

La Revue de l'Académie d'agriculture

N°10
Octobre 2016

Dossier : Les protéines végétales, une réponse aux nouveaux enjeux de société

Actualités
Biocontrôle et protection
des cultures
La ferme des mille vaches

Futurs
Améliorer
la photosynthèse



Beloukha®

Le 1^{er} produit de biocontrôle pour
la maîtrise des adventices, le défanage
et la dessiccation en Agriculture

IFT
VERT

NODU
VERT



JADE - TVA intracommunautaire : FR25502938764 - N° AMM : 2140255
BELOUKHA® : contenant 680 g/l d'acide nonanoïque / acide pélagronique, formulation
EC, H315 - Provoque une irritation cutanée. H318- Provoque des lésions oculaires
graves. SP1- Spe3 - Spe8. Bien lire les informations mentionnées sur l'étiquette du
produit afin de garantir une utilisation sûre et efficace de BELOUKHA®. Ne pas utiliser
pour un autre usage que ceux homologués. Respecter les bonnes pratiques agricoles.
Réservé à un usage exclusivement professionnel. Fiche de Données de Sécurité
disponible sur www.quickfds.com ou sur www.beloukha.fr


JARDIN AGRICULTURE DÉVELOPPEMENT

Conçu, homologué et distribué par JADE
(Jardin & Agriculture Développement)
Avenue Ariane, CS 60027
33693 MERIGNAC CEDEX
Tél. : +33 (0)5.56.34.72.47
Fax : +33 (0)5.56.34.72.49
info@jade-international.eu
www.jade-international.eu
www.beloukha.fr



Editorial

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

Les colloques de l'Académie d'agriculture

Afin d'approfondir les réflexions sur des sujets essentiels concernant l'agriculture, la forêt, l'alimentation ou l'environnement, l'Académie d'agriculture organise dorénavant de nombreux colloques, soit à Paris, soit dans les régions.

Les colloques organisés à Paris permettent de mobiliser non seulement les spécialistes scientifiques concernés de notre compagnie mais aussi ceux des académies avec lesquelles nous travaillons régulièrement. Ainsi ont été organisés en 2016 un colloque avec l'Académie des sciences et l'Académie des sciences d'outre-mer sur l'utilisation des *bioressources marines*, et avec les académies de médecine, de pharmacie, de chirurgie dentaire et vétérinaire un colloque sur les antibiotiques et l'*antibiorésistance*, et à l'automne un autre avec les académies des sciences, de médecine et de pharmacie sur les perturbateurs endocriniens, suivis au printemps 2017 avec l'Académie de pharmacie d'un colloque sur *les compléments alimentaires à base de plantes* et avec l'Académie de médecine sur *les maladies émergentes en santé humaine et vétérinaire*.

Une mention particulière doit être faite concernant le colloque organisé le 12 octobre prochain, au siège de notre compagnie, avec une quinzaine d'académies de l'Union européenne des académies d'agriculture, dont la France doit prendre la présidence pour deux ans à l'automne. Le thème retenu : « *Science et agriculture : éléments historiques et perspectives d'avenir* » mobilisera une douzaine d'orateurs internationalement reconnus dans leur domaine d'excellence et permettra d'aborder la politique de l'Union européenne en matière de recherche et d'innovation en agronomie, élevage, foresterie, écologie.

A la suite du succès des colloques montés par l'Académie d'agriculture en 2016 sur *les interactions plantes-microorganismes telluriques*, *les sols et le climat*, *la filière horticole ornementale*, sont également programmés un colloque sur *les plantations forestières*, un sur *l'amélioration des plantes et la biodiversité*, un autre sur *la biodiversité des sols* notamment.

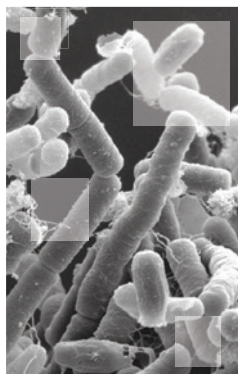
Les colloques organisés dans les régions, tels ceux organisés en 2016 à Rennes, Metz et Clermont-Ferrand sur *les nouvelles dynamiques territoriales et l'élevage*, permettent de mobiliser les académiciens y résidant, souvent à l'initiative des responsables des sept relais territoriaux récemment mis en place, mais aussi les établissements de recherche et d'enseignement ainsi que les acteurs locaux, en particulier les agriculteurs et leurs organisations professionnelles et les élus. Dans le cadre de l'année internationale des légumineuses, sont ainsi programmés à l'automne des colloques à Carcassonne sur *les pratiques des cultures de légumineuses* et à Rennes sur *les légumineuses et l'alimentation animale*.

Les micro-organismes sont partout sur Terre...

...nous sélectionnons ceux qui nourrissent et protègent les plantes

POUR UN **AVENIR DURABLE**

Lallemand Plant Care développe, produit et commercialise des produits à base de micro-organismes pour une agriculture performante et durable.



**MICROBIAL
BY
NATURE**



Sommaire

■ DOSSIER P.45

Les protéines végétales, une réponse aux nouveaux enjeux de société

- Les protéines végétales p. 46
Une réponse aux nouveaux enjeux de société
par Pascale Hébel
- Un trésor de diversité p. 49
par Denis Chereau
- L'intérêt nutritionnel p. 51
des protéines de légumineuses
par Claire Gaudichon
- Bilan de référencement des protéines p. 53
végétales en France et perception du consommateur
par Morgane Estève-Saillard
- Les protéines végétales, un cas p. 55
d'école pour l'Académie d'agriculture de France, une possibilité d'innovations
par Hervé This

■ Actualités

- La réforme territoriale peut recréer p. 6
le lien entre élevage et société
par la section Production animale de l'Académie d'agriculture
- La Ferme de Viltain à Jouy-en-Josas p. 12
par Jean Michel Besancenot
- La ferme « des mille vaches » p. 16
par Claude Sultana et Pierre Del Porto
- Biocontrôle et Protection des cultures p. 23
par Jean-Louis Bernard

■ Tribune Libre

- Nouvelles biotechnologies végétales p. 38
agricoles : l'expertise scientifique au cœur du débat sociétal
par Catherine Regnault-Roger

■ Futurs

- Améliorer la photosynthèse pour p. 60
augmenter les rendements des cultures : le cas du riz
par Jean-François Morot-Gaudry

■ C'était hier

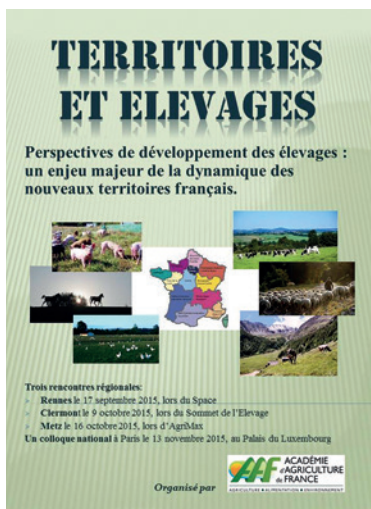
- Le mouvement horticole français p. 68
au XIX^{ème} siècle : des Lumières au premier conflit mondial
par Daniel Lejeune

■ FOCUS DES ENTREPRISES p. 31

- De nouvelles perspectives pour Arysta ! p. 32
David Gaillet,
- Biocontrôle : des solutions intégrées p. 33
pour une performance optimisée
Marie-Claire Grosjean-Cournoyer
- Biocontrôle : innovation, diversité p. 34
technique et agriculture durable
Christophe Zugaj
- Le Biocontrôle : une alternative p. 35
pour l'agriculture de demain
Alain Chemin,
- Le biocontrôle, au coeur de l'ADN p. 36
de Koppert
Frédéric Favrot
- Micro-organismes et bio-contrôle : p. 37
enjeux, développement et innovation
Jean-Marc Sanchez

Académie d'agriculture de France : 18 rue de Bellechasse - 75007 Paris - Tél : 01 47 05 10 37 - Directeur de la publication : Gérard Tendron - Rédacteur en Chef : Jean-Pierre Guyonnet - Secrétaire de Rédaction : Christine Ledoux-Danguin - Site internet : www.academie-agriculture.fr - Edition et Régie Publicitaire : FFE, 15 rue des Sablons - 75116 Paris - Tél. : 01.53.36.20.40 - Directeur de la publicité : Patrick Sarfati - Responsable relations entreprises : Philippe Simon - philippe.simon@revue-academieagriculture.fr - Tél. : 01.43.57.91.66 - Service technique : Aurélie Vuillemin - aurelie.vuillemin@ffe.fr - Tél. : 01.53.36.20.35 - Mise en page : Nadine Namer - Impression : Imprimerie de Champagne - 52200 Langres - ISSN 2271-2534





Maurice Barbezant,
Claude Béranger,
Jean-Michel Besancenot,
Jacques Brulhet,
Jeanne Grosclaude,
Bertrand Hervieu,
Jean-Paul Jamet,
Gérard Maisse,
Jean-Paul Renard,
Pierre Thivend
(membres de l'Académie
d'agriculture de France)

La section Production animale de l'Académie d'agriculture

La réforme territoriale peut recréer le lien entre élevage et société

Cet article de synthèse fait suite à la présentation, dans le numéro 9 de La Revue*, du bilan des trois rencontres régionales organisées en 2015 par l'Académie d'agriculture de France, sur les relations entre territoires et élevages, dans le cadre de l'évolution de l'organisation territoriale. Il intègre les éléments présentés à Paris lors du colloque du 13 novembre 2015 au Sénat, et de la séance du 13 janvier 2016 à l'Académie. Alors que les crises de l'élevage sont toujours vivaces, au plan économique comme en termes de remise en cause « sociétale » par des mouvements d'opinion, la réflexion collective conduit à un message positif que l'Académie veut porter et diffuser.

Le colloque final organisé au Palais du Luxembourg et la séance publique tenue à l'Académie ont apporté des éléments complémentaires aux réunions tenues dans les régions, et ont permis de tirer les enseignements de l'ensemble des actions conduites sur ce sujet depuis le début de l'année 2014.

LE MONDE DE L'ÉLEVAGE DOIT S'INSÉRER DANS LES NOUVELLES STRUCTURES

La loi NOTRe du 7 Août 2015, qui s'ajoute à de nombreuses lois pré-

cédentes, vient renforcer la priorité aux régions et aux intercommunalités, avec l'émergence de quelques grandes métropoles. C'est à ces collectivités qu'est dévolu le rôle de direction politique du développement local et d'aménageur de l'espace. Les lois sur l'urbanisme (loi ALUR du 24 mars 2014 et ordonnance du 23 septembre 2015), et le Code de l'Environnement,

(*) Revue de l'Académie d'agriculture N°9, p 17-23 : L'avenir de l'élevage en France, un des enjeux majeurs de la réforme territoriale.

viennent régir étroitement l'utilisation de l'ensemble du territoire. Les collectivités doivent s'y conformer dans l'élaboration de leurs plans d'urbanisation et d'aménagement du territoire. Le schéma ci-dessous (figure 1) montre la complexité et la hiérarchie des structures et des textes qui contrôlent l'aménagement de l'ensemble de l'espace, y compris les territoires à vocation agricole.

Dans chaque région une « conférence territoriale de l'action publique » est chargée de favoriser un exercice concerté des compétences des collectivités territoriales, de leurs groupements et de leurs établissements. Les régions et intercommunalités, et surtout les métropoles, deviennent les véritables aménageurs et peuvent dicter l'utilisation du foncier. L'enjeu pour le monde agricole est de se faire entendre auprès des nouveaux décideurs en charge des impulsions économiques, du

développement durable, et de la solidarité territoriale. Les conseils régionaux sont un des nouveaux interlocuteurs pour les acteurs du monde agricole. Les régions sont désormais en charge de la mise en œuvre du deuxième pilier de la PAC à travers les plans régionaux de développement rural pour la période 2015-2020.

Beaucoup plus floue est la situation au plan infrarégional : la planification de l'occupation de l'espace relève de multiples lieux de décision où l'influence et les préoccupations du monde agricole sont peu audibles, voire réfutées, et se heurtent aux règles imposées par la culture urbaine.

La première conséquence de la réforme territoriale est donc l'obligation, pour le monde agricole et notamment de l'élevage, de s'insérer dans le nouveau tissu de structures et de réglementations. Cette contrainte est donc en même temps un ferment d'ouverture, une

opportunité pour se faire entendre des sensibilités urbaines, une occasion de construire des liens nouveaux.¹

EMPLOIS, ÉNERGIE RENOUVELABLE, QUALITÉ DES EAUX : UNE COHABITATION FÉCONDE

Les rencontres régionales du Grand Ouest, d'Auvergne-Rhône Alpes et du Grand Est ont largement illustré les services que l'élevage, et plus globalement l'agriculture, peuvent fournir à une population largement urbanisée, ces services s'inscrivant dans la logique des trois piliers du développement durable.

Au plan économique, des industries agro-alimentaires dynamiques sont insérées géographiquement dans le tissu local et étroitement dépendantes de ses productions - comme, en Bretagne, les industries de transformation des produits d'origine animale. Elles sont les ultimes pourvoyeuses d'emplois, qui restent même lorsque les autres emplois industriels ou tertiaires se délocalisent. Il s'agit d'emplois, directs ou induits, de plus en plus qualifiés, entraînant des besoins de formation à développer sous la responsabilité régionale, ce qui est un facteur supplémentaire de dynamisme, propice à l'innovation. Au regard de ces enjeux chacun, si urbanisé soit-il, peut comprendre la légitimité de maintenir viables les filières d'élevage (figure 2).

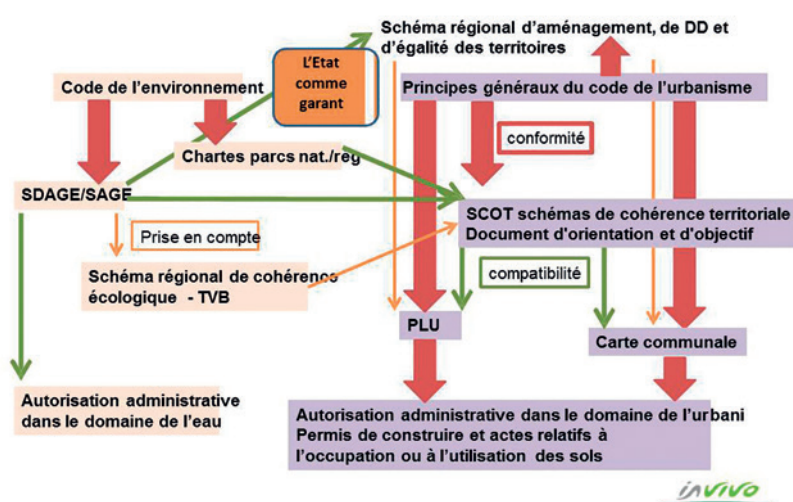


Figure 1 : L'entrelacs des textes et des structures qui encadrent l'usage de l'espace agricole (SDAGE/SAGE : schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux / schéma d'aménagement et de gestion des eaux ; DD : développement durable ; PLU : plan local d'urbanisme ; TVB : trame verte et bleue) - Schéma présenté au Palais du Luxembourg par Carole Zakine

¹ On trouvera dans l'article précédent des exemples de dialogues réussis, les citoyens s'ouvrant à la nécessité de préserver l'espace rural et agricole.



Figures 2-1 et 2-2 : En Bretagne les filières avicole et porcine contribuent à préserver des milliers d'emplois directs et induits.

Au plan environnemental, l'élevage, avec l'essor de la méthanisation (figure 3), est fournisseur d'énergie renouvelable qui peut profiter aux collectivités voisines. Bien plus, des synergies se dessinent pour approvisionner en co-substrats les cuves de méthanisation : déchets verts des collectivités urbanisées, voire déchets organiques, déchets végétaux issus de l'agriculture, effluents d'élevage et d'industries de transformation, constituent un mélange efficace pour les diges-

teurs, aux bénéfices réciproques de tous les contributeurs.

Au titre des services « verts », le maintien d'herbages valorisés comme fourrage par l'élevage, est aussi une garantie de la qualité des eaux. L'action concertée entre chambres d'Agriculture du Grand Est et Agence de l'eau Rhin Meuse pour le maintien de prairies, face à la « céréalisation » croissante, illustre cette prise de conscience mutuelle, et le béné-

fice attendu pour la qualité de l'eau, dont la région est comptable pour les pays frontaliers. C'est un réel renversement de vision par rapport à l'opinion des urbains qui ne verraient l'agriculture que comme une source de pollutions.

La prise en compte croisée des intérêts des collectivités et des acteurs de l'élevage au sein des structures territoriales conduit donc à une cohabitation gagnant-gagnant.

OPTIMISER L'ENSEMBLE DES DÉBOUCHÉS DES PRODUCTIONS ANIMALES

Un des enjeux pour l'élevage, mis en évidence dans les trois rencontres régionales, est de tabler à la fois sur des circuits courts avec des produits répondant à la demande des consommateurs locaux, et sur des débouchés internationaux - quitte à adapter les productions à d'autres types de consommateurs. L'appui des collectivités territoriales doit permettre de conjuguer de manière optimale les débouchés locaux et internationaux des productions animales : les nouvelles structures sont des lieux privilégiés de dialogue pour recueillir la demande locale et organiser l'approvisionnement local des collectivités. Elles sont aussi bienvenues pour faciliter l'installation des équipements et les réorientations permettant de maintenir la compétitivité des filières.

C'est ainsi qu'une initiative régionale concertée a permis de répondre à la crise sanitaire dans les zones affectées par la Fièvre catarrhale ovine (FCO), qui a tari temporairement la possibilité d'ex-



Figure 3 : La méthanisation des effluents d'élevage, source coopérative d'énergie renouvelable.

porter les broutards d'Auvergne, notamment vers l'Italie. L'alternative, proposée par l'Union Régionale des Industries Agroalimentaires d'Auvergne, antérieurement à la crise sanitaire, est d'engraisser sur place les bovins et de les transformer localement grâce aux filières industrielles et artisanales préexistantes en s'adaptant au mieux à la demande des consommateurs locaux. Cela implique l'amélioration des infrastructures, comme des abattoirs, que la Région s'engage à rénover ou à construire. Cette « bascule » vers un nouveau débouché local, réintégrant une part de valeur ajoutée sur le territoire, construite en coopération par la collectivité territoriale et la filière d'élevage, apporte une compensation aux fragilités de l'exportation, au bénéfice des éleveurs et des consommateurs locaux.

Inversement, dans le Grand est, la polyculture-élevage, menacée par la « céréalisation » mais soutenue par la Région pour des raisons environnementales, a pu s'ouvrir à de nouvelles demandes transfrontalières en modifiant le type de production de viande bovine : car-

casses plus légères, viande plus grasse, plus tendre et plus jeune. De nouveaux types de croisements, Hereford - races laitières, ou le développement de la race Salers,

permettent de répondre à la nouvelle demande aval, internationale ou locale

Ainsi le soutien par les structures territoriales, efficace substitut aux aides européennes, peut être déterminant pour la compétitivité des filières d'élevage en promouvant à la fois la territorialisation sans confinement et l'internationalisation.

LE DIALOGUE URBAINS-ÉLEVEURS CONDUIT À LA RECONNAISSANCE MUTUELLE

Autant que la compétition pour l'utilisation du foncier et de l'espace rural, deux systèmes de valeurs distinguent agriculteurs-éleveurs

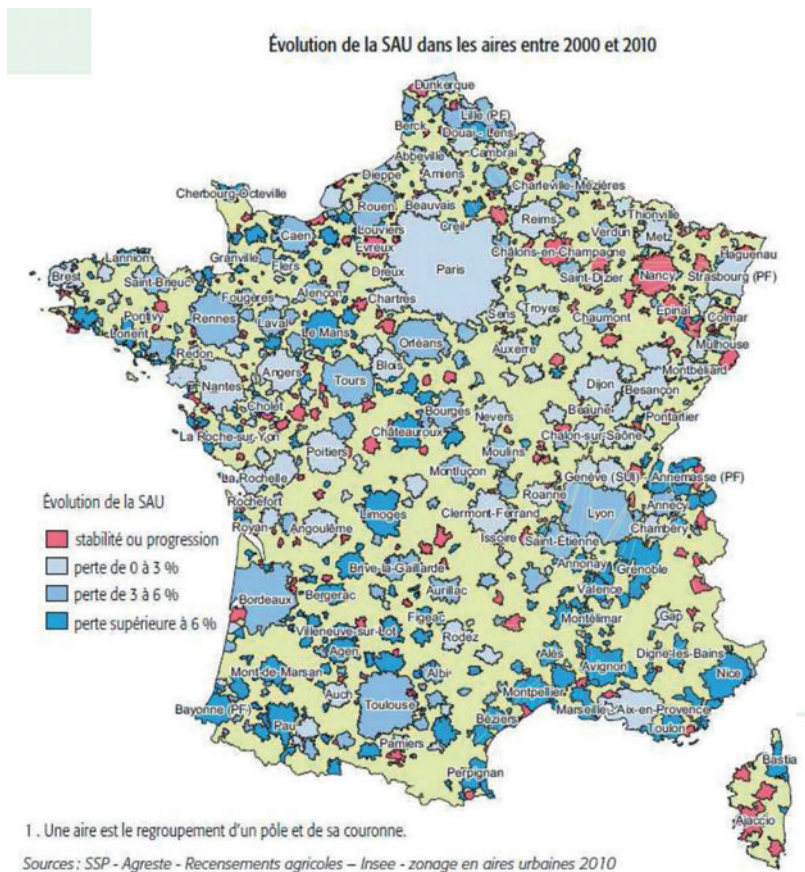


Figure 4 : Agrégation des espaces agricoles autour des nouvelles zones d'urbanisation, et leur évolution. »

et populations urbaines ou périurbaines. Ces dernières sont majoritaires dans la démographie actuelle de la France, comme l'illustre la carte (figure 4), et revendiquent de donner leur avis sur l'utilisation de l'espace comme sur les modes de production agricole. .

Deux légitimités, deux identités doivent être conciliées : la légitimité professionnelle des éleveurs à produire et à protéger leur outil de travail et la légitimité démocratique et citoyenne de la population majoritaire à aménager son cadre de vie, et à prendre en considération l'image des produits animaux qu'elle consomme. Là encore ce sont les structures territoriales locales, au niveau des métropoles ou des intercommunalités autres, qui offrent l'interface propice à des reconnaissances mutuelles.



Construire une nouvelle image de l'élevage.



Les rencontres en région ont multiplié les exemples de dialogues constructifs débouchant sur des initiatives conciliatrices ménageant la cohésion sociale et construisant l'acceptabilité de l'élevage moderne. C'est à ce niveau délocalisé que se construit une nouvelle image de l'élevage, bien loin des



Figure 5 : Les vaches Aubrac dans leur biotope (photo Duvert Frédéric).

caricatures opposant un élevage du passé, bucolique et idéalisé, à un élevage industriel diabolisé. L'avenir de l'élevage n'est ni l'un ni l'autre. Le goût pour la nature de certains urbains se retrouve bien dans le contexte de l'élevage en plein air (figure 5). Leur attachement à l'environnement naturel et à sa protection les pousse à reconnaître le « bouquet de services », matériel et immatériel que fournit l'élevage. De la protection de la qualité des sols, de l'eau et des paysages au maintien de l'accès à des zones de loisirs comme la montagne, le rôle de l'élevage, outre son rôle de pourvoyeur alimentaire, est reconnu comme éminent par ceux des urbains qui en perçoivent le bénéfice. Réciproquement les éleveurs, participant aux structures locales de dialogue, sont poussés à infléchir leurs modes de production

pour répondre aux attentes des urbains, façonnées de plus en plus par les normes européennes, et sont eux-mêmes gagnés par l'urbanisation des esprits.

Les nouvelles dynamiques territoriales qui se mettent en place, loin de contrecarrer les activités d'élevage, sont au contraire une chance, au plan économique comme au plan sociétal, pour réhabiliter la profession d'éleveur dans l'esprit des urbains et justifier les soutiens qu'elle mérite.

L'Académie d'Agriculture se réjouit d'avoir par sa démarche d'immersion dans trois grandes régions d'élevage et sous le prisme d'étude de la réorganisation territoriale, catalysé l'expression conjointe, entre professionnels et citoyens, de ces nouvelles solidarités. ■



WITH NATURE PARTNERS

Koppert cultive
les équilibres naturels

KOPPERT
BIOLOGICAL SYSTEMS



Jean Michel Besancenot
Ancien directeur de la Maison
de l'élevage d'Ile-de-France

Jean Michel Besancenot

Membre de l'Académie d'agriculture

La Ferme de Viltain à Jouy-en-Josas

C'est dans le « grenier à avoine » de la ferme de Viltain, très bien aménagé en salle de réunion, qu'ont été reçus le 15 mars 2016 les membres de l'Académie d'Agriculture, par Guillemette et Olivier des Courtils, et Benoit Dupré. Après avoir remercié nos hôtes, Christian Maréchal évoque la mémoire de notre confrère Jean Marie Dupré décédé en 2007 et rappelle qu'un oncle d'Olivier des Courtils a été jadis président de l'Académie d'Agriculture.

LA CRÉATION DE L'ÉTABLE : GUILLEMETTE DES COURTILS RACONTE....

Hôteliers-restaurateurs installés dans l'ancien relais de poste de Milly la Forêt, dans l'Essonne, les grands parents de Marcel Dupré (orphelin à 2 ans) voyaient en leur petit fils un autre avenir qu'agriculteur. Ils rêvaient de le voir médecin, avocat ou dans une autre profession libérale...il fallait le dissuader !...mais même des séjours dans des fermes inhospitalières ne le découragèrent pas ! Après s'être formé, Marcel devient alors régisseur de la ferme de Courtaboeuf, aux Ullis, avant de l'acquérir, et c'est là que naîtra en 1933 Jean Marie Dupré.

Courtaboeuf est alors une ferme de culture mais aussi d'élevage laitier, fournissant en vente directe toute la

vallée de Chevreuse. En 1959, Marcel part en retraite, et Jean-Marie ... se marie. Trois enfants vont naître de ce mariage. Mais il faut quitter la ferme de Courtaboeuf, que des projets autoroutiers et de zone industrielle risquent de faire disparaître. La famille se retrouve 12 km plus au nord sur la ferme de Viltain, précédemment louée par Marcel Dupré. Ce transfert n'éliminera pas l'élevage laitier - alors déjà abandonné dans beaucoup de fermes de la région - bien au contraire : aidé par son conseiller de gestion et deux architectes, l'un Danois (M. Heckman) et l'autre Français (Jean-Claude Larigaudry), Jean-Marie décide de créer une unité de 300 vaches laitières, taille qui optimise l'emploi d'une équipe de salariés. La 1^{ère} traite a lieu le 12 juillet 1970. La vente du lait en direct sera poursuivie, et réduite progressi-



Olivier des Courtils reçoit le groupe des académiciens sous un soleil radieux.

vement par la suite, avec l'arrivée du lait UHT, qui rendra nécessaire la mise en place d'une transformation du lait à la ferme.

L'ARRIVÉE DES « CHAPEAUX DE PAILLE », 30 ANS DÉJÀ... ! PAR OLIVIER DES COURTILS

Face aux projets d'installation des enfants, Jean Marie Dupré envisage d'autres activités sur cette ferme de polyculture-élevage. Après avoir pris des contacts avec la Maison Darbonne, de Milly la Forêt, et effectué des visites en Allemagne et en Angleterre, il crée « la cueillette » en 1981.

C'est Guillemette qui, après des études agronomiques et des stages à l'Étranger, en prendra responsabilité en 1985, une activité qui aujourd'hui

se pratique sur 50 ha (fruits, fleurs et légumes) avec 5 salariés permanents et 5 saisonniers. C'est aussi en 1985 que plusieurs fermes d'Ile de France, ayant eu le même projet de cueillette, se regroupent dans l'association « les Chapeaux de paille », afin de mutualiser études, conseil (emploi d'un ingénieur), approvisionnement et communication. Aujourd'hui l'association Chapeaux de paille compte 30 membres, dont 11 cueillettes en Ile de France.

Chaque année, la cueillette de Viltain emploie, pour les travaux de weekend, une quarantaine d'étudiants. Pour une offre aux clients la plus complète possible, la cueillette et « le marché de la ferme » forment un tout ! (...savez vous que les fleurs de la cueillette se vendent au kg ?)

LE TOUR DU « MARCHÉ DE LA FERME », AVEC BENOÎT DUPRÉ

En 1986, après des études à l'IHEDREA et en Sorbonne, Benoit « choisit l'agriculture » et revient à la ferme pour prendre en main ce marché tourné vers les consommateurs locaux : le « marché de la ferme ». Créé en 1954 à Courtaboeuf, il était au départ essentiellement basé sur les produits laitiers. Mais la baisse des ventes de lait en l'état, et la baisse des prix en laiterie, imposaient un redéploiement des activités laitières. Il fallait absolument les coupler avec la cueillette. Exemple : pour 5 kg de légumes ou de fruits cueillis, un cadeau en crème fraîche ou fromage est offert, à prendre au magasin !



L'étable reconstruite abrite aujourd'hui 400 vaches laitières.

En 1992, le magasin, devenu trop petit, appelait une nouvelle construction. Voyages d'études en Angleterre et aux USA pour concevoir au mieux le magasin, et puis ... souvenir de famille pour la commande passée à l'architecte : on construira finalement un bâtiment qui rappelle les célèbres halles de Milly la Forêt ! En même temps la laiterie évolue et une collaboration pour transformer le lait s'établit sous forme de CUMA avec des fermes laitières voisines, dont la ferme de Grignon. Des productions nouvelles naissent dont les laits fermentés répondant à une clientèle moyen-orientale (notamment le Liban). Un contrat de transformation du lait avec un établissement Seine-et-Marnais tourne mal, une nouvelle stratégie s'impose : transformer davantage à la ferme et mettre en avant les produits locaux (adhésion à la démarche régionale du « manger local » du CERVIA). En 2014 la fromagerie est agrandie, donnant de plus grandes possibilités de transformation à la ferme : magasin et fromagerie. Elle emploie désormais 15 personnes à plein temps auxquelles s'ajoutent temporairement des étudiants.

LE PLATEAU DE SACLAY: POLYCLTURE-ÉLEVAGE AU BORD DU GRAND PARIS...

Olivier des Courtils : « *La ferme de Viltain exploite 300 ha dont 130 en pâtures situées sur les domaines de l'INRA, ou sur des terres communales. Aux 120 ha de grandes cultures, s'ajoutent les 50 ha de cueillette. Du « travail à façon » sur 3 exploitations voisines s'ajoute aux activités de la ferme.* »

Mais située à 15 km de Paris et au centre de grands projets d'aménagement, le plateau de Saclay demande à être défendu, pour que soient sauvegardées les terres agricoles. Ainsi est née l'association « Terre et cité » ayant pour but de défendre le territoire, et dont Olivier des Courtils assure la présidence du collège des agriculteurs. Polyculture, mais aussi élevage. L'étable a été « repensée » complètement en 2009 et agrandie pour loger 400 vaches laitières. Elles trouveront de meilleures conditions de stabulation avec l'abandon de la litière accumulée (investissement de 1 mil-

lion d'euros). En 2001, un Rotolactor à 40 stalles avait été mis en place. Aujourd'hui l'étable produit par an 4 millions de litres de lait, dont 20% sont transformés. Le reste est vendu en laiterie (CLHN, St Denis de l'Autel), et en « spot » à des cours catastrophiques, largement en dessous du prix de revient établi à 310 euros la tonne. Actuellement un projet réunissant plusieurs fermes laitières d'Ile de France vise à mettre sur le marché régional un lait UHT « 100% local »... à suivre.

L'étable se compose de 2 troupeaux, celui de « Viltain » et celui d'Olivier des Courtils ; le passage de 300 à 400 vaches a imposé une enquête que l'on peut qualifier « de voisinage » mais avec toute la complexité de l'Administration française... « *une complexité qui nuit à l'esprit d'entreprise !* », nous dit-on.

A L'ÉTABLE, DES TECHNIQUES DE POINTE

Olivier des Courtils et Jean-Michel Hennequin, chef d'élevage, nous font visiter le hangar de stockage des aliments secs (concentrés et cmv) et de préparation des rations complètes, puis l'étable.

Chacun des 3 lots de vaches reçoit une ration complète toute l'année, distribuée 2 fois par jour, et ajustée à son niveau de production. La remorque distributrice-mélangeuse-peseuse reçoit d'abord les aliments humides : ensilage de maïs, préfanage d'herbe, foin de luzerne et paille, puis les concentrés secs : orge, maïs, tourteaux de soja tanné (30%) et de colza (70%) et prémix minéraux-vitamines. La distribution est calculée pour qu'il n'y ait pas de refus dans l'auge ; les fourrages sont régulièrement analysés pour équilibrer au

mieux les rations. L' eau est à volonté. Les génisses et vaches tarées sont en pâturage de fin mars au 1^{er} novembre. Les génisses sont rentrées à l'étable 1 mois ½ avant vêlage afin de les habituer à la ration de lactation. Les achats d'aliments secs complémentaires font l'objet de contrats à terme ; les rations sont établies par un ingénieur nutritionniste en fonction des normes alimentaires américaines « mieux adaptées aux grands troupeaux ».

La luzerne a été introduite dans les rations depuis quelques années, essentiellement sous forme de fourrage enrubanné (50% de matière sèche), diminuant ainsi la part des tourteaux achetés dans les rations. Les luzernières sont implantées pour 3 ans et récoltées 5 fois par an (1^{ère} récolte au stade bouton floral). Le ballot enrubanné de 600 kg revient à 22 euros, travail fait par entreprise. Du seigle, en culture dérochée avant maïs, a également été introduit dans les rations des vaches. Il est récolté à 18% de MAT (un mélange seigle-trèfle a été semé cette année). Le maïs est récolté en ensilage à 35% de matière sèche. On utilise 3 variétés (indices 265-285) à haute digestibilité, semées pour chacune alternativement sur 2 rangs.

Sur le plan génétique et reproduction, le choix des taureaux se fait selon les critères de conformation de la mamelle, et de la longévité. On recherche de bons aplombs et un bon bassin, une taille normale, un caractère plutôt laitier (l'index cellules est pris en compte). La ferme uti-

lise des taureaux américains confirmés (5 à 6 taureaux différents, dont 3 ou 4 nouveaux, par an). Toutes les vaches sont pointées dans le cadre des plans d'accouplement. Les inséminations sont réalisées par l'équipe des « éleveurs » (les vachers), avec échographie à 33-34 j. On utilise des semences sexées sur les jeunes reproductrices (75% de réussite). Les 1^{ères} et 2^{èmes} inséminations sont faites en race Holstein et les suivantes en race Blanc-bleu-belge, pour améliorer la conformation (et le prix) des veaux, vendus à 8-15 jours. La paillette sexée revient à 52 euros au lieu de 26 pour la normale. La ferme ne pratique plus la monte naturelle à cause des risques d'accidents pour le personnel.



Étable classée deuxième au contrôle laitier d'Ile-de-France.



L'étable est inscrite au contrôle laitier d'Ile de France. Sur la campagne du 1^{er} octobre 2014 au 30 septembre 2015, elle se classe 2^{ème} en performances parmi les 66 étables contrôlées avec une production moyenne par vache, de 11849 kg à 37,1 g/Kg de TB et 30,4 g/Kg de TP, pour 379 vaches présentes.

La stabulation bénéficie d'une aération importante (bardage à claire-voie) avec ventilateurs au plafond pour atténuer la chaleur par fortes températures. Les vaches sont en logettes,

sur tapis en caoutchouc souple ; l'état des pieds est contrôlé 2 fois par an. Des explications techniques sont données à l'occasion de la visite de la salle de traite (vue depuis un balcon aménagé) ; la traite a lieu 2 fois par jour à 5h30 et 15h30. Chacune dure 2 heures (sans trempage des trayons). Elle est effectuée par 2 trayeurs. Le nettoyage de l'installation demande 1 h après chaque traite. Le jour de la visite 300 vaches étaient traitées, la ferme dispose d'une capacité de stockage du lait de 300 000 litres.

VISITE ET ACHATS AU MARCHÉ DE LA FERME...

Pour terminer Benoit Dupré nous conduit au magasin. Construit en 1992, il propose une très large gamme de produits essentiellement fermiers et artisanaux... provenant d'Ile de France : fruits, légumes, fromages de chèvre et fromages de Brie, et toute la gamme laitière de Viltain, mais aussi de toute la France (suite notamment aux rencontres dans les salons). Les produits estampillés « Ferme de Viltain » sont issus de la ferme, ceux estampillés « Viltain » sont fabriqués pour la ferme par d'autres producteurs, fermiers ou artisans.

A 17h30, paniers remplis (... et avec un cadeau !) les Académiciens ont repris la route après que Christian Maréchal et Patrick Ollivier, trésorier perpétuel, représentant le Secrétaire perpétuel de l'Académie, aient chaleureusement remercié Guillemette et Olivier des Courtils, et Benoit Dupré, sans oublier Jean Michel Hennequin. ■



Claude Sultana

Ingénieur agronome
ex directeur de l'ITL

Pierre Del Porto

Ingénieur des techniques
agricoles
ex directeur du département
élevage de SOPEXA

Claude Sultana et Pierre Del Porto

Membres de l'Académie d'agriculture

La ferme « des mille vaches »

Le battage médiatique autour de la ferme dite « des mille vaches » a aiguisé la curiosité de nombre de membres de l'Académie d'agriculture. Aussi un groupe assez conséquent s'est retrouvé le jeudi 2 juin 2016 au Plessiel, commune de Drucat (Somme) pour une visite de la ferme organisée par notre confrère Pierre Del Porto et le groupe de travail de la section 3 sur “les grosses unités laitières”

Notre groupe était accueilli par Michel Welter, directeur d'exploitation et depuis peu co-gérant. Il retrace l'historique de cette ferme en évoquant le parcours de Michel Ramery, principal initiateur de ce projet, très récemment disparu. Michel Ramery, fils d'agriculteur de la région d'Armenières, a débuté son activité agricole en achetant une ferme de 15 ha dans sa région, faute de pouvoir reprendre l'exploitation familiale réservée à son frère aîné. Il revend rapidement cette ferme à son père pour se lancer dans l'entreprise de travaux agricoles avant de se tourner vers le BTP. Sa fibre agricole l'amène à créer en 1995, avec l'apport des exploitations (l'une céréalière, l'autre d'élevage) de Mme Deneux et de M Robart, dans la région d'Abbeville, une Société Civile d'Exploitation Agricole : la SCEA « Côte de la Justice ».

D'une superficie totale de 400 ha, elle exploite 50 à 60 vaches laitières. Par intégration de nouveaux agriculteurs, la surface passe à 1 000 ha (9 exploitations et troupeaux regroupés, situées en trois endroits distants de 30 km) en 2009 et conduit à la création d'un GIE gestionnaire de l'ensemble, d'une part, et, d'autre part, à celle d'une Société Civile Laitière : la SCL « Lait Pis Carde » dont le siège est à Amiens et qui dispose pour 170 vaches d'un quota de 1,3 M de litres de lait.

PREMIER COUP DE PIOCHE : 2013

Le besoin de mise aux normes et une incitation à l'agrandissement du troupeau poussent Michel Ramery à aller s'informer dans différents pays et notamment en Allemagne d'où il revient convaincu qu'une exploitation



La traite est effectuée au moyen d'un Rotolactor de 50 places, considéré comme plus fiable qu'un robot de traite et permettant de traire jusqu'à 2000 vaches.

laitière doit se situer en dessous de 200 vaches ou au-dessus de 500 : selon lui « *en dessous de 200 l'exploitation reste familiale, c'est-à-dire que le chef d'exploitation y travaille avec, selon la taille, la participation d'associés (GAEC par ex.), ou de main d'œuvre salariée. Au-delà de 500 vaches, il est possible d'organiser un fonctionnement à plusieurs équipes avec du personnel uniquement salarié : on est alors dans une structure de caractère industriel dans le bon sens du terme.* » Entre 200 et 500 vaches, l'équilibre de fonctionnement est difficile s'il n'y a que la collecte du lait comme production principale. Dans la nécessité d'évoluer est née l'idée de la ferme des mille vaches laitières et d'une unité de méthanisation de 1,4

MW destinée à fabriquer et vendre de l'électricité.

Le projet technique est bouclé en 2010 et la demande de permis déposée en 2011. Après le retard administratif dû à la période électorale 2011/2012, le projet est adopté en 2013 pour 780 animaux et un méthaniseur de plus faible capacité. Le premier coup de pioche est donné le 4 avril 2013. Les travaux sont rapidement perturbés par des manifestations d'hostilité menées successivement par la Confédération Paysanne, et des habitants alentour regroupés dans l'association Novissen (Drucat se place dans les toutes premières communes de France par le haut niveau de ses impôts locaux), de

mouvements écologistes. Sans parler des tracasseries administratives. Dans le montage financier, les bâtiments de la ferme appartiennent à la SCEA, le troupeau à la SCL, la gestion des 1000 ha est confiée au GIE, et il y a en tout 11 sociétés pour divers objets dont 8 SCEA avec des participations croisées.

LA FERME, LES VACHES, LA PRODUCTION, LA GESTION DU TROUPEAU

Michel Welter nous conduit dans la salle de visite, surplombant la salle de traite, que l'on voit à travers une large vitre. La ferme est contiguë à l'aérodrome d'Abbeville. Elle est constituée de deux corps de bâtiments princi-



Michel Welter planche devant les académiciens tous spécialistes de l'élevage.

paux reliés par une branche pour la communication, de divers bâtiments de stockage et de silos extérieurs. Les bâtiments ont été achevés mais l'installation de méthanisation n'a pu être réalisée, le projet étant remis sine die. Depuis le village de Drucat, situé au sud-est de la D 928, à 3 km un peu en contrebas, il est impossible de voir le toit de la ferme.

La première traite a lieu le 12 septembre 2014, avec un troupeau de 133 vaches de race Holstein. Le 19 septembre l'effectif du troupeau était porté à 400, et aujourd'hui 840 vaches sont présentes. La traite se fait avec un Rotolactor de 50 places. Michel Welter a préféré cette option à celle de robots de traite pour un investissement équivalent de 500 000 euros. Il est hostile à la robotisation de la traite à cause des risques de dysfonctionnement. Le Rotolactor est suffisant pour 2000 vaches.

Deux équipes de 3 personnes s'occupent des trois traites quotidiennes. Un premier vacher va chercher l'animal dans la zone d'attente, un second nettoie la mamelle, examine

les premiers jets de lait pour dépister si l'animal est malade. En ce cas, il est écarté de la traite, et effectue un tour de Rotolactor à vide pour ressortir ensuite et être traité, puis isolé. Le troisième vacher pose le faisceau trayeur quand la vache a pris place dans le Rotolactor. La traite terminée, le décrochage est automatique, mais en cas de défaillance, le système stoppe de lui-même, une vache ne pouvant pas faire 2 tours. En temps normal, cet équipement permet de traire jusqu'à 300 vaches/heure, ce qui correspond à 6 rotations. Cette vitesse est convenable pour une traite d'une durée moyenne de 4 mn et est suffisamment lente pour s'adapter à la difficulté de traite de certaines vaches. Les 3 traites journalières ont lieu à 5 heures, 12 heures 30, et 20 heures. Nous assistons à la fin de la traite de midi et demie et constatons que les vaches entrent volontiers dans le manège - alors qu'il n'y a pas d'alimentation complémentaire - et ressortent facilement, à reculons.

Le travail à la ferme est organisé en deux équipes, de 5 h à 14 h et de 14 h à 23 h. 19 personnes s'occupent de

l'élevage dont 14 de la traite. La rotation des équipes permet de respecter les horaires légaux de travail hebdomadaire. La totalité du personnel, dont celui s'occupant des cultures, s'élève à 25 personnes. Dans l'objectif d'un troupeau de 1000 vaches cela représente une personne pour 40 vaches. Actuellement 1550 bêtes (élèves et vaches en production) se trouvent sur les différents sites.

La production moyenne est de 35 l/jour par vache, sur une durée de lactation de 315/320 jours. L'objectif est d'atteindre 12 500 l/vache/an. Pour monter en puissance les bêtes ont été achetées par troupeaux entiers, parfois en état moyen car provenant de producteurs en fin d'activité qui cédaient en même temps leurs quotas. Toutes les vaches qui présentent des signes de boiterie (*mala-die de Mortellaro*) sont rapidement éliminées. La productivité des animaux achetés étant très hétérogène, la première démarche pour relever la moyenne passait par la sortie des moins productives. Il a été constaté que le stress du troupeau survenait 4 mois après son arrivée. C'est un handicap à gérer dans la production. Des achats unitaires permettent de remplacer les animaux défaillants en attendant que le renouvellement se fasse par les génisses issues des croisements mis en place. L'amélioration est recherchée en croisant la race Holstein avec la Montbéliarde ou des races rouges du Nord (souches de Finlande, Danemark, Suède). L'insémination étant sexée pour les veaux mâles, le choix du taureau se fait dans les races à viande.

Le tarissement est brutal - environ deux mois avant vêlage - alors que la vache est encore en pleine lactation. Elle reçoit alors une ration adaptée à

sa productivité, et modulée jusqu'au vêlage.

Le premier vêlage est programmé à 24 mois. La vache sera réformée après 5 lactations. C'est davantage que la moyenne en France.

Le contrôle laitier était pratiqué au départ sur une traite/vache/jour. Aujourd'hui, un échantillon est prélevé par vache une fois par mois, lors de la traite du soir. Les vaches portent un collier capteur qui permet de suivre leur activité et notamment le temps passé à manger et leurs mouvements de tête. Les vaches en alarme alimentation sont séparées car présentant des signes précurseurs indicateurs de boiterie. Une vache en hyperactivité est considérée comme étant en chaleur, généralement vers 80 jours après le début de lactation ; l'insémination à l'aveugle est alors pratiquée. La réussite est en moyenne à deux inséminations par vache.

Il y a six lots majeurs de vaches, et deux lots secondaires : les vaches fraîchement vêlées (dont le colostrum est réservé pour l'alimentation des veaux nouveau-nés) et les malades (on constate environ 25 mammites/mois).

La ferme est sous contrat avec un cabinet de 7 vétérinaires associés qui assurent un passage trois fois par semaine pour un coût de 2 000 euros par mois, soit 13 euros par 1000 l de lait et par mois.

Le lait est livré en Belgique, dans un contexte de crise des prix, bien connu.

L'ALIMENTATION, LE CONFORT

La ration journalière est la même, quel que soit le niveau de production de

la vache. Elle est composée de 30 kg de maïs, 10 kg de fourrage vert, 4 kg de drêches de brasserie, 8 kg de pulpes de betteraves surpressées, et 1,5 kg de corn-gluten-feed et soja. La ration est distribuée dès le matin au réveil à raison de 60 %, pour des raisons d'efficacité et de demande.

Nous passons à la visite des bâtiments. Le premier parcouru, le plus au nord, est occupé par les vaches en lactation : d'un seul tenant, entièrement métallique et sous un toit à 2 versants, il mesure 234 m de long et 12 m de hauteur à sa partie la plus élevée, pour une surface de l'ordre de 9 600 m². Il est ouvert à tous vents, les animaux profitant d'un air parfaitement sain qui se renouvelle plus de 8 000 fois par jour. En cas de besoin des rideaux déclenchés automatiquement par anémomètre permettent de réduire la vitesse de l'air.

L'intérieur est compartimenté en 6 loges de 78 m de long, trois de chaque côté d'un couloir d'alimentation et de circulation. Dans chaque loge, pouvant accueillir un lot de 150 bêtes (explication des 6 lots majeurs

de traite), des logettes réparties sur 2 lignes constituent l'aire de repos des vaches. Elles sont bordées par des allées communiquant à leurs extrémités pour permettre la libre circulation des vaches et leur accès à la nourriture, distribuée le long des bords du couloir central. Les logettes ne sont jamais nettoyées mais simplement rechargées, une fois par semaine, avec un mélange dans la proportion de 1 kg de paille, 2 kg de chaux pour stabiliser le pH, et 3 litres d'eau. Ce mélange, préparé la veille, est déversé à l'aide de godets. Le renouvellement de la litière se fait par le retrait des bouses et le débordement dans l'allée, provoqués par le piétinement des vaches précédant leur coucher. Les allées sont curées par raclage automatique toutes les 2 heures. Les déjections récupérées sont broyées et épandues sur les champs.

Il n'y a pas de système de cornadis pour l'accès des vaches à l'alimentation, mais de simples boudins plastiques de 60 cm de haut et d'environ 8 cm de diamètre. Montés sur des axes verticaux, ils peuvent s'incliner d'environ 30 degrés sous la poussée



A la nurserie les veaux sont nourris classiquement à la poudre de lait délayée à l'eau, distribuée au seau.



Selon Michel Welter, la vache est un animal herbivore sédentaire qui n'a pas besoin de pâturer si on lui apporte l'herbe sur place.

de la vache qui veut atteindre l'aliment distribué dans le couloir. Les séparations entre les logettes sont uniquement constituées de boudins de plastique souples. C'est un système très confortable pour les animaux.

Les explications justifiant la conception de ce bâtiment donnent à Michel WELTER l'occasion de présenter son approche du fonctionnement de la vache. Pour lui c'est « *un animal pouvant vivre à l'extérieur ou dans des espaces ouverts, qui ne craint pas le froid mais redoute la chaleur. C'est un herbivore sédentaire qui reste couché 14 h/jour. Une heure après la traite la vache doit être occupée à manger ou être couchée. Si elle erre trop dans les allées, elle a un problème. Selon des études américaines, elle ne boira spontanément que si la distance entre 2 abreuvoirs est inférieure à 22 m, ce qui est le cas dans ce bâtiment. La vache ne cherchera pas à aller pâturer si elle trouve sur place et à volonté aliments et eau.* »

Si l'on prend en compte l'aspect production, tout déplacement entraîne

une déperdition d'énergie mesurée à 1,5 UF chaque 100 m, d'où l'importance de la proximité de l'abreuvoir. C'est aussi une quantité importante de déjections perdues (parce qu'éparpillées), donc non utilisables pour un procédé de méthanisation, et aussi une consommation accrue d'eau et d'aliments.

Dans la logique industrielle de gestion de la ferme des mille vaches, l'efficacité maximum est recherchée : pas de stress, nourriture abondante et de qualité constante, abreuvement à volonté, volume d'air constamment renouvelé. Pour corroborer ses affirmations, Michel WELTER a fait le constat que, même barrières ouvertes, les animaux sortent puis reviennent très rapidement se recoucher à l'intérieur.

LES SILOS, L'INFIRMERIE, LES ÉLÈVES...

En poursuivant la visite le groupe passe devant les silos. Ils sont largement dimensionnés et au nombre de 4 pour l'instant. Les parois sont

formées d'éléments préfabriqués en béton armé reposant directement sur le sol, sans ancrage. Elles constituent 2 plans inclinés de 5 m de haut resserrés vers le haut sans venir en contact, reliés par une plateforme horizontale à environ 1 m du sommet, qui sert de couloir de visite, facilitant la surveillance des opérations d'ensilage. Ces éléments, qui sont simplement posés sur le sol, s'emboîtent jointivement pour permettre de construire des silos de la longueur souhaitée. Y sont stockés 2 500 T de pulpes surpressées et une coupe de 120 ha d'herbe (sous des bâches). Passage ensuite, après le hangar à paille, devant le bâtiment de stockage des aliments secs dans de grandes cases ouvertes sur un côté pour permettre la manutention mécanique.

Sur le chemin du second grand bâtiment, le groupe passe près de la tour de concentration des déjections. Dans l'année le troupeau produit 8 000 T de déjections solides, 25 000 T de liquides, le tout classé en déchets faute de qualification (normalisation) de la valeur fertilisante...

Le second bâtiment, identique à celui des vaches en lactation, dispose aussi de loges où il accueille les vaches fraîches vêlées, les vaches en fin de gestation, et, à part, les malades. Dans ce bâtiment existent des cornadis classiques permettant aux vaches d'accéder à la nourriture distribuée dans l'allée centrale, et de contenir l'animal isolé pour des traitements. Vers l'extrémité du bâtiment, au-delà de la branche de communication avec l'autre bâtiment se trouve la salle d'attente de la traite, puis la salle de traite. Les bureaux sont à l'extrémité du bâtiment.

Ce tour de la ferme se termine par le passage devant la nursery, adossée



L'absence de cornadis, remplacés par des boudins verticaux en plastique souple, facilite l'accès des vaches aux aliments.

au second bâtiment. Dès leur naissance et jusqu'à l'âge de 15 jours, les veaux sont logés dans des cases individuelles comportant une niche où ils peuvent se coucher. A 15 jours les veaux mâles sont vendus et les femelles sont mises en cases collectives. Il n'y a pas d'allaitement naturel : les veaux sont systématiquement sondés dès leur naissance pour leur administrer un colostrum conservé préalablement au congélateur ou au frigidaire. Après mise en température au bain-marie, le colostrum est donné à la tétine, ou à la louve après apprentissage. L'alimentation est ensuite à

base de poudre de lait délayée, distribuée au seau. Le sevrage intervient à deux mois. Les génisses sont alors envoyées à la ferme d'Airaines où elles seront élevées.

Après 3 heures de visite le groupe revient à l'entrée, devant les bureaux où il a été accueilli. Gérard Tendron, Secrétaire perpétuel de l'Académie d'agriculture, remercie vivement Michel Welter pour les explications claires et abondantes qu'il nous a données, et Pierre Del Porto pour avoir organisé la visite. Il se dit positivement impressionné par cette réali-

sation et le fait qu'à aucun moment on peut imaginer qu'il y a autant d'animaux dans cette ferme. Il retient que cette exploitation est présentée comme un exemple d'un élevage laitier d'une taille encore inhabituelle en France et non comme un modèle, exemple qui, comme le suggère Michel Welter, pourrait inspirer de petits éleveurs en les incitant à se regrouper pour créer des structures de taille suffisante pour atteindre la rentabilité et gagner en qualité de vie.

Il est 17 heures 30 quand le groupe prend le chemin du retour. ■

Fermes Agéris™.

En faisant connaître les bonnes pratiques agricoles, c'est toute la biodiversité qui en sort grandie.

Plus d'informations sur www.syngenta.fr

Ensemble, développons les agricultures de demain

W&CIE © Pac : 05/13



syngenta®

Syngenta France SAS - 12, Chemin de l'Hobit 31790 Saint-Sauveur France. SAS au capital de 111 447 427 Euros.
RCS - RSAC Toulouse 443 716 832. Numéro de TVA intra-communautaire : FR 11 443 716 832.
N° d'agrément MP02249 : distribution de produits phytopharmaceutiques à des utilisateurs professionnels.

TM



Jean-Louis Bernard
Consultant Protection des
cultures et environnement

Jean-Louis Bernard

Membre de l'Académie d'agriculture

Biocontrôle et Protection des cultures

Pour protéger les cultures, les concepts d'agriculture écologiquement intensive ou d'agroécologie font largement appel à des moyens inspirés de la nature, dont l'utilisation est présentée comme moins perturbante pour le milieu et la santé des personnes que ceux plus couramment utilisés. Ce choix renvoie au biocontrôle, terme dont la compréhension, loin d'être partagée, fait débat dans les filières agricoles. Un groupe de travail de l'Académie d'agriculture s'est penché sur cette notion, pour tenter d'en préciser le périmètre, d'en recenser les succès ou les freins, et d'en souligner les pistes de progrès.

Les membres du Groupe de travail « Biocontrôle » de l'Académie d'agriculture, co-auteurs du rapport élaboré d'avril 2014 à janvier 2016 : **Jean-Louis Bernard** (coordinateur), **Claude Alabouvette**, **Bernard Ambolet**, **Emile Choné**, **Yvette Dattée**, **Charles Descoins**, **Marie-Thérèse Esquerré-Tugayé**, **Philippe Gracien**, **Bernard Le Buanec**, **Christian Lévêque**, **Jean-Claude Pernollet**, **Catherine Regnault-Roger**, **Agnès Ricroch**, **Charles Vincent**.

Il est tout d'abord nécessaire de définir le biocontrôle et les moyens de protection qui s'y rattachent. Ce terme est l'abrégié de l'anglo-américain « *biological control* ». Selon la spécialisation des auteurs, différentes définitions sont apparues. Beaucoup sont reliées à la nature des nuisibles à éliminer ou à celle des moyens de lutte étudiés. Certaines prennent en compte la plante cultivée comme un moyen de biocontrôle, d'autres ne l'incluent pas. Certains englobent des plantes ou des microorganismes génétiquement modifiés, ce que d'autres rejettent, etc.

En outre, la mise en avant du biocontrôle survient dans un contexte où

la directive européenne 2009/128/CE fait déjà obligation aux Etats-membres de développer la **protection intégrée des cultures** qui vise à une utilisation optimale de l'ensemble des méthodes de lutte disponibles, privilégiant les mesures préventives et appuyant l'emploi de moyens curatifs sur des outils de surveillance et d'aide à la décision. Les techniques de biocontrôle doivent donc tenir compte de cette stratégie européenne où elles s'inscrivent d'ailleurs pleinement. Le Club Adalia, qui regroupe des techniciens de la lutte intégrée, définit le biocontrôle comme « *l'ensemble des méthodes de protection des végétaux qui utilisent des mécanismes naturels. Il vise à la protection*



La lutte contre les ravageurs utilisant des auxiliaires, agents vivants, demande la création de réseaux d'étude spécifiques et une logistique très adaptée. La coccinelle, bien connue pour son goût pour les pucerons, illustre ce domaine du biocontrôle.

des plantes en privilégiant l'utilisation de mécanismes et d'interactions qui régissent les relations entre espèces dans le milieu naturel ».

En France, le biocontrôle a fait l'objet d'un rapport parlementaire publié en 2011. Il est largement mentionné dans la loi d'Avenir pour l'agriculture de 2014. La plupart des sources tendent à inscrire dans le biocontrôle quatre familles majeures de moyens d'intervention : macroorganismes, microorganismes, médiateurs chimiques et substances naturelles. Signalons qu'aux Etats-Unis, les « *biopesticides* » ne recouvrent que trois catégories : microbial pesticides (ex : les protéines insecticides de *B. thuringiensis*), biochemical pesticides (ex : phéromones) et *plant-incorporated protectant* (PIP), ce dernier regroupant les substances que les plantes fabriquent à partir d'un matériel génétique introduit dans leur génome, rejoignant de ce fait le domaine de l'amélioration des plantes.

Le groupe de travail de l'Académie d'agriculture propose de définir le biocontrôle comme le regroupement de méthodes de protection des cultures utilisables par l'agriculteur ayant en commun :

- de reposer sur la **connaissance des interactions** entre plante cultivée, bioagresseurs et autres organismes vivants du milieu naturel ;
- d'utiliser prioritairement la capacité de régulation des **agents vivants présents dans le milieu agricole local**, quitte à les favoriser par une action volontaire ;
- de faire appel pour protéger les cultures à des **agents vivants ou issus du vivant**, à la fois pour la mise en place des mesures indirectes qui s'imposent pour une culture donnée et pour l'intervention directe résultant de l'observation des cultures en saison.

Privilégier des agents vivants ou issus du vivant conduit à exclure du biocontrôle des substances minérales (sels de cuivre, soufre, chaux, acides miné-

raux...), des produits de synthèse ou des moyens physiques de régulation des organismes nuisibles (labour, sarclage, taille, brûlage...). Cependant, tous ces moyens restent parfaitement utilisables dans un système de protection intégrée.

Respecter les principes de la protection intégrée des cultures et privilégier l'emploi de moyens de protection vivants ou issus du vivant implique pour l'agriculteur la mise en œuvre successive d'actions peu dissociables :

1. Privilégier l'activité des agents de régulation biologiques qui existent dans l'agroécosystème (ex : insectes auxiliaires, certains oiseaux...).
2. Choisir des cultures et des variétés (agents vivants) qui minimisent la pression des organismes nuisibles attendus dans le contexte de culture local.
3. Mettre en œuvre des agents de lutte vivants ou issus du vivant, c'est-à-dire les quatre grandes familles consacrées par la Loi d'avenir pour l'agriculture de septembre 2014 : macroorganismes, microorganismes (agents vivants), médiateurs chimiques et substances naturelles (agents issus du vivant), auxquelles il faut ajouter les organismes de lutte autocide (agents vivants) et les substances élicitrices (issues du vivant).

LES AGENTS DE LUTTE VIVANTS

Les **microorganismes** (virus, bactéries, protozoaires, levures, oomycètes, champignons supérieurs) sont des éléments majeurs de régulation naturelle. Ils entrent dans le champ du règlement 1107/2009 qui régit la mise

sur le marché des produits de protection des plantes. En 2016, cette catégorie est illustrée pour la protection contre les maladies par des préparations à base de champignons (ex : *Coniothyrium minitans*) ou de bactéries (ex : *Bacillus pumilus*). D'autres solutions sont en cours de clarification réglementaire (ex : agents stimulateurs de vitalité) ou ont été récemment mises sur le marché, ce qui ne permet pas encore de juger de leur performance. Contre les ravageurs, le microorganisme le plus utilisé est *Bacillus thuringiensis* (Bt). On emploie aussi des baculovirus pathogènes des larves de tordeuses et de noctuelles.

Les **macroorganismes** sont des êtres vivants généralement visibles à l'œil nu qui exercent une pression sur les ravageurs ou les adventices. La plupart sont des arthropodes prédateurs ou parasites et des nématodes pathogènes d'insectes ou de mollusques. Certains ont été acclimatés pour contrecarrer des ravageurs introduits. D'autres sont indigènes et on cherche à favoriser leur abondance à proximité des cultures. Grâce aux élevages de masse, on réalise parfois des lâchers inondatifs en temps opportun. Les principaux succès récents ont été obtenus dans les serres, qui, dans les conditions technico-économiques actuelles, ne sauraient performer sans le recours à ces auxiliaires.

La **lutte autocide** vise des arthropodes nuisibles dont on cherche à perturber la reproduction en lâchant dans une région déterminée de grandes quantités de mâles stériles. En général, la stérilisation est obtenue par l'application de rayonnements ionisants à des insectes produits en élevage. Le concept tend à s'élargir avec des techniques telles que la

stérilité des hybrides, l'incompatibilité cytoplasmique et la translocation de chromosomes. Malgré de francs succès, en particulier aux Amériques, la lutte autocide n'a pas été développée pour la protection des cultures en Europe.

Parmi les organismes vivants sur lesquels repose la protection des cultures se trouve le choix de **la culture et de la variété cultivée**. La résistance ou la tolérance à des bioagresseurs est l'un des objectifs constants de l'amélioration des plantes. Bon nombre de maladies (ex : rouille noire du blé) ne sont pas combattues par l'agriculteur car les variétés qu'il utilise ont été créées résistantes. Il est important de préserver cette résistance en s'appuyant sur des pratiques agricoles qui minimisent ou ralentissent le risque d'un contournement par les bioagresseurs.

LES AGENTS DE LUTTE ISSUS DU VIVANT

Les **médiateurs chimiques** sont des substances biosynthétisées par des organismes vivants qui, émises en faible quantité dans l'air, l'eau ou le sol, agissent à distance sur le comportement ou la physiologie d'organismes de même espèce ou d'espèces différentes. Parmi ces médiateurs, les phéromones sexuelles des insectes ont permis la mise en œuvre de dispositifs de captures, des stratégies de type « attract and kill » et la confusion sexuelle. Celle-ci est mise en œuvre à grande échelle par l'arboriculture fruitière et la viticulture.

Les **substances naturelles** sont obtenues de plantes, de microorganismes ou de matières animales. Pour se défendre de leurs bioagresseurs, les végétaux en synthétisent un grand nombre : composés phénoliques,

terpénoïdes, stéroïdes ou alcaloïdes. Leur étude a souvent conduit à interdire leur emploi pour des questions de toxicité. Seul rescapé, le pyrèthre qui est toujours la principale substance naturelle utilisée de par le monde. Certains pays d'Europe autorisent comme insecticide l'huile de neem contenant de l'azadirachtine, une substance en cours d'évaluation. Parmi les extraits végétaux on range des huiles essentielles, composés volatils aux propriétés variées issus pour la plupart des terpénoïdes, et des huiles végétales non volatiles utilisées comme insecticides ou synergistes. D'autres extraits végétaux ont été récemment proposés comme désherbants, éliciteurs ou adjuvants pour bouillies. Plusieurs insecticides ont été obtenus par fermentation à partir de bactéries ou de champignons.

Les **substances élicitrices** sont des composés qui, appliqués sur une culture, sont capables de stimuler des mécanismes naturels de défense contre des bioagresseurs. On les appelle aussi *stimulateurs des défenses naturelles* ou SDN. Un composé extrait du vivant, la laminarine, possède des autorisations de vente sur des maladies des céréales, de la vigne ou des arbres fruitiers. Une souche de *Bacillus subtilis*, antagoniste de champignons pathogènes, est capable en outre de stimuler les défenses de certains végétaux. Plusieurs molécules abiotiques comme le fosétyl-Al ou l'acibenzolar-S-méthyl possèdent un pouvoir d'élicitation régulier qui a trouvé de larges utilisations en agriculture.

LE BIOCONTRÔLE DANS L'AGRICULTURE ACTUELLE

Afin de préciser la place actuelle du biocontrôle en France, notre groupe

de travail a examiné en détail quatre cultures différentes. Pour chacune, il s'est agi de répertorier les principaux bioagresseurs, leur degré de nuisibilité, la nature des moyens de défense et l'intensité de leur mise en œuvre, la hiérarchie des attentes des filières correspondantes.

Dans l'état actuel des pratiques, le biocontrôle connaît un certain nombre de succès :

- vigne : confusion sexuelle contre les tordeuses, régulation des acariens phytophages et du flatide pruineux au moyen de macroorganismes et bien sûr, greffage contre le phylloxéra. Contre le mildiou, seuls les éliciteurs abiotiques (phosphonates) occupent une place significative, associés à des fongicides classiques ;

- maïs : utilisation significative d'insectes parasitoïdes contre la pyrale du maïs ;

- colza : sélection variétale efficace contre le phoma ;

- bananier : piégeage du charançon au moyen de phéromones d'agrégation.

Pour plusieurs usages, les solutions de biocontrôle doivent encore faire leurs preuves. C'est le cas des microorganismes utilisés contre l'esca, le *black-dead-arm* ou la pourriture grise de la vigne, de ceux destinés au contrôle des sclérotinioses du colza ou de *B. subtilis* contre les cercosporioses du bananier.

Il existe des problèmes sanitaires majeurs pour lesquels aucune solution de biocontrôle n'est efficace : le désherbage en général, la flavescence dorée, l'oïdium et le black-rot de la vigne, les insectes ravageurs du colza, les taupins et la sésamie du maïs. Face à certains problèmes, les filières ne disposent parfois d'aucune

solution (ex : orobanche et hernie du chou sur colza, fusariose des épis du maïs). La situation est tendue pour plusieurs usages qui reposent sur un nombre infime de produits de lutte, le plus souvent conventionnels : corvidés sur le maïs, altises et charançon du bourgeon terminal du colza...

LES ATOUTS ET FREINS À LA MISE EN ŒUVRE

Les trois domaines du biocontrôle dont nous suggérons la prise en considération successive possèdent des atouts et des freins (état des connaissances, faisabilité, économie ...) qui conditionnent leur utilisation effective pour la protection des cultures :

L'utilisation des organismes vivants régulateurs présents dans l'agroécosystème

Un grand nombre de chaînes trophiques des agroécosystèmes peuvent minimiser l'incidence négative des bioagresseurs mais la plupart sont mal connues de la Science, ce qui empêche leur utilisation en agriculture. En jouant sur la diversité botanique, les rotations ou les assolements, on peut toutefois tirer parti de certaines interactions connues.

Les choix des cultures et des variétés

En fonction de la rotation envisagée, un choix judicieux d'espèces et de variétés permet de minimiser différents risques sanitaires prévisibles. En raison de l'évolution permanente des organismes nuisibles, la sélection variétale est un processus d'amélioration continue qui relève d'une nécessité absolue. Il a donné de longues dates de si remarquables gages de sa valeur qu'on doit s'interroger sur la durabilité de systèmes de produc-

tion où les caractéristiques variétales seraient figées.

Après l'abandon des nombreux hybrides interspécifiques créés au XIXe siècle, les nouvelles variétés hybrides annoncées en viticulture peuvent faciliter le biocontrôle du mildiou mais aussi du court-noué si elles répondent aux attentes qualitatives du marché. D'autres solutions sont avancées pour le colza et le maïs. Le bananier reste en retrait en raison des plantations monovariétales et de l'extension des cercosporioses.

Une question d'actualité concerne l'apport des biotechnologies qui offrent d'importantes facilités pour introduire rapidement des gènes de résistance dans des cultivars de grand intérêt, sans effet négatif connu à ce jour sur les organismes non cibles. Il existe dans le monde une véritable dynamique à ce sujet avec de nombreuses réalisations concrètes.

La mise en œuvre volontaire d'agents de lutte vivants ou issus du vivant,

Si le biocontrôle bénéficie d'une opinion globalement positive dans le monde agricole, l'adoption de ses solutions est entravée par un manque de garantie sur leur efficacité, des questions de coût et de lacunes dans leur accompagnement. Ces solutions devraient aussi pouvoir cohabiter avec les produits conventionnels, assurant une meilleure durabilité aux stratégies de protection.

Dans le domaine des microorganismes, la lutte biologique par acclimatation relève en général de services étatiques, échappant à l'initiative des agriculteurs. Parfois remarquables, ses résultats sont souvent peu satisfaisants et peuvent receler des menaces potentielles durables

pour des espèces non cibles (ex : cas de la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis*). De son côté, la lutte biologique par augmentation a fait ses preuves dans les cultures sous abri. Les réseaux regroupant producteurs d'auxiliaires, distributeurs et conseillers de terrain spécialisés contribuent à mettre au point les méthodes de lutte et assurent la logistique.

La recherche visant à découvrir de nouvelles substances naturelles demeure active. L'étude des extraits végétaux est complexe en raison de leur hétérogénéité naturelle qui rend difficile la caractérisation des multiples composés qu'ils contiennent. Leurs avantages les plus courants (biodégradabilité, demi-vie courte...) ne suppriment pas la nécessaire connaissance préalable de leur innocuité pour l'utilisateur et l'environnement, de leur niveau d'efficacité et de sa reproductibilité sur les espèces cibles. Doivent aussi être pris en compte la disponibilité de la matière première et la question des résistances en cas d'utilisation répétée.

Le cas des médiateurs chimiques est très différent. La confusion sexuelle devrait assurer une bonne part de leur développement grâce à la diversité des usages, à la mise au point de nouveaux bouquets phéromonaux et au perfectionnement des diffuseurs. Il existe un fort potentiel dans les grandes cultures où la confusion demeure à ce jour marginale.

Les substances élicitrices d'origine naturelle sont dans une situation moins favorable. En dépit des promesses de l'expérimentation en milieu contrôlé, elles ne représentent qu'une fraction infime des produits de protection et les espoirs de développement à court terme sont faibles. Nos connaissances sur leur mode d'action sont encore insuffisantes et



Dans les bananeraies, le piégeage des charançons au moyen de phéromones donne de bons résultats. Contre des maladies comme les cercosporioses, l'utilisation des moyens de biocontrôle doit encore faire ses preuves.

le rôle exact joué par les paramètres du milieu qui influencent leur efficacité est mal compris. En regard, le marché des éliciteurs de synthèse reste significatif.

La lutte autocide offre des atouts remarquables : haut niveau d'efficacité, sélectivité absolue, innocuité pour l'environnement. En revanche, elle exige une concertation poussée entre administration, élus locaux, organisations de producteurs, partenaires scientifiques et techniques et entreprises privées. Dans le contexte actuel, il semble que ce procédé ne soit pas proche d'être mis au rang des pratiques de biocontrôle en France.

LES PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT

Parmi les éléments facilitant l'extension du biocontrôle, on trouve la protection intégrée des cultures, dont la mise en œuvre est maintenant obligatoire. Dans cette transition, le biocon-

trôle apporte ses atouts, mais réduire la défense des cultures à ses seuls agents serait imprudent pour garantir une protection durable. Mettre en place une protection reposant sur une diversité de moyens ne se fera pas sans une réflexion au sujet de la frontière ténue existant entre chimie « de synthèse » et chimie « naturelle ». Ni en l'absence d'un examen objectif des propriétés toxicologiques et écotoxicologiques des moyens de lutte qui en sont issus. Le rapport académique aborde différents exemples : molécules naturelles et molécules de synthèse, chimie imitative, hémisynthèse, adjuvants de formulation, additifs extemporanés, association de substances d'origines différentes...

Le développement du biocontrôle est aujourd'hui dynamisé :

- par une recherche créative stimulée par de nombreux nouveaux acteurs et les investissements récents de grands industriels ;
- par un relatif consensus sur le bénéfice environnemental global des



Parmi les agents « issus du vivant », les protéines insecticides issues de *Bacillus thuringiensis* sont utilisées depuis longtemps contre la chenille processionnaire du pin.

solutions relevant du biocontrôle, consensus qui ne doit pas exclure la vérification des caractéristiques supposées favorables ;

- par un courant sociétal porteur dans des pays industrialisés, distancié de l'agriculture, où la crainte de pénurie alimentaire a fait place à des exigences accrues en matière de qualité, de sécurité et d'impact environnemental.

Cette dynamique est contrebalancée par les réserves exprimées au niveau des agriculteurs qui recherchent des preuves de l'efficacité des solutions de biocontrôle avant de les introduire dans leur système de culture, s'interrogent sur les coûts ou les surcoûts correspondants, et réclament une formation et des conseils basés sur l'expérience de terrain.

Un autre frein moins clairement perçu est la contestation systématique orchestrée autour de l'amélioration végétale, alors même que les technologies critiquées dans leurs applications agricoles sont communément admises lorsqu'il s'agit de prévenir des maladies humaines. Portée à ses extrêmes, cette contestation conduirait à faire reposer sur les autres moyens de biocontrôle l'essentiel de la protection des cultures, charge qu'ils ne sont pas en mesure d'assumer.

Dans l'intérêt de l'agriculture et des citoyens, il ne paraît guère possible de progresser sans passer, *a minima*, par trois étapes incontournables :

- Quelle que soit la manière de produire des denrées destinées à l'ali-

mentation des hommes et des animaux, il conviendrait tout d'abord qu'agriculteurs et administration s'accordent pour **affirmer le caractère indispensable de la protection des cultures** et fassent en sorte que cette nécessité soit mieux comprise par la population.

- Il paraît souhaitable de revenir à des **bases objectives de l'évaluation des dangers** pour l'ensemble de la pharmacopée. Une approche cohérente de la protection des cultures ne peut être conçue sur un discours affirmant que les produits de synthèse sont systématiquement plus dangereux que les solutions « naturelles ». Mais il serait peu responsable aussi de ne pas chercher à profiter des atouts environnementaux potentiels de beaucoup de solutions relevant du biocontrôle, sous prétexte d'une moindre efficacité.

- Enfin, il serait utile de réhabiliter dans différents domaines une **balance bénéfices-risques transparente**, accessible à la fois aux filières, aux scientifiques, aux industriels, aux citoyens et aux médias en recherche d'information authentique. Compte tenu des efforts administratifs consentis en sa faveur, l'intérêt du biocontrôle en serait vraisemblablement conforté.

Tout en gardant présent à l'esprit le fait que nous demandons à nos agriculteurs d'évoluer dans des marchés ouverts, de plus en plus mondialisés, où la compétition est la règle et la compétitivité une condition absolue de leur survie. ■

ARYSTA + GOËMAR



L'ALLIANCE POUR UNE AGRO-PERFORMANCE RESPONSABLE.



 **Arysta**
LifeScience

FRANCE

Avant toute utilisation, assurez-vous que celle-ci est indispensable. Privilégiez chaque fois que possible les méthodes alternatives et les produits présentant le risque le plus faible pour la santé humaine et animale et pour l'environnement, conformément aux principes de la protection intégrée. Consultez <http://agriculture.gouv.fr/ecophyto>

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS: UTILISEZ LES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES AVEC PRÉCAUTION. AVANT TOUTE UTILISATION, LISEZ L'ÉTIQUETTE ET LES INFORMATIONS CONCERNANT LE PRODUIT.



Nos pois, soja et colza riches en protéines,
font les déjeuners de Célestine.

Et nous participons à l'indépendance alimentaire de l'élevage français.

NOS
200 000
AGRICULTEURS
ELEVEURS
ET NOS
INDUSTRIELS
S'ENGAGENT

Pour garantir l'origine
France des produits
issus de nos cultures

Pour adopter un
mode de culture
respectueux des sols
et de l'environnement

Pour garantir des
protéines végétales
françaises de grande
qualité : pois, tourteaux
de soja et de colza



Terres
OléoPro

La filière française des huiles et protéines végétales



ARYSTA - David Gaillet, Directeur Marketing-Développement et Communication du groupe Arysta 32



BAYER - Marie-Claire Grosjean-Cournoyer, Directrice des Affaires Scientifiques pour Bayer 33



DE SANGOSSE - Christophe Zugaj, Responsable Communication, et Olivier Grosjean, Responsable Marketing du Groupe.....34

JADE INTERNATIONAL - Alain Chemin, Directeur de Jade International35

KOPPET - Frédéric Favrot, General Manager de Koppert France36

LALLEMAND - Jean-Marc Sanchez, Directeur de Lallemand Plant Care SAS en France37

De nouvelles perspectives pour Arysta !



David Gaillet, Directeur Marketing-Développement et Communication du groupe Arysta, revient sur les dernières évolutions connues par le groupe. Il nous en dit également plus sur les perspectives offertes par les alliances entre les différentes marques du groupe, notamment au niveau du Biocontrôle.

Arysta a connu de nombreuses évolutions ces dernières années. Pouvez-vous nous en dire plus ?

Au niveau mondial, Arysta a été rachetée en février 2015 par PSP (Platform Speciality Product) une structure spécialisée dans la chimie dite de spécialité. Ce rachat intervient après celui d'Agriphar et Chemtura AgroSolutions. Auparavant, en mars 2014, Arysta avait elle-même racheté Goëmar. Le nouvel Arysta est une alliance de ces entreprises avec un cœur de métier qui se précise autour de l'élaboration, la formulation et la mise en place de solutions de spécialités au service de l'agriculture et des agriculteurs.

Les solutions issues de cette alliance visent l'agro-performance responsable : la combinaison entre des rendements élevés et satisfaction du consommateur final.

Le Biocontrôle fait partie intégrante de la réflexion et de la construction de notre stratégie autour de la protection contre les maladies, les adventices et les insectes. Actuellement, nous avons sur le marché des produits de pulvérisation foliaires.

Quelles sont vos perspectives que vous avez donc identifiées ?

Nous souhaitons renforcer l'intégration des solutions de Biocontrôle en combi-

nant l'expertise historique de Goëmar dans le domaine aux nouvelles perspectives de développement offertes par le nouvel Arysta. Le Biocontrôle et les Biostimulants sont des préoccupations majeures du nouvel Arysta. Ils nécessitent une R&D importante et des investissements pour le développement et la mise sur le marché de solutions pertinentes et efficaces. Nous avons aussi la possibilité d'accompagner des structures qui n'ont pas la capacité de mettre sur le marché des solutions.

Sur le long terme, nous nous focalisons sur l'expertise de Chemtura et de Goëmar afin d'introduire le concept de Biocontrôle au niveau de semences.

Comment cette alliance se traduit-elle concrètement ?

En France, les entreprises qui composent Arysta étaient déjà présentes avant la constitution du groupe. La nouvelle structure a été officialisée au 1er juillet 2016.

Depuis 2015, nous avons commencé à développer les synergies entre les produits avec un pack de produits contenant un produit de Biocontrôle pour les grandes cultures et une solution fongicide : la gamme Neo PROTECH, qui propose 2 packs pour lutter contre l'oïdium, le piétin et les septorioses sur céréales. Pour l'arboriculture, nous avons des solutions combinées de fongicides avec nos solutions de Biocontrôle pour répondre aux

besoins de protection sur la tavelure et pour lutter contre les insectes ravageurs. Côté vigne, la recherche s'oriente en priorité sur la mise au point d'offres intégrées, en nous appuyant sur la richesse de la gamme de Biostimulants Goëmar

La mise sur le marché de solutions combinatoires sécurisées par une même entreprise apporte une certaine garantie et une réduction du risque par rapport à l'achat de solutions auprès de différents distributeurs. Elles permettent aussi d'améliorer le niveau de satisfaction et la confiance des agriculteurs qui remettent souvent en cause l'efficacité et le mode d'action des solutions de Biocontrôle.

Nous prévoyons, d'ailleurs, d'autres solutions combinatoires à destination du marché insecticide, par exemple.

Qu'en est-il des enjeux auxquels vous êtes confrontés ?

Pour permettre aux agriculteurs de produire en quantité des produits de qualités répondant aux attentes des consommateurs, aux différentes exigences sociétales et réglementaires, nous mettons à leur disposition des solutions adéquates. L'objectif est de parvenir à concilier les différents paramètres de cette équation : la satisfaction client, la valorisation de la production et la rentabilité économique voilà ce qu'est l'Agro-Performance Responsable.

Biocontrôle : des solutions intégrées pour une performance optimisée

Marie-Claire Grosjean-Cournoyer, Directrice des Affaires Scientifiques pour Bayer, revient sur la démarche intégrée de biocontrôle et les perspectives de développement qui en découlent pour l'activité agriculture du groupe international allemand.



En 2016, Bayer a recentré son cœur de métier. Qu'en est-il ?

Le groupe a centré ses activités sur les sciences de la vie que sont la santé humaine, la santé animale et la santé végétale. Le groupe est dorénavant structuré autour de 3 divisions : Pharmaceuticals, Consumer Health, et Crop Science, concentrée sur les activités phytopharmaceutiques agricoles et non agricoles, les semences, ainsi que la santé animale au sein de l'activité Animal Health.

Notre mission, « Bayer, Science for a Better Life », reflète notre volonté de mettre l'innovation au service d'une vie meilleure. Notre rôle est de mettre sur le marché des solutions qui vont dans ce sens.

Vous avez une démarche de solutions intégrées. Qu'est-ce que cela implique ?

Bayer a fait le choix d'accompagner les agriculteurs en leur proposant des solutions intégrées. Ces solutions vont des produits chimiques ou de biocontrôle pour protéger les plantes des maladies, des insectes nuisibles ou des mauvaises herbes, des semences de qualité, et des services d'accompagnement au quotidien des agriculteurs allant de la transmission des bonnes pratiques au développement de l'agriculture de précision. Dans ce contexte, la recherche et le développement de solutions de biocontrôle font partie de

nos objectifs stratégiques.

Vous faites partie, depuis mars, du nouveau consortium de recherche et d'innovation qui va travailler sur le biocontrôle. Comment allez-vous y contribuer ?

Cette initiative est en fait antérieure à mars 2016 puisque nous nous sommes associés dès février 2015 à l'Institut National de la Recherche Agronomique, et à plusieurs acteurs publics et privés pour créer ce consortium public/privé sur le biocontrôle. Cette initiative correspond à l'une des cinq priorités thématiques du plan « Agriculture – Innovation 2025 ».

Dès la signature de la lettre d'intention, la société Bayer s'est activement impliquée dans le montage et la création de ce consortium qui a été officiellement lancé lors du Salon de l'Agriculture. Le but de ce consortium, qui regroupe des acteurs privés et publics, est de contribuer à travers la recherche et l'innovation au développement et à l'essor du biocontrôle en France.

Les premiers programmes de recherche devraient ainsi voir le jour dans les prochains mois.

Quelles sont les prochaines étapes ?

Le marché du biocontrôle est un marché émergent. Nous disposons aujourd'hui de 5 produits en France pour l'arboriculture, la viticulture, les

légumes, le colza. Notre objectif est d'étoffer notre portefeuille et de développer de nouvelles solutions qui répondent aux attentes des agriculteurs. Nos investissements en R&D dans ce domaine nous permettront d'atteindre cet objectif.

Notre approche est de proposer des solutions de biocontrôle et d'optimiser leur positionnement dans des programmes de protection. En France, nous voulons contribuer à la progression du marché du biocontrôle et nous visons un chiffre d'affaires de 3 à 5% de notre CA protection des cultures à horizon 2020.



Biocontrôle : innovation, diversité technique et agriculture durable



La société DE SANGOSSE mise sur l'innovation et la recherche pour mettre sur le marché des solutions de biocontrôle. Le point avec Christophe Zugaj, Responsable Communication, et Olivier Grosjean, Responsable Marketing du Groupe.



Pouvez-vous nous en dire plus sur DE SANGOSSE ?

DE SANGOSSE (Siège Agen - 47) est une entreprise internationale qui développe, fabrique et commercialise des produits sur les marchés de la Protection des Cultures (sur la base de modes d'actions de synthèse et biologique), de la Nutrition des Plantes, de la lutte contre les rongeurs et des semences. Notre mission est d'apporter des solutions techniques innovantes et un haut niveau d'expertise à nos clients. Nous développons aussi une stratégie de croissance à l'international : nous disposons de 16 filiales et nos produits sont commercialisés dans plus de 50 pays sur les 5 continents. DE SANGOSSE réalise un chiffre d'affaires de 350 M€ et emploie 850 personnes dans le monde. Le

capital de l'entreprise est détenu majoritairement par ses salariés, ce qui garantit son indépendance.

Quelle est votre approche du biocontrôle et à qui s'adressent vos solutions ?

Notre clientèle est la distribution professionnelle qui préconise nos spécialités aux agriculteurs, les utilisateurs finaux de nos solutions. Nos produits de biocontrôle s'inscrivent dans le cadre d'une agriculture moderne, durable et compétitive. Aujourd'hui, nous apportons des solutions innovantes afin de faire face à la diversité des bioagresseurs et au risque réel d'apparition de résistance au niveau herbicide et fongicide. Même si les premières solutions de biocontrôle ont vu le jour il y a une trentaine d'années, nous sommes encore aux prémices dans le secteur des Grandes Cultures. Nous pourrions réellement apprécier leurs utilisations significatives d'ici 5 à 10 ans. Il est primordial de maintenir une diversité technique qui allie l'innovation aux solutions agronomiques, chimiques et de biocontrôle.

Qu'en est-il de l'innovation ?

Nous dédions 8% de notre CA à la R&D et aux questions réglementaires. Nous sommes dans une démarche d'innovation permanente, nos premières solutions de biocontrôle ont été lancées il y a déjà une dizaine d'années. Notre gamme est une des plus complètes du marché. Elle répond à la fois aux besoins de l'agriculture conventionnelle et biologique. L'enjeu est de proposer des solutions qui combinent le meilleur des différents modes de protection. Nous nous efforçons d'explorer l'ensemble des alternatives aussi bien naturelles que de synthèse.

Comment cela se traduit-il concrètement ?

Nous travaillons sur le développement d'une offre large, une proximité avec nos clients et

un accompagnement responsable.

Pour cela nous avons noué de nombreux partenariats avec le monde de la recherche Académique, privée et des pôles. Point de jonction entre recherche fondamentale et expérimentations au champ, nous venons d'inaugurer un LabCom « BioPlantProtect », sur le campus de l'Inra à Castanet Tolosan près de Toulouse ; projet lauréat d'un appel orchestré par l'Agence Nationale de la Recherche, voué à identifier de nouvelles solutions de biocontrôle herbicides et fongicides. Le LRSV (Laboratoire de Recherche en Sciences Végétales) focalisera son activité sur la partie amont de la recherche en développant des outils de criblage haut-débit pour sélectionner des micro-organismes ou des composés naturels efficaces. Nous prendrons le relai pour définir leurs modes d'actions, tester leur efficacité au champ et, in fine, les commercialiser.

Quelques mots sur votre portefeuille de produits ?

De Sangosse dispose de 17 produits de spécialités homologuées et nous allons en ajouter 7 nouveaux des prochaines campagnes. Nos gammes sont issues des 4 grandes familles du biocontrôle. Aujourd'hui, nous sommes le premier acteur en terme d'hectares couverts en terme de biocontrôle avec plus de 600 000 hectares cette année.

Notre gamme représente 25% des principes actifs de la liste officielle du biocontrôle en France. Elle est destinée aux cultures de haute valeur ajoutée (vigne, arboriculture, maraîchage) et la grande culture. Nous allons lancer pour cette campagne plusieurs nouvelles technologies pour la vigne, le maraîchage ainsi qu'une solution pour les colzas et les céréales.

Le Biocontrôle : une alternative pour l'agriculture de demain

Alain Chemin, Jade International, revient sur l'approche biocontrôle de la société ainsi que sur les solutions développées afin de contribuer à l'effort d'agriculture durable.

Vous avez cédé Jade International à Belchim Corp Protection il y a quelques mois. Pouvez-vous nous en dire plus ?

Jade international était une filiale du groupe Alidad Invest basé à Bordeaux. La société a vu le jour en 2007 pour faire le développement de nouvelles spécialités de produits d'agrofouritures, de protection des plantes d'origine naturelle ou dite de biocontrôle.

Aujourd'hui, la société regroupe une dizaine de collaborateurs et génère un chiffre d'affaires de 2,5 millions d'euros. La cession de Jade International à Belchim Corp Protection, un groupe international avec des implantations, est un choix personnel combiné à une volonté de passer un second cap d'investissement et de développement pour s'inscrire dans la Protection intégrée des Cultures.

Comment vous démarquez-vous sur le domaine du biocontrôle ?

Avec le retrait d'un certain nombre de produits à base d'actifs de chimie de synthèse, le monde agricole a de moins en moins d'options dans le cadre de la lutte contre les mauvaises herbes, qui est une véritable problématique pour les grandes cultures en Europe du nord et du centre.

Dans cette optique, nous nous sommes appuyés sur un réseau international de laboratoires de recherche, d'industriels et d'experts afin de développer BELOUKHA®, une spécialité de biocontrôle d'origine naturelle. Plus particulière-

ment, ce produit est le fruit d'une collaboration étroite avec des chercheurs de l'Université de Shanghai, spécialistes des produits d'origine naturelle.

Quelques mots sur le BELOUKHA® ?

Il s'agit du 1er produit de biocontrôle destiné à la maîtrise des adventices, le défanage et la dessiccation en Agriculture. BELOUKHA® combine productivité, sécurité et respect de l'environnement pour la conduite intégrée des cultures. Issues du colza, les substances actives du produit n'ont aucun effet néfaste. Il préserve les macro-organismes du sol et les organismes aquatiques grâce à une biodégradabilité très rapide (2 jours).

Quels sont les enjeux auxquels vous êtes confrontés ?

De manière plus globale, nous devons faire face aux préoccupations sur la qualité de l'environnement et de la santé. La Protection Intégrée des Cultures, moins consommatrice en chimie de synthèse et en énergie, plus respectueuse des écosystèmes, offre une alternative afin de répondre aux préoccupations autour de la qualité de l'environnement et la santé. Le renforcement de l'axe biocontrôle offre une véritable alternative pour faire face à ces impératifs notamment la mise à disposition de solutions simples, pratiques et respectueuses de l'environnement.

Mais, le domaine du biocontrôle nécessite de très forts investisse-



ments. Le développement d'un produit peut durer une dizaine d'années avec le risque de ne pas obtenir l'autorisation de la part des autorités administratives.

Quelles sont les perspectives offertes par le biocontrôle ?

Aujourd'hui, les perspectives sur le marché sont énormes. La problématique autour des produits à base de glyphosate round-up renforce cette tendance. Néanmoins, même si le biocontrôle est une solution alternative pour demain, il ne pourra en cas remplacer de manière définitive les produits de chimie de synthèse.

Le biocontrôle, au cœur de l'ADN de Koppert



Il y a 50 ans, Koppert a initié le biocontrôle en Europe. Aujourd'hui, la société est encore leader sur ce segment, qui connaît une croissance constante depuis quelques années. Le point avec Frédéric Favrot, General Manager de Koppert France

Koppert va fêter ses 50 ans en 2017. Quelles sont les principales avancées que la société a connues ?

À l'origine, Koppert était une entreprise familiale hollandaise fondée par Jan Koppert, un producteur de concombres. Face aux problèmes de résistance des insectes aux produits chimiques, il s'est lancé dans la production, l'élevage et la mise en marché d'insectes auxiliaires bénéfiques. En 1988 il commence l'élevage et la commercialisation de ruches de bourdons pour la pollinisation des cultures.

Enfin, il y a une dizaine d'années, nous avons mis en place un large programme de recherche autour des macro-organismes, des micro-organismes et des substances naturelles. Le résultat de ce travail est arrivé sur le marché il y a environ 5 ans, et nous a permis de sortir de notre segment historique, de passer de produits destinés à aux cultures en serres chauffées à des abris froids et même aux cultures en plein champ. Nous passons également d'une protection foliaire à une approche globale de la protection de la plante. Aujourd'hui, nous générons un chiffre d'affaires de 160 millions d'euros au niveau mondial et regroupons plus de 11 00 collaborateurs répartis dans une trentaine de filiales.

Que représente le marché du biocontrôle ? Et quel est votre positionnement ?

Aujourd'hui, le biocontrôle est un segment à part entière et en pleine croissance. Au niveau mondial, le marché de la protection des végétaux pèse 60 milliards de dollars, le biocontrôle représentant 3% de ce marché, avec une croissance annuelle de 10%. En Europe, la partie biocontrôle représente environ 450 millions d'euros. En France, sur un marché de la protection des plantes de 2 milliards d'euros, le biocontrôle représente 4%. Koppert France a un chiffre d'affaires de 12 millions d'euros. Contrairement à de nombreux acteurs du marché, nous sommes présents sur les 4 familles de produits de biocontrôle.

Quelles sont les perspectives qui s'offrent au biocontrôle ?

L'agriculture chimique a aujourd'hui atteint ses limites : rendements plafonnés, sols abîmés, impasses techniques, résistance croissante des herbes, des champignons et des insectes. En parallèle, au niveau réglementaire et sanitaire, les politiques sont plus enclins à mettre des barrières pour protéger le consommateur, l'utilisateur et les filières.

Les producteurs doivent élargir leur stratégie de protection des plantes, car le tout chimique ne suffit plus. Le biocontrôle peut clairement être une

alternative à la protection chimique. Il reste relativement anecdotique avec seulement 3 à 5% de parts de marché. Les politiques et le gouvernement doivent soutenir cette transition vers le biocontrôle au niveau de la réglementation fiscale et sanitaire ou en accélérant les procédures. En effet, nous sommes sur des procédures initialement conçues pour les produits chimiques avec un délai de mise en marché variant entre 5 et 10 ans. Nous espérons que le marché du biocontrôle atteigne 10% du marché de la protection des végétaux à horizon 2020.

Quelles sont les prochaines étapes ?

Pour conserver notre positionnement de leader, nous avons mis au point un système agronomique, « NatuGro », afin d'apporter aux agriculteurs l'ensemble des éléments de protection et de stimulation.

Ce sont différents outils (associés à la formation et au diagnostic) visant à renforcer la protection des plantes à divers niveaux tout en stimulant la croissance grâce à des substances naturelles. Ainsi, produire plus sans recours à la chimie et en respectant l'environnement n'est plus une utopie !

KOPPERT
BIOLOGICAL SYSTEMS

Micro-organismes et bio-contrôle : enjeux, développement et innovation

Jean-Marc Sanchez, Directeur de Lallemand Plant Care SAS en France, nous en dit plus sur la société, son périmètre d'action ainsi que les enjeux auxquels elle est confrontée dans sa démarche bio-contrôle.

Pouvez-vous nous présenter le groupe Lallemand?

Lallemand est un groupe international, qui a vu le jour à Montréal il y a plus de 100 ans. Aujourd'hui, il est leader mondial dans la production de micro-organismes (levures, bactéries, champignons, micro-organismes) pour le développement d'usages de spécialités (agro-alimentaire, nutrition animale, pharmacie ou agriculture). Le groupe est structuré en 9 unités d'affaires. Il emploie plus de 3000 salariés à travers le monde dont plusieurs centaines en France. Il dispose de 30 sites industriels dont 2 en France, et un centre de R&D en microbiologie en France, qui regroupe une cinquantaine de personnes.

La division Lallemand Plant Care a été créée en 2008. Quel est son périmètre d'action ?

Nous nous appuyons sur le savoir-faire centenaire du groupe pour produire et développer des microbes destinés à la santé des plantes. 15% de notre CA est investi en R&D pour renforcer les usages agronomiques. Nous travaillons sur des applications en agronomie, en plein champs, pour stabiliser l'efficacité de nos produits : apporter la bonne dose, au bon moment, sur la bonne culture en prenant en compte les principaux paramètres. Notre objectif est de standardiser une production adaptée aux usages spécifiques, tout en maîtrisant parfaitement les paramètres qui garantissent une constance au niveau de la qualité et de l'efficacité.

Vous êtes confrontés à une réglementation contraignante. Qu'en est-il ?

Deux mêmes souches d'un micro-organisme élevées et produites de deux manières différentes auront un comportement différent. Ainsi, le processus de fabrication, l'absence de contaminant, la qualité du produit et de sa formulation déterminent son efficacité et sa toxicité.

Au niveau de la phytopharmacie, l'harmonisation européenne est déjà acquise. Le projet de règlement Européen pour les fertilisants prévoit très peu d'harmonisation pour les micro-organismes (seulement 4 catégories). Les réglementations nationales vont rester en vigueur et la notion de reconnaissance mutuelle européenne devrait s'appliquer.

La France possède une procédure exigeante de mise en marché des matières fertilisantes via l'ANSES alors que dans certains pays européens la mise en marché est déclarative c'est-à-dire directe et sans évaluation. Cette situation pousse de nombreux acteurs à bouder la France et à réduire considérablement leurs investissements en R&D dans l'hexagone. Pour les essais agronomiques, les homologations ou enregistrements, les entreprises choisiront de fait les pays où la réglementation est la moins contraignante donc pas la France. Une fois mis en marché dans un autre pays européen, parfois sans aucune réglementation ou contrôle, le produit pourra être vendu en France. C'est dangereux ce dumping réglementaire.

Quelle est votre approche du bio-contrôle ?

Nous développons des micro-organismes destinés au bio-contrôle, des bio-stimulants et des bio-fertilisants, que nous classifions selon la revendication. Le bio-contrôle est un produit phytopharmaceutique qui nécessite une homologation plus longue et plus coûteuse. Chez Lallemand Plant Care, nous travaillons sur toutes ces facettes. Nous avons homologué en France 3 micro-organismes fongicides et 6 biofertilisants. Nous travaillons maintenant sur les bio-insecticides et les bio-herbicides sur le long terme.

Quelques mots sur Prestop 4B (Prestop for Bee), votre dernière nouveauté ?

En collaboration avec Biobest, entreprise spécialisée dans les insectes auxiliaires, nous avons mis au point un mode d'application original et inédit d'un champignon fongicide, que nous avons développé.

La ruche spéciale « Flying Doctor » de Biobest, permet à des bourdons pollinisateurs d'apporter notre souche de champignon à la bonne dose au bon endroit lors du butinage des fleurs. Un mode d'application sans danger pour les hyménoptères et respectueux de l'environnement puisque le Prestop est un fongicide biologique sans classement toxicologique.

Nous sommes pionniers sur ce mode d'application alors que nous avons reçu l'homologation pour Prestop 4B cet été 2016.



Catherine Regnault-Roger
Professeur des universités
émérite

Catherine Regnault-Roger

Membre de l'Académie d'agriculture

Nouvelles biotechnologies végétales agricoles : l'expertise scientifique au cœur du débat sociétal

L'auteur de cette tribune est membre de l'Académie d'agriculture, membre correspondant de l'Académie nationale de Pharmacie et Professeur des Universités émérite à la Faculté de Pau et des pays de l'Adour. Expert de longue date dans divers comités, elle s'interroge, à partir d'événements récents, sur la mise en cause de l'expertise scientifique en lieu et place du débat sociétal. Elle exprime son point de vue personnel et précise qu'il n'engage pas les institutions auxquelles elle appartient ou collabore. Toutes les références citées ici sont en accès public.

Faute d'OGM cultivés dans notre pays, le débat sociétal sur les plantes génétiquement modifiées (PGM) s'est déplacé vers d'autres cibles : sur les variétés de tournesol ou colza tolérantes à un herbicide obtenues par mutagenèse induite et que d'aucuns qualifient d' « OGM cachés » ou depuis peu sur les nouvelles techniques végétales d'obtention de plantes appelées NPBT (*New Plant Breeding Techniques*), qui génèrent, selon les mêmes¹, de « nouveaux OGM ». L'appellation OGM vise à les frapper d'infamie dans l'esprit du grand public afin de demander leur interdiction dans l'Union européenne.

En première ligne de l'expertise scientifique en matière de biotechnologies,

le Haut Conseil des Biotechnologies (HCB) apporte un point de vue sur lequel les instances politiques françaises ou européennes s'appuient pour prendre leurs décisions. Il fait l'objet depuis plusieurs mois d'une campagne médiatique pour décrédibiliser l'expertise et la probité intellec-

¹ Ces campagnes d'opinion sont menées par des associations à l'idéologie bien affirmée qui se qualifient elles-mêmes de « représentants de la société civile » : Les Amis de la Terre, la Confédération paysanne, la Fédération Nationale de l'Agriculture Biologique, France Nature Environnement, Greenpeace, le Réseau Semences Paysannes et l'Union Nationale de l'Apiculture Française. Voir <http://www.amisdelaterre.org/Nouveaux-OGM-7-associations-de-la-societe-civile-claquent-la-porte-du-Haut.html> consulté le 23 juin 2016.

tuelle de son Comité scientifique (CS). Ceci afin d'influencer les décisions que prendront le gouvernement français et la Commission européenne en matière de réglementation à appliquer à ces NPBT. En fait ce sont des motifs politiques et idéologiques qui animent les auteurs de ces agissements. L'expertise scientifique, ici celle du HCB, devient ainsi une pierre angulaire du débat sociétal. A partir d'éléments publics (presse, internet et réseaux sociaux), nous allons en décrypter le contexte et les enjeux.

EXIT LA CULTURE DES OGM EN FRANCE

La sociologue Virginie Tournay se demandait si un OGM pouvait être plus dangereux que le sourire du flamand rose². Les trois académies américaines *National Academies of Sciences-Engineering-Medicine* lui ont répondu récemment dans un rapport analysant plus de 1000 publications scientifiques sur les cultures produites par génie génétique³. Cette étude, la plus complète produite à ce jour sur le sujet, indique, qu'avec un recul de 20 ans maintenant, la culture de ces PGM dans le respect des bonnes pratiques agricoles ne présente pas plus de toxicité et d'écotoxicité que celle des plantes conventionnelles ; mieux, qu'elle s'accompagne d'améliorations des itinéraires phytopharmaceutiques et de la biodiversité ou encore de la qualité sanitaire des récoltes (figure 1).

On se rappelle pourtant les arguments fallacieux, faussement scientifiques qui ont été avancés dans les clauses de sauvegarde évoquées par les gouvernements français de 2008 à 2014 pour interdire la culture de ces PGM en France. Argumentaires récusés à chaque fois par l'EFSA (Autorité

européenne de sécurité des aliments) que confortèrent les décisions de la Cour Européenne de justice et celles du Conseil d'Etat français. Ces péripéties pseudo-scientifiques et judiciaires sont une conséquence de l'accord « nucléaire contre OGM » conclu lors du Grenelle de l'environnement de 2007 entre le Président Nicolas Sarkozy et les élus Verts (aujourd'hui EELV)⁴. Elles ont fait l'objet d'articles publiés dans cette revue⁵ en 2015. Mais la réglementation européenne a été modifiée faisant disparaître cet imbroglio scientifico-judiciaire, la Directive 2015/412/EU donnant plus de latitude aux Etats-membres pour décider de la culture des PGM sur leur territoire. C'est donc en toute légalité que la culture des maïs génétiquement modifiés (les seuls à être cultivés en Europe), est aujourd'hui interdite dans notre pays.

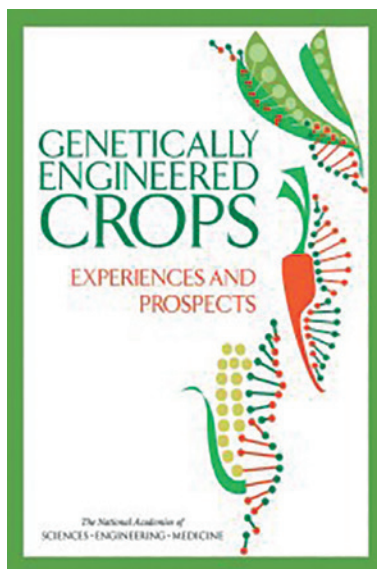


Figure 1: couverture du rapport de The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine publié le 16 mai 2016. Selon le président du Comité, le Pr émérite F.Gould, ce rapport est le fruit d'un dialogue entre le public et les chercheurs scientifiques qui ont analysé les 1000 publications.

LES NOUVELLES TECHNOLOGIES D'ÉDITION DU GÉNOME ET L'ENJEU RÉGLEMENTAIRE

Depuis, d'autres techniques, les NPBT, ont été mises au point. Elles améliorent le ciblage moléculaire des modifications génétiques. Tandis que certaines exploitent des mécanismes épigénétiques modulant l'expression d'un gène donné sans en modifier la séquence nucléotidique (technique RdDM⁶), d'autres reposent sur la mutagenèse dirigée par oligonucléotides (technique ODM⁷). Ou encore elles mettent en œuvre des enzymes bien définies, des nucléases dirigées qui coupent le génome en des endroits très précis (technique TALEN⁸), ou utilisent un ARN associé à une nucléase

2 Virginie Tournay : un OGM est-il plus dangereux que le sourire du flamand rose ? Huffington Post 4/12/2013.

3 *Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects*, Committee on Genetically Engineered Crops: Past Experience and Future Prospects; Board on Agriculture and Natural Resources; Division on Earth and Life Studies; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 420 p, National Academic Press ISBN 978-0-309-43738-7 | DOI: 10.17226/23395, <http://nas-sites.org/ge-crops/2016/04/27/report-release/>.

4 François Fillon, 2015 Faire Editions Albin Michel, p 137.

5 Revue de l'Académie n°5 : Interdiction de la culture de maïs Bt MON 810 en France : un vrai risque pour la sécurité alimentaire Catherine Regnault-Roger p19-21 et Chronologie des autorisations et interdictions des variétés de maïs MON 810 en France Agnès Ricroch p22-24 ; Revue de l'Académie n°7 : Interdiction des maïs Bt en France : l'épilogue, Catherine Regnault-Roger, p 6-8.

6 RNA-dependent DNA methylation).

7 Oligonucleotide Directed Mutagenesis.

8 Transcription Activator-Like Effector Nuclease.



Figure 2 : Photos de deux épis de maïs cultivé en Espagne sur la même parcelle : le transgénique MON 810 (à droite) et de sa variété isogénique conventionnelle (à gauche) (Photos CRR)

telle que la Cas9 (technique CRISPR/Cas9⁹ découverte en 2012). Il en résulte une ré-écriture d'une partie du génome (*Genome Editing*), ce qui les fait qualifier de techniques d'édition du génome.

Comme toute découverte, ces nouveaux outils vont connaître des phases de perfectionnements technologiques, celles qui accompagnent les balbutiements des innovations et conduisent à les améliorer à l'usage. Cependant le devenir de ces nouvelles techniques repose non seulement sur ces améliorations technologiques mais aussi sur la réglementation qui leur sera appliquée. Le débat se situe sur le statut réglementaire qui sera accordé aux variétés obtenues par ces nouveaux procédés : doivent-elles être considérées comme des « nou-

veaux OGM » ou comme des plantes conventionnelles ?

La question se pose en effet car nombre de ces techniques d'édition du génome produisent des plantes dont on ne peut distinguer biologiquement si elles ont été produites par une sélection conventionnelle ou par une de ces nouvelles techniques. Il apparaîtrait donc difficile d'appliquer à ces variétés, qu'on ne peut différencier biologiquement, une réglementation différente de celle appliquée à toute nouvelle variété en vue d'une inscription au *Catalogue officiel des plantes cultivées*, autorisant leur commercialisation. Celle-ci est subordonnée à des tests consistant à vérifier « la distinction, l'homogénéité et la stabilité » (épreuves DHS) de la nouvelle variété ainsi que sa « valeur agro-

nomique, technologique et environnementale » (épreuves VATE).

L'enjeu est important car dans l'Union européenne, une réglementation spécifique est appliquée aux OGM. Elle ne concerne en fait que les PGM obtenues par transgénèse. Cette réglementation (Directive 2001/18/CE) a été mise en place dans les années 2000, à un moment où on pouvait se demander si, en vertu du principe de précaution, les plantes génétiquement modifiées présentaient un danger ou un risque pour la santé ou l'environnement. Les dossiers à constituer pour la demande d'autorisation en termes d'expéri-

⁹ *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats.*

mentations préalables, de scénarios à élaborer pour évaluer des risques putatifs, de dispositifs de surveillance post-commercialisation, sont lourds et coûteux. Seules quelques grandes sociétés agro-industrielles multinationales, qui ont une assise financière importante, peuvent en fait en supporter la charge¹⁰. Cette réglementation apparaît aujourd'hui inadaptée et disproportionnée par rapport aux risques puisque les recherches conduites au cours des 20 dernières années démontrent qu'en matière de surveillance post-commercialisation, hormis des effets prévisibles de résistance, gérés dans une démarche de surveillance spécifique, aucun effet non intentionnel relevant de la surveillance générale n'a été détecté.

Certaines des nouvelles techniques NPBT comme la CRISPR/Cas9 sont faciles à mettre en œuvre et ne nécessitent pas de gros moyens financiers, à tel point qu'on qualifie cette dernière de « *biologie de garage* »¹⁰. Imposer une réglementation de type OGM pour les variétés obtenues par ces nouvelles techniques qu'on ne peut distinguer de celles obtenues par sélection conventionnelle, revient donc à priver des PME européennes de ces nouveaux développements technologiques car elles n'auront pas les moyens de financer de lourds et coûteux dossiers de surveillance post-commercialisation et la mise en œuvre de cette surveillance.

10 Catherine Regnault-Roger *Produits de protection des plantes : innovation et sécurité pour l'agriculture durable*, Lavoisier (2014), pp 294-302.

11 OPECST, audition publique du 7 avril 2016, *Les enjeux des nouvelles biotechnologies : la modification ciblée du génome avec CRISPR-Cas 9*, <http://www.senat.fr/opecest/>, consulté le 8 avril 2016.



Le HCB et ses missions

Le Haut Conseil des Biotechnologies (HCB), a été créé par la loi du 25 juin 2008 relative aux organismes génétiquement modifiés (OGM) et installé par le décret 2008-1273. Il est composé d'un comité scientifique (CS) et d'un Comité économique, éthique et social (CEES) composé d'experts nommés par décret, et de chargés de missions auprès de ces comités et d'un secrétariat général, soit au total environ 100 membres (titulaires et suppléants du CEES compris). Le CS est un comité d'experts dont la composition est fixée pour couvrir les domaines d'expertises¹ requis pour l'évaluation des dossiers dont il est saisi. Ces experts ont été choisis non seulement sur leurs compétences reconnues internationalement mais aussi sur la base de leurs déclarations publiques d'intérêt (DPI) afin d'éviter de possibles conflits d'intérêts avec les entreprises privées qui ont un lien direct ou indirect avec le secteur des biotechnologies. Ces DPI sont renouvelées chaque année. Le Comité scientifique produit des notes ou des avis qui reposent sur une discussion contradictoire, étayée par la littérature scientifique et portée par les expertises de ses membres ou d'experts extérieurs sollicités selon les besoins.

Le CEES est composé d'experts de disciplines des sciences humaines et sociales, économiques et juridiques ainsi que de représentants d'associations de protection de l'environnement et de défenses des consommateurs, du Comité consultatif national d'éthique pour les sciences de la vie et de la santé, d'associations professionnelles agricoles ou d'entreprises concernées par les biotechnologies (syndicats²), d'organisations professionnelles de production de semences (GNIS, USF, Réseau semences paysannes), d'instances d'élus³. Le CEES donne des recommandations sur la base d'analyses socio-économiques, éthiques et sociales.

Les avis du HCB regroupent les travaux du CS et du CEES sur un dossier donné. Ils sont transmis aux autorités compétentes et ont une valeur consultative. Ils peuvent faire état de positions divergentes si elles se sont exprimées dans le cadre de la procédure contradictoire que prévoit le règlement intérieur de cet organisme. Le HCB est une « *instance indépendante chargée d'éclairer la décision publique. Placé auprès des ministères chargés de l'Environnement, de l'Agriculture, de la Recherche, de la Santé et de la Consommation, il rend des avis sur toutes questions intéressant les biotechnologies, notamment les organismes génétiquement modifiés (OGM)*⁴ ». A ce titre, une réflexion sur les nouvelles technologies végétales d'obtention des plantes, qui aujourd'hui connaissent un essor scientifique rapide et spectaculaire, lui incombe.

1 Liste des spécialités : génétique, génie génétique, génétique des populations, biologie moléculaire, microbiologie, protection de la santé humaine et animale, sciences vétérinaires, toxicologie, épidémiologie, allergologie, pharmacologie, virologie, thérapie génique, entomologie, recherche biomédicale, sciences agronomiques, statistiques, sciences appliquées à l'environnement, biodiversité, écologie et éco-toxicologie.

2 CFDT, CGT, Fédération nationale d'agriculture biologique, Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles, Union nationale d'apiculture française, Confédération paysanne, Coordination rurale, Jeunes agriculteurs).

3 Association des maires de France, Assemblée des départements de France, Association des régions de France, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.

4 Site du HCB <http://www.hautconseildesbiotechnologies.fr/fr> consulté le 24 juin 2016.

LE HCB AU CŒUR DU DÉBAT SUR LA RÉGLEMENTATION DES NPBT

Le HCB est un organisme indépendant dont la composition et les missions sont rappelées dans l'encart. A ce titre, il représente un maillon essentiel de l'expertise scientifique sur les biotechnologies en France. Celle-ci fait l'objet depuis plus de six mois d'attaques virulentes afin de le fragiliser pour soi-disant mieux le « reconstruire »¹².

C'est en avril 2015 que les travaux du Comité scientifique du HCB sur les nouvelles techniques NPBT ont débuté¹³. Avec pour objectif de les définir en élaborant des fiches descriptives puis d'en préciser les caractéristiques générales et les questions, notamment réglementaires, qu'elles soulèvent en fonction de l'héritabilité, du ciblage, de la transmission, des conséquences épigénétiques et ce pour autant que les connaissances actuelles permettent d'apporter des réponses. Le Comité économique, éthique et social (CEES) du HCB s'est de son côté penché sur les aspects réglementaires, éthiques, et socio-économiques. Sa contribution est en fait composée d'une série de textes indépendants rédigés par les représentants des associations (4 textes) et des experts (2 textes). Le HCB a décidé de procéder en deux temps : un rapport d'étape disponible dès le début de l'année 2016, et un rapport qui traitera de la détection et de la traçabilité, également de la brevetabilité des techniques et de leurs produits, qui sera livré fin 2016. Le premier rapport d'étape est public et affiché sur le site du HCB.

DÉSTABILISER LE HCB

L'analyse de nombreux articles de la presse nationale et de vulgarisation

scientifique ainsi que des réseaux sociaux sur internet, dévoile les manœuvres qui ont été opérées pour dévaloriser l'expertise scientifique du HCB. Alors que le premier rapport d'étape est en cours de parution, un expert du CS déclare avoir une position divergente jugée irrecevable car émise hors réunion, c'est-à-dire sans discussion collective¹⁴. Lorsque dans un souci de compromis, il lui est proposé de mettre son texte en ligne sur le site du HCB, il refuse¹⁵, s'estime censuré, démissionne, crie au détournement de procédure et se répand dans la presse en critiques sur la qualité du rapport d'étape et sur le fonctionnement du HCB¹⁶.

Ce qui aurait pu être une péripétie, une de plus dans la vie parfois difficile de tous les comités, s'est révélé être en fait un élément d'une campagne de presse organisée pour déstabiliser le HCB. En effet, s'appuyant sur cette première démission, sept organisations¹⁷ siégeant au CEES décident de se mettre en retrait puis de démissionner du HCB. Cette démission collective est en réalité une action concertée. C'est ce que démontre le courriel d'un membre démissionnaire du CEES qui siégeait en qualité de représentant de la Confédération paysanne. Extrait de son message relayé par Twitter¹⁸ : « Notre démission collective a créé une grosse vague, bien préparée en amont, avec notre suspension puis la démission de P.¹⁹, tout ça avec une bonne reprise médiatique. C'est une réussite pour l'instant. ».

DÉCRÉDIBILISER L'EXPERTISE SCIENTIFIQUE

Dans cette campagne médiatique, on trouve des arguments de mauvaise foi dénonçant le HCB qui serait « aux

maines des lobbyistes de l'agrochimie et des OGM » et « s'acharnant à dissimuler toutes les données scientifiques qui remettent en cause les nouvelles techniques de modification génétique »²⁰, ou encore accusant le HCB de « graves dysfonctionnements

12 HCB, les Amis de la terre prennent leurs responsabilités ! 13 avril 2016, <http://www.amisdelaterre.org/Nouveaux-OGM-7-associations-de-la-societe-civile-claquent-la-porte-du-Haut.html> consulté le 24 juin 2016.

13 Rapport provisoire sur les NPBT, <http://www.hautconseilbiotechnologies.fr/fr/article/publications-hcb> consulté le 24 juin 2016.

14 Marcel Kuntz Manoeuvre au HCB, <http://www.marcel-kuntz-ogm.fr/2016/05/manoeuvres-politiques-au-hcb.html> consulté le 24 juin 2016.

15 Ce texte est en fait publié sur Inf'OGM : Yves Bertheau : Commentaires sur le texte résultant de la « discussion sur la note de synthèse du groupe de travail en séance du 16 décembre 2015, daté 20/01/2016 et publié le 4/02/2016 sur le site du HCB sous la rubrique « avis ». www.infogm.org/IMG/pdf/yvesbertheau_commentaire-note-cs-hcb_fichier_pdf consulté le 24 juin 2016.

16 Nouveaux OGM : « le débat est manipulé » ; Pour la Science n°464, juin 2016, p 16-19 ; également les OGM qui divisent France Inter le 18 avril 2016 à 18h05. <https://www.franceinter.fr/sciences/nouveaux-ogm-le-rapport-qui-divise>.

17 Organisations démissionnaires : Les Amis de la Terre, la Confédération paysanne, la Fédération Nationale de l'Agriculture Biologique, France Nature Environnement, Greenpeace, le Réseau Semences Paysannes et l'Union Nationale de l'Apiculture Française.

18 Twitt GRW AEGRW 16 avril 2015 : Rien de spontané à la démission des ONG anti-OGM du HCB. Une stratégie « bien préparée » admet Juthier.

19 Le prénom a été volontairement anonymé dans un souci de protection de la personne citée.

20 Les Amis de la terre, 13 avril 2016, Nouveaux OGM : 7 associations de la société civile claquent la porte du Haut Conseil des Biotechnologies, <http://www.amisdelaterre.org/Nouveaux-OGM-7-associations-de-la-societe-civile-claquent-la-porte-du-Haut.html> consulté le 24 juin 2016.

internes »²¹. Discours relayé au niveau parlementaire dans les séances de questions posées au gouvernement où il est demandé « *s'il est possible de garantir le respect des procédures internes du Haut conseil des biotechnologies*²² ».

On assiste aussi à des attaques personnelles contre des membres du CS. Ainsi un article²³ qui accuse nominativement des experts du CS de conflits d'intérêt à partir de leurs déclarations publiques d'intérêt publiées sur le site du HCB. Parmi les amalgames douteux, il est reproché à un expert d'avoir été le lauréat du Prix de la Fondation Limagrain décerné par notre Académie. Car il est bien connu que tous ceux qui ont reçu ce prix ont, selon ces dires, une collusion d'intérêt avec la société Limagrain ! Tous les académiciens qui discutent de longs mois sur les mérites des candidats proposés et examinent soigneusement les dossiers en toute indépendance, jugeront du procès d'intention qui leur est fait.

UN REFUS IDÉOLOGIQUE ET POLITIQUE D'UNE AGRICULTURE TECHNOLOGIQUEMENT INNOVANTE

Ces manœuvres autour du HCB visent à appeler à la création d'un nouveau HCB plus conforme au projet politique des organisations démissionnaires. L'une d'elles s'exprime ainsi: « *La décision qui doit être prise autour des nouvelles techniques est un choix politique et non technique. Est-ce que nous maintenons le principe de précaution ou est-ce que nous nous lançons dans une course effrénée et aveugle qui cherche le salut dans la nouveauté et dans une croyance inconditionnelle au progrès ?* »

L'opposition est profonde car c'est un choix sociétal : « *Le choix qui va être fait sur les nouvelles techniques va trancher pour ou contre un modèle sociétal qui cherche dans une fuite en avant technologique la solution pour les maux de la société de consommation débridée et le changement climatique.*²³ ». Cette opposition aux nouvelles technologies est donc de nature idéologique. Elle s'inscrit dans le refus d'une agriculture technologiquement innovante.

LAISSONS LES EXPERTS TRAVAILLER EN PAIX

Déjà en 2009, Jean-Claude Jaillotte²⁴, journaliste du magazine Marianne, soulignait dans un ouvrage combien il était difficile aux experts de s'exprimer dans le débat sociétal sur les OGM car, écrivait-il, « *qu'un scientifique émette un avis favorable à cette technologie et le voilà taxé de soumission aux intérêts industriels, si ce n'est de corruption* »²⁵. Il les enjoignait cependant de reprendre la parole, même si le combat est « *à ce point disproportionné* » face au torrent de désinformation scientifique que certains médias véhiculent, de bonne foi par ignorance ou par parti-pris idéologique.

Quelques années plus tard, l'histoire se répète à propos des nouvelles techniques végétales d'obtention de plantes. L'expertise scientifique, qui par essence s'appuie sur les faits et l'état des connaissances, et la bonne foi de ses experts, est injustement mise en cause quand ses analyses ne vont pas dans le sens que souhaitent certains.

Laissons le mot de la fin à Maud Fontenoy, navigatrice qui a créé une fondation de défense de l'environnement

pour préserver les océans²⁶. Elle s'exprime dans une tribune qu'elle a intitulée « *OGM : le maïs qui rend fou* »²⁴ : « *si les experts font preuve d'incompétence ou de malversation, il faut en changer* » dit-elle, mais « *dans le cas contraire, il faut les laisser faire leur travail en paix*²⁷ ». Et elle ajoute : « *à ce jour, ces plantes modifiées n'ont intoxiqué que les esprits des consommateurs* », et conclut : « *Gardons notre énergie pour une réelle défense de l'environnement* » ! ■

21 Les Amis de la terre, 13 mai 2016, Nouveaux OGM : sept organisations de la société civile et paysanne s'inquiètent du flou gouvernemental, <http://www.amisdelaterre.org/Nouveaux-OGM-sept-organisations-de-la-societe-civile-et-paysanne-s-inquietent.html>, consulté le 24 juin 2014.

22 Joël Labbé, sénateur du Morbihan, question publiée le 7 avril 2016.

23 Inf'OGM 10 mars 2016 HCB : une neutralité très relative sur le dossier des nouvelles biotechnologies, Christophe Noisette, <http://www.infogm.org/5907-ogm-hcb-neutralite-tres-relative-dossier-nouvelles-biotechnologies> consulté le 24 juin 2016.

24 Qui pourtant fut responsable de la parution de l'article du 1er novembre 1996 du journal Libération titrant « *Alerte au soja fou* » à propos des importations de soja transgénique provenant d'Amérique du Nord, ce qui, d'après Marcel Kuntz (Science Pseudo-science, 286, juillet 2009) constitua « *le lancement en France du lynchage médiatique des OGM* ».

25 Sauvez les OGM, JC Jaillotte(2009, Hachette Littérature), p 31.

26 Maud Fontenoy Foundation, Ocean are Humanity's future, <http://maudfontenoyfoundation.com/> consulté le 25 juin 2016.

27 Maud Fontenoy, OGM le maïs qui rend fou, Valeurs actuelles 2 juin 2016, p 40.



L'OFFICE NATIONAL DES FORÊTS ACTEUR DE LA GESTION DURABLE

AU QUOTIDIEN, LES FORESTIERS GÈRENT
PRÈS DE ONZE MILLIONS D'HECTARES
DE FORÊTS PUBLIQUES



WWW.ONF.FR



DOSSIER

Les protéines végétales, une réponse aux nouveaux enjeux de société





Pascale Hébel,
Directrice du département
consommation au CREDOC

Pascale Hébel

Membre de l'Académie d'agriculture

Les protéines végétales Une réponse aux nouveaux enjeux de société

Après près de dix ans de crise économique et dans un contexte de montée des préoccupations environnementales, les consommateurs français consomment de moins en moins de viande, notamment de viande rouge. Une nouvelle phase de transition nutritionnelle, déjà observée aux États-Unis, au Royaume-Uni ou en Allemagne est en cours en France depuis le début des années 80. La mise en place de cette frugalité alimentaire appelle à un développement d'une offre de nouvelles sources de protéines qui soient acceptables pour l'utilisateur final en termes de goût mais aussi en termes de croyances et représentations.

FORTE MONTÉE DE LA PRÉOCCUPATION ENVIRONNEMENTALE

En une vingtaine d'années, la problématique du développement durable s'est imposée sur l'agenda politique et économique. Elle compte désormais au nombre des valeurs que la société française et la communauté internationale désirent promouvoir pour organiser leur développement. Le grand public s'est peu à peu approprié la thématique environnementale comme en témoignent les différentes enquêtes du CREDOC : entre 1995 et 2007, la proportion de

français citant la « dégradation de l'environnement » comme l'un des sujets qui les préoccupent le plus est passée de 6,5% à 19,5%. Après les années de crise où les préoccupations environnementales diminuent, en 2016, le niveau de la préoccupation environnementale est le même qu'en 2007. Cette montée de la consommation « engagée » s'explique, d'une part, par le fait que la consommation soit devenue un espace de contestation sociale. Ce choix de consommation traduit la volonté des citoyens d'exprimer des positions militantes ou politiques dans leurs choix marchands.

2007



2015



Figure 1 : Evolution des mots les plus cités à la question « Si je vous dis aliment de qualité à quoi pensez-vous ? ». Source : enquêtes « Tendances de Consommation » du CREDOC

Elle s'explique, d'autre part, par la montée des déterminations sociales holistes, c'est-à-dire des motivations suscitées par des normes, des valeurs ou des impératifs agissant à l'échelle de la société globale, par distinction avec des motivations suscitées par des normes en vigueur dans certains sous-ensembles de la société à l'exclusion des autres (catégories sociales, classes d'âge, etc.).

Les attentes en matière d'alimentation ont fortement évolué en France à la suite des crises liées à la morbidité animale (vache folle et grippe aviaire notamment) et aux malversations

(substitution de viande bovine par de la viande de cheval). Comme l'illustre la Figure 1, au-delà de la provenance géographique (les Français privilégient généralement les productions de l'Hexagone), le consommateur recherche aujourd'hui des facteurs qui rassurent tels que les produits issus de l'agriculture biologique, « naturels » et des produits bruts fabriqués à proximité.

Si la qualité dans le domaine de l'alimentation devait, aujourd'hui, se résumer en quelques mots, ce serait :

- un aliment produit issu de l'agriculture biologique, un produit naturel ;
- un produit cultivé localement ou un

- animal élevé localement par les producteurs de nos régions françaises ;
- un produit frais ou brut (légume, fruit, viande, poisson) ;
- un produit qui a du goût.

TRANSITION NUTRITIONNELLE : BAISSA DE LA CONSOMMATION DE VIANDE ROUGE

Jusqu'au début du XX^{ème} siècle la viande est la valeur alimentaire par excellence. « Si un médecin latin comme Cornelius Celsius n'hésitait pas à considérer que le pain est dans l'absolu le meilleur aliment... les manuels de diététique postérieurs au V^{ème} siècle accordaient une attention de très loin prioritaire à la viande » (Montanari, 1995). Tant que le niveau de vie de la plus grande partie des populations est faible, le coût de l'élevage limite la consommation de viande aux classes aisées. La consommation de viande est alors attestée considérée comme statut-symbole du privilège social. Puis avec le développement du pouvoir d'achat, tout en gardant une image assez festive, la viande se répand dans les repas quotidiens des classes populaires à la fin du 20^{ème} siècle. A partir du début des années 1980, des messages nutritionnels sont diffusés

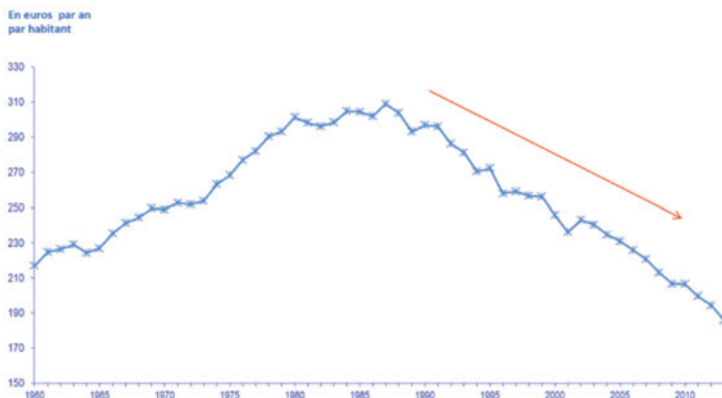


Figure 2 : Evolution des dépenses en viandes de boucherie par habitant en euros constants (hors inflation). Source : INSEE, Comptabilité Nationale

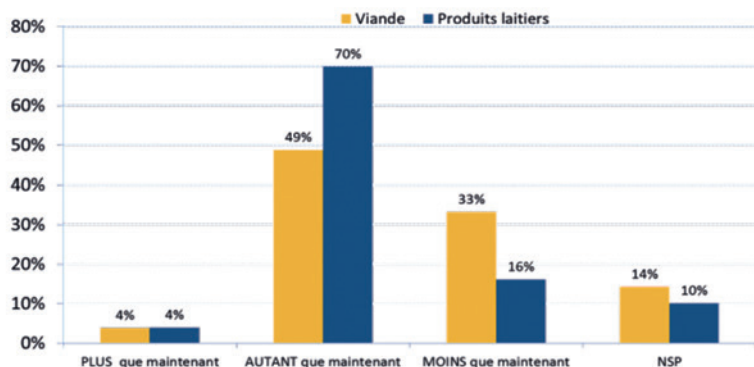


Figure 3 : Pourcentage de répondants à la question « Est-ce que dans 6 prochains mois vous consommerez ? » - 2014.

Source : Enquête « Tendances de Consommation » du CREDOC, 2014

pour que les consommateurs diminuent leur consommation (Combris, 1996). La consommation par habitant en viandes de boucherie diminue très fortement (cf. Figure 2). Les jeunes générations au même âge en consomment moins que les générations les plus âgées. Ce phénomène est accentué depuis le début de la crise économique, la consommation de viande est jugée trop onéreuse.

Dans toutes les sociétés, la consommation de viande a davantage fait

l'objet de questionnements que celle des végétaux. Pour assurer leur survie, les humains acceptent de donner la mort aux autres espèces dans des limites variables culturellement mais qui généralement doivent être classées inférieures à l'espèce humaine. La hiérarchie la plus répandue situe les espèces végétales inférieures aux espèces animales. Les cultures qui situent les animaux et les humains au même niveau sont plutôt végétariennes. Et les sociétés croyant à des divinités transcendantes à l'origine

de la vie organisent la mise à mort des animaux selon des rituels sacrificiels. Dans nos sociétés la relation à l'animal a évolué avec l'urbanisation. L'acceptation de la consommation de viandes ne se fait qu'à la condition qu'elle ne soit pas associée aux animaux (sarcophagie) (Vialle, 1997).

En plus de la sarcophagie, la prise en compte du bien-être animal est de plus en plus présente et conduit de plus en plus de consommateurs à diminuer leur consommation de viandes (flexitarisme). En 2014, un tiers des Français envisagent de diminuer leur consommation de viande dans les six mois à venir (cf. Figure 3). Le végétarisme se développe dans les populations féminines et jeunes.

De façon générale, la mutation des modes de vie (urbanisation) a modifié le comportement alimentaire du Français. Combinée à cette mutation la montée des attentes en développement durable conduit à une diminution structurelle de la consommation de viandes de boucheries qui ne peut être compensée que par la consommation de protéines d'autres sources, telles que végétales. ■

Les protéines végétales : un trésor de diversité

Dans un monde en évolution rapide, les enjeux alimentaires représentent un défi majeur. En effet en plus d'une augmentation importante de la population mondiale, nous devons faire face à une modification des comportements alimentaires. Les pays riches commencent à prendre conscience de la nécessité de réduire la fraction animale de leurs rations, alors que dans le même temps une partie importante de la population mondiale accède à un niveau de vie plus élevé lui permettant de pouvoir se payer plus de protéines animales.

Dans ce contexte, il est important de prendre en compte le potentiel des protéines végétales pour répondre à ce défi. Il faut en effet, selon les espèces, entre 2,5 et 10 kg de protéines végétales pour produire 1 kg de protéines animales. La consommation directe de protéines végétales en alimentation humaine doit être rendue plus attractive en jouant à la fois sur leurs caractéristiques nutritionnelles, organoleptiques, fonctionnelles et économiques.

Les protéines végétales sont très diverses en termes d'origines, de composition en acides aminés, de poids moléculaires, de solubilité, de propriétés fonctionnelles, de digestibilité. Pour répondre à cette richesse, les industriels ont mis au point un grand nombre de procédés de fractionnement, d'extraction, de purification, de fonctionnalisation, en conditions aqueuses, en présence de solvants ou par voie sèche, permettant d'obtenir des protéines « ingrédients » entrant dans la composition d'un nombre croissant d'aliments. De nombreux travaux de recherches sont actuellement en cours ou en préparation afin de continuer à enrichir les connaissances scientifiques et les possibilités technologiques permettant de mieux s'adapter encore aux différentes matières premières.

Historiquement les protéines de soja et le gluten de blé ont été les sources de protéines végétales les plus travaillées, elles représentent actuellement 98% des protéines « ingrédients » utilisées en agroalimentaire. Un grand nombre de nouvelles sources arrivent sur le marché, les plus visibles actuellement sont les protéines de pois, de riz, de pomme de terre, de colza, de lupin, de tournesol, d'algues, de microorganismes ou de champignons.

D'un point de vue agronomique et environnemental, la production de protéines végétales représente un vrai enjeu pour le futur. Le développement des productions doit permettre de diversifier les rotations, de limiter les besoins en intrants tout en permettant des rendements élevés et stables. La dynamique actuelle autour des protéines végétales doit permettre de changer les critères de la sélection variétale en attachant une part plus importante à la quantité et surtout à la qualité des protéines.

Au sein de cette diversité végétale, les protéines de légumineuses à graines, tout spécialement à l'honneur en cette année 2016, pourront jouer un rôle central dans les développements à venir. Leurs atouts sont liés à leurs productivités en kg de protéines par hectare, à leurs qualités nutritionnelles et à leurs avantages majeurs en termes d'impacts environnementaux (fixation de l'azote de l'air, faible besoin en intrants, diversification des assolements...).

Afin de faciliter l'accès des protéines végétales au marché de l'alimentation humaine, il faudra lever certains verrous scientifiques et technologiques. Les principaux sont liés à leur faible solubilité dans l'eau, à leur équilibre en acides aminés essentiels, à leur profil organoleptique, aux réactions allergiques qu'elles peuvent générer et d'une manière générale au manque de connaissances scientifiques disponibles.

C'est pour aider les acteurs de la filière des protéines végétales qu'IMPROVE, plateforme de recherche dédiée à la valorisation des protéines végétales a été créée. Elle joue un rôle de transfert scientifique et technologique afin de faciliter la définition de nouveaux procédés, la mise au point de nouveaux produits destinés aux marchés des alimentations humaines et animales mais aussi à ceux des matériaux et de la cosmétique. IMPROVE met à disposition de ses clients 3 pôles de compétences:

- Un pôle pilote voie sèche permettant de traiter tout type de matière végétale à faible teneur en eau. Par des traitements de nettoyage, décorticage, broyage, tamisage, turbo séparation il est possible d'obtenir des fractions enrichies en protéines pouvant aller jusqu'à des teneurs de 70% sur matière sèche.
- Un pôle voie humide permettant de traiter en milieu aqueux ou solvant des matières végétales et de réaliser des opérations de broyage, extraction, lavage, centrifugation, filtration frontale ou tangentielle, chromatographie, concentration, atomisation...
- Un pôle analytique permettant de caractériser la composition, les propriétés physicochimiques et fonctionnelles, la digestibilité des produits obtenus sur les 2 autres pôles ou venant directement des clients.

Après 2 ans d'existence, IMPROVE emploie 20 salariés.

Denis Chereau

Directeur général de IMPROVE

A close-up, high-angle portrait of a woman's face, focusing on her eyes and nose. She has light-colored eyes and is looking slightly to the right. The lighting is soft and warm, highlighting the texture of her skin. Overlaid on the lower half of her face is the text 'THINK GOOD ACT GOOD CONNECT FOR GOOD BE HORYOU' in white. The first four lines are in a thin, outlined font, while the fifth line is in a bold, solid font.

THINK GOOD
ACT GOOD
CONNECT
FOR GOOD
BE HORYOU

www.Horyou.com

Horyou 

Connect for Good



Claire Gaudichon
 AgroParisTech-INRA-
 Université Paris-Saclay
 Enseignante chercheuse en
 biologie et nutrition

Claire Gaudichon

UMR de Physiologie de la Nutrition et
 du Comportement Alimentaire

L'intérêt nutritionnel des protéines de légumineuses

La famille des légumineuses regroupe de nombreuses plantes, dont certaines donnent des graines comestibles. Parmi ces dernières, seuls les légumes secs répondent à la définition alimentaire des légumineuses selon la FAO, c'est-à-dire les pois, pois chiches, haricots secs, fèves et lentilles. Pauvres en matières grasses et riches en glucides, leur teneur en protéines est élevée, de 20 à 30 % de l'extrait sec, d'où leur qualification de protéagineux. Le soja et l'arachide, et dans une moindre mesure le lupin, sont, à l'inverse des légumes secs, riches en lipides et pauvres en amidon. Il faut souligner

qu'après réhydratation et cuisson, le taux protéique des légumes secs n'est plus que de l'ordre de 8 à 10 %, une teneur équivalente à celle des pâtes ou de la semoule. Les légumes secs sont donc avant tout une excellente source de glucides et de fibres et en France, ils sont assimilés à des féculents (fig 1).

DES SOURCES INTÉRESSANTES DE PROTÉINES

Les fractions protéiques des légumes secs sont nutritionnellement intéressantes en raison de leur équilibre satisfaisant en acides aminés indispensables, au regard d'autres protéines végétales. Elles sont souvent qualifiées de pauvres en acides aminés soufrés (méthionine + cystéine), mais ce déséquilibre n'est au final que marginal par rapport à une composition « idéale ». Ce sont les lentilles qui sont les plus pauvres en acides aminés soufrés. Le score chimique corrigé de la digestibilité (PD-CAAS) est de l'ordre de 0.9 pour le pois, ce qui signifie que si on ne consommait que cette source de protéines, il faudrait augmenter de 10 % l'apport protéique par rapport aux recommandations (0.83 g/kg/j) afin de satisfaire les besoins en tous les acides aminés, y compris soufrés. Parmi les autres

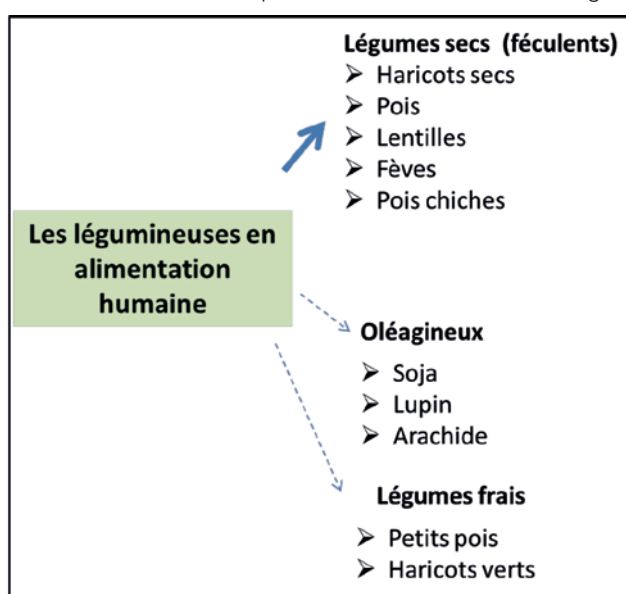


Figure 1 : les trois familles de légumineuses en alimentation

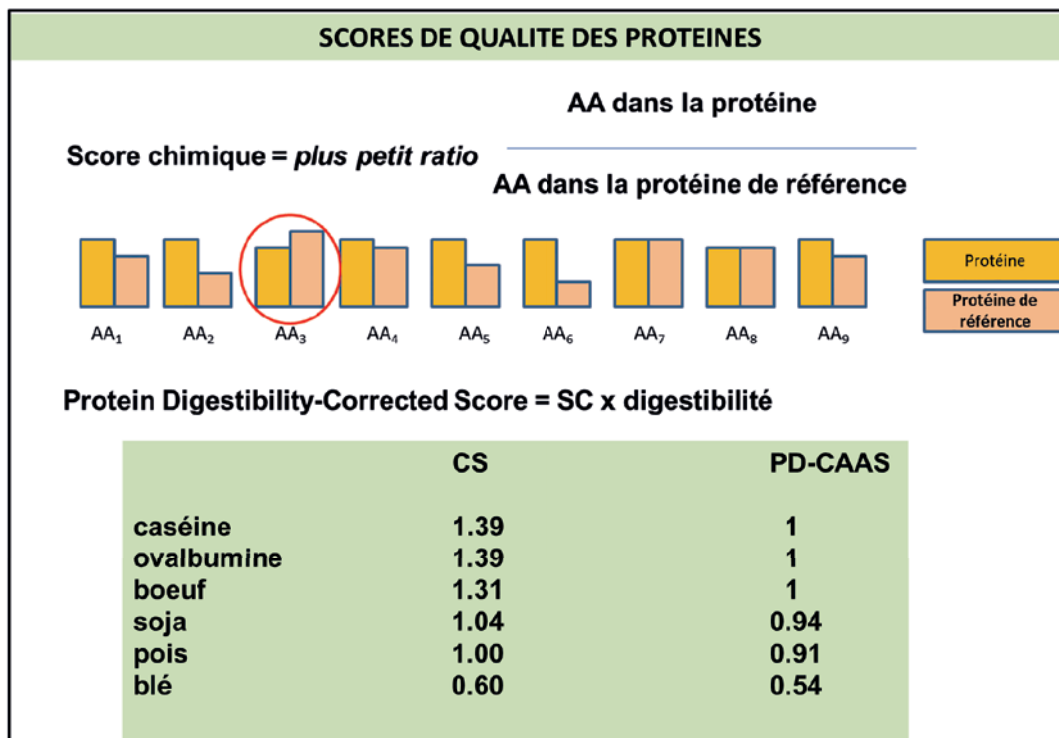


Figure 2 : le soja et le pois ont des scores PD-CAAS de qualité des protéines proches de ceux des protéines animales.

sources végétales, les céréales présentent une faible teneur en lysine ce qui altère leur biodisponibilité métabolique. Le PD-CAAS du blé est de l'ordre de 0.5, il faudrait donc doubler l'apport protéique pour satisfaire le besoin en lysine si on ne consommait que des céréales. Par ailleurs, les fruits à coque sont riches en protéines mais leur teneur en lysine est également limitante. Les pseudo-céréales (quinoa, amarante, sarrasin) sont riches en protéines, et leur profil en acides aminés est bien équilibré. Comme les légumes secs, ces graines sont donc une source intéressante de protéines (Fig 2).

La biodisponibilité des protéines de légumineuses est relativement élevée. Des études menées chez l'Homme ont montré que la digestibilité iléale d'un isolat de pois est de 90 % et sa rétention azotée postpran-

diale de 70 %. Pour comparaison, les valeurs de digestibilité obtenues avec la même méthodologie s'échelonnent entre 84 % pour le colza et 95 % pour le lait, et les valeurs de rétention azotée postprandiale entre 65 % pour le blé et 77 % pour le lait. Pour le lupin et le soja, les valeurs de digestibilité sont comparables à celle du pois, et les valeurs de rétention azotée un peu supérieures (73 %). Si ces données plaident en faveur d'une bonne qualité nutritionnelle des protéines de légumineuses, il faut souligner qu'elles concernent des isolats et que nous ne disposons pas de valeurs de biodisponibilité de ces protéines consommées au sein de leur matrice d'origine.

LÉGUMINEUSES ET ÉQUILIBRE ALIMENTAIRE

Outre la bonne qualité de leurs protéines, les légumineuses présen-

teraient un intérêt nutritionnel dans la prévention cardiovasculaire, le contrôle de la glycémie ou le maintien du poids. Des essais randomisés contrôlés indiquent qu'une consommation quotidienne de 130 g/jour de légumes secs cuits diminue le taux de cholestérol LDL ou encore le poids corporel mais bien que ces effets soient statistiquement significatifs, ils sont de faible amplitude.

Au final, les légumes secs présentent des atouts importants en termes d'équilibre alimentaire. Outre leur forte teneur en amidon et en fibres, ils contiennent des protéines de bonne qualité nutritionnelle. Cependant, peu consommés en France, ils ne contribuent que faiblement à l'apport protéique. Les nombreuses campagnes de sensibilisation menées en 2016 pourraient permettre de réhabiliter ces aliments dans les habitudes alimentaires des français. ■



Morgane Estève-Saillard
GEPV, Groupe d'Étude et
de Promotion des Protéines
Végétales
Ingénieur réglementation et
nutrition

Morgane Estève-Saillard

Groupe d'Étude et de Promotion des Protéines
Végétales

Bilan de référencement des protéines végétales en France et perception du consommateur

Le GEPV, Groupe d'Étude et de Promotion des Protéines Végétales, est une association de type loi 1901 qui accompagne le développement et l'utilisation des protéines végétales. Il a pour objectif la promotion et l'information scientifique et technique relative à l'emploi des protéines végétales ou Matières Protéiques Végétales (MPV) en alimentation humaine.

Tous les deux ans, le GEPV réalise un bilan de référencement afin de recenser, via les étiquetages des produits alimentaires, les produits sur le marché contenant des protéines végétales. Ce recensement se fait par visite dans les magasins (supermarchés, magasins spécialisés, de proximité...) situés dans la région de Clermont-Ferrand. Six segments de produits sont étudiés :

- La boulangerie-vienniserie-pâtisserie (BVP) ;
- les biscuits, snacks et céréales ;
- les charcuteries et préparations à base de viandes ;
- le rayon traiteur ;
- les préparations à base de poissons ;
- le rayon diététique ;
- le rayon de l'alimentation infantile, dit « baby-food »

UNE PROGRESSION GÉNÉRALE

Le bilan 2015 a montré une progression générale de 18% du nombre de produits alimentaires contenant des protéines végétales, par rapport à l'enquête précédente. Cette tendance est confirmée depuis 2009. On observe une certaine stabilité avec les années précédentes dans la part des différents segments de produits étudiés. Les rayons contenant le plus de produits avec protéines végétales sont la BVP, le rayon traiteur et les produits à base de viande, qui représentent à eux trois près de 80% des produits référencés contenant des protéines végétales. La BVP représente à elle seule 36%, ce qui s'explique par la nature même des produits de panification (cf. figure 1). Cinq sources de protéines ont été enregistrées dans le bilan de référencement : fève (farine), lupin (farine, protéine), blé (gluten, protéine, protéine texturée), pois (farine, protéine) et soja (farine, protéine, texturés). Pour deux tiers des produits, la source de protéine végétale est le blé. Il est suivi par le soja qui représente 17% des utilisations de protéines végétales. L'ensemble des sources de MPV progresse en nombre d'utilisation dans les produits.

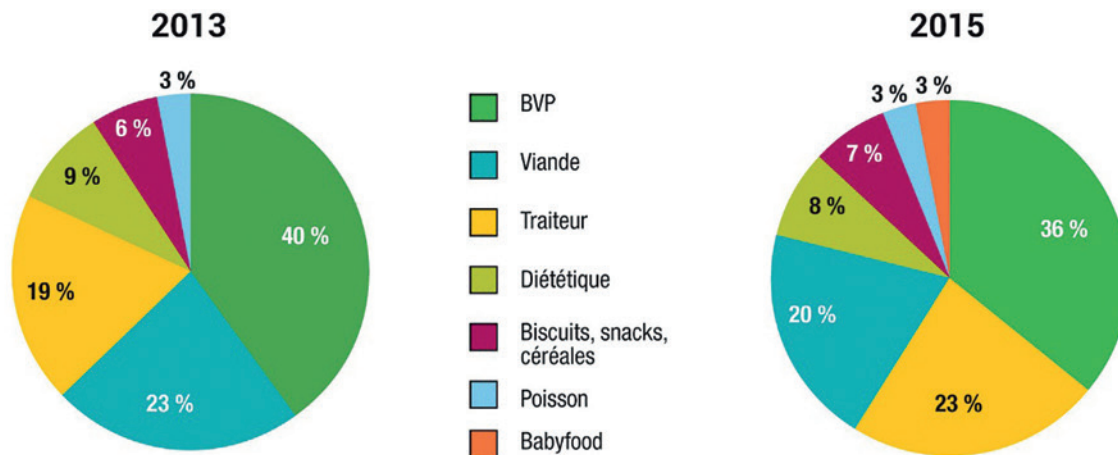


Figure 1 : Répartition de l'utilisation des protéines végétales dans les différents rayons en 2013 et 2015.
Source : Bilan de référencement GEV 2015.

On note certaines spécificités d'utilisations, déjà relevées lors des précédentes enquêtes : le blé est naturellement très largement utilisé en BVP, alors que le soja et le pois se retrouvent principalement dans les préparations à base de viandes. La fève est principalement utilisée en BVP et dans les produits traiteur, et le lupin se répartit entre la BVP, les biscuits et les produits diététiques.

Outre la présence des protéines végétales dans les produits alimentaires, le GEV souhaite savoir quelle est la perception du consommateur de ces produits contenant des protéines végétales. Le baromètre établi en 2014 révèle une perception très positive des protéines végétales auprès des Français. Plus de 3/4 pensent qu'elles sont :

- Bonnes pour la santé (93 %) ;
- Indispensables à tous (85 %) ;
- Complémentaires des protéines animales (83 %) ;
- Bonnes pour l'environnement (78 %) ;
- Synonymes de qualité (77 %) ;

Les protéines végétales sont également perçues comme :

- Respectueuses de l'environnement (94 % des Français disent qu'elles

le sont autant ou plus que les protéines animales) ;

- De bonne qualité nutritionnelle (90 % des Français disent qu'elles le sont autant ou plus que les protéines animales) ;
- De bonne qualité gustative (76 % des Français disent qu'elles le sont autant ou plus que les protéines animales).

En revanche l'origine des protéines végétales est encore mal connue. Quand on demande aux Français quels aliments contiennent le plus de protéines, la viande, les œufs et le poisson ressortent en tête, cités dans les trois premiers par respectivement 85 %, 68 % et 57 % des personnes interrogées. Les légumineuses se classent juste derrière, à 26 % - chiffre cependant en hausse par rapport à celui de 2011 (16 %).

UNE IMAGE POSITIVE

L'enquête montre que les protéines végétales sont mieux connues de ceux qui abritent un végétarien dans leur foyer ou suivent un régime ; de ceux qui consomment des produits bio ou des compléments alimentaires ; des femmes relevant de catégories

socio-professionnelles supérieures (CSP+) ; et des 50-64 ans. Enfin 7 Français sur 10 savent que les protéines végétales sont essentiellement présentes dans les légumineuses et notamment les légumes secs.

Au niveau consommation, les protéines végétales sont volontairement achetées par 1 Français sur 4, en plus forte proportion par les femmes, les CSP+ et les personnes qui suivent un régime. Les principales motivations d'achat sont la curiosité, la volonté de réduire le taux de graisses, et des raisons nutritionnelles.

Malgré un besoin d'être rassuré sur le goût des produits contenant des protéines végétales, 25 % des Français ont l'intention de consommer plus régulièrement ce type de produits. Et 35 % ont l'intention de réduire leur consommation de viande pour des raisons de santé (70 %), de prix (39%) et d'environnement (38 %).

Avec une image positive (bonnes pour la santé, éco-respectueuses, qualitatives, etc.) et des leviers d'achat porteurs (raisons nutritionnelles avec réduction du taux de matières grasses par exemple), les protéines végétales connaissent une perspective de consommation à la hausse. ■



Hervé This

Physico-Chimiste INRA ;
directeur de l'AgroParisTech-
Inra International Center for
Molecular Gastronomy

Hervé This

Membre de l'Académie d'agriculture

Les protéines végétales, un cas d'école pour l'Académie d'agriculture de France une possibilité d'innovations

Pourquoi utiliser les protéines végétales ? Comment les mettre en œuvre dans notre alimentation ? Certaines légumineuses ont déjà des usages alimentaires courants, que les institutions pourraient promouvoir ; et d'autres plantes sont tout aussi intéressantes pour leurs protéines, dont il faudra trouver des modes de mise en œuvre. Le fractionnement, par des techniques déjà bien au point, ouvrant la voie à la création de nouveaux produits d'assemblage, est une solution à envisager.

Que mangerons-nous demain ? Beaucoup de nos concitoyens tiennent à leur alimentation, oubliant ou ignorant que nous sommes la première génération à ne pas avoir connu la famine... et que la sécurité alimentaire est un état précieux, dont les institutions doivent se préoccuper. Parmi celles-ci, l'Académie d'agriculture est concernée au premier chef et notamment sa Section « Alimentation humaine ». Cette année 2016 ayant été désignée « année internationale des légumineuses » par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), il convient donc de relayer dans notre pays une action de développement internationale. Il ne faut pas cependant éluder une réflexion critique, notamment

sur l'intérêt alimentaire des légumineuses, et plus généralement des protéines que l'on peut en extraire, ainsi d'ailleurs que sur celles d'autres végétaux.

LES USAGES ALIMENTAIRES CLASSIQUES DES LÉGUMINEUSES

Classiquement associées aux « légumes secs », les légumineuses sont des plantes de la famille des fabacées, dont l'intérêt alimentaire est connu depuis longtemps. Les principales, pour nos cultures alimentaires, sont les fèves, haricots, lentilles et pois. Pour la France, les livres de cuisine, depuis le Viandier, comportent des recettes qui incluent des légumineuses, mais l'usage est évi-

demment plus ancien ; De Re Coquinaria, notamment, mentionne l'utilisation de natron (carbonate de sodium) pour la cuisson de ces ingrédients alimentaires (Apicius, 400 av. J-C) et l'on ne saurait oublier l'épisode de la Bible qui mentionne les lentilles.

Evidemment la faible teneur en eau des graines de légumineuses et leur teneur notable en protéines sont des atouts importants, notamment quand les populations souffrent de « famine ». Mais on ne doit pas oublier que l'on a parfois nommé « famine » le seul fait de devoir consommer des tissus végétaux, et pas des tissus animaux.

Aujourd'hui, la promotion des légumineuses semble passer par la proposition de recettes de cuisine (FAO, 2016), mais les efforts dans cette direction ne semblent pas devoir conduire à des bouleversements de la consommation de ces ingrédients culinaires, souvent connotés négativement. En revanche, on peut s'interroger non plus sur l'utilisation des légumineuses dans leur totalité, mais sur la mise en valeur des constituants de ces denrées, obtenus par des fractionnements ou « craquages ». Dans cette optique les protéines des légumineuses et des végétaux en général sont un atout pour l'innovation alimentaire.

LES PROTÉINES VÉGÉTALES DANS L'ALIMENTATION FUTURE

Avant d'examiner des actions à entreprendre collectivement. Les faits doivent être considérés. Le premier est que la Terre portera entre 8,3 et 10,6 milliards d'êtres humains en 2050 (Union européenne, 2013). Il faudra nourrir cette population, sachant qu'un milliard de personnes

souffrent déjà de la faim en 2009, selon la World Health Organization. La production alimentaire devra se développer de façon durable, alors que sévront peut-être aussi une crise de l'énergie et une crise de l'eau. Pour parvenir à nourrir l'humanité, il sera sans doute essentiel de mieux lutter contre le gaspillage, après avoir bien identifié les différentes sources d'inefficacité du système alimentaire, entre le champ et l'assiette).

L'analyse de cette question est complexe. Les ingrédients alimentaires actuels sont majoritairement des tissus animaux ou végétaux, lesquels sont principalement composés d'eau : par exemple, des tomates sont composées d'eau pour 95 pour cent, des pommes pour 85 pour cent, des carottes pour 80 pour cent, des viandes pour 75 pour cent. Il est coûteux de transporter de l'eau. Mais, de surcroît, ces ingrédients alimentaires classiques, qui sont formellement des systèmes de la catégorie des gels, doivent être protégés des dommages mécaniques et des micro-organismes, qui trouvent en eux des milieux favorables à leur développement. Cela impose notamment l'utilisation de systèmes de refroidissement, dont la durabilité est incertaine, comme l'a souligné une séance publique récente de l'Académie d'agriculture. Ainsi, compte tenu de ces incertitudes, on est fondé à douter que l'alimentation classique, constituée à partir de tissus végétaux ou animaux, soit finalement durable et suffisante.

Dans ce contexte, quelle pourrait être dans le futur la place des légumineuses et des protéines végétales ? Les premières ont une teneur en eau faible (moins de 20 pour cent), qui permet une meilleure conservation. Les deuxièmes, qui ont également

cet avantage, imposent une mise en œuvre spécifique, qu'il faut apprendre à maîtriser.

DES QUESTIONS NUTRITIONNELLES

Toutefois, avant de considérer les questions de la mise en œuvre technique, il faut s'interroger sur les conséquences d'un développement de la consommation des unes et des autres. Par exemple, on ne doit pas oublier que la population des pays comme le nôtre est sub-carencée en fer. Il en découle que toute réduction d'une consommation de viande peut accroître la possibilité d'apparition de carences réelles en fer. D'autre part, la généralisation de la production de légumineuses ou de végétaux dont on peut extraire des protéines devra être considérée en tenant compte des questions nutritionnelles pour lesquelles des débats ont encore lieu. Ainsi de récents articles sur la consommation de viande, parus dans la Revue de l'Académie d'agriculture de France (Bourre et Risse, 2016), ont suscité de vifs débats académiques, dans un contexte où la viande est publiquement attaquée par des groupes d'activistes. S'il semble admis que la consommation de viande soit excessive dans certains pays, c'est moins la teneur en protéines qui est discutée, ou l'équilibre en acides aminés qu'apportent les viandes, les légumineuses ou d'autres sources (insectes, protéines végétales purifiées...), que les composés qui les accompagnent : tels les triglycérides, qui apportent notamment des acides gras insaturés indispensables à la constitution des membranes cellulaires dans de bonnes conditions physiologiques. Le programme Horizon 2020 de la Communauté européenne, recon-

naît d'ailleurs la difficulté d'une réduction généralisée de la consommation de viande, en termes nutritionnels comme en termes techniques, du champ à l'assiette (Horizon 2020, 2025).

Enfin on n'oubliera pas que le monde de l'agriculture et de l'élevage doit être enrichi, afin qu'il puisse assurer ses missions de production de denrées alimentaires (sécurité alimentaire), et aussi, de conservation de l'environnement. Les divers terroirs ont en effet, par définition, des particularités qui déterminent les possibilités de culture ou d'élevage, ce qui conduit à des « cultures alimentaires » qu'il n'est pas possible de perturber sans précaution.

QUE FAIRE DES PROTÉINES VÉGÉTALES ?

Les précautions étant prises, comment mettre en œuvre les protéines végétales ? Une comparaison avec la musique fait comprendre l'intérêt d'une production d'aliments « de synthèse », proposée pour la première fois en 1994 sous le nom de « cuisine note à note », d'où elle tient son nom (This, 1994). La musique se fait traditionnellement à l'aide d'« instruments », qui produisent des sons caractéristiques. Les décompositions spectrales initiées par le physicien français Jean-Baptiste Fourier ont conduit à comprendre que tout son est réductible à la somme d'ondes sonores de fréquence pure. Cette découverte a permis le développement de la synthèse acoustique, qui a bénéficié de l'avènement des systèmes électroniques, tout d'abord, puis des systèmes numériques. Les appareils électroacoustiques qui en sont nés se vendent aujourd'hui pour une ving-

taine d'euros dans des magasins de jouets.

La même évolution peut être envisagée pour la production d'aliments sous le nom de « cuisine note à note » (This 2012). Les progrès de l'analyse chimique réalisés depuis les travaux des pionniers de la science des aliments tels Cadet, Lavoisier, Fourcroy, Braconnot... ont permis de comprendre que les aliments sont faits de composés assemblés en structures physiques spécifiques. Certains composés sont importants pour la consistance, d'autres pour la couleur, ou la saveur, l'odeur, les sensations trigéminales, ...etc. L'analyse de tous ces composés n'est pas terminée, mais par exemple pour les composés odorants, dont les quantités dans les aliments sont parfois très petites (on parle couramment de la partie par milliard), on estime que 6000 des 10 000 composés odorants sont identifiés.

Dans les tissus végétaux ou animaux, et dans les aliments classiques, ces composés sont naturellement combinés en structures physico-chimiques sélectionnées par l'évolution. On conçoit qu'ils puissent être combinés de bien d'autres façons, ce qui constitue une source quasi intarissable d'innovation alimentaire, d'où le projet de la « cuisine note à note ». Dans le cas des légumineuses et de leurs protéines, ou de celles extraites d'autres végétaux, elles doivent être mises en œuvre de façon spécifique, en vue d'obtenir des effets nutritionnels et sensoriels que l'on aura préalablement définis. Cela nécessitera des études nutritionnelles, pour guider à la fois le choix des protéines à utiliser, et l'environnement alimentaire où elles seront placées.

Quels systèmes physico-chimiques réaliser à l'aide de ces protéines

végétales ? On sait que ce sont des polymères susceptibles d'établir des liaisons chimiques de divers types, pour la formation de gels physiques ou chimiques. Des techniques apparentées à la production des gels classiques que sont les aspics, bavarois, crèmes prises, omelettes, œufs diversément cuits, gelées, confitures, ou surimis peuvent donc être mises en œuvre. Pour autant, puisque toutes les protéines ont la particularité d'être des sources d'acides aminés, et de contribuer à la structure physique des aliments, il semble indispensable d'explorer des techniques pour parvenir à des consistances particulières, et originales, à partir des protéines végétales. L'industrie alimentaire utilise déjà des techniques simples pour obtenir des fibres, dans des systèmes analogues à des surimis. Des systèmes à microréacteurs, ou d'imprimantes 3D sont des pistes que la technologie peut explorer. On peut aussi imaginer des systèmes d'aliments auto-assemblés, dont la structure physique résulterait du simple mélange d'ingrédients, divers processus chimiques, biologiques, ou physiques pouvant être utilisés à cette fin. Ainsi pour valoriser les protéines végétales, la technologie pourra explorer de multiples options, entre la cuisine note à note pure, utilisant exclusivement de composés purs, et l'utilisation de fractions simples (faites de quelques composés seulement ou de composés de même type (huiles, par exemple).

DES QUESTIONS D'ACCEPTABILITÉ

Une stratégie s'impose pour faire accepter les nouveaux aliments qui seront ainsi produits. La stratégie jadis mise en œuvre par Augustin Parmenier pour les pommes de terre (faire apparaître des aliments nouveaux

comme réservés à des « élites ») peut être utilement complétée par l'emploi de l'Education nationale. C'est pourquoi il ne faut pas oublier d'associer cette composante essentielle dans les « Pôles Science & Culture Alimentaire » qui sont en construction, en France et ailleurs (Fondation Science & Culture Alimentaire, 2016).

La stratégie de Parmentier a été explicitement reproduite dès le début des années 1980, quand il s'est agi de rénover l'activité culinaire, alors techniquement très désuète, avec la proposition de la « cuisine moléculaire »,

définie par l'emploi d'outils de cuisine modernes. Aujourd'hui la cuisine « Note à note » doit supplanter la cuisine moléculaire. Elle est explorée par de nombreux cuisiniers, dont le Chef français Pierre Gagnaire, qui fut le premier à servir un plat de cuisine « Note à note » dans un restaurant de Hong Kong, en 2009. Des élèves ingénieurs agro-alimentaires qui en ont reçu l'enseignement (en Irlande, au Portugal, en France) participent maintenant régulièrement aux Concours Internationaux de Cuisine « Note à note », qui se tiennent chaque

année à AgroParisTech. Ce concept consiste créer des aliments à partir de composés purs obtenus par fractionnement ou craquage. Ces fractionnements sont déjà effectués par les industriels des filières céréalière et laitière, et les techniques (essentiellement membranaires) qui sont mises en œuvre, sont déjà bien au point (Gésan-Guiziou, 2011). On peut les utiliser en les adaptant, pour toutes les productions de l'agriculture et de l'élevage et notamment pour les protéines des légumineuses, et plus généralement les protéines végétales. ■



Académie d'Agriculture de France
Espace Bellechasse
18 rue de Bellechasse 75007 Paris

Location de Salles

Remise de 10% sur la salle
Pour les Organismes
à sujet Agricole



Easy Réunion
01 79 72 33 03
www.espacebellechasse.com



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

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

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

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





Jean-François
Morot-Gaudry
Directeur de recherche
honoraire de l'INRA

Jean-François Morot-Gaudry

Membre de l'Académie d'agriculture

Améliorer la photosynthèse pour augmenter les rendements des cultures : le cas du riz

Les végétaux ne récupèrent par la photosynthèse qu'un millième de l'énergie solaire reçue par la planète. C'est pourquoi augmenter les rendements des cultures en agissant sur les processus photosynthétiques reste une préoccupation constante des généticiens et des agronomes. On sait aujourd'hui qu'il existe chez les végétaux deux mécanismes principaux de photosynthèse, baptisés C3 et C4. Ce dernier étant le plus performant sous certaines conditions climatiques, un objectif des chercheurs est de l'introduire chez les plantes cultivées les plus vitales qui n'en disposent pas, comme par exemple le riz.

La photosynthèse, ou synthèse à la lumière, est un processus caractéristique du monde végétal (mousses, fougères, algues et plantes supérieures) mais rencontré aussi chez certaines bactéries et certains protistes. Par la photosynthèse, les organismes vivants captent l'énergie solaire et la transforment en énergie chimique, sous forme de molécules réductrices et énergétiques qu'ils utilisent ensuite pour fixer le carbone du gaz carbonique (CO₂) de l'atmosphère : ils élaborent des chaînes carbonées élémentaires puis des molécules organiques plus complexes, indispensables à leur métabolisme et à leurs besoins énergétiques.

Ainsi les végétaux sont des organismes autotrophes, phototrophes, c'est-à-dire capables de fabriquer et de synthétiser leur matière organique à partir d'eau, de dioxyde de carbone, d'éléments minéraux et de l'énergie du soleil.

La photosynthèse est un phénomène massif, à l'origine de la formation d'une grande partie de la biomasse de la planète, incluant celle qui s'est accumulée et transformée au cours des périodes géologiques sous forme de gaz naturel, de pétrole et de charbon. La photosynthèse est également à l'origine de l'oxygène atmosphérique O₂ nécessaire à la respiration

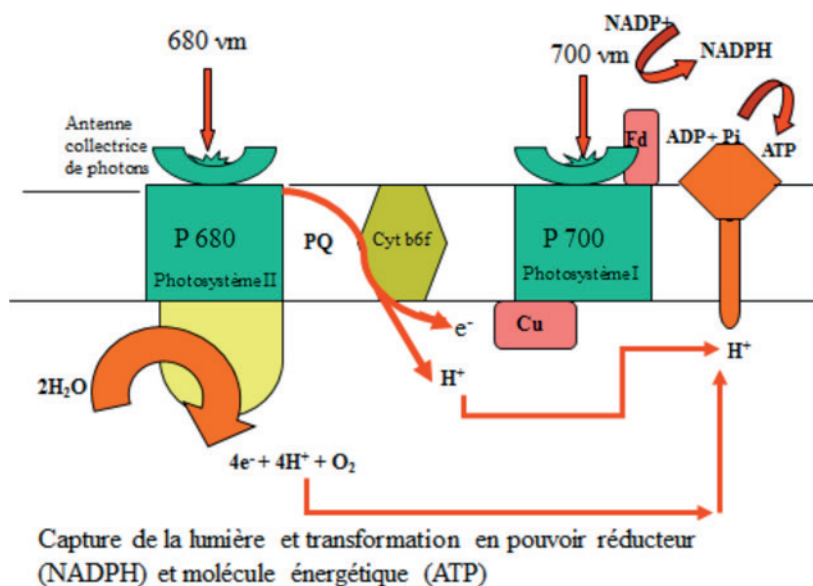


Figure. 1 Capture de la lumière et transformation en molécules énergétiques

de la majorité des organismes vivants menant une vie aérobie et de la couche d'ozone stratosphérique qui absorbe la majeure partie du rayonnement UV solaire. En fixant le CO₂ atmosphérique, la photosynthèse contribue également à recycler le dioxyde de carbone et à réduire l'effet de serre. Les organismes photosynthétiques assimilent environ 110-120 milliards de tonnes de carbone en biomasse chaque année. Le flux d'énergie capté par la photosynthèse à l'échelle planétaire est immense, approximativement 100 térawatts, ce qui est environ de 8 à 10 fois plus élevé que la consommation énergétique moyenne mondiale intégrée sur un an. Si ce flux énergétique est élevé, il ne correspond qu'à un millième de la source énergétique colossale fournie par le soleil. Les végétaux ne récupèrent en fait qu'un millième de cette source d'énergie.

Les organismes photosynthétiques terrestres sont apparus il y a environ 450 millions d'années, et durant ce temps leur morphologie, leur anatomi-

mie et leur physiologie, en particulier leurs mécanismes photosynthétiques, se sont profondément diversifiés. Les plantes cultivées assurent l'alimentation des animaux herbivores, nourriture des carnivores et finalement de celle des humains. Il va de soi que l'aspect agronomique du processus et son importance dans l'économie humaine sont de tout premier ordre. Augmenter les rendements des cultures en agissant sur le processus photosynthétique a été et reste une préoccupation constante des généticiens et des agronomes.

UN PROCESSUS EN DEUX PHASES

La photosynthèse se caractérise classiquement par deux types de réactions couplées entre elles, situées dans les chloroplastes, organites cellulaires verts, localisés dans le limbe des feuilles : les réactions primaires et les réactions secondaires, plus exactement métaboliques.

Première phase : la transformation de la lumière en molécules énergé-

tiques. Grâce à leurs pigments (chlorophylles et caroténoïdes), les organismes photosynthétiques capturent la lumière visible (400-700 nm) du soleil et la convertissent en molécules riches en énergie : à pouvoir réducteur - Nicotinamide Adénine Dinucléotide Phosphate (NADPH) - et énergétiques - Adénosine Triphosphate (ATP) - suite à des transferts d'électrons et de protons après oxydation de l'eau et production d'oxygène. Cette capture et cette transformation de la lumière en molécules « énergétiques » nécessite la présence de nano-machines sophistiquées, (antennes, photosystèmes, transporteurs d'électrons, ATP synthase, etc.), constituées de pigments (chlorophylles et caroténoïdes), de protéines et de lipides - sans oublier les métaux (fer et cuivre), localisées dans les systèmes membranaires chlorophylliens (fig 1).

Bilan global du transfert des électrons : huit photons sont nécessaires pour assurer l'oxydation de deux molécules d'eau, la libération d'une molécule d'oxygène (O₂) et le transfert de 4 électrons, ce qui permet la réduction de deux molécules de NADP+ en NADPH + H+ + 2H₂O O₂ + 4H+ + 4e-. Le transport des protons qui s'en suit donne lieu à la synthèse de 3 ATP pour 2 NADPH formés.

Deuxième phase : parallèlement à cette transformation énergétique, les organismes photosynthétiques, après fixation enzymatique du carbone d'une molécule de CO₂ (carboxylation), synthétisent une molécule carbonée phosphorylée (triose-P). Celle-ci, après avoir récupéré l'énergie chimique de la photosynthèse, sera métabolisée en sucres, lipides, acides aminés ..etc, selon l'équation générale : CO₂+ 2H₂O+ 2NADPH +

$3\text{ATP} \rightarrow 1 \text{ triose-P} + 2\text{NADP}^+ + \text{H}^+ + 3\text{ADP} + 3\text{P}_i \rightarrow$ métabolites photosynthétiques.

Ces réactions primaires de conversion de la lumière en énergie chimique (pouvoir réducteur et ATP) se réalisent dans les membranes internes des chloroplastes, les thylacoïdes. Les réactions biochimiques de fixation et de métabolisation du carbone ont lieu dans le milieu interne du chloroplaste, le stroma (fig 2).

LE CYCLE PHOTOSYNTHÉTIQUE EN C3

Les mécanismes biochimiques de la photosynthèse ont été identifiés grâce à l'utilisation du carbone radioactif (^{14}C), à la fin des années 1950, par le biochimiste américain M. Calvin, d'où le nom de « cycle de Calvin » donné au premier cycle élucidé, nommé aussi cycle en C3, ou de réduction des pentoses-phosphates (Fig. 3).

Le carbone du CO_2 est fixé sur un accepteur, le ribulose bisphosphate (RuBP) pour donner deux molécules d'acide phosphoglycérique (PGA), molécules à 3 carbones - d'où la dénomination « cycle en C3 ». L'enzyme qui catalyse cette réaction est la ribulose bisphosphate carboxylase, énorme enzyme qui représente à peu près la moitié des réserves d'azote foliaire en protéines. Les deux molécules de PGA ainsi formées, en présence de deux NADPH et deux ATP, sont réduites en deux molécules de trioses-Phosphate. Une sur six de ces molécules de trioses-P produites est transmise au métabolisme général. Le cycle est bouclé par une série de réactions complexes (transaldolisation, transcétolisation, isomérisation, phosphorylation et déphosphorylation), en présence d'un ATP, qui

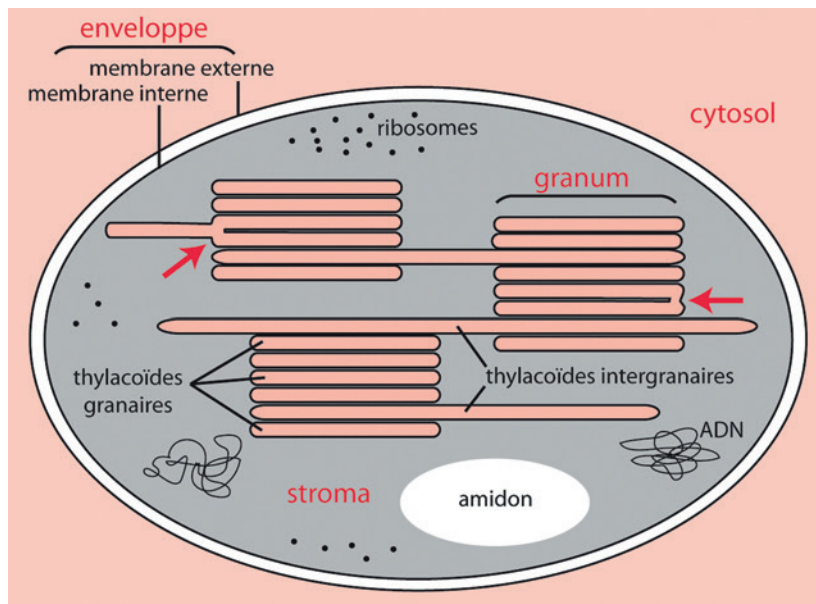


Figure 2 : Schéma général d'un chloroplaste entouré de son enveloppe (formée de deux membranes) et montrant un système membranaire interne très développé, les thylacoïdes intergranaires et les thylacoïdes granaires. Les thylacoïdes peuvent communiquer entre eux (flèches rouges) et délimitent ainsi un espace intérieur où se déroulent les réactions photochimiques, les réactions biochimiques se déroulant dans le stroma (Schéma R Prat, in Morot-Gaudry, Dunod, 2009).

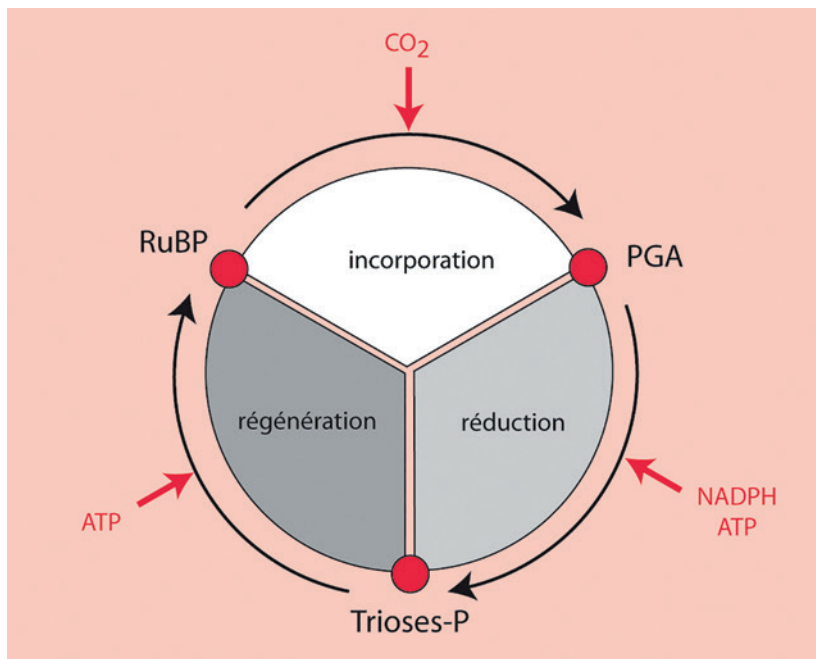


Figure 3 : Les trois étapes du cycle de Calvin ou cycle en C3 - fixation du carbone du CO_2 , réduction du produit de carboxylation, l'acide phosphoglycérique (PGA), et régénération du ribulose bisphosphate, l'accepteur de carbone.

régénèrent l'accepteur de CO_2 (cinq molécules de trioses-P produites sur six servent à cette régénération du RuBP). Au bout du compte, il faut 2 NADPH et 3 ATP pour réduire une molécule de CO_2 .

Finalement, l'unique molécule de triose-Phosphate, sur six synthétisées à chaque cycle, a un rôle déterminant dans le métabolisme. Elle sert à la synthèse des glucides, des acides aminés et des acides gras qui sont à la base de tous les métabolites nécessaires au développement de la plante – et aussi de l'alimentation de tous les organismes non-photosynthétiques (humains et animaux) et de la fabrication de biomasse, production d'énergie comprise. Ce cycle photosynthétique est commun à toutes les plantes. Nous verrons toutefois qu'il existe chez certaines plantes des voies métaboliques complémentaires.

LA RUBISCO, ACTRICE DE LA PHOTORESPIRATION

Dès les années 1920, il a été observé que sous faible tension d'oxygène, l'activité photosynthétique était accrue. Dans les années 1970, suite à des expériences de marquage à l'aide d'isotope de l'oxygène ($^{18}\text{O}_2$), des chercheurs américains ont montré que la ribulose bisphosphate carboxylase, l'enzyme qui fixe le dioxyde de carbone, est capable également de fixer le dioxygène. La ribulose bisphosphate carboxylase exerce donc en plus de son activité carboxylase une deuxième activité appelée oxygénase, d'où le nom de Rubisco (Ribulose bisphosphate carboxylase oxygénase) attribué à cette enzyme bi-fonctionnelle.

Le CO_2 et l'oxygène sont en compétition au niveau des sites catalytiques de la Rubisco. En présence

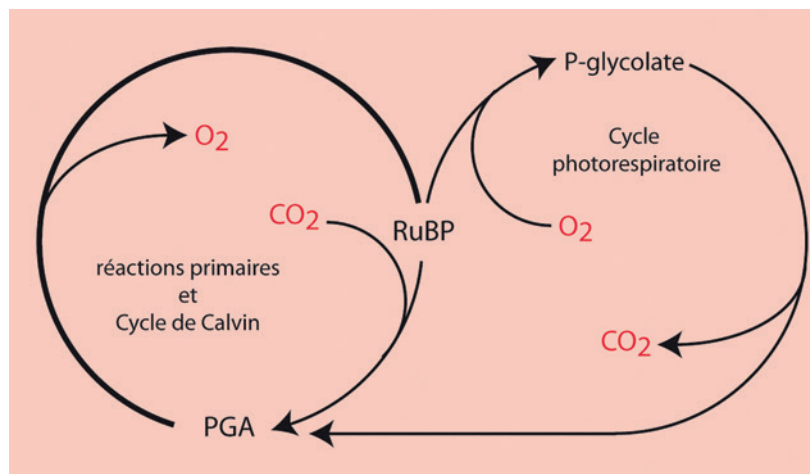
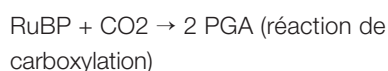
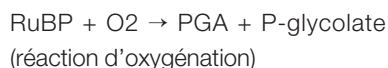


Figure 4 : Relation entre cycle photosynthétique et cycle photorespiratoire. PG, phosphoglycolate ; PGA, 3-phosphoglycérate ; RuBP, ribulose-1-5 bisphosphate.

d'une concentration élevée de CO_2 , la Rubisco fonctionne uniquement comme carboxylase, aboutissant par CO_2 fixé à démarrer le cycle de Calvin.



En revanche, en présence d'une forte concentration en oxygène et d'une faible concentration en CO_2 , la Rubisco donne naissance à une molécule de PGA et à une molécule de phosphoglycolate (P-glycolate), désphosphorylé rapidement en glycolate.



Le premier produit de la photorespiration, le P-glycolate, est métabolisé *via* un chemin métabolique complexe (cycle photorespiratoire ou cycle de Tolbert) qui implique la coopération de trois organites cellulaires, le chloroplaste, le peroxyosome, et la mitochondrie. Ce recyclage a un coût énergétique non négligeable et est producteur de CO_2 . Toutefois, une

grande partie du carbone issu de la photorespiration est finalement récupérée, limitant ainsi la perte de carbone photosynthétique (Fig. 4). On estime qu'à 25°C , dans les conditions d'environnement normal (21% d'oxygène et 0,038% de CO_2), le rapport entre les vitesses de carboxylation et d'oxygénation est voisin de 2,5 : l'émission de CO_2 photorespiratoire correspond à peu près à 20% de l'assimilation photosynthétique de CO_2 .

La photorespiration s'exprime surtout chez les plantes ayant une photosynthèse de type exclusivement C3, essentiellement d'origine tempérée, comme le blé, l'orge, la tomate, la laitue, la pomme de terre, les arbres, etc..

La fonction oxygénase intrinsèque de la Rubisco n'aurait été révélée, au cours des temps géologiques, qu'après une augmentation de la concentration en oxygène et une diminution importante de la concentration en CO_2 dans l'atmosphère. Cette dernière est supposée s'être produite plusieurs fois au cours des

périodes géologiques : à la fin de l'Oligocène - période semi-aride avec des teneurs en CO_2 faibles - et plus particulièrement à la jonction entre les ères secondaire et tertiaire. De ce fait, la compétition entre CO_2 et O_2 au niveau des sites catalytiques de la Rubisco est devenue inévitable, l'évolution n'ayant pas éliminé la fonction oxygénase.

Devant cette situation, certains organismes photosynthétiques ont développé des stratégies pour contrecarrer l'augmentation de la teneur en oxygène, néfaste à l'activité de photosynthèse en C3. Les bactéries photosynthétiques (notamment les Cyanobactéries), les algues unicellulaires vertes, et les plantes aquatiques, ont développé des mécanismes de concentration de bicarbonate HCO_3^- (pompes à HCO_3^-), converti par des anhydrases carboniques en CO_2 aux sites de carboxylation de la Rubisco, favorisant ainsi l'activité carboxylase aux dépens de l'activité oxygénase. Certaines plantes supérieures, généralement d'origine tropicale ou subtropicale, ont adopté une stratégie à double cycle (cycles C3 et C4) permettant de réduire l'activité photorespiratoire.

Jusqu'à présent toutes les recherches d'ordre biochimiques et génétiques cherchant à réduire la photorespiration, qui provoque des pertes de carbone photosynthétique chez les plantes en C3, ont abouti à peu de résultats satisfaisants. Toutefois quelques résultats suscitent des espoirs : la possibilité de transformer la Rubisco par génie génétique (introduction de gènes de Rubisco bactérienne), et la possibilité de transférer des gènes bactériens de voies originales de métabolisation du glycolate.

LE CYCLE EN C4 : UNE ACTIVITÉ PHOTOSYNTHÉTIQUE ACCRUE

Au cours des années 1960, deux chercheurs, l'australien Hatch et le néozélandais Slack observent que certaines plantes supérieures, généralement d'origine tropicale comme le maïs et la canne à sucre, sont capables de réduire leur activité photorespiratoire en concentrant le CO_2 aux sites de carboxylation de la Rubisco. Ces plantes divisent leur métabolisme photosynthétique en deux cycles, localisés dans deux compartiments différents des tissus foliaires : le mésophylle, tissu foliaire recouvert par l'épiderme, et la gaine périvasculaire, tissu le plus interne qui entoure les faisceaux conducteurs (Fig. 5).

Ce métabolisme, dit « C4 » comprend quatre étapes : 1) Dans les cellules du mésophylle : fixation primaire du carbone du CO_2 externe (HCO_3^-) par une phosphoenolpyruvate carboxylase (PEPcase), formant un composé, l'oxaloacétate (à quatre carbones d'où métabolisme C4), réduit en malate par la malate déshydrogénase à NADP (MDH) ; 2) Transport du malate dans les cellules de la gaine périvasculaire ; 3) Décarboxylation du malate en pyruvate et CO_2 par l'enzyme malique à NADP (EM) ; puis, dans les cellules de la gaine périvasculaire : fixation secondaire du CO_2 par la Rubisco et exécution du cycle de Calvin (métabolisme C3) ; 4) Enfin, transport du pyruvate dans le mésophylle et régénération du PEP, l'accepteur primaire de CO_2 (Fig. 5).

La Rubisco, enzyme de carboxylation commune aux plantes C3 et C4, est localisée dans les chloroplastes de la gaine périvasculaire, se trouvant ainsi placée dans un environnement

très enrichi en CO_2 , suite à la décarboxylation efficace des intermédiaires C4. La tension en CO_2 peut être ainsi augmentée de 5 à 10 fois aux sites catalytiques de l'enzyme. Dans ces conditions la fonction carboxylase est nettement favorisée et l'activité photosynthétique accrue. En revanche, l'activité oxygénase y est très réduite. De plus, le peu de CO_2 qui pourrait être émis à l'extérieur, est piégé par les PEPcases du mésophylle qui le réintègrent immédiatement dans le métabolisme de la feuille.

Les plantes de type C4 comparées aux plantes C3 présentent une activité photosynthétique plus élevée et une activité photorespiratoire très faible, en particulier sous fort éclairage et température élevée, conditions où les plantes C3 sont pénalisées par une activité photorespiratoire exacerbée. De plus, l'organisation en manchons de leurs tissus foliaires favorise les échanges de métabolites photosynthétiques entre tissus tout en limitant les pertes de CO_2 et d'eau (réduction des pertes de 30 à 50%). On considère qu'il faut en moyenne 500 litres d'eau pour élaborer un kilo de farine de blé (plante C3) alors qu'il n'en faut que 350 litres environ pour fabriquer un kilogramme de farine de maïs (plante C4).

Ce type de photosynthèse C4 est responsable *grosso modo* de 30 % de la fixation du carbone terrestre mondial. Cependant le nombre des espèces de plantes de type C4 représente moins de 5 % des espèces végétales supérieures.

UNE GRANDE DIVERSITÉ DANS LA NATURE

Dans le contexte évolutif, il a été observé que la transition de photo-

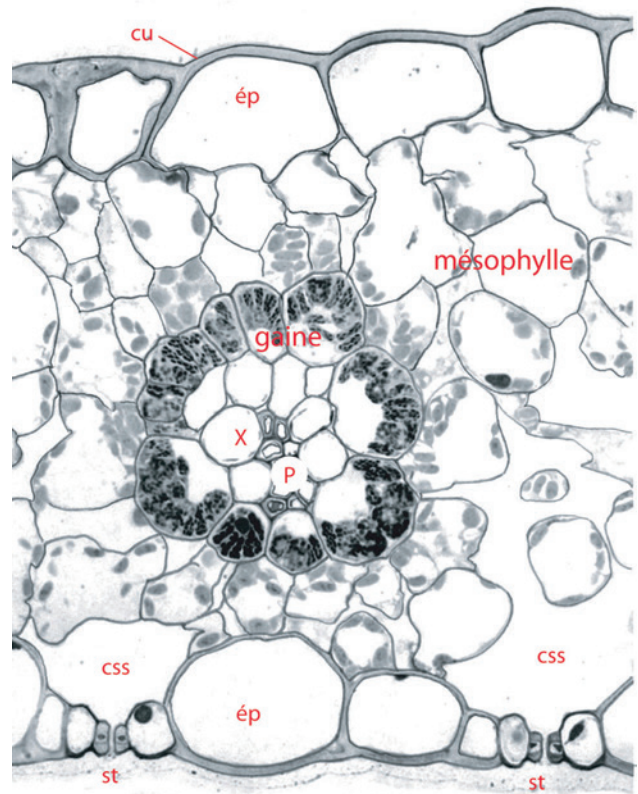
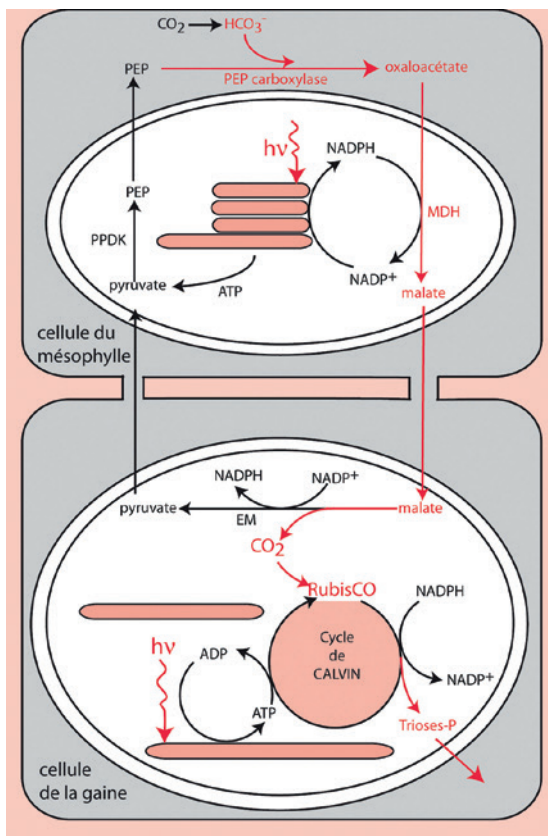


Figure 5 : Schéma du métabolisme photosynthétique C4 : en haut cycle C4 (première carboxylation par la PEPcarboxylase et synthèse des acides C4), en bas décarboxylation du malate et refixation du CO₂ libéré par la RubisCO (seconde carboxylation) et régénération du RuBP (cycle de Calvin). Les cycles C4 et C3 coopèrent pour une meilleure efficacité de la photosynthèse.

synthèse C3 à C4 s'est produite de façon indépendante au cours de l'évolution dans plus de 60 taxons de plantes différentes. Elles se rencontrent aussi bien chez les monocotylédones que chez les dicotylédones. Chez les monocotylédones, les plantes C4 sont répandues essentiellement chez les poacées ou graminées et les cypéracées ; le maïs, la canne à sucre, le sorgho, le mil, le panic (*Echinochloa crus-galli*). Le riz, le blé, l'avoine, l'orge, sont en revanche de type C3. Chez les dicotylédones, beaucoup de plantes sont C3 et quelques-unes sont C4, certaines Amaranthacées et Euphorbiacées par exemple. Signalons aussi que dans un même genre, *Panicum*

et *Atriplex* par exemple, peuvent exister à la fois des espèces C4 (*Panicum capillare* et *Atriplex rosea*) et des espèces C3 (*Panicum commutatum*, *Atriplex hastata* et *Atriplex prostrata*). Des croisements entre atriplex de différents types de photosynthèse ont d'ailleurs été obtenus et ont donné des plantes plus ou moins intermédiaires entre C3 et C4, mais toutefois sans qu'on ait transféré entièrement les caractères C4 fonctionnels aux plantes C3.

Il existe aussi dans la nature chez les graminées (du genre *Panicum*: *P. milioides*) ou chez des dicotylédones (genre *Moricandia*, famille des brassicacées) quelques espèces de

plantes qui présentent des caractéristiques intermédiaires entre celles des plantes C3 et C4. Leur activité photorespiratoire est faible, et leurs structures anatomiques peuvent être semblables à celles des plantes C4. On y observe aussi la présence d'une gaine périvasculaire entourée de cellules méso-phylloïennes, mais toutes les cellules chlorophylliennes des deux types cellulaires y renferment de la RubisCO - spécifiquement localisée dans la gaine périvasculaire chez les vraies plantes C4. Leur activité PEP-carboxylase, plus élevée que chez les plantes C3 reste toutefois inférieure à celle des plantes C4. Ces plantes sont sans doute des témoins de l'évolution, elles permettent d'envi-

sager l'introduction de caractères C4 chez les plantes de type C3.

INTRODUIRE LA MACHINERIE C4 DANS LE RIZ ?

Après la mise en évidence du type de photosynthèse C4 en fin des années 1960, les scientifiques et améliorateurs ont essayé d'intégrer par voie génétique et/ou par transgénèse le système de photosynthèse C4 dans les céréales C3 telles que le riz et le blé. De telles transformations pourraient apporter des avantages certains de rendement tout en économisant l'eau et en valorisant l'azote, tout au moins dans certaines conditions environnementales.

Pour mener à bien cette entreprise, les chercheurs ont tout d'abord essayé de sur-exprimer les PEPcases dans les tissus foliaires de riz pour en augmenter l'activité photosynthétique et en améliorer à terme la productivité. Ils ont fait de même avec d'autres enzymes du métabolisme C4. Jusqu'à présent les tentatives d'introduire un seul gène du métabolisme C4 dans le riz ont abouti certes à des résultats intéressants mais ne correspondant pas tout à fait aux attentes.

Pour introduire efficacement le système de photosynthèse C4 dans les feuilles de plante C3, il semble indispensable d'introduire non seulement les gènes des PEPcases C4 mais également les gènes de toutes les enzymes nécessaires au fonctionnement C4. De plus, même si on observe des plantes à fonctionnement C4 n'ayant pas l'anatomie foliaire comportant les deux types de tissus caractéristiques, il serait souhaitable de respecter la compartimentation spatiale des enzymes

photosynthétiques entre les cellules du mésophylle et les cellules de la gaine, dont on sait qu'elle favorise la spécialisation des enzymes photosynthétiques dans le type foliaire C4 classique. Ainsi, l'introduction de la machinerie C4 dans une feuille C3 est une affaire restée jusqu'à présent impossible à réaliser par les chercheurs.

Toutefois, les feuilles de riz manifestent déjà des modifications structurales et enzymatiques voisines de celles des plantes de type C4, et seraient de ce fait des candidates favorables à leur éventuelle transformation en plantes à métabolisme C4. De plus, il a été observé récemment que des mutants de riz (obtenus par mutagenèse) manifestaient une anatomie foliaire favorable à l'introduction d'un système C4. Le problème est toutefois plus complexe qu'il n'y paraît. Le système de photosynthèse C4, impliquant deux sites métabolites compartimentés dans deux types de tissus, fonctionnant en parfaite coordination, suppose la présence d'un réseau de communication dense et approprié. Il nécessite des transporteurs métaboliques spécifiques, nécessaires à l'efficacité des échanges intercellulaires, entre chloroplastes, mitochondries et cytosol par exemple, et la présence importante de plasmodesmes, ponts cytoplasmiques qui assurent la continuité symplasmique entre cellules et tissus. Des gènes candidats pouvant coder de tels systèmes de transport (transporteurs d'acides C4 et de phosphate par exemple) ont été identifiés récemment dans les tissus foliaires de maïs. Des approches de génomique essaient depuis peu d'identifier aussi les gènes régulateurs spécifiques des métabolismes C3 et C4 en vue de révéler chez le riz des gènes candi-

dates du ou des « commutateurs - C3 - C4 » qui pourraient être introduits par transgénèse chez cette plante. Toute cette régulation de l'expression des gènes C4 fait intervenir des séquences codantes ou promotrices, des facteurs de transcription spécifiques ainsi que des régulations post-transcriptionnelles et épigénétiques, que ces nouvelles approches tentent de révéler.

Enfin, confortant cette dernière hypothèse, des chercheurs indiens ont découvert récemment chez le riz un système de gènes régulateurs sous la dépendance du facteur de transcription HYR (Higher Yield Rice). Celui-ci permet d'augmenter l'efficacité du métabolisme photosynthétique et la productivité de la plante dans différentes conditions de culture et en particulier dans les conditions de contraintes hydriques et de températures élevées. Ces chercheurs montrent que le facteur HYR est un « régulateur maître » qui activerait directement des gènes du métabolisme du carbone photosynthétique, et des « cascades de facteurs de transcription » ainsi que d'autres systèmes de régulation génique intervenant dans les mécanismes morpho-physiologiques de la plante.

DES ESPOIRS À MOYEN TERME

Après les premiers essais d'hybridation de plantes C3/C4 d'un même genre en début des années 1970 et les essais plus récents de transgénèse - surexpression de gènes de PEPcases par exemple - les généticiens et les physiologistes, faute des résultats spectaculaires, sont restés un temps sur leur déception et n'ont pas poursuivi les recherches sur la transformation des plantes C3 en C4.

Les plantes C4 : enzymes et anatomie foliaire complexes

Le problème de la transition C3 vers C4 est complexe. Le métabolisme C4 implique plusieurs enzymes compartimentées dans des tissus foliaires différents, enzymes qui se retrouvent également dans les tissus foliaires des plantes C3. Ces iso-enzymes, communes aux deux types de plantes, manifestent cependant des activités, des régulations, des localisations et des expressions différentes. Les PEPcases par exemple existent aussi bien chez les plantes C3 que C4. Chez les plantes C4, il existe aussi de nombreux types de PEPcases et certaines sont fortement impliquées dans la fixation primaire du carbone photosynthétique en particulier dans les cellules du mésophylle foliaire.

Tout se passe comme si certaines enzymes communes du métabolisme général des plantes, après compartimentation dans certains tissus ou cellules, se seraient adaptées à des fonctions nouvelles comme le métabolisme C4. Des études récentes semblent conforter cette hypothèse et indiquent que la régulation de l'expression des gènes de la photosynthèse en C4 serait due à des altérations de l'expression spatiale des gènes « orthologues » (gènes homologues codant une même fonction et dérivant d'un même gène ancestral) des plantes en C3, qui ont progressivement conduit à une expression cellulaire ciblée, adaptée à une modification de l'environnement climatique. Les gènes des enzymes spécifiques de la photosynthèse en C4 auraient donc été recrutés parmi les gènes des familles des enzymes du métabolisme général en C3.

Les nouvelles générations de chercheurs, plus optimistes peut-être et surtout bénéficiant des avancées de la génomique et des nouvelles méthodes de transformation des plantes, s'attaquent à nouveau à ce grand projet : transformer génétiquement les plantes C3 de grand intérêt agronomique en plantes C4, plus productives et plus économes en intrants. La tâche est difficile mais vaut la peine d'être entreprise. C'est un énorme défi. Les chercheurs les plus raisonnables et optimistes pensent qu'il sera possible d'obtenir

un riz C4 plus ou moins fonctionnel dans les prochaines années mais que la création d'un riz C4 vraiment efficace, cultivable en grandes cultures, demandera encore une bonne quinzaine d'années. De grands consortiums de biologie végétale (IRRI notamment) sont engagés dans cette recherche, car le riz est une des plantes les plus consommées directement par les humains. Ce type d'approche pourrait être étendu ensuite à d'autres plantes de grande culture comme le blé, l'orge, la pomme de terre, etc, pour en améliorer la pro-

ductivité, en particulier dans les régions chaudes et très ensoleillées, comme les régions subtropicales ou méditerranéennes. ■

Remerciements : l'auteur remercie Yves Chupeau pour la fourniture de documents, et les Editions Dunod qui ont accepté que l'on reprenne les figures (de Roger Prat) publiées dans l'ouvrage de Biologie végétale, « Nutrition et Métabolisme, Morot-Gaudry et al ».



Daniel Lejeune
Administrateur de la SNHF

Daniel Lejeune

Administrateur de la SNHF

Le mouvement horticole français au XIX^{ème} siècle : des Lumières au premier conflit mondial

Née à la restauration, l'horticulture a connu en France durant le dix-neuvième siècle et jusqu'à la grande guerre un essor extraordinaire. Multiplication des sociétés d'horticulture, des jardins publics d'agrément et des collections dans tout le pays, explosion des connaissances sur les plantes ornementales, renommée internationale des paysagistes français, ont caractérisé cet âge d'or. Ce fut une riche et belle histoire.

Au XVIII^e siècle, l'Europe était semée d'Académies, travaillant et correspondant entre elles à la manière de notre web. Il en résultait une émulation scientifique extraordinaire touchant à tous les domaines de la technique ou de la connaissance. N'oublions pas que c'est l'Académie de Besançon qui, prenant l'initiative de lancer un appel à projet sur des aliments susceptibles de pallier une éventuelle disette de grains, ouvrira à Antoine Parmentier le succès que l'on sait.

Un décret de la Convention ayant supprimé les congrégations religieuses en août 1792, les biens des Chartreux, qui cultivaient au Luxembourg une pépinière de renommée internationale, furent confisqués. Ce fut le tour des Académies d'être sup-



André Thouin

primées en août 1793. Déjà, les corporations, système de savoir et de transmission avaient été abolies en 1791. De cette table rase, ne sub-

sistera guère que le Jardin du Roi, grâce à la protection de Chaptal et à l'influence d'André Thouin, ancien homme de confiance de Buffon. Dorénavant gouverné par un collectif de dix professeurs, le Muséum national d'histoire naturelle sera promis à un remarquable avenir.

L'étude des végétaux selon la classification naturelle de Jussieu, le mouvement d'acclimatation des végétaux nord-américains, la création parmi les classes aisées de parcs habités de symboles philosophiques, tout cela va être mis entre parenthèses du fait des événements révolutionnaires puis du régime Napoléonien.

Pourtant, les conquêtes de la République doteront la France d'un ensemble de quelque 130 départements et favoriseront de nouveaux échanges, un peu brutalement, il est vrai.

Durant le Consulat et l'empire, c'est le Muséum qui conserva le savoir-faire en matière de jardinage, grâce à un enseignement organisé au sein d'une chaire de cultures, organisée par André Thouin et comportant un important volet de cultures coloniales à l'intention de bons collecteurs. Bréon à l'île Bourbon, Poiteau à Saint-Domingue ou Pancher en Nouvelle-Calédonie ne sont que trois exemples marquants de ces jardiniers-missionnaires.

LA SOCIÉTÉ D'HORTICULTURE DE PARIS : DES PARRAINS DE QUALITÉ

Avec la Restauration ; la paix étant revenue ; la dette de guerre de 700 millions péniblement honorée pour libérer les cinquante-huit départements occupés après Waterloo ; une



Aglaé Adanson

loi d'indemnisation des biens spoliés votée en 1825 ; les anciens émigrés peuvent se réinstaller sur tout ou partie de leurs anciennes propriétés, et y installer des parcs dans le goût anglais, moins contraignant à tous égards. Notons au passage que le morcèlement foncier des domaines confisqués aura parallèlement favorisé l'émergence de nouvelles exploitations vivrières.

C'est à ce moment que naît l'horticulture française : un groupe d'amateurs d'agriculture, de botanique et de jardinage, rassemblés autour du vicomte Héricart de Thury et du chevalier de Soulange-Bodin, propose au roi Charles X de créer une société à l'exemple de la Société Horticulturale de Londres, fondée en 1804 sous la présidence de Banks, ainsi que de la Société de Botanique et d'Agriculture de Gand, fondée en 1808, Gand étant alors préfecture française de l'Escaut.

Présentée comme une « science tranquille », l'Horticulture ne peut qu'obtenir l'assentiment de Charles X. Elle ne recueille pas un même enthousiasme à l'Académie Française qui protesta contre le prétendu barbarisme de ce nouveau mot. L'usage ne lui donna pas raison ! La Société-

d'Horticulture de Paris était née et regroupait une abondante cohorte de personnes de qualité : professionnels, hobereaux, scientifiques, notables, artistes, militaires, et naturellement d'hommes politiques. Citons Louis-Etienne Héricart de Thury, ingénieur des mines et président de la Société royale d'agriculture ; Etienne Soulange-Bodin, ancien secrétaire d'Eugène de Beauharnais et propriétaire à Ris-Orangis ; les peintres de fleurs Joseph et Antoine Redouté et son élève Pancrace Bessa, ou Frans Van Daël ; Philippe André de Vilmorin, maître grainier ; Louis Noisette, pépiniériste-collectionneur et jardiniste ; François-André Michaux, fils d'André Michaux (botaniste explorateur), collecteur d'arbres en Amérique ; Aglaé Adanson, créatrice de l'arboretum de Balaine ; Louis-Eustache Audot, libraire et éditeur du *Bon jardinier* puis de la *Revue Horticole* ; les botanistes Adolphe Brongniart et Adrien de Jussieu ; le collecteur Houtou de la Billardièrè...

On note encore parmi les fondateurs, le Général Lafayette ; le duc d'Orléans qui, prenant un pari sur l'avenir, tint à faire officiellement partie de la nouvelle société ; le duc Decazes,



Héricart de Thury

pair de France et ancien ministre de Louis XVIII ; le banquier, affairiste mais philanthrope Benjamin Delessert ; le baron James de Rothschild ; le comte de Rambuteau ; le baron Dupuytren, chirurgien du Roi ; ou encore Paulin Talabot, alors simple élève de l'Ecole Polytechnique.

DES ÉMULES DANS TOUTE LA FRANCE

D'éminents membres étrangers témoignèrent d'une considération européenne pour l'initiative française : Otto, Directeur des jardins botaniques du Roi de Prusse ; John Loudon, rédacteur du *Gardener's Magazine*, le Prince de Saxe-Cobourg, Lambert Jacob-Makoy, négociant à Bruxelles ; le Grand-Duc et la Grande-Duchesse de Bade, Auguste Pyramus de Candolle, le prince Joseph de Salm-Dyck, grand amateur de Cactées.

Aussi richement dotée, la Société d'Horticulture de Paris ne pouvait que prospérer. Devenue royale par la grâce de Louis-Philippe, elle sera *centrale* durant la seconde République, impériale sous Napoléon III et enfin, après quelques vicissitudes, *nationale*



Auguste Hardy



La médaille horticole de Rivet

en 1885. A son exemple, naquirent de très nombreuses sociétés couvrant l'hexagone de leurs essais cultureux, expositions, publications. Une émulation permanente nourrissant le mouvement horticole qui constitua une véritable bulle culturelle et économique durant tout le siècle. Dès 1828, c'est la Société nantaise qui apparaît ; en 1838, c'est le Comice horticole d'Angers ; en 1839, la Société d'horticulture d'Orléans et du Loiret, celle de la Gironde ; en 1844, celle de Picardie ; en 1858, les Sociétés de Côte d'Or, des Vosges...en 1868, le cercle horticole du Nord à Lille, en 1870, la Société d'horticulture et de viticulture du Cher...en 1877, la Société Centrale d'horticulture de Nancy.

Ce réseau de sociétés pratiques et savantes profita de l'intérêt parfois passionné et souvent des lar-

gesses de bienfaiteurs et de bienfaitrices dotant largement de prix et médailles les nombreux concours. La Duchesse de Berry, future souveraine en puissance, se crut un moment une nouvelle Joséphine et dépensa des sommes colossales pour planter à son idée le domaine de Rosny que lui avait donné son mari, assassiné prématurément. La reine Marie Amélie et ses belles filles donnèrent souvent des médailles pour les expositions parisiennes. L'impératrice Eugénie protégea les Sociétés de Nantes et de Seine-et-Oise...

Les innombrables publications de ce riche tissu associatif, tout autant que les éditions professionnelles (le *Bon jardinier*, connu depuis 1755 n'a pratiquement pas cessé d'être annuellement actualisé jusqu'en 1914 et la *Revue horticole*, qui en est l'équi-

valent de quinzaine depuis 1829) attestent de la solidité de l'horticulture française : elle nourrit toute la recherche botanique, que ce soit par l'envoi outre-mer de collecteurs (qui ne feront pas tous fortune, loin de là), ou par la constitution de collections économiquement irremplaçables.

UNE GRANDE PROGRESSION DES CONNAISSANCES

La recherche horticole était partout, chacun cherchant à faire progresser son savoir et ses techniques. La pratique précédait souvent la théorie. C'est ainsi que l'exploration des limites de l'espèce ou celle des règles de l'hérédité, toutes deux si importantes en amélioration des végétaux, doivent beaucoup à des praticiens comme Elie-Abel Carrière, au pharmacien Henri Lecoq, à Charles Naudin, ancien collaborateur du professeur Joseph Decaisne et directeur de la Villa Thuret. Et surtout, à la dynastie des Vilmorin, depuis Philippe-André tout à la fois à Verrières et à Nogent-sur-Vernisson ; à Louis, spécialiste de l'amélioration de la betterave ; Henry, améliorateur des blés ; Maurice, l'acclimateur d'arbres et d'arbustes ; Philippe et sa descendance, hybrideurs et sélectionneurs incessants ayant porté la réputation française au plus haut niveau.

Darwin lui-même reconnaîtra volontiers ce qu'il dut aux horticulteurs français. Inutile d'insister sur le fait que les meilleurs d'entre eux siégeaient aussi à l'Académie d'agriculture, voire à l'Institut.

Ainsi, succédant aux frères Chartreux, la pépinière française fournissait des produits recherchés jusque sur le marché américain : ce sont les Leroy, les Baumann, les Baltet, les Vilmorin, qui exportèrent les meilleurs arbres



Anthurium andreaeanum

fruitiers et accompagnèrent à leur façon la ruée vers l'Ouest. Il est vrai que nos exportations vers le marché américain souffrirent beaucoup de la guerre de sécession.

Dans le domaine de la formation, à côté de l'action première et déterminante du Muséum, il faut mentionner le rôle des pépiniéristes-collectionneurs tels que Cels ou Noisette, celui du Jardin du Luxembourg où, sous l'influence du Duc Decazes, grand référendaire de la chambre des pairs et grand amateur de rosiers, Hardy dispensa un cours d'arboriculture fruitière très recherché. Il faut aussi et surtout mentionner l'Institut royal horticole de Fromont qui prodigua des

cours jusqu'en 1835 en s'appuyant sur une solide équipe d'enseignants à laquelle participèrent Antoine Poiteau et Charles Martins. Puis ce fut la décevante et fugace expérience de l'Institut agronomique de Versailles, né de la seconde République et dissout dès l'Empire. Il faudra attendre décembre 1873 pour qu'un lobby organisé autour du républicain Pierre Joigneaux et du comte Jaubert, ancien ministre de Louis-Philippe, arrache la création de l'Ecole d'Horticulture de Versailles.

Une reconnaissance internationale En marge des expositions universelles de 1855, 1867, 1878, 1889 et 1900, se tinrent des congrès botaniques et horticoles internationaux. L'exposition

de 1867, inaugurée le même jour que le parc des Buttes Chaumont, tous deux imparfaitement terminés d'ailleurs, fut l'occasion de créer dans un jardin réservé, une série de concours horticoles de quinzaine dans un décor planté en urgence par le jardinier en chef de la Ville de Paris, Barillet-Deschamps, aménageur du Bois de Boulogne et du parc Monceau, créateur des squares de Paris.

C'est en effet à Paris que Haussmann appelant Alphand qu'il avait connu et apprécié à Bordeaux, organisa avec une certaine hardiesse politique, un service des Promenades, qui devait être pris en exemple par toutes les villes jusqu'il y a peu...

Cette innovation trouva sa pleine expression lors de la création du « grand Paris » de 1860, par annexion des territoires compris entre l'enceinte des Fermiers généraux et les fortifications de Thiers. Divers personnages importants y trouveront un terrain d'expression privilégié et pourront théoriser un nouveau métier : celui d'ingénieur-paysagiste, partenaire d'une équipe pluridisciplinaire. Parmi eux, nous retiendrons Jean-Pierre Barillet-Deschamps, Jules Laforcade et surtout Edouard André, homme parfait de l'Horticulture du XIXe siècle, qui théorisa de sa plume élégante et alerte un *Art des jardins* dont le modèle règnera encore longtemps, trop longtemps, peut-être.

Les paysagistes français et leur modèle vont essaimer à travers le monde. Edouard André travaille en Russie, en Angleterre pour le prestigieux Sefton-park à Liverpool, à Luxembourg, en Uruguay. Barillet-Deschamps, après avoir quitté la Ville de Paris, se met au service du Khédive d'Égypte. Thays crée le Jar-

dins botanique de Buenos-Aires. Lusseaux signera le parc de la Liberté à Lisbonne. Plus tard, à l'heure de la restitution de parcs et de parterres du grand siècle, Achille Duchêne, gendre de Jules Laforcade, sera appelé aux Etats-Unis par la famille Vanderbilt pour y créer ex-nihilo un parc à la française !



Uropedium lindenii

LE TEMPS DES COLLECTIONS

On peut dire aussi que le XIXe siècle aura été celui des collections végétales. Le développement des missions d'exploration, d'abord purement naturalistes, comme celles de Banks, de Humboldt et Bonpland, de Labillardière, qui apportèrent tant à la compréhension de l'arbre généalogique des plantes, furent assez vite suivies d'une chasse aux plantes vivantes qui meublèrent les collections de grands amateurs, voire de grands mécènes de l'Horticulture. Parmi ces chasseurs de plantes, hélas pas toujours délicats ni respectueux de l'environnement, s'illus-

trèrent différents Anglais, Allemands ou Belges. La France, quant à elle, s'appuyait beaucoup sur le dynamisme du Muséum. Edouard André, cofinancé par la firme belge Linden et le ministère français de l'Instruction publique put aller en Colombie et en rapporta le fameux Anthurium qui porte son nom, mais aussi une remarquable série de Broméliacées. Bien d'autres s'illustrèrent, tels Jacquemont en Inde ou Glaziou au Brésil. Il ne faut pas oublier par ailleurs cette singulière collaboration entre une république ouvertement anticléricale et les congrégations missionnaires catholiques qui, via le Muséum et avec l'intéressement d'entreprises privées telles les Vilmorin-Andrieux, adressèrent en France de très nombreuses semences récoltées en Chine et au Tibet. C'est là l'origine d'une bonne partie des collections rassemblées aux Barres par Maurice de Vilmorin.

Constituer des collections était évidemment coûteux ; encore fallait-il les conserver et c'est là que put s'illustrer un autre volet de l'histoire de l'horticulture : l'art de la multiplication. Développé à son point pratique le plus virtuose, il fut l'une des occasions de constater les apparitions chimériques en culture, ainsi que la variation en culture des espèces au fil des générations et les profits que l'on pouvait tirer de l'hybridation artificielle. Parmi les grands multiplicateurs, citons au Muséum André Thouin, qui publia en 1821, une monographie de 150 greffes dont il dédia beaucoup à des praticiens contemporains, Camuzet chef des pépinières, Kettler, chef des cultures du domaine de Fromont, qui maîtrisait parfaitement la greffe herbacée des conifères, et bien-sûr, plus près de nous, Léon Chenault, dont on aura pu dire que

les espèces qui passaient entre ses mains et qu'il ne pouvait bouturer ou greffer devaient être considérées comme immultipliables.

Le cas très particulier des Orchidées mérite une considération particulière, car tant que l'on ne comprit pas le rôle des champignons symbiotiques dans leur développement et leur reproduction, leur culture représenta un tour de force. Saluons donc les célèbres travaux de Noël Bernard. La confection de terreaux et composts ad hoc relevait du secret de la Thériaque et l'art de gouverner les serres en fonction des réels besoins des plantes exotiques, une gageure.

UNE FORTE IMPLICATION SOCIÉTALE

L'Horticulture, plus que toute autre société savante, s'est autocélébrée tout au long du XIXe siècle. Nous avons évoqué les expositions, concours, congrès. A l'occasion de ces spectacles régulièrement renouvelés, la presse spécialisée mais aussi la presse nationale rendirent compte des débats, des résultats, des palmarès richement dotés. Jamais la Monnaie de Paris et ses graveurs ne produisirent plus de médailles de tous modules et dans tous les métaux ou alliages possibles. A titre d'exemple, la grande médaille « ordinaire » de la SNHF, un bronze de sept centimètres de diamètre signé Borrel, aura chaque année été attribuée à quelque 80 récipiendaires et cela pendant plusieurs décennies !

Les jetons de présence eux-mêmes, en vigueur jusqu'à la transformation des Sociétés en Associations, portant effigie du souverain jusqu'au second Empire, puis des figures allégoriques sous la IIIe République, véhiculent une image d'aisance qui ne va pas sans rappeler celle de petits états frappant monnaie.

Les remarquables efforts de sélection ou plutôt d'« amélioration » des plantes ornementales, dont on peut suivre les progrès ou les revirements de mode à travers les catalogues de vente ou les éditions successives du *Bon Jardinier*, montrent à quel point l'Horticulture s'implique, socialement parlant. Les variétés horticoles, tout comme les espèces botaniques, portent des noms qui expliquent l'histoire ou qui s'en inspirent. Une analyse portant sur quelques 6000 « géraniums à parterres » montre très bien comment le « semeur » surfe sur la vague du moment (campagnes militaires du second Empire, patriotisme et glorification de l'Alsace-Moselle perdue, romans de Victor Hugo...).

Il sait rendre hommage à de riches clients et surtout de riches clientes à travers le baptême des ses obtentions ou offrir un tribut aux grands publicistes dont la recommandation vaut un label commercial. Le nombre de plantes de toutes sortes portant le nom d'Edouard André, corédacteur en chef de la *Revue horticole* jusqu'en 1911 est à cet égard tout à fait remarquable.

L'HORTICULTURE VICTIME DE L'HISTOIRE

Les établissements horticoles de la région parisienne furent durement touchés au cours des deux sièges de la capitale en 1870-1871, le premier par l'armée prussienne, le second par les troupes versaillaises contre les fédérés de la Commune. C'est la quasi-totalité des exploitations du département de la Seine qui furent sinistrées et qui ne se relevèrent qu'en proportion des aides financières anglaises généreusement organisées à la RHS par le docteur Maxwell T. Masters, et coordonnées par Henry de Vilmorin.

Le conflit de 1914 qui historiquement termine le siècle, fut beaucoup plus dramatique pour la profession -rappelons-nous la destruction des grapperies de Bailleur - pour ses installations et surtout pour ses hommes dont les noms remplissent les plaques commémoratives, tels les quatre fils de François Tesnier, bibliothécaire-adjoint à la SNHF.

La dévaluation du franc pour faire face aux dettes de guerre et la place laissée pendant quatre ans au dynamisme outre atlantique annoncèrent un lent déclin de l'Horticulture traditionnelle, sur fond de mondialisation. Ce fut une riche histoire. L'Horticulture traditionnelle est passée, les jardinages subsistent, heureusement. ■



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

RÉPARER LES VIES

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

**HANDICAP
INTERNATIONAL**

NOTRE RÉPONSE : LA PROTECTION PHYTO ÉQUILIBRÉE

Le groupe 100% français DE SANGOSSE protège les cultures depuis 90 ans et, fidèle à sa démarche permanente d'innovation, propose des solutions de biocontrôle depuis déjà 10 ans. Sa gamme de produits de biocontrôle, la plus complète du marché plein champs, répond aux besoins de l'agriculture conventionnelle comme de l'agriculture biologique.

DE SANGOSSE propose des solutions performantes pour de nombreux types de cultures : pour la protection de la vigne, de l'arboriculture, des cultures maraîchères, de la pomme de terre, du maïs et aussi désormais pour la protection des Grandes Cultures (blés, orges, colza...). Utilisés seuls ou combinés aux protections phytosanitaires conventionnelles, les produits de biocontrôle DE SANGOSSE vous permettront de protéger vos cultures en agissant efficacement tout en équilibrant vos traitements.

Et parce qu'avec DE SANGOSSE l'innovation ne s'arrête jamais, plus de 10 nouvelles solutions seront bientôt mises sur le marché : une réponse à la hauteur des enjeux de notre société comme de vos besoins quotidiens.

Et si nous cultivions demain dès aujourd'hui ?



DE SANGOSSE



LA PROTECTION EST DANS NOTRE NATURE

FEU BACTÉRIEN
SOLUTION DE BIOCONTRÔLE

“ Pour mon verger, j'ai une solution naturellement efficace contre le feu bactérien ”



SERENADE[®]
MAX



- Efficace contre le feu bactérien du pommier et poirier
- À base de *Bacillus subtilis* souche QST 713 (bactérie du sol)
- Utilisable en agriculture biologique

www.bayer-agri.fr

Serenade® Max : 156,7 g/kg bacillus subtilis QST 713 • AMM n°2100162 • Détenteur d'homologation : Bayer S.A.S - Bayer CropScience • © Marque déposée Bayer • Utilisez les produits phytopharmaceutiques avec précaution. Avant toute utilisation, lisez attentivement l'étiquette et les informations concernant le produit, notamment dans la notice produit : usages autorisés, modes d'emploi, doses, bonnes pratiques, principes de lutte intégrée, restrictions et contre-indications. Octobre 2013 - annule et remplace toute version précédente. Il appartient à l'utilisateur de ce produit de s'assurer avant toute application auprès de Bayer Service Infos au n° Vert 0 800 25 35 45 qu'il dispose bien de la dernière version à jour de ce document.

Utilisable en Agriculture Biologique

Bayer CropScience

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : UTILISEZ LES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES AVEC PRÉCAUTION. AVANT TOUTE UTILISATION, LISEZ L'ÉTIQUETTE ET LES INFORMATIONS CONCERNANT LE PRODUIT.