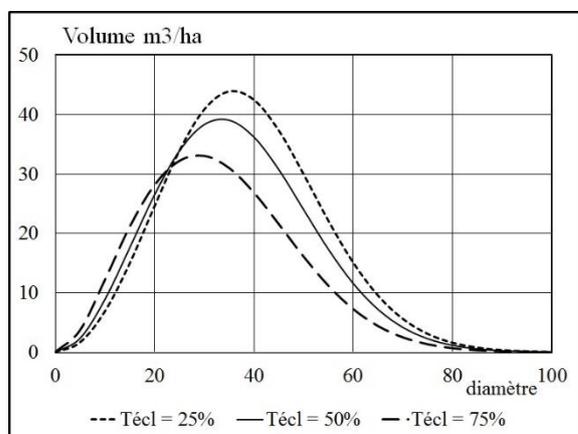
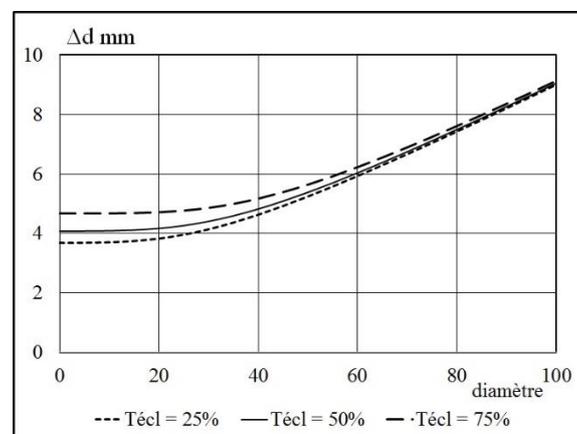
Figure 3a : taux global d'éclaircie varié : volumes m^3/ha par diamètre

Figure 3b : taux global d'éclaircie varié : accroissement diamétral moyen par diamètre mm/an

Commentaires

- Les diamètres moyens des coupes finales sont égaux, mais les volumes très différents.
- Malgré les grandes différences des taux d'éclaircie, les volumes et les accroissements diamétraux par catégorie de diamètre ne sont pas très différents. L'effet du taux d'éclaircie (qui ne semble pas pertinent – voir la remarque initiale sur les coupes) s'avère donc faible.
- Les accroissements diamétraux moyens Δd sont identiques : 3,3 mm/an.
- Les valeurs du taux de prélèvement annuel, α/c (de 0,7 à 2,7 %), peuvent conduire à l'adoption de rotations de durées différentes.

4. - Conclusion

La "loi tronquée" lie la distribution des effectifs par catégorie de diamètre aux critères d'aménagement et précise ainsi les règles de gestion. Ses hypothèses ont été choisies pour faciliter la formulation des résultats et elles ne sont pas très éloignées de la structure constatée dans les peuplements réguliers équilibrés :

- l'effectif par hectare diminue régulièrement quand l'âge augmente jusqu'à l'âge d'exploitabilité qui est l'âge maximum des arbres du peuplement ;
- l'effectif par catégorie de diamètre $d=5i$ (où i est un nombre entier et 5 la largeur des catégories de diamètre en cm) à l'âge a suit une loi de Poisson de paramètre a/c .

Outre les avantages de la "loi tronquée" cités en fin du § 2.2 pour aménager et gérer une futaie jardinée, on peut ajouter les suivants d'après les résultats précédents :

- Elle permet de comparer aisément les revenus issus de différents critères d'aménagement.
- Elle permettrait d'illustrer l'enseignement des méthodes d'aménagement :
 - la "loi tronquée" permet de traiter "dynamiquement" des exemples d'aménagement en modifiant à volonté et progressivement tel ou tel critère d'aménagement, et en s'inspirant des résultats présentés ci-dessus ;
 - La présentation pourrait utiliser le diaporama ou le cinérama pour montrer rapidement le changement des critères d'aménagement modifiés ;
 - Ce qui montrerait l'impact du choix des critères d'aménagement sur la densité du peuplement, sa structure, son évolution, le diamètre moyen des arbres, l'accroissement diamétral, la rotation des coupes et la valeur des produits récoltés.

Annexe : formulaire de la loi tronquée

$N(a)$ est l'effectif total tous diamètres à l'âge a :

$$N(a) = \left(\frac{\alpha M}{c}\right) e^{-\frac{\alpha a}{c}} \quad (1)$$

NB : Si $\alpha=0$, M prend la valeur "infini", mais αM reste fini.

$$N \text{ est l'effectif total de } 0 \text{ à } \beta c = AE \text{ ans : } N = M(1 - e^{-\alpha \beta}) \quad (2)$$

NB : Si $\alpha = 0$: $N = \alpha M \beta$ (NB : αM a une valeur finie supérieure à 0)

$N_i(a)$ est l'effectif à l'âge a dans la i^e catégorie de diamètre $5i$ cm (i est un entier positif) :

$$N_i(a) = \left(\frac{\alpha M}{c}\right) \frac{e^{-(1+\alpha)\frac{a}{c}} \left(\frac{a}{c}\right)^i}{i!} \quad (3)$$

N_i est l'effectif total tous âges, par intégration de (3), dans la i^e catégorie de diamètre $5i$:

$$N_0 = \frac{\alpha M}{(1+\alpha)} [1 - e^{-(1+\alpha)\beta}] \quad \text{pour } i=0 \quad (4)$$

$$N_i = \frac{1}{(1+\alpha)} \left[N_{i-1} - \frac{\alpha M e^{-(1+\alpha)\beta} \beta^i}{i!} \right] \quad \text{pour } i>0 \quad (5)$$

Accroissement diamétral moyen Δd_i en cm/an de la catégorie de diamètre $5i$:

$$\Delta d_i = 5 \frac{N_{i-1}}{c N_i} \quad \text{pour } i>0, \quad \text{et} \quad \Delta d_0 = 5 \frac{1+\alpha}{c} \quad \text{pour } i=0 \quad (6)$$

Age moyen des arbres de la catégorie de diamètre $5i$ cm :

$$a_i = c(i+1) \frac{N_{i+1}}{N_i} \leq \beta c \quad (7)$$

L'accroissement diamétral moyen $\Delta d(a)$ des arbres de même âge de tous diamètres est égal à $5/c$ cm/an = DE/AE (AE =âge d'exploitabilité ; DE diamètre moyen des arbres d'âge AE).

Le diamètre moyen $d(a)$ en cm des arbres de même âge est :

$$d(a) = 5a/c \quad (8)$$

La coupe annuelle d'éclaircie NC_i dans la catégorie de diamètre $5i$ cm est :

$$NC_i = (1 - e^{-a/c}) N_i \cong a/c N_i \quad (9)$$

La coupe finale annuelle NF_i dans la catégorie de diamètre $5i$ cm est :

$$NF_i = N_i(\beta c) \quad (10)$$

Références bibliographiques

- Assman, E. 1970. - *The principles of Forest Yield Study*. Pergamon Press, Oxford, 506 p.
- Chevrou, R. B., Guéro, M-C., Houllier, F., 1988. - *Utilisation des résultats et des données brutes de l'Inventaire Forestier National*. Service de l'Inventaire Forestier National, 187 p.
- Chevrou, R. B. 1990 a. - *La loi tronquée de De Liocourt*. Ann. Sci. For. 47(3) : 229-239.
- Chevrou R. B. 1990 b. - *De Liocourt law and the truncated law*. - Canadian Journal of Forest Research. vol. 20. pp. 1933-1946.
- Chevrou, R. B. 1992. - *La loi de De Liocourt et la loi tronquée*. Schweiz. Z. Forstwes. 143 (1992) 3 : 219-236.
- Chevrou, R. B. 2013. - *Application de la loi tronquée pour la gestion des peuplements forestiers*. Rev. For. Fr. LXV -1-2013 : 69-82.
- De Liocourt, F. 1898. - *De l'aménagement des sapinières*. Bulletin trimestriel de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort (juillet) : 396-409. Texte disponible sur le site : http://infodoc.agroparistech.fr/index.php?lvl=author_see&id=64140
- De Liocourt, F. 1900. - *Sapinières*. Manuscrit non publié. Texte disponible sur le site : http://infodoc.agroparistech.fr/index.php?lvl=author_see&id=64140
- Dulieu, H. 2016. - *Un mystère éclairci : lecture, analyse et commentaires sur le manuscrit de 1900 de De Liocourt*. Bull. Soc. For. Franche-Comté. **480**, 49-63.

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