



# La lettre d'information du **GIS BIOTECHNOLOGIES VERTES**

N°27 - Janvier 2019

[www.gisbiotechnologiesvertes.com](http://www.gisbiotechnologiesvertes.com)



## Édito

*Bonne Année 2019*

Chères lectrices, chers lecteurs,

Nous tenons d'abord à vous adresser nos meilleurs vœux pour cette nouvelle année qui s'annonce riche en défis pour notre communauté scientifique.

La fin de l'année 2018 a été marquée par la tenue de l'Assemblée Générale des membres du GIS BV le 11 décembre à Paris.

Ce fut l'occasion de présenter un bilan de nos activités depuis le lancement du GIS BV en 2012. En présence du Président de l'INRA Philippe Mauguin, et de Michel Beckert, chargé de mission auprès de la D.G.R.I. au Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation tous les membres présents ont pu s'exprimer.

Il en ressort, en synthèse, que le travail accompli au sein du GIS est très apprécié, en particulier en matière d'animation scientifique et d'accompagnement juridique des projets labellisés.

Les membres s'accordent sur l'intérêt de conserver, après 2020, un dispositif partenarial public privé autour du levier génétique pour les productions végétales. Les contours de ce dispositif seront dessinés au cours l'année 2019, en prenant soin d'améliorer des liens structurels forts avec les autres structures existantes qui contribuent aux productions végétales..

## SOMMAIRE

### P.1 EDITO

### ACTUALITÉS ET ÉVÉNEMENTS

- P.3** - LE GIS BV À LA RENCONTRE DU CEVA
- P.4** - RETOUR SUR LE 8È COLLOQUE DE L'AFBV
- P.5** - RETOUR SUR L'ATELIER SCIENTIFIQUE METAGENOMIQUE
- P.6** - RETOUR SUR L'ATELIER SCIENTIFIQUE AAF

### ZOOM SUR ...

- P.8** - CoSAC
- P.13** - VIRAPHIPLANT

### P.16 AGENDA

**GIS BIOTECHNOLOGIES VERTES**  
28 RUE DU DOCTEUR FINLAY  
75015 PARIS - FRANCE  
Tél : +33 (0)1 42 75 95 87  
Fax : + 33 (0)1 45 75 63 45

**Directeurs de publication**  
Pascual Perez, Peter Rogowsky

**Secrétaires de rédaction**  
Mylène Durand-Tardif, Romain Piovon, Maxime Szambien

De plus, l'animation scientifique 2019 sera riche :

Un atelier scientifique co-organisé avec le GIS Grande Culture à Hautes Performances Économiques et Environnementales (GC HP2E) sur les "Leviers agro-génétiques pour une agriculture aux performances stables et multiples, fondée sur une diversification des cultures et des pratiques agricoles" se tiendra à Paris, les 26 & 27 mars.

Des animations scientifiques sont aussi en cours de construction. Elles porteront sur la bioinformatique et gestion des données, et sur la thématique du Biocontrôle pour la protection des semences, co-organisée avec les partenaires du consortium Biocontrôle.

Un symposium final inter-PIA (Projets Investissements d'Avenir) labellisés GIS BV sera organisé les 15, 16 et 17 octobre 2019 à Paris, en raison de la fin proche de ces projets.

C'est donc avec énergie et enthousiasme que l'équipe du GIS BV démarre cette nouvelle année qui nous l'espérons sera l'occasion de nous revoir à de multiples reprises.



# ACTUALITÉ ET ÉVÉNEMENTS

## LE GIS BV À LA RENCONTRE DU CEVA

Le 20 septembre 2018, M. Szambien, chargé de communication au GIS BV et M. Durand-Tardif, attachée scientifique au GIS BV sont allé.e.s à la rencontre du Centre d'Etude et de Valorisation des Algues (CEVA), à Pleubian.

Le CEVA fête ses 35 ans et vient de prendre un nouveau départ avec l'arrivée de Stéphanie Pédrón à sa direction ; il regroupe 23 salariés permanents, dont 11 ingénieurs et docteurs. Cette structure à double actionariat (SEM : Société d'Economie Mixte), public (85%) et privé est labellisée Institut technique agroindustriel et agricole depuis février 2018 et est partenaire de Act Food Bretagne, alliance des 5 centres techniques agri-agro bretons ; dont Vegenov, membre le plus récent du GIS BV.

Les missions du CEVA sont de mettre en œuvre une R&D portant sur les algues, d'assurer le transfert des connaissances et des pratiques vers le domaine industriel et les professionnels, et de développer des partenariats pour contribuer à assurer la protection de l'environnement et la gestion et la production des ressources végétales marines.

Ces missions s'articulent en 3 départements : Ecologie & Environnement (EENVI), à titre d'exemple, le CEVA surveille et alerte sur les échouages de marées vertes et autres algues opportunistes,

Aquaculture & Sourcing (AQUAS), le CEVA prodigue notamment des itinéraires techniques relatifs à la culture de micro- et macro-algues à terre ou en mer si l'accessibilité au territoire le permet,

Innovation & Produits (INPRO), le CEVA fournit, entre autres, du conseil, de l'expertise et des analyses sur sollicitation d'entreprises, pour des produits à destination de divers marchés, dont ceux de l'alimentation humaine et animale, du biocontrôle et de la bioremédiation. Par exemple, la fourniture de nouveaux polymères pour les emballages est une thématique du CEVA, tout comme l'extraction de métabolites à haute valeur ajoutée.

Une visite des installations, adaptées par les soins du CEVA, a été accompagnée par Ronan Pierre, chercheur et responsable du pôle INPRO au CEVA depuis 5 ans. Cette rencontre a été très enrichissante pour tous les participants qui vont poursuivre les échanges.



# RETOUR SUR LE 8ÈME COLLOQUE DE L'AFBV

## L'ASSOCIATION FRANÇAISE DES BIOTECHNOLOGIES VÉGÉTALES

Le 18 octobre 2018, l'AFBV a organisé un colloque portant sur les « technologies numériques au service des biotechnologies et des agricultures », auquel Mylène Durand-Tardif a assisté pour le GIS BV. Environ 150 personnes étaient inscrites témoignant de la pertinence de la thématique.

Au cours de la matinée, des personnalités scientifiques ont exposé divers sujets allant du traitement des données génomiques, au développement d'outils pour le phénotypage reposant sur l'acquisition de données massives et souvent hétérogènes.

Ces exposés remarquables ont su rendre compte de la haute technicité des méthodes et de la nécessité de leur exploitation, dans le contexte général de l'agriculture contemporaine et future. Notons 1/ le développement rapide des outils pour la sélection génomique qui entraînés par, et appliqués à des populations à base génétique large dont on tient compte de la structuration, sont attractives pour les sélectionneurs,

2/ les résultats relatifs aux génomes des espèces cultivées, grâce aux progrès des techniques de séquençage, qui mettent en exergue les variations de structures des génomes au sein des espèces : en particulier, les présence-absence de fragments chromosomiques (PAV) ne sont pas l'apanage du maïs dont la complexité du génome est notoire.

On sait aujourd'hui que sur l'ensemble des gènes identifiés chez l'espèce riz plus de 40% sont « ventilés » (distributed), c'est-à-dire présents dans une ou plusieurs variétés seulement. Ce constat ouvre de nombreuses perspectives pour l'amélioration variétale.

Dans l'après-midi, la start-up CarbonBee a présenté son service de détection de maladies des cultures par analyse d'image et Arvalis Institut du Végétal, les outils d'aide à la décision mis à disposition pour les agriculteurs afin d'identifier les maladies ou de déterminer le statut azoté ou hydrique du sol.

Une table ronde animée par C. Sallaud (Biogemma) avec L. Bartz, directeur du projet « agriculture numérique » chez Limagrain, F. Coléno, chercheur au département « sciences pour l'action et le développement » de l'INRA, C. Ménara agriculteur en Nouvelle-Aquitaine et J.-M. Seronie agroéconomiste indépendant a permis d'échanger des points de vue avec la salle.

Les analyses de données massives ont permis de mettre au point des outils de diagnostic et d'aide à la décision. Ces outils aident les agriculteurs et d'après les témoignages, les autorisent à gagner en autonomie et en revenus, grâce aux économies d'intrants réalisées, malgré les investissements.

Ces pratiques permettent aussi de montrer à la Société que les agriculteurs sont motivés pour préserver l'environnement. Les technologies numériques au service de l'agriculture émergent et la progression des connaissances permettra de les améliorer, dans un processus itératif vertueux.



# RETOUR SUR L'ATELIER SCIENTIFIQUE

## " LA METAGÉNOMIQUE POUR LA GESTION DES ECOSYSTÈMES AGRICOLES & L'AMÉLIORATION DES PLANTES "

Les 13 et 14 novembre dernier s'est tenu à Paris un atelier scientifique autour de l'utilisation des outils de métagénomique, afin de mieux comprendre les écosystèmes agricoles et d'orienter les organismes qui les composent vers des interactions bénéfiques.

Cet atelier qui a rassemblé 34 personnes dont 8 issues du secteur privé et 4 issues d'instituts techniques, s'est déroulé selon un format d'une journée consacrée à des exposés de scientifiques donnés par des experts dans le domaine, suivie par une discussion générale, et une demi-journée entre experts volontaires pour amorcer la rédaction d'un article de positionnement.

Cet article en cours d'élaboration va être utile pour porter l'intérêt de la thématique auprès des membres du GIS BV et des instances institutionnelles décisionnaires. De nombreux questionnements scientifiques se sont trouvés être communs entre cet atelier et la journée d'Animation Thématique du 6 septembre dernier sur le thème des symbioses et autres interactions bénéfiques plantes-microorganismes, si bien que des scientifiques de l'animation symbioses seront invités à rejoindre le groupe de rédaction.

Il est connu que le cortège de microorganismes associés à une plante, son microbiote, impacte son développement et sa fitness. Cela a été mesuré pour des caractères tels que la réponse aux stress biotiques et abiotiques, la date de floraison, la production de biomasse... Les taxons impliqués peuvent être de diverses natures : des champignons, des bactéries, des virus...

Jusqu'à aujourd'hui, les communautés scientifiques se sont consacrées à la description des écosystèmes, permise par la puissance des méthodes récentes de séquençage. Des corrélations ont été établies entre des traits et des signatures de communautés microbiennes. Quelques essais de ré-inoculations de plantes avec des cocktails de microorganismes ont été faites afin de reproduire les observations, ne conduisant pas toujours à un succès car ces in-

teractions sont dépendantes de l'environnement abiotique et biotique. Les principales questions qui restent à résoudre sont listées ci-dessous :

1. Les fonctions microbiennes impliquées dans les interactions bénéfiques, telles que la dénitrification, la solubilisation des phosphate... sont loin d'être toutes identifiées.
2. Les mécanismes de reconnaissances entre la plante et différents microorganismes, et les réponses déclenchées menant à une série d'interactions possibles, de la symbiose à la pathogénicité, sont à étudier.
3. Les transmissions du microbiote doivent être explorées et ce à différentes échelles : 1/ la transmission verticale du microbiote qui pourrait être incorporée dans la sélection des variétés, si son héritabilité est avérée, et 2/la transmission horizontale, de plante à plante, à l'échelle de la parcelle, en corrélation avec les pratiques agricoles ; cette connaissance permettra à terme de modéliser, voire de prédire les transmissions.
4. L'identification et la culture des divers microorganismes constituant un microbiote pourrait permettre de repérer des composantes majeures pour les interactions bénéfiques au sein des agro-écosystèmes.

L'édition d'un article de positionnement relatif aux interactions bénéfiques « plantes-microorganismes » permettra d'affiner les points soulevés ici et de proposer des axes de recherche prioritaires pour les communautés de recherche publique et privée regroupées au sein du GIS BV.

*Le GIS BV remercie chaleureusement Matthieu Barret pour l'animation de cette journée, les orateurs pour la qualité de leurs interventions et l'ensemble des participants !*

# RETOUR SUR LE COLLOQUE ORGANISÉ PAR L'AAF:

## LES NOUVELLES BIOTECHNOLOGIES POUR L'AGRICULTURE ET L'ALIMENTATION. LES INNOVATIONS D'AUJOURD'HUI, DES RÉALITÉS DE DEMAIN.

Plus de 120 personnes étaient inscrites au colloque qui s'est tenu le 22 novembre 2018 dans les locaux de la Société Nationale d'Horticulture de France, à Paris. L'évènement a été organisé par le Groupe de travail Nouvelles biotechnologies agricoles et alimentaires, piloté par Agnes Ricoch dont l'exposé a permis de rappeler que demain a besoin d'innovations ! Des étudiants étaient aussi présents, contribuant à la mise en œuvre de la devise de l'AAF « une passion connaître, une ambition transmettre ». Ce Groupe a produit notamment deux avis avec l'Académie des technologies et l'Académie des sciences sur l'édition des génomes.



La matinée conduite par Jean-Claude Mounolou était consacrée à des exposés scientifiques relatifs à l'édition des génomes (Philippe Horvat, DuPont Nutrition & Health, France ; Emmanuelle Jacquin, INRA Versailles & Michel Arbadji, Directeur Développement, Calyxt) et l'après-midi à des présentations de jeunes entreprises ou start-ups. Les aspects sociaux et économiques des innovations en matière de biotechnologies ont été évoqués par Jean-Yves Le Déaut, ex- député & Catherine Procaccia sénatrice, tous deux rédacteurs du rapport de l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques (OPESCT) « Les enjeux économiques, environnementaux, sanitaires et éthiques des biotechnologies, à la lumière des nouvelles pistes de recherche ».

Mylène Durand-Tardif a présenté le GIS BV, sa structure, ses missions, des exemples d'innovation issues de son portefeuille de projets et les perspectives qui s'ouvrent post-2020.

L'après-midi, six start-ups et entreprises innovantes ont présentées leurs activités et une discussion générale a suivi.

- **Algama**, pour une « Alimentation savoureuse saine et durable », à partir de microalgues (cyanobactéries). Le premier produit sur le marché est une mayonnaise vegan.
- **Les nouveaux affineurs** pour une gastronomie végétale & innovante. La Société travaille la fermentation, aujourd'hui avec des oléagineux et des protéagineux : noix de cajou & soja. Plusieurs « fromages » sont sur le marché. L'innovation concerne parfois les ferments.
- **MicroPep** Société fondée en 2016, fabrique des peptides qui augmentent la production de microARN pour 3 objectifs : 1/Amélioration de la vigueur germinative, 2/Défense des plantes, & 3/Herbicides spécialisés sur les adventices à génome séquencé telle que l'amarante.
- **Olmix** est un groupe créé pour la Nutrition & santé animale qui possède maintenant une vingtaine de brevets, pour des actifs qui stimulent l'immunité des animaux, la santé de la rhizosphère...
- **Plant Advanced Technologies** est une Société qui propose des actifs végétaux (Métabolites Secondaires) qu'elle découvre et produit à grande échelle. Elle vise la pharmacie (anti inflammatoires, anti-bactériens et anti-alzheimer), la cosmétique & l'agrochimie. La technologie mise en œuvre permet de récolter en masse des substances présentes à l'état de trace *in planta*.
- **VaccyVet** est propriétaire de la technologie d'un vaccin innovant qui a été mise au point dans une UMR de l'Université de Grenoble. Elle utilise l'injection d'ADN codant un antigène.

Jean-Claude Pernollet, Membre de l'AAF, a donné un exposé conclusif. Il note entre autres qu'aucune des start-ups représentées n'utilisent la technologie d'édition des génomes.

Le monde de l'innovation tel que représenté au colloque était autre que celui des semenciers.

# ZOOM SUR ...

## CoSAC (ANR-14-CE18-0007)

### CONCEPTION DE STRATÉGIES DURABLES DE GESTION DES ADVENTICES DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT (CLIMAT, PRATIQUES AGRICOLES, BIODIVERSITÉ)

Coordonné par Nathalie Colbach (UMR Agroécologie, INRA, Dijon), Delphine Moreau (UMR Agroécologie, INRA, Dijon), Frédérique Angevin (UAR Eco-Innov, INRA, Grignon), Alain Rodriguez (ACTA, GIS GC HP2E).

#### CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le contexte de la réduction de l'usage d'herbicides demandée par les réglementations françaises et européennes, oblige à reconsidérer les stratégies de gestion des adventices. Or, la flore adventice est un facteur de réduction de la production agricole mais elle est aussi un des piliers de la biodiversité des paysages agricoles. Il est donc nécessaire de proposer des nouveaux systèmes agricoles qui concilient réduction d'usage des herbicides, maintien de la production et du revenu agricole et conservation de la biodiversité en grandes cultures. Le projet CoSAC, qui a démarré en 2015 avec le soutien du GIS GC HP2E, regroupe des partenaires de la recherche et du développement afin de :

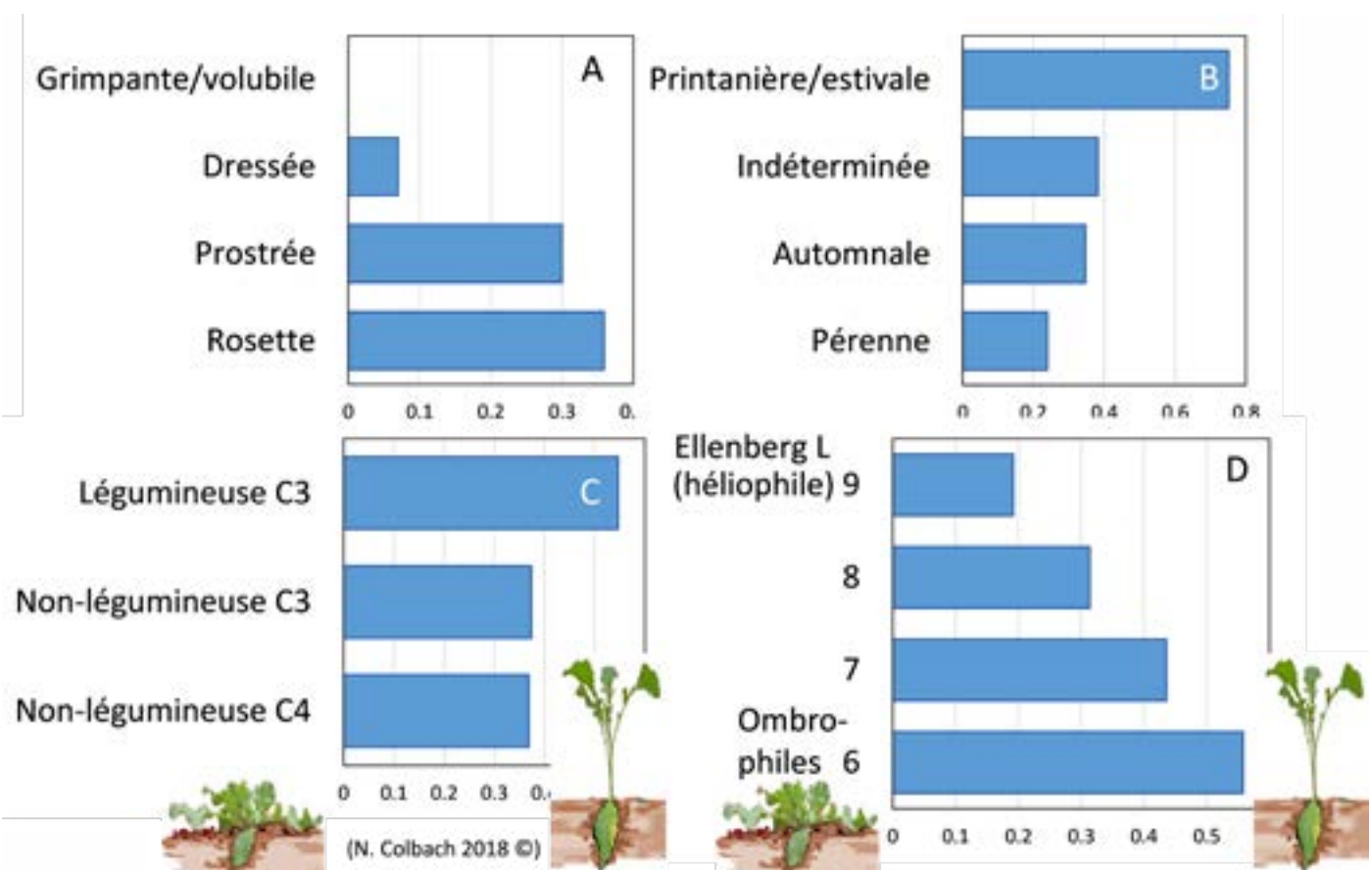
- quantifier et comprendre, à l'aide d'expérimentations, les effets de pratiques agricoles innovantes sur les adventices et le fonctionnement de l'agroécosystème,
- développer des outils prédisant les effets des pratiques agricoles et du pédoclimat sur la flore adventice,
- utiliser ces outils pour concevoir des stratégies de gestion durable des adventices,
- évaluer la durabilité globale de ces stratégies dans différents contextes de changement (pratiques agricoles, climat, biodiversité),
- impliquer la profession agricole dans différentes étapes du projet pour favoriser l'adoption de ces stratégies innovantes par les agriculteurs.

**Ci-dessous, sont présentés les premiers résultats de ce projet.**



## COMPRENDRE LES PROCESSUS POUR ANTICIPER L'EFFET DES PRATIQUES

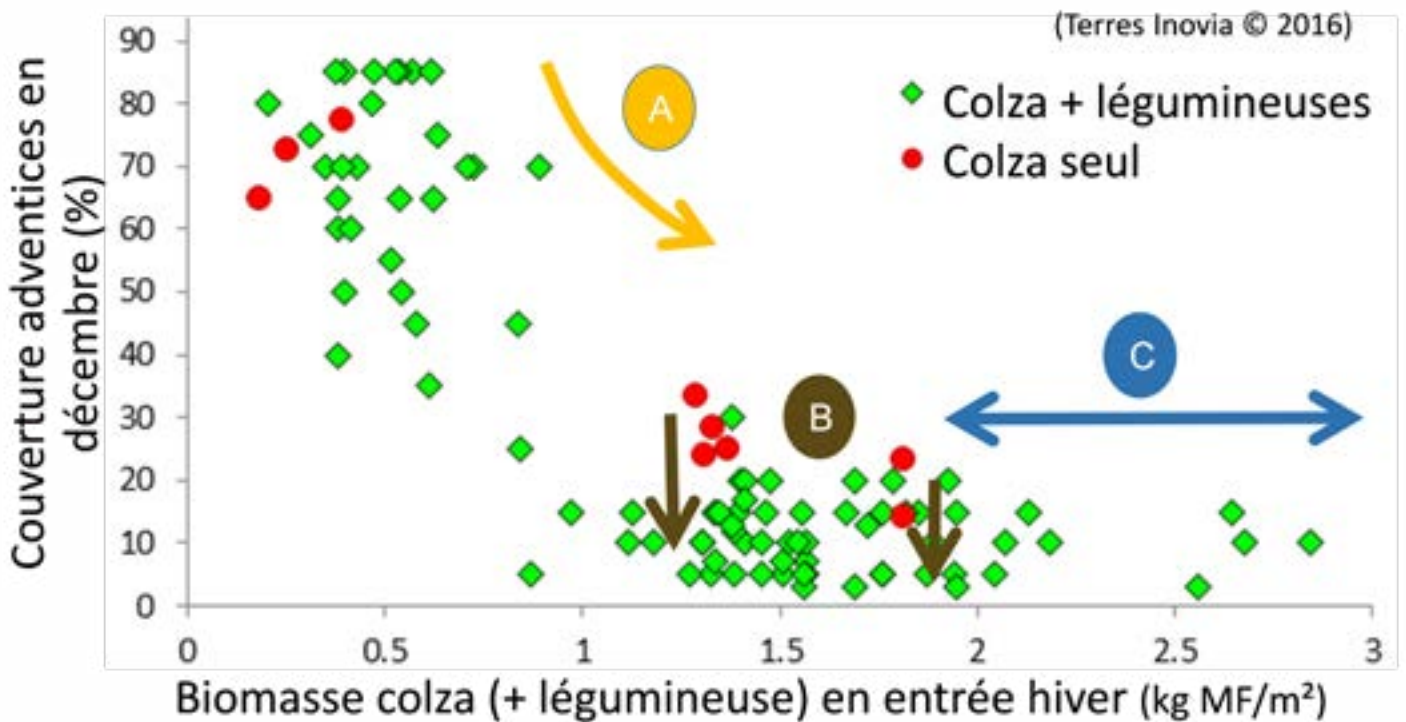
Des expérimentations en serre et parcelles jardinées ont suivi la morphologie potentielle et la réponse à l'ombrage d'espèces cultivées (de rente et de couverture) et adventices. Les espèces cultivées avec la plus faible perte de rendement due à la compétition pour la lumière avec les adventices avaient un démarrage rapide après la levée ; en l'absence d'ombrage leurs plantes étaient larges plutôt que hautes, avec une répartition uniforme des feuilles en fonction de la hauteur ; par contre, en cas d'ombrage, elles s'étiolaient fortement pour accroître l'accès à la lumière (Figure 1).



**Figure 1.** Capacité d'étiollement en cas d'ombrage de différents types d'espèces cultivées et adventices. L'étiollement consiste à augmenter la hauteur des plantes pour une biomasse donnée en cas d'ombrage par des plantes voisines. Les espèces qui s'étiolent le plus sont les rosettes (ex. colza), les estivales (ex. tournesol), les légumineuses (ex. trèfle blanc) et les ombrophiles (ex. fétuque).

## ÉVALUER LES INNOVATIONS AU CHAMP

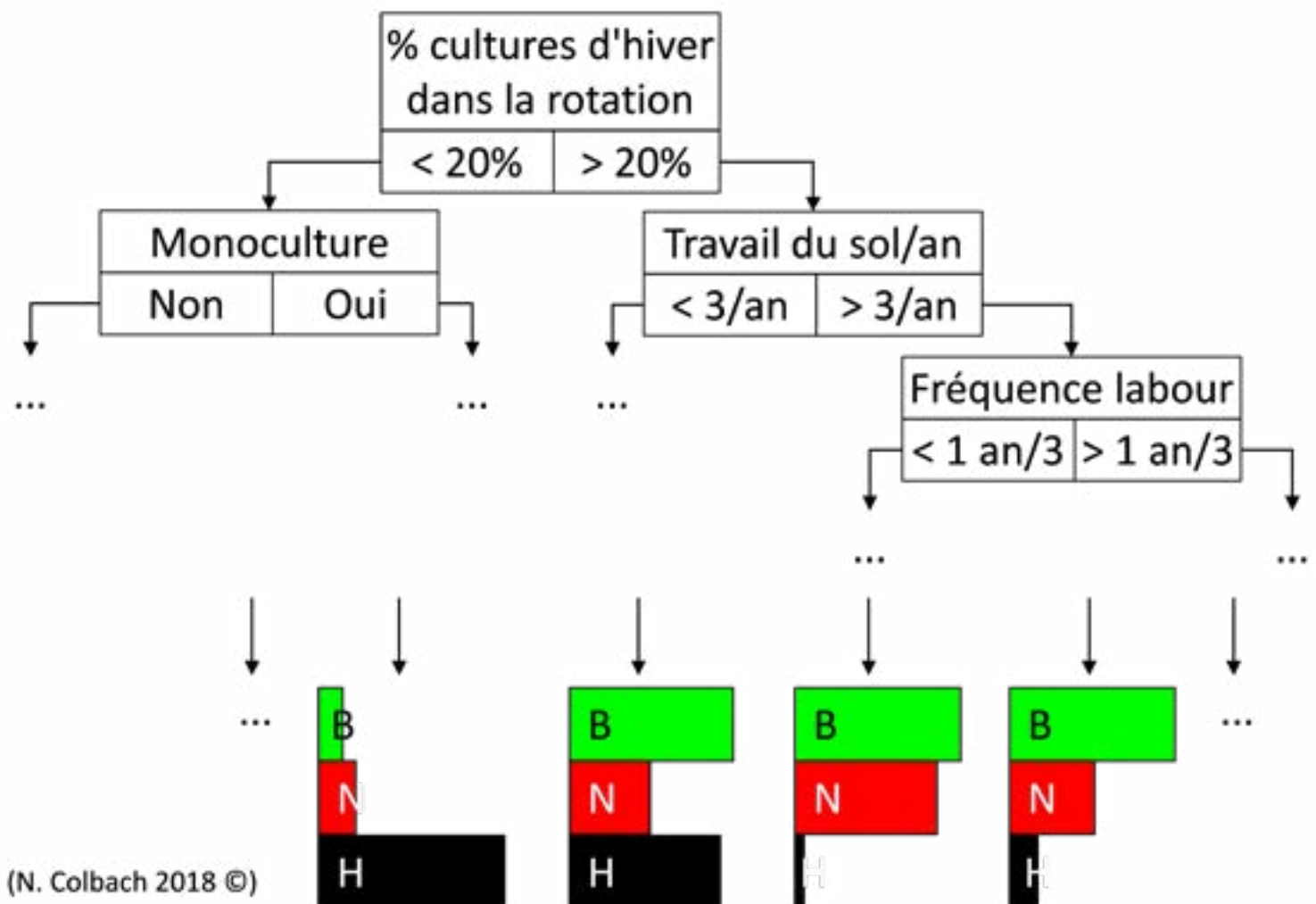
Les essais au champ montrent que les couverts d'interculture ou associés contribuent à maîtriser la flore adventice présente ou susceptible de lever pendant la période de présence du couvert (*Figure 1*). Par ailleurs, l'effet du type de travail du sol est généralement plus marqué que celui du couvert, avec une augmentation importante de l'abondance des adventices sur le long terme en l'absence de tout travail du sol.



**Figure 2.** Efficacité du couvert cultivé pour maîtriser la flore adventice (essai sans herbicides). L'enherbement diminue avec la biomasse du couvert cultivé (A) ; pour une biomasse de culture donnée, l'association réduit davantage l'enherbement par rapport à la culture pure (B), la biomasse cultivée la plus élevée et l'enherbement le plus faible sont observés en association (C).

## DES OUTILS INNOVANTS POUR PRÉDIRE LA FLORE ADVENTICE ET SON IMPACT

Trois outils pour aider à la conception de stratégies durables de gestion d'adventices seront disponibles à l'issue du projet : (1) un guide pour aider à concevoir de nouveaux systèmes, sous forme de tableaux indiquant les techniques culturales les plus efficaces et d'arbres de décision pour combiner les pratiques afin d'atteindre un objectif de performance (Figure 3) ; (2) un prédicteur rapide et simple d'utilisation pour les acteurs de la profession, estimant en direct la performance multicritère à partir des grandes règles géant les nouveaux systèmes ; (3) une parcelle virtuelle pour prévoir plus finement les détails du système de culture, c'est-à-dire le modèle mécaniste FLORSYS qui simule la croissance du couvert cultivé et la dynamique pluriannuelle de la flore adventice ainsi que son impact sur la production agricole et la biodiversité à partir d'une liste très détaillée d'opérations culturales.



**Figure 3.** Représentation schématique d'un arbre de décision pour l'aide à la conception de stratégies durables de gestion de la flore adventice. Les rectangles en bas de l'arbre représentent les performances-cible en termes de contribution des adventices à la biodiversité B, nuisibilité des adventices pour la production agricole N et usage d'herbicides H. Les branches constituent des combinaisons de pratiques culturales. L'arbre peut se lire de haut en bas ("que se passe-t-il si...") ou de bas en haut ("que faut-il faire pour obtenir...").

## INTERAGIR AVEC LES AGRICULTEURS POUR INNOVER

Le projet travaille en forte interaction avec la profession. Des enquêtes ont été réalisées auprès des agriculteurs et conseillers pour comprendre les freins à l'adoption d'innovations et à la réduction du niveau d'usage herbicides. Actuellement, nous travaillons avec deux groupes d'agriculteurs (Aube, Eure) pour concevoir non seulement des prototypes de systèmes de culture économes en herbicides, à partir des outils développés dans le projet (*Tableau 1*), mais aussi les évaluer à l'aide d'outils d'évaluation multicritère de la durabilité (piliers économique, environnemental et social). Deux autres voies de conception de systèmes de culture sont explorées dans le projet : la conception à dire d'experts (Systèmes des plates-formes inter-instituts Syppre). et par algorithme optimisation des scénarios simulés avec FLORSYS. Là encore, la durabilité globale des systèmes sera évaluée de manière à pouvoir proposer des systèmes multi-performants et adaptés aux différents contextes.

**Tableau 1.** *Évaluation de l'impact de la flore adventice sur la biodiversité et la production agricole de systèmes de culture conçus par des agriculteurs en utilisant, lors d'ateliers, les outils développés dans CoSAC. Les cellules de chaque colonne sont colorées en rouge pour la pire performance (faible biodiversité, forte nuisibilité) au vert pour la meilleure performance (forte biodiversité, faible nuisibilité)*

Système de culture (cultures de printemps en italique, couverts soulignés)	Offre trophique pour		Nuisibilité pour la production agricole		
	Carabes	Abeilles	Perte de rendement	Pollution récolte	Salissement de la parcelle
Référence (colza/blé/blé/orge)	4.65	1.59	45.8	2.82	1.51
Prototype A <sup>5</sup>	4.60	1.59	31.8	2.37	1.02
Prototype B <sup>5</sup> avec herbicides	5.11	1.66	25.5	2.09	0.87
B avec désherbage mécanique	5.01	1.67	24.2	2.11	0.99
B avec herbicides + désh. méca.	4.82	1.60	23.7	2.03	0.84
B-lentille + désh. mécanique	5.07	1.74	40.6	2.68	1.28

*§Colza+légumineuses/blé/couvert gélif puis orge/colza+pois/trèfle puis tournesol ou betterave/blé/orge*

### PARTENAIRES :

UMR1347 AGROÉCOLOGIE (AGROSUP DIJON, INRA, UNIV. BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ), DIJON

UAR1240 ECO-INNOV (INRA), GRIGNON

UMR LAE (INRA, UNIV. LORRAINE), NANCY-COLMAR

UMR PSH (INRA), AVIGNON

UMR6282 BIOGÉOSCIENCES (AGROSUP DIJON, CNRS, UNIV. BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ)

ACTA, ARVALIS-INSTITUT DU VÉGÉTAL

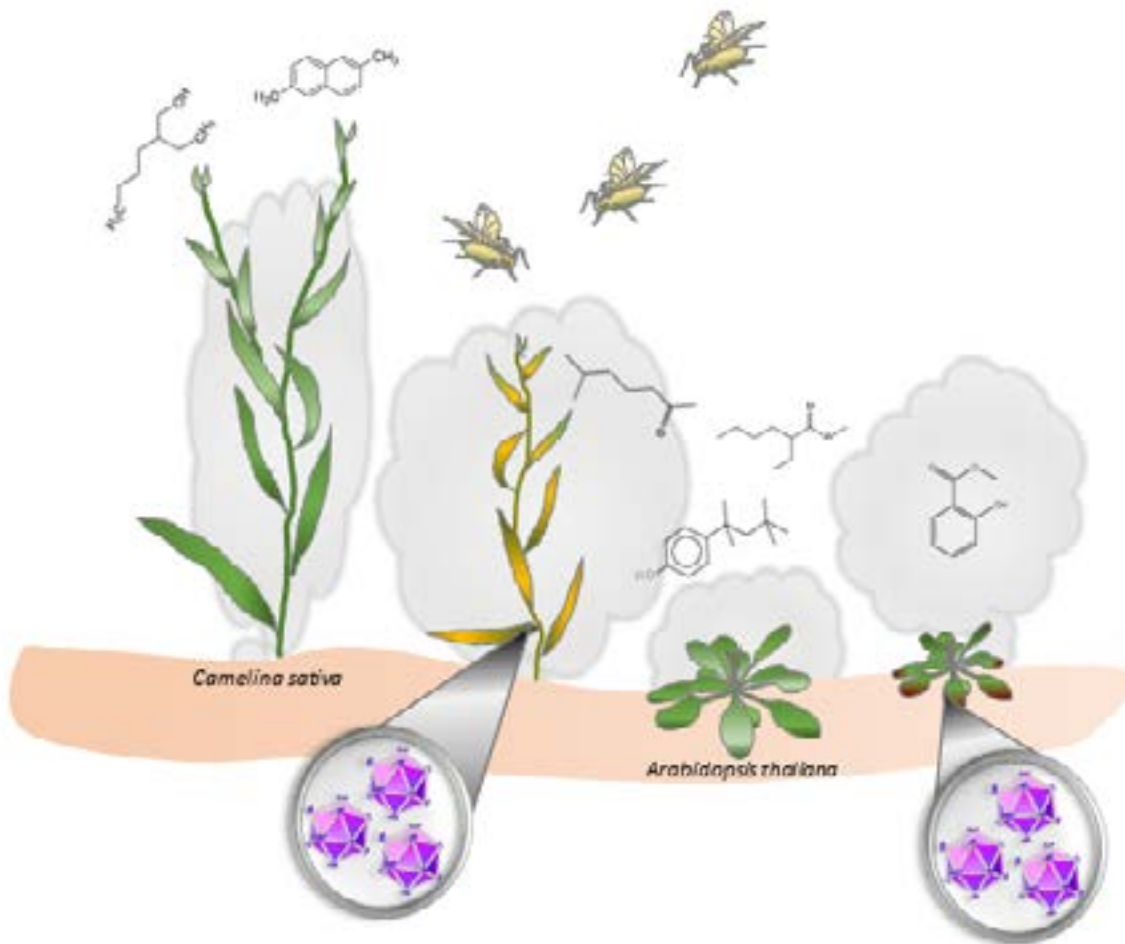
TERRES INOVIA, AGROSOLUTIONS (FILIALE DU GROUPE COOPÉRATIF AGRICOLE INVIVO)

**CONTACT: NATHALIE.COLBACH@INRA.FR - WWW.PROJET-COSAC.FR**

# VIRAPHIPLANT (AMR-14CE-19-0010)

## DIALOGUE TRIPARTITE ENTRE POLÉROVIRUS, PLANTE HÔTE ET PUCERON VECTEURS

Coordonné par Véronique Brault (SVQV INRA, Colmar)



### CES VIRUS QUI MANIPULENT LES PLANTES ET LES VECTEURS POUR ASSURER LEUR TRANSMISSION.

Les virus transmis par insectes génèrent des dommages considérables pour l'agriculture au niveau mondial et seul l'emploi massif d'insecticides permet de réduire les populations d'insectes et les dégâts occasionnés par les virus. L'objectif du projet VIRAPHIPLANT est de comprendre si les virus transmis par puceron peuvent orchestrer le dialogue avec la plante et le vecteur dans le but d'accroître leur propagation de plante à plante par le vecteur. Ce projet s'inscrit dans une démarche de recherche de nouvelles méthodes de lutte contre ces virus en étudiant la dérégulation des gènes et des composés métaboliques induite par l'infection virale, puis en analysant leur impact sur le comportement du puceron et la transmission du virus. L'identification des facteurs dérégulés par le virus (gènes ou métabolites) et responsables de la modification de comportement des insectes pourrait donner des clés pour élaborer de nouvelles stratégies afin de bloquer la transmission des virus par leur vecteur.

## MISE EN PLACE D'UNE COMBINAISON D'APPROCHES VARIÉES POUR ÉTUDIER LES RÉGULATIONS INDUITES PAR LE VIRUS ET LEURS EFFETS SUR LE PUCERON

Pour identifier les dérégulations induites par le virus et analyser leur impact sur le puceron vecteur, cinq approches complémentaires ont été développées : (1) une analyse à haut débit de l'expression des gènes de la plante infectée et (2) de l'accumulation des métabolites (petites molécules) afin de comprendre les modifications que le virus provoque dans la plante en présence ou en absence de pucerons, (3) une étude comportementale des pucerons sur plantes virosées ou saines afin d'évaluer si l'infection virale de la plante influence leur choix et modifie leur comportement alimentaire, et (4) une approche biologique destinée à déterminer si la répartition du virus dans la plante varie en fonction de la présence de pucerons. Enfin, (5) une étude a été initiée à l'aide de mutants de la plante modèle *Arabidopsis thaliana* pour confirmer le rôle de certains gènes ou métabolites identifiés dans la manipulation de la plante par le virus.

Un virus qui modifie la physiologie de la plante qu'il infecte et le comportement du puceron pour favoriser sa transmission

Nous avons montré que les plantes infectées par le virus de la jaunisse du navet, un polérovirus qui est strictement transmis par puceron, émettent un volume plus important de composés volatiles comparées aux plantes non-infectées. Cette augmentation de volatiles peut être responsable de l'attraction des pucerons vecteurs, comme dans le cas de l'espèce cultivée *Camelina sativa* où les plantes virosées attirent les pucerons vecteurs, à l'inverse des plantes modèles *Arabidopsis thaliana* infectées qui n'avaient pas cet effet. Ces différences de comportement des pucerons peuvent être dues soit à la composition chimique du bouquet des volatiles, soit au volume plus important de volatiles émis par les plantes virosées. L'attraction des pucerons vecteurs par les camelines infectées pourrait favoriser l'acquisition et donc la transmission du virus.

L'analyse à haut débit des dérégulations des gènes et de l'accumulation des métabolites dans les plantes d'*Arabidopsis* a montré que l'infection virale modifie fortement la réponse de la plante face aux pucerons. Parmi ces dérégulations, la réduction des défenses de la plante face à l'insecte serait bénéfique pour la transmission du virus par son vecteur.

Enfin, nous avons montré que les pucerons de l'espèce *Myzus persicae* ont une capacité de dispersion augmentée lorsqu'ils sont porteurs du virus de la jaunisse du navet. Cette modification de comportement peut potentiellement accélérer les mouvements inter-plantes des pucerons et favoriser la propagation du virus au sein d'une culture.

### UN VIRUS QUI MODIFIE LA PHYSIOLOGIE DE LA PLANTE QU'IL INFECTE ET LE COMPORTEMENT DU PUCERON POUR FAVORISER SA TRANSMISSION

Nous avons montré que les plantes infectées par le virus de la jaunisse du navet, un polérovirus qui est strictement transmis par puceron, émettent un volume plus important de composés volatiles comparées aux plantes non-infectées. Cette augmentation de volatiles peut être responsable de l'attraction des pucerons vecteurs, comme dans le cas de l'espèce cultivée *Camelina sativa* où les plantes virosées attirent les pucerons vecteurs, à l'inverse des plantes modèles *Arabidopsis thaliana* infectées qui n'avaient pas cet effet. Ces différences de comportement des pucerons peuvent être dues soit à la composition chimique du bouquet des volatiles, soit au volume plus important de volatiles émis par les plantes virosées. L'attraction des pucerons vecteurs par les camelines infectées pourrait favoriser l'acquisition et donc

## **POUSSER LA COMPRÉHENSION FINE DES INTERACTIONS PLANTE/VIRUS/ PUCERON POUR IDENTIFIER DES CIBLES PERMETTANT DE BLOQUER LA TRANSMISSION DU VIRUS**

la transmission du virus.

L'analyse à haut débit des dérégulations des gènes et de l'accumulation des métabolites dans les plantes d'*Arabidopsis* a montré que l'infection virale modifie fortement la réponse de la plante face aux pucerons.

Parmi ces dérégulations, la réduction des défenses de la plante face à l'insecte serait bénéfique pour la transmission du virus par son vecteur. Enfin, nous avons montré que les pucerons de l'espèce *Myzus persicae* ont une capacité de dispersion augmentée lorsqu'ils sont porteurs du virus de la jaunisse du navet. Cette modification de comportement peut potentiellement accélérer les mouvements inter-plantes des pucerons et favoriser la propagation du virus au sein d'une culture.

Comprendre les interactions fines entre les plantes, les virus, et leur vecteur est un prérequis pour développer des stratégies innovantes de lutte permettant de réduire l'impact des viroses transmises par puceron. Nos premières études des interactions entre le virus la jaunisse du navet, deux plantes hôtes et le puceron vecteur *Myzus persicae* révèlent des mécanismes complexes de régulations induites par le virus. Ces dérégulations peuvent varier selon la plante hôte et l'espèce de puceron vecteur. Ces études devront être poursuivies afin d'identifier des cibles moléculaires dans la plante ou le vecteur permettant de bloquer la transmission du virus.

### **PARTENAIRES :**

UPR2357 (CNRS) IBMP INSTITUT DE BIOLOGIE MOLÉCULAIRE DES PLANTES.

UMR7058 (CNRS, UNIV. DE PICARDIE) EDYSAN ECOLOGIE ET DYNAMIQUE DES SYSTÈMES ANTHROPISÉS

**CONTACT : VERONIQUE.BRAULT@INRA.FR**

# AGENDA



21 - 22 mai 2019, Rotterdam, Pays-Bas  
**7th Plant Genomics and gene editing congress: Europe**



13 - 17 mai 2019, Dijon, France  
**9th International Conference on Legume Genetics and Genomics**



18 mai 2019  
**Fascination of plants day 2019**



21 - 23 mai 2019, Angers, France  
**Colloque Graines 2019**



16 - 21 juin, Wuhan, Chine  
**30th International conference on Arabidopsis research**



24 - 29 juin, Novosibirsk, Russia  
**5th International Scientific Conference "Plant genetics, genomics, bioinformatics, and biotechnology"**



15 - 17 octobre 2019, Paris, France  
**Symposium final interPIA 2019**



04 - 07 novembre 2019, Budapest, Hongrie  
**5th Cereals Biotechnology and Breeding Conference**



20 juin - 02 juillet 2020, Turin, Italie  
**Plant Biology Europe 2020**



***Suivez l'actualité des biotechnologies végétales  
et du GIS BV sur les réseaux sociaux !***



**LE GIS BV TOUJOURS ...**

**AU SERVICE  
DES PLANTES  
DE DEMAIN**