



10ème COLLOQUE AFBV
Organisé par le Conseil Scientifique

LES BIOTECHNOLOGIES VÉGÉTALES ENTRE SCIENCE ET SOCIÉTÉS : *Bilan et perspectives*

12 oct. 2021 | Goethe-Institut | 9h - 17h

- **Programme**
- **Présentation des orateurs**
 - Curriculum vitae
 - Résumé des interventions

LES BIOTECHNOLOGIES VÉGÉTALES ENTRE SCIENCE ET SOCIÉTÉS :

Bilan et perspectives

12 oct. 2021 | Goethe-Institut | 9h - 17h

8h30 Accueil

9h00 Les biotechnologies végétales en France et en Europe depuis 30 ans :
un constat, des raisons

Georges Freyssinet | *Président de l'AFBV*

9h30 La table de demain : l'agriculture biologique, la génétique et l'avenir de
l'alimentation / *Tomorrow's Table: Organic Farming, Genetics and the Future of Food*

Pamela Ronald | *University of California, Davis*

10h Discussion

10h30 - 11h | Pause-café

11h00 Evolution de l'agriculture et du marché des semences depuis l'introduction
des biotechnologies végétales

François Burgaud | *SEMAE*

11h30 Les systèmes alimentaires face aux enjeux sociétaux et environnementaux :
prospective et stratégies d'acteurs

Jean-Louis Rastoin | *Institut Agro-Montpellier SupAgro, Académie
d'Agriculture de France*

12h00 Discussion

12h30 - 14h00 | Déjeuner libre

14h00 Les biotechnologies blanches : bilan et perspectives

Olivier Rolland | *Toulouse White Biotechnology*

14h30 La révolution génomique : de nouvelles approches pour étudier
le vivant

Patrick Wincker | *Génoscope, Institut François Jacob du CEA*

15h00 *Biologie synthétique et systémique de la fixation du carbone*

Stéphane Lemaire | *CNRS*

15h30 Discussion

16h15 Conclusions

Dominique Reynié | *Sciences Po, Fondation pour l'innovation politique*

16h45 Fin du Colloque

Georges FREYSSINET | *Président - AFBV*



Docteur d'Etat, Georges Freyssinet a été enseignant/chercheur à l'Université (France et Amérique du Nord) pendant une vingtaine d'années. Il a rejoint Rhône-Poulenc (RP) Agro en 1984 pour y développer la biologie cellulaire et moléculaire végétale.

En 1992, il est nommé Conseiller Scientifique à la Direction Scientifique de RP. En 1998, il prend la Direction Générale de RhoBio, une entreprise commune à RP Agro et Biogemma.

Il est un des fondateurs de LemnaGene SA, une société de BioManufacturing dont il assure la Direction Générale de 2003 à 2005.

En 2006, il rejoint la Direction Scientifique du Groupe Limagrain puis est nommé, en 2011, Directeur Général de Genective, une entreprise commune aux Groupes

Limagrain et KWS développant des maïs OGM.

A la retraite depuis 2014, il assure, en parallèle, des activités de consultant dans le domaine des biotechnologies végétales.

Il est Président de l'AFBV depuis mars 2019.

Les biotechnologies végétales en France et en Europe depuis 30 ans : un constat, des raisons

Le terme biotechnologies végétales regroupe un ensemble de technologies comme par exemple l'ensemble des techniques omics (génomique, protéomique, métabolomique ...), celles liées à la culture in vitro de cellules ou tissus végétaux, la technique de base pour de nombreuses applications comme le sauvetage d'embryons, l'haplodiploïdisation, la mutagenèse, la transgénèse ... Ces technologies sont en constante évolution comme le montre le développement depuis les années 2 000 de celles permettant l'édition génomique.

Ces biotechnologies sont indispensables pour la recherche. Elles permettent aux chercheurs d'identifier les gènes et de comprendre leur fonctionnement et leur implication dans le développement des plantes et dans leur interaction avec l'environnement. Elles sont à la base de nombreuses publications scientifiques.

Pour le sélectionneur, ce sont des outils complémentaires et indispensables pour le développement de nouvelles variétés. On peut dire que la majorité des nouvelles variétés développées au cours des 30 dernières années a bénéficié d'une de ces technologies au cours de leur développement.

Tout le monde en a entendu parler, ne serait-ce que par la couverture médiatique faite par de nombreux acteurs sur ce qui est appelé communément les OGM.

Comme indiqué ci-dessus, elles sont toutes utilisées et toutes importantes pour l'innovation en agriculture. Toutefois, je focaliserai le reste de ce texte sur les Plantes Génétiquement Modifiées (PGM, souvent appelées, à tort, OGM). Après un bilan des développements commerciaux de ces PGM on verra quelques raisons qui ont conduit à leur réussite mais aussi celles qui limitent leur développement, en Europe en particulier.

1 - Vingt-cinq ans d'utilisation des PGM dans le Monde

Les premières PGM ont été commercialisées en 1996, soit il y a plus de 25 ans. Elles se sont développées rapidement atteignant, en 2019, une surface mondiale de 190,4 millions d'hectares (MHa). On note depuis 2010 un ralentissement dû essentiellement à la saturation des marchés concernés dans les pays autorisant les PGM depuis la fin des années 1990. Pour ce bilan on peut considérer deux catégories : les marchés dominants et les marchés de niches ou en développement.

- **Les marchés dominants** : ils concernent peu d'espèces, de pays et de caractères. Les chiffres cités sont tirés du rapport de 2019 de l'ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications). On retiendra les éléments suivants :
 - *Quatre cultures dominant le marché (188,6 MHa)* : le soja cultivé dans neuf pays sur 91,9 MHa soit 74% de la surface totale du soja dans le monde. Le maïs suit dans 14 pays sur 60,9 MHa soit 31% de la surface totale. On trouve ensuite le coton cultivé dans 15 pays sur 25,7 MHa correspondant à 79% de la surface totale et enfin, le canola (colza de printemps) dans quatre pays sur 10,1 MHa représentant 27% de la surface totale ;
 - *Cinq pays totalisent plus de 90% des surfaces PGM* : Les USA avec 71,5 MHa (37,6%), le Brésil avec 52,8 MHa (27,7%), suivi de l'Argentine 24 MHa (12,6%), du Canada 12,5 MHa (6,6%) et de l'Inde 11,9 MHa (6,3%) ;
 - *Deux caractères dominant* : Ils couvrent l'essentiel des surfaces en PGM (99,5%) soit 189,4 MHa. L'association tolérance aux herbicides (TH) (essentiellement le glyphosate) et résistance aux insectes (RI) couvre 85,1 MHa (44,7%) suivi de la TH seule sur 81,5 MHa (42,8%) et la RI seule sur 22,8 MHa (12,0%).

- **Les marchés de niches ou en développement** : A côté de ces marchés dominants il se développe des marchés plus petits qui concernent d'autres pays, d'autres espèces végétales ou d'autres caractères. L'importance de ces marchés est le résultat de plusieurs facteurs comme, par exemple, une surface cultivée faible pour une espèce donnée, un début récent de la culture GM, une limitation réglementaire, un caractère couvrant un marché ciblé Reprenant les trois domaines ci-dessus on peut retenir les éléments suivants :
 - *D'autres espèces cultivées bénéficient de la transgénèse* :
 - Certaines représentent des surfaces importantes par rapport à la surface cultivée ou sont en premières années de commercialisation. C'est le cas de la luzerne (1,3 MHa), de la betterave à sucre (0,47 MHa), de la canne à sucre (0,02 MHa) et de la papaye (0,012 MHa) ;
 - Pour le carthame, la pomme de terre et l'aubergine, la surface cultivée est inférieure à 5 000 ha ;
 - Dans le cas des courges, pommiers et ananas on a actuellement moins de 1 000 ha ;
 - Récemment d'autres espèces ont été autorisées, leur lancement commercial est en cours. C'est le cas du Niébé au Nigéria et du Riz Doré aux Philippines ;
 - Enfin, d'autres espèces devraient être autorisées dans les années à venir si l'on tient compte des essais au champ en cours dans certains pays (banane en particulier), de même que d'autres pays, en Afrique en particulier devraient s'ouvrir à ce marché.
 - *De plus en plus de pays autorisent la culture de PGM* : En 2019, aux cinq pays listés ci-dessus on pouvait ajouter :
 - Six pays avec des surfaces en PGM comprises entre 1 et 5 MHa : Paraguay, Chine, Afrique du Sud, Pakistan, Bolivie et Uruguay ;
 - Huit ayant des surfaces entre 0,1 et 1 MHa : Philippines, Australie, Myanmar, Soudan, Mexique, Espagne, Colombie et Vietnam ;
 - Dix pays cultivent des PGM sur une surface inférieure à 0,1 MHa : Honduras, Chili, Malawi, Portugal, Indonésie, Bangladesh, Nigeria, eSwatini, Ethiopie et Costa Rica.

On notera que, si 29 pays cultivent des PGM, plus de 70 (incluant les 28 pays de l'Union Européenne) les utilisent soit pour l'alimentation humaine et animale soit pour l'industrie. Ces PGM proviennent soit directement de la culture dans le pays soit d'importations à partir de pays les cultivant (soja en Europe pour l'alimentation animale par exemple).
 - *L'éventail de caractères GM disponibles augmente* : certains sont présents depuis longtemps comme la résistance au virus chez la papaye ou la courge, d'autres plus récents comme la tolérance à la sécheresse sur le maïs (plus de 1 MHa en 2016), le soja en Argentine ou le blé en pré-commercialisation en Argentine. D'autres présentent un intérêt plus direct pour le consommateur comme la pomme de terre qui ne brunît pas ou ne produit pas d'acrylamide à la cuisson ou le Riz Doré qui contient des caroténoïdes, précurseurs de la vitamine A et qui vient d'être autorisé à la commercialisation aux Philippines.

- **La situation en Europe** : Pour diverses raisons, voir, ci-dessous, l'Europe qui était favorable aux PGM à la fin des années 1980 et dominait au niveau des essais plein champ a changé de politique et, sous la pression de différentes organisations opposées aux PGM, de nombreux pays ont interdit la culture de PGM. Ainsi, le MON 810 (maïs résistant à la pyrale) a été cultivé dans six pays, dont la France, avant une interdiction

dans de nombreux pays. Seuls l'Espagne et le Portugal cultivent actuellement du MON 810, respectivement sur 107 130 et 4 753 ha en 2019. Face à cette situation les sociétés semencières ne déposent plus de dossiers d'autorisation de culture de PGM en Europe. Par contre, des dossiers d'autorisation de nouveaux PGM pour l'importation continuent à être déposés et sont, périodiquement et avec délais, autorisés à l'importation.

2 – Les raisons

Comme on l'a vu précédemment on observe une situation contrastée au niveau mondial, certains pays ont accepté rapidement les PGM, c'est le cas de l'Amérique du Nord suivi de l'Amérique du Sud, d'autres ne les développent que faiblement ou que depuis récemment c'est le cas de l'Asie et de l'Afrique. Il est probable que ces deux continents verront le développement des PGM se poursuivre et s'amplifier au cours des années à venir. Enfin, certains pays sont réticents à cultiver des PGM ou, comme certains pays européens, en ont interdit la culture. Cette situation est liée, en partie au moins, à la manière dont sont analysés et perçus les bénéfices des PGM d'un côté et les réticences et oppositions d'un autre.

a. Les bénéfices des cultures PGM :

Après 25 ans de culture de PGM on peut dresser un bilan des bénéfices qu'ont apportés les quatre cultures principales citées plus haut qui présentent une tolérance aux herbicides et/ou une résistance aux insectes. On peut regrouper ces bénéfices en quatre catégories :

- **Les bénéfices pour l'environnement** se retrouvent dans trois domaines :
 - *Diminution de l'utilisation des pesticides* : C'est un sujet fortement controversé, en particulier dans le cas de la tolérance aux herbicides. Deux facteurs sont à considérer : la quantité de pesticides utilisée et le Quotient d'Impact Environnemental (QIE) qui prend en compte l'effet sur l'environnement et la santé humaine et animale. Cet impact, déterminé pour chaque pesticide, est fonction de la culture (espèce/caractère). On peut citer le cas du coton/RI pour lequel on observe une réduction de la quantité d'insecticides utilisés de 40% et du QIE de 32%. Pour le maïs, les valeurs sont respectivement de 16 et 15%. Dans le cas du maïs/TH on obtient 3,5 et 12% et pour le soja/TH 13 et 20% (Données de Brookes & Barfoot, 2020 pour l'année 2018). La réduction est plus forte dans le cas de PGM résistants aux insectes que pour ceux tolérants aux herbicides, ce qui était attendu. Dans le cas des herbicides elle est due à l'utilisation de produits ayant un QIE plus faible. Cette réduction a diminué au cours des dernières années dans certaines régions en raison du développement d'adventices résistantes au glyphosate qui oblige à faire des traitements complémentaires avec d'autres herbicides.
 - *La réduction de l'émission de gaz à effet de serre a deux origines* : D'une part, on a une utilisation moins importante des matériels de traitement et une réduction du travail du sol qui entraînent une économie sur la consommation d'énergie. Cela a représenté en 2018 une réduction de 2,456 millions de Kg de CO₂ (920 millions de litres de gasoil). D'autre part, la limitation du travail du sol favorise la séquestration du CO₂ dans le sol ce qui a représenté en 2018 5,6 millions de Kg de carbone conservé dans le sol ce qui est équivalent à 20,6 millions de Kg de CO₂ (Amérique du Nord et du Sud).
 - *Aide à la conservation de la biodiversité* : Deux aspects méritent d'être cités : D'une part l'augmentation des rendements libère de la surface qui peut être utilisée pour d'autres espèces. D'autre part, les PGM résistants aux insectes spécifiques des insectes cibles ne nécessitent plus ou moins de traitements insecticides permettant aux autres insectes non agresseurs de se développer.
- **Augmentation de la productivité** : Cette augmentation est plus importante pour les PGM résistants aux insectes (+25%) que pour celles tolérantes aux herbicides (+9%) (données publiées par Klumber & Qaim, 2014 - moyenne sur données publiées jusqu'en 2014). Elle est plus importante dans les pays en développement que dans les pays développés. Elle varie beaucoup selon les conditions et la localisation. Brookes & Barfoot, 2020 estiment cette augmentation pour l'année 2018 à 35 et 48 millions de tonnes pour le soja et le maïs respectivement et à 2,4 et 1,3 pour le coton et le canola.
- **Les bénéfices pour les agriculteurs** sont une des raisons principales du développement de ces PGM. Le bénéfice financier a deux origines : augmentation du rendement, diminution des coûts de traitement (matière active et traitements). Pour les quatre cultures, soja, maïs, canola et coton, cela représente 19

milliards de gain au niveau mondial en 2018. Ils se retrouvent pour toutes les espèces/caractères mais avec des différences selon les régions.

A ce bénéfice financier il faut ajouter un bénéfice pour l'agriculteur au niveau des conditions de travail, moins de traitements à faire, suivi plus facile de la culture. Un autre bénéfice concerne les 16-17 millions de petits agriculteurs et leurs familles (plus de 65 millions de personnes) pour qui la situation économique a été améliorée et l'accès à la nourriture favorisé.

- **Les bénéfices pour les utilisateurs** sont soit directs ou indirects :
 - **Les bénéfices directs** viennent en particulier des PGM résistantes aux insectes avec deux aspects. Le premier est lié à une réduction du risque de présence de résidus d'insecticides dans les cultures suite à une utilisation fortement réduite de ces produits. On retrouve cela dans les plantes résistantes aux virus, plantes qui nécessitent moins de traitement insecticides (les insectes sont souvent le vecteur des virus). Le second est dû au fait que la plante (le maïs en particulier) étant en meilleur état sanitaire est moins sujette aux attaques fongiques ce qui entraîne une réduction de la présence de mycotoxines ; un bénéfice important en alimentation animale.
De manière plus récente de nouveaux PGM présentant d'autres bénéfices ont été autorisés. C'est le cas des PGM qui ne brunissent pas après préparation (effet visuel) comme la pomme et la pomme de terre, ou d'autres ayant un effet plus direct sur la santé, comme la pomme de terre qui ne produit pas d'acrylamide à la cuisson ou le riz doré qui apporte des caroténoïdes, précurseurs de la vitamine A qui est souvent déficiente dans les populations pauvres des pays se nourrissant essentiellement de riz.
 - **Les bénéfices indirects** sont, en particulier, liés aux autres impacts sur l'environnement, réduction de l'émission de gaz à effet de serre ou augmentation de la biodiversité, deux facteurs qui prennent de plus en plus d'importance dans le monde (voir les données chiffrées ci-dessus).
- **La situation en Europe** : Seul le maïs MON 810 a été cultivé de manière significative en Europe et plus particulièrement en Espagne et au Portugal. Brookes, 2019 a dressé un bilan de cette utilisation. Sur 21 ans, 1,65 millions d'ha ont été plantés permettant une augmentation du revenu des agriculteurs de 285 millions d'€ essentiellement due à l'augmentation du rendement (+11,5%). On observe aussi une réduction de l'utilisation d'insecticides (-678 tonnes) avec un impact sur l'environnement, le QIE étant réduit de 21%. Comme au niveau mondial, cela entraîne une réduction des gaz à effet de serre (moins de traitements et d'interventions au champ). Enfin, on note l'amélioration de la qualité de la récolte liée à l'absence de mycotoxines permettant un premium à la vente. On ne peut que regretter que les agriculteurs et consommateurs français ne puissent pas bénéficier de ces avantages.

Les informations résumées ci-dessus sont tirées des publications suivantes : Bertho *et al.*, 2020 ; Brookes Graham, 2019 ; Brookes Graham, 2019 ; Brookes Graham & Barfoot Peter, 2020 ; Klümper W & Qaim M., 2014.

b. Les raisons de l'opposition et du non soutien aux PGM

Ces raisons sont nombreuses et ont des origines diverses. Elles émanent de différentes organisations ou groupes : des scientifiques, des ONG, des journalistes, des politiques, des consommateurs, des sociétés agro-alimentaires, de la distribution. On peut les regrouper en trois catégories :

- **Ces PGM ne présentent aucun bénéfice pour les utilisateurs**
Les opposants aux PGM challengent les bénéfices présentés ci-dessus. Comme je l'ai signalé le niveau de ces bénéfices va dépendre de l'espèce, du caractère, de la région de culture et de la pratique agricole. On peut donc observer des zones où les bénéfices sont limités. Il est peu probable qu'un agriculteur ne trouvant pas un bénéfice après un essai recommencera. Ce bénéfice peut être très divers, simplement une assurance contre les attaques d'insectes sur le maïs aux USA, un retour financier pour le coton résistant aux insectes (rendement plus élevé, réduction des insecticides), une récolte améliorée et assurée en Asie et en Afrique.

Le développement d'une PGM n'est pas une opération toujours facile et une sélection des meilleures plantes doit-être réalisée. Si le processus de sélection est bien connu du sélectionneur, il peut étonner certains qui pensent que la plante idéale devrait être obtenue immédiatement. On notera la publication de Wilson Allison (2021) qui liste ces aspects négatifs et conclut que ces plantes n'apporteront pas la solution pour disposer d'un système alimentaire durable. C'est probablement vrai, mais pas pour les raisons indiquées, simplement parce qu'une seule technologie ne peut pas résoudre tous les challenges

auxquels sont confrontés les acteurs de la filière. On notera que l'essentiel des points négatifs ne concerne pas des PGM commercialisés, mais des observations faites au cours du développement de ces PGM.

On conçoit très bien que le consommateur soit déçu des PGM, comme on l'a vu, les bénéfices des PGM actuels sont limités pour lui. Il faut se rappeler que la majorité des PGM actuels servent à l'alimentation animale (soja, maïs) ou à l'industrie (coton) et que ceux qui sont destinés à une alimentation humaine (colza, betterave à sucre) ont des caractères GM qui ne portent pas sur le produit fini (huile, sucre). Toutefois, des développements récents (pomme de terre, pommier, aubergine) ouvrent de nouvelles opportunités. Il s'agit souvent de marchés de niche difficilement accessibles compte-tenu des coûts réglementaires actuels.

On peut s'interroger sur le refus très rapide de la filière Bio sans connaître les bénéfices qu'elle aurait pu tirer de cette technologie. Pourquoi accepter que des plantes soient traitées à l'insecticide biologique (*Bacillus thuringiensis*) et refuser le maïs qui ne contient que la protéine insecticide pour se protéger ? Pourquoi préférer des aubergines traitées de nombreuses fois aux insecticides pendant leur culture plutôt que de manger une aubergine contenant le gène de cette protéine ? On peut se demander si ce refus ne tient pas plus à des conceptions idéologiques et politiques qu'à des considérations basées sur des données scientifiques confirmées mondialement depuis 25 ans.

- **Les PGM présentent un danger pour l'environnement et les consommateurs**

En ce qui concerne l'impact négatif sur l'environnement, les arguments souvent cités sont une réduction de la biodiversité et le développement de résistance. Cette réduction de la biodiversité serait due à l'utilisation d'une variété unique ayant le caractère génétiquement modifié et à la destruction totale des mauvaises herbes (le glyphosate est un herbicide dit total). Pour ce qui est des variétés, elles sont autant diverses en version GM qu'en version non GM, ainsi en Espagne, il y a une centaine de variétés enregistrées contenant le caractère MON 810. Pour ce qui est des mauvaises herbes, l'agriculteur les enlève avec le glyphosate si la culture est TH, avec d'autres herbicides si ce n'est pas le cas ou mécaniquement si en culture Bio, l'impact sur la biodiversité est similaire. Pour les cultures RI, on observe, au contraire, une augmentation de la biodiversité, la réduction des traitements insecticides permettant aux insectes non contrôlés par la résistance ciblée de se développer. D'autres disent que les PGM entraînent une augmentation des résistances. Dans certaines conditions on a observé ce phénomène qui n'est pas nouveau et que l'on trouve aussi dans les cultures non GM. Les agresseurs ou les adventices développent des résistances pour contourner les moyens de protection quel qu'ils soient. L'agriculteur et le semencier essayent de gérer cela au mieux. S'il est vrai qu'ils n'envisageaient pas une diffusion si rapide de la tolérance au glyphosate dans certaines zones, ils ont bien géré, à ce jour, le développement de résistance dans le cas des PGM résistantes aux insectes avec le système des refuges ou les résistances multiples dans la plante.

Au niveau des consommateurs les opposants indiquent le plus souvent le risque pour la santé. A ce jour on ne connaît pas d'effets négatifs confirmés dans le domaine de l'alimentation humaine et animale. De nombreuses études ont conclu que le niveau de risques des PGM n'était pas différent de celui de plantes issues de la sélection traditionnelle. Tout le monde se souvient de l'effet médiatique mondial suite à la publication de G.E. Séralini et son équipe en 2012. Aujourd'hui encore on lit, voit ou entend parler de ces résultats en oubliant de mentionner les trois études financées par la France et l'Europe montrant que les maïs GM n'ont aucun impact négatif sur la santé des rats de laboratoire.

- Dans la dernière catégorie, j'ai regroupé des points plus généraux, non directement liés aux caractères GM introduits :
 - On ne doit pas modifier le patrimoine génétique d'une plante et, en particulier on ne doit pas introduire des gènes de microorganismes ou d'animaux ;
 - Les PGM favorisent le développement des multinationales qui s'approprient le vivant. Il est vrai que les coûts de développement dus en particulier à des coûts réglementaires disproportionnés, font que seules les sociétés internationales peuvent engager de tels coûts et, de ce fait, le marché n'est accessible aux petites sociétés qu'à travers des licences avec ces multinationales. Le développement de PGM est aussi difficile pour les marchés de faible taille, marchés peu intéressants pour les multinationales ;
 - Les brevets sur les gènes ou les PGM bloquent toute utilisation par des tiers. C'est vrai pour le caractère GM concerné, c'est faux, en Europe en particulier, pour l'accès à la variabilité génétique d'une variété GM. De plus la validité des brevets est limitée à 20 ans et si les contraintes réglementaires pouvaient être adaptées, il pourrait y avoir maintenant le développement de PGM dits « génériques » par

analogie avec la situation que l'on a au niveau des médicaments. Le réglementaire bloque le développement de génériques, pas la propriété intellectuelle.

Au niveau européen, la situation actuelle est un blocage au niveau de la culture de PGM ; l'Espagne et le Portugal se contentent de cette situation tant que le MON 810 répond à leur besoin. L'arrivée de *Diabotrica* (la chrysomèle des racines de maïs) pourrait remettre en question cet équilibre. Ce blocage a entraîné un arrêt du dépôt de dossiers d'autorisation de culture par les sociétés semencières. Sauf événement nouveau cette situation va perdurer et il y a peu de chance qu'une société semencière se lance dans une demande d'autorisation pour les dix ans à venir. En plus des raisons présentées ci-dessus il faut reconnaître qu'il existe des causes plus spécifiques comme par exemple : (i) Aucune des PGM majeures commercialisées représentant un enjeu critique pour l'agriculture européenne : le maïs Bt intéresse une partie minoritaire des surfaces de maïs en Europe (environ 20%) ; pour le coton Bt, le refus européen a conduit l'Espagne à ne produire que des semences de coton ; la Roumanie a arrêté la culture du Soja GM lors de son entrée dans l'Europe, d'exportatrice elle est devenue importatrice. (ii) Les politiques ne veulent pas se lancer dans ce débat vu le rejet des consommateurs. (iii) la distribution y trouve un argument marketing. On trouve des produits étiquetés « sans OGM », alors que le produit OGM n'existe pas. On annonce saumon : sans OGM ; d'où vient l'OGM potentiel, dans les farines végétales utilisées pour la croissance ?

3 – Conclusion et perspectives

En 25 ans, les PGM ont montré leur intérêt dans les pays où la culture a été autorisée. Au cours des dernières années on voit apparaître de nouveaux PGM concernant de nouvelles espèces et de nouveaux caractères qui vont apporter de nouveaux bénéfices aux populations concernées. On peut regretter que certains pays, dont l'Europe, refusent ces produits à la culture sans tenir compte des connaissances scientifiques acquises sur ces produits depuis plus de 25 ans. Ce refus a entraîné, dans d'autres pays, Asie et Afrique en particulier, un retard dans l'acceptation de ces PGM. Toutefois, les récentes autorisations laissent penser que ces pays sont entrés dans une phase plus positive, prenant en compte les bénéfices que ces plantes peuvent apporter à leur agriculture et à leur population. On peut refuser d'importer en Europe des PGM de ces pays, mais doit-on les décourager d'en cultiver pour leurs besoins propres ?

Nous sommes confrontés à de nombreux challenges dont la production d'une nourriture de qualité pour une population croissante tout en préservant l'environnement (réduction des pesticides, adaptation aux variations climatiques). Si l'on veut réussir, nous devons utiliser toutes les technologies disponibles et qui ont montré leur innocuité, les PGM en font partie au même titre que les plantes issues de l'utilisation d'autres biotechnologies végétales et de la sélection traditionnelle. Espérons que les plantes issues des technologies d'édition génomique ne recevront pas le même type de dénigrement et qu'elles pourront nous aider pour le succès du Pacte vert.

Références :

- Bertho *et al.*, 2020. Results from ten years of post-market environmental monitoring of genetically modified MON 810 maize in the European Union. PLoS ONE 15(4): e0217272 - doi.org/10.1371/journal.pone.0217272.
- Brookes Graham, 2019. Twenty-one years of using insect resistant (GM) maize in Spain and Portugal: farm-level economic and environmental contributions. GM Crops & Food. doi.org/10.1080/21645698.2019.1614393.
- Brookes Graham & Barfoot Peter, 2020. Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996-2018: Impacts on pesticide use and carbon emissions. PG Economics Ltd - <https://www.pgeconomics.co.uk/>
- ISAAA Briefs, 2019. Briefs 55 – Executive summary. Global status of commercialized Biotech/GM crops in 2019: Biotech Crops drive socio-economic development and sustainable environment in the new frontier. <http://www.isaaa.org>.
- Klümper W & Qaim M., 2014. A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops. PLoS ONE 9(11): e111629 - doi:10.1371/journal.pone.0111629.
- Wilson Allison K., 2021. Will gene-edited and other GM crops fail sustainable food systems? Rethinking Food and Agriculture: pp. 247-282. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816410-5.00013-X>.

Animateur : Michel DRON | Professeur émérite – Université Paris sud

Position actuelle : Professeur émérite de Biologie et Pathologie Végétales Université Paris sud, Membre et Secrétaire Section 1 « Productions Végétales » de l'Académie d'Agriculture de France

Spécialisation : Biologie, Physiologie et Pathologie Végétales, Biologie Moléculaire et Génétique des Plantes.

Parcours : Doctorat de 3^{ème} cycle en Biologie végétale (Université de Rennes I) en 1978 et Thèse d'Etat en Biologie Moléculaire (Université Paris XI) en 1982.

Michel Dron a commencé sa carrière professionnelle, publique en France, comme chargé de recherche CNRS au laboratoire de biologie moléculaire végétale de l'Université Paris XI à Orsay. En 1986, il est parti à San Diego, à l'Institut Salk pour 2 années sabbatiques, où il a participé à l'analyse de la régulation de l'expression de gènes de défense de plantes dans un contexte d'agression pathologique.

En 1988, il a été nommé Professeur de Biologie et Pathologie Végétales à l'Université Paris-sud-Orsay, et a pris la direction du laboratoire de Phytopathologie moléculaire à Orsay. Il a, de suite, assuré la responsabilité du DEA et de la formation doctorale en Phytopathologie, à l'échelle nationale.

En 1997, il a été appelé par le Cirad (2200 personnels répartis dans 51 pays de la ceinture intertropicale et méditerranéenne) pour y remplir la fonction de Directeur Scientifique.

En 2000, il est revenu à Orsay, où il a repris ses fonctions de Professeur, assurer la responsabilité de Conseiller aux thèses pendant 1 an, puis la Direction de l'Ecole Doctorale Sciences du Végétal-145 jusqu'à la fin 2009, et été nommé chargé de mission aux Ecoles Doctorales (2300 Doctorants dans cette Université) auprès de la Présidente de l'Université.

Début 2010, il a pris la direction de l'Unité 8618, CNRS-UPsud11, « Institut de Biologie des Plantes » sise sur le Plateau de Saclay, à la faculté des sciences d'Orsay.

En 2012, il a initié et soutenu la création de l'Institut Plant Sciences Saclay (IPS2) qui a été validé et débutera le 1/01/2015. Cet Institut rassemble la totalité des personnels de l'IBP, de l'URGV (Evry) et un tiers de l'ISV Gif sur Yvette. En plus des tutelles impliquées dans l'IBP (CNRS, UPSud), 3 nouvelles tutelles sont impliquées (INRA, Univ Paris Diderot et Université Evry Val d'Essonne).



Pamela RONALD | Professeur – University of California

Distinguished Professor, Dept of Plant Pathology and the Genome Center, UC Davis
Director, Institute for Food and Agricultural Literacy, UC Davis
Key Scientist, Joint Bioenergy Institute
Faculty Affiliate, Center on Food Security and the Environment, Stanford University

Widely recognized for her work in plant genetics, Pam Ronald studies resistance to disease and tolerance of environmental stress. Her many accolades include the 2008 USDA National Research Initiative Discovery Award, the 2012 Fulbright-Tocqueville Distinguished Chair and the 2012 Tech Award for the innovative use of technology to benefit humanity. In 2015 Scientific American named her one of the 100 most influential people in biotechnology. Ronald's book, *Tomorrow's Table: Organic farming, Genetics and the Future of Food* was selected as one of a 25 most influential books with the power to inspire college readers to change the world. Her 2015 TED talk has been viewed by more than 1.8 million people and translated into 26 languages. In 2019, she was awarded the American Society of Plant Biologists Leadership Award, an honorary doctorate from the Swedish Agricultural University and was elected to the National Academy of Sciences.

*Professeur, Département de pathologie végétale et centre du génome, UC Davis
Director, Institute for Food and Agricultural Literacy, UC Davis
Key Scientist, Joint Bioenergy Institute
Faculty Affiliate, Center on Food Security and the Environment, Université Stanford.*

Largement reconnue pour son travail en génétique végétale, Pamela Ronald étudie la résistance aux maladies et la tolérance au stress environnemental. Parmi ses nombreuses distinctions, mentionnons le Prix découverte de l'Initiative nationale de recherche de l'USDA 2008, Distinguée en 2012 par la chaire Fulbright-Tocqueville et le Tech Award pour l'utilisation novatrice de la technologie au profit de l'humanité.

En 2015, Scientific American l'a nommée l'une des 100 personnes les plus influentes en biotechnologie.

Le livre de Ronald, « Tomorrow's Table: Organic farming, Genetics and the Future of Food » a été sélectionné comme l'un des 25 livres les plus influents ayant le pouvoir d'inciter les lecteurs à changer le monde. Son discours TED 2015 a été vu par plus de 1,8 million de personnes et traduit en 26 langues. En 2019, elle a reçu l'American Society of Plant Biologists Leadership Award, un doctorat honorifique de l'Université agricole suédoise et a été élue à l'Académie nationale des sciences.

La table de demain : l'agriculture biologique, la génétique et l'avenir de l'alimentation ***Tomorrow's Table: Organic Farming, Genetics and the Future of Food***

Few among us are farmers, and fewer still are crop scientists, but all of us eat and deserve to be well informed about our food systems. The U.N. estimates that by mid-century, we'll need to produce twice as much food to feed the world's growing and increasingly prosperous population. Pulling this off—in a changing climate, with diminishing resources, while minimizing habitat destruction and biodiversity loss—may be the single greatest challenge facing humanity.

Join Professor Ronald in a discussion of the present and future of genomics advances and biotechnologies and their applications. She will discuss applications of conventional biotechnologies such as transgenics/genetic engineering as well as new approaches such as genome editing. She will describe how laboratory research discoveries have reached farmers' fields, and will highlight political, economic and cultural challenges. Along the way we'll learn about groundbreaking advances in advanced breeding techniques and the real-world challenges that farmers face every day. She will describe isolation of the Sub1A gene and the development of a flood tolerant rice variety (known as 'Sub1' rice) that is being cultivated by more than six million farmers in India and Bangladesh. Under submerged conditions, these 'Sub1' varieties have enhanced yield and can prevent total crop failure.

A major goal for food and agricultural research is to increase the resiliency of agricultural systems to adapt to rapid changes and extreme conditions. Prof. Ronald will describe how genetic approaches are being used to generate the next generation of crops that will help farmers thrive in these challenging conditions.

Dans nos sociétés, peu d'entre nous sont des agriculteurs, et encore moins des scientifiques des plantes cultivées, mais nous mangeons tous et méritons d'être bien informés sur nos systèmes alimentaires. Les Nations unies estiment que d'ici le milieu du siècle, nous devons produire deux fois plus de nourriture pour alimenter la population mondiale croissante et de plus en plus prospère. Réussir à le faire - dans un climat changeant, avec des ressources en diminution, tout en minimisant la destruction des habitats et la perte de biodiversité - pourrait être le plus grand défi auquel l'humanité est confrontée.

Le professeur Pamela Ronald vous invitera à une discussion sur le présent et l'avenir de la génomique et des biotechnologies et de leurs applications. Elle discutera des applications des biotechnologies conventionnelles telles que le génie génétique ainsi que des nouvelles approches telles que l'édition du génome. Elle décrira comment des découvertes en laboratoire ont rejoint les champs des agriculteurs et soulignera les défis politiques, économiques et culturels, en confrontant les avancées révolutionnaires des techniques de sélection et les défis réels auxquels les agriculteurs sont confrontés chaque jour. A titre d'illustration elle décrira l'isolement du gène Sub1A et le développement d'une variété de riz tolérante aux inondations (connue sous le nom de riz "Sub1") qui est cultivée par plus de six millions d'agriculteurs en Inde et au Bangladesh. Dans des conditions d'inondation, ces variétés "Sub1" ont un rendement accru et peuvent éviter une perte totale de récolte.

L'un des principaux objectifs de la recherche agronomique et alimentaire est d'accroître la résilience des systèmes agricoles pour qu'ils puissent s'adapter aux changements rapides et aux conditions extrêmes. Le professeur P. Ronald décrira comment les approches génétiques seront utilisées pour générer la prochaine génération de variétés cultivées qui aideront les agriculteurs à prospérer dans ces conditions difficiles.

Animateur : André GALLAIS | Professeur Honoraire – AgroParisTech

André Gallais est Professeur Honoraire d'AgroParisTech, membre de l'Académie d'Agriculture de France.

C'est un spécialiste de la génétique des caractères quantitatifs et des méthodes d'amélioration des plantes. De 1982 à 2005, il a enseigné ces disciplines à l'Institut National Agronomique Paris-Grignon (maintenant AgroParisTech) et a été responsable de programmes de génétique et d'amélioration du maïs à la Station de Génétique Végétale du Moulon (INRA, Université de Paris-Sud, CNRS, AgroParisTech).

Il est l'auteur de plusieurs ouvrages sur l'amélioration des plantes.

Il est membre du Conseil Scientifique de l'AFBV.

François BURGAUD | Conseiller du Président - SEMAE

Diplômé de Sciences Po Paris, François Burgaud entre chez SEMAE (ex-GNIS) en 1971 où il occupera différentes fonctions dont les principales sont Secrétaire général des sections Céréales à paille et Maïs et sorgho, Chef du service Relations internationales, Directeur des Relations extérieures, et, depuis mars 2020, Conseiller du Président.

De 1987 à 1991, il est en poste au Sénégal pour le Ministère français de la Coopération en qualité de co- Directeur d'un projet de privatisation de la filière semences, sur financement de la Caisse Centrale de Coopération Economique, et de Conseiller auprès du ministre du Développement rural pour le secteur Semences



Autres fonctions :

Président du Pôle Agri-Agro de Medef International - ADEPTA qui regroupe plus de 600 entreprises françaises dont 220 dans l'Agriculture et l'Agroalimentaire,

Membre du Conseil d'Administration et Membre d'Honneur à vie de l'AFSTA (African Seed Trade Association),

Membre et ancien Président du Comité Propriété intellectuelle de l'APSA (Asia and Pacific Seed Association),
Expert européen sur le SMTA dans le cadre du Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Agriculture et l'Alimentation (TIRPAA),

Membre du groupe de travail du TIRPAA sur les droits des agriculteurs,

Membre de l'International Seed Federation,

Membre du CIAN (Conseil Français des Investisseurs en Afrique)

Evolution de l'agriculture et du marché des semences depuis l'introduction des biotechnologies végétales

L'arrivée sur le marché mondial de variétés transgéniques a bouleversé l'agriculture mondiale, principalement dans 2 espèces le maïs et le soja. Elle a également eu pour conséquence une concentration du secteur qui était faible jusque-là. En 2004, les 6 premières entreprises ne représentaient que 30% du marché mondial et elles en représentaient 68% en 2019. Monsanto qui ne faisait que 10% du marché en 2004 en faisait 30% en 2019.

Pour des raisons politiques, et leurs traductions réglementaires, l'Europe, et en particulier la France, n'ont pas fait l'objet d'une même concentration du marché. Mais ce retrait des débats scientifiques et agronomiques sur les produits transgéniques a eu des conséquences sur la place de la France dans le monde, bien sûr sur le plan économique, mais surtout concernant son influence sur les débats scientifiques et politiques relatifs à l'agriculture et à l'agro-alimentaire.

L'arrivée prochaine de variétés issues de la mutagenèse et de l'édition de gènes risque d'être beaucoup plus dangereuse pour la France et l'Europe si nous restons en dehors de ces évolutions. La diversification des acteurs, qu'ils soient publics ou privés, internationaux ou nationaux, qui se sont lancés sur l'utilisation de ces techniques, en adaptant leur réglementation, permettra peut-être une diminution de la concentration mondiale du secteur de ces dernières années, mais, sans doute, à notre détriment.



Ingénieur agronome, docteur d'État ès sciences économiques et agrégé des universités en sciences de gestion, Jean-Louis Rastoin est professeur honoraire à Montpellier SupAgro et membre de l'Académie d'Agriculture de France. Fondateur et co-animateur de la revue « Systèmes alimentaires / Food Systems » publiée par les Éditions Garnier à Paris, il est membre actif des associations Défismed, Ipemed et Planète Terroirs. Fondateur et conseiller scientifique de la chaire UNESCO en Alimentations du monde, il a été directeur du laboratoire de recherche en économie agroalimentaire MOISA à Montpellier.

Ses recherches portent sur la prospective, les stratégies d'acteurs et les échelles de gouvernance dans les systèmes alimentaires. Il a publié 3 ouvrages et plus de 250 articles scientifiques et de partage de connaissances.

Les systèmes alimentaires face aux enjeux sociétaux et environnementaux : prospective et stratégies d'acteurs

L'humanité a vécu 5 transitions alimentaires depuis les premières utilisations du feu à des fins culinaires. Elle se trouve aujourd'hui au tournant entre la période agroindustrielle et un nouveau modèle en gestation. Le système alimentaire agroindustriel intensif, spécialisé concentré, globalisé et financiarisé, a permis, grâce à d'importants gains de productivité d'absorber la croissance démographique du XXe siècle et de diminuer les prix des aliments en termes réels. Enchâssé dans un capitalisme de concurrence par une structuration en chaînes globales de « valeur », le modèle agroindustriel se heurte, au tournant du XXIe siècle à de lourdes externalités négatives, marquées par de multiples crises sanitaires (frappant l'homme, les animaux, les végétaux, selon le concept « Une seule santé »), sociales et environnementales. L'analyse historique débouche sur une prospective en 2 scénarios contrastés. Le premier, tendanciel, fait l'hypothèse d'une généralisation – avec des ajustements à la marge sous contrainte de durabilité – de la configuration agroindustrielle. Le second scénario, alternatif ou de rupture est piloté par les objectifs du développement durable : équité, environnement, économie. Sous l'impulsion de certains consommateurs, d'acteurs économiques innovants et de la société civile, un tel système est en gestation qui a pour nom « système alimentaire territorialisé » (SAT). Ce système est fondé sur la qualité totale des produits, l'autonomie par l'ancrage territorial, l'agroécologie et l'éco-conception industrielle et tertiaire, la proximité, et la solidarité locale, nationale et internationale. Pour les entreprises du système alimentaire en France et en Europe, le défi à relever est le passage d'une stratégie basée sur la recherche d'une compétitivité par les prix à une stratégie basée sur une compétitivité par la différenciation qualitative des produits, des technologies et du management. La covid-19 semble avoir accéléré – au moins dans les narratifs des responsables politiques et professionnels – la dynamique de transition. En 2020, le Pacte Vert européen et la stratégie « De la ferme à la fourchette » qui constitue son volet agricole et alimentaire s'inscrivent dans cette perspective. Cependant, pour réussir la 5e transition alimentaire, de nouvelles politiques alimentaires fondées sur la socio-écologie et les territoires sont indispensables. Elles impliquent de modifier en profondeur les modèles de consommation et de production actuels. Les leviers à mobiliser concernent en priorité la chaîne des savoirs (R&D, formation, information), les incitations économiques et fiscales, ainsi que les structures de gouvernance.

Référence :

Rastoin J.-L., 2020, Crises sanitaires, résilience et refondation des systèmes alimentaires, Systèmes alimentaires-Food Systems, 5, Éditions Garnier, Paris : 17-31

<https://classiques-garnier.com/systemes-alimentaires-food-systems-2020-n-5-varia-editorial.html?displaymode=full>

Olivier ROLLAND | Directeur exécutif - Toulouse White Biotechnology

Olivier Rolland est le directeur exécutif de TWB - Toulouse White Biotechnology, une organisation française sur la base du partenariat public / privé dans le domaine des biotechnologies industrielles. TWB accompagne le développement R&D de solutions innovantes et durables de la recherche amont au sein des laboratoires académiques à des projets de développement préindustriel et au lancement de start-up. Les activités de TWB vont du développement de catalyseurs (enzymes et microorganismes) au procédé préindustriel (développement et optimisation, montée à l'échelle).

Olivier a 15 ans d'expérience en stratégie, business et développement de produits dans le domaine de la bioéconomie. Avant de rejoindre TWB, Olivier était directeur de la stratégie de carburant durable chez Boeing, où il a mené la stratégie mondiale pour le déploiement de chaînes de valeur innovantes pour les biocarburants.

Il a également passé 8 ans chez Total, dont 5 en Californie en charge de l'alliance avec Amyris en biologie synthétique. Il y a dirigé le 1^{er} développement commercial de carburant aviation à base de sucre pour lequel il a reçu le « Presidential Green Chemistry Award » de l'Agence américaine de protection de l'environnement en 2014.

Olivier a également démarré les activités de biotechnologie de Michelin en se concentrant sur les monomères bio-sourcés. Il a un doctorat en chimie, obtenu auprès de Rhodia (aujourd'hui Solvay).

Les biotechnologies blanches : bilan et perspectives

Les biotechnologies industrielles font partie de la vie quotidienne de l'humanité depuis des siècles en étant à la base de la fabrication de certains aliments (par exemple le pain, le fromage...) et boissons (par exemple la bière, le vin...). Le 20^{ème} siècle a vu le déploiement à grande échelle des biotechnologies industrielles pour la fabrication de quelques produits comme l'éthanol dérivé du sucre (> 80Mt/an) ou des produits de spécialité comme les acides aminés (> 5Mt/an). Ces procédés consistent en l'utilisation de catalyseurs biologiques qui dérivent des systèmes vivants et de leurs composants naturels pour produire des composés spécifiques.

Le début du 21^{ème} siècle marque le début d'une nouvelle ère pour cette famille de technologies en raison de l'émergence de la biologie synthétique : elle fournit les connaissances et les outils pour modifier les systèmes vivants afin d'atteindre des performances ciblées. Au début des années 2000, la plupart des investissements se sont consacrés sur le développement des biocarburants, en tant qu'opportunité majeure pour remplacer les carburants fossiles et lutter ainsi contre le changement climatique. De tels développements ont cependant connu un arrêt à partir de 2015 avec la baisse du prix du pétrole qui se situe depuis dans la fourchette 40 \$ / baril à 70 \$ / baril, la compétitivité de ces nouveaux bioproduits ne pouvant être envisagée de sitôt. À partir de cette époque, les applications de la biotechnologie industrielle ont évolué selon trois principaux moteurs : (i) transformer la façon dont les produits actuels sont fabriqués, (ii) créer de nouveaux produits et (iii) anticiper la conformité aux politiques réglementaires à venir.

Dans ce contexte, la plupart des acteurs historiques ont « pivoté » en s'appuyant sur leur technologie de base initialement développée pour les produits de commodité afin de rechercher une valeur ajoutée tandis que de nouveaux acteurs ont émergé avec des produits et services dans de nouveaux domaines d'application tels que l'agriculture et l'alimentation, les soins et les matériaux haute performance. Qu'avons-nous appris de l'histoire des biocarburants ? Que faut-il pour développer un produit issu de la biotechnologie industrielle ? Comment obtenir une équation durable positive (y compris la partie économique) ? Quelles sont les perspectives des biotechnologies industrielles ?

Dans cette présentation, nous partagerons quelques éléments de réponse à ces questions à partir de cas industriels. Nous décrirons également le modèle original de partenariat public-privé de TWB qui accompagne l'industrie et les start-up à développer des solutions innovantes et durables basées sur le potentiel inexploité de ce domaine en pleine croissance.

Patrick WINCKER | Directeur - Génoscope, Institut François Jacob du CEA

Degrés

Doctorat de Biologie Cellulaire et Microbiologie (PhD), Université d'Aix-Marseille II (1988)

Postes de professeurs

- Génoscope, Centre National de Séquençage, Institut de Génomique du CEA, Evry, France. Directeur : Dr Jean Weissenbach
 - Chef du Laboratoire de Séquençage (1997-2015)
 - Chef du Laboratoire d'analyses génomiques des eucaryotes (2012-à aujourd'hui)
- Génoscope, Centre National de Séquençage, Institut François Jacob du CEA, Evry, France. Directeur, 2015-à aujourd'hui
- France Génomique, infrastructure nationale, Directeur

Intérêt principal

Génomique comparative des eucaryotes, technologies de séquençage, génomique des écosystèmes.

Adhésion

Membre élu de l'Organisation européenne de biologie moléculaire

Prix

Académie des sciences, prix « Science et Innovation » 2018

La révolution génomique : de nouvelles approches pour étudier le vivant

La connaissance de la séquence complète de l'ADN d'une espèce permet non seulement d'établir son contenu en gènes, mais constitue également une base pour l'analyse de leur expression et de leur variation évolutive. L'obtention de cette information génomique a toutefois été entreprise plusieurs décennies après les débuts de la biologie moléculaire, pour des questions de coût et de faisabilité technique. Initiée au cours des années 1990, la quête de la séquence du génome humain a rapidement été étendue à l'ensemble des organismes d'intérêt médical ou agronomique. Les technologies développées lors des premières phases du projet génome humain permettent aujourd'hui d'établir la séquence de plus en plus complète et précise de génomes de nombreuses plantes, transformant la génétique végétale et ouvrant la voie à une connaissance inédite des relations entre génome, épigénome et phénotype.

Dans ce séminaire, nous présenterons l'historique des avancées ayant permis l'établissement des séquences de génomes végétaux, et les perspectives qu'ouvrent les développements récents en génomique. La possibilité de comparer les génomes de nombreux individus d'une même espèce s'est généralisée, et permet la recherche de caractères d'intérêt avec une efficacité accrue. Au-delà des espèces majoritairement utilisées en culture, les plantes cultivées plus localement sont de plus en plus ciblées pour l'analyse génomique, et des initiatives s'organisent même pour décrypter l'ensemble des espèces végétales connues. Nous aborderons les études comparatives de génomes, qui ont permis d'établir des relations entre les espèces actuelles, et de déterminer par quels mécanismes les traits d'intérêt ont pu apparaître, s'amplifier ou être sélectionnés. Finalement, les outils innovants permettant d'utiliser les connaissances génomiques pour l'amélioration seront évoqués.

Stéphane LEMAIRE | Directeur de Recherche - CNRS



Directeur de Recherche CNRS,
Laboratoire de Biologie Computationnelle et Quantitative
Institut de Biologie Paris Seine, UMR7238
CNRS, Sorbonne Université - Paris, France

Biologie synthétique et systémique de la fixation du carbone

Notre espèce et notre civilisation sont confrontées aux défis agricoles, environnementaux, industriels et économiques les plus importants et les plus inédits de leur histoire. La photosynthèse, le convertisseur d'énergie solaire le plus efficace sur la Terre, fournit de l'énergie et du carbone pour presque toutes les formes de vie sur notre planète et est la source des combustibles fossiles qui alimentent nos technologies. La production de biocarburants et de bioproduits photosynthétiques, en tant que ressource renouvelable utilisant l'énergie solaire et fixant le CO₂ atmosphérique, représente l'une des formes prometteuses et alternatives d'énergie et de molécules carbonées. En outre, l'amélioration du rendement des cultures pour répondre aux besoins alimentaires d'une population mondiale croissante est un défi majeur pour la biologie végétale. La biologie synthétique et systémique offre de nouvelles possibilités pour répondre à des questions fondamentales en utilisant de nouveaux concepts ou pour créer des systèmes artificiels ayant des applications biotechnologiques. L'essor de la biologie synthétique offre une merveilleuse opportunité pour permettre une seconde révolution verte en s'attaquant au défi de l'amélioration de l'efficacité de la photosynthèse par l'ingénierie des microalgues, des cyanobactéries et des plantes. Les résultats prometteurs récents ainsi que les pistes à explorer pour le futur seront présentés.

Dominique REYNIE | Directeur général - Fondation pour l'innovation politique

Dominique REYNIE est professeur des universités à Sciences Po et directeur général de la Fondation pour l'innovation politique depuis octobre 2008. Parmi ses publications, on peut mentionner *Le triomphe de l'opinion publique - L'espace public français du XVI^e au XX^e siècle* (Odile Jacob, 1998) ; *Populismes : la pente fatale* (Plon, 2011) qui a reçu en 2012 le Prix du Livre Politique ainsi que le Prix des Députés dont une nouvelle édition revue et augmentée a été publiée sous le titre *Les nouveaux populismes* (Fayard, 2013).

Dominique Reynié a notamment dirigé les ouvrages suivants : *Démocraties sous tension*, Fondation pour l'innovation politique/International Republican Institute, 2019 (versions française, anglaise et brésilienne sur www.fondapol.org) ; *Les attentats islamistes dans le monde 1979-2021*, Fondation pour l'innovation politique, septembre 2021 (versions française, et anglaise sur www.fondapol.org); *2022 le risque populiste en France*, Fondation pour l'innovation politique, (vague 1 en octobre 2019 ; vagues 2 et 3 en octobre 2020 ; vague 4 en juin 2021 ; versions française et anglaise sur www.fondapol.org) et *Le XXI^e siècle du christianisme*, Les Éditions du Cerf, mai 2021.