

Résumés de la séance de l'Académie d'Agriculture de France
« Atouts et limites des algues marines pour des bio-solutions en productions végétales et animales »
24 janvier 2024
Sections 5 et 6

Introduction

Georges Barbier, membre correspondant de la section 5, est professeur émérite à l'Université de Bretagne Occidentale. Ingénieur agronome de formation, les activités de recherche qu'il a dirigées et auxquelles il a contribué ont principalement porté sur la taxonomie et l'écologie microbiennes des écosystèmes hydrothermaux sous-marins profonds à l'Ifremer (1984-2003) puis des écosystèmes à composantes fongiques, agroalimentaires et marins, à l'Université de Bretagne Occidentale (2004-2020).

www.academie-agriculture.fr/membres/annuaire/georges-barbier



Résumé de l'intervention :

L'utilisation des macro-algues pour l'alimentation des animaux de ferme et la fumure des parcelles agricoles complémentaires à l'épandage de fumiers a été pratiquée depuis des siècles dans les zones littorales tant en France qu'à l'étranger. Aujourd'hui le nombre d'acteurs industriels et commerciaux qui proposent des biosolutions pour l'agriculture et l'élevage s'est fortement développé et structuré. L'espèce majoritairement présente dans la formulation des produits biostimulants distribués en France pour les productions végétales est, *Ascophyllum nodosum*. C'est l'algue dont la biomasse accessible à la collecte est la plus importante dans l'Atlantique Nord.

Pour les animaux d'élevage et de compagnie, les algues marines sont principalement employées en tant qu'additifs pour la production d'aliments.

La banque mondiale a édité en 2023 un rapport sur les marchés nouveaux et émergents concernant les algues marines. Ce document rapporte que les marchés à court terme les plus prometteurs pour les algues marines sont les biostimulants, l'alimentation des animaux d'élevage et des animaux de compagnie et les additifs réduisant la production de méthane. Ils devraient atteindre 4,4 milliards d'USD d'ici à 2030. La réalisation de ces potentialités sera soumise à différents défis parmi lesquels le besoin de résultats de recherches probants, la diffusion de recommandations d'utilisation robustes ainsi que la disponibilité de ressources algales à la hauteur des besoins tant au plan quantitatif que qualitatif, à des prix adaptés aux marchés identifiés.

Intervention 1 (20 minutes)

Bruno DARIDON,

Membre correspondant de la section 6 depuis le 06/12/2023. Groupe Olmix.

Ingénieur agronome ENSAIA et docteur en génie des procédés biotechnologiques et alimentaires de l'INPL, le parcours de Bruno Daridon est marqué par la recherche appliquée au service du monde agroalimentaire ou de l'agronomie. Il a été successivement directeur R&D de la société PRP puis directeur R&D Plant-care du groupe OLMIX. Son activité professionnelle appuyée par des partenariats est orientée vers la recherche de solutions naturelles qui peuvent efficacement contribuer à une agriculture durable, productive et moins consommatrice d'intrants de synthèse. Dans ce contexte, il s'est intéressé aux procédés d'extraction applicables aux algues pour accroître l'activité biostimulante et élicitrice des mécanismes de défense des plantes. Il est à l'origine de 7 brevets et de 2 AMM.

Pour plus d'informations :

<https://www.academie-agriculture.fr/membres/annuaire/bruno-daridon>



Titre de l'intervention :

« Solutions algosourcées pour l'Agriculture »

Résumé de l'intervention :

OLMIX est une entreprise ETI basée en Bretagne qui conçoit, développe et qui produit des solutions algosourcées pour l'agriculture et pour l'élevage. OLMIX maîtrise la chaîne de la récolte des algues, de l'extraction d'ingrédients actifs et la formulation de produits bas-carbone pour apporter des solutions compétitives, performantes, respectueuses des agro-écosystèmes destinée à la Distribution. La présentation est focalisée sur la conception des solutions algosourcées pour les sols et pour les plantes. Plusieurs modes d'actions sont illustrés avec des fonctionnalités développées pour stimuler l'activité biologique du sol, pour un enracinement et une mycorhization accrue, pour stimuler la photosynthèse, pour stimuler les voies de signalisation hormonales de la plante et pour accroître l'acquisition des minéraux, donc l'efficacité des engrais au bénéfice final du rendement des cultures. On peut faire plus avec moins grâce aux biostimulants algosourcés.

Intervention 2 (20 minutes)

Dr Gabriel KROUK

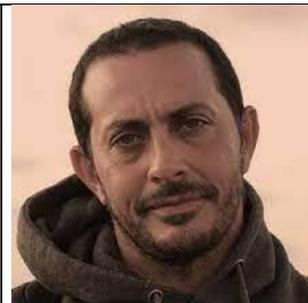
Directeur de Recherche CNRS, Equipe SYSTEMS Institut des Sciences des Plantes de Montpellier (IPSiM)

Gabriel Krouk est Directeur de Recherche au CNRS à Montpellier, HiCiR en 2020-21-22. Ses recherches se situent à la croisée de la biologie (principalement la physiologie moléculaire) et de la

modélisation/biologie des systèmes. Ses recherches se sont d'abord concentrées sur les interactions entre la détection des nutriments et la signalisation hormonale chez les plantes. Pour son travail sur le transcepteur de nitrate (NRT1.1, CHL1 ou NPF6.3), il a reçu un prix de l'Académie des Sciences. Ses travaux actuels se poursuivent avec les découvertes récentes concernant l'effet combinatoire des signaux de l'azote et du phosphore sur le développement des plantes et leurs réponses moléculaires associées. Ses recherches se sont également récemment orientées vers des questions très fondamentales concernant la simulation *in silico* de phénomènes biologiques. Il est le co-fondateur et le Directeur Scientifique d'une spin-off du CNRS et de l'Université de Montpellier, BionomeeX ©.

Pour plus d'informations :

<https://www.gabkrouk.com/>



Titre de l'intervention :

De l'étude de l'effet combiné des hormones et des nutriments jusqu'à la déconvolution de l'effet d'extraits d'algues. Et pourquoi pas avec l'aide de l'IA ?

Résumé de l'intervention :

La réponse des plantes face aux effets conjugués des signaux environnementaux, tels que les nutriments et les hormones, fait intervenir des réseaux régulateurs complexes, essentiels à leur développement et adaptation. Je présenterai certaines de nos recherches qui pourraient mettre en exergue la complexité inhérente à la compréhension des effets d'extraits de molécules complexes, à l'instar des extraits d'algues. Nous discuterons de cette question à la lumière de résultats de la thèse de Céline Conan, qui a examiné l'influence de différentes fractions d'extraits d'algues sur la croissance et les réponses moléculaires des plantes, et en référence à nos récents travaux en intelligence artificielle pour l'étude des protéines.

Intervention 3 (20 minutes)

Dr Philippe ETIENNE

Maître de Conférences de l'Université de Caen, HDR,

UMR 950 Écophysiologie végétale, agronomie et nutriments (EVA)
Université de Caen-INRAE Equipe Interactions nutritionnelles conduites et contraintes Abiotiques"

Ms activités de recherche s'inscrivent dans un contexte global de réduction des intrants lors de la culture des plantes d'intérêt agronomique et en particulier du colza. Pour ce faire, plusieurs stratégies telles que l'amélioration de la remobilisation de l'azote, l'utilisation d'extraits d'origine naturelle (complexes (algues, acides humiques) ou simples (silicium)) capables de stimuler l'absorption des nutriments par les végétaux ou encore les modifications des pratiques culturales (association Fabacées-colza) sont prises en compte. Par ailleurs, une réduction de l'utilisation d'intrants passant par un meilleur



pilotage de la fertilisation, des études visant à développer des indicateurs de diagnostic de carences nutritionnelles ainsi que la recherche des interactions nutritionnelles sous-jacentes à ces carences sont également à l'étude.

Pour plus d'informations :

<https://umreva.rennes.hub.inrae.fr/personnels/incca/p.-etienne>

Titre de l'intervention :

Utilisation des algues marines comme biostimulants : des effets bénéfiques avérés mais des mécanismes d'action compliqués.

Résumé de l'intervention :

L'utilisation des algues marines en agriculture est une pratique ancestrale puisque dès l'antiquité, les agriculteurs ont utilisé de manière empirique les algues marines en épandage pour améliorer la fertilité des sols et favoriser la croissance de leurs cultures. Actuellement si cette pratique est devenue marginale, des extraits algaux transformés industriellement sont de plus en plus utilisés par des agriculteurs pour améliorer la croissance et la protection de leurs cultures. Ainsi, depuis plusieurs décennies, la prise en compte des défis environnementaux et climatiques auxquels l'agriculture doit faire face a conduit à une intensification des recherches scientifiques visant à démontrer les propriétés biostimulantes de ces algues et de mieux appréhender les voies métaboliques sous-jacentes. La complexité des mécanismes mis en jeu sera illustrée au travers d'un exemple montrant que chez le colza, un apport racinaire d'extraits d'algues est capable d'améliorer l'efficacité d'utilisation de plusieurs nutriments mais également de potentialiser certaines voies métaboliques impliquées dans la croissance, la sénescence foliaire mais également dans les réactions de défense aux stress biotiques et abiotiques. Enfin, même si actuellement les mécanismes d'action de ces extraits d'algues restent encore majoritairement énigmatiques, nous nous interrogerons sur la présence d'éléments bénéfiques tel que le silicium dans la composition de ces extraits qui pourrait pour partie expliquer leur efficacité. Pour terminer, la pertinence de sélectionner des algues en fonction de leur contenu en cet(s) élément(s) bénéfique(s) sera abordée comme élément de discussion.

Intervention 4 (20 minutes)

Dr Milka POPOVA

INRAE, UMR1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France

Mes activités de recherche se focalisent sur la caractérisation du microbiote digestif des ruminants comme levier d'action pour un élevage plus durable. Je m'intéresse en particulier aux mécanismes microbiens impliqués dans la production de méthane entérique et le décryptage du mode d'action des stratégies de mitigation les plus prometteuses. Mais la réduction de la méthanogenèse n'est pas une finalité en soi ; elle doit s'accompagner des performances améliorées. Ainsi, un deuxième volet de mon travail consiste à évaluer les déterminants microbiens de l'efficacité alimentaire.

Pour plus d'informations :

<https://umrh-bioinfo.clermont.inrae.fr/Intranet/web/UMRH>



Titre de l'intervention :

Les algues comme levier pour réduire la production de méthane en élevage

Résumé de l'intervention :

Les ruminants contribuent à hauteur de 30% des émissions de méthane liées à l'activité humaine. Le méthane est un puissant gaz à effet de serre avec un potentiel global de réchauffement 28 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone, mais avec une durée de vie dans l'atmosphère bien plus courte. Ainsi le méthane est une cible de choix pour agir à court terme sur le réchauffement global. La production de méthane entérique est liée à l'activité microbienne dans le rumen. Cet écosystème est parfaitement adapté à la dégradation et la fermentation des polymères végétaux non assimilables par l'être humain. Cependant cette activité microbienne résulte dans la production d'hydrogène métabolique qui est très vite capté par les archaea méthanogènes et incorporé dans du méthane. Les composés halogénés sont identifiés depuis très longtemps comme des inhibiteurs forts et spécifiques de la méthanogenèse. Certaines algues marines en fermentent des quantités non négligeables, d'où leur fort potentiel à être utilisées en alimentation animale pour réduire l'empreinte environnementale de l'élevage.

Conclusion (15 minutes)

Philippe Potin

Docteur en biologie marine, HDR, Directeur de Recherche CNRS à la Station Biologique de Roscoff.

Directeur scientifique de la Global Seaweed Coalition (www.safeseaweedcoalition.org). Expert pour le Pôle Mer Bretagne Atlantique sur les ressources biologiques marines.

Ses recherches portent sur les mécanismes biochimiques de la mise en place des défenses immunitaires chez les grandes algues marines.

Coordinateur scientifique du projet d'Investissements d'Avenir IDEALG entre 2011 et 2021 (www.idealg.org).

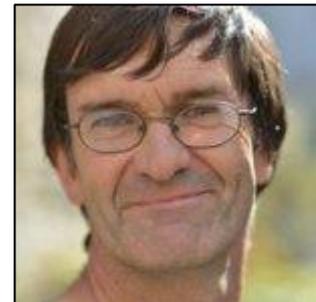
Pilote du projet collaboratif européen pour la Croissance Bleue GENIALG (www.genialgproject.eu).

Ses connexions avec l'industrie matérialisent son intérêt pour les applications biotechnologiques en agriculture, et pour l'alimentation.

Pour plus d'informations :

http://www.sb-roscoff.fr/fr/potin-philippe/349?lab_id=43&group_id=All

<https://www.academie-agriculture.fr/membres/annuaire/philippe-potin>



La conclusion veillera à reprendre en synthèse les composantes principales des interventions avant la séance de discussion finale avec la salle. Elle s'efforcera aussi de développer les liens avec les pratiques d'utilisations actuelles des bio-solutions offertes par les algues marines par les entreprises agricoles et leurs évolutions possibles/souhaitables dans le contexte de la disponibilité de la biomasse algale et de l'amélioration de la compréhension des mécanismes d'action des composés actifs.