

**COMPTES RENDUS  
DE L'ACADÉMIE  
D'AGRICULTURE DE FRANCE**

**SÉANCE SOLENNELLE DE RENTRÉE**

**LA POLITIQUE AGRICOLE ET ALIMENTAIRE AMÉRICAINE :  
QUELS ENSEIGNEMENTS POUR LA PAC ?**

**QUAND LES PLANTES MANQUENT D'EAU**

**LES SYSTÈMES ÉCONOMES EN PESTICIDES**

**CLIMAT ET SOCIÉTÉ : ÉVOLUTIONS ET CRISES**

**DES SOLS FORESTIERS DURABLES POUR UNE GESTION FORESTIÈRE  
DURABLE**

**SECTEUR FORÊT-BOIS EN EUROPE**

**TIC, ROBOTIQUE ET TÉLÉDÉTECTION EN AGRICULTURE**



# SOMMAIRE

## SÉANCES D'OCTOBRE À DÉCEMBRE 2014

---

- 3 **SÉANCE SOLENNELLE DE RENTRÉE À L'APCA**  
(1<sup>er</sup> octobre 2014)  
Rapport de Monsieur **Gérard Tendron** sur les travaux de l'Académie d'Agriculture de France.  
Discours de Monsieur **Jean-Marc Boussard**, Président de l'Académie.  
Proclamation des récompenses (Prix et Médailles) de l'Académie et de la Fondation Xavier-Bernard. Bourses Dufrenoy–Crédit agricole d'Ile-de-France mécénat.
- 31 **LA POLITIQUE AGRICOLE ET ALIMENTAIRE AMÉRICAINE : QUELS ENSEIGNEMENTS POUR LA PAC ?**  
Séance animée par **Gilles Bazin** et **André Neveu** (8 octobre 2014)  
L'assurance chiffre d'affaires et les aides contractuelles, par **Jean-Christophe Debar**.  
La politique alimentaire des États-Unis : un lien fort et original avec la politique agricole, par **Sophie Devienne**.  
La politique agricole des États-Unis : quels enseignements pour l'Union européenne, par **Jean-Christophe Kroll**.
- 55 **QUAND LES PLANTES MANQUENT D'EAU : ÉCOPHYSIOLOGIE ET PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION**  
Séance animée par **Bernard Itier** (5 novembre 2014)  
Quelles stratégies agronomiques pour une gestion optimale de la ressource en eau du sol en système pluvial, par **Julie Constantin**, **Philippe Debaeke** et **Magali Willaume**.  
Améliorer la durabilité des systèmes de culture tropicaux : cas des systèmes fondés sur l'agriculture de conservation pour une gestion appropriée de la ressource en eau, par **Florent Maraux** et **Éric Scopel**.  
Plasticité fonctionnelle et adaptation au changement climatique : le cas des systèmes agroforestiers méditerranéens, par **Christian Dupraz** et **Marie Gosme**.
- SÉANCE LIBRE**  
(12 novembre 2014) – Aucun texte ne nous a été adressé.  
Agriculture, alimentation et territoires : la politique du ministère de l'Agriculture, par **Catherine Geslain-Lanéelle**.  
Présentation des principales conclusions du dernier rapport du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), par **Katia Laval**.
- 31 **LES SYSTÈMES ÉCONOMES EN PESTICIDES : OUTILS ET RÉALITÉS DE TERRAIN**  
Séance animée par **Catherine Regnault-Roger** et **Antoine Messéan** (19 novembre 2014)  
Plan Ecophyto : orientations, objectifs et bilans des actions menées, par **Emmanuelle Soubeyran**.  
FERMEcophyto, réseau des coopératives : de la réduction d'intrants à la double performance, par **Antoine Poupert**.  
Alternatives agro-environnementales pour préserver notre potentiel agricole, par **Benoît Collard**

- 71 **CLIMAT ET SOCIÉTÉ : ÉVOLUTIONS ET CRISES**  
Séance animée par **Alain Perrier** (26 novembre 2014)  
Crises agricoles et crises de subsistance en France depuis la fin du Moyen-Âge jusqu'à l'époque moderne : Histoire du climat, par **Emmanuel Leroy-Ladurie**.  
L'« effondrement » de la civilisation maya, par **Paul Vialle**.  
Crises écologiques, rétroactions sur les sociétés et leur environnement, par **Denis Couvet**.
- 85 **DES SOLS FORESTIERS DURABLES POUR UNE GESTION FORESTIÈRE DURABLE**  
Séance animée par **Jacques Ranger** (3 décembre 2014)  
Les stations forestières : historique et actualité du concept ; pertinence pour les aménagements durables, par **Jean-Luc Dupouey**.  
Les leçons des dépérissements forestiers des années 80 - la surveillance des écosystèmes et les problèmes d'acidification des sols., par **Guy Landmann**.  
Fertilité des sols forestiers - intérêt de la Fertilisation et des Amendements dans la foresterie moderne ?, par **Arnaud Legout**.
- 91 **LE SECTEUR FORÊT-BOIS EN EUROPE S'ORGANISE : OBJECTIFS, AVANCÉES, PERSPECTIVES**  
Séance animée par **Yves Birot** ((10 décembre 2014)  
Aperçu sur le secteur-forêt-bois en Europe, par Christopher Prins  
La nouvelle stratégie de l'Union européenne sur la forêt, par **María Gafo Gómez-Zamalloa**.  
Le processus forestier pan-européen « Forest Europe » : vers un accord juridiquement contraignant sur les forêts ? par **Christine Farcy**.  
Les instruments de l'intégration des acteurs (propriétaires, industrie, science et technologie) tournés vers la recherche et l'innovation : « la plateforme technologique européenne » et les initiatives en cours, par **Andreas Kleinschmit Von Lengefeld**.
- 97 **TIC, ROBOTIQUE ET TÉLÉDÉTECTION EN AGRICULTURE : LES ÉVOLUTIONS RÉCENTES**  
Séance animée par **Bernard Le Buanec** et **Patrice Desmarest**  
Les utilisations du GPS en agriculture, par **Caroline Desbourdes**.  
La robotique en agriculture : de la fiction à la réalité, par **Ludovic Vimond**.  
La télédétection au vignoble, par **Bruno Tisseyre**.
- 121 **Analyses d'ouvrages**
- 125 **Vie de l'Académie**

## **SÉANCE SOLENNELLE**

**à l'Assemblée permanente des Chambres d'agriculture (APCA)**

**9 avenue George V 75008 Paris**

Sous la présidence de

Monsieur le Ministre de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche,  
de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire

Mercredi 1<sup>er</sup> octobre 2014

---



## **RAPPORT DE M. GÉRARD TENDRON SECRETAIRE PERPETUEL DE L'ACADÉMIE**

### **Les travaux de l'Académie d'agriculture de France au cours de l'année 2013-2014 et les perspectives pour l'année 2014-2015**

L'année académique 2013-2014 a été marquée par la mise en œuvre du programme de travail arrêté par la Commission des programmes et par la poursuite de deux chantiers importants :

- la création d'outils de communication plus performants ;
- la révision de nos statuts et de notre règlement intérieur.

Ce sont ces trois points qui constitueront l'essentiel du compte-rendu d'activités de l'Académie d'agriculture, que je vais vous présenter. Dans une seconde partie j'évoquerai les perspectives pour 2014-2015.

#### **A. Les activités de l'Académie en 2013-2014**

##### **1. Le programme de travail**

Les réflexions engagées à l'occasion de la révision des statuts de l'Académie sur le rôle qu'elle doit jouer, ont conduit à afficher clairement une priorité : **l'Académie d'agriculture de France se positionne à l'interface de la science et de la société, avec pour mandat d'éclairer les citoyens et les décideurs sur les évolutions actuelles et futures dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement.**

L'élaboration collective d'un programme de travail, actualisé chaque année, répond à trois préoccupations :

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

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

Quatre thématiques principales ont mobilisé les réflexions de l'Académie.

- **Produire mieux et plus pour nourrir les hommes**
- **Adapter la gestion des écosystèmes agricoles et forestiers pour accompagner les changements globaux**
- **Intégrer les politiques agricoles, environnementales et territoriales**
- **Contribuer au débat sur « Innovations et acceptabilité sociale »**

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

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

Il a guidé le choix des séances publiques, autour des thématiques principales retenues.

## **2. Les séances publiques**

Entre octobre 2013 et juin 2014, trente séances publiques ont été organisées dont trois séances inter-académiques, ainsi que deux séances libres.

J'en citerai quelques unes afin d'illustrer la variété des thèmes abordés :

### **2.1. Produire mieux et plus pour nourrir les hommes**

- Les risques et les maladies professionnelles chez les agriculteurs,  
*Séance co-organisée avec l'Académie nationale de Médecine*
- Les échanges agro-alimentaires internationaux,
- Les agricultures familiales,
- Les systèmes de culture innovants,
- Les traitements thermiques et la qualité des aliments,
- La qualité des aliments d'origine animale,
- L'agriculture de précision.

### **2.2. Adapter la gestion des écosystèmes agricoles et forestiers aux changements globaux**

- Le froid et développement durable,
- L'adaptation des écosystèmes forestiers à un environnement changeant,
- Les insectes ravageurs en agriculture et les méthodes innovantes pour leur maîtrise,
- L'industrie du papier dans le contexte d'une économie bio-sourcée.

### **2.3. Intégrer les politiques agricoles, environnementales et territoriales**

- Future PAC et loi d'avenir agricole,
- Méthodes de compensation écologique,
- Prairies, environnement et territoires,
- Les systèmes alimentaires territorialisés,
- Des actions pour soutenir des agricultures et des forêts périurbaines vivantes.

### **2.4. Contribuer au débat sur « Innovations et acceptabilité sociale »**

- Parmentier : la Science au service du Bien public,  
*Séance inter-académique organisée par les académies des Sciences, de Pharmacie et d'Agriculture, à l'occasion du bicentenaire de la mort d'Antoine-Augustin Parmentier*
- Les plantes génétiquement modifiées,  
*Séance organisée avec l'Académie des Sciences et l'Académie des Technologies*
- Éthique et bien-être animal en élevage,
- Notre alimentation est-elle faite de produits naturels ?
- Science et société : mots et postures du dialogue.



### 3. Les travaux des sections

L'Académie est organisée en dix sections thématiques

- 1- Productions végétales
- 2- Bois et filière bois
- 3- Productions animales
- 4- Sciences humaines et sociales
- 5- Interactions milieux-êtres vivants
- 6- Sciences de la vie
- 7- Environnement et territoires
- 8- Alimentation humaine
- 9- Agrofournitures
- 10- Économie et politique

Les sections ont conduit des réflexions internes en associant souvent des intervenants extérieurs sur des sujets d'actualité de leur domaine de compétences. Cela leur a permis de préparer et d'organiser des séances publiques, de proposer des avis et des rapports publiés sur le site Internet de l'Académie. Les sections se sont largement investies dans les groupes de travail transversaux. Conformément à leurs attributions, elles proposent des récompenses (prix scientifiques et médailles), notamment pour des travaux de recherche, d'administration de la recherche ou des mémoires de fin d'études, ainsi que des bourses de recherche. Elles participent à la préparation du recrutement de nouveaux membres en vue des élections annuelles, afin de pourvoir à la vacance de membres titulaires ou de correspondants nationaux, français et étrangers.

Parmi les thèmes particuliers abordés dans les sections au cours de l'année académique 2013-2014, peuvent être cités notamment:

#### – Produire mieux et plus pour nourrir les hommes

- L'agroécologie et la gestion des contaminants naturels de l'aliment
- L'évolution des rendements des plantes cultivées dans le monde
- L'économie des forêts de plantation
- Les contrats d'approvisionnement en bois
- La sélection génomique et l'élevage
- Les outils scientifiques de la sélection équine
- L'évolution des métiers de l'élevage
- Le rôle des productions aquatiques dans l'alimentation
- Les choix alimentaires des consommateurs, le gaspillage
- Les industries agricoles et alimentaires
- L'innovation dans les agroéquipements

#### – Adapter la gestion des écosystèmes agricoles et forestiers pour accompagner les changements globaux

- Stratégies d'adaptation de la gestion forestière aux changements globaux
- Développement d'une bio-économie à base de bois : énergie, matériaux, chimie verte
- Méthodes bio-intensives de protection des plantes
- Evolution du climat : incertitudes et crises

#### – Intégrer les politiques agricoles, environnementales et territoriales

- La filière lait dans le Grand Ouest,
- L'agriculture et les industries agroalimentaires en Bretagne,
- Stratégies territoriales pour un développement soutenable,
- Les espaces agricoles et les espaces naturels,
- Les normes.

---

– **Contribuer au débat sur « Innovations et acceptabilité sociale »**

- La médiation scientifique pour un partage des connaissances,
- Les plantes génétiquement modifiées,
- Le projet de directive sur le clonage animal,
- Principe de précaution et principe d'innovation.

**4. Les colloques et les conférences**

Un colloque et quatre conférences ont été organisés, sous le vocable général « Aux frontières de la connaissance » :

- À la découverte des écosystèmes marins : colloque organisé en liaison avec l'Académie des Sciences,
- Le microbiote intestinal chez les animaux d'élevage,
- La nutrition minérale de la plante,
- Agroécologie et caractérisation du microbiote des sols,
- Epigénétique et sélection des animaux d'élevage.

Par ailleurs, en liaison avec l'ambassade des États-Unis et l'université du Colorado, une conférence a été organisée sur le thème : « Agriculture durable aux USA : allier préservation de l'environnement, innovation et rentabilité économique ».

**5. Les travaux des groupes de réflexion et de proposition**

Dix-sept groupes de travail sont actuellement constitués. Certains sont internes à une section, mais la majorité mobilise plusieurs sections, enfin certains sont inter-académiques et intègrent des personnalités extérieures à l'Académie. Ils conduisent des réflexions qui aboutissent généralement à la publication de rapports, d'avis, d'ouvrages ou à l'organisation de séances publiques.

– **Les groupes thématiques**

- Eau et sécheresse
- Agriculture biologique
- Agricultures et forêts périurbaines
- Plantes génétiquement modifiées
- Animal et éthique
- Potentiels de la science pour une agriculture durable
- Politique agricole commune
- Principe de précaution
- Méthodes bio-intensives de protection des plantes
- Agriculture, filières et sécurité alimentaire
- Relations Académie/Enseignement supérieur agronomique
- International
- Produits biosourcés et chimie végétale

- **Les groupes liés au fonctionnement de l'Académie :**

- Modernisation du site Internet,
- Statuts et règlement intérieur,
- Communication,
- Sorties et manifestations.

## 6. Les outils de communication

**Les Comptes Rendus de l'Académie** constituaient jusqu'alors le principal vecteur de communication, sur support papier et informatique, de notre Compagnie. Il a été décidé de mettre un terme, à la fin de l'année 2013, à la publication papier des Comptes Rendus, à l'exception de quelques exemplaires destinés à l'archivage, et de les publier uniquement sur le site Internet de l'Académie.

Ces comptes rendus sous forme électronique continueront à être référencés par année et volume.

Par ailleurs, la collection complète des Comptes Rendus de l'Académie, depuis sa création en 1761, a été confiée à la Bibliothèque nationale de France qui les numérise afin de les rendre accessibles au public sur son site Gallica. Elles sont téléchargeables à partir du site de l'Académie.

**La Revue de l'Académie**, dont les quatre premiers numéros ont paru, est dorénavant la seule publication sur support papier de notre Compagnie. Revue de prestige, publiée trois fois par an, elle est destinée à faire connaître à l'extérieur les travaux et les activités de l'Académie. Elle est adressée gratuitement à tous les partenaires que l'Académie souhaite sensibiliser à ses travaux, ainsi qu'aux membres de l'Académie. Afin d'assurer le financement intégral de son édition et de son routage, elle comporte du publi-rédactionnel et de la publicité.

**La Lettre de l'Académie**, vecteur de communication interne, était jusqu'alors publiée trimestriellement. Elle a été remplacée depuis février 2014 par une lettre d'information nouvelle, illustrée et en couleurs, diffusée uniquement via Internet, tous les deux mois.

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

**Le site Internet** a été entièrement redessiné et est opérationnel dans sa nouvelle configuration depuis la fin de l'année 2013. Il facilite les échanges au sein de l'Académie, notamment au sein des sections et des groupes de travail. Il permet aussi de diffuser de l'information et des avis hors de l'Académie pour contribuer à sa notoriété et justifier ainsi son utilité sociale en direction des institutions, des enseignants, des organismes agricoles et des medias. A ce titre, je veux signaler la mise sur le site d'une trentaine de contributions d'académiciens de différentes sections, réunis en groupe de travail concernant les potentiels de la science pour l'avenir de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement ; d'une vingtaine de rapports sur les plantes génétiquement modifiées, issus des travaux du groupe de travail ; d'une vingtaine de fiches, première étape d'un ouvrage en cours de réalisation par la section « Forêts », sous le titre « La forêt et le bois en 100 questions ».

Par ailleurs, il convient de rappeler que les séances publiques hebdomadaires de l'Académie sont dorénavant filmées et accessibles en direct sur le site Internet dans la rubrique « Séances » et en différé dans la rubrique « Séances/séances archivées ».

## 7. Sorties et visites

Des sorties et des visites sont organisées et suivies par des confrères intéressés par une bonne connaissance des entreprises et des organismes partenaires de la recherche et de l'enseignement. Elles permettent également de mieux faire connaître à des acteurs extérieurs, notre Compagnie et ses travaux.

Au cours de l'année 2013-2014, six visites ont été organisées :

- Les fermiers de Loué;
- Les lacs de la forêt d'Orient;
- L'école nationale vétérinaire de Maisons-Alfort;
- La ferme de la Tremblaye à La Boissière l'Ecole (78);
- L'arboretum national des Barres à Nogent-sur-Vernisson (45) ;
- La station de recherche Arvalis à Boigneville (91).

## 8. La révision des statuts et du règlement intérieur de l'Académie

Les statuts et le règlement intérieur de notre Compagnie avaient été modifiés il y a vingt ans. Par bien des aspects, ils méritaient d'être révisés afin de répondre à nos préoccupations actuelles. L'objectif était de clarifier le fonctionnement de l'Académie, de définir plus précisément ses instances de gouvernance et de préciser les modalités de réalisation de ses missions, d'élaboration et de diffusion de ses rapports et de ses avis, dans le respect de principes déontologiques. Un décret du Président de la République en date du 4 juin 2014 a approuvé ces nouveaux statuts.

Les principales modifications apportées aux statuts concernent :

- la définition des missions de l'Académie, qui a été complétée et précisée;
- l'abaissement de l'âge de l'éméritat et de l'honorariat de quatre vingt à soixante quinze ans, afin de permettre un rajeunissement et une féminisation accrue de la Compagnie;
- le rôle accru donné à la Commission académique, comme instance première de gouvernance de l'Académie ; deux autres commissions ayant un rôle décisionnel : la Commission des finances et la Commission des programmes;
- l'accomplissement des missions dans le respect de principes déontologiques.

Le nouveau règlement intérieur sera soumis au vote des académiciens lors d'une séance plénière le 5 novembre prochain.

## 9. Les finances et les moyens

Les finances de l'Académie sont très contraintes.

L'augmentation des salaires et des charges de personnel, et le renchérissement des dépenses de fonctionnement, exigent de limiter strictement les moyens de fonctionnement : toutes les activités conduites par les académiciens sont bénévoles et même leurs frais de déplacement restent à leur charge.

Les ressources propres de l'Académie proviennent principalement de la vente des publications, des ventes de bois et revenus des baux de chasse des forêts d'Harcourt et du Boulay Morin, et de la location des salles de réunion. A ces ressources très limitées, s'ajoutent la dotation du ministère de l'Agriculture (malheureusement non revalorisée depuis vingt ans) et divers dons et subventions, en espèces ou en nature, venant de la Caisse nationale de Crédit agricole, de GROUPAMA, de l'APCA, de l'Association des Amis de l'Académie d'agriculture de France, ainsi que d'autres organismes en remboursement partiel ou total pour services rendus, comme l'INRA, la Fondation Xavier Bernard, et la Fédération nationale du Crédit mutuel et rural. L'Académie, tient à remercier tous ces partenaires pour la fidélité de leur soutien, et pour la confiance qu'ils lui manifestent ainsi.

Je veux aussi mettre l'accent sur un nouveau partenariat avec « Crédit agricole d'Ile-de-France Mécénat, fonds de dotation dédié au mécénat, créé par la Caisse régionale de Crédit agricole mutuel de Paris et d'Ile-de-France. Aux termes d'une convention signée le 10 septembre dernier, le mécène a effectué un don de 76 000 € à l'Académie. Il est convenu de l'affécter à hauteur de 45 000 € pour alimenter les bourses Dufrenoy, à raison de 9 000 € par an pendant cinq ans, et à hauteur de 31 000 € à la sauvegarde et à la mise en valeur des archives, documents et objets remarquables de l'Académie, (aujourd'hui conservés à la cave ou au coffre), grâce à l'installation de meubles-bibliothèques sécurisés à l'étage et d'une vitrine dans la montée de l'escalier d'honneur.

En contrepartie, l'Académie s'est engagée à faire connaître cette opération de mécénat, à associer le nom du mécène aux bourses Dufrenoy, à mettre à disposition du mécène des espaces au siège de l'Académie pour des réunions internes et des opérations de relations publiques.

L'Académie se doit de trouver de nouvelles ressources, au moins pour assurer durablement la couverture de son fonctionnement et préserver son capital, mais aussi pour être en mesure de financer des actions contribuant à améliorer sa visibilité et sa notoriété, ainsi que pour entretenir et améliorer l'immeuble de la rue de Bellechasse.

## **B. Les perspectives pour 2014-2015**

### **1. L'actualisation du programme de travail**

Les quatre thématiques retenues sont les mêmes que l'an dernier. Ce choix a été guidé par les enjeux de société qu'elles représentent et la volonté de notre Académie d'apporter sa contribution et ses éclairages aux débats.

#### **1.1 Produire mieux et plus pour nourrir les hommes**

L'accent sera mis en 2014-2015 sur deux grands thèmes : les sols dans le cadre de l'année internationale des sols et les perspectives en terme de réduction des pollutions liées aux phytosanitaires.

#### **1.2 Adapter la gestion des écosystèmes agricoles et forestiers aux changements globaux**

Ce thème sera abordé sous l'angle des perspectives en agriculture, en sylviculture et élevage autour de plusieurs sujets :

- L'ancrage territorial de la production
- Les nouvelles technologies et leurs impacts
- L'évolution des systèmes de production et leur impact environnemental
- L'adaptation de la gestion forestière
- Climat et société : évolutions et crises

#### **1.3 Intégrer les politiques agricoles, environnementales et territoriales**

Les travaux seront poursuivis dans plusieurs domaines déjà évoqués, notamment :

- La sécurité alimentaire
- La place des secteurs agricoles et forestiers dans la bio économie, la croissance verte et la transition écologique
- L'agroforesterie
- La surveillance biologique du territoire et la biovigilance
- Les schémas régionaux de cohérence écologique
- La rémunération des services environnementaux rendus par la forêt
- Les stratégies territoriales : à ce titre, je veux rappeler que l'Académie d'agriculture organise les 14 et 15 octobre prochain à Rennes un colloque sur le thème du développement durable de Rennes Métropole et de la place de l'agriculture. Il se tiendra sur le site d'Agrocampus avec la participation de l'INRA, de l'Académie des technologies, des élus, des enseignants chercheurs et bien sûr des académiciens à l'origine de cette initiative, comparable au colloque organisé à Toulouse en 2012.

#### **1.4 Contribuer au débat sur « Innovations et acceptabilité sociale »**

Cette thématique sera abordée sous l'angle « agriculture et société ».

Un enjeu fort pour l'Académie est donc d'analyser les blocages de la société et, par des éclairages appropriés, de réhabiliter l'image environnementale de l'agriculture et de restaurer une vision positive de l'élevage. Seront abordés en particulier :

- L'acceptabilité sociale des innovations à finalité agricole

- La sécurité des aliments
- Le bien-être animal
- La représentation du monde rural

## 2. Rayonnement de l'Académie

L'Académie a mené en 2013 une réflexion sur son rôle et son rayonnement dans la société actuelle. Elle poursuivra en 2014-2015 les réflexions entamées depuis 2012 autour de quatre grands objectifs :

- Susciter une meilleure implication des membres étrangers de notre Académie à ses travaux.
- Rajeunir et féminiser l'Académie par des recrutements adaptés, grâce à l'abaissement de l'âge de l'éméritat et de l'honorariat.
- Mieux faire connaître l'Académie et ses travaux auprès des jeunes, notamment dans les grandes écoles relevant de l'Enseignement agricole.
- Faire reconnaître les capacités d'expertise de l'Académie auprès des instances ministérielles ou juridiques.
- Participer à l'exposition universelle de Milan en 2015 dont le thème « nourrir la planète, énergie pour la vie » correspond aux préoccupations de l'Académie.

Voilà, Mesdames et messieurs, rapidement brossés les travaux conduits au sein de notre compagnie et nos projets pour les mois qui viennent. Ils témoignent de l'activité soutenue de l'Académie et de l'engagement de ses membres dans les sections et les groupes de travail pour conduire des réflexions approfondies dans ses domaines de compétence

L'Académie est plus que jamais un lieu de débat, de discussion, voire même de confrontation entre scientifiques, acteurs économiques et société civile. Elle joue le rôle de laboratoire d'idées. Elle est productrice d'analyses objectives et de synthèses, assises sur les connaissances scientifiques les plus solides, afin d'éclairer les citoyens et les décideurs sur les évolutions actuelles et futures de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement.

Paris, le 1<sup>er</sup> octobre 2014

Le Secrétaire perpétuel

A blue ink signature, appearing to be 'G. Tendron', written over a horizontal line.

Gérard Tendron

## INTERVENTION DE JEAN-MARC BOUSSARD

### Président de l'Académie

#### LA PLACE DE L'AGRICULTURE DANS L'ÉCONOMIE NATIONALE ET LE DÉVELOPPEMENT

Une personnalité du monde politico-médiatique à qui je fus récemment présenté comme « le président de l'AAF » m'accueillit aimablement par ces mots : « félicitations, monsieur. Vous avez une influence bien supérieure à votre poids dans l'économie ».

Je fus assez choqué de ce compliment : D'abord, il sous entendait que l'Académie ou moi-même cherchions par tous les moyens à donner à l'agriculture ou à l'agro-alimentaire un poids (politique ?) plus important qu'il ne devrait. Je ne pense pas que nous l'ayons jamais fait, du moins consciemment. En tout cas, ce n'est sûrement pas dans nos objectifs !

Par ailleurs, on pouvait se demander pourquoi cette référence à « l'économie » (je suppose le revenu national). Cela revient à dire que le prix du moment est la mesure de la valeur intrinsèque et de l'utilité de toute chose. Or on sait bien, depuis Adam Smith, que ce n'est pas vrai : par exemple, un diamant coûte beaucoup plus cher qu'un m<sup>3</sup> d'eau. Et cependant on peut très bien se passer de diamant, et pas d'eau... Peut-être, l'alimentation, comme l'eau, ne coûte pas très cher, ce qui ne veut pas dire que l'utilité de ces denrées soit faible. En l'espèce, une bonne petite guerre, ou une grande épiphytie pourraient très bien conduire à revoir la question du « poids de l'agriculture dans l'économie ».

Enfin et surtout, la question se posait de savoir pourquoi nous nous serions engagés dans cette voie de la promotion de l'agriculture à la manière d'un « lobby ». Quoique cela n'ait pas été dit, l'idée, ici, était assez claire, et correspondait à une croyance hélas très répandue : les « lobbies agricoles », depuis de nombreuses années, auraient été des organisations extrêmement efficaces pour extorquer des avantages indus à leurs concitoyens. Il conviendrait par conséquent de réduire ces avantages, et de rétablir une situation « normale » de l'agriculture, situation évidemment définie de façon naturelle et objective par le jeu du marché<sup>1</sup>...

Il serait évidemment absurde de reprocher aux professionnels du lobbying de diffuser des idées qui ne correspondent pas à la réalité. Dans la mesure où leur succès repose sur l'accord de l'opinion avec le message qu'ils véhiculent, ils sont bien obligés de donner à l'opinion ce qu'elle a envie d'entendre. C'est la loi du marché !

En même temps il est permis à des scientifiques – c'est même un devoir pour eux!- de ramer à contre courant et de dire ce que le public ne veut pas entendre. On sait cela depuis Galilée<sup>2</sup>... C'est dans cet esprit, je voudrais ici revenir sur la question du rôle du secteur agricole (et plus généralement « agro-

---

<sup>1</sup> Cette idée fut lancée au début des années 1960 par Olson, (*The logic of collective action*, Harvard University press, 1963), et mise en forme par un article très célèbre de Bruce Gardner : « Changing economic perspectives in the farm problem ». *Journal of Economic Literature* 30(1), 1992 : 62-101.

Elle est à la base de nombreuses politiques de « libéralisation » depuis la fin des années 80 du siècle dernier, et fut au cœur des négociations de l' « Uruguay Round », qui devait aboutir au traité de Marrakech en 1994.

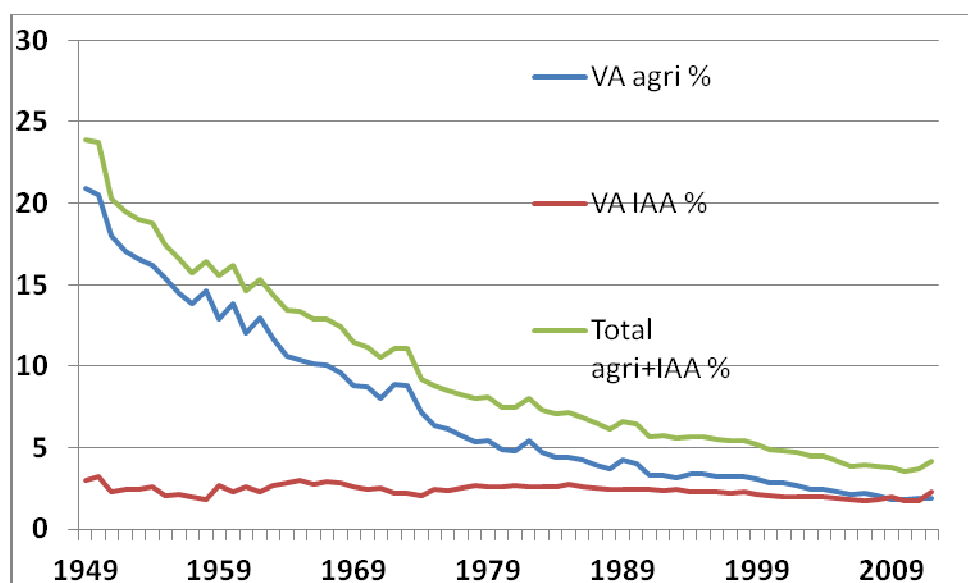
<sup>2</sup> qui proclamait contre tout sens commun que c'était la terre qui tournait autour du soleil et non l'inverse.

alimentaire ») dans l'économie, que ce soit en France ou dans les pays dits « sous développés » (parce que c'est là que le problème se pose avec le plus d'acuité).

## 1/ LES FAITS

### Les statistiques

**Figure 1**  
**Valeurs ajoutées des branches « agriculture » et « commerce alimentaire »**  
**en France de 1949 à 2012**  
 (En % de la valeur ajoutée nationale )



Sources : TES 16 et 17 branches INSEE

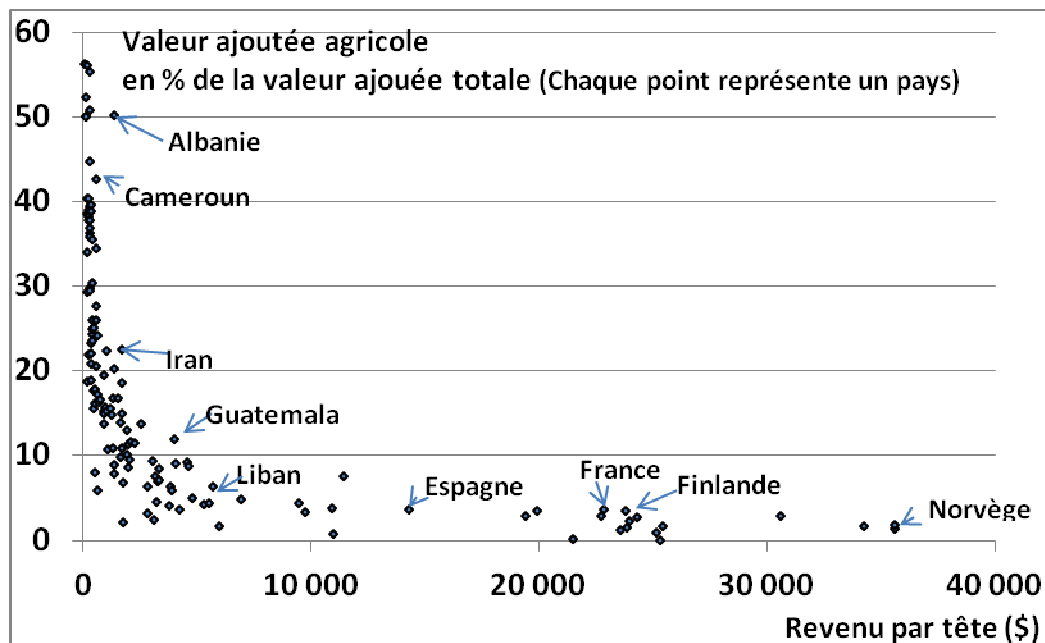
Il est vrai que la part de la valeur ajoutée agricole dans la somme des valeurs ajoutées de notre pays est en décroissance constante depuis bien longtemps (cf figure 1 pour les années récentes). Au Moyen-âge, ce que nous appelons aujourd'hui l'agriculture, représentait sans doute quelque chose de l'ordre de 90% de l'économie, fournissant non seulement l'alimentation, mais encore l'énergie, les matériaux, etc. ... Aujourd'hui, l'agriculture proprement dite ne représente plus que 2 à 5% du PIB<sup>3</sup> dans les pays développés. Si l'on s'intéresse à la chaîne alimentaire dans son ensemble, on atteint des proportions un peu plus fortes – entre 5 et 10% du PIB, mais qui restent sinon négligeables, du moins très petites.

Ces chiffres, évidemment, ne rendent pas compte des services dits «écologiques» fournis par l'agriculture. Par ailleurs, «l'agro alimentaire», de nos jours, comptabilise des services comme la préparation de plats cuisinés, qui ne passaient pas autrefois par les marchés, et n'étaient donc pas considérés comme des « productions » alors qu'ils le sont aujourd'hui. Ils sont donc très discutables. Il n'en demeure pas moins que la chute est spectaculaire.

<sup>3</sup> Le PIB, ou « Produit Intérieur Brut » mesure la somme des « valeurs ajoutées » produites par l'ensemble des agents économiques sur le territoire national.



**Figure 2**  
**Importance de l'agriculture en fonction du revenu national**  
**dans les différents pays du monde en 2001**



Sources : World Development Report 2003, table IV-2

Faut-il en conclure que les activités agricoles et alimentaires sont simplement passées de mode, comme les robes à volants et les bottines à lacets ? On n'en n'aurait plus besoin, et il serait naturel dans ces conditions que ces activités dépérissent. Ce serait oublier trois choses :

D'abord, on peut se passer de bottines à lacets comme de diamants, tandis qu'il est difficile de se passer de nourriture, comme il est difficile de se passer d'eau. La question de savoir de quelle façon produire de la nourriture peut se poser, depuis l'agriculture manuelle du paysan africain, tout à fait « bio » par nécessité (il n'a pas les moyens de s'offrir engrais et pesticides) jusqu'à la machine de Barjavel<sup>4</sup> qu'on alimente en azote, hydrogène et carbone à un bout et dont, à l'autre bout, sort un rôti délicieux). Mais la quantité de nourriture nécessaire à tout être humain ne peut se discuter qu'à la marge...

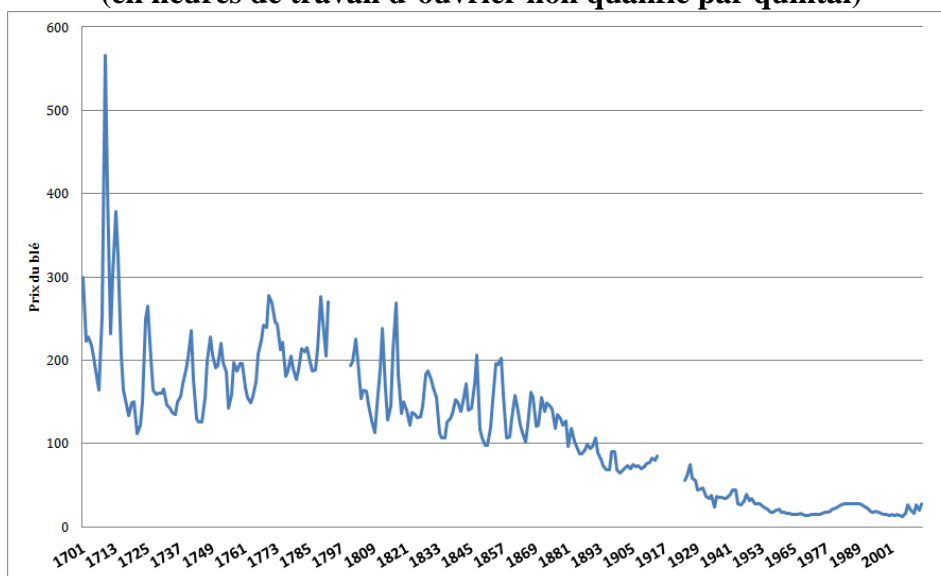
Ensuite, ce qui est vrai pour les pays développés ne l'est pas dans les pays « en voie de développement » où l'agriculture *sensu stricto* représente encore souvent entre 20 et 40% du PIB (cf figure 2).

Enfin, il faut aussi s'interroger sur l'évolution historique des prix agricoles. Ceux-ci, comme le montre la figure 3, ont fortement diminué en valeur « réelle », contrairement à la théorie qui prête aux « lobbies agricoles » la capacité de maintenir les prix alimentaires à des niveaux scandaleusement élevés.

<sup>4</sup> Cf le roman de René Barjavel (1911-1985) *Ravages*, publié en 1943, qui décrit une société hyper mécanisée. Celle-ci est ruinée par un accident fâcheux qui entraîne un épouvantable exode, au terme duquel les héros finissent par mener une vie heureuse en cultivant des oliviers en Provence de manière « naturelle ». Cette histoire s'inspire évidemment des événements de 1940, et des doctrines du maréchal Pétain. Mais on ne peut pas non plus éviter le rapprochement avec certaines idées « écologiques » contemporaines...

Figure 3

**Prix du blé au producteur en France, 1701-2012  
(en heures de travail d'ouvrier non qualifié par quintal)**



Sources : Fourastié, puis SCEES et INSEE

Tout ceci conduit à se demander quelle est l'origine de ces phénomènes apparemment contradictoires, et quelle est leur rapport avec l'évolution du monde.

### Les explications

La décroissance de la part de l'agroalimentaire dans le PIB s'explique aisément. La quantité de nourriture que peut ingérer un être humain est limitée, alors que ses besoins en produits autres que les produits alimentaires sont insatiables. Dans ces conditions, même à prix constants, quand les revenus des ménages augmentent, il est naturel que leur consommation se porte plus sur les produits non alimentaires, dont la part dans les budgets augmente par conséquent. Comme (à quelque chose près) la valeur de la production nationale est égale à la dépense, il faut bien que la part de l'agro-alimentaire diminue parallèlement. C'est aussi ce qui explique la figure 2 : dans les pays pauvres, les ménages, en moyenne, ont peu de ressources, et consacrent donc une part plus importante de leur budget à l'alimentation.

La baisse des prix, de son côté, concoure aussi à rendre la part de l'agriculture dans le revenu national plus faible qu'autrefois : à production constante, elle conduit à diminuer les recettes des agriculteurs, et donc à diminuer leur part dans le revenu national. Cependant, contrairement à la décroissance de la part de l'alimentation dans les budgets des ménages, ce phénomène de baisse des prix mérite qu'on s'y arrête. Signifie-t-il que les agriculteurs des pays pauvres du passés étaient bien meilleurs lobbyistes que ceux des pays riches modernes, et qu'ils savaient mieux que nos contemporains extorquer des avantages indus à leurs concitoyens ?

A l'évidence, la réponse est « non » : on sait bien en effet qu'aux 18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> siècles, alors que les prix agricoles étaient bien plus élevés qu'aujourd'hui, le niveau de vie des agriculteurs était parfaitement misérable. Attachés à la glèbe, ils étaient dépourvus de moyens de transports, d'hygiène, d'information, et

d'autres biens essentiels<sup>5</sup>... La situation actuelle des agriculteurs, de quelque façon qu'on la juge, est actuellement bien préférable à celle du 17<sup>ème</sup> siècle... Il faut donc admettre que la baisse des prix n'a pas été une catastrophe pour les producteurs d'aliments, et que, par ailleurs, les revenus réels des ménages non producteurs de denrées alimentaires se sont considérablement accrus. Comment expliquer de telles évolutions, *a priori* surprenantes ?

Pour le comprendre, considérons les calculs « de coin de table » mais tout de même très éclairants de Mazoyer et Roudart<sup>6</sup> : Un homme à main nue ne peut guère cultiver plus de 1 ha, capable de produire au mieux 1/2 tonne de céréales. Avec un attelage de bœufs, et un peu de fumier, il peut cultiver 10 ha et obtenir 1t/ha, soit 10 tonnes au total. Avec un tracteur de 40CV(et ce qui va avec...), on peut aller jusqu'à 100 ha à 4t/ha, soit 400 t. Enfin, avec un tracteur de 120 CV, une moissonneuse batteuse et le reste, 500 ha à 8 t/ha ne font plus peur, et donc une production de 4000 tonne par travailleur. Cela implique que pour fournir 200 kg de céréales par tête et par an à 1 million d'habitants, il fallait 400000 ha et 400000 hommes avec les techniques « traditionnelles », tandis que, avec la technique la plus moderne, il ne faut plus que 57 hommes (disons 60) et 28571 ha (disons 30000...).

Une telle hausse de la productivité entraîne deux conséquences : La première, c'est qu'il n'est plus nécessaire d'avoir des prix agricoles très élevés pour assurer un niveau de vie convenable aux agriculteurs (et aux autres agents de la filière) . Si un prix de 1 suffit pour assurer la survie des 400 000 agriculteurs traditionnels, en l'absence de changement de prix associé à l'agriculture « moderne », le pactole de 400 000 unités obtenues grâce à cette production inchangée pourra être partagé entre les soixante agriculteurs de pointe qui produiront la même chose. Leur recette individuelle sera donc multipliée par environ 6000. Il faudra certes en retirer les sommes nécessaires à l'achat des engrais et des produits phytosanitaires, de même qu'à l'amortissement des matériels, mais il est probable qu'il en restera quelque chose : et c'est bien ce « quelque chose » qui permettra, à la fois, d'abaisser les prix pour le consommateur, et d'assurer une existence très améliorée aux producteurs.

Et en même temps, cette hausse de productivité entraîne une seconde conséquence : Elle met 170 000 ha et 199°950 travailleurs à la disposition du reste de l'économie...Il est vrai que, pour être complet, il faudrait déduire de ce total au moins les effectifs des ouvriers et des ingénieurs qui ont construit le tracteur ou qui ont fabriqué les engrais. Mais même en tenant compte de tout cela, le solde reste sans doute positif. Or si ces ressources sont bien utilisées, cela devrait permettre de produire beaucoup de choses utiles à tous, même si elles ne sont pas « alimentaires » : par exemple, les 150 000 ha pourront être transformés en parc naturel, tandis que les 199970 anciens paysans pourront se reconverter dans les professions médicales... En vérité, cette migration de ressources en dehors de l'agriculture est justement la condition *sine qua non* pour qu'il soit possible de produire ces biens non alimentaires dont nous avons vu que le besoin était insatiable.

Je sais bien que des esprits chagrins vont affirmer que, en particulier pour ce qui est des ressources en travail, le fait de les « libérer » ainsi de la production agricole n'est pas forcément une bénédiction : cela va seulement créer une armée de malheureux chômeurs, qui s'ajouteront à ceux qui existent déjà... Cette idée a même été avancée pour promouvoir une « l'agriculture familiale » traditionnelle dépourvue de capital, qui aurait permis de « stocker » dans l'agriculture tous ces gens qu'on ne saurait employer utilement ailleurs.

C'est là une grossière erreur. Elle témoigne de l'incapacité de nos sociétés à utiliser les ressources mises à leur disposition, mais non d'une réalité économique indiscutable. Car enfin, si les besoins non alimentaires sont illimités, comment pouvons nous nous priver de les satisfaire au moins partiellement en employant des chômeurs ? Et sans parler des productions « de luxe » comme les voyages dans la lune pour touristes très fortunés, tant qu'il existe des misérables qui n'ont pas de quoi mener une vie décente, on ne voit pas pourquoi on n'emploierait pas des chômeurs à les soulager... On pourrait même songer à faire la guerre, ce qui, des croisades aux campagnes napoléoniennes, a souvent été un moyen de résorber les surplus de population active...

<sup>5</sup> Il est vrai que les propriétaires fonciers, eux, étaient souvent opulents, et qu'ils avaient un rôle dans la hausse des prix, ne serait-ce qu'en se portant acquéreurs, en particulier en temps de disette. Mais ce n'était pas grâce au « lobbying » que ces prix étaient élevés. C'était du fait du marché...

<sup>6</sup> Cf M. Mazoyer, et L. Roudart : *Histoire des agricultures du monde*, Le seuil, Paris 1998.

Que l'on songe par exemple à ce que les immeubles en pierre de taille construits à Paris du temps du préfet Haussmann, et dont bénéficient encore aujourd'hui les gens qui ont les moyens de se les payer, l'ont été par des paysans bretons ou auvergnats, venus à la ville « parce que l'agriculture ne les nourrissait pas ». Cependant, une fois à Paris, « l'agroalimentaire » les a bien nourrit quand même... S'ils sont partis, c'est qu'ils étaient devenus « inutiles » dans leur village d'origine, et cela, grâce au progrès technique qui débutait à l'époque<sup>7</sup>. Et leur départ a finalement été une très bonne chose puisque ces immeubles n'auraient pas pu être bâtis autrement ... on pourrait multiplier les histoires de cette sorte.

On voit par là que le progrès agricole va de pair avec ce qu'on appelle le « développement », c'est-à-dire l'augmentation des quantités globales de biens et de services de toute sorte mis à la disposition des consommateurs. L'un ne saurait exister sans l'autre. Il est donc assez vain de les opposer. La baisse des prix agricoles, l'augmentation des quantités de capital utilisées dans l'agriculture et la baisse de la part de l'agriculture dans le revenu national sont des nécessités, qui ne sont nullement contradictoire, bien au contraire, avec une prospérité accrue tant des agriculteurs que des autres citoyens. Et, bien sûr, cela n'implique pas que l'agriculture et l'agro-alimentaire soient des activités « inutiles », ou « passées de mode ».

Cela dit, la question qui se pose alors est de savoir pourquoi le cercle vertueux ainsi évoquée arrive à s'amorcer dans certains pays et à certaines époques, et pas dans d'autres...

### **Le marché, l'État et les pauvres**

Il est vrai que le scénario qui vient d'être évoqué – le progrès des techniques de production agricoles mettant des ressources importantes à la disposition de l'économie qui les utilise pour le bien de tous - peut apparaître comme un phénomène miraculeux : Pourquoi l'économie utiliserait-elle ces ressources ? Pour quoi les agriculteurs changeraient-ils leurs techniques ?

Le miracle, ici, s'appelle le marché. Comme le remarquait déjà Adam Smith à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle, il détermine les prix de façon à ce que les entrepreneurs et les consommateurs aient tous un intérêt personnel à prendre des décisions favorables au bien commun. En l'espèce, si les techniques nouvelles le permettent, il est avantageux d'investir dans l'agriculture pauvre, dont la rentabilité du capital est élevée. Cela va inciter les agriculteurs à adopter les techniques modernes. En même temps, les plus entreprenants des agriculteurs « en trop » dans l'agriculture vont trouver ailleurs des occasions de s'employer à produire tous les objets non agricole dont le public est si friand... Tout est donc pour le mieux dans le meilleur des mondes, comme l'affirmait le Dr Pangloss.

Mais pour que cela fonctionne, il y a des conditions à réunir. Malheureusement, elles ne le sont pas toujours. Il y a deux raisons de ne pas se fier sans précautions au marché dans le domaine qui nous occupe.

La première, dans le court terme, est liée à la dynamique de la formation des prix : En agriculture (souvent aussi ailleurs, mais c'est moins grave) les décisions de production ne peuvent pas être prises sur la base des prix qui assureraient l'équilibre entre l'offre et la demande. Cela tient à ce que ces « prix d'équilibre » ne sont pas toujours connus au moment de prendre la décision de production, de sorte que celles-ci sont prises sur la base d'informations erronées : on produit trop ou trop peu par rapport aux besoins du marché.

Ce n'est pas grave pour les biens de luxe, dont la demande réagit très bien aux variations de prix : le système, alors, revient très vite à l'équilibre. Mais pour les biens de base, comme l'alimentation, les consommateurs achètent toujours les mêmes quantités quelque soient les prix (on parle de « demande rigide »). Il faut alors des variations énormes de prix pour aboutir à de très faibles déplacements de la demande, et ces hausses ou ces baisses, elles mêmes, transmettent aux producteurs des informations erronées. Au total, cela crée de l'incertitude qui empêche les entrepreneurs d'investir, et d'accumuler du

---

<sup>7</sup> Ainsi, le progrès a permis dès années 1850, le développement d'une industrie du beurre (Normandie) et des fromages frais qui approvisionnent Paris (Charles Gervais et les petits-suisse, 1852)

---

capital, interdisant de ce fait les hausses de productivité et les transferts de ressources qui seraient souhaitables...

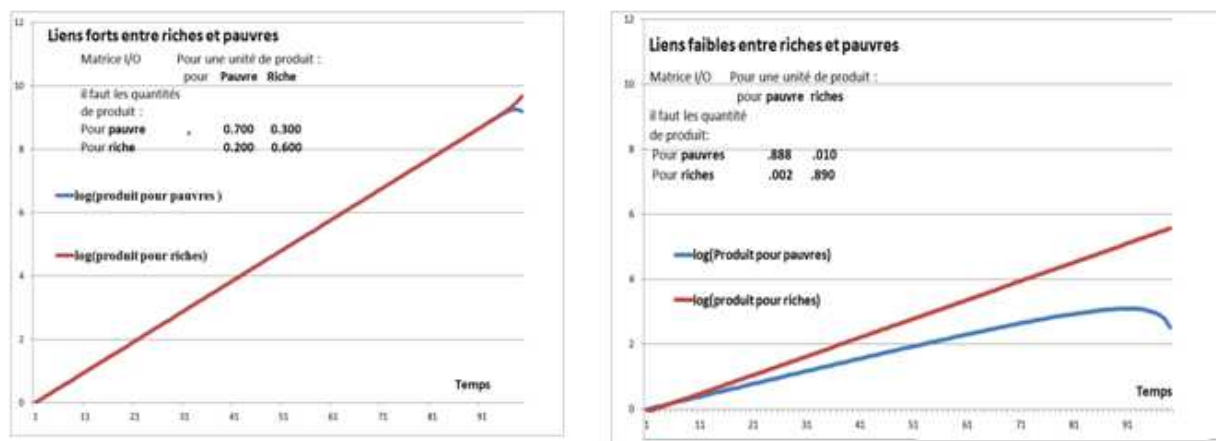
On voit bien l'effet de ce phénomène sur la figure 2 : aux 18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> siècles, les prix étaient extrêmement fluctuants, et, en moyenne, ils ne baissaient pratiquement pas. Au contraire, à partir des années 30 du 20<sup>ème</sup> siècle, ils sont devenus beaucoup plus réguliers, parce que leur « stabilisation » était devenue un objectif politique. Et en même temps, sur le long terme, ils se sont mis à baisser de façon régulière, et dans des proportions importante (divisés par 4 ou plus entre 1945 et 1990) parce que les conditions étaient réunies pour permettre aux agriculteurs de profiter du progrès technique en investissant...

Il faut donc admettre que, contrairement aux allégations des libéraux rigides dont il a été question plus haut, les interventions publiques dans l'agriculture au milieu du 20<sup>ème</sup> siècle ont été bénéfiques à la fois aux agriculteurs et aux autres catégories sociales. Et s'il était besoin d'une preuve supplémentaire, c'est que depuis les années 2000 où, dans tous les états du monde, l'on est revenu à des régimes beaucoup plus libéraux pour les prix agricoles, ceux-ci, à fois se remettent à fluctuer et repartent en tendance à la hausse, ce qui n'est bon pour personne...

La seconde raison de ne pas faire une confiance aveugle au marché est encore plus grave, en mettant en cause de façon encore plus profonde les avantages attribués au libéralisme intégral.

Celui-ci, en principe, est unificateur : au fil des ans, et en se guidant sur les prix, les entrepreneurs investissent dans les activités les plus rentables. Dans le long terme, cela devrait effacer les « avantages comparatifs » - ces avantages qui font que certaines activités sont plus profitables à un endroit qu'à un autre. Ainsi, grâce à la « croissance » qui augmente sans cesse les quantités de biens et services disponibles, il ne devrait plus y avoir qu'une seule façon de produire chaque bien, et tous les prix (y compris, en particulier, celui du travail) devraient être égaux. Ainsi par exemple voit-on beaucoup de Chinois ou de Japonais adopter des modes de vie et des styles de consommation très voisins de ceux qui existent aux États Unis ou en Europe, parce qu'ils ont les mêmes rémunérations et les mêmes besoins.

**Figure 4**  
**Résultats comparés de deux modèles de croissance économique simplifiés**



Cependant, comme l'ont montré les chercheurs en économie qui travaillent sur le « théorème de l'autoroute.<sup>8</sup> », il y a une condition essentielle à cette unification par le marché: il faut que chaque agent économique, pour sa production propre, dépende de tous les autres. Cela tient au fait que « les produits se fabriquent avec des produits ». De fait, en effet, il est le plus souvent impossible de rien produire sans acheter du travail ou un autre produit à un fournisseur quelconque, lequel, lui-même, pour satisfaire cette demande, doit acheter des « inputs » à d'autres fournisseurs, etc.. De proche en proche, par conséquent, « tout dépend de tout ».

Mais ce n'est pas toujours vrai : Il se peut que, pour des raisons techniques, il soit possible de produire sans acheter grand-chose à l'extérieur. C'est justement le cas de « l'agriculture traditionnelle » : elle n'utilise que du « travail pauvre », lequel, lui-même, ne consomme presque que des produits de l'agriculture traditionnelle. Cette dernière est donc « technologiquement indépendante » du reste de l'économie. Dans ce cas, la pente naturelle du marché conduit à un scénario complètement différent du précédent : Il se forme deux ou plus « sous économies » qui croissent chacune à leur rythme propre, différent de celui des autres.

La figure 4 illustre ce propos, à partir d'une parabole : on imagine un système économique qui ne produit que deux biens ; un « bien pour les riches », et un « bien pour les pauvres ». On maximise la quantité disponible de « bien pour les riches » dans le long terme – ici, cent ans- à partir d'une situation initiale donnée. La recherche de ce « plan de production optimum » ( qui est celui auquel un marché « libre » devrait conduire) se fait sous deux hypothèses relatives à la « technologie » : sur la figure de gauche, les liens sont « forts » entre les deux productions, parce qu'il faut « beaucoup » de « bien de pauvre » pour produire une unité de « bien de riche », et « beaucoup » de bien de riche pour produire une unité de bien de pauvre. Alors, pendant la plus grande partie du temps, les deux productions croissent au même rythme : c'est bien là le scénario optimiste dont il a été question plus haut.

<sup>8</sup> Le mot vient de ce que l'on a comparé la « structure » (les poids relatifs des différentes activités dans l'ensemble) optimale d'une économie à une autoroute, qu'il est toujours préférable d'emprunter entre deux villes éloignées même au prix d'un détour...Le document séminal est dû à Von Neumann (*Über ein ökonomisches gleichungs - system und eine Verallgemeinerung*, Vienne, 1937). Ce travail a inspiré Robert Solow (Dorfman, R., P.A. Samuelson and R. Solow: *Linear programming and economic analysis*. Mc Graw Hill, New York, 1958) et bien d'autres. On en trouvera un résumé dans le livre de Abraham Froix : *Dynamique économique*. Dalloz, Paris, 1996. Les recherches récentes ont porté sur la stabilité des solutions et sur l'introduction de considérations d'incertitude dans le modèle. Tout cela reste dans le cadre strict de l' « équilibre général », cette vision grandiose mais incomplète du monde économique qui sert de base au libéralisme intransigeant.

Au contraire, dans l'hypothèse avec « liaisons faibles », lorsque chaque produit peut être obtenu pratiquement à partir de lui-même, sans presque ne nécessiter aucune quantité de l'autre, chaque production croît à son rythme propre, et les deux sous systèmes s'écartent constamment l'un de l'autre au fil du temps. C'est là un scénario extrêmement pessimiste, qui implique un écart toujours croissant entre riches et pauvres, avec à la clé, des troubles sociaux et autres calamités...

Lequel de ces deux schémas correspond-t-il à la réalité ? Les deux, bien sûr, selon les endroits et les époques. Le premier, on l'a vu, correspond plus ou moins à ce qui s'est passé dans les pays développés. Pour le second, il existe dans les pays pauvres de nombreux exemples de « croissance duale », documentés depuis déjà depuis le milieu du siècle dernier des auteurs tels que J.H. Boeke, ou François Perroux<sup>9</sup>... Et l'agriculture joue ici un rôle majeur : car, on l'a noté plus haut, dans beaucoup de pays, la « sous économie pauvre », c'est justement l'agriculture traditionnelle, qui se fait à mains nues, sans matériel, sans produit de traitements et sans engrais, et donc, en fait sans lien technique avec « l'économie riche » des zones urbaines. C'est pour cela que les organismes internationaux ne manquent jamais de rappeler que « la pauvreté est rurale ».

Ces considérations sur la « croissance duale » et les fluctuations des prix agricoles renforcent donc sensiblement les messages précédents : les pays « développés » ne le seraient pas s'ils n'avaient pas su utiliser convenablement les ressources en main d'œuvre issues du progrès technique agricole. En même temps, c'est le progrès technique agricole qui, en augmentant les flux d'échange de l'agriculture avec l'industrie, a aussi permis d'éviter une situation explosive avec des pauvres toujours plus pauvres et des riches toujours plus riches. Enfin, tout cela n'aurait sans doute pas pu arriver spontanément par le seul jeu du marché : il a fallu des politiques économiques (donc des interventions de l'État) pour amorcer le cycle vertueux des interdépendances. Ces politiques ont souvent été orientées vers le secteur agricole, parce que, à cause de la « rigidité de la demande », c'est sans doute là que le marché a le plus de chances d'être « défaillant ».

De telles conclusions sont de nature à hérisser les libéraux dogmatiques. C'est peut-être pour cette raison que les travaux d'économie fondamentale auxquels j'ai fait allusion sont peu connus et peu vulgarisés. Il n'en demeure pas moins qu'ils sont de la plus haute importance pratique, non seulement pour un pays développé comme le nôtre, mais surtout pour les pays en développement. Or on sait bien que l'avenir du monde se décidera dans ces derniers pays plutôt que dans le nôtre, parce que c'est là que la population croît le plus vite, et que la misère est mauvaise conseillère pour les gens sans espoir... C'est pourquoi j'ai pensé utile d'en entretenir l'Académie...

---

<sup>9</sup> Cf J.H. Boeke *Economics and Economic Policy of Dual Societies*, New York: Institute of Pacific Relations, 1953, et F. Perroux *L'économie du 20<sup>e</sup> siècle* - Paris : P.U.F, 1961:







**Mercredi 1<sup>er</sup> octobre 2014**

- Discours de Monsieur le Président de l'Académie.
- Rapport de Monsieur le Secrétaire perpétuel.
- Discours de Monsieur le Ministre de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire, et de la Forêt, Président d'honneur de l'Académie.
- Proclamation des récompenses :
  - Prix et médailles décernés par l'Académie,
  - Prix de la Fondation Xavier-Bernard.
- Liste d'attribution des bourses Dufrenoy-Crédit Agricole d'Ile-de-France Mécénat.

**BUREAU DE L'ACADEMIE****POUR 2014**

**PRESIDENT** : JEAN-MARC BOUSSARD

**VICE-PRESIDENTE** : JEANNE GROSCLAUDE

**SECRETAIRE PERPETUEL**<sup>(\*)</sup> : GERARD TENDRON

**TRESORIER PERPETUEL**<sup>(\*)</sup> : PATRICK OLLIVIER

**VICE-SECRETAIRE** : PIERRE-HENRI TEXIER

**VICE-TRESORIER** : CLAUDE SULTANA

---

<sup>(\*)</sup> Membre permanent du Bureau

## PROCLAMATION DES RÉCOMPENSES

### PRIX SPÉCIAUX

- **Prix JEAN-DUFRENOY**, comportant l'attribution d'une somme de 5 000 euros, à **Meriem FOURNIER**, pour ses travaux en bio-mécanique des arbres tempérés et tropicaux, qui ont permis d'importants progrès concrets à la fois pour la sylviculture et pour l'industrie du bois. (Rapporteur : Bernard Roman-Amat).

- **Prix de la Fondation LIMAGRAIN**

Exceptionnellement deux prix sont décernés cette année, comportant chacun l'attribution d'une somme de 1 525 euros, à

**Jean-Marc AUDERGON**, pour l'acquisition de nouvelles connaissances sur l'abricotier, ainsi que pour le développement d'une gamme de variétés innovantes en partenariat public-privé. (Rapporteurs : Yves Lespinasse et Françoise Dosba).

et à

**Véronique LEFEBVRE**, pour ses travaux sur les résistances complexes aux bio-agresseurs, son expertise internationale sur les marqueurs moléculaires et sa contribution à la sélection assistée par marqueurs chez le piment, la tomate et la pomme de terre. (Rapporteurs : Yvette Dattée et Hervé Lecoq).

### DIPLÔMES DE MÉDAILLES

#### Médailles d'Or

- **Dominique ARROUAYS**, pour la qualité exceptionnelle de ses recherches et de sa coordination en cartographie et surveillance des sols en France et à l'échelle mondiale. (Rapporteurs : Michel-Claude Girard et Marcel Jamagne).

- **Philippe DESCOLA**. Menés en Amazonie et étendus à d'autres sociétés, ses travaux ethnographiques ont renouvelé l'étude comparée des modes de relations entre humains et non humains. En dépassant l'opposition entre nature et culture, l'œuvre scientifique de Philippe Descola redéfinit la dialectique structurant notre rapport au monde et aux êtres. (Rapporteurs : Bertrand Hervieu, Nadine Vivier et Marie-Claude Maurel).

- **Dominique DUTARTRE**, pour sa carrière exemplaire au sein de la coopération agricole, sa vision et son engagement en matière d'innovation au service de l'Agriculture et tout particulièrement de la valorisation non alimentaire des plantes de grande culture et de la biomasse en général, et son action majeure en matière de développement de la chimie issue du végétal en France. (Rapporteurs : Daniel-Eric Marchand et Jean-Louis Bernard).

- **Francis FLEURAT-LESSARD**, entomologiste spécialiste de la protection post-récolte des denrées stockées contre les ravageurs et les contaminants naturels. Coordonnateur infatigable de réseaux nationaux et internationaux qui lui valent une large reconnaissance internationale, en raison de ses travaux alliés à une activité de formation et de vulgarisation scientifique et technique. (Rapporteur : Catherine Regnault-Roger).
- **François GASTAL**, pour sa contribution à l'analyse de la croissance des peuplements végétaux et de ses conséquences sur l'écologie fonctionnelle, et leurs applications à l'agronomie des prairies et cultures fourragères. (Rapporteur : Gilles Lemaire).
- **Martine GUIBERT**, une de nos meilleures spécialistes des agricultures des pays du Mercosur et des relations entre grande agriculture, complexes agro-industriels et mondialisation. (Rapporteur : Jean-Paul Charvet).
- **Emmanuel LE ROY LADURIE**, pour l'ensemble de son œuvre remarquable dans le domaine de l'histoire anthropologique de la France rurale. (Rapporteurs : Georges Pédro et Jean-Marc Boussard).
- **Hubert RICHARD**, a animé, pendant toute sa carrière, la chimie des composés odorants, en France. Il a enseigné cette discipline à l'ENSIA (devenu AgroParisTech Massy), et formé de nombreux étudiants. (Rapporteur : Hervé This).
- **Alain ROQUES**, pour sa contribution remarquable et diversifiée allant de la lutte intégrée contre les insectes ravageurs à l'écologie et la génétique des populations d'insectes. (Rapporteur : Jean-Marc Guehl).
- **Hervé SENTENAC**, pour ses travaux remarquables sur les systèmes de transport d'ions minéraux des plantes et pour son rôle dans la caractérisation des transporteurs membranaires végétaux. (Rapporteur : Jean-François Morot-Gaudry).
- **André VALADIER**, éleveur de l'Aubrac, responsable professionnel et politique éminent, au service de l'élevage, de la coopération, des produits d'origine géographique et du développement territorial. (Rapporteur : Claude Béranger).

### Médailles de Vermeil

- **Jean-Charles BASTIEN**, pour l'excellence de son engagement au service du progrès génétique des arbres forestiers et de sa diffusion. (Rapporteur : Jean-Marc Guehl).
- **Olivier DELAHAYE**, pour ses travaux sur les réformes agraires en Amérique latine, matériel de premier ordre à mobiliser dans les débats contemporains sur « l'agriculture familiale ». (Rapporteur : Jean-Marc Boussard).
- **Marc DEPESTELE**, pour l'essor qu'il a donné à l'entreprise familiale avec son frère Vincent, son effort remarquable pour le développement de nouvelles utilisations des fibres de lin et son attachement fondamental à cette production. (Rapporteurs : Jean-Louis Maurice et Jean-Louis Bernard).
- **Cyril GIRARDIN**, pour son rôle déterminant dans la mise au point, l'utilisation de méthodes et la réalisation de travaux en biogéochimie et spectrométrie de masse isotopiques sur les matières organiques des sols. (Rapporteurs : Daniel Tessier et Georges Pédro).
- **Michel JAVOY**, pour son engagement et sa compétence en matière de connaissance du milieu horticole professionnel et amateur. (Rapporteurs : Yvette Dattée et Henri Delbard).

- **Claire ROGEL-GAILLARD**, pour sa contribution au séquençage du génome du porc et ses travaux sur le contrôle génétique de la réponse immunitaire sur le métagénome intestinal de cette espèce. (Rapporteur : Jeanne Grosclaude).
- **Roland SALESSE**, après de brillants travaux d'abord centrés sur la physiologie de la reproduction (premier clonage d'un récepteur d'hormone hypophysaire) puis, sur la physiologie sensorielle olfactive (il a créé une unité de recherche démontrant ses modulations par l'état physiologique de l'animal), il s'est investi pleinement dans la dissémination de la culture scientifique vers le grand public. (Rapporteur : Annick Faurion).
- **Jean-Philippe SIBLET**, comme Directeur du Service du Patrimoine naturel du Muséum, a conduit le développement de ce service, qui assure expertises nationales et internationales sur la biodiversité, sous l'autorité du ministère de l'Environnement. (Rapporteur : Denis Couvet).
- **Jean VERCHERAND**, pour sa contribution de chercheur économiste et historien à l'histoire du syndicalisme et des organisations professionnelles agricoles d'une part, et à l'enseignement d'autre part, par la production d'ouvrages, en français et en anglais, portant sur « Le marché du travail, un marché pas comme les autres ». (Rapporteur : Jean-Christophe Kroll-Rabotin).
- **Daniel VEZON**, pour une carrière qui l'a mené de l'expérimentation au champ à la biologie cellulaire où son investissement auprès des chercheurs a été décisif dans les progrès spectaculaires de la connaissance de la recombinaison et de la méiose chez les plantes. (Rapporteur : Georges Pelletier)

### Médailles d'Argent

- **Yulia ALTUKHOVA** a apporté une contribution internationale - comparaison France-Russie - en matière d'intégration des critères de développement durable dans les comptabilités agricoles. (Rapporteur : Roland Pérez).
- **Romain BOUTEILLE**, pour sa contribution remarquable à l'étude de la sensation de « fraîcheur » des gels laitiers de type yaourt et la mise au point de nouvelles méthodes d'analyse. (Rapporteur : Guy Linden).
- **Cécile DARDEL**, pour la qualité exceptionnelle de sa thèse et ses résultats originaux portant sur « Entre désertification et reverdissement du Sahel : Diagnostic des observations spatiales et *in situ* ; le Sahel est, depuis 30 ans, en phase de reverdissement ». (Rapporteur : Alain Perrier).
- **Solène DESPAX-MACHEFEL**, pour avoir proposé une méthodologie originale pour la synthèse du 5-hydroxyméthylfurfural à partir de biomasse ligno-cellulosique, ouvrant la voie à la fabrication de l'acide téréphtalique bio-sourcé. (Rapporteurs : Daniel-Eric Marchand et Jean-Louis Bernard).
- **Nicolas FANIN**, pour sa thèse sur la réponse des populations microbiennes aux contraintes nutritives des sols et des litières en milieu forestier tropical. (Rapporteur : Jacques Roy).
- **Zachary GAUDIN**, pour l'étude de l'implication de l'azote, du soufre et du puits parasitaire que représente l'orobanche pour le colza; application à la définition de critères de sélection pour les variétés de colza. (Rapporteur : Yves Lespinasse).
- **Louisa LOULOU**, pour sa contribution remarquable à l'analyse de la durabilité de l'assemblage mixte bois-béton collé sous chargement et hygrométrie variable. (Rapporteur : Georges-Henri Florentin).

- **Niccolò MIGNEMI**, pour sa thèse sur les coopératives agricoles en Sicile et en France qui a montré, de façon précise et novatrice, le rôle qu'elles ont joué dans la modernisation de l'agriculture (1900-1950) et les différences importantes entre les deux pays. (Rapporteur : Nadine Vivier).
- **Julie TOMAS**, pour son travail original qui permet de mieux comprendre le rôle des bactéries primo-colonisatrices vis-à-vis du développement des fonctions intestinales et des mécanismes qui contribuent à la stabilité du couple microbiote-hôte. (Rapporteur : Hubert Laude).

## PRIX DE LA FONDATION XAVIER-BERNARD

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

### 1 - Prix scientifique

- Prix de 3 050 euros à **Michel DURU**, directeur de recherche à l'INRA de Toulouse, pour l'ensemble de ses travaux de recherche sur la conduite et l'écologie des prairies et la vulgarisation de leurs résultats auprès des groupes d'éleveurs. (Rapporteurs : Gilles Lemaire et André Gallais).

### 2 - Prix de mémoires de fin d'études

- Prix de 1 000 euros à **Hélène BOONS**, élève de l'École nationale supérieure de Paysage de Versailles, pour son mémoire intitulé : Jardiner la France. Botanique, progrès agricole et espoirs révolutionnaires : autour d'André Thouin (1789-1815).
- Prix de 1 000 euros à **Natacha DUVERNOY**, élève de Montpellier SupAgro-Centre international d'études supérieures en sciences agronomiques, pour son mémoire intitulé : Vers l'intégration sociale des démarches de restauration écologique et d'évaluations environnementales. L'analyse des relations entre société et environnement.
- Prix de 1 000 euros à **Amandine FOUNAU**, élève de l'École nationale supérieure agronomique de Toulouse, pour son mémoire intitulé : Stratégies d'adaptation des exploitations aveyronnaises : analyse des mécanismes de prise de décision et des trajectoires d'exploitations.
- Prix de 1 000 euros à **Charlotte RABALLAND**, élève de l'École nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation Nantes-Atlantique, pour son mémoire intitulé : Étude de la séroprévalence individuelle vis-à-vis de l'infection par le virus Schmallenberg chez les ruminants dans les départements de Meurthe-et-Moselle et de la Manche et description clinique des formes congénitales.
- Prix de 1 000 euros à **Morgane ROTH**, élève d'AgroCampus Ouest d'Angers, pour son mémoire intitulé : Recherche et validation de résistances génétiques au dépérissement bactérien causé par *Pseudomonas syringae* chez l'abricotier (*Prunus armeniaca* Linné).
- Prix de 1 000 euros à **Anna ROUMÉAS**, élève d'AgroSup Dijon, pour son mémoire intitulé : Étude de la courbe de lactation des vaches de race Montbéliarde de Franche-Comté.
- Prix de 700 euros à **Jean CULIÉ**, élève d'AgroParisTech Nancy, pour son mémoire intitulé : Quelles démarches et stratégies adopter sur un territoire pour intéresser les propriétaires privés à la gestion forestière ? L'exemple du pays du Grand Sancy.

- Prix de 700 euros à **Elodie FAYEL**, élève de l'École d'ingénieurs de Purpan, pour son mémoire intitulé : Agriculture et changement climatique. Enquête sur la perception du changement climatique par les agriculteurs du massif des Pyrénées.
- Prix de 700 euros à **Roman HOUBRON**, élève de l'École nationale du génie de l'eau et de l'environnement de Strasbourg, pour son mémoire intitulé : Optimisation d'un modèle visant à déterminer le coefficient de trainée d'un manchot et la perturbation due à un logger placé sur celui-ci.
- Prix de 700 euros à **Laura JARRI**, élève de Montpellier SupAgro-Institut des régions chaudes, pour son mémoire intitulé : Le maïs : entre stratégies paysannes conservatoires des *criollos* et stratégies adoptives et adaptatives des hybrides.
- Prix de 700 euros à **Anne-Gaëlle LATERRIERE**, élève de l'Institut polytechnique LaSalle Beauvais, pour son mémoire intitulé : Effets des pratiques de gestion de l'enherbement sur la composition des communautés végétales non productives pour la lutte biologique par conservation des habitats en vergers d'agrumes à la Réunion.
- Prix de 700 euros à **Morgane LE BISSONNAIS**, élève d'Agrocampus Ouest Angers, pour son mémoire intitulé : Intégrer les principes agro-écologiques dans la conception d'un parc urbain pour une approche écosystémique de la nature en ville.
- Prix de 700 euros à **Perrine PUYBERTHIER**, élève de VetAgroSup de Clermont, pour son mémoire intitulé : Étude agro-écologique des prairies du site de Foucault, propriété du PNR Brenne. A l'interface de l'agronomie, la pédologie et la phytosociologie.

### BOURSES DUFRENOY- CRÉDIT AGRICOLE D'ILE-DE-FRANCE MÉCÉNAT

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

Depuis cette année, le financement de ces bourses est assuré paritairement par le Crédit Agricole d'Ile-de-France Mécénat.

- Bourse de 2 400 euros à **Fabien STARK**, pour réaliser des travaux d'enquêtes et d'entretiens auprès d'agriculteurs cubains.
- Bourse de 2 000 euros à **Florian BASTIN**, pour participer au 17<sup>e</sup> Congrès de l'Union internationale pour l'étude des insectes sociaux (IUSSI), à Cairns (Australie) du 13 au 18 juillet 2014.
- Bourse de 2 000 euros à **Jessie GUYADER**, pour réaliser un séjour de trois mois dans le centre de recherche AgResearch à Palmerston North (Nouvelle-Zélande).
- Bourse de 2 000 euros à **Vincent MIGAULT**, pour la réalisation d'un projet de séjour de trois mois dans un laboratoire du James Hutton Institute (Dundee, Écosse) en vue de l'étude des modèles de déploiement du système racinaire basés sur les densités et de leur intégration dans un modèle de prairie.
- Bourse de 2 000 euros à **Pauline PEUGNET**, pour participer et présenter ses travaux au 11<sup>e</sup> Symposium international sur la reproduction équine à Hamilton (Nouvelle-Zélande).

- Bourse de 2 000 euros à **Vincent TRUFFAULT**, pour se rendre dans le laboratoire du Professeur Stephen Fry à Edinburg pour compléter ses méthodes d'étude du catabolisme de l'ascorbate chez la tomate.
- Bourse de 1 600 euros à **Elisa MARIVIN**, pour participer au 10<sup>e</sup> congrès international sur la physiologie de la reproduction des poissons du 25 au 30 mai 2014 à Algarve (Portugal).
- Bourse de 1 500 euros à **Céline CARILLIER**, pour participer et présenter ses travaux au *World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP)*, Vancouver, du 17 au 22 août 2014.
- Bourse de 1 500 euros à **Justine GUET**, pour présenter ses résultats de recherche qui se situent à l'interface de la génétique et de l'écophysiologie au 6<sup>e</sup> Symposium international du peuplier qui se tiendra à Vancouver (Canada) en juillet 2014.
- Bourse de 1 200 euros à Mathieu **MOSLONKA-LEFEBVRE**, pour deux séjours dans l'équipe du professeur Chris Gilligan à l'Université de Cambridge (Royaume-Uni), afin de finaliser des travaux en épidémiologie des marchés agricoles.



10 septembre 2014

**Signature de la convention de mécénat entre  
le Crédit Agricole d'Ile-de-France Mécénat et l'Académie d'agriculture de France**





---

## LA POLITIQUE AGRICOLE ET ALIMENTAIRE AMÉRICAINE QUELS ENSEIGNEMENTS POUR LA PAC ?

### INTRODUCTION

par Gilles **Bazin**<sup>1</sup>

Cette séance est consacrée aux objectifs et aux moyens de la nouvelle politique agricole et alimentaire américaine. Le *farm bill* décidé cette année va mobiliser environ 490 milliards de \$ sur les années 2014-2018 dont 80% seront consacrés à l'aide alimentaires des ménages pauvres américains. Il nous a paru intéressant, avec André Neveu, de proposer une séance qui compare les nouvelles orientations de la politique agricole américaine avec celles que vient de prendre la PAC pour 2014-2020 avec un budget de l'ordre de 370 milliards d'euros pour 7 années.

Les outils de ces deux politiques sont de plus en plus divergents. L'Europe, par exemple, maintient le découplage des trois-quarts de son budget, ce qui signifie que 38 milliards d'euros sont pré affectés d'une année sur l'autre et distribués aux mêmes agriculteurs en fonction du nombre d'hectares exploités quels que soient le niveau des prix et des revenus. Les américains viennent de supprimer le découplage, considérant que les hauts prix des grandes cultures connus depuis 2010 ne permettent plus de justifier ce type d'aides.

Ils ont par contre développés de nouveaux systèmes très complexes de soutiens contracycliques ou d'assurances cofinancées par l'État fédéral. Les soutiens contracycliques, lorsque les prix sont inférieurs à un niveau de référence, sont directement couplés au marché mondial, ce qui montre le pragmatisme de la politique agricole américaine par rapport aux règles de l'OMC. Cela signifie que le budget de la politique agricole américaine est flexible d'une année sur l'autre. Les aides directes peuvent varier du simple au double, de 10 à 20 milliards de \$ environ. Cela s'oppose à la rigidité du budget de la PAC, rigidité qui risque de nous poser de graves problèmes en cas de crises, car il n'y a quasiment plus aujourd'hui d'outils de régulation des marchés européens. Par ailleurs les assurances subventionnées à 65% vont bien au-delà de nos assurances récoltes, puisqu'il s'agit de garantir un chiffre d'affaires à l'hectare et donc le niveau de revenu.

Aujourd'hui les États-Unis ont mis en place une politique agricole qui encourage l'activité de production quelles que soient les tendances de marchés en se fondant sur la compétitivité à l'export encouragée par les soutiens internes. Ce n'est pas le sens pris par la PAC même si l'Union européenne reste le second exportateur mondial de produits agricoles et alimentaires avec 120 milliards € en 2013.

Il ne s'agit pas pour nous de présenter la politique agricole américaine comme un modèle à imiter sans discernement. Mais il nous semble utile de rappeler les objectifs poursuivis, d'expliquer les moyens d'action et d'en mesurer l'intérêt et les limites pour l'Union européenne, dans un contexte productif et structurel très différent. Les tableaux ci joints précisent ce contexte. Nous aurons donc trois communications suivies de la conclusion de Jean-Paul Charvet :

---

<sup>1</sup> Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur de politique agricole à AgroParisTech, UFR Agriculture comparée et Développement agricole.  
C.R.Acad. Agric. Fr., 2014, 100, n°4.

**Jean-Christophe Debar**  
Correspondant de l'Académie

Le système d'assurance chiffre d'affaires et les aides  
contra-cycliques américaines.

**Sophie Devienne**  
Correspondante de l'Académie

La politique alimentaire américaine, objectifs,  
moyens, bilan et évolutions récentes.

**Jean-Christophe Kroll**  
Membre de l'Académie

La politique agricole américaine: intérêt et limites  
pour la PAC ?

## L'ASSURANCE CHIFFRE D'AFFAIRES ET LES AIDES CONTRACYCLIQUES

par Jean-Christophe Debar<sup>1</sup>

Lors de la préparation du nouveau *farm bill*, le Congrès américain s'est retrouvé confronté au problème suivant : comment maintenir un robuste « filet de sécurité » au revenu des producteurs de grandes cultures, sachant qu'un consensus s'était forgé, y compris au sein des organisations agricoles, en faveur de la suppression des aides directes découplées, octroyées depuis 1996 ? En effet, la prolongation de ces aides était politiquement intenable. D'une part, elle se heurtait à la volonté affichée de diminuer les dépenses de soutien à l'agriculture pour contribuer à réduire le déficit budgétaire fédéral. D'autre part, les aides découplées faisaient l'objet de critiques croissantes, car elles étaient versées indépendamment du volume produit et du niveau des prix payés aux producteurs. Si cette caractéristique leur permettait d'être classées dans la « boîte verte » de l'accord agricole à l'Organisation mondiale du commerce (OMC), elle était en revanche devenue incompréhensible aux yeux de l'opinion, eu égard aux cours élevés des grandes cultures enregistrés ces dernières années.

La réponse du législateur, qui constitue le nouveau système de soutien aux grandes cultures applicable jusqu'en 2018, tient en trois points :

- les prix minima (*marketing loan rates*) des céréales et des oléo-protéagineux sont reconduits aux mêmes niveaux que dans le *farm bill* précédent. Mais ils sont peu élevés et ne couvrent qu'une part mineure des coûts de production ;
- les programmes d'assurance (récolte et chiffre d'affaires) sont renforcés par la création d'un dispositif, lui-même de nature assurancielle, permettant au producteur de couvrir une partie de la franchise d'assurance. Cependant, pour bénéficier des subventions aux primes d'assurance, qui atteignent en moyenne 60 % de la valeur de la prime brute, l'agriculteur doit désormais respecter certaines pratiques agro-environnementales, visant à lutter contre l'érosion des sols et préserver les zones humides ;
- les deux types d'aides contracycliques qui existaient déjà dans le *farm bill* antérieur sont maintenues, avec cependant des modifications non négligeables :
  - dans le cadre du programme *Price Loss Coverage* (PLC), le producteur reçoit une aide lorsque le prix moyen de marché par culture est inférieur au prix de référence fixé par la loi, censé couvrir la majeure partie du coût de production. Point capital : la nouvelle loi agricole augmente de 30 à 40 % pour les principales cultures (et jusqu'à près de 90 % pour l'orge) le niveau des prix de référence précédemment en vigueur ;
  - dans le cadre du programme *Agricultural Risk Coverage* (ARC), le producteur reçoit une aide lorsque le chiffre d'affaires moyen par culture est inférieur à la moyenne « olympique » des cinq années précédentes, quel que soit le niveau des prix de marché. Cette aide ne couvre toutefois qu'une portion de l'écart observé.

Fin 2014/début 2015, les agriculteurs devront choisir, pour toute la durée du *farm bill*, entre le PLC, qui garantit une protection contre les prix « bas », et l'ARC, qui permet de lisser le chiffre d'affaires sur une

---

<sup>1</sup> Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France, Consultant éditeur de la lettre mensuelle Agri US Analyse.

base pluriannuelle. Quel que soit leur choix, ils bénéficieront des prix minima par culture et pourront souscrire une assurance récolte ou une assurance chiffre d'affaires. Ces dispositifs sont complémentaires : l'assurance chiffre d'affaires garantit en effet la recette prévue au moment des semis, en fonction du rendement historique de l'exploitation et des prix projetés sur les marchés à terme, mais elle ne fournit aucune protection contre les prix bas ni contre une baisse éventuelle du chiffre d'affaires par culture par rapport à la moyenne historique.

Par ailleurs, le *farm bill* innove en créant un dispositif de soutien spécifique aux producteurs de coton, alors que cette culture bénéficiait jusqu'à présent des mêmes aides que celles accordées aux producteurs de céréales et d'oléo-protéagineux. Cette mesure vise à régler le contentieux qui oppose les Etats-Unis au Brésil, suite à la victoire de ce pays dans le « panel coton » à l'OMC.

Selon des estimations préliminaires, la baisse des prix de marché des céréales et des oléo-protéagineux, liée aux abondantes récoltes de 2014, va sans doute entraîner d'importantes dépenses budgétaires au titre des programmes PLC et ARC. Ainsi, contrairement à la situation qui prévalait ces dernières années, le montant total des aides contracycliques, pendant la campagne 2014/15, pourrait être supérieur à celui des indemnités versées au titre des programmes d'assurance. Si les marchés des grandes cultures restaient durablement déprimés, il n'est pas exclu que le nouveau *farm bill* coûte finalement plus cher à l'Etat fédéral que si la loi agricole précédente avait été reconduite sans augmentation des prix de référence.

Les enseignements pour les politiques agricoles en Europe sont multiples.

- Le nouveau *farm bill* continue de protéger fortement les producteurs de grandes cultures américains contre le bas niveau et contre les fluctuations des prix de marché des grandes cultures, au détriment des producteurs des autres pays. A ce titre, il contredit l'esprit, sinon la lettre, de l'accord agricole de l'OMC. Ce constat est d'autant plus préoccupant que l'Union européenne négocie avec les États-Unis la signature d'un accord de libre-échange, qui ne prévoit pas d'encadrer les « soutiens internes » à l'agriculture.
- Le caractère crucial de la gestion des risques, devenu l'élément central de la politique agricole américaine suite à l'élimination des aides découplées, n'est pas encore pleinement reconnu par les politiques agricoles mises en œuvre par l'Union européenne et les Etats membres. Le premier pas, pour pallier cette déficience, consiste à prendre les mesures nécessaires pour faire fonctionner correctement les instruments de gestion des risques déjà existants : à savoir, en France, la déduction pour aléas (DPA), l'assurance récolte et les fonds de mutualisation à vocation sanitaire.
- La priorité devrait aller, ensuite, à la mise en place d'un outil contracyclique, protégeant les agriculteurs contre les fortes variations de chiffre d'affaires ou de charges (notamment les dépenses en intrants), susceptibles de mettre en danger la viabilité de l'exploitation. Un tel outil existe : c'est l'« instrument de stabilisation des revenus » créé par la dernière réforme de la politique agricole commune. Cet instrument, inspiré d'un dispositif en vigueur au Canada, vise à lisser la marge brute de l'exploitation par rapport à la moyenne des années précédentes, en limitant toutefois l'intervention publique à la protection contre les « coups durs » (ce qui le classe dans la boîte verte de l'OMC). Son intérêt, comparé aux aides contracycliques existant aux Etats-Unis, réside notamment dans la prise en compte des charges variables.
- L'assurance chiffre d'affaires, telle que mise en œuvre aux États-Unis, est un outil de gestion des risques « intra-campagne », c'est-à-dire entre les semis et la récolte. Sur le plan économique, son atout tient à la corrélation négative existant entre le rendement et le prix des cultures. Cette corrélation négative, plus ou moins forte selon les cultures et les régions de production, permet de réduire le coût global de la gestion des risques : la prime payée pour une gestion combinée du risque de rendement et de prix est théoriquement inférieure à la somme des primes payées pour une gestion

distincte du risque de rendement et du risque de prix. Cependant, du point de vue des politiques publiques, il ne semble pas justifié de subventionner la composante prix de l'assurance chiffre d'affaires, car le producteur peut gérer le risque de prix intra-campagne sur les marchés à terme, notamment par l'achat d'options. Il serait donc très utile que les assureurs puissent fournir aux agriculteurs une assurance chiffre d'affaires combinant une assurance récolte (subventionnée) et une option (non subventionnée) sur les prix des cultures.

Enfin, le système d'intervention communautaire sur les grandes cultures est beaucoup moins protecteur que celui existant outre-Atlantique. Il importe de le conserver, afin de prémunir les producteurs contre les situations de crise où les prix de marché sont inférieurs aux coûts moyens de production.

## LA POLITIQUE ALIMENTAIRE DES ÉTATS-UNIS : UN LIEN FORT ET ORIGINAL AVEC LA POLITIQUE AGRICOLE

par Sophie Devienne<sup>1</sup>

Aux États-Unis, près des trois quarts des dépenses du Ministère de l'Agriculture (USDA) sont consacrées à l'aide alimentaire intérieure : en 2013, 112 milliards de dollars, sur un budget total de 155 milliards de dollars, lui ont ainsi été alloués, loin devant les soutiens aux produits (aides directes, contracycliques etc...) et les subventions aux assurances agricoles (respectivement 7,3 et 10 milliards de dollars en 2013). Cette part s'est fortement accrue puisqu'elle n'était que de 48% en 2000.

Le *Food and Nutrition Service* est l'agence de l'USDA chargée de mettre en œuvre cette politique. Elle a été créée en 1969 avec la mission d'améliorer la sécurité alimentaire intérieure en procurant un accès à l'alimentation aux enfants et à la population la plus pauvre, *tout en assurant un soutien au secteur agricole*. La politique alimentaire américaine entretient en effet des liens étroits avec la politique agricole depuis ses débuts.

L'aide alimentaire a été introduite par Roosevelt lors de la crise des années 1930, dans le cadre de la politique économique du *New Deal*. Le secteur agricole est alors lui aussi durement affecté par la crise ; les prix se sont effondrés et nombre d'agriculteurs sont au bord de la faillite. Le gouvernement américain met en œuvre dès 1933 une politique agricole qui vise à garantir les prix agricoles à la production, en régulant à la fois la production (gel de terres) et l'offre sur les marchés (stocks publics) ; il s'efforce dans le même temps de relancer la consommation intérieure qui a fortement diminué avec la brusque flambée du chômage. Il commence par distribuer les produits agricoles provenant des stocks publics à la population la plus démunie et aux cantines scolaires des zones les plus pauvres, puis, à partir de 1938, lance le premier programme de tickets alimentaires, les *Food Stamps*. Grâce à ces tickets les américains les plus pauvres peuvent accéder à des produits alimentaires dans des magasins agréés, dont la nature dépend des stocks (céréales, pommes de terre, produits laitiers...). Ce programme prend fin en 1943, pendant la guerre, lorsque les surplus agricoles et le sous-emploi massif de la population américaine ont disparu. Il est réintroduit en 1961 dans le cadre du programme de « Guerre contre la Pauvreté ». Le programme d'aide aux cantines scolaires est pérennisé dès 1946 ; un budget est affecté aux écoles pour leur permettre de s'approvisionner sur les marchés. Les différents programmes d'aide alimentaire qui ont été développés par la suite ont connu une évolution similaire : introduits au cours de périodes d'excédents agricoles, ils visent à la fois à favoriser l'écoulement de stocks publics devenus pléthoriques et à juguler le problème de la sous-nutrition, qui demeure persistant dans une société marquée par de fortes inégalités sociales. Lorsque les stocks publics s'amenuisent à la faveur d'une embellie du marché mondial, ces programmes, ayant démontré leur utilité sociale, sont maintenus et bénéficient de dotations budgétaires.

Aujourd'hui cette politique comporte différents volets complémentaires :

– le programme des tickets alimentaires ou *Food stamps*, le plus important (79 milliards en 2013) est devenu en 2008 le programme d'aide nutritionnelle supplémentaire (*Supplemental Nutrition Assistance Program* ou SNAP). Les familles ayant un revenu mensuel inférieur à 130% du seuil de pauvreté (soit 1 900\$/mois pour un foyer de trois personnes) peuvent recevoir chaque mois sur une carte électronique un montant (200\$ maximum par personne) leur permettant de se procurer des aliments de base dans des points

---

<sup>1</sup> Correspondante à l'Académie d'Agriculture, section X. UFR Agriculture comparée et Développement agricole, AgroParisTech.

de vente agréés. Plus de quarante sept millions de personnes (15% de la population) en ont bénéficié en 2013; 40% des foyers bénéficiaires perçoivent le montant maximum autorisé.

– le *National School Lunch Program* (15,7 milliards \$ en 2013) permet de distribuer des repas gratuits ou subventionnés dans les cantines scolaires. Les 200 000 écoles bénéficiaires reçoivent de l'USDA un financement et des dons alimentaires. En 2013 le programme a touché 31 millions d'enfants, soit 55 % des écoliers américains. Les écoles des quartiers les plus défavorisés sont aussi subventionnées pour fournir petits déjeuners et goûters gratuits aux enfants des familles en difficulté. Plus de 11 millions d'enfants, dans 88 000 écoles, en ont bénéficié chaque jour en 2013 (2,2 milliards \$).

– le programme **WIC** (*Women, Infant and Children Program* ; 6,5 milliards de dollars en 2013), vise à améliorer la qualité de l'alimentation des mères démunies et de leurs enfants, jusqu'à l'âge de cinq ans : jus de fruits, céréales pour le petit déjeuner, lait, œufs, fruits et légumes, poisson, pain complet... 9 millions de personnes en ont bénéficié chaque mois en 2013 (43,50 \$ par personne et par mois).

– enfin l'État fédéral subventionne des centres agréés pour la distribution de repas (2 milliards de repas en 2013, pour 3 milliards \$).

Ces programmes ont été maintenus et leur budget accru, en particulier celui du *Food Stamps Program*, lors de chaque nouvelle loi agricole. Les dispositions des *Farm Bills* successifs en faveur du programme d'aide alimentaire permettent en effet de rassembler un large consensus, en ralliant les représentants des districts urbains aux programmes de soutien en faveur des agriculteurs américains.

Depuis les années 1980, face à la progression de l'obésité, les aspects nutritionnels ont pris une place grandissante dans la politique alimentaire. Cette préoccupation est venue s'articuler de façon originale à un axe nouveau de la politique agricole américaine, le soutien aux petites exploitations agricoles (*small farms*). Dès la fin des années 1970, l'USDA s'est intéressé à l'impact de la politique agricole sur ces exploitations, dont l'existence apparaissait menacée par la baisse des prix agricoles, liée à l'accroissement de la productivité du travail qu'encourage la politique de soutien aux prix et aux revenus agricoles. Vingt ans plus tard, une commission est nommée et son rapport, *A Time to Act*, met en avant la nécessité de développer une politique de soutien spécifique des petites exploitations, productrices de valeur ajoutée et d'une production agricole diversifiée. L'un des axes proposés est le développement des circuits courts, que les pouvoirs publics vont soutenir notamment grâce à la politique alimentaire. La volonté d'enrichir en fruits et légumes frais l'alimentation de la population la plus démunie rejoint ainsi la préoccupation de soutenir ce type d'exploitation. Un nouveau volet est apporté au programme WIC dès 1988, visant à développer les achats locaux de ces produits sur les marchés de producteurs ou directement à la ferme. Il est étendu en 2001 aux personnes âgées puis, dans le cadre du *Food, Conservation and Energy Act* de 2008, au SNAP et aux cantines scolaires. Enfin, en 2010, le *Healthy Hunger-Free Kids Act* vise à élargir le champ des enfants bénéficiaires de l'aide alimentaire et à éradiquer le problème de l'obésité, notamment en développant la consommation de fruits et légumes dans les cantines scolaires, en partie grâce à un approvisionnement local. Il instaure également un programme pilote pour leur approvisionnement en produits issus de l'agriculture biologique.

Ces mesures récentes ne représentent que des budgets modestes. Elles témoignent néanmoins des nouvelles orientations de la politique agricole et alimentaire américaine, qui ne s'intéresse plus seulement à l'alimentation et au développement du marché intérieur sur le plan quantitatif, mais aussi à la qualité nutritionnelle de l'alimentation et cherche à soutenir les exploitations de petite taille. Cette politique a été complétée en 2013 par un programme de micro-crédit qui vise à accélérer le développement de ce type d'exploitations inscrites dans les circuits courts et à créer des emplois dans le secteur agricole.

Malgré les débats vifs au Congrès à propos de l'aide alimentaire intérieure, et en particulier du programme SNAP, l'essentiel des programmes et leur budget ont été reconduits dans le nouveau Farm Bill. Les menaces de coupes sombres dans le budget du SNAP n'ont finalement pas été votées, même si des



économies de l'ordre d'un peu plus de 8 milliards sur 10 ans sont prévues. L'aide alimentaire intérieure devrait représenter 80% des dépenses de l'USDA estimées à 490 milliards de dollars pour la période 2014-2018. Les conditions d'éligibilité aux différents programmes demeurent inchangées. Les bénéficiaires du SNAP ne bénéficient cependant plus de la revalorisation d'un peu plus de 20 \$ qui avait été mise en place dans le cadre de la politique de relance économique de février 2009, laquelle a pris fin en 2013. Les incitations à recourir aux circuits courts et à l'achat de fruits et légumes sont poursuivies.

La politique alimentaire américaine permet aujourd'hui d'assurer la sécurité alimentaire à la population en situation de pauvreté, voire de grande pauvreté, pour laquelle elle constitue bien souvent la seule aide sociale. Avec la crise économique et la montée rapide du chômage, le nombre de bénéficiaires des *Food Stamps* a rapidement augmenté, passant de 28 millions de personnes en 2007 à plus de 46 millions de personnes aujourd'hui. Mais cette politique est beaucoup plus qu'une politique sociale, de par les liens étroits qu'elle entretient avec la politique agricole. Des études de l'USDA ont en effet montré que la distribution d'un « pouvoir d'achat alimentaire », sous la forme de tickets ou de carte électronique, est plus efficace qu'un transfert monétaire pour accroître la consommation alimentaire et *in fine* soutenir l'activité agricole. Selon les estimations disponibles, le soutien apporté au secteur agricole via l'aide alimentaire serait équivalent à une subvention qui permettrait d'augmenter de 2 à 3% la valeur de la production agricole. L'orientation plus récente vers le soutien au développement des circuits courts montre que cette politique peut également contribuer au maintien de petites exploitations agricoles, créatrices d'emploi et de valeur ajoutée.

L'exemple des États-Unis montre tout l'intérêt de la mise en place d'une véritable politique alimentaire, permettant à la fois de réduire la sous-consommation alimentaire intérieure et de développer une alimentation de qualité tout en préservant l'emploi agricole. Les agriculteurs devraient être les alliés objectifs d'une telle politique qui renforcerait par ailleurs la légitimité de la politique agricole aux yeux des citoyens, en étayant les liens entre agriculture, alimentation et santé.

## **LA POLITIQUE AGRICOLE DES ETATS-UNIS : QUELS ENSEIGNEMENTS POUR L'UNION EUROPEENNE ?**

par Jean-Christophe **Kroll**\*

On présente souvent l'Union européenne et les Etats-Unis comme les deux premières puissances économiques de la planète bientôt dépassées, il est vrai, par la Chine, pays le plus peuplé du monde (19 % de la population mondiale). Cette présentation suggère une comparaison des performances économiques ou agricoles de part et d'autre de l'Atlantique. Pour tentantes qu'elles soient, ces comparaisons ne sont pas nécessairement fondées car il existe entre les deux zones de fortes différences institutionnelles, géographiques et économiques qui peuvent en limiter la portée. Plutôt que de comparaisons, qui peuvent conduire à des transpositions mécanistes, il s'agit ici d'identifier les enseignements à tirer pour l'UE de l'étude de la politique agricole des Etats-Unis, sachant que ce qui est bon pour les Etats-Unis n'est pas nécessairement bon pour l'Europe. Ainsi en va-t-il des questions de politique agricole, qui relèvent de situations géographiques et économiques sensiblement différentes (partie 1), doublées de conceptions de plus en plus divergentes des politiques agricoles et alimentaires (partie 2), divergences qui peuvent s'expliquer par des niveaux d'intégration économique et politique incomparables (partie 3). En résultent des perspectives plutôt sombres pour l'Union européenne et son agriculture, dans le cadre du partenariat transatlantique de commerce et d'investissement (TTIP) en cours de négociation (conclusion).

### **1) Des situations géographiques et économiques très différentes :**

Alors que les Etats-Unis sont structurellement agro exportateurs depuis le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle et que les excédents du commerce agricole, de l'ordre de 30 milliards de dollars en 2012, permettent de combler en partie l'important déficit commercial du pays, l'UE reste pour l'essentiel proche de l'autosuffisance. On a beaucoup glosé sur les excédents agricoles européens, bien réels dans certaines productions, mais en 2012 l'UE restait globalement déficitaire de 11 milliards de dollars, et ce n'est que grâce aux exportations de boissons alcoolisées qu'un excédent a pu être dégagé depuis. La différence s'explique aisément, dans la mesure où l'agriculture des Etats-Unis bénéficie de rentes de situation spécifiques, par l'accès à une main d'œuvre immigrée peu coûteuse, omniprésente dans les activités d'élevage, de production de fruits et légumes ou de tabac, avec une disponibilité en SAU par habitant 3,5 fois plus grande que celle de l'UE et une SAU par actif agricole presque 10 fois supérieure.

---

\* Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur au département de sciences humaines et sociales d'AgroSup Dijon, chercheur à l'UMR 1041CESAER d'économie et sociologie rurales.

|                                   | disponibilités foncières |             |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------|
|                                   | U.S.A.                   | U.E. 27     |
| SAU en millions d'hectares        | 411                      | 187         |
| population en millions            | 314                      | 506         |
| actifs agricoles (millions d'UTA) | 2,5                      | 10,7        |
| SAU / habitant                    | <b>1,31</b>              | <b>0,37</b> |
| SAU / actif agricole              | <b>164,4</b>             | <b>17,5</b> |

Pour nourrir un habitant, les Etats Unis disposent de 3,5 fois plus de surface agricole que l'UE, et de presque dix fois plus de surface par actif agricole

Source : FAOSTAT, repris par J. Restublat, Solidarité 10 juin 2011

## facilités de main d'œuvre

*« On estime aujourd'hui que les immigrés en situation irrégulière occupent 60% de la main d'œuvre salariée agricole américaine. Cette source de main d'œuvre est généralement payée au salaire minimum, variable selon les Etats, et de l'ordre de 7\$ par heure, sans contrepartie sociale de l'employeur »*

*(Flash Agri Zone ALENA, mars 2005)*

Tout comme certains pays bénéficient d'une rente pétrolière, les Etats-Unis, comme le Brésil ou la Nouvelle Zélande, bénéficient d'une rente foncière qui leur confère un avantage absolu<sup>10</sup> sur l'Union européenne. L'Europe doit-elle pour autant abandonner sa politique agricole, et son objectif de sécurité alimentaire, sous prétexte qu'il y a plus de terres disponibles ailleurs ? Doit-elle abandonner toute politique énergétique sous prétexte qu'il y a du pétrole disponible ailleurs ? Même structurellement excédentaires, les Etats-Unis attachent une importance stratégique forte à leur indépendance alimentaire, ainsi que le rappellent les prises de position les plus officielles.

Déclaration de G.W. BUSCH à l'occasion  
de la publication du Farm Bill en avril 2003

*« Nous sommes une nation bénie parce que nous pouvons produire notre propre nourriture et que, par conséquent, nous sommes en sécurité. Une nation qui peut nourrir sa population est une nation en sécurité. [...] Nous ne sommes pas prêts à abandonner notre production alimentaire au profit de pays instables comme ceux du Tiers-Monde »*

Cité par C. Cervolin, colloque de Genshagen (RFA) 10 et 11 juin 2005

<sup>10</sup> En dépit de l'amalgame souvent fait entre les deux, on ne peut pas confondre cet avantage absolu, avec l'avantage comparatif mobilisé par ailleurs dans la théorie de l'échange international, dans un contexte de non mobilité des facteurs.

Pour pallier la pénurie de terres, l'Union européenne a développé des systèmes de production plus intensifs en travail, qui n'ont pu prospérer que grâce à une protection aux frontières, et des soutiens publics à la production plus élevés qu'aux Etats-Unis. C'est ce qu'illustre le montant des droits de douanes consolidés à l'OMC, qui, à l'issue de la négociation de l'Uruguay Round (Accords de Marrakech de 1994), restent nettement plus élevés en Europe qu'aux Etats-Unis, même si dans le cadre de nombreux accords bilatéraux préférentiels l'UE applique des tarifs très inférieurs, voire nuls, dans le cadre de l'accord « tout sauf les armes » avec les pays les moins avancés (PMA).

**Droits de douanes NPF moyens en 2012 ou 2013**

|                   | UE 27             | USA                   |
|-------------------|-------------------|-----------------------|
| Blé tendre        | 95 €/t            | 6,5 \$/t              |
| Blé dur           | 148 €/t           | 6,5 \$/t              |
| Mais              | 94 €/t            | 0 ou 2,5 \$/t         |
| Riz               | 175 €/t           | 14 \$/t ou 11,2%      |
| Sucre raffiné     | 419 €/t           | 1461 à 3661 \$/t      |
| Beurre            | 1896-2313 €/t     | 1541-1865 \$/t        |
| Lait concentré    | 1254 €/t          | 33 à 1556 \$/t        |
| Bœuf congelé      | 12,8 % + 1768 €/t | 44 \$/t jusqu'à 26,4% |
| Porc congelé      | 536 €/t           | 0 ou 14 \$/t          |
| Volaille congelée | 265 €/t           | 88 à 176 \$/t         |

Source: base de données OMC sur les droits de douane appliqués, citée par J. Berthelot, Solidarite.10/06/2013

La comparaison des budgets consacrés à l'agriculture est plus délicate. Le budget agricole communautaire est de l'ordre de 52 milliards d'euros par an (soit 68 milliards USD environ). Comme la grande majorité des aides est « découplée » dans l'UE, c'est-à-dire indépendante des niveaux de production et de prix (aide forfaitaire fixe à l'hectare, sans même d'obligation de produire), ce budget est très stable d'une année sur l'autre. Aux Etats-Unis, au contraire, les aides découplées, instaurées en 1996, ont été en grande partie abandonnées dès 2002, et totalement abandonnées en 2014, remplacées par des aides dites « contra-cycliques », ajustées chaque année en fonction des prix, des marges ou des revenus des producteurs. Elles sont donc moins prévisibles, et varient d'une année sur l'autre en fonction de la situation des marchés (23 milliards de dollars les mauvaises années comme en 1999 et 2005, 13 milliards de dollars les bonnes années comme en 2001 ou en 2007<sup>11</sup>). La programmation budgétaire pour la période 2014-2018 prévoit une dépense pour l'agriculture de l'ordre de 100 milliards USD, soit 20 milliards en moyenne par an<sup>12</sup>. L'agriculture des Etats-Unis, qui disposent de rentes de situation très favorables, paraît donc a priori moins soutenue que celle de l'UE. Encore convient-il de garder en tête les limites de ces comparaisons, dans la mesure où les Etats-Unis, à la différence de l'UE, mettent en œuvre des politiques alimentaire et énergétique mobilisant d'importants financements publics, dont les retombées sur les marchés agricoles sont incontestables, mais non prises en compte dans les soutiens directs à l'agriculture.

Reste que dans l'UE, encore plus qu'aux Etats-Unis, ces aides sont indispensables pour assurer la pérennité de productions que les seuls prix du marché ne permettent pas de rémunérer. De fait, hormis les grandes cultures dans le contexte actuel de prix très porteurs, bon nombre d'exploitations européennes, y compris de grandes exploitations, ne pourraient pas dégager un revenu suffisant pour assurer leur pérennité sans aides publiques importantes, découplées ou non. Le secteur laitier en est un bon exemple puisque, même les très bonnes années, les grandes exploitations, réputées les plus compétitives, dégagent un résultat courant avant impôt, par actif familial, inférieur à 15 000 Euros, résultat qui peut atteindre 10 000 Euros les moins bonnes années (cf données du RICA en annexe).

<sup>11</sup> Source : C. Ligeard, attaché agricole à l'ambassade de France à Washington, intervention du 03/03 2010 à l'APCA.

<sup>12</sup> Source : site internet de l'ERS USDA

## 2) Entre volontarisme et renoncement : deux conceptions contrastées de la politique agricole

Ces différences structurelles se doublent de conceptions très contrastées des exigences de la politique agricole. Aux Etats-Unis, l'agriculture est considérée comme une chose trop importante pour être livrée, sans précaution, à l'incertitude des marchés, et le pouvoir fédéral, dès la période de la colonisation, a joué un rôle central dans l'organisation de la production (répartition des terres) et dans l'encadrement des marchés. Ce rôle s'est consolidé dans les années 30 avec l'Agricultural Adjustment Act qui pose les fondements d'une politique agricole et alimentaire fortement régulée par l'Etat fédéral, et dont les principes, adaptés aux évolutions de la conjoncture internationale, ont toujours été réaffirmés aux cours des lois de programmation agricole (« Farm Bill ») successives, y compris dans la période la plus récente.

L'exposé précédent de S. Devienne a montré l'étendu des dispositifs de régulation des marchés pour soutenir les prix et les revenus des producteurs, combinant l'action sur l'offre (prix minimum d'écoulement de marché, assuré par la constitution de stocks publics combinée au gel de terres avec le dispositif du Loan Rate), à l'action sur la demande : demande intérieure par la distribution d'une aide alimentaire dans les cantines scolaires et de bons d'achat d'alimentation aux catégories les plus défavorisées, et demande extérieure par divers dispositifs de soutien aux exportations (crédits et assurances export notamment). S'ajoutent à cela les aides aux agro-carburants et l'obligation d'incorporation de 10% d'éthanol dans les essences pour automobiles. Autant de débouchés supplémentaires pour l'agriculture, financés par les pouvoirs publics ou les automobilistes. Parmi ces soutiens à la demande, l'aide à la consommation alimentaire domestique, ainsi que le rappelle S. Devienne, occupe une place tout à fait prépondérante, avec un budget annuel dépassant les 110 milliards de dollars. C'est un soutien sans équivalent à l'industrie agroalimentaire, mais aussi à l'agriculture, qui fonctionne de manière analogue aux anciens dispositifs communautaires d'intervention, si ce n'est que, plutôt que de détruire ou de dénaturer des produits agricoles en alimentation animale (poudre de lait par exemple), on les distribue aux plus pauvres ou on les transforme en carburant. Avantage supplémentaire : les sommes consacrées à ce genre d'interventions ne sont pas prises en compte à l'OMC ou sont considérées comme libres car « non distorsives » (boîte verte)<sup>13</sup>.

Dans le même registre, l'exposé de J.C. DEBAR a montré l'importance des dispositifs de soutien au revenu dans les systèmes de grande culture, abusivement qualifiés d'« assurance ». Il convient en effet de bien distinguer les assurances annuelles contre les incertitudes de prix<sup>14</sup> et de rendement (au demeurant subventionnées à 60 % par les pouvoirs publics qui réassurent en dernier ressort les compagnies privées d'assurances) des dispositifs de garantie de chiffre d'affaire ou de revenu en cas de baisse des prix. Ces derniers sont entièrement financés et gérés par les pouvoirs publics, dans la même logique que les dispositifs antérieurs de compléments de prix ou d'aides contra-cycliques.

Un bref rappel sur la politique laitière menée outre Atlantique permet de compléter ce tableau de la politique agricole des Etats-Unis. Alors que l'Union européenne a démantelé l'essentiel des dispositifs de régulation des volumes (quotas) et des prix (intervention), les réduisant désormais à un simple dispositif de gestion des crises (mais où s'arrête le signal des prix, et où commence la crise ?) les Etats-Unis consolident leurs soutiens à la production laitière dans leur dernier « Farm Bill » de 2014.

La politique laitière étatsunienne est extrêmement complexe, sans qu'il soit possible de la présenter ici en détail<sup>15</sup>. Rappelons simplement l'existence d'un dispositif, conçu dès la fin des années 30 mais toujours actuel, les « Federal milk marketing orders » qui, par grandes zones géographiques (11 actuellement), encadrent les marges des transformateurs sur chaque segment de marchés correspondant à quatre classes de

<sup>13</sup> Cette distinction n'engage bien sûr que l'OMC et tous ceux qui croient encore à la fable du découplage et de la boîte verte. En fait, on l'aura compris, ils s'agit de dispositifs d'intervention publique qui modifient, au même titre que les politiques de stockage, l'équilibre du marché pour soutenir la production, à cette différence près qu'il paraît plus intelligent de nourrir les nécessiteux que d'accumuler des stocks dont on ne sait que faire.

<sup>14</sup> Lever l'incertitude sur les prix peut être utile pour aider à la prise de décision, mais ne garantit en aucun cas un niveau de prix. Si le prix fixé par anticipation est très déprimé, la seule certitude est qu'on va à la faillite.

<sup>15</sup> Voir JC KROLL, A. TROUVE, M. DERUAZ : « Quelle perspective de régulation après la sortie des quotas » Tome2 « Analyse de différents modes de régulation des marchés des produits laitiers dans le monde » UMR 1041 INRA-AgroSup DIJON, septembre 2010.

laits (lait frais de boisson, lait destiné à la production de produits frais, lait destiné à la production de fromages, lait destiné à la production de beurre et poudre). Le dispositif oblige les transformateurs à répercuter aux producteurs la valorisation du lait sur les différents segments de marché. Il se complète dans un deuxième temps par un dispositif de péréquation (Pooling) entre les laiteries pour verser un prix moyen identique aux producteurs, quelque soit le mix produit de leur laiterie.

Dans ce dispositif, les marges des transformateurs étant encadrées, l'essentiel des fluctuations de prix à la consommation est répercuté en amont sur les prix à la production agricole qui peuvent être soumis à de fortes fluctuations. Pour pallier (en partie seulement) les effets de ces fluctuations, il existait, jusqu'en 2014, un dispositif de complément mensuel de prix (« Milk Income Loss Contract » = MILC). Lorsque le prix mensuel moyen de marché tombait en dessous d'un prix de référence (le prix du lait de classe 1 du FFMO de Boston, de l'ordre de 274 €/tonne,) ce complément de prix couvrait 45% de l'écart entre le prix de marché et ce prix de référence, pour une production mensuelle plafonnée à 145 vaches laitières.

Dans le nouveau Fam Bill de 2014, ce dispositif est renforcé avec l'instauration d'un nouveau programme de protection des marges (Margin Protection Program) qui se substitue au programme MILC et garantit désormais les producteurs, non seulement contre la baisse des prix, mais aussi contre l'augmentation des coûts de l'alimentation du bétail. De fait, lors de la crise de 2009 les gros élevages les plus intensifs avaient été doublement affectés, par la chute du prix du lait et le plafonnement des aides MILC à 145 vaches, mais aussi par l'augmentation du coût de l'aliment du bétail. Ils ont été entendus lors de l'élaboration du dernier « Farm Bill ». Le nouveau dispositif se déclenche quand la marge moyenne (prix moyen des différentes catégories de lait - coût moyen de l'alimentation du bétail) tombe en dessous de 4 \$/cwt (soit environ 64€/tonne) pendant 2 mois consécutifs. L'Etat fédéral garantit alors une marge minimum de 4 \$/cwt, moyennant une participation annuelle aux frais administratifs, très modique, de 100\$. Avec le versement d'une cotisation complémentaire, renforcée au delà de 4 millions de pounds (soit environ 1 800 000 litres), les pouvoirs publics assurent un complément de marge, variable en fonction de la cotisation, pouvant aller jusqu'à 4 \$/cwt, soit une marge garantie de 8 \$/cwt. (cf tableau ci-dessous)

### Margin Protection Program

| marge garantie<br>par cwt | prime d'assurance par cwt  |  |
|---------------------------|--|--|
|                           | production<br>< 4 millions pounds<br>( 1 800 000 litres environ) | production<br>> 4 millions pounds<br>( 1 800 000 litres environ) |
| \$ 4.00                   | aucune   | aucune   |
| \$ 4.50                   | \$ 0.010   | \$ 0.020   |
| \$ 5.00                   | \$ 0.025   | \$ 0.040   |
| \$ 5.50                   | \$ 0.040   | \$ 0.100   |
| \$ 6.00                   | \$ 0.055   | \$ 0.155   |
| \$ 6.50                   | \$ 0.090   | \$ 0.290   |
| \$ 7.00                   | \$ 0.217   | \$ 0.830   |
| \$ 7.50                   | \$ 0.300   | \$ 1.060   |
| \$ 8.00                   | \$ 0.475   | \$ 1.360   |

1 ctw (hundredweight) = 100 lbs (pounds) = 45,36 kg

Cette garantie de marge s'applique à **un volume de référence**, ajusté chaque année en fonction de la situation des marchés, ce qui veut dire que les producteurs qui augmentent leur production au-delà de leur volume de référence ne peuvent pas prétendre à la garantie de marge pour ces volumes excédentaires. On ne parle donc pas de quotas aux Etats-Unis, mais il n'en reste pas moins qu'il existe une forme de responsabilisation des producteurs qui dépassent leur référence. Rien de tel dans l'UE avec la suppression des quotas, puisque tous les producteurs (de même pour les Etats-membres), aussi bien ceux qui auront gardé une production stable que ceux qui auront fait exploser la production, seront touchés de la même manière par la baisse des prix. Il y a fort à parier que les mesures d'urgence, qui s'imposeront alors, seront indifférenciées et bénéficieront ainsi en priorité à ceux qui ont le plus produit, et que les Etats-membres et les régions en déprise laitière devront payer pour ceux qui ont poussé leur production au-delà du raisonnable (principe du fauteur indemnisé).

Mais le dispositif étatsunien d'encadrement des marchés laitiers ne s'arrête pas là. Il existait dans l'ancien Farm Bill un programme d'intervention par achats publics de poudre et de beurre ( le « Dairy Product Price Support »), analogue au « filet de sécurité » dans l'UE. Ce programme était fortement critiqué car les prix d'intervention, décrochés des prix de marché depuis les années 1990, ne permettaient en aucune manière de garantir un revenu minimum aux producteurs. Inefficace pour les producteurs, ce programme profitait principalement aux exportateurs sur le marché mondial comme la Nouvelle Zélande, puisque, lorsque les prix mondiaux s'effondraient, les Etats-Unis stockaient leur production, prenant à leur charge l'assainissement du marché mondial au profit de leurs concurrents. Ce programme a été abrogé dans le dernier Farm Bill de 2014 ainsi qu'un autre programme de soutien aux exportations, le « Dairy Export Intencive Program ». Ils ont été remplacés par un nouveau programme d'achats publics de produits laitiers au prix de marché, lorsque les marges tombent au dessous du seuil de 4 \$/cwt, pour alimenter des dons aux programmes d'aide alimentaire. Ce nouveau « Dairy Product Donation Program » s'ajoute aux programmes d'aide alimentaire précédemment évoqués. L'aide alimentaire apparaît ici explicitement comme un outil de régulation des marchés laitiers, sachant que le choix est fait de privilégier les pauvres nationaux, plutôt que de stocker les excédents ou de les brader à bas prix sur le marché mondial. Ainsi se vérifie, si besoin en était, l'étroite articulation entre les politiques de soutien à la production et les politiques alimentaire et nutritionnelle, ce qui explique logiquement que ces politiques soient gérées conjointement au sein du ministère de l'agriculture (USDA).

Ce bref panorama de quelques traits essentiels de la politique agricole et alimentaire des Etats –Unis permet de mesurer le fossé qui se creuse en la matière avec l'Union européenne. Alors qu'au cours des réformes successives entreprises depuis 1993 l'UE a démantelé progressivement sa Politique agricole commune en limitant de manière drastique l'intervention des pouvoirs publics dans la régulation des productions et des marchés (intervention réduite pour l'essentiel à la gestion des crises) pour lui substituer une politique simpliste d'aide unique à l'hectare gérée dans le cadre de la subsidiarité nationale, les Etats-Unis consolident, dans la période récente, de nouveaux outils de politique agricole pour soutenir leurs productions et leurs marchés.

Conclusion de la note d'analyse du CEP n°73 de juin 2014 sur le nouveau Farm Bill

*« Au total, si les aides découplées disparaissent, l'Etat fédéral conserve avec le nouveau Farm Bill un rôle fondamental dans la régulation du secteur agricole. Les systèmes anticycliques de garantie sur les prix ou les chiffres d'affaire sont renforcés, ainsi que les assurances subventionnées [...] Les Etats-Unis visent à conserver une agriculture productrice et exportatrice, tout en se prémunissant de risques économiques et climatiques croissants, quitte à prendre le risque de dépasser les plafonds de l' OMC »*

De son côté, l'UE est certainement la seule région du monde à avoir réformé sa politique agricole en 2003 pour la mettre en conformité avec un accord qui n'existe pas (Cycle de Doha toujours pas conclu).

### 3) Deux entités politiques incomparables

Ulysse Grant, président des Etats-Unis de 1868 à 1876

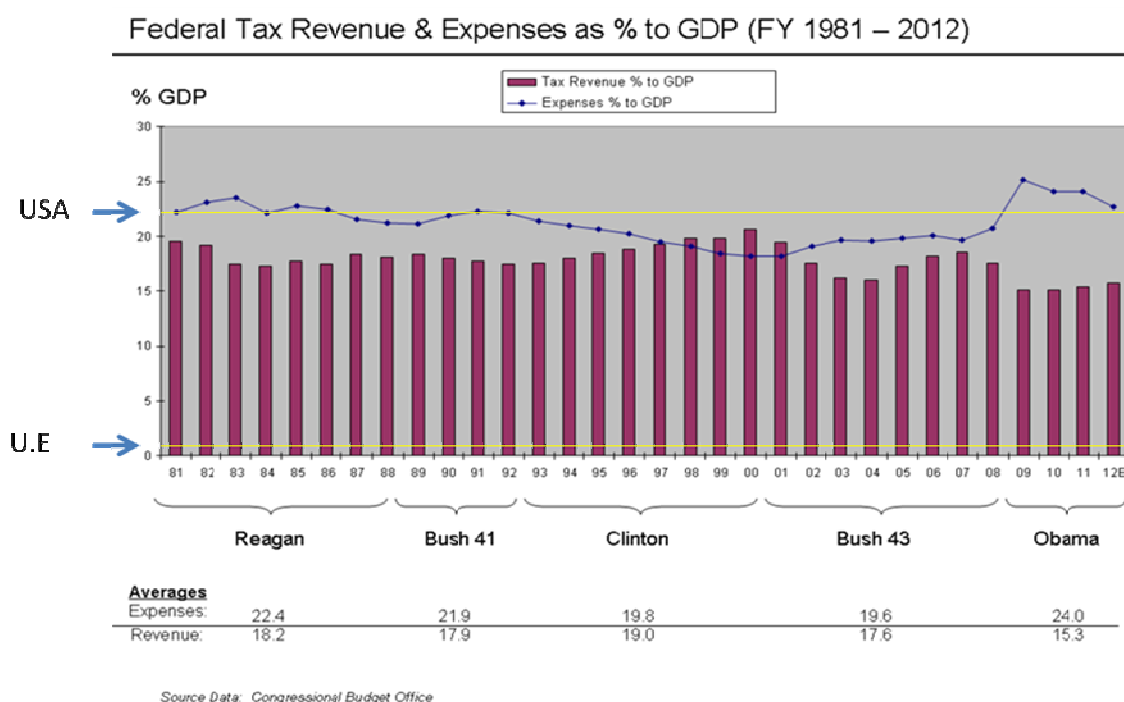
*« Pendant des siècles, l'Angleterre s'est appuyée sur la protection, l'a pratiquée jusqu'à ses plus extrêmes limites, et a obtenu des résultats satisfaisants. Après deux siècles, elle a jugé commode d'adopter le libre échange, car elle pense que la protection n'a plus rien à lui offrir. Et bien, Messieurs, la connaissance que j'ai de notre pays me conduit à penser que dans moins de deux cents ans, lorsque l'Amérique aura tiré de la protection tout ce qu'elle a à offrir, elle adoptera le libre échange »*

( Le Monde diplomatique de décembre 2005)

Cette citation prémonitoire du 18ème président des Etats-Unis rappelle que toutes les grandes puissances du monde ont utilisé la protection pour construire leur cohésion politique et asseoir leur intégration économique.

L'Union européenne a-t-elle su tirer de la protection tout ce qu'elle avait à offrir, avant d'adopter le libre-échange ? Force est de constater que non. Après plus d'un demi-siècle d'existence, l'UE ne dispose ni d'une politique fiscale ni d'une politique sociale harmonisées, d'aucune ressource fiscale commune et d'aucun budget commun dignes de ce nom. Elle s'est pourtant lancée à corps perdu dans le libre-échange qui, en l'absence de règles communes, substitue à la saine émulation concurrentielle entre entreprises, une compétition délétère entre systèmes sociaux, montant les peuples européens les uns contre les autres au lieu de les souder entre eux par des dispositifs communs de solidarité, au risque de replis nationalistes des plus inquiétants.

Alors que les Etats-Unis constituent une nation aux frontières à peu près stables depuis deux siècles, l'Union européenne reste une construction politique hybride, en devenir, à mi-chemin entre fédéralisme et coopération entre Etats, aux frontières en perpétuelle évolution depuis sa création. Alors que les Etats-Unis constituent une entité économique achevée, l'Union européenne reste, pour l'essentiel, une zone de libre-échange constituée d'un conglomérat d'Etats-membres en concurrence et aux intérêts divergents, sans qu'aucune réelle solidarité constituée, objectivable à travers le montant des transferts, ne permette de transcender ces divergences. Ceci est parfaitement illustré dans les comparaisons des budgets (ci-dessous).



Alors que le budget fédéral des Etats-Unis représente 20 à 25 % du PIB, celui de l'Union Européenne ne représente toujours que 1% du PIB de l'ensemble, tandis que l'exécutif européen ne dispose d'aucune ressource propre (hormis les droits de douanes). De fait, le Parlement européen vote les dépenses, mais n'a aucune maîtrise des ressources qui dépendent quasi exclusivement des contributions arrêtées par les Etats-membres (93% des ressources totales).

En outre, si l'on pousse un peu plus loin l'analyse, on constate que les Etats-membres récupèrent une part importante de leur contribution, si bien que les transferts réels sont bien inférieurs au 1% de PIB de contribution au budget commun. (cf tableau ci-dessous).



**Contribution nette des Etats membres en 2009 (UE 27)**  
(contribution – versements communautaires en milliards d'euros )

|              |        |                |        |
|--------------|--------|----------------|--------|
| Allemagne:   | - 9,0  | Pologne:       | + 6,4  |
| France:      | - 5,3  | Grèce:         | + 3,2  |
| Italie:      | - 4,5  | Hongrie:       | + 2,8  |
| Pays Bas:    | - 2,9  | Belgique:      | + 2,4  |
| Royaume uni: | - 2,1  | Portugal:      | + 2,2  |
| Suède:       | - 1,0  | Rep. Tchèque:  | + 1,7  |
| Danemark:    | - 0,9  | Roumanie:      | + 1,7  |
| Autriche:    | - 0,5  | Lituanie:      | + 1,5  |
| Finlande:    | - 0,5  | Espagne:       | + 1,4  |
|              |        | Luxembourg:    | + 1,2  |
|              |        | 8 autres E.M.: | + 2,4  |
|              | - 26,7 |                | + 27,1 |

Total des contributions brutes des Etats = 94,4 milliards € = 0,93 % du RNB

**Redistribution effective entre E.M. = 0,27% du RNB:**  
**le triomphe de la doctrine Thatcher**

Ainsi les transferts nets entre pays de l'UE, de l'ordre de 27 milliards d'euros, représentent moins de 0,3 % du PIB de l'ensemble. C'est donc pour l'essentiel une conception très britannique de la solidarité budgétaire qui prévaut aujourd'hui en Europe, conception que Madame Thatcher avait résumé, dès le début des années 1980, dans une formule explicite : « I want my money back ».

On conçoit aisément que lorsque l'on mutualise 20 à 25 % de la richesse produite, comme aux Etats-Unis, cela constitue un facteur objectif de solidarité et de cohésion politique. On conçoit aisément à l'inverse que, lorsque l'on ne redistribue que 0,27 % de la richesse produite, cela constitue un facteur objectif de divergence d'intérêt et d'incohérence politique. Les transferts budgétaires constituent, de fait, un facteur objectif de cohésion économique et d'intérêts communs.

Dans des contextes institutionnels et politiques aussi différents, la comparaison des agrégats macro-économiques perd toute signification. Autant par exemple la balance commerciale ou la balance des paiements courant constituent une réalité tangible au Etats-Unis, autant elles restent des constructions virtuelles dans l'Union Européenne. On ne se pose plus la question aux Etats-Unis de savoir si les échanges entre la Pennsylvanie et la Floride sont excédentaires ou déficitaires, car cela n'a plus de sens, en raison des multiples transferts qui s'opèrent entre Etats, à travers la fiscalité, les assurances et les migrations de population (la population active qui a constitué sa retraite en Pennsylvanie va la prendre en Floride, et les malades de Floride peuvent se faire soigner dans les hôpitaux de Pennsylvanie). En revanche, quelle signification accorder à l'excédent ou au déficit commercial de l'UE avec les pays tiers ? En l'absence d'intégration économique et de transferts significatifs, la réalité économique dans l'UE reste l'excédent commercial allemand, et le déficit commercial français.

Si l'on compare par exemple les balances des paiements courants qui permettent de corriger les balances commerciales d'un certain nombre d'« invisibles » qui échappent aux statistiques douanières (prestations de services sur les transactions internationales, dépenses des touristes étrangers etc.), on constate que l'UE se trouve dans une situation bien plus favorable que les Etats-Unis, avec un excédent de 157 milliards de dollars, contre un déficit de 440 milliards aux Etats Unis.

|                         | Commerce extérieur 2012 |                    |
|-------------------------|-------------------------|--------------------|
|                         | toutes marchandises     | produits agricoles |
| USA                     |                         |                    |
| exports. (milliards \$) | 1 546                   | 172                |
| Imports. (milliards \$) | 2 336                   | 142                |
| Solde                   | - 790                   | + 30               |
| UE 27 (extra UE)        |                         |                    |
| exports. (milliards \$) | 2 167                   | 162                |
| Imports. (milliards \$) | 2 301                   | 173                |
| Solde                   | 134                     | 10,9               |

Soldes des balances des paiements courants 2012:  
 USA : - 440 milliards \$      UE 27: + 387 - 230 = + 157 milliards \$

Total des soldes positifs: 11 tM.      
 Total des soldes négatifs: 16 tM

Mais qui s'intéresse en Europe à l'excédent de la balance des paiements courants ? Seul un économiste naïf peut s'amuser à additionner les soldes des 27 pays européens, dont certains sont positifs (11) et d'autres négatifs (16), pour conclure que tout va bien en Europe puisque l'ensemble est excédentaire. De fait, le concept de balance commerciale ou de balance des paiements est une réalité opératoire aux Etats-Unis, alors que cela reste une construction purement virtuelle dans l'Union européenne, où les indicateurs nationaux continuent de prévaloir dans les négociations entre Etats-membres, ce qu'illustrent encore les échanges agricoles. (Cf. tableau suivant).

COMMERCE EXTERIEUR DES PRODUITS ALIMENTAIRES, BOISSONS ET TABAC 2012  
 ( source: Eurostat . Année agricole 2013, unité: millions d'Euros )

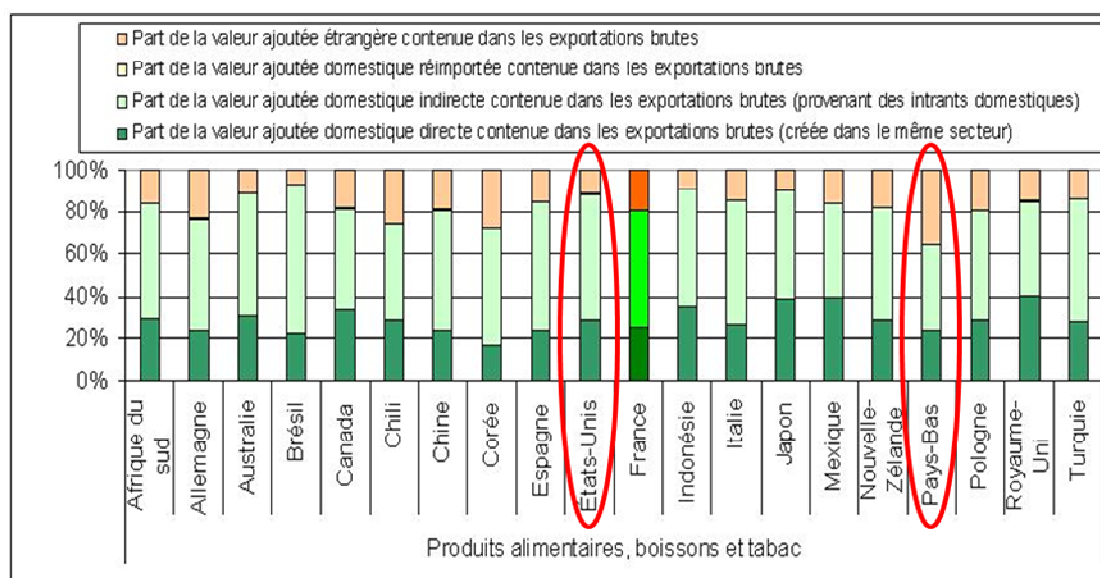
|              | Total   |         |          | Extra .UE 27   |                |                 | Intra.UE 27    |                |            |
|--------------|---------|---------|----------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|------------|
|              | Import. | Export. | Solde    | Import.        | Export.        | Solde           | Import.        | Export.        | Solde      |
| France       | 44 087  | 59 624  | +15 537  | 8 808          | 20 546         | +11 738         | 35 279         | 39 078         | +3 799     |
| Allemagne    | 75 327  | 65 513  | - 9 814  | 17 234         | 15 721         | - 1 513         | 58 093         | 49 792         | - 8 301    |
| Espagne      | 25 661  | 34 265  | + 8 604  | 9 123          | 8 721          | - 402           | 16 538         | 25 544         | +9 006     |
| Italie       | 36 374  | 31 913  | - 4 439  | 9 374          | 10 731         | + 1 357         | 27 000         | 21 204         | - 5 796    |
| Pays Bas     | 50 588  | 75 699  | +25 111  | 21 525         | 16 064         | - 5461          | 29 063         | 59 635         | + 30 572   |
| Belgique     | 29 908  | 33 534  | + 3 626  | 7 085          | 4 861          | - 2 224         | 22 823         | 28 673         | + 5 850    |
| Danemark     | 9 099   | 15 577  | + 6 478  | 1 842          | 6 078          | + 4 236         | 7 257          | 9 499          | + 2 242    |
| Pologne      | 12 917  | 16 738  | + 3 821  | 2 434          | 4 170          | + 1 736         | 10 483         | 12 568         | + 2 085    |
| Royaume U    | 47 358  | 22 801  | - 24 557 | 12 881         | 8 887          | - 3 994         | 34 477         | 13 914         | - 20 563   |
| <b>UE 27</b> |         |         |          | <b>102 621</b> | <b>118 232</b> | <b>+ 15 611</b> | <b>309 790</b> | <b>313 969</b> | <b>nul</b> |

Sans prétendre stigmatiser ce pays, prenons l'exemple des Pays-Bas. Avec un excédent agricole de 25 milliards d'euros, ce pays apparaît comme le premier exportateur de l'UE, loin devant un grand pays agricole comme la France qui ne dégage que 15 milliards d'excédent. Mais cette performance recouvre deux réalités contradictoires : un très fort excédent dans les échanges intra-communautaires, mais un déficit avec les pays tiers. A l'inverse, le commerce extérieur agricole de la France paraît plus équilibré, excédentaire à la fois dans les échanges intra-communautaires et dans les échanges avec les pays tiers. Du point de vue de l'intérêt national, nul doute que la stratégie des Pays-Bas, comme celle de la Belgique d'ailleurs, sont payantes. Mais, si l'on raisonne à partir d'un intérêt strictement communautaire, le modèle des Pays-Bas et celui de la Belgique contribuent au déficit commun, alors qu'à l'inverse, les modèles français, mais aussi polonais,

apparaissent plus vertueux puisqu'ils contribuent à consolider le commerce extérieur de l'UE. Pourtant, là encore, aucune instance politique n'est en situation d'arbitrer entre l'intérêt collectif et les intérêts nationaux.

Cette question des échanges extérieurs agricoles pose, en filigrane, la question du contenu en importations des exportations. Le schéma suivant, tiré d'une étude de l'OCDE en donne une illustration.

## Le contenu en importations des exportations



L'agriculture des Etats-Unis se caractérise par une part de la valeur ajoutée importée dans les exportations agricoles particulièrement faible, ce qui montre la grande autonomie de l'agriculture américaine. Les exportations américaines sont essentiellement constituées de valeur ajoutée créée dans le pays, ce qui peut contribuer à expliquer l'excédent commercial agricole. A l'inverse, la valeur ajoutée importée représente presque 40 % de la valeur des exportations des Pays Bas. Ceci n'aurait en soit rien de problématique si, comme en Italie, cette valeur ajoutée importée provenait des autres pays-membres de l'UE, pour alimenter des exportations sur les pays tiers. Mais les chiffres montrent qu'une part de cette valeur ajoutée importée aux Pays-Bas provient des pays tiers, pour alimenter des exportations sur le marché intérieur européen. Quand on sait par ailleurs que les Pays-Bas sont, immédiatement après Malte, le pays de l'UE qui touche en moyenne les aides communautaires à l'hectare les plus élevées, il est permis de s'interroger sur une Politique agricole commune qui soutient prioritairement un modèle importateur, pour générer des excédents sur les marchés domestiques.

## Conclusion

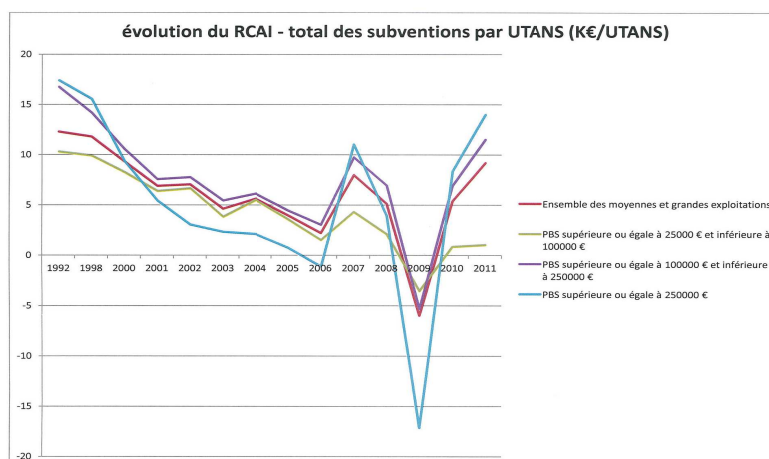
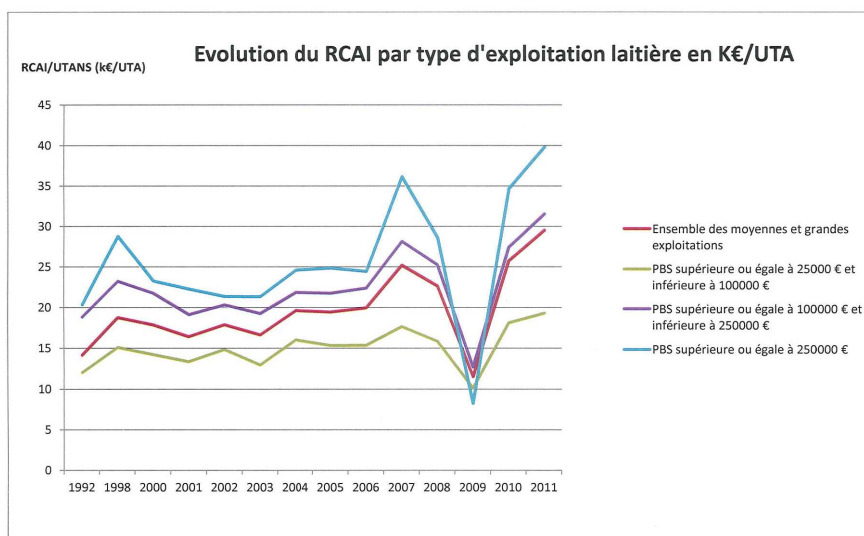
Dans les négociations internationales, les Etats-Unis et l'Union européenne ne jouent pas à armes égales et l'UE apparaît in fine comme la grenouille de la fable qui veut se faire aussi grosse que le bœuf : alors que les Etats-Unis développent une stratégie agricole et commerciale cohérente en fonction des intérêts supérieurs du pays, l'Union européenne reste un conglomérat de pays aux intérêts contradictoires, réunis dans une zone de libre-échange sans réelle intégration économique. Elle a même, pour des raisons purement idéologiques, en grande partie démantelé la seule politique commune dont elle disposait : la politique agricole. Dans ces conditions, toutes les inquiétudes sont permises sur l'impact que pourra avoir sur l'agriculture en particulier, mais plus généralement sur le devenir de l'UE, le partenariat transatlantique de commerce et d'investissement (TTIP) en cours de négociation.

De fait, en supposant que l'UE ait un avantage collectif à signer cet accord, reste qu'en l'absence de mécanismes de péréquation des bénéfices de cet accord par des transferts budgétaires suffisants, les contradictions ne pourront que s'accroître entre les Etats-membres bénéficiaires et ceux qui en feront les

frais. En ce sens, dans la mesure où l'UE n'est pas une entité économique cohérente constituée, le TTIP risque d'être l'acte final qui consacre la dilution définitive de la construction communautaire dans l'espace de libre-échange transatlantique, les libéraux impénitents se révélant, in fine, les fossoyeurs zélés de la construction européenne.

En matière agricole, les tensions risquent de se révéler particulièrement brutales, car les simulations dont on peut disposer tendent à montrer que les bénéfices de la libéralisation transatlantique des échanges iront prioritairement aux Etats-Unis. L'étude menée sur cette question par le CEPII pour le compte du Parlement européen montre que, dans l'hypothèse d'une suppression des droits de douane et d'une réduction de 25% des barrières non tarifaires, les exportations agricoles de l'UE vers les Etats-Unis augmenteraient à l'horizon 2025 de 56%, mais que celles des Etats-Unis augmenteraient de 116% ce qui serait de nature à réduire, voire à inverser, le déficit de leurs échanges actuels avec l'UE. Dans le même temps, la valeur ajoutée de l'agriculture européenne se contracterait de -0,5% tandis que celle des Etats-Unis augmenterait de + 0,4%. Il ne faut certes pas caricaturer les résultats de cette étude qui contient d'importantes nuances qualitatives et repose, par définition, sur des hypothèses qui ne pourront être vérifiées qu'a posteriori, compte tenu du secret de la négociation. Reste que ces résultats sont obtenus à partir d'un modèle d'équilibre général, construit sur des hypothèses de fonctionnement des marchés plutôt favorable à la libéralisation des échanges. Même sous ces hypothèses, les résultats ne sont pas probants et confirment, dans certains secteurs comme celui de la viande bovine, d'importantes difficultés à prévoir pour les élevages européens. Ils sont en outre obtenus sous l'hypothèse « toutes choses égales par ailleurs » nécessaire à toute modélisation. Or notre analyse de la politique agricole américaine tend à montrer son efficacité et sa très grande faculté d'adaptation, qui contraste en regard de l'inertie et du désengagement de la Politique agricole commune. Au delà des obstacles tarifaires et non tarifaires aux échanges, les politiques agricoles ne sont pas du tout les mêmes de part et d'autre de l'Atlantique. Toutes les choses ne sont donc pas égales par ailleurs, ce qui permet de douter de la capacité de l'UE à se doter des moyens nécessaires à la défense des intérêts de son agriculture dans une telle confrontation transatlantique.

Annexe : Résultats économiques des exploitations laitières françaises



RCAI/UTA.NS = résultat courant avant impôt par unité de travail annuelle non salariée.

---

## LA POLITIQUE AGRICOLE ET ALIMENTAIRE AMÉRICAINE QUELS ENSEIGNEMENTS POUR LA PAC ?

### CONCLUSION

par Jean-Paul Charvet

Il est particulièrement difficile de conclure à la suite de trois exposés particulièrement denses et riches aussi bien en informations qu'en réflexions tout en rendant compte des réponses apportées aux questions posées, lors de la discussion finale, par un auditoire particulièrement nombreux. Mes conclusions ne porteront que sur les points qui ont le plus retenu mon attention, étant entendu que d'autres auraient également mérité de l'être.

L'introduction de Gilles **Bazin** a très clairement mis en évidence un certain nombre de données majeures opposant les agricultures et les politiques agricoles des États-Unis et de l'Union européenne (je vous y renvoie) ainsi que les questions que posent leurs évolutions.

De l'exposé de Jean-Christophe **Debar** j'ai surtout retenu les points suivants, en le félicitant pour avoir été aussi clair et pédagogue sur un sujet aussi complexe.

1. Une des mesures les plus remarquées du nouveau *Farm Bill* de 2014 est la suppression des aides directes découplées qui existaient depuis 1996 pour un montant de l'ordre de 5 milliards de dollars par an. Ceci constitue une opposition majeure avec la PAC où ces aides ont été conservées (au niveau de 38 milliards d'euros par an) tout en ayant fait l'objet d'un certain nombre d'ajustements, plus ou moins importants.
2. Cette suppression s'est accompagnée de la mise en place d'un très robuste filet de protection des revenus des agriculteurs américains dans les domaines des grandes cultures et de l'élevage laitier. En fait plusieurs filets de protection ont été développés (cf. son exposé) en actualisant des mécanismes qui existaient déjà (le *loan rate*, les *deficiency payments* ou paiements « contractuels » ...) et surtout en accordant une place majeure à deux systèmes assuranciers. Ces systèmes sont très largement subventionnés par l'État fédéral (qui constitue l'assureur en dernier recours) et établis en fonction de prix de référence qui ont été très nettement réévalués. Ils correspondent à des systèmes d'aides directes contractuelles couplées et renforcées.
3. Les agriculteurs américains vont donc devoir choisir très vite (pendant l'hiver 2014 – 2015) et pour toute la durée du *Farm Bill*, i.e. pour 4 ans, entre les deux systèmes assuranciers qui leur sont proposés : un système d'assurance prix (le PLC ou *Price Loss Coverage*) et un système d'assurance chiffre d'affaires (l'ARC ou *Agricultural Risk Coverage*) couvrant donc les risques de fluctuation de prix et de rendements. Ces systèmes sont particulièrement complexes (d'autant plus que des assurances complémentaires sont proposées ...) et les agriculteurs américains apparaissent souvent perplexes à propos des choix qu'ils vont devoir effectuer très vite en fonction de la nature et de la hiérarchie des risques qu'ils estiment être encourus par leurs exploitations et qui vont les engager sur le moyen terme sans avoir de certitude sur les évolutions à venir des cours mondiaux des grains et des produits laitiers. Notons que si ces cours devaient baisser durablement, les coûts budgétaires pour l'État fédéral pourraient devenir très élevés.

L'exposé de Sophie **Devienne** est d'autant plus intéressant qu'il traite d'une dimension assez peu connue, mais tout à fait d'actualité : celle des liens entre politique agricole et politique alimentaire aux États-Unis. Ces liens sont anciens : ils remontent à la crise économique des années 1930 et au *New Deal* du

Président Roosevelt. Mais Sophie **Devienne** nous a montré comment l'aide alimentaire intérieure (dont celle des « tickets alimentaires » attribués aux populations défavorisées (46 millions de personnes ...) qui en constitue la plus grande partie) a pris récemment une ampleur considérable : elle absorbe désormais les  $\frac{3}{4}$  des dépenses programmées dans le cadre du nouveau *Farm Bill*. Elle a également souligné, parmi les nouvelles modalités de sa mise en œuvre, la prise en compte d'aspects **qualitatifs**. Ceci se traduit par des encouragements à acheter des fruits et des légumes au travers de circuits courts (dont ceux des équivalents américains des AMAP françaises que sont les CSAs, les *Community Supported Agriculture*, qui ont d'ailleurs servi de modèle aux premières AMAP) avec la possibilité d'utiliser pour cela les cartes électroniques EBT (*Electronic Benefit Transfer*) qui ont remplacé les anciens tickets alimentaires. Cela correspond également à un soutien accordé aux petites exploitations (même si ce n'est pas uniquement à elles).

L'exposé de Jean-Christophe **Kroll** s'est attaché à comparer les deux politiques agricoles, l'europpéenne et l'américaine. Après avoir rappelé les grandes différences qui existent entre les deux agricultures il a souligné les évolutions tout à fait divergentes prises par les deux politiques agricoles en 2014. Le maintien dans l'Union européenne d'un système rigide d'aides directes très largement découplées s'oppose à l'option américaine en faveur d'aides flexibles et recouplées (en contradiction sur ce dernier point, et au moins dans l'esprit, avec les recommandations de l'OMC).

Il a souligné, comme Gilles **Bazin**, que la PAC était devenue de plus en plus, avec les subsidiarités nationales et régionales, une politique « à la carte ». L'absence de mécanismes comparables aux paiements « contracycliques » américains y traduit pour lui la faiblesse des solidarités qui existent au sein de l'Union européenne. Quant à l'organisation actuelle des marchés elle lui apparaît de plus en plus fragile alors que la régulation de la production (fin des quotas laitiers et sucriers ...) recule. Tout ceci peut poser problème dans le cadre des négociations TTIP (partenariat transatlantique du commerce et d'investissement) actuellement menées avec les États-Unis avec le risque de voir apparaître au sein de l'Union européenne une opposition entre pays gagnants et pays perdants.

A la suite d'exposés aussi riches et détaillés je ne pouvais que me limiter à quelques réflexions très générales que j'ai résumées en cinq points.

1. Vis-à-vis de l'OMC les américains apparaissent beaucoup plus décomplexés que les européens. Sur le plan international ils mettent d'ailleurs clairement l'accent aujourd'hui sur les accords bilatéraux. Ils demeurent également – c'est un trait de civilisation – beaucoup plus *pragmatiques*.
2. Les dispositifs mis en place dans les nouvelles politiques agricoles qui viennent d'être élaborées de part et d'autre de l'Atlantique se traduisent par une *complexité croissante* dans laquelle il est devenu de plus en plus difficile de se retrouver. Il est ainsi peu probable qu'ils soient à l'origine de la création d'emplois dans le secteur primaire (celui de la production agricole elle-même) alors qu'ils pourraient bien en créer dans le tertiaire agricole, en particulier dans le secteur du conseil en optimisation des aides !
3. L'expression « PAC » signifie de moins en moins « politique agricole commune » et de plus en plus « *politique agricole à la carte* », compte-tenu de la renationalisation rampante à laquelle nous assistons. En outre autant le nouveau *Farm Bill* fait figure d'outil particulièrement efficace pour développer à la fois la production et les exportations agricoles, autant la PAC demeure enfermée (malgré les progrès récents de sa balance commerciale agro-alimentaire devenue positive en 2011) dans un modèle qui n'est que très partiellement agro-exportateur.
4. Concernant le *Farm Bill* deux points majeurs : le lien très fort établi entre *politique agricole* et *politique alimentaire* (l'aide alimentaire intérieure absorbant les  $\frac{3}{4}$  du budget agricole) et, parallèlement, les *choix lourds de conséquences auxquels sont actuellement confrontés les agriculteurs américains* qui doivent choisir entre ARC et PLC. Comme l'a suggéré Jean-Christophe **Debar** les choix risquent d'être différents en fonction des grandes régions agricoles (*Wheat Belts, Corn Belt, Sud ...*) donc de la géographie, mais aussi de la taille, de la composition

sociale et de la santé économique des exploitations. Il y a là des thèmes de recherche qu'il sera intéressant de pouvoir développer.

Globalement le *Farm Bill* apparaît *beaucoup plus souple, réactif et efficace* que la PAC pour développer la production et les exportations agricoles même si son budget de soutien, susceptible de varier de façon très sensible d'une année sur l'autre, court le risque de s'envoler en cas de bas prix durables sur les marchés mondiaux des grains et des produits laitiers.

5. Pour le futur et d'une façon beaucoup plus globale, une donnée à ne pas négliger dans les modèles de projection concernant les marchés : *en 4 mois* (été 2014) *l'euro a perdu plus de 10% de sa valeur par rapport au dollar* des États-Unis, passant de 1,40\$ à 1,25\$. Selon certains opérateurs financiers ce mouvement serait appelé à se poursuivre : l'euro pourrait même ne plus valoir qu'1\$ fin 2017..., retrouvant ainsi sa valeur d'origine.

La séance d'aujourd'hui nous a permis de faire le point sur les évolutions récentes des politiques agricoles de deux des « poids lourds » de l'agriculture mondiale, tout en ouvrant de nouvelles perspectives de recherche portant sur les politiques agricoles et les conditions du financement de l'innovation dans le domaine agricole. Voici un autre thème qui pourrait à l'avenir mobiliser certains des nombreux étudiants et chercheurs qui ont aujourd'hui assisté à cette séance publique de l'Académie.

Je termine cette conclusion en remerciant à la fois ses deux organisateurs – Gilles **Bazin** et André **Neveu** – ainsi que nos trois intervenants.





---

**QUAND LES PLANTES MANQUENT D'EAU :  
ÉCOPHYSIOLOGIE ET PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION**

**INTRODUCTION**

par Bernard **Itier**<sup>1</sup>

Mesdames et Messieurs

La France n'est pas à proprement parlé en zone sèche. Elle est toutefois de temps en temps sujette à une sécheresse. La série 2003-2004-2005 et plus récemment de celle de 2011, on marqué les esprits.

Quand on manque d'eau pour la production agricole, il y a deux possibilités d'équilibrer l'offre et la demande :

- - soit on augmente artificiellement l'offre via l'irrigation
- - soit on diminue la demande en s'efforçant de ne pas pénaliser la production.

La première option est intéressante mais outre qu'elle fait débat aujourd'hui en divers points du territoire (les événements récents du Tarn nous le rappellent), il se pourrait que des déficits pluviométriques hivernaux conduisent à des sécheresses hydrologiques limitant l'expansion de l'agriculture irriguée. Ce pourrait être l'objet d'une séance future.

On est donc amené à se poser la question d'une meilleure adaptation de l'agriculture pluviale, c'est-à-dire non irriguée (94% de la SAU, l'agriculture irriguée représentant 6% de la SAU et 3% du territoire).

Nous y avons déjà consacré une séance en février 2013. Elle portait sur l'amélioration du matériel végétal. On y croisait génétique et écophysiologie pour obtenir des variétés permettant à l'agriculteur de mieux combiner productivité et adaptation à la sécheresse. Deux éléments majeurs en ressortaient :

- Les éléments à favoriser dans l'adaptation dépendent du type de sécheresse
- Les progrès en termes de production sont lents, que ce soit par hybridation ou par les nouveaux outils de la génétique, loin de toutes les annonces à caractère sensationnel.

-----

Aujourd'hui, nous abordons un deuxième volet : Avec le matériel génétique existant (espèces, variétés), **quelles pratiques culturales vont permettre à l'agriculteur d'optimiser la pluie en termes de production ?**

---

<sup>1</sup> Directeur de recherche à l'INRA, UMR EGC, 78850Thiverval-Grignon.  
C.R.Acad. Agric. Fr., 2014, 100, n°4.

La séance sera organisée en trois volets :

- Dans le premier on étudiera les possibilités offertes par l'évitement agronomique au travers du contrôle du cycle cultural, du taux de couverture et de la densité
- Dans le second, on verra comment l'agriculture de conservation peut aider, en zone sujette à ruissellement, à améliorer la part d'eau évapo-transpirée, seule utile à la production
- Dans le troisième, à caractère plus probatoire, on verra comment dans un système de cultures associées, il peut, dans certains cas y avoir des synergies pour l'eau, contrairement à l'image classique « synergie pour l'azote-compétition pour l'eau »

Je vous souhaite une bonne séance.

## QUELLES STRATÉGIES AGRONOMIQUES POUR UNE GESTION OPTIMALE DE LA RESSOURCE EN EAU DU SOL EN SYSTÈME PLUVIAL ?

par Julie **Constantin**<sup>1</sup>, Philippe **Debaeke**<sup>1</sup>, Magali **Willaume**<sup>2</sup>

La conception de systèmes de culture économes en eau d'irrigation, moins sensibles à la sécheresse et valorisant mieux les ressources en eau du milieu concerne un nombre croissant d'exploitations agricoles en France : exploitations irriguées soumises à des quotas d'eau, 'petites terres' du Centre et du Sud-Ouest en agriculture pluviale... De multiples compromis sont à trouver à l'échelle de l'itinéraire technique, de la succession de cultures et de l'assolement, par la mobilisation des leviers agronomiques et génétiques face à une ressource en eau plus limitée et plus incertaine.

Nous nous intéresserons ici aux possibilités d'esquive et de rationnement permises par la gestion du couvert (contrôle du cycle cultural et de la densité de végétation) : quelles sont les marges de manœuvre possibles ? Quelles économies d'eau sont attendues ?

La stratégie d'esquive agronomique consiste à décaler les stades phénologiques les plus sensibles au déficit hydrique (souvent la floraison) par le choix de variétés précoces ou de semis anticipés. Par la densité de peuplement et la fertilisation azotée, il est possible de piloter le développement de la surface foliaire dans le sens d'une réduction de la transpiration pendant la période végétative afin de reporter l'eau non consommée vers la phase de remplissage. On parle ainsi de rationnement végétatif (ou d'évitement). C'est particulièrement vrai dans les situations où l'eau est abondante dans la première partie du cycle et déficitaire dès la floraison. Dans le même temps, une fermeture rapide du couvert peut être recherchée pour réduire l'évaporation du sol et contrôler les adventices, stratégie qui passe par l'utilisation de variétés à croissance précoce, mais aussi par des interrangs étroits, des densités de peuplements élevées, une fertilisation azotée suffisante.

Du fait de la complexité de ces effets, de leur forte interaction avec le climat et la réserve en eau du sol, seuls les modèles de simulation dynamique représentant avec réalisme les processus en jeu et prenant en compte la variabilité climatique et l'intensité des contraintes, permettent d'évaluer les stratégies agronomiques d'adaptation pour une gamme large de conditions (sol, climat, conduite) actuelles et futures.

Pour illustrer cette approche et apporter quelques éléments d'évaluation de ces stratégies agronomiques, nous avons conçu un plan d'expérience numérique pour 2 cultures (blé d'hiver, tournesol) dans 6 pédoclimats (2 profondeurs de sol x 3 climats : Centre, Poitou-Charentes, Midi-Pyrénées). Pour chaque situation, 24 itinéraires techniques ont été simulés par le modèle STICS (3 dates de semis x 2 précocités variétales x 2 densités de peuplement x 2 doses d'azote) afin d'explorer la gamme des possibles.

Les marges de manœuvre les plus fortes sont fournies par la date de semis, puis par la variété et la fertilisation N, enfin par la densité de peuplement. Selon la profondeur de sol et le site, des augmentations de rendement de 9% à 24% (blé) et de 4% à 37% (tournesol) par rapport à la situation de référence (moyenne sur 20 ans) sont accessibles par la mobilisation des stratégies d'esquive et de rationnement, avec une plus grande efficacité en sol profond pour le blé et en sol superficiel pour le tournesol. En tournesol, sur sol superficiel, l'intérêt d'une variété précoce semée tôt est clairement mis en avant. Dans 91 % des cas en blé (contre 80 % en tournesol), l'augmentation du rendement est liée à une maximisation de l'efficacité de l'eau pour la production de grains ; dans les autres cas, l'évapotranspiration (consommation) est augmentée mais pas l'efficacité. Modifier les pratiques agricoles par rapport à la situation de référence peut induire une

<sup>1</sup> INRA, UMR AGIR, BP 52627, 31326 Castanet-Tolosan Cedex, France.

<sup>2</sup> Université de Toulouse, INP, ENSAT, UMR AGIR, BP 52627, 31326 Castanet-Tolosan Cedex, France

variation maximale de 66 mm de l'évaporation et de 65 mm de la transpiration mais dans la majorité des cas, les différences sont faibles (5-15 mm). Les possibilités offertes par la gestion du couvert pour esquiver ou éviter la contrainte hydrique restent limitées dans les conditions pluviales de l'agriculture française.

## **AMÉLIORER LA DURABILITÉ DES SYSTÈMES DE CULTURE TROPICAUX : CAS DES SYSTÈMES FONDÉS SUR L'AGRICULTURE DE CONSERVATION POUR UNE GESTION APPROPRIÉE DE LA RESSOURCE EN EAU**

par Florent **Maraux**<sup>1</sup> et Éric **Scopel**<sup>1</sup>

Dans les environnements tropicaux, les (sombres) perspectives annoncées par les scénarii de changement climatique, jointes aux perspectives démographiques obligent à considérer pour l'agriculture des systèmes de culture économes en eau qui laissent plus de place à d'autres usages de la ressource eau, à considérer de plus en plus comme rare et à partager.

Ces nouvelles contraintes s'ajoutent aux conditions déjà particulièrement erratiques et agressives des régimes de pluie tropicaux, qui obligent à mettre en place des systèmes de culture qui soient aussi aptes à entretenir les sols, les aménagements, les paysages. A cet égard, les systèmes de culture à base d'agriculture de conservation se présentent comme particulièrement intéressants de par :

- les effets sur l'évaporation (improductive) de l'eau du sol,
- les effets sur la protection des sols contre l'agressivité des pluies,
- les effets sur le ruissellement et l'érosion,
- les effets sur l'infiltration de l'eau dans le sol.

On développera dans cette présentation des exemples tirés de différents environnements (secs et humides), différents continents, et traités par différentes méthodes (expérimentation et modélisation), en évoquant les interactions du facteur hydrique avec d'autres composantes de l'environnement.

On s'intéressera aussi à décrire les avancées considérables que présentent l'accessibilité universelle aux bases de données météo (FAO), qui permet la normalisation des méthodes de calcul qui donne aux résultats obtenus (expérimentaux ou de modélisation) des aspects génériques qui permettent de répondre à l'exigence de rapidité des réponses attendues de la recherche).

## **PLASTICITÉ FONCTIONNELLE ET ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : LE CAS DES SYSTÈMES AGROFORESTIERS MÉDITERRANÉENS**

par Christian **Dupraz**<sup>2</sup> et Marie **Gosme**<sup>2</sup>

En Agroforesterie, la compétition pour les ressources se traduit par des adaptations plastiques des systèmes racinaires des arbres, qui limitent la compétition avec les cultures et peuvent même dans certaines conditions apporter un avantage, en termes d'exploitation des ressources, à l'association arbres-cultures. C'est

---

<sup>1</sup> Cirad, Montpellier.

<sup>2</sup> INRA Montpellier / UMR SYSTEM, 2 place Pierre Viala, 34000 Montpellier.

particulièrement le cas dans les systèmes agroforestiers méditerranéens, où nous avons identifié deux mécanismes importants d'adaptation au changement climatique : la plasticité racinaire des arbres, et l'effet de l'ombre sur les plantes annuelles. Nous avons montré que les arbres, sous l'effet de la compétition des cultures annuelles d'hiver, développent des systèmes racinaires beaucoup plus profonds que les arbres en plantation monospécifique. Selon les années climatiques (quantité et répartition des pluies), ces adaptations ont un effet soit bénéfique soit négatif pour la croissance des arbres. Pour les cultures annuelles, la réduction du rayonnement incident dans les peuplements arborés est une contrainte qui réduit la photosynthèse, mais peut être très bénéfique en cas de stress hydrique ou thermique accentué. Nous avons développé un modèle mécaniste des interactions arbres-cultures qui inclut ces mécanismes, et qui permet de simuler différents scénarii climatiques présentant différentes probabilités d'occurrence des événements typiques du changement climatique. Les premiers résultats de simulation indiquent que les systèmes agroforestiers pourraient présenter des caractères de résilience face aux aléas induits par le changement climatique (réduction de la variance des rendements des cultures annuelles, meilleure performance de croissance cumulée des arbres). Ces résultats de simulation sont en cours de vérification expérimentale.

## CONCLUSION

par Bernard Itier<sup>1</sup>

Les exposés et le débat qui a suivi ont souligné **l'importance de la modélisation** pour l'appréhension de l'influence des pratiques agricoles sur l'optimisation de l'eau de pluie à des fins de productions. Les conditions pédoclimatiques sont trop diverses pour pouvoir étudier cette question en ne s'appuyant que sur la seule expérimentation. Cette expérimentation est toutefois indispensable à la validation des modèles qui permettront ensuite une **démultiplication des plans d'expérimentation « virtuels »** (« in silico », comme l'on dit à présent). La formalisation des métabolismes primaires (C, N, H<sub>2</sub>O) est à présent suffisamment robuste dans les modèles pour une utilisation de routine. Par ailleurs, la plateforme de modélisation « STICS » est aujourd'hui devenue un outil partagé que l'on retrouve dans les trois exposés présentés.

Dans la diversité des systèmes de cultures et des contextes évoqués, on retrouve un certain nombre d'idées communes permettant d'optimiser l'eau de pluie agriculture pluviale :

- **Utiliser l'eau « au mieux »** : au travers du rationnement végétatif, on préserve autant que possible l'eau disponible pour des périodes privilégiées, le plus souvent la production du grain (Constantin *et al.*)
- **Utiliser l'eau « au maximum »** : cette deuxième approche recouvre différentes approches :
  - **« tout pour l'évapotranspiration »** : l'eau transpirée étant la seule utile à la production, on cherche à réduire les autres termes du bilan hydrique : réduction de l'évaporation du sol (Constantin *et al.*, Maraux et Scopel), réduction de l'évaporation des adventices (Constantin *et al.*), réduction du ruissellement (Maraux et Scopel), augmentation de l'eau transpirée par les productions récoltables (Maraux et Scopel, Dupraz et Gosme).
  - **Augmentation de la réserve utile du sol** : augmentation de la profondeur d'enracinement de la culture pérenne en agroforesterie, maximisant l'eau disponible à l'ensemble « pérenne- annuelle » (Dupraz et Gosme)
  - **Augmentation de la durée d'utilisation des pluies** : ce point a été effleuré dans la conclusion orale de Philippe Debaeke (Constantin *et al.*) et mériterait des approfondissements : le « Skip-row » avec légumineuse permet de distribuer l'utilisation

<sup>1</sup> Directeur de recherche à l'INRA, UMR EGC, 78850Thiverval-Grignon.  
C.R.Acad. Agric. Fr., 2014, 100, n°4.

de la pluie en fonction de la phénologie de chaque partenaire. Il en va de même pour les systèmes agroforestiers ( Dupraz et Gosme)

- **Diminution de l'évapotranspiration potentielle** : En agroforesterie, la réduction de l'évapotranspiration potentielle des annuelles par l'ombrage des pérennes améliore le confort hydrique, assurant un rendement en situation de stress mais se paie, bien sûr, par une baisse de rendement potentiel ( Dupraz et Gosme)

En plus de ces éléments, on retrouve un point majeur évoqué lors de la séance de février 2013 où l'on croisait Génétique et Écophysiologie : les cultures d'hiver ou les cultures précoces sont mieux adaptées à la sécheresse en climat tempéré où saison froide rythme avec saison pluvieuse (Debaeke *et al*).

Dans la panoplie d'outils envisagée, la densité de plantation n'a pas, sous les conditions climatiques explorées, apporté les conclusions marquantes attendues. Il serait intéressant d'accentuer la sécheresse dans les plans d'expérimentations virtuels pour explorer des situations pluviométriques malheureusement envisagées en certains points du territoire par les projections climatologiques. Le lien empirique établi au cours des siècles par les agriculteurs tunisiens entre pluviométrie et densité de plantations des oliviers tendrait à le laisser penser.

Dans ces mêmes conditions d'aggravation des conditions hydriques, la discussion a permis de souligner l'importance d'études pluri-thématiques permettant de dépasser le seul aspect « fonctionnement hydrique » dans une perspective de transposition au contexte tempéré de pratiques d'agriculture de conservation. Celles-ci sont aujourd'hui mises en œuvre essentiellement en milieu tropical. Avant que d'envisager une séance sur le sujet, il importe que des études de rentabilité soient faites en plus des études de faisabilité déjà menées.

## DES SYSTÈMES DE CULTURES ÉCONOMES EN PESTICIDES : OUTILS ET RÉALITÉ DE TERRAIN

Séance animée par Catherine **Regnault-Roger**<sup>1</sup> et Antoine **Messéan**<sup>2</sup>

Membres de l'Académie d'Agriculture de France

Note de synthèse rédigée par Catherine **Regnault-Roger**

La réduction des intrants pesticides phytopharmaceutiques est activement mise en œuvre aujourd'hui en France. Cinq ans après la publication des orientations du programme *Ecophyto*, il en résulte un dynamisme qui se traduit par un certain nombre d'actions phares. Celles-ci sont en train de modifier profondément la perception qu'ont les agriculteurs de leur métier, ainsi que les bonnes pratiques agricoles et phytopharmaceutiques.

L'ambitieux programme *Ecophyto* (originellement appelé *Ecophyto 2018*) s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre de la protection intégrée telle que l'énonce la Directive européenne 2009/128/CE du 21/10/2009 sur l'usage durable des pesticides, et dans le prolongement du Grenelle de l'environnement qui s'est tenu en 2007. Dans une démarche originale, il s'appuie sur des outils ciblés pour qu'il y ait une meilleure utilisation des produits phytopharmaceutiques. Parmi les outils qu'il développe, un réseau de fermes expérimentales : le réseau *FERME DEPHY*.

Cette séance a pour objet de poser un regard sur la démarche dans son ensemble à un moment où une réflexion en cours donnera lieu à un rapport remis au Premier Ministre dans le courant décembre 2014. Après une introduction présentée par Catherine **Regnault-Roger**, elle examine tour-à-tour les objectifs de ce plan, qu'exposera Emmanuelle **Soubeyran**, mais aussi la réalité des applications sur le terrain notamment à travers les réalisations du réseau *FERME DEPHY* qui regroupe de nombreux organismes socio-professionnels, dont le groupement coopératif *In vivo* et la démarche d'acteurs de terrain, notamment les agriculteurs du réseau FARRE (*Forum de l'agriculture raisonnée respectueuse de l'environnement*). Antoine **Poupart** d'*InVivo AgroSolutions*, évoquera le réseau des coopératives *FERMEcophyto* qui conduit la réduction d'intrants dans une volonté de double performance. Benoît **Collard**, agriculteur membre du réseau FARRE depuis sa fondation, parlera pour sa part son expérience dans la conduite de son exploitation agricole pour développer des alternatives agro-environnementales afin de préserver au mieux son potentiel agricole. **Antoine Messéan** tirera les conclusions.

### Introduction de la séance

par Catherine Regnault-Roger, Pharmacien, Docteur ès sciences naturelles, Professeur des universités Emérite à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, membre de l'Académie d'Agriculture de France et Secrétaire de la Section productions végétales

Cette introduction souligne que, si la réduction des pesticides phytopharmaceutiques, activement mise en œuvre aujourd'hui en France dans une démarche réglementaire, s'inscrit dans l'évolution des systèmes

<sup>1</sup> Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur des Universités émérite, Université de Pau et des Pays de l'Adour.

<sup>2</sup> Membre de l'Académie d'Agriculture de France.



agricoles d'une agriculture soutenable (c'est-à-dire d'une agriculture qui se doit de conjuguer productivité avec meilleur respect du tryptique environnement- développement économique- progrès sociétaux), il ne faut pas oublier quelques notions fondamentales sur les molécules phytosanitaires.

Celles-ci sont impliquées dans des usages phytopharmaceutiques pour la santé des plantes, mais aussi dans des usages biocides pour la santé des hommes (l'assainissement des locaux et des milieux infestés) ou des usages vétérinaires pour la santé animale. Leur utilité n'est plus à démontrer que ce soit dans le domaine de la santé publique avec les luttes historiques contre le typhus en 1943 pendant la campagne d'Italie à Naples, contre le paludisme en Inde dans les années 50, et plus récemment contre le Chikungunya aux Antilles en 2014, ou encore dans le domaine vétérinaire, pour protéger par exemple la santé des abeilles contre la varroase. De plus la protection de la santé d'une plante comme le maïs contre les attaques des lépidoptères foreurs que sont la pyrale (*Ostrinia nubilalis*) et la sésamie (*Sesamia nonagrioides*) se double d'une protection de la santé des hommes en limitant le risque de mycotoxines biosynthétisées par la mycoflore pathogène et toxigène qui s'installe à l'occasion des blessures infligées à la plante par ces insectes. Par conséquent, si l'engouement suscité par efficacité de ces molécules contre les nuisibles s'est accompagné d'effets non intentionnels résultant d'un emploi massif et inapproprié, il ne faut pas oublier que ces substances phytosanitaires sont précieuses, et qu'elles doivent être utilisées avec discernement, à l'instar des antibiotiques en médecine humaine ou animale.

Aujourd'hui, il existe d'ailleurs un consensus général, qu'a souligné le Grenelle de l'environnement pour que ces composés phytosanitaires soient utilisés « moins mais mieux ». C'est d'ailleurs un des slogans du programme *Ecophyto* mis en place et dirigé par le Ministère de l'agriculture. A côté des produits de biocontrôle et de la démarche agro-écologique encouragés par les pouvoirs publics, l'expérimentation pour mettre en place des systèmes de culture économes en pesticides s'avère un élément clef pour penser autrement l'emploi des pesticides de synthèse dans les systèmes de culture. C'est ce que les exposés suivants vont s'attacher à expliciter.

### **1er exposé : Plan Ecophyto : orientations, objectifs et bilans des actions menées**

*par Emmanuelle Soubeyran, Docteur vétérinaire, Inspectrice en chef de la Santé publique vétérinaire, Chef du Service de la prévention des risques sanitaires de la production primaire, Ministère agriculture, de l'agroalimentaire et de la Forêt*

L'oratrice souligne que la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires répond à un double enjeu environnemental et de santé publique en accord avec la directive européenne 2009/128/CE. C'est pourquoi un plan ambitieux comme *Ecophyto* nécessite la mise en place d'outils innovants pour accompagner les exploitations agricoles dans leur transition vers des systèmes de cultures économes et performants. Un axe majeur du plan *Ecophyto* est d'abord d'identifier puis d'assurer la diffusion de ces pratiques innovantes et des systèmes de cultures économes en pesticides.

Parmi les outils créés, un réseau de 1900 fermes pilotes appelé *DEPHY*, a été mis en place. Des guides par filière (ex : viticulture, grandes cultures, polyculture-élevage, horticulture) ont été distribués aux agriculteurs, et également aux conseillers et aux formateurs afin de les aider à mettre en œuvre des techniques et pratiques permettant un gain sur l'utilisation de pesticides. Parallèlement un portail en ligne nommé *EcophytoPIC* accessible à tous, rassemble un ensemble d'informations aidant à la réalisation de la protection intégrée. Dans ce cadre, s'inscrivent une incitation active à l'emploi des produits de biocontrôle et la mise en place d'un dispositif de certificats d'économie de produits phytosanitaires, sur le modèle des certificats d'économie d'énergie. L'objectif de ce réseau est de colliger des données sur les pratiques et les résultats de ces fermes afin de proposer des améliorations pertinentes aux systèmes de culture existants.

Aux actions déjà entreprises s'ajoute aujourd'hui une réflexion sur le bilan des premières cinq années qui donnera lieu au rapport piloté par le député Dominique Potier (publication décembre 2014), réflexion à partir de laquelle une évolution des outils sera proposée.

## **2<sup>ème</sup> exposé : FERMEcophyto, réseau des coopératives : de la réduction d'intrants à la double performance**

*par Antoine Poupart, Ingénieur agronome INA-PG 2003, Directeur Technique et Développement, InVivo AgroSolutions*

L'orateur donne des précisions sur le réseau *DEPHY* et la place qu'y occupent les coopératives. Les fermes *DEPHY* se sont engagées sur la base du volontariat dans une démarche de réduction de l'usage des pesticides. Il souligne que ces exploitations exemplaires sont des lieux d'échange, de formation et de développement des compétences en matière de cultures économes en produits phytosanitaires et qu'il s'agit d'une expérimentation collective.

C'est pourquoi les coopératives se sont mobilisées en s'engageant dans le développement du réseau et dans le conseil technique aux agriculteurs. Un réseau baptisé *FERMEcophyto-Réseau Coopératives* rassemblant leurs initiatives a été créé. Il vise non seulement à la diminution de l'utilisation de produits phytosanitaires mais aussi à réduire les impacts de l'ensemble des pratiques agricoles sur la qualité de l'eau, de l'air et de la biodiversité. Ces objectifs doivent se conjuguer avec le respect de la compétitivité des exploitations et une production optimale en termes de qualité et de quantité.

Une des premières démarches suivie par ce réseau de coopératives a été d'établir des diagnostics à travers des indicateurs non seulement de pression (quantité d'intrants appliqués par hectare) mais aussi de performances. Cette recherche d'innovations rassemble en fait plusieurs partenaires, des instituts techniques *Cetiom*, *Arvalis* aux réseaux *FARRE* et *Coop de France*. Elle permet d'une part l'acquisition de connaissances, non plus à travers des essais menés sur une échelle limitée, mais en situation réelle chez des exploitants, et d'autre part de tester ainsi « grandeur nature » la faisabilité de solutions élaborées expérimentalement. A partir de ces constats, les coopératives ont pour objectif d'acquérir des références pour mieux outiller les conseillers agricoles dans un projet de production agro-écologique.

## **3ème exposé : alternatives agro-environnementales pour préserver notre potentiel agricole**

*par Benoît Collard, chef d'une exploitation agricole en Champagne-Ardenne et membre du réseau du Forum des agriculteurs responsables respectueux de l'environnement depuis sa fondation, Président de FARRE 51 et d'une CUMA irrigation, Secrétaire général de l'association Symbiose (plate-forme de référence pour la biodiversité en Champagne-Ardenne).*

A partir de son expérience, Benoît Collard insiste sur le fait que pour généraliser les pratiques d'agro-écologie évoquées précédemment, il faut investir dans l'animation de terrain et la communication. Il faut en effet démontrer que l'environnement peut devenir un facteur de production au même titre que l'agronomie et l'économie. Benoît Collard indique également que le facteur humain est essentiel car seul un être humain peut, à partir d'une analyse et d'une synthèse, prendre des décisions pertinentes. Mais il s'insurge aussi contre les freins que constituent « l'incohérence et le manque de durabilité de la réglementation, le changement des objectifs et l'absence d'une vraie politique agricole à long terme ». Récusant la course au rendement, il souligne cependant qu'il faut être pragmatique et s'adapter aux conditions existantes dans les exploitations avec un fil rouge, celui d'améliorer le profil environnemental des itinéraires techniques et phytopharmaceutiques.

**Conclusion** *par Antoine Messéan, Ingénieur agronome INA-PG, Docteur-ingénieur de l'Université Paris-Orsay en mathématiques statistiques, Ingénieur de recherche à l'INRA, Président du Comité scientifique et technique EcophytoPIC, et membre de l'Académie d'agriculture de France.*

L'orateur souligne que le plan *Ecophyto* s'accompagne du challenge ambitieux de conjuguer une rupture forte des pratiques agricoles existantes tout en s'inscrivant dans des « modèles de production qui se sont construits au fil du temps dans une logique où le recours aux pesticides était la règle ». Il faudrait donc repenser, pour Antoine Messéan, « l'ensemble de la chaîne de la connaissance, réviser la logique de

*conception des systèmes de culture et remettre en cause les pratiques, non seulement des agriculteurs, que l'on a trop souvent tendance à mettre seuls en avant, mais aussi, et peut-être surtout, des chercheurs, des acteurs économiques dans les filières et des pouvoirs publics ».*

Diverses approches peuvent être mises en œuvre : la révision de la conception des systèmes de culture existants mais aussi des stratégies de substitution qui doivent s'accompagner d'outils améliorant l'efficacité des produits phytosanitaires. L'orateur souligne qu'on y parviendra que par la combinaison de plusieurs méthodes adaptées aux contraintes locales qui, seules ont des effets partiels, mais ensemble dans une stratégie intégrée, permettront d'atteindre le même niveau de performances. Il ne s'agit pas de solutions toutes faites « clef en main » mais d'une recherche constante qui doit rassembler les chercheurs, les acteurs du développement et les opérateurs économiques. Cette démarche, aujourd'hui en cours, est essentielle pour piloter la transition escomptée. Pour réussir, elle doit s'accompagner d'un élargissement au niveau des territoires et s'inscrire aussi dans la durée. Ainsi les actions engagées en France s'accompagnent d'un mouvement à l'échelle de l'Union européenne suscitant des partenariats autour de l'innovation. Antoine Messéan insiste par ailleurs sur le facteur temps. Si, sur un pas de temps court, il faut s'attendre à des ajustements des modèles de production existants, c'est sur un pas de temps plus long que se manifesteront les changements profonds à condition d'afficher des politiques publiques cohérentes que ce soit « *en termes de mécanismes d'incitation ou de réglementation du régime d'innovation* ».

Diaporamas, résumés et textes en ligne : <http://www.academie-agriculture.fr/seances/les-systemes-de-cultures-economes-en-pesticides?191114>

## **PLAN Ecophyto :**

### **ORIENTATIONS, OBJECTIFS ET CONTRIBUTIONS À L'ÉLABORATION ET À LA DIFFUSION DE TECHNIQUES ET SYSTÈMES ÉCONOMES EN PRODUITS PHYTOSANITAIRES**

par Emmanuelle **Soubeyran**<sup>1</sup>

La réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires répond à un enjeu environnemental et à un enjeu de santé publique. Le plan Ecophyto s'inscrit dans cette démarche de réduction de la dépendance aux produits phytosanitaires prônée par la directive 2009/128 et s'est traduit par la mise en place de différents outils pour accompagner la transition des exploitations agricoles vers des systèmes de cultures économes et performants. L'identification et la diffusion des pratiques et des systèmes de cultures économes et performants est donc un axe majeur du plan Ecophyto.

Ainsi, dans le cadre du plan Ecophyto, un réseau de 1900 fermes pilotes, appelé réseau de fermes DEPHY, a été mis en place afin d'une part d'enregistrer des données sur les pratiques et les résultats des fermes et d'autre part de diffuser au plus grand nombre les systèmes économes identifiés dans le réseau. De plus, des guides de co-conception de systèmes de culture économes ont été réalisés par type de culture (viticulture, grandes cultures...), et sont largement diffusés aux agriculteurs, aux conseillers et aux formateurs. Un portail en ligne, nommé EcophytoPIC, est également accessible par tous et rassemble les techniques et pratiques pour mettre en œuvre les principes de la lutte intégrée.

Au-delà de ces divers outils qui sont désormais opérationnels et afin d'enclencher une réelle réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires, un député a été nommé par le premier ministre comme

---

<sup>1</sup> Chef de service des actions sanitaires en production primaire, Direction générale de l'alimentation DGAL, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la forêt.

parlementaire en mission auprès des ministres chargés de l'agriculture et de l'environnement afin de réaliser un bilan des cinq années de mise en œuvre du plan Ecophyto et de proposer une nouvelle version.

Enfin, la récente loi pour l'avenir de l'agriculture de l'alimentation et de la forêt fixe de nouvelles orientations. Les principes de la lutte intégrée sont désormais applicables à tous les agriculteurs, conformément aux exigences de la directive 2009/128. Des dispositions permettent également de faciliter le recours aux produits de biocontrôle et d'expérimenter un dispositif de certificats d'économie de produits phytosanitaires, sur le modèle des certificats d'économie d'énergie.

Ainsi, l'objectif poursuivi est bien de donner un nouvel élan à la diffusion des systèmes économes et à la promotion des modèles de production agricoles durables dans le cadre du projet agro-écologique.

## **FERMEcophyto – RÉSEAU DES COOPÉRATIVES : DE LA RÉDUCTION D'INTRANTS À LA DOUBLE PERFORMANCE**

par Antoine **Poupart**<sup>1</sup>

### **ECOPHYTO, DEPHY et Le réseau FermEcophyto des coopératives**

Lancé en 2008 par le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, le plan Ecophyto vise aujourd'hui à diminuer le recours aux produits phytosanitaires, en zones agricoles et non agricoles, tout en continuant à assurer un niveau de production élevé, tant en quantité qu'en qualité. Il s'inscrit ainsi dans le projet agro-écologique "Agricultures : Produisons autrement" engagé par Stéphane Le Foll, Ministre de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, pour faire de la France le leader de l'agro-écologie en Europe.

Dans le cadre de ce plan, le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt a par la suite lancé, en 2009, un appel à candidature à destination des organisations professionnelles agricoles pour participer au réseau de Démonstration, Expérimentation et Production de références sur les systèmes économes en pHYtosanitaires, DEPHY.

### **DEPHY**

Le réseau des fermes DEPHY regroupe aujourd'hui près de 1900 exploitations agricoles couvrant toutes les filières de production (grandes cultures, polyculture-élevage, arboriculture, viticulture, cultures légumières et horticulture) et engagées volontairement dans une démarche de réduction de l'usage des pesticides. Partenaires des pouvoirs publics sur le terrain, ces exploitations exemplaires sont des lieux d'échange, de formation et de développement des compétences en matière de cultures économes en produits phytosanitaires.

Il s'agit d'une expérimentation collective et, à ce titre, les coopératives engagées dans le développement des territoires et le conseil technique et stratégique aux agriculteurs se sont ainsi mobilisées pour faire partie de cette initiative.

### **FERMEcophyto-Réseau Coopératives**

Au-delà de leur engagement à réduire et à améliorer l'usage des produits phytosanitaires, c'est la nécessité de relever les défis alimentaires et environnementaux des prochaines décennies, tout en améliorant la compétitivité des exploitations, qui anime depuis toujours les coopératives. Concilier tous ces objectifs, en produisant plus et mieux, c'est le défi qu'elles ont souhaité relever, au sein du dispositif DEPHY, en constituant un réseau baptisé « FERMEcophyto-Réseau Coopératives » pour lequel elles se sont assigné des

---

<sup>1</sup> Directeur Technique et Développement, InVivo AgroSolutions.

objectifs plus étendus. Ces derniers visent, en effet, aussi bien la réduction de produits phytosanitaires que celle des impacts de l'ensemble des pratiques agricoles sur la qualité de l'eau, de l'air et de la biodiversité, sans perdre de vue l'objectif essentiel de compétitivité des exploitations et la production de qualité en quantité.

Le plan Ecophyto et la constitution de DEPHY a été l'occasion pour le réseau des coopératives d'accélérer leurs efforts vers une agriculture d'optimisation et de précision, d'innovation agronomique forte pour garantir une véritable gestion environnementale. Dans les domaines agronomique, économique et environnemental, au-delà des indicateurs de pression (quantité d'intrants appliqués par hectare), elles se sont dotées d'indicateurs d'impact permettant d'évaluer les performances résultant des pratiques agricoles pour mieux être à même de les gérer. C'est pourquoi, tout en s'inscrivant complètement dans les objectifs de DEPHY et du plan Ecophyto « Réduire et Améliorer l'utilisation des produits phytosanitaires », leur démarche est en total accord avec le projet agro-écologique "Agricultures : Produisons autrement" engagé par le ministre de l'Agriculture.

Étant engagées dans un travail d'acquisition de connaissances à travers des essais menés depuis des années, les coopératives ont saisi l'opportunité de tester « grandeur nature », chez des exploitants, les solutions mises au point ces dernières années ou encore en cours d'élaboration.

Dans cette recherche d'innovation, le réseau FERMEcophyto des coopératives s'est joint aux instituts techniques (Cetiom, Arvalis) pour les questions agronomiques, à FARRE et à Coop de France pour y associer le mouvement coopératif.

## ALTERNATIVES AGROENVIRONNEMENTALES POUR PRÉSERVER NOTRE POTENTIEL AGRICOLE

par Benoît Collard<sup>1</sup>

De formation BTS techniques agricoles et gestion de l'entreprise et installé en 1980 sur une exploitation de polyculture-élevage dans le nord-est du département de la Marne, je me suis intéressé dès le départ aux problématiques liées à l'environnement, bien que ma formation n'avait pas de cours spécifique sur ce thème. Pour me permettre d'évoluer dans mes raisonnements et mes pratiques, il m'est apparu que l'élément le plus important était de pouvoir échanger à différents niveaux sur mes préoccupations.

Le réseau FARRE, en particulier, depuis sa création en 1993 m'a permis de :

- transmettre la passion de mon métier, le faire découvrir, de faire comprendre les tenants et les aboutissants de mes décisions et de l'évolution de mon exploitation ;
- démontrer que l'environnement doit devenir un facteur de production au même titre que l'agronomie et l'économie, avec comme centre et pierre angulaire, le facteur humain, l'Homme, qui seul peut arriver à faire la synthèse et prendre les bonnes décisions.

J'en suis arrivé à la conclusion que dans le contexte actuel, la chimie ne doit être qu'un moyen de lutte complémentaire des moyens alternatifs parmi lesquels on peut citer le déchaumage, les techniques du faux semis, les traitements localisés sur le rang, le binage herse étrille, les bandes enherbées avec plots arbustifs pour abriter les auxiliaires de cultures, ainsi que le redécoupage des parcelles.

---

<sup>1</sup> Agriculteur membre du réseau Forum des agriculteurs responsables respectueux de l'environnement (FARRE).

---

Tous ces éléments utilisés ensemble doivent permettre d'atteindre les objectifs du plan Ecophyto en 2018 à condition que :

- tous les partenaires du programme tiennent leur engagement ;
- les objectifs ne changent pas au gré des changements de ministres ;
- les réglementations diverses et variées soient en cohérence avec l'objectif de réorienter l'agriculture vers l'agro-écologie.

## CONCLUSION

par Antoine Messéan<sup>1</sup>

Je voudrais tout d'abord remercier les trois intervenants de cette séance, leurs exposés ont bien illustré la véritable dynamique qui s'engage autour de la transition vers des systèmes de culture économes en pesticides et ont suscité une discussion très riche.

Dans cette séance, le choix a été fait de faire témoigner des acteurs économiques engagés dans la transition des systèmes de culture car c'est évidemment par le changement effectif des pratiques et des systèmes de production que se jugera *in fine* la réussite du plan Ecophyto et non uniquement par les moyens mis en œuvre, quelle que soit leur ampleur.

Emmanuelle **Soubeyran** a illustré la diversité et l'ambition des actions engagées ainsi que la volonté de mobiliser, autour des objectifs du plan, tous les acteurs et tous les leviers en même temps. Le signal politique est clair mais n'en déduisons pas que vouloir réduire la dépendance aux produits phytopharmaceutiques signifie leur suppression totale.

Les premiers enseignements du réseau de fermes DEPHY démontrent qu'ils existent des systèmes de culture à la fois économiquement performants et économes en pesticides. Ce que confirme Antoine **Poupart** qui indique que le réseau de fermes DEPHY permet également d'expérimenter de nouvelles façons de produire des références et de faire du conseil, plus transversal et plus stratégique. L'échantillon des fermes DEPHY n'étant pas représentatif de toutes les situations, l'enjeu consiste maintenant à passer d'une démonstration de la faisabilité à une appropriation par le plus grand nombre.

Quant à Gilbert **Collard**, il a parfaitement illustré la singularité des trajectoires des agriculteurs dans leur transition et la nécessité par chacun de construire sa propre trajectoire, de trouver son fil conducteur spécifique.

Ces exposés illustrent bien le challenge auquel nous sommes collectivement confrontés: il faut à la fois une rupture forte des pratiques agricoles si l'on veut atteindre les objectifs ambitieux du plan Ecophyto mais cette rupture doit aussi s'inscrire dans des trajectoires individuelles diversifiées et des modèles de production qui se sont construits au fil du temps dans une logique où le recours aux pesticides était la règle. Cette dépendance aux pesticides a en effet structuré les modèles de production agricole, l'itinéraire technique – par exemple les variétés - étant souvent construit en cohérence autour de l'usage des pesticides ; il a également structuré le régime sociotechnique, à savoir les filières amont et aval, la réglementation, le développement agricole et la recherche, comme l'a illustré par ailleurs la séance sur la diversification des cultures (2 avril 2014).

---

<sup>1</sup> Membre de l'Académie d'Agriculture de France.  
C.R.Acad. Agric. Fr., 2014, 100, n°4.

La réduction de la dépendance aux pesticides nous incite donc à repenser l'ensemble de la chaîne de la connaissance, à réviser la logique de conception des systèmes de culture et à remettre en cause les pratiques, non seulement des agriculteurs, que l'on a trop souvent tendance à mettre seuls en avant, mais aussi, et peut-être surtout, des chercheurs, des acteurs économiques des filières et des pouvoirs publics.

C'est la question de la recherche que je voudrais aborder plus spécifiquement dans cette conclusion. A-t-on besoin de recherches nouvelles ou suffit-il de mobiliser et diffuser les connaissances existantes sur les alternatives aux pesticides ? Les deux en réalité.

Il faut d'abord stimuler la recherche d'innovations alternatives, car elles n'existent pas toujours, afin de diversifier et enrichir la panoplie de techniques :

- les stratégies de reconception des systèmes de culture visant à prévenir l'apparition des problèmes phytosanitaires : rotation de cultures ou aménagements paysagers maintenant des habitats favorables aux auxiliaires de lutte biologique ;
- les stratégies dites de substitution : les résistances aux maladies ou le biocontrôle ;
- mais également les techniques visant à améliorer l'efficacité des produits phytosanitaires qui resteront nécessaires: méthodes de diagnostic, de prévision et d'avertissement, agriculture de précision, outils d'aide à la décision.

Mais aucune technique alternative n'étant en soi aussi efficace et aussi fiable que des pesticides, il ne s'agit donc pas uniquement de substituer une solution à une autre. C'est par la combinaison de méthodes à effet partiel dans des stratégies intégrées adaptées aux contraintes locales que l'on peut en général atteindre le même niveau de performances.

Ces systèmes alternatifs sont, par nature, plus complexes à raisonner stratégiquement, et à piloter au quotidien :

- la mise en œuvre de moyens de bio-contrôle est en général plus délicate que celle des produits phytosanitaires;
- la coordination spatiale des pratiques agricoles pour limiter le contournement de résistances suppose que les agriculteurs adaptent leurs pratiques en fonction de celles de leurs voisins,
- la diversification des rotations se raisonne dans la durée alors que la volatilité des prix et des marchés, incite parfois les agriculteurs à être plus réactifs et garder beaucoup de flexibilité quant à leurs choix de production.

Par ailleurs, les systèmes de protection intégrée tels qu'ils sont mis au point par la recherche ne sauraient être considérés comme des solutions « clés en main ». Ils décrivent des principes de mise en œuvre qui doivent aider les agriculteurs à faire évoluer le système actuel qu'ils maîtrisent bien plutôt que d'en changer radicalement. Et ce sont les méthodes et les outils permettant cette assemblage de techniques alternatives dans des stratégies intégrées et leur maîtrise qui doivent faire l'objet d'une attention particulière du dispositif de recherche et développement. Dans ce contexte, la mise au point d'outils d'évaluation multicritère d'évaluation des performances économiques, sociales et environnementales à l'échelle des exploitations, des paysages et des filières est indispensable pour accompagner la transition. Enfin, le passage d'un conseil tactique « une culture, un bio-agresseur, une solution » vers un conseil plus stratégique à l'échelle du système de culture et du paysage constitue un enjeu essentiel pour une évolution des pratiques agricoles.

Comme nous l'avons vu aujourd'hui, le mouvement est en marche et la recherche ne fait pas exception :

- Le Groupe Ecophyto Recherche rassemble chercheurs, acteurs du développement et opérateurs économiques et co-construit ses priorités de recherche pour accompagner la mise en œuvre effective des axes du plan Ecophyto ; le programme Pour et Sur le Plan Ecophyto aborde ainsi des thèmes comme la compréhension du lien entre pratiques agricoles et impacts environnementaux, essentiel

pour piloter la transition ou la définition de nouveaux repères permettant de déclencher les interventions phytosanitaires dans des systèmes économes ;

- A l'INRA, la mise en place du méta-programme SMaCH (Gestion intégrée de la Santé des Plantes), mobilise disciplines, compétences et partenariats diversifiés autour d'un objectif structurant à long terme.

La façon dont on produit et diffuse les résultats de la recherche, comme l'illustre le réseau DEPHY, évolue aussi, il s'agit plus de donner à voir la logique des systèmes économes en pesticides de façon à pouvoir l'adapter à chaque contexte local que de transposer tel quel des systèmes qui « marchent » :

- Le portail EcophytoPIC<sup>1</sup>, comme l'a indiqué Emmanuel Soubeyran, rassemble l'ensemble des références techniques disponibles et présente les systèmes de culture économes et performants que le réseau DEPHY a identifiés ; les données relatives aux réseaux DEPHY sont par ailleurs disponibles dans la base de données AgroSyst, ce qui va faciliter la compréhension des déterminants de réussite ;
- Afin de faciliter le processus d'adaptation et d'intégration de techniques à des situations locales, ce portail va intégrer la plateforme de gestion des connaissances GECO ; s'appuyant sur l'expérience acquise avec le prototype Agro-PEPS et s'inspirant des principes de la conception innovante, où les solutions ne sont pas définies a priori, il s'agit à la fois de diffuser des informations validées sur le mode d'emploi de techniques alternatives et de partager les expériences de terrain sur l'assemblage de ces techniques et la conception de systèmes économes ; l'innovation provient également des agriculteurs eux-mêmes qui expérimentent et construisent chaque jour des solutions qui peuvent inspirer d'autres trajectoires de transition.

Au-delà des actions engagées en France, il apparaît nécessaire de mutualiser les efforts et de partager les expériences avec nos voisins européens, qui ont tous à mettre en œuvre les mêmes objectifs. C'est ce que s'efforce de faire le réseau européen Endure<sup>2</sup> qui rassemble 14 organisations de recherche, de formation et de développement qui se sont engagées à coordonner leurs stratégies, développent des actions collaboratives et mettent en commun des ressources utiles pour accompagner la mise en œuvre de la protection intégrée (essais longue durée, outils de formation, réseau de conseillers). L'ERA-NET C-IPM<sup>3</sup>, que coordonne la France, vise quant à lui à rapprocher et coordonner les programmes de recherche nationaux de 21 pays européens. On pourrait aussi citer le rôle potentiel des partenariats européens pour l'innovation (PEI) qui se mettent en place afin d'articuler directement la recherche autour de dynamiques locales gérées par les acteurs de terrain.

Une réelle dynamique collective est engagée mais il est indispensable de la soutenir et de la consolider dans la durée. Il est probable que, sur des pas de temps assez courts, on assiste d'abord à un ajustement du système existant par déplacement des normes sans remise en cause majeure des modèles de production. Des changements plus profonds sont possibles sur un pas de temps plus long. Cela suppose que tous les acteurs restent mobilisés autour d'objectifs ambitieux et partagés.

Pour cela, les objectifs politiques doivent être affichés sur le long terme et des politiques publiques cohérentes, tant en termes de mécanismes d'incitation que de réglementation du régime d'innovation, doivent être poursuivies.

<sup>1</sup> <http://agriculture.gouv.fr/Presentation-d-EcophytoPIC>

<sup>2</sup> <http://www.endure-network.eu/>

<sup>3</sup> <http://c-ipm.org/>





## CLIMAT ET SOCIÉTÉ : ÉVOLUTIONS ET CRISES

### INTRODUCTION

par Katia **Laval**<sup>1</sup>

Pour comprendre les relations entre climat et crises sociales, nous interrogeons l'histoire à l'aide de trois exposés :

Celui de Emmanuel **Leroy Ladurie** où seront traitées les « Crises agricoles et crises de subsistance en France depuis la fin du moyen âge jusqu'à l'époque moderne : Histoire du climat » ;  
celui de Paul **Vialle** sur « Climat et civilisation : les Mayas » ;  
celui de Denis **Couvet** sur « Crises écologiques, rétroactions sur les sociétés et leur environnement ».

D'après Geoffrey Parker (2013), les changements climatiques du passé ont eu de lourdes conséquences mais ce sont les erreurs humaines qui transformèrent ces crises en catastrophes.

Les causes sociales qui s'ajoutent et amplifient les conséquences fâcheuses d'une anomalie climatique sont diverses.

Citons :

– *La pression démographique*

Dans nos sociétés actuelles, la pression démographique semble s'intensifier dans certaines régions et au contraire, décroître dans d'autres pays. Ce sont les comportements individuels qui sont en cause et il est essentiel d'éduquer les populations pour parvenir à une stabilisation de la démographie.

– *L'organisation de la société*

Les inégalités sociales peuvent être une faiblesse de la société et un facteur de déstabilisation.

Cela a été montré par une étude interdisciplinaire. Les chercheurs (climatologue, économiste et science humaine) ont étudié un modèle (Handy) de proie et prédateur en interaction.

Leurs conclusions sont intéressantes: l'épuisement des ressources, peut provoquer un effondrement de la société car la nature devient incapable de fournir une alimentation aux hommes ; mais aussi, une stratification économique trop marquée entre 2 couches sociales, et ceci dans de nombreuses régions, peut conduire à un déclin.

– *L'environnement*

J. Diamond suggère dans son livre, « L'effondrement », que la mauvaise gestion des forêts peut être un des facteurs qui fragilise les populations.

Nourrir 9 M d'hommes en 2050.

Les pénuries et les famines sont sources de troubles sociaux et le défi de notre société est de nourrir 9 M d'hommes en 2050. Ceci nous amène à questionner le politique. Faut-il produire là où il y a de l'eau ?

---

<sup>1</sup> Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur émérite à l'Université Pierre et Marie Curie.  
C.R.Acad. Agric. Fr., 2014, 100, n°4.

Cette question est liée à la notion d'indépendance alimentaire, dont on peut penser que c'est une question culturelle.

Mais je voudrais terminer en citant, aussi, quelques exemples d'adaptation que l'histoire nous fournit.

### **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- (1) MOTESHARREI S., RIVAS J., and KALNAY E., mai 2014. – Handy. Modeling inequality and use of resources in the collapse or sustainability of societies. *Ecological Economics*.
- (2) WHITE S., avril 2014. – Crises Climatiques. 15 000 ans d'histoire. *Sciences Humaines*.
- (3) PARKER G., 2013. – Global Crisis. War, Climate change and Catastrophe in the Seventeenth century. *Yale University Press*.

---

## CRISES AGRICOLES ET CRISES DE SUBSISTANCE EN FRANCE DEPUIS LE FIN DU MOYEN AGE JUSQU'A L'ÉPOQUE MODERNE : HISTOIRE DU CLIMAT

par Emmanuel Leroy Ladurie<sup>1</sup>

Dirais-je que l'histoire du climat, en tant qu'elle est l'œuvre d'historiens et non pas simplement de climatologues commence en 1955, du moins en ce qui me concerne. Les historiens professionnels s'étaient jusqu'alors fort peu préoccupé de ce sujet, sinon pour quelques notations éparses, par exemple les historiens de la Révolution Française Georges Lefebvre, Albert Soboul, François Furet insistaient sur l'importance de l'orage de grêle du 13 juillet 1788, en tant qu'il avait fracassé les récoltes sur pieds et qu'il avait ainsi augmenté à quelques mois de distance ultérieure le prix du pain, excitant de la sorte les colères populaires jusqu'à provoquer des émeutes : celles-ci engendraient le désordre et déclenchaient l'agitation révolutionnaire. En fait c'est tout le biennat 1787-88 qu'il faut mettre en cause à ce sujet et ne pas se borner à un incident mineur. Les choses en seraient restées là, mais en 1955 j'ai découvert dans une grande revue intitulée la Météorologie un article sur les dates de vendanges comme indicatrices de la météorologie du passé historique français. Grâce à celles-ci on pouvait étudier le passé météo des 6 derniers siècles, avant même que n'apparaissent vers la fin du 17<sup>ème</sup> siècle des observations thermométriques plus ou moins rigoureuses. Dès lors en tant qu'historien du monde paysan, lui-même influencé par les mauvaises récoltes, je m'attachais à étudier les fluctuations météo du passé. Très vite j'appris à utiliser les quatre séries essentielles que j'appellerai les 4 vieilles ou les quatre chevaux de l'Apocalypse : Les Dates de vendanges, précoces quand le printemps et l'été avaient été tièdes puis chauds, tardives dans le cas contraire ; ensuite les Anneaux des arbres, plus ou moins épais selon que l'année mise en cause leur a été favorable ou défavorable, par exemple : pluies bienfaisantes ou sécheresse dangereuses ; En troisième lieu les glaciers des Alpes du dernier millénaire qui s'allongent quand une série d'années a été froide et /ou neigeuse et qui se raccourcissent en cas d'années brûlantes, sèches, fusionnelles et hostiles aux glaces, enfin quarto, séries événementielles, les curés en effet à l'occasion d'un baptême, d'un mariage ou d'un enterrement notaient volontiers sur leurs registres la température ou la pluviosité par exemple des quelques semaines qui venaient de s'écouler. Beaucoup de personnalités, notaires, propriétaires, seigneurs, faisaient de même. On peut créer ainsi de véritables dossiers météos pour des siècles reculés XVI<sup>ème</sup> siècle ou même époque carolingienne (d'après Mr Mac Cormick).

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

En ce qui me concerne dans le cadre de mes deux thèses de doctorat de 1955 à 1966 je me suis lancé seul dans une entreprise d'histoire du climat depuis la fin du Moyen Âge jusqu'à nos jours. J'ai accumulé des séries de dates de vendanges, de la Bourgogne au Languedoc. En compagnie de mon épouse plus sportive que je ne l'étais moi même j'ai parcouru les glaciers alpins surtout leurs langues glacières terminales qui reculent ou avancent au rythme approximatif du chaud ou du froid : Glaciers de Chamonix (Mer de glace, Argentière, Bosson, du Tour), glaciers de Suisse (Grindenwald, Aletch) et d'Italie (La Brenva, le glacier de Combal). J'ai étudié les archives françaises de Chamonix et germaniques de Grindenwald. J'ai

---

<sup>1</sup> Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques, Professeur honoraire au Collège de France.

accumulé les séries évènementielles ; je pourrais dire comme certaines vendeuses parisiennes : je travaille dans l'évènementiel.

J'ai étudié en particulier les crises de subsistance, mon sujet d'aujourd'hui, elles sont la marque des années météo défavorables sur l'alimentation du peuple, elle même déficitaire quand la moisson ou quelques moissons successives sont inférieures aux nécessités du ravitaillement. Sous nos climats, c'est souvent l'excès de pluie au moment des saisons décisives qui crée la mauvaise récolte (par exemple 1692 et années suivantes). Mais ce peut être aussi, c'est plus rare, un grand hiver, le blé, en principe, aime les hivers froids mais la température ne doit pas descendre à trois ou quatre degrés en moyenne mensuelle au-dessous de zéro en janvier ou février, comme par exemple, en février 1956. Le coupable est aussi, le cas échéant, c'est plus rare sous nos climats, une sécheresse et un échaudage de la céréale au mois de juin, outre l'effet sécheresse qui peut durer un trimestre ou davantage.

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

L'effet le plus visible c'est l'augmentation de la mortalité soit directement par la famine, soit indirectement par les épidémies qui sont collatérales de la sous-alimentation : typhus, dysenterie « fièvre ». J'évoquerai plus loin les 1 millions trois cents mille morts français dus à la famine Louis quatorzienne de 1693-94. Ensuite, nuptialité : baisse du nombre des mariages, due à une politique de précaution de la part des fiancés, les noces sont reportées à quelques années plus tard quand la situation alimentaire se sera rétablie. Enfin, la natalité : autrefois, elle était très forte. En période de crise de subsistance, elle peut être abaissée par une précaution involontaire du corps féminin, l'aménorrhée de famine, celle-ci fait qu'une femme cesse d'avoir des règles, et donc des enfants pendant les périodes de trop fortes restrictions alimentaires. La chose a été étudiée en Allemagne pendant la Première Guerre Mondiale, la *kriegsamennorrhoe* (aménorrhée de guerre), et ensuite, après la Seconde Guerre Mondiale, la *narkkriegsamennorrhoe*, (l'aménorrhée d'après-guerre). En effet il n'y eu pas de famine allemande pendant la Seconde guerre mondiale par suite des prélèvements alimentaires massifs qu'effectuait le Reich sur les pays vaincus : Ukraine, France etc. Mais cette situation alimentaire germanique se détériorera rapidement pendant les premières années d'après guerre 1945-46,

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

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

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

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

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

Maintenant je vais donner une chronologie des crises de subsistance à partir du 14<sup>ème</sup> siècle et dans la suite des temps. La famine la plus remarquable est celle de 1315, due pour l'essentiel à des pluies excessives et donc originellement à des situations météo dépressionnaires en provenance de l'Atlantique. Cette crise est

internationale, européenne en tout cas : France, Allemagne, Angleterre. Elle met fin à la période glorieuse du beau Moyen Âge lors de la prédominance du Gothique classique. La famine provoque des comportements religieux plus ou moins paniques sous forme de processions d'hommes nus avec des constructions de nouveaux sanctuaires et bien sûr de cimetières supplémentaires. Cette catastrophe de 1315 a mis au tombeau par suite de sous alimentation et d'épidémies collatérales environ 5 à 7% de la population française voire hexagonale. Par la suite les disettes sont nombreuses jusqu'aux années 1340. En revanche, la peste noire de 1348, bubonique et à maintes reprises très gravement pulmonaire, n'est pas liée à une causalité météo. Elle procède de contagions en provenance d'Asie Centrale, véhiculées par les rats et les puces et transmises par les caravanes de la route de la soie. Elle met au tombeau 30% à 50% de la population ouest-européenne. Elle inaugure un siècle de dépression du peuplement français, lui même ramené en une centaine d'années de 1348 à 1450, de 20 millions d'âmes à 9 ou 10 millions au maximum. La guerre de Cent ans et les pestes en question ont joué en l'occurrence un rôle essentiel. Mais on ne peut oublier les famines qui viennent de surcroît et qui achèvent ce triste tableau : disette de 1375, due aux pluies ; et surtout, dans la pire période des guerres anglaises, dite de Cent ans, les famines de 1420, provoquées par canicules et sécheresses anti-blé, quand les enfants pauvres de Paris, affamés se réchauffent en hiver sur les fumiers de la ville en criant dans l'indifférence générale : « je meurs de faim, je meurs de faim ». Les exploits de Jeanne d'Arc, (suivis de sa mort en 1431) ne suffisent pas à renverser la tendance catastrophique. Les désastres famineux de 1432 et 1437-39 contribuent pour leur part à plonger la France dans l'abîme. Cette fois ces deux désastres sont liés, outre la guerre, à des pluies excessives et éventuellement à de grands hivers.

La longue période postérieure aux guerres de Cent ans autrement dit de 1450 à 1560 est celle de la renaissance économique et démographique de notre pays. La population hexagonale remonte en un siècle aux 19 ou 20 millions d'habitants qui resteront la règle ensuite de 1550 à 1713. Les crises de subsistance à cette époque sont inévitables, quoique moins graves que lors des guerres de Cent ans. Sous Louis XI une famine intervient en 1481, liée à un grand hiver et à des pluies excessives. On était depuis 1300 environ dans la période du petit âge glaciaire, un peu plus froide ou plus fraîche qu'aujourd'hui surtout lors de l'hiver et du printemps. Louis XI en 1481 prend des mesures de type déjà modernes et répressives ; mesures visant à l'interdiction des exportations de grains, le tout assaisonné d'une lutte contre les profiteurs du marché noir et autres spéculateurs. Ceux-ci accumulent des stocks de céréales pour les revendre ensuite à haut prix. C'est à ma connaissance la première prise de position de l'État moderne en tant que tel, vis à vis des problèmes du ravitaillement. Par contre Louis X le Hutin en 1315, s'était borné jadis, à vendre leur liberté à des serfs ; avec cet argent il achetait du blé pour son armée en Flandre. Ceci montre incidemment que des serfs pouvaient avoir de substantielles ressources monétaires.

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

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

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

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

Nous en arrivons à des données plus complètes et plus exhaustives lors des guerres de religions, de 1560 à 1596 : à nouveau le dangereux complexe guerre / mauvais climat fait sentir ses conséquences fâcheuses. Ces guerres créent une terrible situation d'insécurité plus ou moins permanente. En outre le léger rafraîchissement du climat, signalé par la poussée glaciaire alpine de 1560 à 1600 complique la conjoncture. Avec un décalage usuel de sept années, ce rafraîchissement provoque la spectaculaire offensive des glaciers de Chamonix et de Suisse, à partir de 1567 /1570. Malgré tout, en cette situation de crise, la population

hexagonale ne tombe pas de 20 millions à 9 millions comme elle fit de 1348 à 1450 mais elle reste bloquée à 19 ou 20 millions d'âmes, avec tantôt un million en moins ou un million en plus selon les phases de malheur ou de rétablissement momentanées.

En 1562 la récolte est mauvaise pour cause d'inondations et de pluies excessives de l'automne 1561 à l'été 1562. La cherté, et la mortalité afférente, intervient en Angleterre et plus encore en France : il s'agit en effet dans le royaume, de l'une des mortalités les plus considérables que l'on est connues dans ce temps là (1562-1563). Le grand hiver de 1564-65 fait des siennes à son tour et provoque une nouvelle crise de subsistance (CDS) en 1565-66, laquelle rejaillit sur le printemps et l'été 1566. Le mécontentement social ainsi provoqué est-il l'une des causes de la révolte des Pays-Bas, y compris populaire et religieuse en 1566 ; le tout accompagné par l'iconoclasme des Gueux, destructeur des images religieuses dans les sanctuaires flamands, certaines d'entre elles figuraient parmi les chefs d'œuvre de l'art médiéval. On observe ici un lien entre une situation de détresse et, un peu plus tard, une prise de position anticatholique, laquelle n'est pas simplement irrationnelle, comme de recourir au Divin lors d'une famine, mais ce phénomène marque une évolution intéressante dans les attitudes religieuses, notamment protestantes. La CDS de 1573 due à un hiver très rude est enregistrée dans toute l'Europe, Ouest et Centre, mais elle n'a pas d'incidence politique ou religieuse très marquée. J'ai mentionné les répercussions protestantes de la CDS de 1565-66 aux Pays Bas, vingt années plus tard, à partir de 1586, un épisode analogue se produit en milieu catholique à Paris et dans d'autres villes françaises. Le biennat 1585-86 a été très froid puis trop pluvieux, inondations etc. Une CDS classique 1586-87 s'est ainsi produite : grosse cherté parisienne des subsistances. Je mentionnerai à ce propos les vastes processions de la Ligue catholique, contestataire, celles-ci influencées vraisemblablement par la cherté et qui sont certes critiquables par leur orientation fanatique. Une telle orientation est simultanément bourgeoises, populaire voire démocratique, le tout au printemps 1588. Les intempéries de 1596/97 produisent elles aussi de maigres moissons des vendanges tardives et de mauvais vins. Au total, la période guerrière et d'adversités météo-glaciaires de 1561 à 1598, 37 années globalement, déclenche 5 crises de subsistances (1562, 1566, 1573, 1587, 1596), soit une tous les 7 ou 8 ans. Tout ceci témoigne pour le traumatisme des mauvaises conditions climatiques et guerrières lors de cette phase : elle a duré au total plus d'une génération.

Nous passons maintenant au XVII<sup>ème</sup> siècle. En 1621 et accessoirement en 1622 nous avons successivement deux hivers très froid puis froid et deux étés très pourris puis simplement pourris. Le résultat c'est, occurrence exceptionnelle, une famine en Angleterre 1621-22, en principe la dernière en date dans ce pays et qui en France, où elle sévit également, n'aurait fait l'effet que d'une simple disette. Normalement ce genre de phénomène épargne la Grande Bretagne en raison de son agriculture plus efficace et de sa marine commerciale plus active.

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

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

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

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

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

De 1663 à 1691 on compte 28 années sans crise de subsistance sérieuse. Ouf ! C'est aussi, indépendamment de tout cela, une période extrêmement brillante pour la culture française. Les guerres louisquatorziennes n'ont pas encore les conséquences traumatiques qu'elles engendreront à la fin du siècle et jusqu'en 1713. On notera quand même au cours d'années souvent chaleureuses un millésime estival frais et pourri en 1675 qui frappa beaucoup Madame de Sévigné mais sans conséquence douloureuse pour l'économie. C'est surtout la fin du 17<sup>e</sup> siècle et un peu plus tard la fin du règne de Louis XIV qui replonge le royaume et même les pays environnants dans une série très douloureuse. Les années 1687 à 1700 sont caractérisées par des hivers froids et surtout par des années pourries productrices de vendanges tardives. Les Glaciers alpins marqueront le coup avec 7 années de retard, le temps de la réflexion, de l'accumulation des neiges et du défaut d'ablation. Les années 1690 sont signalées par une hausse des prix du blé, consécutive à de mauvaises récoltes dues aux fraîcheurs excessives ci-dessus mentionnées. Elles se traduisent en France par la considérable famine de 1693-94 occasionnant 1 million 300 mille morts supplémentaires, pour 19 millions d'habitants ; la faim et les épidémies, comme d'habitude ! Du coup la pensée réformatrice de Vauban, typique de la crise de la conscience européenne à cette époque, s'attache à demander des réformes fiscales en particulier au dépend de la noblesse jusqu'alors privilégiée et exemptée plus ou moins du fardeau fiscal.

L'hiver de 1709, tarte à la crème des historiens du climat, est la dernière grande épreuve, au temps de Louis XIV vieillissant. Le coup le plus dur se situe en janvier, -3,7° de moyenne mensuelle, avec des chutes thermiques à -10° et davantage par moment. La couverture de neige faible ou nulle ne permet pas de protéger les semis de céréales contre le gel. L'hiver de 1684 avait été aussi froid mais l'épaisseur de la couche de neige avait protégé les cultures. En 1709/1710 on dénombre dans le Royaume pour les raisons susdites 630 000 morts supplémentaires.

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

En conclusion on évoquera brièvement le problème du réchauffement contemporain : il sous-tend, outre le hasard causal, lui aussi, telle ou telle agression brûlante, comme en 1947, 1976, 1983 ou 2003 etc. Ce réchauffement est à l'origine entre autre du désastre des glaciers alpins lesquels n'ont cessé de reculer, en perdant constamment de leur épaisseur, sans interruption de 1935 à nos jours. Le même réchauffement a pu produire certains effets agricoles utiles, en améliorant quelque peu les rendements du blé et la qualité du vin « Vive les bonnes bouteilles... ». Mais à la longue les conséquences négatives du phénomène réchauffant pourraient se faire sentir, y compris dans la production végétale et animale. Faut-il vraiment penser qu'on doit gagner entre 2 et 4 degrés voire cinq d'ici la fin de notre siècle. Exagération ? Peut-être. Néanmoins une telle perspective, soutenue par l'ensemble des spécialistes au titre du GIEC, à peu d'exceptions près, n'est pas particulièrement réjouissante. Quoi qu'il en soit, nos concitoyens d'Europe, à tout le moins français font preuve à cet égard d'un certain dédoublement de la personnalité. D'une part dans leur majorité ils adhèrent ne serait-ce que superficiellement aux thèses du GIEC et à la notion d'un réchauffement mondial, contemporain. Mais cela ne les empêche pas, pour nombre d'entre eux, d'utiliser à haute fréquence leurs voitures et de prendre l'avion à maintes reprises. D'une façon générale ils participent sans trop de complexes à l'émission globale des gaz à effet de serre, CO<sub>2</sub> et autres. On pourrait évoquer aussi la Chine et l'Inde et *tutti quanti*, dont les émissions CO<sub>2</sub> au cours des prochaines générations vont avoir quelque chose de torrentiel. On ne saurait reprocher à ces pays de vouloir à tout prix sortir de l'état de relatif sous-développement dans lequel ils furent plongés lors de la première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle. Mais le prix à payer,



globalement parlant, sera très lourd à longue échéance. Les États-Unis, à ce point de vue, sont peut-être plus responsables que les 2 milliards ou davantage de citoyens sino-indiens. Mais on en finirait pas sur ce point d'évoquer les questions de responsabilité voire de culpabilité si tant est qu'elles existent. J'ai simplement voulu ce soir en votre présence faire un travail d'historien plutôt que de me lancer sur le terrain de la futurologie, même si celle-ci, à bien des égards, hante nécessairement chacun d'entre nous jusques et y compris au titre d'une certaine survie de notre civilisation, à tout le moins de notre environnement.

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

## L'« EFFONDREMENT » DE LA CIVILISATION MAYA

par Paul Vialle<sup>1</sup>

Les Mayas ont été « découverts » au 19<sup>ème</sup> siècle par Stevens et Catherwood. Entre romantisme, mystère et ésotérisme, cette civilisation disparue sans invasion extérieure visible, et ce bien avant l'arrivée des Espagnols, a frappé les imaginations.

Le pays maya est grand comme la moitié de la France. Il s'étend du Pacifique aux basses terres, plates et calcaires, du Yucatan. Le climat, entre forêt tropicale et désert saisonnier, est contrasté, son calendrier incertain ; il est influencé par des phénomènes météorologiques à grande échelle.

Les Mayas avaient un système de numération élaboré, un calendrier astronomique très précis, et une écriture maintenant déchiffrée. Les villes-états, dominées par des rois-prêtres, sont caractérisées par des constructions monumentales. Elles s'apparentent aux cités grecques ou aux villes italiennes de la Renaissance : jamais unifiées, déchirées par des guerres incessantes... Leur âge d'or se situe entre 300 AD et l'an 1000, les deux derniers siècles ayant vu la disparition de toutes les villes mayas.

L'agriculture maya, basée sur l'association maïs – haricot – courge, à partir de défrichements (brulis) est très différenciée et a su s'adapter à des terrains très divers et aux aléas du climat et du manque d'eau. Elle est ancienne, son adaptation s'est faite sur plusieurs millénaires, depuis 5000 BC. La déforestation et l'érosion qui en est la conséquence y sont aussi anciennes que l'agriculture. Un gros handicap : l'impossibilité de stocker la nourriture plus de 18 mois en climat tropical.

Deux chercheurs ont étudié récemment les « effondrements » mayas. Jared Diamond (2005) les attribue à une population trop nombreuse sur des terres insuffisantes, à la déforestation, aux combats, au changement climatique et à la vision à court terme des dirigeants. Douglas Kennett (2012), à partir d'analyses isotopiques d'une stalagmite, reconstitue le climat sur les deux derniers millénaires : il en déduit avec une grande précision l'existence et la chronologie de fortes sécheresses qui ont affecté le pays maya ; des statistiques « lexicales » sur des mots liés aux conflits lui donnent les dates des périodes où culmine la violence. Le rapprochement des deux séries fait notamment apparaître la simultanéité des occurrences sécheresse – violence – effondrement.

*In fine*, on s'interrogera sur la hiérarchisation des causes d'effondrement : « suicide » d'une société mal dirigée, ou catastrophe climatique externe, et sur les initiatives qui auraient du ou pu être prises alors. Contrairement au sentiment selon lequel « les civilisations meurent par suicide, non par meurtre », les plus récentes données scientifiques amènent une conclusion provisoire : la société maya et ses dirigeants avaient effectué une partie du chemin les conduisant à une catastrophe collective, et l'issue fatale risquait d'être difficile à éviter, mais auparavant il y a eu meurtre, le coupable étant un changement climatique à grande échelle indépendant des hommes.

---

<sup>1</sup> Membre de l'Académie d'Agriculture de France.

---

## CRISES ÉCOLOGIQUES, RÉTROACTIONS SUR LES SOCIÉTÉS ET LEUR ENVIRONNEMENT.

par Denis Couvet<sup>1</sup>

Une crise écologique peut être caractérisée par des troubles sociaux (épidémies, conflits intra et inter états, émigrations) dont la cause est environnementale, d'origine physique, biologique ou anthropique. Ce peut être un phénomène de raréfaction, des sols cultivables, de leur fertilité, de l'eau, des métaux rares, un changement climatique –de cause exogène (éruption volcanique...) ou endogène (aridification locale...), ou encore une synergie entre ces facteurs.

Malthus propose un schéma générique expliquant la mécanique de telles crises, couplant croissance des populations humaines et des ressources naturelles. Il en résulte une alternance entre des phases de rareté et d'abondance relative de ces ressources, la phase de raréfaction pouvant conduire à une crise écologique. La durée de chaque phase dépend de nombreux facteurs biophysiques et sociaux : progrès technologiques, découverte de nouvelles ressources naturelles encore non utilisées, croissance des populations humaines, de leur demande et de leurs capacités d'innovation (voir p. ex. Turchin and Nefedov, 2009).

Nous discuterons des difficultés d'interprétation de la mécanique des crises écologiques, de par la complexité des mécanismes, la diversité des contextes sociaux et biophysiques - type de ressource raréfiée, alimentation, eau ou énergie, mode de réaction des populations humaines, (voir p.ex. Zhang et al. 2011, Mueller et al. 2014). Il devrait exister une relations entre le contexte local et global, une crise globale devant aggraver les effets des crises locales.

Si plusieurs causes interviennent simultanément, une difficulté supplémentaire dans la résolution d'une telle crise pourrait être qu'une solution apportée vis-à-vis d'un facteur aggrave les problèmes vis-à-vis d'un autre facteur (agriculture versus biodiversité et climat..).

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) MUELLER V. *et al.*, 2014. – Heat stress increases long-term human migration in rural Pakistan. Nature Climate Change.
- (2) TURCHIN P. and NEFEDOV S. 2009. – Secular Cycles. Princeton University Press.
- (3) ZHANG D. *et al.*, 2011. – The causality analysis of climate change and large-scale human crisis. PNAS.

---

<sup>1</sup> Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur à l'École polytechnique et au MNHN, CRBPO, CP 51, 55, rue Buffon, 75005 Paris.

## CLIMAT ET SOCIÉTÉ : ÉVOLUTIONS ET CRISES

### Évolution du climat et crises biologiques ou de la biodiversité

#### CONCLUSION par Alain Perrier<sup>1</sup>

Tout d'abord rappelons que le climat n'a jamais été une donnée intangible. Depuis la formation de la terre, le climat a changé régulièrement et continuellement surtout en fonction des premières évolutions biologiques qui ont changé la composition chimique de l'atmosphère (depuis 3.8 Ga au précambrien, protérozoïque, puis phanérozoïque). Certes les grandes périodes d'éruptions volcaniques ont eu leur part dans la composition de l'atmosphère.

L'évolution du climat de la planète résulte de bilans énergétiques et hydriques au niveau des interfaces, dites « zone critique » des océans et des continents, sous l'action de l'énergie solaire, la dynamique et la composition chimique de l'atmosphère qui modifie ce filtre énergétique puissant. Cette composition s'est modifiée sous l'action conjuguée de l'altération chimique des matériaux d'origine métamorphique ou sédimentaires et comme on l'a vu des activités biologiques. En conséquence, les climats globaux, mais aussi régionaux et locaux ont largement évolué au grès des grands mouvements des continents et de leurs écosystèmes. Le poids du biologique sur ces changements s'est révélé constamment très actif et, comme le rappelait notre consœur Katia Laval, il se manifeste depuis quelques dizaines de milliers d'années par des modifications anthropiques d'abord au niveau de cette « zone critique » et actuellement à cause de l'importance des rejets atmosphériques dus aux activités anthropiques.

On constate alors la difficulté de différencier, dans les liens « Climat et sociétés », ce qui est évolution lente, de ce qui est fluctuations dues aux aléas, soubresauts et crises, subis depuis des millions d'années, et finalement de celles qui conduisent de fait à une véritable crise dite « crise de biodiversité », caractérisée par la disparition plus ou moins lente d'un grand nombre d'espèces (en particulier celles situées entre permien-Trias, Trias-Jurassique ou Crétacée-tertiaire). Notons cependant que ces crises ont toujours évoluées vers une reconquête des milieux par une nouvelle explosion de biodiversité.

Le climat, caractérisé par un ensemble de facteurs (température, pluie, humidité, oxygène, gaz carbonique,...) a toujours été très interactifs avec les systèmes biologiques qui s'adaptent plus ou moins aux changements grâce à leur mécanismes physiologiques mais qui en retour continuent aussi à provoquer des changements. Par contre la nouveauté récente vient essentiellement de l'évolution rapide des sociétés humaines qui, en plus de leurs aptitudes biologiques à s'adapter à une grande variété de climat (glace ou désert chaud par thermo-régulation), ont développées tout un champ de techniques qui leur permet d'être plus résilientes face à ces changements, mais hélas aussi plus directement acteur des modifications de l'atmosphère et du climat.

Pour tout changement, quel qu'en soit l'échelle (intra ou interannuelle, séculaire ou millénaire) les liens adaptatifs forts « écosystèmes-climat » entraînent automatiquement des perturbations aux conséquences agro-écologiques prononcées qui débouchent sur des crises agro-écologiques et finalement humaines. Les fluctuations du climat avec ses tendances décennales (tâches solaires), voire de plus grande amplitude (petit réchauffement du Moyen Age 800-1400 ans, suivi du petit âge glaciaire d'Europe de l'ouest) ont donc été à

---

<sup>1</sup> Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur émérite AgroParisTech, Directeur de recherche honoraire de l'INRA.

l'origine de très nombreuses crises dont le professeur **Leroy Ladurie** a fait une analyse très minutieuse et quasi exhaustive. Il rappelle que ces crises s'accompagnent d'effets endogènes sociaux (émeutes, mais aussi première organisation politique de l'aide sociale et première intervention de l'état dans le ravitaillement des zones sinistrées). De plus, il souligne aussi de nombreux cas de synergies négatives dues à des phénomènes exogènes comme les guerres, les grandes épidémies et souvent les combinaisons successives d'effets climatiques. De ce premier exposé, mettons en exergue quatre points marquants :

(1) Une petite statistique sur les crises climatiques décrites, confirmée par celles très précises relatives au 20<sup>ème</sup> siècle, indique la prévalence des préjudices agricoles lors des années trop pluvieuses (accentuées par le froid hivernal) par rapport à ceux des années sèches, à l'exception de sécheresses très précoces et très longues (ex. typique de 1976). **C'est pourquoi le petit réchauffement du moyen âge a eu un effet essentiellement bénéfique, avec augmentation des productions, une mise en cultures de nouvelles terres, ... ce qui a permis une embellie démographique, entraînant des aménagements hydrauliques, le développement du commerce et, in fine, débouchant sur un certain bien être, ouvrant la porte à l'explosion de la Renaissance et à un ferment de liberté, la Réforme.**

(2) **Les nombreuses crises climatiques du petit âge glaciaire ont par contre été désastreuses,** mais globalement les développements techniques, ceux du commerce et de la petite industrie, ont permis une stabilisation moyenne de la population et dans ce contexte sombre (quelques sévères famines, épidémies et guerres), on débouche sur l'apparition du siècle des lumières.

(3) **Rappelons au passage qu'il y a eu d'autres crises de type exogènes avec répercussions climatiques comme l'éruption du volcan Laki (Islande 1783-1784).** Cette explosion forma un immense nuage de dioxyde de soufre qui se déplaça pendant des mois sur toute l'Europe de l'ouest provoquant des brouillards (bateaux ne pouvant plus sortir des ports) et des milliers de morts (30000 morts, rien pour l'Angleterre et ailleurs +5 à +10% de décès suite aux brûlures des voies respiratoires) ; Cette épisode fut suivi d'une série de perturbations climatiques diverses et exceptionnelles pendant plusieurs années.

(4) **Le rôle des facteurs endogènes positifs de mise en valeur des potentialités du milieu, par protection des surfaces agricoles au sein d'un système forestier à exploiter durablement, par mobilisation de façon efficiente de toute l'eau disponible, et par protection des espaces en vue d'éviter l'aridification, puis la désertification due à la surexploitation. Cet état fut à peu près atteint dans le cas du Moyen Age, qui avait probablement atteint son optimum et qui n'aurait ni supporté plus de croissance de la population, ni plus de sécheresse, sans innovation.**

Ce dernier point, mais en négatif, apparaît en filigrane de l'étude présentée par notre confrère Paul **Vialle** sur la disparition d'une civilisation brillante, celle des Mayas. Les raisons de leur crise semblent bien être multifactorielles : population croissante face au territoire et à son état de production décroissante due probablement dans ce cas à une baisse des potentialités du milieu, mais aussi à l'état de guerre permanent par concurrence pour l'acquisition de ressources ; le changement climatique régional induit (pertes des potentialités du milieu et aridification) et peut-être accentué par des aléas climatiques exogènes, furent cause de sécheresses et probablement de famines ; il semble que ce fut le coup de grâce. Cet exemple nous conduit aussi à retenir deux points essentiels de ce second exposé :

(1) **La disparition d'une civilisation ne peut-être que multifactorielle,** le climat trop souvent invoqué ou recherché de nos jours en tant qu'explication majeure, semble être un réflexe mimétique face aux changements climatiques qui voient le jour. La mise en garde de la civilisation occidentale et mondiale contre les avatars climatiques engendrés pour des causes équivalentes à celle des Maya : populations croissantes, accompagnées d'une perte de potentialité des milieux (sols, air et parfois eau) et de guerres incessantes, semble être réaliste.

(2) **Par contre les changements climatiques locaux ou régionaux induits par les multiples sociétés en symbiose et leurs activités est aussi une réalité très probable. Localement, les changements sont toujours provoqués par des déséquilibres thermiques et hydriques qui s'installent suite aux déforestations,** avec mises en culture et souvent renforcés par une surexploitation, non perceptibles à l'échelle d'une génération : perte de sols et de fertilité, puis subrepticement aridification des milieux, puis les espaces restants sont exploités

au delà de leur potentialité en baisse. Les espaces dégradés se trouvent conduits à l'aridification, prémices d'une désertification qui, à travers les siècles, peu faire tâche d'huile cas du pourtour méditerranéen et du moyen orient). Mais est-ce que ce fut le cas pour les Mayas, en partie certes ? Ce qui est sûr, suite à la brusque dépopulation, c'est une recolonisation forestière de toutes les zones agricoles et urbaines que le climat moyen a permis de reconstituer au cours des siècles (cas de la cité de Tik'al). Malgré les masses des constructions des cités devenues ruines, la forêt et son sol ont tout recouvert, même un relief de pains de sucre et de tumulus assez insolites pour qu'au milieu du 19<sup>ième</sup>, on découvre une cité (environ 6 siècles plus tard). Le phénomène climatique devait donc avoir été temporaire peut-être momentanément drastiquement défavorable ?

Toujours est-il que l'exemple des Maya répond très bien au schéma générique présenté par notre confrère Denis Couvet. Les crises sont toujours la convergence naturelle de facteurs qui, par dépendance les uns avec les autres, entrent souvent en synergie et entraînent des situations dérivant vite vers des catastrophes. Enrayer le cycle infernal, c'est certes trouver de nouvelles solutions techniques, de nouvelles ressources (énergie, eau, bio-production alimentaire et de matériaux), dans la mesure où les activités d'une population croissante ou décroissante n'induisent pas des changements globaux, et finalement climatiques. Car ces changements pourraient finir par réduire considérablement et pour longtemps les potentialités du milieu, en créant une rétroaction négative qui deviendrait incompatible face aux besoins sans contrainte des sociétés. A partir de ce dernier exposé, deux points peuvent être encore soulignés :

(1) La recherche et l'innovation sont une perspective de réponse efficace face aux changements. Mais une adaptation stricte aux ressources potentielles renouvelables devient nécessaire et elle doit s'accompagner d'une réduction et d'un recyclage des déchets ; plus encore, d'une réduction de la course effrénée à l'utilisation de biens polluants uniquement utile à une économie financière. Les sociétés doivent alors s'organiser pour réguler l'appât économique et l'appât tout azimut du développement dont les rétroactions sont bien souvent négatives. Bien sûr, faut-il encore éliminer toute lutte et guerre quelle qu'en soit la nature, surtout si idéologique.

(2) Un point final, élément rappelé de façon plus ou moins implicite dans le dernier exposé, est celui de la fragilité potentielle des sociétés basées sur des innovations techniques nécessitant des compétences spécifiques et un entretien récurrent et lourd. Toute période de difficultés ou de conflits endogènes ou exogènes conduit à des déstructurations de la société avec pertes de fonctionnalités, de compétences et des manques de moyens humains, techniques et financiers ; il en résulte des détériorations assez rapides qui, par effet de boule de neige, entraîne des pans entiers de la société et un effondrement possible en quelques décennies ou siècles. Ce fut le cas de l'immense empire de Rome, ou encore celui d'une cité, Angkor dépendante d'une hydraulique complexe avec deux grands bassins (plusieurs dizaines de km<sup>2</sup>).

Les civilisations et sociétés s'écroulent, les peuples demeurent et s'adaptent ; la civilisation mondiale avec ses sas de décompressions et ses systèmes de régulations pourra-t-elle éviter cette éclipse tant de fois observé ; probablement si elle protège les potentialités de ses milieux ?



---

## DES SOLS FORESTIERS DURABLES POUR UNE GESTION FORESTIÈRE DURABLE

Séance organisée par Jacques **Ranger**<sup>1</sup>

Séance dédiée à Maurice Bonneau. Jusqu'au début des années 80, la gestion forestière était fondée sur quelques postulats, tels que l'invariance des facteurs du milieu, autour de fluctuations plus ou moins importantes. Ainsi à un sol donné, développé sur une roche-mère donnée, et dans un contexte microclimatique donné, étaient associés des cortèges floristiques. Sur cette base, est né le concept de « station forestière » sur lequel se sont fondés les principes de sylviculture (au sens conduite des peuplements) et d'aménagement (au sens : choix d'une stratégie de gestion et planification de sa mise en œuvre). La théorie, appuyée sur des observations, précisait également que la productivité des peuplements était liée à la hauteur des plus gros arbres à l'hectare (hauteur dominante,) atteinte à un âge de référence donné, et dépendait peu de la densité du peuplement. Ainsi la valeur de la hauteur dominante à un âge de référence (site index des anglo-saxons) reflétait la « fertilité » de la station ; la productivité des stations se rangeait en « classes de fertilité ».

Depuis 30 ans, ce paradigme a vécu. On sait que l'invariance n'existe pas en écologie et que les écosystèmes suivent de manière dynamique des trajectoires sous l'effet de « *driving forces* » externes et internes dans lesquelles les effets anthropiques (pollution atmosphérique, changement climatique) ont une part importante. Le problème du dépérissement des forêts en Europe attribué « aux pluies acides », dans les années 1980, au moins dans certaines régions forestières, a été le premier signal d'un changement. Les premiers résultats ont largement montré qu'un dysfonctionnement du sol était responsable du dépérissement. C'est à cette période qu'a émergé la prise de conscience de la nécessité d'une compréhension accrue des mécanismes en jeux, notamment à travers les cycles biogéochimiques. Parallèlement la mise en place de réseaux d'observations, structurés, concertés, combinant des sites fortement instrumentés et des systèmes d'observations plus légers, s'est imposée comme une évidence. Dans le contexte actuel du changement climatique, ces réseaux d'observation ont une pertinence accrue. Enfin, les augmentations importantes de productivité constatées dans les années 90, ont pu être mises en relation avec l'augmentation des dépôts atmosphériques notamment azotés.

Notre confrère, Maurice Bonneau, qui nous a récemment quittés, et à qui cette séance est dédiée, a joué en France un rôle majeur dans la conception et la mise en œuvre de ces nouvelles approches scientifiques du fonctionnement des écosystèmes forestiers. Elles seront illustrées par trois exemples.

---

<sup>1</sup> Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France, Directeur de recherche à l'INRA, Biogéochimie des écosystèmes forestiers, Centre de Nancy, 54280 Champenoux.  
**C.R.Acad. Agric. Fr., 2014, 100, n°4.**



## INTRODUCTION

par Yves **Birot**<sup>1</sup>

Jusqu'au début des années 80, la gestion forestière était fondée sur quelques postulats, tels que l'invariance des facteurs du milieu, autour de fluctuations plus ou moins importantes. Ainsi à un sol donné, développé sur une roche-mère donnée, et dans un contexte microclimatique donné, étaient associés des cortèges floristiques définis. Sur cette base, est né le concept de « station forestière » sur lequel se sont fondés les principes de l'aménagement (au sens : choix d'une stratégie de gestion et planification de sa mise en œuvre, et les principes de sylviculture (au sens conduite des peuplements). La théorie, appuyée sur des observations, précisait également que la productivité des peuplements était liée à la hauteur des plus gros arbres à l'hectare (hauteur dominante,) atteinte à un âge de référence donné, qui elle-même dépendait peu de la densité du peuplement. Ainsi la valeur de la hauteur dominante à un âge de référence (« site index » des anglo-saxons) reflétait la « fertilité » de la station ; la productivité des stations se rangeait en « classes de fertilité ».

Depuis 30 ans, ce paradigme a vécu. On sait que l'invariance n'existe pas en écologie et que les écosystèmes suivent de manière dynamique des trajectoires sous l'effet de « driving forces » externes et internes dans lesquelles les effets anthropiques (pollution atmosphérique, changement climatique) ont une part importante.

Le problème du dépérissement des forêts en Europe attribué « aux pluies acides », dans les années 1980, au moins dans certaines régions forestières au sol acide, a été le premier signal d'un changement. Les premiers résultats ont largement montré qu'un dysfonctionnement du sol était responsable du dépérissement. C'est à cette période qu'a émergé la prise de conscience de la nécessité d'une compréhension accrue des mécanismes en jeu, notamment à travers les cycles biogéochimiques. Parallèlement la mise en place de réseaux d'observations, structurés, concertés, combinant des sites fortement instrumentés et des systèmes d'observations plus légers, s'est imposée comme une évidence. Dans le contexte actuel du changement climatique, ces réseaux d'observation ont une pertinence accrue. Enfin, les augmentations importantes de productivité constatées dans les années 90, ont pu être mises en relation avec l'augmentation des dépôts atmosphériques notamment azotés.

Ces progrès dans la connaissance des cycles biogéochimiques ont permis également de mieux interpréter les résultats des études, essentiellement de type agronomique, sur la nutrition minérale et la fertilisation des arbres forestiers, et de préciser l'intérêt de certains amendements dans la restauration du fonctionnement des sols forestiers.

Notre confrère, Maurice Bonneau, qui nous a récemment quittés, et à qui cette séance est dédiée, a joué en France un rôle majeur dans la conception et la mise en œuvre de ces nouvelles approches scientifiques du fonctionnement des sols des écosystèmes forestiers et de leur fertilité. Elles seront illustrées par trois exemples.

### **1. Les stations forestières : historique et actualité du concept ; pertinence pour les aménagements durables**

Cette intervention sera faite par Jean-Luc Dupouey, DR, Inra Centre de Nancy-Lorraine – UMR Ecologie et écophysologie forestières -

---

<sup>1</sup> Membre de l'Académie d'Agriculture de France, [directeur de recherche honoraire de l'INRA](#).  
C.R.Acad. Agric. Fr., 2014, 100, n°4.

**2. Les leçons des dépérissements forestiers des années 80 ; la surveillance des écosystèmes et les problèmes d'acidification des sols**

Cet exposé sera présenté par Guy Landmann, Directeur adjoint du GIP ECOFOR qui fut, à l'époque du programme français de recherche sur le dépérissement des forêts le copilote de ce programme avec Maurice Bonneau.

**3. Fertilité chimique des sols forestiers - intérêt de la Fertilisation et des Amendements dans la foresterie moderne ?**

Cette dernière présentation sera délivrée par Arnaud Legout, CR, Inra Centre de Nancy-Lorraine – UR- Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers

Enfin en guise de **conclusion** une synthèse de la séance sera dressée et mettra en évidence **la pertinence actuelle des concepts développés par Maurice Bonneau. Elle sera proposée** par Jacques Ranger, Membre correspondant de l'Académie, section 5

DR - Inra Centre de Nancy-Lorraine – UR- Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers

## LES STATIONS FORESTIÈRES : HISTORIQUE ET ACTUALITÉ DU CONCEPT ; PERTINENCE POUR LES AMÉNAGEMENTS DURABLES

par Jean-Luc Dupouey<sup>1</sup>

Depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, l'écologie forestière s'est développée en France au travers d'études botaniques, pédologiques, dendrométriques..., mais c'est l'intégration de ces approches dans le concept de **station forestière** qui a finalement cristallisé la façon dont les gestionnaires forestiers ont perçu et mis en œuvre l'écologie. Ce concept s'est révélé fécond et opérationnel puisqu'en ont découlé : la typologie des stations forestières, les catalogues de station, la cartographie des stations forestières, les études de relations station-production, les guides pour le choix des essences... Mais ceux-là même qui avaient contribué à l'essor de ce concept ont rapidement développé les germes de son évolution.

Le postulat d'invariance de la station, cadre environnemental dans lequel se déroulait le cycle sylvigénétique, s'est révélé inexact. Le premier révélateur de changements environnementaux rapides impactant les stations s'est manifesté à l'occasion des recherches sur les « pluies acides » dans les années 80, soulevant nombre de questions. Puisque la station change, il fallait suivre et comprendre ces changements. C'est ainsi que sont nés les réseaux d'observation forestiers dans la conception desquels Maurice Bonneau s'est fortement impliqué : paramètres à mesurer, méthodologies, outils d'analyse. Se posait également la question de la durée des changements et leurs effets, les écosystèmes pouvant être plus ou moins résilients et s'adapter plus au moins rapidement aux nouvelles conditions. Il s'agissait là de notions nouvelles pour la gestion forestière. Aujourd'hui, les outils informatiques, les méthodes d'acquisition des données, les nouveaux capteurs, la masse croissante d'informations recueillies poussent à une approche multifactorielle de la description de l'environnement, plus qu'à une vision synthétique de type stationnelle, classificatoire. Dans la recherche - probablement demain dans la gestion -on ne fait plus des cartes de station, mais des cartes de facteurs de contrainte (topographie, acidité ou réserve en eau des sols...).

---

<sup>1</sup> DR, Inra Centre de Nancy-Lorraine – UR- Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers - Rue d'Amance, 54280 Champenoux. Courriel : [dupouey@nancy.inra.fr](mailto:dupouey@nancy.inra.fr)

## DÉPÉRISSEMENT DES FORÊTS, ACIDIFICATION DES SOLS ET SUIVI DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS : LEÇONS ET HÉRITAGES DES ANNÉES 1980/1990

par Guy Landmann<sup>1</sup>

Le monde forestier a connu au début des années 1980 une crise très marquée : le sombre pronostic de détérioration de la santé des forêts européennes soumises aux « pluies acides » formulé par le pédologue allemand Bernhard Ulrich, semblait trouver un début de réalité sur le terrain, avec l'observation d'une détérioration apparente de l'état sanitaire de certaines forêts et l'apparition, sur les sols forestiers acides, d'un jaunissement aigu du feuillage des résineux causé par une carence en magnésium.

Le programme interministériel (agriculture, environnement, recherche) de recherche DEFORPA (*Dépérissement des forêts et pollution atmosphérique*, 1985-1991) a permis d'acquérir un ensemble cohérent de connaissances sur les causes des dérèglements sanitaires observés, et particulièrement sur l'impact des dépôts atmosphériques sur les sols, la nutrition des peuplements forestiers, la végétations herbacée et les eaux superficielles. C'est une tendance nette à l'appauvrissement en nutriments et à l'enrichissement en azote des sols forestiers (particulièrement dans le nord-est de la France) qui était alors révélée.

Dans le même temps, un système harmonisé de suivi continu des forêts s'est mis en place sous l'impulsion de l'Europe (ONU et UE), afin de pallier un manque flagrant d'information sur l'état et l'évolution spatiotemporelle de la santé des forêts. Ce suivi continu allait être complété quelques années plus tard par la création des sites-ateliers de recherche.

L'héritage de cette période est donc considérable, et des leçons importantes ont été tirées sur l'importance relative des crises sanitaires en forêt et la difficulté qui subsiste à les diagnostiquer, à l'importance et la vitesse des modifications de l'écosystème forestier en lien avec celle des facteurs environnementaux (dépôts atmosphériques, climat). D'autres enseignements n'ont été tirés qu'en partie, notamment sur la réversibilité des effets des dépôts atmosphériques intervenue depuis cette époque. Les conséquences pratiques pour la gestion sylvicole, particulièrement en matière de restauration des sols, ont été modestes. Il reste à voir si cela a constitué une bonne option face aux contraintes climatiques et aux projets de valorisation accrue de la biomasse actuellement envisagées.

---

<sup>1</sup> Directeur adjoint du GIP ECOFOR c/o CIRAD 42, rue Scheffer, 75116 Paris.  
Courriel : [guy.landmann@gip-ecofor.org](mailto:guy.landmann@gip-ecofor.org)

---

## FERTILITÉ CHIMIQUE DES SOLS FORESTIERS - INTÉRÊT DE LA FERTILISATION ET DES AMENDEMENTS DANS LA FORESTERIE MODERNE ?

par Arnaud **Legout**

Le maintien voire l'amélioration de la fertilité des sols ne sont pas des préoccupations récentes en forêt. Depuis les années 70, les crises énergétiques, suivies des épisodes de pluies acides et le contexte actuel de changements globaux entretiennent ces inquiétudes. M. Bonneau a conduit de nombreux travaux sur la fertilité des sols forestiers, en s'appuyant initialement sur des concepts issus de l'agronomie : le sol est alors considéré comme un réservoir de nutriments, qu'il faut parfois regarnir pour atteindre un optimum. Les diagnostics de fertilité proposés par M. Bonneau se réfèrent alors à des stocks. Conscient de l'importance des cycles biogéochimiques et leurs rôles vis à vis de la nutrition des peuplements, M. Bonneau a également initié et mené de nombreux travaux dans ce domaine. La capitalisation de ces recherches, associée aux travaux plus récents, démontrent aujourd'hui que le concept de fertilité chimique des sols forestier ne doit plus se limiter au concept agronomique statique ; il faut en effet y ajouter la circulation d'éléments et le recyclage propre aux cycles biogéochimiques, notion particulièrement pertinente en sol pauvre. Les recherches se poursuivent actuellement afin de développer un diagnostic de fertilité chimique s'appuyant sur ce concept.

La fertilité des sols forestiers peut être manipulée et de nombreux essais d'amendement-fertilisation (réseau de placettes) ont été mis en place par M. Bonneau à partir des années 1970, pour étudier notamment l'effet de ces pratiques sur la production de peuplements résineux mono-spécifiques (contexte de crise énergétique). La pratique de l'amendement vise au maintien ou à la restauration de la fertilité d'un sol forestier, et à une amélioration globale du fonctionnement de l'écosystème sur le long terme. Le réseau d'essai susmentionné a été complété dans les années 90 (contexte post pluie acide) par de nouveaux dispositifs centrés sur l'apport d'amendement à des fins de remédiation. Ce réseau, toujours suivi, permet de mieux comprendre la réponse des écosystèmes forestiers à une manipulation de la fertilité et les plus anciens essais démontrent que la majeure partie des produits apportés est toujours présente et active dans le système sol-plante après 40 ans. L'amélioration globale du fonctionnement de l'écosystème est le résultat de cycles biogéochimiques dynamisés et très conservatifs. Les effets avérés de l'amendement sont nombreux : amélioration de la fertilité chimique, physique et biologique des sols, de l'état sanitaire des peuplements, de la qualité physico-chimique et biologique des eaux de surface...etc. L'amendement à des fins de remédiation permet également le plus souvent le retour à une production 'normale', point tout à fait important dans la décision de recours à cette technique.

---

<sup>1</sup> CR, Inra Centre de Nancy-Lorraine – UR- Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers - Rue d'Amance, 54280 Champenoux. Courriel : [legout@nancy.inra.fr](mailto:legout@nancy.inra.fr)

## LE SECTEUR FORÊT-BOIS EN EUROPE S'ORGANISE : OBJECTIFS, AVANCÉES, PERSPECTIVES

### INTRODUCTION

par Yves **Biro**t<sup>1</sup>

La séance d'aujourd'hui est intitulée : « le secteur forêt-bois en Europe s'organise : objectifs, avancées, perspectives ». On entend par secteur forêt-bois l'ensemble des acteurs du monde professionnel, de l'amont à l'aval : propriétaires publics et privés, entreprises (exploitation, travaux, pépinières), les industries de première et deuxième transformation du bois, les industries du papier ; à cet ensemble, il convient d'intégrer les acteurs de la recherche et de l'innovation. En anglais, ce « cluster » est appelé « forest-based sector ». Le thème de la séance s'inscrit totalement dans la dimension européenne, qu'il s'agisse de la Grande Europe ou de l'UE28, montrant ainsi l'importance pour l'académie d'agriculture de France de situer ses réflexions dans un contexte international.

La forêt est la plus grande « infrastructure verte » de notre continent européen par la surface couverte. Elle héberge une riche biodiversité, séquestre du C dans ses écosystèmes et ses produits, contribue aux énergies renouvelables, fournit un cadre de vie à ses citoyens, génère une importante activité économique et de l'emploi principalement en zone rurale.

Les traités de l'Union européenne ne contiennent rien concernant le secteur forêt-bois, mais les législations de l'U.E., relatives à des secteurs proches (par exemple : développement rural, climat/énergie, biodiversité, économie bio-sourcée, etc.) ont des impacts sur lui, négatifs ou positifs, mais jamais optimaux puisque non ciblés vers le secteur forêt-bois lui-même. Cette situation, dans laquelle, ce secteur n'est pas identifié et reconnu, a conduit les acteurs des mondes politique, économique (propriétaires publics et privés, industries), et scientifique et technologique à prendre d'importantes initiatives, au niveau de l'Europe toute entière ou de l'UE, dont certaines ont plus de 20 ans.

La séance d'aujourd'hui vise à présenter un ensemble d'informations relatives aux progrès accomplis et attendus dans le secteur forêt-bois en Europe, grâce une mobilisation trans-frontières des acteurs du secteur, y compris ceux du monde « recherche et innovation ». Nous avons choisi de donner la parole exclusivement à des collègues de pays voisins. Ils ont accepté de nous faire bénéficier de leurs compétences et je les en remercie chaleureusement.

Le **premier exposé** nous aidera à comprendre ce qu'est ce secteur dans la grande Europe, son importance économique, sociale, environnementale, les défis auxquels il est confronté et ses perspectives d'évolution. Il sera présenté par Mr Kit **Prins**. Les **trois exposés suivants** viendront illustrer la manière dont les acteurs européens du secteur forêt-bois se sont organisés pour unir leurs efforts aux plans politique comme technique et scientifique, pour renforcer la durabilité du secteur et sa compétitivité économique.

**La première** de ces trois interventions concernera les aspects politiques relatifs au secteur à travers les actions conduites par l'UE, avec en particulier la récente adoption d'une nouvelle stratégie européenne pour

---

<sup>1</sup> Membre de l'Académie d'Agriculture de France, [directeur de recherche honoraire de l'INRA](#).  
C.R.Acad. Agric. Fr., 2014, 100, n°4.

la forêt. Elle sera présentée par Madame María **Gafo Gómez-Zamalloa**.

La **deuxième intervention** concernera aussi des aspects politiques, mais à l'échelle pan-européenne, à travers le processus intergouvernemental au niveau ministériel qui a débuté en 1990 à l'initiative de la France et de la Finlande, et qui se poursuit aujourd'hui sous le titre de « ForestEurope ». Elle décrira les étapes accomplies, les obstacles et les perspectives, et sera présentée par Madame Christine **Farcy**.

La **dernière intervention** sera centrée sur les aspects « recherche et innovation » et la construction d'un espace européen de la recherche fort et structuré pour notre secteur. Elle illustrera le chemin parcouru et les approches à suivre pour consolider et parfaire cette construction. Elle sera présentée par M. Andreas **Kleinschmit von Lengefeld**.

Enfin les **conclusions** seront tirées par Jean-Luc **Peyron**, Directeur du GIP ECOFOR, et correspondant de l'académie dans la section « forêts et filière bois ».

En vous proposant cette séance, mon ambition est d'illustrer les démarches et les résultats de la construction européenne dans notre secteur, en dépit de blocages inévitables et d'étapes encore nécessaires. La brillante démonstration donnée récemment par l'Europe à la face du monde avec la mission spatiale « Rosetta et Philaé » illustre sa capacité à l'excellence scientifique et technologique, quand les états décident d'agir ensemble et de « mettre le paquet ». Cet exemple doit nous inspirer.

## APERÇU SUR LE SECTEUR-FORÊT-BOIS EN EUROPE par Kit Prins<sup>1</sup>

Dans la grande Europe au sens géographique du terme, donc sans la Russie, la situation actuelle du secteur forêt-bois<sup>2</sup> est dans ses grandes lignes la suivante : i) couverture forestière de 32% se répartissant en 4% de forêts « naturelles », 9% « plantations », 10% protégé pour la biodiversité ; ii) récolte : coupe 64% de l'accroissement net ; iii) importance économique du secteur forêt-bois : 1% du PIB, 3.1 millions d'emplois, exportateur net de bois et produits forestiers ; iv) gestion durable : 63% des forêts en Europe sont certifiées ; v) cycle du carbone : 13.6 GtC stock de carbone dans les forêts, ~5GtC dans les produits ; vi) type de propriété : la moitié des forêts privées, souvent en unités très petites (16 millions de propriétaires).

Les tendances structurelles se caractérisent par : i) une extension de superficie forestière (0.41% par an) ; ii) perte d'emplois (-1.1% par an) ; iii) une superficie de forêts protégées en augmentation, ainsi que le bois mort/ha ; iv) des marchés cycliques ou en régression, sauf l'énergie ; v) un stock de carbone en forêt en croissance (+1.42%/an) ; vi) l'arrivée d'investisseurs financiers en Europe ?

Les principaux défis que doit relever le secteur forêt-bois sont les suivants : a) l'énergie, la mobilisation du bois et leurs conséquences pour la forêt ; b) stagnation ou innovation ? ; la filière bois : cavalier seul ou membre de l'«équipe rurale/verte ? » ; c) le changement climatique : quel rôle pour le secteur forêt-bois (séquestration et stockage, substitution matériaux et énergie) ? ; d) l'adaptation au changement climatique et la protection de la forêt ; e) les marchés : exclure le bois illégal, promouvoir le bois, rester compétitifs ; f) les ressources financières : le budget public sous pression, le paiement des services écosystémiques ?

## NOUVELLE STRATÉGIE DE L'UNION EUROPÉENNE POUR LA FORÊT ET LE SECTEUR FORESTIER

par María Gafo<sup>1</sup>

Couvrant 40 % de la surface de l'Union européenne, les forêts sont des écosystèmes clés autant qu'une source de richesse et d'emplois dans les zones rurales.

Bien que la politique forestière soit de la compétence des Etats membres, il y a un intérêt fort pour une coordination au niveau communautaire. Ceci s'explique par le fait, que les Etats membres partagent des valeurs, des objectifs et des préoccupations communes sur les forêts européennes et leur avenir. En plus, les forêts sont un élément important de plusieurs politiques communautaires, y compris pour le développement rural, le changement climatique, l'environnement ou l'énergie.

Ainsi, la Commission a développé cette nouvelle Stratégie qui devrait renforcer la coordination des politiques liées à ce secteur, contribuer à leur cohérence et permettre la mise en place de synergies avec d'autres secteurs qui ont un impact sur la gestion des forêts, tout en servant de texte de référence pour le développement de la politique des Etats membres dans ce domaine.

---

<sup>1</sup> Correspondant de l'Académie d'agriculture de France, consultant, ex- Chef du Programme Forêt-Bois de la Commission Économique des Nations-Unies pour l'Europe/FAO.

<sup>2</sup> Source principale : Etats des Forêts de l'Europe 2011

<sup>1</sup> (DG AGRI), Commission européenne.



La nouvelle Stratégie préconise la gestion durable des forêts et la multifonctionnalité comme les principes de base pour la gestion des forêts. Ces principes deviennent de plus en plus importants dans un contexte de demandes croissantes sur les forêts et les produits forestiers, comme, par exemple, la biomasse forestière comme source d'énergie.

Pour cette raison, la Stratégie a des objectifs à moyen terme, pour l'année 2020: faire en sorte que toutes les forêts de l'UE soient gérées selon les principes de la gestion durable. Cela permettra de contribuer à trouver un équilibre entre les différentes fonctions que remplissent les forêts, de répondre aux demandes et de fournir des services éco-systémiques essentiels. Aussi elle contribuera à fournir une base pour que la sylviculture et l'ensemble de la chaîne de valeur forestière contribuent de manière compétitive et viable à la bio-économie.

Pour atteindre ces objectifs 2020, la Stratégie identifie aussi huit domaines prioritaires interconnectés afin de contribuer aux demandes de la société dans le développement rural, la compétitivité, la protection de l'environnement et le changement climatique. Pour ce faire, il est nécessaire d'améliorer la base de connaissances et stimuler la recherche et l'innovation ainsi que faire des efforts supplémentaires pour favoriser la coordination et la communication.

Dans le domaine prioritaire du développement rural, la Stratégie encourage l'utilisation des mesures forestières pour soutenir la mise en œuvre de la gestion durable des forêts. Ces mesures forestières du développement rural tels que le soutien à l'afforestation, les mesures de prévention des incendies, la modernisation des techniques forestières ou les mesures environnementales-forestières sont les principaux ressources de l'UE pour l'implémentation de la Stratégie. Les États membres devraient tirer parti des possibilités que présente le nouveau règlement. La Commission prévoit d'entamer une évaluation de ces mesures dans les prochaines années afin d'améliorer leur contribution au développement rural.

Suite aux conclusions du Conseil sur la stratégie adoptées en Mai 2014, la Commission en coopération avec le Comité Forestier Permanent et les parties prenantes élaborera d'ici au début de 2015 une proposition concrète d'un plan de mise en œuvre pluriannuel de la stratégie, en se concentrant sur les priorités.

La stratégie sera réexaminée d'ici à 2018 pour évaluer les progrès accomplis dans sa mise en œuvre.

## **LE PROCESSUS FORESTIER PAN-EUROPÉEN « *FOREST EUROPE* » : VERS UN ACCORD JURIDIQUEMENT CONTRAIGNANT SUR LES FORÊTS ?**

par Christine Farcy<sup>1</sup>

En 1990, à l'initiative de la France et de la Finlande, eut lieu à Strasbourg la première *Conférence Ministérielle pour la Protection des Forêts en Europe*, événement qui entérina une volonté commune de protéger ces écosystèmes dans le cadre d'une coopération régionale dépassant le cadre de l'Union Européenne. C'était le début d'un processus volontaire, toujours en cours, rythmé par la préparation et l'organisation de conférences réunissant les Ministres des forêts de 46 pays pan-européens ainsi que le représentant de l'Union Européenne, au cours desquelles ceux-ci ont pris différents engagements via l'adoption de déclarations et autres résolutions. Focalisés dans un premier temps sur la question de la protection des forêts, les centres d'intérêt ont évolué vers des thématiques qui ont progressivement couvert, bien que de façon inégale, les trois piliers du développement durable. Plate-forme d'échange et siège d'un apprentissage collectif, le processus rebaptisé *Forest Europe* en 2009, a permis une percolation lente mais continue de concepts et méthodes de gestion durable des forêts qui, en dépit de leur caractère volontaire initial, constituent aujourd'hui des instruments clé de la politique forestière de nombreux pays de la région. On pense en particulier aux critères et indicateurs de gestion durable des forêts (Lisbonne, 1998) et aux programmes forestiers nationaux (Vienne, 2003). Deux séries d'événement ont contribué à insuffler une réorientation au processus.

---

<sup>1</sup> Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France. Université de Louvain, Belgique.

Tout d'abord, l'émergence de conventions contraignantes dans des secteurs connexes mais touchant à des composantes du système forestier : la Convention sur la Diversité Biologique en 1992, la Convention-cadre des Nations unies sur les Changements Climatiques toujours en 1992 et la Convention des Nations unies sur la Lutte contre la Désertification en 1994. Ensuite les désaccords persistants manifestés lors des sessions successives du Forum des Nations Unies sur les Forêts (FNUF) quant à l'intérêt d'une convention mondiale/globale sur les forêts. Dans ce contexte, soucieux de renforcer le niveau d'engagement des pays en matière de gestion durable des forêts, de (re)positionner le secteur forestier sur la scène internationale voire de constituer une plate-forme permettant d'assurer une coordination avec les autres secteurs, les signataires de *Forest Europe* ont jugé opportun de tenter d'obtenir à l'échelle régionale ce qu'ils n'avaient pu obtenir à l'échelle mondiale. Un processus contraignant a ainsi été adossé au processus volontaire de *Forest Europe* et un mandat de négociation a été adopté lors de la Conférence Ministérielle d'Oslo en juin 2011. Un Comité Intergouvernemental de Négociation (*Intergovernmental Negotiating Committee - INC*) pour un Accord Juridiquement Contraignant (*Legally Binding Agreement - LBA*) sur les Forêts en Europe a été constitué et s'est réuni à 6 reprises en 2012 et 2013. Il a travaillé à l'élaboration d'une convention cadre sur la gestion durable des forêts. Le texte rédigé de façon générique envisage une série d'obligations générales ainsi que des obligations spécifiques structurées autour des six critères de gestion durable des forêts adoptés à Lisbonne. Un accord a été obtenu sur toutes les composantes techniques du texte ; en revanche, des visions très divergentes ont subsisté quant à l'ancrage institutionnel du futur Traité au point de mener à un situation de blocage et à un constat d'échec qui devrait être acté lors d'une Conférence Ministérielle Extraordinaire de *Forest Europe* prévue en octobre 2015 en Espagne.

## LES INSTRUMENTS DE L'INTÉGRATION DES ACTEURS (PROPRIÉTAIRES, INDUSTRIES, SCIENCES ET TECHNOLOGIES) Tournés vers LA RECHERCHE ET L'INNOVATION : « LA PLATEFORME TECHNOLOGIQUE EUROPEENNE » ET LES INITIATIVES EN COURS

Dr. Andreas Kleinschmit von Lengfeld<sup>1</sup>

Les dix dernières années ont vu émerger en Europe une prise de conscience forte du secteur forêt bois de la nécessité de s'organiser pour progresser dans le domaine de la recherche et de l'innovation. Cet exposé en décrit les étapes. La cartographie des financements de la recherche et des innovations est riche et complexe aujourd'hui. L'intégration et l'harmonisation des différents niveaux régionaux, nationaux, transeuropéens et européens sont bien avancées.

**La plateforme forêt-bois-papier (FTP) :** Au niveau européen, la plateforme FTP a été créée en 2005 pour bien positionner notre secteur dans les différents thèmes du 7ème programme cadre de la recherche et de l'innovation. Elle a été initiée par les professionnels en 2005 avec un soutien actif des confédérations européennes des diverses industries et des propriétaires (CEI Bois, CEPF, CEPI et depuis 2007 EUSTAFOR). La FTP a mobilisé les acteurs dans 25 états membres (groupe de soutien national – NSG) pour construire une plateforme réunissant les professions concernés (de l'amont à l'aval), les entités de recherche et les pouvoirs publics. Son objectif était d'identifier les domaines de recherche prioritaires pour renforcer la compétitivité des industriels : réservoir d'idées pour les financeurs européens et nationaux. L'instrument FTP s'est montré très performant en termes de financement de projets de recherche pour notre secteur dans le cadre du 7<sup>e</sup> PCRD. Il a servi de tremplin aux évolutions qui sont décrites ci-après.

**Horizon 2020 :** Le nouveau programme Horizon2020 a commencé en 2014 pour sept années. Doté de 79 milliards d'euros (en euros courants, Euratom compris) pour la période 2014-2020, il rassemble les programmes de recherche et d'innovation de l'Union européenne. Les trois priorités majeures dans sa

<sup>1</sup> Directeur Innovation Recherche, Institut technologique FCBA.

structure sont transversales et transdisciplinaires. Il existe plusieurs initiatives au niveau européen pour renforcer la compétitivité économique, par exemple les deux partenariats public-privé qui intéressent notre secteur : « efficacité énergétique dans les bâtiments » programme dédié au domaine de la construction et à la « bio-based industries initiative », programme dédié à la bio raffinerie et la chimie verte.

**European Innovation Partnerships (EIP) :** Pour compléter les initiatives économiques, la commission européenne a créé les « european innovation partnerships (EIP) » qui sont des plateformes de discussion, d'échanges et de réflexion qui mettent en relation une multitude d'acteurs européens, publics, privés, associations travaillant sur un sujet spécifique comme les « matières premières », « l'agriculture » ou le « vieillissement actif et en bonne santé ».

**Les ERA-Nets (la programmation transnationale) :** Le financement de la recherche et de l'innovation au niveau européen (Horizon 2020) correspond à moins de 15% du financement au global de la R&D en Europe. La plus grande part est financée par les programmes nationaux et régionaux. Depuis 2000, la création d'un Espace européen de la recherche (E.E.R.) est basée sur la volonté de l'Union européenne de mettre en place une politique européenne de la recherche, cohérente, concertée, fondée sur l'excellence scientifique, la compétitivité, l'innovation et la coopération.

Les ERA-NETs et les ERA-NET PLUS sont les instruments de l'E.E.R. pour éviter le morcellement des efforts de recherche, en favorisant la coopération entre les scientifiques européens et les industriels. Dans notre secteur trois ERA-NET complémentaires, WoodWisdom-Net, FORESTERRA et SUMForest sont en cours. L'enjeu sera le regroupement des trois dans un prochain projet « ERA-NET Cofund » qui sera dans la continuité de la réalisation d'E.E.R. de notre secteur.

## TIC, ROBOTIQUE ET TÉLÉDÉTECTION EN AGRICULTURE : LES ÉVOLUTIONS RÉCENTES

### INTRODUCTION

par Bernard **Le Buanec**<sup>1</sup>

Monsieur le Président,  
Chères consœurs, Chers confrères,  
Mesdames, messieurs.

L'agriculture et le matériel agricole ont toujours été en coévolution et l'innovation dans l'outillage a été essentielle dans le développement de l'agriculture dès le néolithique avec le bâton fousseur, que j'ai d'ailleurs connu en cours d'utilisation il a 50 ans, lors de mes débuts d'agronome en Afrique. Puis la bêche, la houe et la pioche ont permis de mettre en valeur des sols difficiles à travailler avec le simple bâton fousseur.

Mais ce sont les outils attelés qui ont permis d'augmenter la productivité par unité travailleur. On est passé de la culture attelée à la motorisation et au très gros matériel agricole, avec par exemple des charrues réversibles à 12 socs tractées par des engins très puissants, les tracteurs modernes développant 500 CV et plus. Les moissonneuses à barres de coupe de 12 mètres ne sont plus rares et des modèles de 15 mètres existent.

L'objectif de notre séance d'aujourd'hui n'est pas de parler de l'évolution du matériel agricole en tant que tel mais d'aborder un autre aspect en pleine évolution: les technologies de l'information et de la communication, la robotique et de la télédétection en agriculture.

Tout d'abord Caroline **Desbourdes**, d'Arvalis, nous parlera des applications du GPS en agriculture. Le GPS (Global Positioning System), conçu pour des opérations militaires, est disponible depuis 1993 pour des applications civiles. Il permet la mise en place d'un système d'autoguidage du matériel agricole, d'autant plus intéressant d'ailleurs que celui-ci est de grande dimension. Cet autoguidage provoque des gains de temps, d'intrants et une diminution des pertes à la récolte. Le GPS permet également une modulation intra-parcellaire des intrants, particulièrement de l'azote, connue sous le nom d'agriculture de précision.

Puis Ludovic **Vimond**, journaliste spécialisé, traitera de la robotique, de la fiction à la réalité. L'agriculture est confrontée à de nombreux problèmes dont la difficulté de trouver de la main-d'œuvre, qualifiée ou non. Une des solutions consiste à confier les tâches répétitives et fastidieuses à des robots. Les premiers robots au début des années 1980 ont été utilisés pour la cueillette des fruits et la traite. Il n'en subsiste que les appareils de traite. Mais de nouveaux développements ont lieu pour l'alimentation des animaux, la cueillette des fraises, le binage, la tonte dans les vignes et les vergers. Dans un futur proche ce sera la taille des vignes, l'application d'engrais et de phytosanitaires, des travaux sur des espaces très pentus, pour ne citer que quelques voies de recherche qui fourmillent aujourd'hui.

---

<sup>1</sup> Membre de l'Académie d'Agriculture de France, membre de l'Académie des Technologies.  
C.R.Acad. Agric. Fr., 2014, 100, n°4.

Enfin Bruno **Tisseyre**, professeur à Montpellier SupAgro, nous parlera de la télédétection en agriculture. Elle fait aujourd'hui parler d'elle du fait de la médiatisation du développement des drones mais ce n'est pas un phénomène récent. Dès le lancement des premiers satellites d'observation de la Terre au début des années 1980, des services dédiés à la surveillance de l'agriculture ont été mis en place. Dans un premier temps il nous présentera les principales plateformes de utilisées, le principe physique des mesures effectuées et les caractéristiques des cultures qu'il est possible d'en extraire. Ensuite il détaillera les principaux services actuellement disponibles en agriculture et souvent mal connus. Enfin il nous parlera des enjeux ainsi que des perspectives en termes de recherche et développement dans ce domaine.

Patrice **Desmarest** tirera les conclusions de cette séance.

## LES APPLICATIONS DU GPS EN AGRICULTURE

par Caroline Desbourdes<sup>1</sup>

### Introduction

Le GPS (*Global Positioning System*) est une constellation américaine de satellites qui permet de se localiser n'importe où, n'importe quand. Conçu pour des opérations militaires, il est disponible depuis 1993 pour des applications civiles. Initialement utilisé en agriculture pour de l'arpentage ou de la cartographie de rendements, les applications assistées par GPS se multiplient. Elles peuvent être classées en deux catégories. La première permet d'améliorer la position d'un engin dans la parcelle pour limiter les recouvrements entre chaque aller et retour ou avec les zones déjà épandues : c'est le cas des autoguidages ou des coupures de tronçons sur pulvérisateur. La seconde consiste à apporter les bonnes doses au bon endroit en fonction des caractéristiques du sol ou de la culture en place (la biomasse).

### Guidage et autoguidage

Les appareils d'aide au guidage donnent une information au chauffeur au travers de diodes ou d'un écran. C'est le chauffeur qui corrige sa trajectoire. Dans ce mode de fonctionnement, il n'y a pas d'asservissement sur le tracteur. Un autoguidage est un système qui s'installe sur le volant du tracteur ou directement sur son hydraulique. Il guide le tracteur par rapport à une ligne de référence prédéfinie sans intervention du chauffeur. Ce dernier ne reprend le volant pour faire demi-tour. Ces autoguidages permettent de travailler avec la même précision quelles que soient les conditions de visibilité (poussière, vallon, nuit, ...). Le chauffeur se concentre sur le travail de l'outil et non plus sur la conduite. Des antennes GPS avec une précision RTK (précision absolue de  $\pm 2$  cm) placés sur des tracteurs d'agriculteurs ont enregistrées la position de l'engin dans la parcelle toutes les secondes.

Entre 2008 et 2013, plus de 10000 ha ont été suivis. Une antenne GPS avec une précision RTK ( $\pm 2$  cm) est placée sur le tracteur et permet d'enregistrer toutes ces positions. Le traitement des données via SIG (système d'Information Géographique) a permis de connaître les distances entre chaque aller et retour par rapport à la largeur réelle de travail de l'outil.

#### *Précision sans guidage*

Sans autoguidage, les recouvrements en travail du sol représentent 60 cm entre chaque aller et retour du tracteur, soit 13% de la surface de la parcelle. Cela se traduit par un temps de travail supérieur à ce qu'il aurait dû être, une consommation de carburant supplémentaire de 13%, une usure du matériel plus importante. Pour les semis, les épandages et les pulvérisations, les recouvrements représentent 2% de la surface de la parcelle. Au niveau de la récolte des céréales, cette erreur est de 5% de la surface (soit 35 cm entre chaque passage).

#### *Précision avec un autoguidage*

Un système de guidage installé sur le circuit hydraulique est spécifique au tracteur sur lequel il se trouve. La partie hydraulique n'est pas déplaçable. Seuls l'écran et l'antenne GPS le sont. L'intérêt du moteur électrique est d'être déplaçable d'un matériel à l'autre (quelles que soient les marques) et d'être rentabilisé sur un maximum d'interventions culturales.

---

<sup>1</sup> Spécialiste « Agriculture de Précision », Arvalis Institut du Végétal, 45 voie Romaine, 41240 Ouzouer Le Marché.

Avec un autoguidage le nombre de passage dans la parcelle est optimal, sous condition que la précision de la correction soit suffisante. Par contre, la précision au sol diffère entre ces deux asservissements. Sur les opérations de semis ou de travail du sol, la précision relative entre deux passages successifs de tracteur est en moyenne deux fois supérieure avec un asservissement hydraulique :  $\pm 2$  cm contre  $\pm 4$  cm en RTK avec un moteur électrique. Un autoguidage hydraulique valorise mieux la précision dont dispose l'antenne GPS. Cette différence provient, entre autres, de son mode de fonctionnement.

#### *Le binage mécanique grâce à l'autoguidage*

Les autoguidages avec une précision RTK permettent d'envisager de nouvelles interventions comme le binage mécanique. Le binage mécanique est l'une des interventions culturales les plus contraignantes pour un autoguidage puisqu'il l'oblige à revenir strictement à la position initiale.

Des essais réalisés chez des agriculteurs sur maïs semence, colza et céréale entre 2011 et 2014. Le maïs semences est semé en plusieurs fois (mâle et femelle) alors que le binage est réalisé en une seule séquence. De plus, les distances entre les rangs de femelle et de mâle sont différentes : de 30 à 80 cm. Cette configuration introduit le maximum de risque. Sur céréales (orge de printemps) le semis est réalisé avec un écartement de 15 cm et le binage avec des dents de 7,5 cm de large.

Ces essais mettent en avant la faisabilité de cette technique. Sur maïs semence, avec une sécurité de 5 cm entre le rang de la culture et la dent de la bineuse, 0,4% des pieds de la culture sont touchés par la bineuse. Avec une sécurité de 3 cm, 1,4% des pieds sont touchés.

#### **Les coupures de tronçons sur pulvérisateurs**

Les coupures de tronçons assistées par GPS sont complémentaires au guidage et permettent de limiter les recouvrements avec les fourrières ou les zones déjà traitées. La rampe des pulvérisateurs est divisée en plusieurs tronçons de longueur généralement comprise entre 3 et 4 mètres. Lorsque le module GPS détecte qu'un des tronçons de la rampe surplombe une zone déjà traitée, il envoie automatiquement un signal de fermeture à l'électrovanne du tronçon, sans intervention du chauffeur. De même, lorsque la rampe sort d'une zone préalablement traitée, le module GPS ordonne d'ouvrir les électrovannes correspondant aux tronçons. Une enquête réalisée par ARVALIS Institut du Végétal auprès des agriculteurs qui assistent à ses réunions techniques (1000 réponses) démontre une adoption de 30% en décembre 2012.

Des essais sur des pulvérisateurs (porté, trainé et automoteur) ont été mis en place sur la station expérimentale de Boigneville (91) en 2009 et 2010. Quatre vitesses et différents angles (droit, 30° et 45°) ont été testés.

Les résultats des essais montrent que les surfaces de recouvrement avec les fourrières varient de 4 à 5% en conduite manuelle pour une parcelle de 10 ha. Avec les coupures de tronçons assistées par GPS, ce recouvrement est limité à 2-3% de la surface totale. De plus, et c'est peut-être là leur intérêt majeur, les coupures de tronçons constituent un réel confort pour l'utilisateur. Elles permettent, en particulier, d'optimiser les applications quelles que soient les conditions de visibilité : brouillard, nuit... Associées à un système d'autoguidage utilisant une antenne et un récepteur GPS commun, le gain de surface à la parcelle serait de 6%.

#### **La modulation intra parcellaire**

La modulation intra parcellaire consiste à appliquer la bonne dose au bon endroit. La première étape consiste à caractériser la variabilité liée au milieu physique et au végétal. La gestion spatialisée des parcelles s'appuie sur des indicateurs permanents qui caractérisent le sol (profondeur, niveau de pierrosité, ...). À partir de ces informations, il est déjà possible de moduler des intrants comme les densités de semis ou la dose d'azote. Plus récemment, des indicateurs de l'état de la culture (biomasse, teneur en chlorophylle, ...), plus faciles à mettre en œuvre sont apparus. Ils permettent de prendre en compte les spécificités locales et annuelles et d'ajuster les apports en cours de saison. La seconde étape consiste à appliquer des modèles agronomiques en point par point dans la parcelle et non plus à la parcelle. L'objectif de cette étape est d'obtenir une carte de préconisation qui donne l'information de dose à appliquer (azote par exemple) en chaque point de la parcelle. La troisième étape consiste à réaliser la modulation au champ. Deux options sont envisageables : manuelle ou automatique. Dans le premier cas, l'exploitant modifie la dose à apporter sur le boîtier de l'outil (épandeur, pulvérisateur ou semoir). Dans le second cas, la modification de la dose se fait

automatiquement à l'aide du GPS qui localise le tracteur sur la carte de préconisation sans intervention du chauffeur. La modulation intra parcellaire la plus utilisée en France concerne les doses d'azote qui nécessite une caractérisation de la végétation en place.

#### *Caractérisation de la variabilité annuelle*

La caractérisation de la végétation peut se faire grâce à un capteur embarqué sur le tracteur (N-Sensor de Yara depuis 2000, par exemple) ou sur un satellite (offre Farmstar depuis 2003 par exemple).

Des essais ont été réalisés chez des agriculteurs avec leurs matériels (distributeur à engrais et moissonneuse batteuse équipée d'un capteur de rendement et d'humidité). Le dispositif consiste à alterner des bandes de pulvérisateurs modulées et non modulées. Entre ces deux modalités, les quantités apportées à la parcelle sont identiques, seule la répartition est adaptée dans les bandes modulées en fonction de la végétation mesurée.

Sur ces essais, à dose équivalente, la modulation permet un gain de 3 q/ha sur les parcelles les plus hétérogènes et les mieux structurées.

### **Conclusion**

Les applications GPS se développent très rapidement. Dans la continuité des coupures de tronçons sur pulvérisateur, certains constructeurs développent les coupures buse par buse assistées par GPS. Ces systèmes doivent théoriquement réduire d'environ 80% les recouvrements par rapport à des tronçons de 3 ou 4 m. A l'heure actuelle, le principe n'est véritablement abouti que chez un seul constructeur. Les applications concerne également les semoirs mono graine où chaque rang de semis est géré indépendamment des autres en fonction des zones déjà semées. Cette technologie permet d'envisager de nouvelles techniques culturales comme le binage mécanique.



## ROBOTIQUE EN AGRICULTURE DE LA FICTION A LA RÉALITÉ

par Ludovic Vimond<sup>1</sup>

**Le monde agricole est à l'aube d'une nouvelle ère, celle de la robotisation agricole. De nombreuses technologies favorisant cette tendance arrivent à maturité commerciale, c'est-à-dire à des tarifs compatibles avec la productivité agricole.**

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, la population active agricole ne finit pas de décroître. Des 6 millions d'actifs en 1955, nous sommes passés à un peu plus de 700 000 exploitants et salariés en 2010.

Naturellement, les tailles d'exploitation ont grandi pendant cette période et elles continuent de grandir. La ferme des 1000 vaches qui fait tant débat constituera la taille moyenne d'une exploitation laitière en 2040. En parallèle, la population mondiale continue à s'accroître : avec sa relative stabilité climatique, l'Europe de l'Ouest constitue une région de production importante sûre avec un rôle essentiel à l'échelle planétaire. Mais pas à n'importe quel prix ! L'environnement est une préoccupation croissante pour la population occidentale. À cela s'ajoute, une difficulté à trouver de la main-d'œuvre salariée qualifiée et même non-qualifiée.

Pour répondre à ces demandes, deux solutions : la première consiste à utiliser des matériels de plus en plus gros, performants, sophistiqués et automatisés. Jusqu'à une certaine limite, celle de pouvoir circuler sans trop de contraintes, sur le réseau routier. La seconde solution consiste à confier les tâches répétitives et fastidieuses à des robots.

Rien de plus facile ! Le monde de l'industrie s'est robotisé depuis bien longtemps. Mais la réponse n'est aussi simple : la robotique agricole doit évoluer dans un monde vivant, en perpétuel changement, loin des composants standardisés de l'industrie. Pourtant, l'agriculture est le second demandeur après l'armée en matière de robotique. Qui plus est, le gouvernement français considère la robotique de service comme la prochaine grande révolution industrielle, comparable à Internet et soutient les PME au travers de la formation, de la recherche et du développement. La Commission Européenne estime à 100 milliards d'euros, le chiffre d'affaires de la robotique de service à l'horizon 2020.

La France figure parmi les pionniers dans la robotisation agricole. La récolte des fruits et la traite des vaches ont été les premières tâches confiées à des robots au début des années 80. On se souvient du robot Magali mis au point par le Cemagref, conjointement avec la société Pellenc, ainsi que des premiers prototypes de robots de traite développés par le Cemagref..

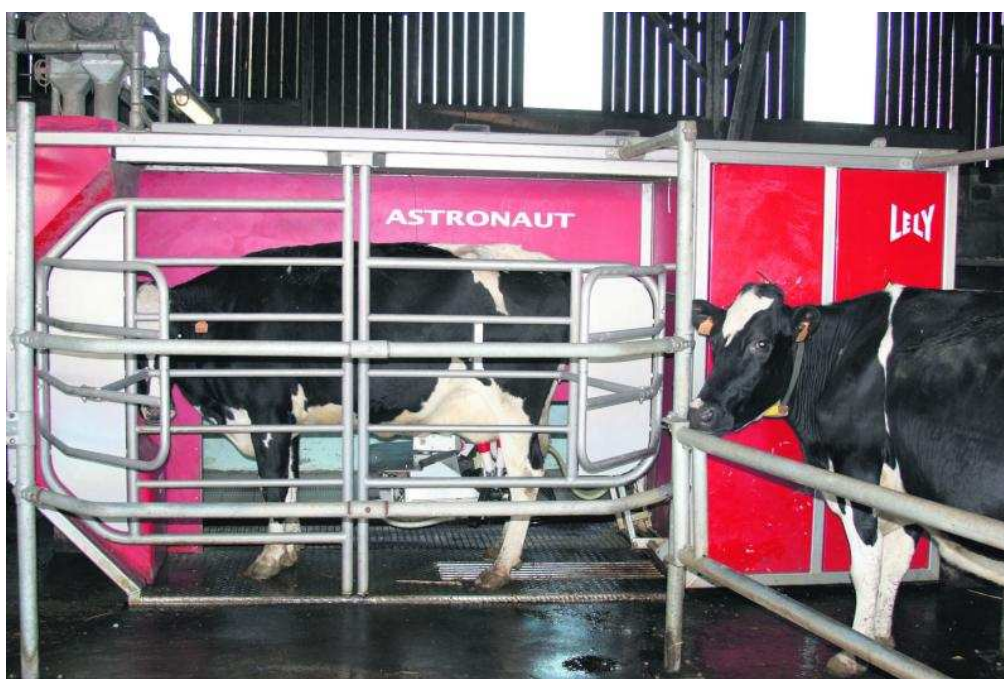
---

<sup>1</sup> Journaliste rédacteur machinisme agricole et viticole, Groupe RÉUSSIR.



Robot Magali © Cemagref

N'en subsistent que les appareils pour la traite, qui représentent près d'une installation sur deux chez les éleveurs laitiers ayant 60 vaches laitières ou plus. Le robot de récolte de fruits était trop coûteux à cette époque : son avenir commercial n'était pas viable. Mais il n'est pas sûr qu'il connaîtrait ce triste sort aujourd'hui. En trois décennies, certaines technologies (capteurs optiques, imagerie, géolocalisation, etc.) ont été développées et démocratisées, le rendant plus accessibles et donc compatibles à des usages agricoles. C'est pourquoi, ces dernières années, les constructeurs ont multiplié les axes de recherche en robotique agricole.



Robot de traite Lely © L.Vimond

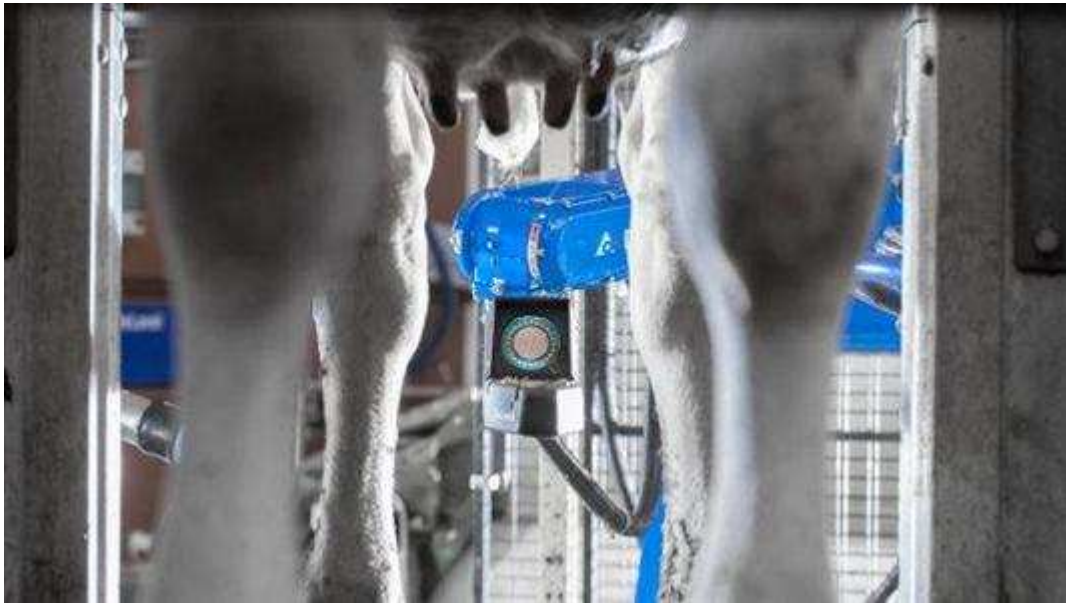


Détail du capteur optique guidant le bras © L.Vimond

Développés à l'origine pour dispenser de la tâche répétitive et contraignante de la traite, le robot de traite présente d'autres atouts. Ainsi, il permet d'augmenter la production par vache (entre 5 et 10 %) sans augmenter de la proportion les coûts de production. Bardés de capteurs, certains robots permettent de détecter de façon anticipée, quartier par quartier des mammites. Et de les traiter précocement. Le robot donne des informations intéressantes liées au comportement. Une vache qui un jour se présente au robot un nombre de fois plus important qu'habituellement peut informer sur une chaleur en cours. À l'inverse, une présentation au robot plus espacée peut être marqueuse d'un trouble (maladie, problème de pédicure, etc.). L'éleveur peut en être informé à distance (PC, tablette, smartphone) et décider d'isoler l'animal pour s'en occuper à son retour sur l'exploitation. Qui plus est, les dernières générations de robots de traite apprennent... Pour chaque vache, l'Astronaut A4 de Lely teste ainsi différents réglages de traite (fréquence et durée des pulsations...) et mesure en direct les effets sur la volumétrie. Cette personnalisation de la traite à la vache peut générer un gain de production de quelques pourcents.

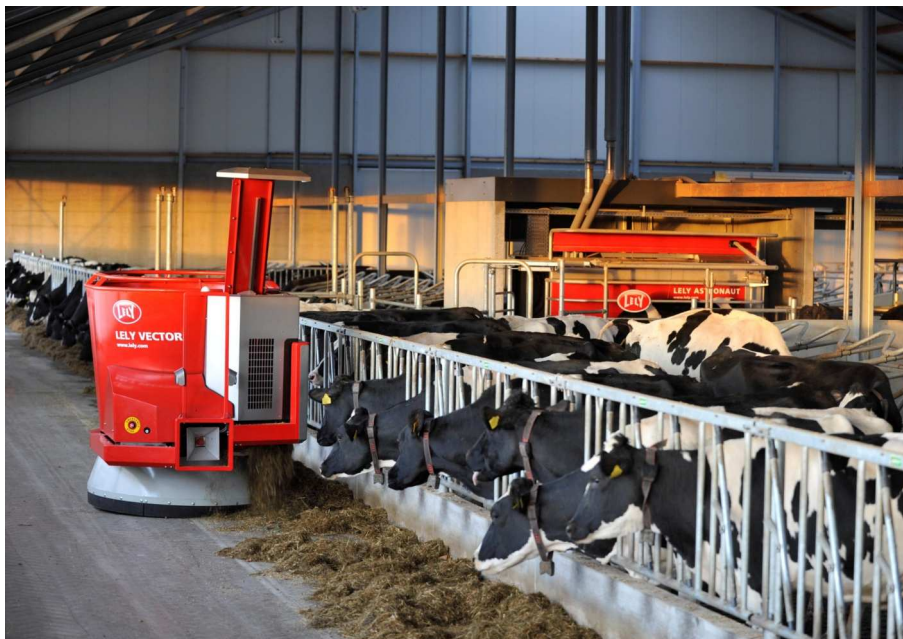


Robot sur salle de traite rotative Delaval ©Delaval



Robot de trempage Delaval ©L.Vimond

Variante du robot de traite, la salle de traite rotative robotisée, à différents degrés, certains robotisant uniquement le trempage des trayons en sortie de traite (avec nettoyage automatique du capteur optique s'il est souillé), d'autres toutes les opérations (nettoyage des trayons, branchement, trempage).



Robot d'alimentation filoguidé Lely ©L.Vimond



Cuisine pour robot d'alimentation ©L.Vimond

Suite logique du robot de traite, le robot d'alimentation. Se libérer de la traite n'est qu'une « semi-liberté » s'il faut revenir quotidiennement ou biquotidiennement pour alimenter les animaux. L'idée derrière ce principe est d'alimenter en grosses quantités tous les deux à quatre jours une « cuisine » avec les différents ingrédients nécessaires à la ration. Selon une programmation définie, le robot est rempli régulièrement et distribue la ration dans les couloirs d'alimentation en suivant un rail ou un filoguidage. Certains modèles poussent le fourrage restant dans l'auge et disposent de capteurs de reste, l'estimation du volume restant influera sur l'heure du prochain passage du robot.

Selon les marques, les modèles et les programmations, le nombre de rations peut aller jusqu'à 10, à comparer une ou deux distributions en méthode traditionnelle. En outre, les animaux viennent manger plus régulièrement : distribuer de la nourriture fraîche met en appétit. Résultat, un effet bénéfique sur la production laitière (dans le cadre des vaches laitières) qui peut être accrue de 10 %. De plus, apporter par petites quantités et moduler la fréquence des apports (en fonction de ce qui reste dans l'auge) réduit les risques d'échauffement, donc les refus.

Outre les effets bénéfiques en termes de temps de travail (jusqu'à 10 h économisées sur 3-4 jours), ces solutions économisent sur la facture des énergies. Certains constructeurs de robots d'alimentation annoncent 2 euros d'électricité par jour (remplissage de la cuisine non compris), en comparaison aux 30 euros de gazole non routier que l'on atteint fréquemment en système traditionnel. Une limite cependant, il peut apparaître des problèmes d'échauffement de l'ensilage au niveau de la cuisine.



Robot d'alimentation Schuitemaker Innovado ©Schuitemaker

Mais parmi les derniers robots lancés, certains s'alimentent en fourrages directement au silo, évitant ainsi ces soucis.

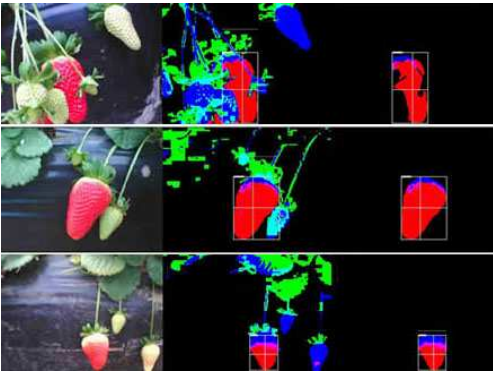


Robot de paillage JH Mini Stro © JH Agro

Dernière opération robotisée en élevage, le paillage des couchages. Des solutions existent... sans réelle valeur ajoutée.



Robot de récolte de fraise Agrobot ©Agrobot



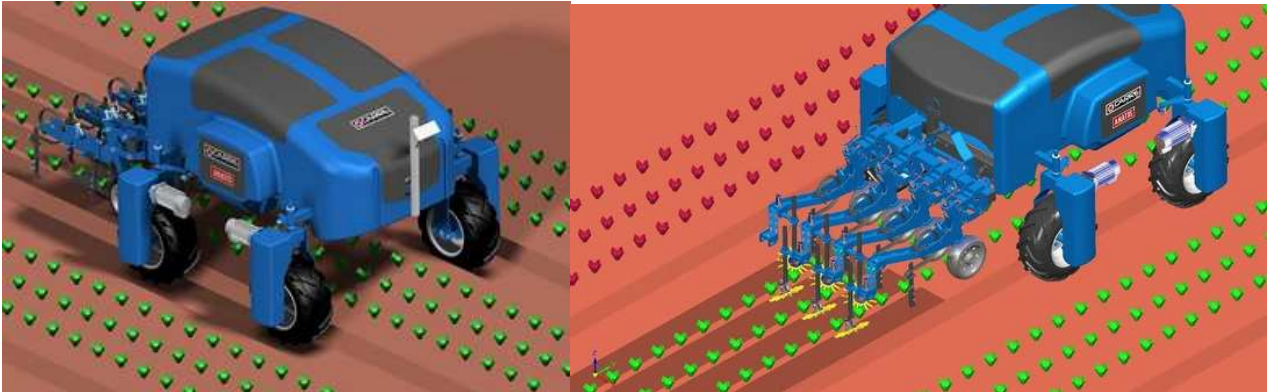
Analyse d'image du robot de récolte Agrobot © Agrobot

En maraîchage, le constructeur espagnol Agrobot propose un robot de récolte de fraise, muni de 12 bras pneumatiques. Adapté à des techniques de culture hors-sol assez spécifiques, il permet de travailler avec un seul opérateur chargé du conditionnement et des demi-tours. Il se révèle plus constant en termes de qualité de récolte que des opérateurs manuels.



Robot Oz de Naïo Technologies ©Naïo Technologies

Autre exemple, le robot Oz de la start-up Naïo Technologies, un petit robot de 150 kg capable de biner entre les rangs (autonomie de 4 h, soit 2500 m<sup>2</sup> en binage), mais aussi de tracter un chariot pour porter des cageots, suivant à l'aide de son capteur Lidar l'opérateur chargé de la récolte.



Robot Anatis © Carré SAS

En partenariat avec le constructeur vendéen d'outils de travail du sol Carré, cette petite start-up française présentera au prochain Sima le robot Anatis, capable de biner aussi bien sur le rang entre les pieds de culture, qu'entre les rangs. Et rien n'empêchera à l'avenir de combiner ce robot porteur avec une rampe de désherbage ultra-sélective, telle que le Robocrop Spot Sprayer, capable de travailler sur 6 m à 7 km/h et de ne traiter que les adventices, là où elles sont.



Vitirover ©Vitorover



Autre secteur très demandeur, la viticulture. Depuis deux ans, une société bordelaise commercialise le Vitirover, un robot de tonte doté de panneaux solaires, réalisant l'entretien de l'enherbement. Cette société travaille sur un projet baptisé VViner visant à doter ce robot de capteurs optiques pour estimer le volume et la maturité du raisin, mais aussi détecter précocement des attaques de ravageurs (insectes, champignons).



Vitirobot ©Reussir

Même objectif pour le robot Vinerobot, qui pourra en plus estimer la vigueur et le stress hydrique au travers de l'expression végétative. Une fois au point, ces robots permettront de revoir complètement le pilotage des traitements phytosanitaires, de la fertilisation et de l'irrigation. Et surtout d'agir sur des zones limitées de façon anticipée.



Robot de taille Vision Robotics ©Vision Robotics

Autre projet, le robot de taille. Il est très demandé par la viticulture, car la taille occupe une part importante des charges et intervient à la saison la plus ingrate. La société californienne entend commercialiser mi-2016 son robot, au prix de 120 000 euros, un tarif qui, s'il est bien fonctionnel, ne semble pas effrayer les viticulteurs.

Aussi, derrière un certain nombre de ces robots, on constate un retour à des matériels plus légers. Du fait de leur autonomie, on tolère une plus faible productivité donc des machines de plus petite taille. Cela impacte positivement le respect du sol, moins compacté qu'avec des machines de grosses dimensions.



Quelques projets de robots-tracteurs

Cependant, il reste des opérations qui demandent de la puissance, comme le travail du sol profond ou certaines récoltes. Les tractoristes y vont de leurs réflexions et de leurs recherches pour mettre au point des tracteurs robotisés et des machines de récolte robotisés.

De même, en Champagne, un viticulteur a mis au point un tracteur enjambeur radiocommandé et doté d'un guidage optique pour travailler dans les vignes les plus pentues. On n'est pas loin du robot, ici aussi.

### Lexique :

PME : petites et moyennes entreprises

Cemagref : Centre national du machinisme agricole du génie rural, des eaux et des forêts, aujourd'hui appelé Irstea

Sima : Salon international du machinisme agricole (Parc des expositions de Villepinte, 22 au 26 février 2015)

### Bibliographie :

Du machinisme agricole à la robotique agricole : des opportunités de développement – Brochure distribuée lors d'une journée à la Station des Cormiers le 11 juillet 2013

France robots initiatives – Brochure du Ministère du Redressement Productif de mars 2013

## LA TÉLÉDÉTECTION EN AGRICULTURE

par Bruno Tisseyre<sup>1</sup>

Avec la médiatisation des applications développées à partir des drones, la télédétection appliquée à l'agriculture fait aujourd'hui beaucoup parler d'elle. Pourtant, l'application de la télédétection à l'agriculture n'est pas un phénomène récent. Dès le lancement des premiers Satellites dédiés à l'observation de la terre dans le milieu des années 80, des applications dédiées à la surveillance des cultures ont naturellement été mises en place. Il existe aujourd'hui une certaine méconnaissance des services proposés à l'ensemble des acteurs de la profession agricole. L'objectif de la présentation est :

- de faire une rapide présentation des principales plateformes de mesure utilisées en télédétection, du satellite au drone,
- d'expliquer brièvement le principe physique des mesures effectuées,
- et de présenter les caractéristiques des cultures qu'il est possible d'extraire des images ainsi que l'intérêt et les limites qu'elles présentent. Ces aspects seront présentés pour les cultures annuelles comme pour les cultures pérennes.

Dans un deuxième temps, la présentation se focalisera sur les principaux services actuellement disponibles en agriculture. Ces services sont organisés en fonction de l'échelle spatiale étudiée. En effet, il existe des systèmes globaux dont l'objectif est de surveiller les grands bassins de production à l'échelle de la planète. Il existe également des services développés à l'échelle de la coopérative et/ou de la parcelle. L'objectif de ces derniers est de produire une aide à la décision sur la conduite des cultures (fertilisation essentiellement). En guise de synthèse, la présentation se focalisera sur les enjeux associés à l'utilisation de la télédétection en agriculture ainsi que sur les perspectives en termes de recherche et développement dans ce domaine.

### 1. Introduction

La télédétection est une technique en pleine phase d'adoption en agriculture, que ce soit en France ou dans les autres pays du monde. Si l'on s'intéresse uniquement aux services d'aide au pilotage des cultures ; en 2013, 700 000 ha de céréales et d'oléagineux étaient observés par satellite en France. On estime ce chiffre à environ 4 millions d'hectares dans le monde (en incluant les services d'aide au pilotage dédiés à des cultures comme le soja, le coton, le maïs, etc.). De manière concomitante, se développent des services avec d'autres plateformes de télédétection comme les drones. La télédétection se développe également sur des cultures à plus forte valeur ajoutée comme la viticulture et l'arboriculture dans tous les bassins de production du monde.

Le développement de cette technologie est assez médiatisé, surtout avec l'émergence de nouvelles sociétés de drone. Dans ce contexte « foisonnant » il est important de faire un point rigoureux sur cette technologie afin de comprendre les services qu'elle peut réellement apporter à l'agriculture. Il existe aujourd'hui une certaine méconnaissance des services proposés à l'ensemble des acteurs de la profession agricole. L'objectif de l'article est :

- de faire une rapide présentation des principales plateformes de mesure utilisées en télédétection, du satellite au drone,
- d'expliquer brièvement le principe physique des mesures effectuées,

---

<sup>1</sup> Enseignant-chercheur, UMR ITAP, Montpellier SupAgro, Irstea. Courriel : tisseyre@supagro.fr

- et de présenter les caractéristiques des cultures qu'il est possible d'extraire des images ainsi que l'intérêt et les limites qu'elles présentent. Ces aspects seront présentés pour les cultures annuelles comme pour les cultures pérennes.

Dans un deuxième temps, l'article se focalisera sur les principaux services actuellement disponibles en agriculture. Ces services sont organisés en fonction de l'échelle spatiale étudiée. En effet, il existe des systèmes globaux dont l'objectif est de surveiller les grands bassins de production à l'échelle de la planète. Il existe également des services développés à l'échelle de la coopérative et/ou de la parcelle. L'objectif de ces derniers est de produire une aide à la décision sur la conduite des cultures (fertilisation essentiellement). En guise de synthèse, l'article se focalisera sur les enjeux associés à l'utilisation de la télédétection en agriculture ainsi sur les perspectives en terme de recherche et développement dans ce domaine.

## 2. Les principales plateformes de télédétection pour l'agriculture

Le principe de la télédétection repose sur la mesure des propriétés radiométriques des objets situés à la surface du sol à partir d'une plateforme qui elle, n'est pas en contact avec le sol. Cette définition assez vaste entraîne l'existence d'une grande diversité de solutions techniques possibles : le drone de quelques mètres à 100-150 m d'altitude, l'avion de 100 m. à 3500 m d'altitude et enfin les satellites héliosynchrones en orbite autour de la terre à des altitudes comprises entre 500 et 1000 km. Les satellites géostationnaires situés à 36000 km d'altitudes ne constituent généralement pas des plateformes de télédétection, ils sont plutôt dédiés à des applications météorologiques ou de communication.

Il existe donc un écosystème assez complexe avec des spécificités propres à chaque type de plateforme. Cet écosystème connaît aujourd'hui une évolution très rapide. Si l'on s'intéresse aux sociétés de drones qui proposent des services spécifiquement dédiés à l'agriculture, il existait 3 sociétés en 2011, 7 sociétés en 2012 et en 2013, il est devenu difficile d'énumérer les sociétés qui revendiquaient des applications agricoles parmi les 300 sociétés recensées par la direction générale de l'aviation civile (DGAC, 2013). Les plateformes satellites sont elles aussi, en évolution rapide avec l'arrivée de nouveaux satellites tels que Pléiades et Spot6 (opérationnels) et Spot 7 (à venir). Les caractéristiques techniques de ces satellites en termes de résolution spatiale et de temps de revisite en font des outils particulièrement pertinents pour l'agriculture. Enfin, toujours dans le domaine du satellite, le lancement de Sentinel 2, prévu en avril 2015, devrait permettre de disposer d'images satellites distribuées gratuitement en Europe. L'émergence de cette nouvelle source d'information à bas coût en fait naturellement un futur outil de prédilection pour l'agriculture. Cette innovation risque d'ailleurs de bouleverser les organisations actuelles et les modèles économiques existants.

## 3. Quelles informations mesure-t-on ?

Le principe de la télédétection consiste à mesurer la réflectance émise par les objets situés à la surface du sol. Cette réflectance est mesurée pour des gammes de longueur d'onde utiles pour l'application envisagée. Classiquement lorsque l'on s'intéresse à la végétation, l'objectif est de caractériser la quantité de biomasse photosynthétiquement active. Pour ce type d'application, la réflectance est généralement mesurée dans le rouge (440-520nm), le vert (510-600nm), le bleu (630-690nm) et le proche infra-rouge (760-860nm) pour former une image dite multi-spectrale. Cette dernière peut alors être utilisée de différentes manières.

### a. Le calcul d'indices de végétation

L'un des indices couramment utilisée est le NDVI (*normalised difference végétative index*) introduit par Rouse *et al.* (1973), (équation 1).

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR}) - (\text{R})}{(\text{NIR}) + (\text{R})} \quad (1)$$

Où : NIR correspond à la réflectance dans le proche infra-rouge et R correspond à la réflectance dans le rouge.

La figure 1 représente une image multispectrale aérienne acquise sur un domaine viticole. Elle permet d'illustrer l'intérêt de tels indices à travers l'exemple du NDVI. En effet, la présence de zones où il y a présence de biomasse photosynthétiquement active (vigne, haies, garrigue) est aisément identifiable. Si l'on s'intéresse à l'intra-parcellaire, la figure 1 (droite) met en évidence des zones où la culture est plus ou moins développée. Les hétérogénéités intra- parcellaire ainsi observées permettent d'identifier une variabilité spatiale de la culture qui peut-être causée par des stress biotiques ou abiotiques.

Les indices de végétation sont classiquement utilisés sur des problématique d'occupation sur sol, d'identification de dégâts sur les cultures, et dans certains cas pour de l'aide à la décision sur le pilotage de la culture lorsqu'un modèle reliant les indices de végétation à des variables agronomique a été établi.

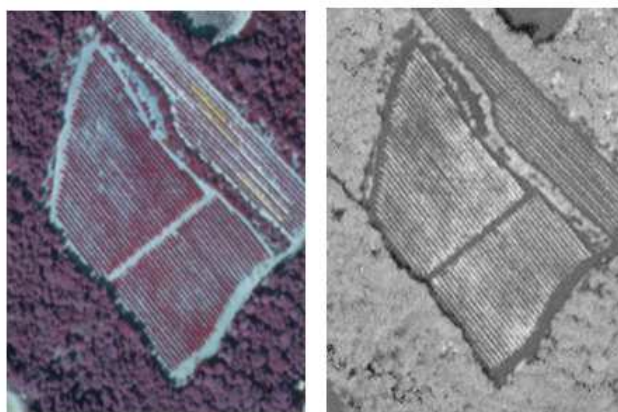


Figure 1 : gauche, image multispectrale fausse couleur (NIR,R,B) obtenue par avion avec une résolution de 0.5 m sur une parcelle de vigne. Droit, NDVI calculé à partir de l'image de gauche ; les niveaux de gris clairs correspondent à des valeurs de NDVI élevées, les niveaux de gris foncés correspondent à des valeurs de NDVI faibles

### **b. L'inversion de modèle**

Cette approche consiste à estimer des variables sur les cultures telles que la teneur en chlorophylle, le Leaf area index, etc. à partir de la réflectance de ces dernières. Cette approche suppose de maîtriser toute la chaîne d'acquisition et de disposer de modèles qui permettent d'estimer des variables bio-physiques à partir de variables radiométriques mesurées par télédétection. Une fois estimées, ces variables bio-physiques pourront être introduites dans un modèle agronomique qui permettra, selon l'espèce, la variété, le stade phénologique, etc. de produire une aide à la décision sur les niveaux d'azote à apporter ou sur la nécessité d'un raccourcisseur de paille, etc.

Cette approche est celle mise en œuvre par le service Farmstar®. Elle est intéressante puisqu'elle permet de développer un conseil opérationnel pour faire des préconisations. Remarquons toutefois que d'autres approches basées sur des modèles locaux sont tout à fait envisageables et développées de manière opérationnelle. C'est par exemple le cas de Farmsat®.

## **4. Les différentes échelles de travail**

En agriculture, la télédétection va être utilisée à des échelles très différentes. La diversité des plateformes existantes (et à venir) permet de répondre à une grande diversité de besoins pour la surveillance des cultures.

### **a. L'échelle globale**

Cette échelle correspond à la planète, le continent, le pays ou le bassin de production. La plateforme classiquement utilisée pour travailler à cette échelle est le satellite (SPOT 6, SPOT 5, Pléiade, Meris, Modis, etc.). Une multitude de plateformes sont actuellement disponibles si bien que les fournisseurs de services dans le domaine de la télédétection, parlent aujourd'hui de constellation de satellites utilisés pour répondre à

une problématique donnée. Les caractéristiques de ces satellites en terme de fauchée (étendue spatiale de la mesure), de résolution spatiale et de temps de revisite (temps nécessaire pour que le satellite revienne faire une observation du même point) sont compatibles avec la plupart des demandes pour l'agriculture à cette échelle de travail. Un ordre d'idée pour les satellites mentionnés :

- fauchée (~50 km et plus),
- résolution (10-250 m),
- temps de revisite théorique (2-10 jours).

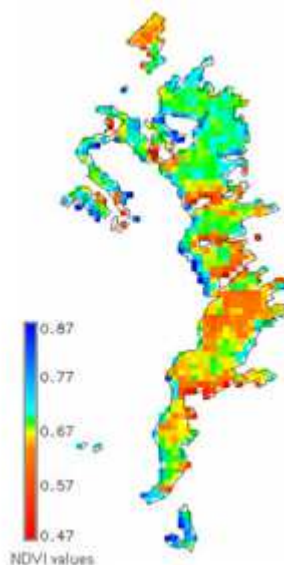


Figure 2 : Cartes de la Côte des Blancs (Champagne). Valeurs de NDVI à la date du 18 juin 2008, image Modis (250 m.), sources : A. Deblangey, CIVC.

À cette échelle de travail, la télédétection va être utilisée pour caractériser spatialement l'état des bassins de production à une date donnée. La figure 2, montre par exemple, une carte de la côte des blancs (Champagne) élaborée à partir d'une image Modis acquise à une date qui correspond à la période de croissance de la vigne. Cette image met en évidence des zones où le développement de la biomasse (vigne) n'a pas été le même sur la zone d'étude considérée. Elle permet éventuellement de mieux analyser les raisons qui expliquent cette variabilité à cette échelle : problèmes climatiques, problèmes de maladies etc. ou plus simplement des pratiques différentes (enherbement, etc.) en fonction des zones observées.

Au-delà des aspects spatiaux, le temps de revisite des satellites permettent d'observer les bassins de production de manière dynamique. Il est ainsi possible d'observer l'évolution de la biomasse dans le temps ainsi que la variabilité spatiale de cette biomasse sur les plupart des bassins de production du monde. En terme de surveillance des cultures, ces applications trouvent des applications naturelles pour :

- La détection d'incidents climatiques (sécheresse, gel, excédent d'eau, etc.) qui ont affecté le développement des cultures et d'estimer l'impact que ces incidents peuvent avoir sur le rendement final attendu. Il est ainsi possible de se doter d'outils permettant d'anticiper les pénuries ou les surproductions, planifier les besoins de stockage et de transport, etc.,
- la spéculation,
- suivre dans le temps l'évolution de l'occupation du sol (déplétion des terres cultivées, vérifier l'effet de mesures agro-environnementales, etc.),
- Vérifier des déclarations donnant droit aux aides de la politique agricole commune (PAC, etc.)

À l'échelle du bassin versant, d'autres applications plus axées sur la logistique de récolte, l'estimation des rendements ou la gestion de la qualité des produits agricoles sont actuellement proposées. L'intérêt de la

télédéttection est de fournir une information globale sur l'état du système de production à l'échelle de toute une région correspondant à l'aire d'apport d'une coopérative ou d'un négoce.

La figure 3 présente un exemple d'une telle application à l'échelle d'une cave coopérative viticole (Oenoview®). L'information apportée par la télédection, quelques semaines avant la récolte, permet d'obtenir des informations sur chaque parcelle et en particulier leur niveau d'expression végétative moyen et leur niveau d'hétérogénéité spatiale. Dans le cas particulier présenté à la figure 3, le niveau d'hétérogénéité intra-parcellaire est utilisé par la cave, pour qualifier les observations effectuées avant vendange par les opérateurs de terrain. En effet, les observations effectuées sur une parcelle peuvent être jugées moins représentatives (voir moins fiables) lorsqu'elles ont été effectuées sur une parcelle hétérogène. De la même manière, une parcelle hétérogène est plus susceptible de présenter une qualité de raisin hétérogène, ce qui peut justifier une attention particulière de la vendange issue de ces parcelles au moment de la réception en cave.

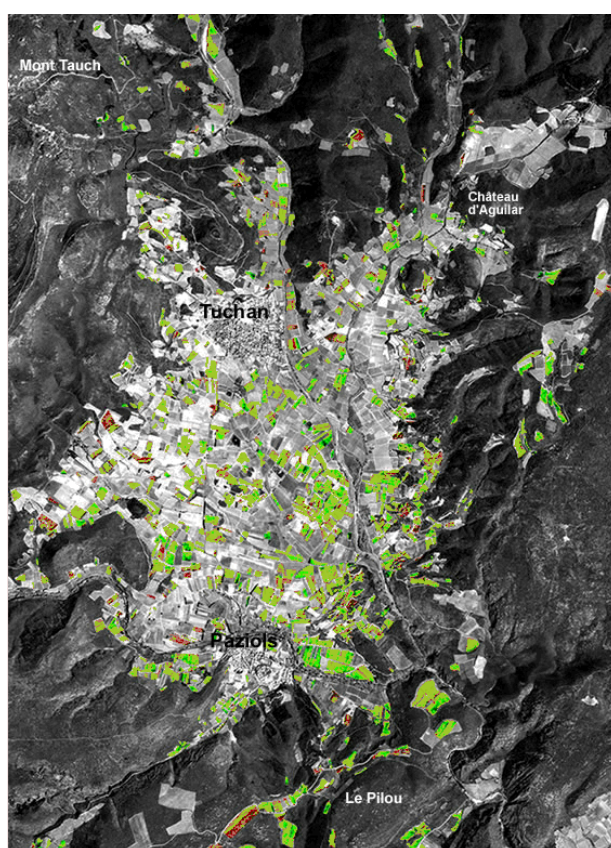


Figure 3 : exemple d'utilisation d'images de télédection à l'échelle d'une cave coopérative viticole pour améliorer la gestion de la qualité des apports avant les vendanges (Source, Oenoview®, projet vinotec).

### b. L'échelle locale

Cette échelle est celle de l'exploitation agricole et de la parcelle. La télédection est utilisée au niveau de la parcelle pour aider au pilotage de la culture. L'une des applications emblématique étant le pilotage de l'azote qui est actuellement proposée par certains services (Farmsat, Farmstar, entre autres). En France, ces services sont disponibles pour le blé, l'orge et le Colza.

La figure 4 montre un exemple de livrable envoyé aux professionnels abonnés. Pour les services les plus aboutis, la préconisation peut aller jusqu'à la fourniture d'une carte avec des préconisations exprimées en unité d'azote à apporter. Cette préconisation est effectuée au niveau intra-parcellaire et ouvre la voie de l'agriculture de précision qui consiste à moduler précisément les intrants avec du matériel adapté.



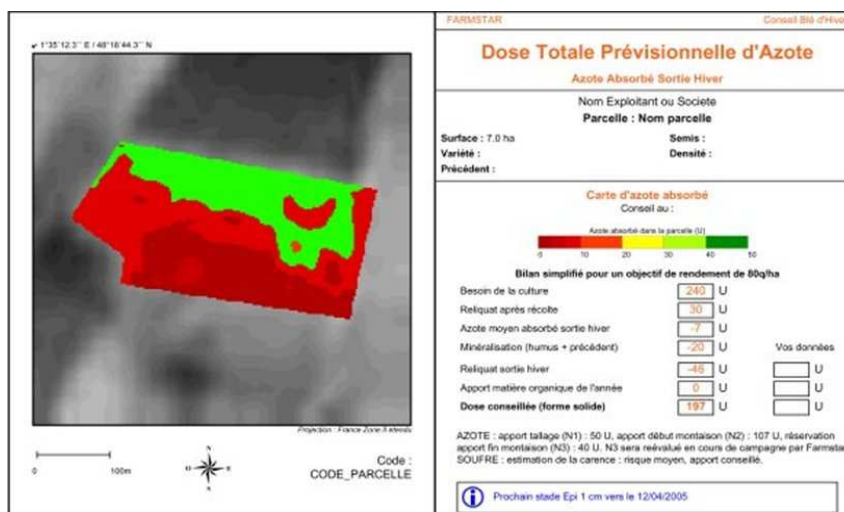


Figure 4 : exemple de préconisation (dose totale prévisionnelle d'azote) délivré par un service de télédétection à l'échelle de la parcelle (source : Airbus defense and space).

## Conclusion

La télédétection devient un outil incontournable pour l'agriculture. Des applications à des échelles de travail très diverses existent déjà aujourd'hui pour différents métiers. Ainsi, à l'échelle du globe, du continent ou de la région, la télédétection trouve des applications évidentes dans les domaines de l'assurance, de la régulation des marchés, de la logistique ou de la logistique de récolte. A une échelle plus fine, correspondant à l'exploitation ou à la parcelle, des services d'aide à la décision destinés à l'optimisation de l'apport des intrants jusqu'à précision intra-parcellaire sont d'ores et déjà proposés au professionnels de l'agriculture. La télédétection ouvre la voie d'une agriculture dite de précision qui permet d'améliorer la compétitivité des exploitations agricoles, d'assurer un niveau de production tout étant plus optimal en intrant et par conséquent plus respectueux du milieu.

Ces technologies évoluent rapidement. Demain, de nouveaux services verront le jour avec de nouvelles plateformes telles que les drones ou les satellites avec des résolutions spectrales et spatiales plus adaptées à des applications agricoles. De nouveaux modèles économiques seront à inventer pour les sociétés de services qui se positionneront sur ces nouveaux services. L'enjeu sera d'accompagner la profession agricole pour un usage pertinent de ces technologies. Il s'agit de promouvoir l'utilisation d'une chaîne d'information complète allant de l'information (l'image de télédétection et les variables d'état des cultures qui en découlent) jusqu'à l'actionneur qui, au sein des équipements, permettra d'appliquer les préconisations. Répondre à ces enjeux passe nécessairement par la formation des agriculteurs, des techniciens qui les accompagneront ainsi que des ingénieurs impliqués dans la conception de nouveaux services adaptés.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) DGAC, 2013, <http://dronologue.fr/download/exploitants-2013-juillet/> (consulté le 5 Décembre 2014).
- (2) ROUSE Jr. J.W., HAAS R.H., SCHELL J.A. and DEERING D.W. 1973. – Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Proceedings of the Third ERTS Symposium, NASA SP-351 1. US Government Printing Office, Washington, DC, pp. 309–317.

## CONCLUSION

par Patrice **Desmarest**<sup>1</sup>

C'est grâce aux développements des technologies de l'information et des télécommunications, les fameuses TIC, que nous assistons à la mise en œuvre de nouveaux équipements en agriculture, tels que le guidage par GPS, la télédétection ou encore la robotisation qui viennent de nous être présentés par nos trois intervenants.

De ces présentations je retiendrai trois bénéfices majeurs :

- 1) **Une amélioration constante de la qualité des travaux agricoles** comme nous l'a présenté Caroline Desbourdes avec l'utilisation d'équipements de guidage des outils par GPS permettant plus de précision dans l'application des intrants ou dans les travaux aratoires.
- 2) **Une gestion optimisée des pathogènes et des récoltes**, grâce à la télédétection thématique explicitée par l'exposé de Bruno Tisseyre ce qui à la fois bénéficie à la gestion financière de l'exploitation mais également à la responsabilité environnementale de l'agriculteur.
- 3) **Une meilleure utilisation de la main-d'œuvre** avec l'arrivée des robots en agriculture comme en élevage pour libérer l'exploitant des tâches les plus répétitives comme nous l'a illustré Ludovic Vimond.

Si ces technologies nouvelles conduisent à des progrès constants pour l'exercice des métiers de l'agriculture et de l'élevage il convient d'en prendre la mesure, en particulier, pour les formations des métiers.

Même si l'on constate une meilleure professionnalisation de ces métiers qui nécessitent des connaissances solides dans les disciplines des productions animales et végétales, il convient également d'enrichir les connaissances techniques pour favoriser la mise en œuvre des innovations technologiques.

Comme dans les filières industrielles ce n'est pas au niveau Bac + 5 que ces enseignements font défaut (nos écoles d'ingénieurs s'adaptent en permanence aux évolutions des technologies) mais au niveau Bac professionnel et BTS qu'il faut enseigner et faire pratiquer les technologies issues du Numérique.

De mon point de vue, pour éviter que se creuse une dichotomie entre une agriculture dite paysanne des petites exploitations, ou l'on craint par méconnaissance l'arrivée et l'utilisation des nouvelles technologies, et une agriculture beaucoup plus technique qui exploite tous les équipements modernes et donnent ainsi aux exploitants du temps pour se consacrer aux tâches les plus nobles dévolues au chef d'entreprise, Il faut intégrer dans le cursus de toutes les formations le savoir et le savoir faire lié à l'usage de ces nouveaux équipements technologiques.

Enfin pour éviter le syndrome, très conservateur, des directeurs de marketing ,que j'ai bien connu dans les industries agroalimentaires, et qui consiste à ne diffuser aux consommateurs que des messages qui

---

<sup>1</sup> Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Directeur de recherche honoraire de Pernod-Ricard, membre de l'Académie des Technologies.

valorisent les images d'une agriculture traditionnelle du milieu du 20<sup>ème</sup> siècle, il faut très certainement communiquer auprès des citoyens pour leur dire que l'agriculture, comme les filières industrielles, profite des innovations qui résultent des recherches scientifiques et technologiques telles que celles qui nous ont été présentées cet après-midi.

## LE FIGUIER À ARGENTEUIL<sup>1</sup>

par Jean-Pierre Leprince

Christian Ferault<sup>2</sup>. – Cet ouvrage est l'aboutissement de recherches minutieuses et fructueuses menées par Jean-Pierre Leprince, ancien élève de l'École nationale d'horticulture de Versailles puis conseiller horticole dans la région d'Argenteuil, spécialisé en productions légumières, durant sa longue activité professionnelle.

Des légumes aux fruits, il n'y avait qu'un pas à franchir d'autant que les productions fruitières ont eu une grande importance en Ile-de-France, avec également, ici, des espèces un peu oubliées aujourd'hui telles que l'abricotier, le pêcher et... le figuier.

L'auteur a consacré de longues années de recherche à la dernière, connue et observée sur place, mais pas seulement, par la « Figue blanche d'Argenteuil » (ou « de Versailles » ou « Madeleine »).

Ce livre comprend deux parties : la première est une étude monographique du figuier, de ses produits et de leurs usages. Beaucoup de données apportées sont générales, d'autres appliquées à Argenteuil et ses environs.

Pour aboutir, J-P. Leprince s'est livré à un travail de bénédictin en dépouillant la totalité du cadastre « Napoléon » de 1820, en examinant les actes notariaux trouvés chez les exploitants agricoles, en consultant les statistiques de l'arrondissement d'Argenteuil (11 communes) entre 1796 et 1924, enfin en confrontant le cadastre de 1914 à celui de 1820. Bref, en recherchant partout des références à l'objet de son travail et il en a trouvé beaucoup. Il a aussi recensé sur le terrain les variétés cultivées localement – souvent jadis en association avec la vigne – et s'est entouré des avis des professionnels arboricoles concernés.

Comme il se devait, ses réflexions ont aussi porté sur les essais menés par La Quintinie au Potager du Roy en matière de variétés et de techniques culturales adaptées au climat local.

En une centaine de pages, il nous fournit une monographie très référencée de l'objet de ses recherches, copieusement et habilement illustrée.

La seconde partie est tout à fait originale par son contenu : il s'agit de la présentation commentée de 70 planches principalement dédiées au figuier et à la figue, dessinées et coloriées par Jean-Étienne Delacroix, né à Argenteuil en 1879 et décédé en 1923, exploitant agricole, fin et avisé observateur de l'histoire locale de la paysannerie à cette époque.

Il traite successivement de lui-même, de sa famille et de son environnement politique, de vie locale à Argenteuil, de la conduite culturale du figuier, de genèse et d'astrologie (!), de présentation commerciale et de variétés. Ses œuvres – sauvées in extremis de la destruction – sont précises, naïves, agréables et parfois présentées avec humour. Une source documentaire remarquable, prémonitrice en matière d'industrialisation de la commune et de disparition à venir de la vie rurale.

Au total, l'ouvrage de Jean-Pierre Leprince est à conseiller bien évidemment aux amateurs du figuier et de ses produits mais il offre aussi un témoignage éclairant, et de première main sur la vie agricole et rurale à la fin du XIXe siècle, à proximité de la capitale, et ce n'est pas son moindre intérêt.

<sup>1</sup> Chez l'auteur, 47, rue Alfred Labierre, 95100 Argenteuil, 196 p., janvier 2014.

<sup>2</sup> Vice-Secrétaire de l'Académie d'Agriculture de France, directeur de recherche honoraire de l'INRA.

## RENATURATION DES BERGES DE COURS D'EAU ET PHYTOREMÉDIATION

### Utilisation d'écotypes ligneux de ripisylves pour l'ingénierie végétale<sup>1</sup>

par P. Druart<sup>2</sup>, Cl. Husson<sup>3</sup>, R. Paul<sup>4</sup>

**F. Delecour<sup>5</sup>** – La gestion physique des cours d'eau doit respecter les directives nationales et européennes. D'autre part, certains problèmes environnementaux sont de plus en plus préoccupants, notamment la dégradation de la qualité des eaux de surface et l'enrichissement du milieu naturel en éléments-traces métalliques.

La revégétalisation des berges est une pratique largement utilisée par les gestionnaires des cours d'eau. Il importe, cependant, de recourir à des espèces bien adaptées au biotope, représentées par des écotypes permettant de contrecarrer au mieux les risques sanitaires ou les pollutions éventuelles, cela sans nuire à la valorisation des produits ligneux.

Il apparaît maintenant de plus en plus évident que ces problèmes ne peuvent être abordés, au-delà des frontières politiques, que par une approche globale, combinant prévention et remédiation. C'est ainsi que, dans le cadre des projets Interreg, un ensemble de recherches a été mené en Belgique, France et Grand-Duché de Luxembourg, impliquant différents organismes, dont le Centre wallon de Recherches agronomiques et la Faculté Gembloux Agro-Bio Tech de L'Université de Liège (Gembloux), le Centre INRA de Nancy-Lorraine (Champenois), le Centre de Recherche Public – Gabriel Lippmann (Belvaux, Lux).

Les travaux sont décrits et commentés dans le présent ouvrage, en huit chapitres dus à vingt auteurs :

1. La revégétalisation des cours d'eau : une stratégie écologique nécessaire
2. Aspects sanitaires de la filière aulne glutineux, frêne commun et saule dans le cadre de la renaturation des cours d'eau
3. Évaluation par marqueurs moléculaires microsatellites de la diversité d'une collection d'aulnes glutineux provenant de Wallonie (Belgique), de Lorraine (France) et du Grand-Duché du Luxembourg
4. Impact des éléments-traces métalliques sur les plantes et les techniques de phytoremédiation
5. Étude du saule et de l'aulne pour la phytoremédiation des berges de cours d'eau non navigables
6. Apports de la culture *in vitro* à l'amélioration de la phytoremédiation : cas de l'aulne glutineux le long des berges de cours d'eau
7. Valorisation énergétique du bois produit à des fins de phytoremédiation
8. Construction et développement d'une filière de production d'écotypes ligneux pour l'application des techniques végétales à la renaturation des berges de cours d'eau.

Ces observations et recherches fournissent les outils permettant la traçabilité et l'évolution comportementale d'écotypes ligneux vis-à-vis de risques sanitaires ou de pollutions, tout en préservant leur capacité d'adaptation naturelle. Par la constitution de collections d'aulnes, de saules ou de frênes autochtones et une multiplication végétative respectueuse de la diversité locale, les ressources génétiques de toute une

<sup>1</sup> Les Presses Agronomiques de Gembloux, asbl, 2, Passage des Déportés, B-5030 Gembloux, ISBN 978-2-87016-126-5, 2013, 155 p.

<sup>2</sup> Unité Génie Biologique, Centre wallon de Recherches agronomiques, B-5030 Gembloux.

<sup>3</sup> « Interactions Arbres-Microorganismes », INRA Université de Lorraine, F-54280 Champenois.

<sup>4</sup> Unité de Biologie végétale, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, B-5030 Gembloux.

<sup>5</sup> Correspondant étranger de l'Académie.

région transfrontalière sont rendues disponibles pour des programmes de renaturation des berges de cours d'eau ou de zones écologiquement équivalentes à réhabiliter dans les bassins de la Meuse, du Rhin et de l'Escaut. Ces stratégies sont aussi applicables en d'autres lieux ou pour d'autres essences.

Ce livre s'adresse aux gestionnaires de cours d'eau, aux éco-conseillers, aux étudiants en sciences du vivant, ainsi qu'à toute personne s'intéressant à l'écosystème « rivière » et à la qualité des eaux de surface



## TRANSFORMATION ET VALORISATION DU LIN

**Journée du 6 novembre 2014**

par Claude **Sultana**<sup>1</sup>

Un beau soleil accompagne cette journée en Seine Maritime sur le thème du lin. Notre confrère Jean-Louis Maurice, initiateur de cette visite à la linière de Bosc Nouvel à Bocasse-Valmartin, demande d'excuser Marc et Vincent Depestele, les propriétaires et dirigeants de l'entreprise en déplacement imprévu à l'étranger, et présente Pascal Vandebulke, qui nous guidera pour cette visite.

Pascal Vandebulke donne pour se situer un aperçu de son parcours professionnel. Il a débuté dans l'interprofession du lin comme responsable de la qualification des matières (l'interprofession avait alors un rôle déterminant dans la régulation du marché). Par la suite il a repris le teillage familial, situé à quelques km de Valmartin, avant de fusionner avec la linière de Bosc Nouvel où il est responsable de la production des fibres et de leur qualification..

Le teillage de Bosc Nouvel a été créé en 1949 par Albert Depestele, le père de Marc et Vincent, et ses frères, issus d'une famille de tailleurs venus de Belgique. Le teillage a connu une progression lente; il traitait 700 ha en 1987, se situant ainsi dans la moyenne des teillages de lin privés.

1987 a été une année où les pertes ont atteint 90 % de la récolte par suite de la verse importante dont les effets ont été accentués par la dégradation des pailles au rouissage, ce qui a conduit à la recherche de la diversification de la zone d'approvisionnement vers le nord-ouest de l'Eure dans un premier temps.

L'atelier a été rénové en 1996 avec la mise en place de 2 lignes de teillage que nous verrons un peu plus tard.

La zone de collecte s'est étendue au Calvados avec le rachat d'un teillage au nord-ouest de Caen en conservant les agriculteurs fournisseurs, que la profession appelle curieusement clients. La linière a repris plusieurs teillages voisins de Seine Maritime confrontés à la mise aux normes de sécurité d'installations anciennes dans un contexte économique difficile.

L'installation de Bosc Nouvel a pu absorber la production en travaillant à deux puis trois équipes.

Avec le rachat du teillage Vandecandelaere à Bourguébus au sud de Caen en 2005, la collecte a atteint la pointe de 8 500 ha, mais depuis elle est stabilisée autour de 6 000 ha, traités dans les deux unités de Bosc Nouvel et de Bourguébus. L'entreprise se situe à la 1<sup>ère</sup> place du teillage privé ; elle a pris le nom de groupe Depestele avec le rachat en 2003/2004 d'une filature de lin au Brésil.

Une centaine de personnes travaillent dans les deux unités de teillage dont quarante dans le Calvados parmi lesquelles une équipe d'ingénieurs-chercheurs dédiée aux nouvelles valorisations industrielles des fibres. Ce volet sera abordé plus en détail dans l'après-midi.

Une question sur le rouissage et les pratiques de récolte permet de rappeler les phases de la récolte de l'arrachage au ramassage-pressage, aujourd'hui en balles rondes, avec les étapes intermédiaires qui tentent de maîtriser un rouissage dépendant des caprices du climat.

À l'interrogation sur la relation entre le liniculteur et le tailleur, Jean-Louis Maurice précise qu'un teillage privé travaille des lins qu'il a produit, d'autres qu'il a achetés et des lins qu'il traite à la demande.

---

<sup>1</sup> Vice-trésorier de l'Académie d'Agriculture de France, ancien directeur de l'Institut technique du Lin.



*En effet dans la filière du lin il existe différentes formes de contrats bien codifiés. À côté de l'engagement de vente à une coopérative qui se concrétise par une prise de parts, l'agriculteur a le choix de :*

- *louer une parcelle pour une année à un teilleur qui devient liniculteur en faisant toutes les opérations de culture et de récolte ou qui se limite à la fourniture des intrants et à la récolte; dans ce cas l'agriculteur, qui réalise toutes les opérations de culture, a souvent un intérêt aux résultats en plus du loyer pour le motiver à bien suivre la culture;*
- *signer une promesse de vente avec un délai de réalisation, le teilleur s'engageant à faire la récolte. Si la vente ne se réalise pas dans le délai, le liniculteur est alors libre de vendre au plus offrant mais il aura à régler les frais de récolte;*
- *rester maître de sa production, faisant tous les travaux avec ses propres équipements ou en faisant appel à l'entreprise. Il peut alors soit vendre au plus offrant, soit aller jusqu'à la production des fibres en faisant teiller à façon. Le teilleur ne vendra les fibres issues du lot de ce producteur qu'avec l'accord de celui-ci.*

Pascal Vandebulke explique le mode de fonctionnement du marché. Les lins teillés sont classés par qualité; plusieurs lots de même classement, dont l'origine reste bien identifiée, sont regroupés pour avoir si possible une quantité significative à proposer. Pendant longtemps des courtiers passaient dans les teillages pour acheter sur demande d'un filateur ou pour le compte d'un négociant. Ils achetaient une quantité correspondant au chargement d'un camion voire davantage. Aujourd'hui les teillages les plus importants ont intégré le négoce; ils ont leurs propres courtiers et dans le cas de la linière de Bosc Nouvel l'un des courtiers est chinois pour vendre aux filatures de ce pays, acheteur prépondérant des fibres de lin françaises. La filature traditionnelle, spécifique des fibres longues, reste le principal débouché pour une utilisation dans le vêtement. En Chine la production est destinée à l'exportation. Le lin connaît un essor en Inde, où pour l'instant le tissage se développe pour une demande locale.

À une question sur l'évolution des rendements, il précise que le rendement en paille en année normale se situe à 7/8 tonnes/ha. Il a très peu augmenté depuis plus de 50 ans.

*Cela s'explique par le fait que le peignage se fait dans des machines conçues pour travailler des fibres disposées transversalement, d'une longueur maximum de 90 cm. On ne peut donc pas augmenter le rendement par la hauteur des plantes, ni par la densité de population/m<sup>2</sup> à cause notamment des risques de verse. Le progrès génétique a porté sur la richesse en fibres qui peut dépasser 40 % dans les tiges après rouissage, soit un doublement dans la période citée plus haut.*

Le devenir des étoupes est également évoqué. Récupérées sous la teilleuse, elles contiennent à ce stade beaucoup d'anas (bois). Elles seront nettoyées partiellement pour donner des étoupes demi-travaillées, ou davantage pour des étoupes travaillées. Ces anas, à côté de leur utilisation dans les panneaux agglomérés, trouvent des débouchés dans le paillage et les litières.

Le groupe s'intéresse aussi à l'approvisionnement en semences. Il y a une production pour les besoins interne, soit par cultures dédiées, soit, en complément, par récupération au teillage des graines des lots les plus sains. Ces semences sont bien sûr traitées avant semis. Les liniculteurs achètent essentiellement des semences certifiées, aujourd'hui commercialisées enrobées pour garantir de bonnes levées en maîtrisant les risques de maladies cryptogamiques responsables des fontes de semis.

La régulation des surfaces en lin ? *Si l'on parle entreprise, les contrats de culture de l'année suivante dépendent du stock de paille qu'il y aura en fin de campagne. Le liniculteur qui fait du lin sans contrat a en principe planifié son assolement. Il peut réagir à la marge différemment selon qu'il a ou non vendu sa récolte au moment où il lui est encore possible de moduler ses cultures de printemps. À côté de ces aspects individuels, l'interprofession connue sous l'acronyme CIPALin (Comité Interprofessionnel de la Production Agricole du Lin) fait des recommandations d'ajustement des surfaces au marché. Comme la plus grande partie des surfaces est sous contrôle du teillage (coopératif et privé), il y a peu de dérive par rapport aux recommandations.*

Après cette information en salle, une partie du groupe va vers l'atelier de teillage quand l'autre est dirigée vers l'atelier de traitement des coproduits hors fibres puis vers les bâtiments de stockage. L'atelier de teillage dispose des deux lignes installées en 1996, comme signalé auparavant, mises aux normes de sécurité et du cadre de travail, entrées en vigueur depuis. Les membres du groupe qui avaient eu l'occasion de visiter un teillage il y a une dizaine d'années ont été surpris par le peu de poussières qui s'échappaient des teilleuses, cette opération de teillage en dégagant beaucoup, que ce soit de la terre ramenée avec l'andain au ramassage ou les ciments pectiques libérés par les actions mécaniques sur les tiges.

Rappelons que le teillage consiste en deux opérations essentielles, le broyage et l'écangage, qui sont précédées d'une préparation et suivies d'un conditionnement.

*Aujourd'hui, quasiment cent pour cent des pailles sont conditionnées en balles rondes, qu'ici ont appelle « boules », avec la particularité d'être réalisées en insérant deux ficelles entre les spires pour faciliter leur séparation au déroulage qui se fait sur un berceau spécial. La nappe déroulée passe dans une égreneuse à peignes qui, outre l'arrachage des capsules, améliore le parallélisme des tiges. Ensuite elle arrive sur un égalisateur communément appelé « tape culs » qui corrige les décalages longitudinaux des tiges. Avant d'entrer dans les broyeurs, la nappe passe dans un diviseur qui l'étire. A l'entrée dans le broyeur les tiges sont pincées transversalement entre deux courroies. Le broyage des tiges se fait d'abord du « côté têtes », haut des tiges, puis « côté pieds » après changement du point de pincement . Après le broyage se fait l'écangage, opération d'élimination des anas, partie boiseuse des tiges, qui ont été cassés en petits tronçons par le broyage. Les tiges sont raclées par les lames intercalées de deux tambour tournant à une vitesse ajustée pour obtenir des fibres propres sans les raccourcir. Néanmoins les fibres les plus faibles sont arrachées ; elles constituent les étoupes qui sont récupérées sous la teilleuse avant d'être dirigées par transport pneumatique vers une teilleuse d'étoupes que l'on verra quelques instants après. L'écangage se fait du côté pied en premier, puis du côté têtes après changement de position du point de pincement. A la sortie des tambours d'écangage, les fibres arrivent sur un rail où se fait le tri avant conditionnement en balles rondes d'environ 100 kg. Le tri est une opération organoleptique basée sur plusieurs critères. Il vise à obtenir un produit homogène. Une poignée de lin teillé d'environ 500 g est associée à chaque balle pour en faciliter le classement qualitatif.*

Les étoupes recueillies sous la teilleuse contiennent environ 50 % d'anas. Ce sont des étoupes brutes qui peuvent être vendues après un simple secouage, mais le plus souvent elles sont épurées dans une teilleuse à étoupes, Cette machine est faite d'une succession de couples secoueur/carde et selon le nombre de passages on obtient des étoupes demi-travaillées ou travaillées où il ne reste que très peu d'anas. Dans l'installation que nous visitons il y a une ligne pour les étoupes demi-travaillées et une autre pour les étoupes travaillées, complétée par une carde briseuse qui finit le nettoyage et affine les fibres. Selon leur degré de propreté, elles sont destinées à plusieurs débouchés allant de la papèterie (où elles sont en concurrence avec le chanvre à la filature au sec.

Dans l'atelier de traitement des anas arrivent aussi les graines. Elles passent dans un batteur pour éclater les capsules puis sont nettoyées et triées pour éliminer notamment les fragments de racines avant d'être stockées dans une cellule.

Les anas ont longtemps eu comme débouché les panneaux de particules. D'autres débouchés se sont créés comme la litière pour chat et le paillis. Ils peuvent aussi servir de combustible pour chaudière.

Selon l'usage destiné, les anas doivent être dépoussiérés et séparés des racines (à l'arrachage la cassure de la racine se fait à quelques cm sous le collet). Pour la litière et le paillis les anas sont conditionnés en sacs de 5 à 20 kg après addition quand nécessaire d'un produit stabilisant.

La dernière étape est la visite du bâtiment de stockage des fibres. Les balles de lin teillé que nous avons vu fabriquer sont des cylindres d'une longueur de 0,7 m pour un diamètre de 0,6 m. Elles sont regroupées sur chant par 12 en 3 plateaux de 4 sur une palette. Le diamètre a été choisi pour faciliter le transport par camion sans déborder la largeur autorisée des poids lourds. Chaque lot est qualifié d'après les échantillons accrochés aux balles sur les palettes. Une salle à l'extrémité du bâtiment est aménagée à cet effet. La qualification est organoleptique à partir d'un certain nombre de critères tels que: la densité (impression de poids) la force, la divisibilité, la couleur pour laquelle il est important d'avoir un éclairage

constant... Pascal Vandebulke montre quelques échantillons et les commente. Certains critères pourraient être mesurés. Cela prendrait plus de temps mais n'apporterait pas forcément des renseignements plus précis que l'œil et le toucher d'un expert.

Gérard Tendron, Secrétaire perpétuel de l'Académie d'agriculture, remercie Pascal Vandebulke pour la qualité de l'accueil pour cette visite très documentée dont l'intérêt qu'elle a soulevé transparait dans les très nombreuses questions posées par le groupe.

En début d'après-midi, le groupe est accueilli par Guy Dehondt, à Notre Dame de Gravenchon pour une présentation des activités de l'entreprise, et une visite des ateliers de production des machines de récolte du lin.

Un rapide historique de la famille Dehondt; le grand-père arrivé de Belgique crée un teillage, mais ses nombreux fils, d'un esprit inventif, s'orientent tous vers la construction de machines agricoles, seuls ou associés. Ainsi, par exemple, les arracheuses Dehondt construites à Crasville la Mallet sont encore en mémoire de nombreux betteraviers. Georges Dehondt, le père de Guy, s'est orienté en fin des années 50 vers la mécanisation de la récolte du lin qui était à ses débuts. Sa première innovation avec son frère Robert a été la courroie croisée à picots pour le retournement du lin. La construction de retourneuses automotrices a été le cheval de bataille de l'entreprise jusqu'à la fin des années 60 avant que Guy, en prenant la suite n'élargisse la gamme au début des années 70, d'abord par des presses à grosses balles « rectangulaires », suivies par les presses enrouleuses dédiées au lin bientôt proposées en version automotrice.

Aujourd'hui l'entreprise, sous le nom de Groupe Dehondt, commercialise la gamme des machines de récolte du lin en version automotrices doubles (pour travailler deux andains) et également simples.

Les activités ont abordé également le teillage en créant les enrouleuses de lin teillé, comme celles qui ont été vues le matin à la linière de Bosc Nouvel à la sortie des teilleuses.

L'entreprise est très attentive à la sécurité et aux conditions de travail des chauffeurs de ces machines, toutes les opérations de récolte soulevant beaucoup de poussière. Elle est plusieurs fois labellisée et entretient des collaborations avec différentes structures dont certaines s'occupent d'aide à l'innovation.

Le site de Notre dame de Gravenchon est à présent dirigé par Guillaume Dehondt, Guy conservant la partie bureau d'études. Une trentaine de salariés dont un tiers d'ingénieurs et cadres y sont employés. Le chiffre d'affaires varie selon les années entre 3 et 5 millions. Cette fluctuation du chiffre d'affaire tient à l'irrégularité de la demande en machines, liée au cours des fibres. Aussi pour compenser l'entreprise a souvent diversifié ses fabrications, notamment dans le domaine de la manutention.

Elle s'investit depuis quelques années dans les utilisations techniques des fibres. Edouard Philippe, qui était intervenu sur ce thème lors de la séance à l'Académie du 12 janvier 2011 sur les *nouvelles utilisations industrielles des plantes à fibres*, fait le point de la situation des ces recherches.

Après avoir rappelé la structure d'une tige de lin et la composition du faisceau fibreux, il présente un tableau comparatif des caractéristiques des différentes fibres à usage industriel, où il apparait que la fibre de lin par rapport à de la fibre de verre, très communément employée, a l'avantage d'un gain de poids de 40 %. Il revient sur les avantages et inconvénients des différentes fibres. Par exemple l'ACV montre que le lin a une position très favorable pour 8 critères sur 10

Cette comparaison prouve que la fibre de lin peut trouver une place dans les matériaux composites. La valorisation de la fibre pour un usage technique doit se faire selon un itinéraire technique différent de celui de la fibre à usage textile à partir de la récolte.

Guy Dehondt intervient pour préciser que l'ambition est d'arriver à placer le lin en 3<sup>ème</sup> position après le carbone et le verre dans la fabrication des composites. En remplaçant la fibre de verre par du lin on peut gagner 600 kg sur le poids d'un avion.

Il pourrait y avoir à l'avenir un danger de concurrence grave si les chinois développaient la fabrication de composites. En effet pour l'instant cette technologie fait appel à des procédés bien maîtrisés, ce qui permettrait de conserver la valeur ajoutée en France, alors qu'aujourd'hui la valorisation textile se fait à l'étranger.

Pour accompagner et promouvoir l'emploi de la fibre de lin dans les composites une structure a été créée par 5 entreprises sous statut d'association de la loi 1901. Elle a pour nom FIMALin et aujourd'hui y sont associées une trentaine d'entreprises représentant tous les maillons impliqués dans cette nouvelle filière de la semence au produit fini.

Elle a créé une charte du lin technique dans les composites qui s'adresse à la production. Parmi les axes importants citons, outre la traçabilité, appliquée depuis très longtemps dans le lin, la sécurité d'approvisionnement sans laquelle l'industrie ne s'engage pas dans l'utilisation d'un produit agricole, la normalisation, très importante aussi pour l'industrie qui ne met en œuvre que des produits très bien caractérisés, pour ne citer que ces points.

Elle travaille à la mise en place d'une labellisation des produits.

FIMALin a initié différents projets:

- création de variétés dédiées au lin technique,
- transformation du lin technique en fibres coupées,
- au stade valorisation:
  - réalisation de compounds granulés (composés) à partir des fibres coupées pour la fabrication de produits composites par moulage;
  - et le projet le plus important: Fiabilin, portant sur le développement de composites haute performance bio-sourcés thermoplastiques à base de fibres de lin (fibres longues).

Ce projet regroupe 15 partenaires; il a débuté en 2012 pour une durée de 5 ans avec un budget total de près de 18 millions dont un tiers de subventions.

Edouard PHILIPPE termine sa présentation en illustrant la gamme de produits où les composites à base de fibres longues de lin pourront trouver des applications.

Après ces exposés en salle, le groupe visite l'atelier. Notre Dame de Gravenchon est un site industriel important et les entreprises spécialisée dans l'usinage, le découpage et le formage sont nombreuses. DEHONT TECHNOLOGIES, nom de la branche qui s'occupe de la construction, y a largement recours plutôt que d'avoir investi dans des machines-outils sous utilisées. Dans le lin, construire 50 machines du même modèle dans l'année constitue déjà une belle série. De très nombreuses pièces sont donc fabriquées en sous-traitance, ce qui permet de les assembler dans un atelier de surface modeste compte-tenu de la taille imposante de certaines machines.

Dans une halle d'exposition se trouve la première retourneuses automotrice à courroie croisée à picots. Elle utilisait un moteur Bernard de 4 ch - aujourd'hui une retourneuse double fonctionne avec un moteur d'environ 125 ch !

Un tricycle à moteur électrique dont la structure est en composite à base de fibres de lin illustre l'exposé fait en salle.

Gérard Tendron remercie Guy Dehont et les personnes qui sont intervenues pour nous apporter des informations qui montrent la diversité des étapes de la récolte et de la transformation du lin et le dynamisme de cette production solidement implantée dans les régions propices.

Le groupe reprend le chemin du retour vers 16 h 30.