



Plant2Pro

# RAPPORT D'ACTIVITÉ 2020

R&D pour la transition agroécologique  
des productions végétales





**Rémy Cailliatte**  
Directeur



**Claire Lemontey**  
Directrice Adjointe



**Fiona Bourdoncle**  
Chargée d'Affaires



**Maxence Galdin**  
Chargé d'Affaires



**Laurence Garmendia**  
INRAE - BAP



**Chloé Marchive**  
INRAE - BAP



**Cécilia Multeau**  
INRAE - SPE



**Eirios Hugo**  
IFV



**Frédéric Fine**  
Terres Inovia



**Régis Berthelot**  
Arvalis



**Grégoire Burgé**  
AgroParisTech



# ÉDITO

La crise sanitaire que nous affrontons depuis 2020 nous rappelle que les productions végétales assurent le premier maillon de l'approvisionnement et de la sécurisation des ressources. **Leur qualité et leur diversité sont les premières contributrices de la stabilité, de la durabilité et de la santé de notre société** ainsi que de la qualité de notre environnement. Ces productions végétales sont destinées à plusieurs usages : l'alimentation humaine d'abord, dans un contexte de transition alimentaire, l'alimentation animale, avec des enjeux autour de la lutte contre la déforestation importée, et la production de bioressources pour des usages non alimentaires, qui se diversifient dans le contexte du développement de la bioéconomie.

**Les productions végétales font ainsi face à de nombreux enjeux qui requièrent des efforts de recherche et le développement d'innovations** permettant de fournir aux producteurs et aux filières, à tous les maillons de la chaîne de valeur, de l'amont (les entreprises de l'obtention) jusqu'à l'aval (les entreprises de la 1<sup>ère</sup> et de la 2<sup>ème</sup> transformation), les connaissances et les outils nécessaires pour faire face à ces défis.

**Le Carnot Plant2Pro® est l'outil mis en place par ses 9 tutelles** pour opérationnaliser la transition agroécologique. Comment ? En facilitant et en encourageant l'accès à ses recherches et ses laboratoires aux entreprises et partenaires socio-économiques des productions végétales. Fort de son excellence scientifique disciplinaire, le Carnot Plant2Pro®, propose une offre de recherche et d'innovation originale, en mesure de renforcer la compétitivité durable des entreprises des filières des productions végétales, en combinant ses compétences, dans ses 4 axes stratégiques.

L'actualité nous rappelle la fragilité des systèmes qui assurent notre sécurité alimentaire et le revenu des agriculteurs. Les rapports successifs du GIEC alertent sur l'augmentation de la fréquence des épisodes météorologiques extrêmes. Les travaux menés au sein de Plant2Pro® contribuent au développement de solutions et d'outils pour faire face à ces enjeux. Cela passe notamment par la mobilisation des technologies du numérique au service des productions végétales, thématique très structurante dans nos activités en 2020.

Parallèlement, nous avons réaffirmé notre objectif de développer des approches innovantes au service de la transition agroécologique et de nous ouvrir aux entreprises de l'aval des filières alimentaires qui souhaitent valoriser et stimuler les approches vertueuses mises en œuvre par les agriculteurs vers des systèmes agricoles plus durables.

Comme pour l'ensemble des communautés de travail, **2020 a constitué pour nos équipes de R&D un challenge au quotidien pour assurer le maintien de nos activités**, dans leur diversité, sur l'ensemble de nos implantations. Je souhaiterais saluer à ce titre l'engagement sans faille de l'ensemble de nos collaborateurs de R&D, qui ont su faire preuve d'une résilience exemplaire à l'image de celle du secteur agricole dont elle accompagne les progrès.

À l'échelle de l'équipe exécutive de Plant2Pro®, cette période nous a permis d'accélérer le développement de nouveaux outils d'animation à travers une forte digitalisation de nos médias et de nos pratiques, très structurantes dans la durée tant les plus-values apportées sont évidentes.

2020 est également l'année du premier renouvellement de la labellisation du Carnot Plant2Pro®. Cette certification souligne la capacité de Plant2Pro® à mobiliser un haut niveau scientifique et technologique pour l'innovation et les partenariats industriels, au profit des transitions alimentaire et agroécologique. Cette phase d'évaluation nous a permis de mettre en évidence, formellement, les progrès accomplis en 3 ans et demi. Elle confirme la dynamique stimulante générée au sein du Carnot Plant2Pro® qui valide, s'il était encore raisonnable d'en douter, la pertinence et l'originalité de l'association de nos composantes et compétences.

**A ce titre je tiens à remercier chaleureusement l'ensemble des tutelles du Carnot Plant2Pro® pour leur engagement et le renouvellement de leur confiance dans notre dispositif et son fonctionnement !**

Je vous invite à découvrir dans ce bilan de l'année 2020, le détail des travaux réalisés par le Carnot Plant2Pro®.



*Bonne Lecture !*

**Rémy Cailliatte**  
Directeur du Carnot Plant2Pro®



## Les faits marquants 2020

**1<sup>er</sup> Janvier 2020**

Création d'INRAE (fusion de l'INRA et d'Irstea)

Création de l'institut Agro, Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (regroupement de Montpellier SupAgro et d'Agrocampus Ouest)

**15 et 16 Septembre 2020**

Séminaire interne Plant2Pro®

**15 Octobre 2020**

Rencontres Plant2Pro® – Agriculture numérique

**18 et 19 Novembre 2020**

Rendez-vous Carnot

**17 Décembre 2020**

Certification ISO 9001

# PLANT2PRO® : UNE OFFRE DE RECHERCHE ET D'INNOVATION

Le Carnot Plant2Pro® propose une offre R&D intégrée et pluridisciplinaire « du laboratoire au champ » au service de la transition agroécologique et de la compétitivité durable des productions végétales.

Plant2Pro® regroupe des laboratoires de recherche académique et des instituts techniques agricoles pour accompagner les entreprises et stimuler l'innovation et le transfert dans les domaines de l'innovation variétale, de la santé des cultures, de la conception de systèmes de culture multi-performants et des technologies du numérique et de l'agroéquipement.

**334**  
brevets détenus  
en portefeuille

Près de **15,85** Millions €  
de recettes contractuelles

**1009**  
publications  
de rang A

**33** contrats  
de R&D avec 180 acteurs  
privés dont 1/3 de PME  
et TPE françaises

CHIFFRES  
CLÉS 2020

## 4 AXES STRATÉGIQUES DE RECHERCHE ET D'INNOVATION AU SERVICE DES PARTENAIRES SOCIO-ÉCONOMIQUES

Afin de répondre aux besoins d'innovation des acteurs du secteur des productions végétales, l'offre de compétences du Carnot Plant2Pro® se structure autour de quatre axes stratégiques déclinés notamment sur les oléo-protéagineux, la vigne et les grandes cultures.



### MOBILISER LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE ET ACCÉLÉRER LES PROCESSUS D'INNOVATION VARIÉTALE

L'offre de R&D de Plant2Pro® consiste en l'acquisition de connaissances en génétique et physiologie des plantes pour des applications en innovation variétale. Cela inclut notamment les biotechnologies vertes et les outils de caractérisation des plantes. Ces compétences et technologies sont de véritables leviers pour maintenir ou augmenter la productivité dans des contextes de production de plus en plus contraints associés à la transition agroécologique de l'agriculture et à son adaptation aux effets du changement climatique. Notre offre de R&D permet d'apporter des solutions techniques et méthodologiques et des opportunités pour la diversification des cultures et des systèmes de production.

### INNOVER POUR LA SANTÉ ET LA PROTECTION DES CULTURES

L'offre de R&D de Plant2Pro® vise à diminuer la dépendance des productions végétales aux intrants et pesticides de synthèse et à accompagner la transition agroécologique des systèmes de production. Nos cibles concernent le développement d'outils d'épidémiologie et de monitoring de l'état sanitaire des cultures ainsi que le développement de stratégies de biocontrôle et de biostimulation, centrées sur l'exploitation des mécanismes de régulation biologique.

### CONCEVOIR DES SYSTÈMES DE CULTURE MULTI-PERFORMANTS

Il s'agit de développer des pratiques innovantes orientées vers la fourniture de services écosystémiques, le développement d'outils de qualification de la performance agronomique et environnementale des systèmes de production, en mobilisant notamment les approches mettant en relation les caractères, les fonctions et les services des peuplements cultivés. Notre offre de R&D porte notamment sur le développement d'outils et de méthodes de diagnostics agronomiques à différentes échelles. Nos équipes développent des approches diversifiées de modélisation, adaptées aux questions posées, qui s'appuient sur la mobilisation des technologies du numérique.

### DÉVELOPPER LES TECHNOLOGIES DU NUMÉRIQUE ET LES AGROÉQUIPEMENTS POUR LES PRODUCTIONS VÉGÉTALES

L'offre de R&D mobilise l'ensemble des technologies du numérique et des agroéquipements appliqués à l'ensemble des cas d'usages entrant dans le périmètre thématique de Plant2Pro®. Nos travaux s'intéressent ainsi au développement de nouvelles solutions numériques permettant d'exploiter les données massives générées en particulier pour la caractérisation, le monitoring et le pilotage de la santé des végétaux, la prédiction des performances, l'optimisation des conduites, l'évaluation de risques agronomiques/épidémiologiques/climatiques, l'acquisition de références agronomiques, ou encore la traçabilité des productions agricoles et leurs modes de production.

# PLANT2PRO® : UN RÉSEAU NATIONAL

Unités de recherche



**RENNES**  
 > UMR IGEP 1-3  
 Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes

**BORDEAUX**  
 > UMR SAVE 1  
 Santé et Agroécologie du Vignoble  
 > UMR EGFV 1  
 Ecophysiologie et Génétique Fonctionnelle de la Vigne

**ILE-DE-FRANCE**  
 > UMR IJPB 1-4  
 Institut Jean-Pierre Bourgin  
 > UMR GQE 1-2-4  
 Génétique Quantitative et Évolution  
 > UMR IPS2 1-2  
 Institut des Sciences des Plantes de Paris-Saclay  
 > UMR Agronomie 1-4

**CLERMONT-FERRAND**  
 > UMR GDEC 1  
 Génétique, Diversité et Ecophysiologie des Céréales  
 > UR TSCF 1  
 Technologies et systèmes d'information pour les agrosystèmes

**DIJON**  
 > UMR Agroécologie 1-2-3

**SOPHIA ANTIPOLIS**  
 > UMR ISA 1-2  
 Institut Sophia Agrobiotech

**TOULOUSE**  
 > UMR AGIR 1  
 Agroécologie, Innovations, TeRritoires  
 > UMR LIPME 1-2  
 Laboratoire des Interactions Plantes-Microorganismes  
 > CNRGV 1  
 Centre National des Ressources Génomiques Végétales

**MONTPELLIER**  
 > UMR LEPSE 1-3  
 Laboratoire d'Ecophysiologie des Plantes sous Stress Environnementaux  
 > UMR ITAP 1-3  
 Information - Technologies Analyse environnementale - Procédés agricoles

TERRES INOVIA



ARVALIS, Institut du végétal



Unités de recherche



IFV



GRAU DU ROI

# LES UNITÉS MIXTES TECHNOLOGIQUES

Comme le rappelle l'association des centres techniques agricoles (ACTA), les Unités Mixtes Technologiques (UMT) visent la collaboration des équipes de recherche publique et des organismes techniques professionnels sur des projets de recherche-développement à vocation nationale, construits et menés en commun autour de thématiques prioritaires pour le développement des secteurs agricoles et agroalimentaires. Ce rapprochement des acteurs est favorisé par leur regroupement géographique.

Il s'agit :

> **Pour les acteurs de la recherche publique** : de mieux appréhender les questions de développement et de renforcer le caractère appliqué de leurs travaux ;

> **Pour les acteurs du développement** : d'acquérir de nouvelles connaissances scientifiques et de formuler plus facilement leurs besoins en question de recherche.

Les UMT constituent le creuset de l'émergence d'innovations et du développement de solutions qui ont vocation à être transférées aux partenaires socio-économiques. Aussi, elles se positionnent en outil de maturation des résultats de la recherche, en amont de la construction de partenariats bilatéraux public-privé.

## UMT ECOTECHVITI-ARBOLEG • MONTPELLIER

*Réduction des quantités et des impacts des intrants phytosanitaires en cultures pérennes et légumières*

PÉRIODE DE LABELLISATION : 2018 à 2022

• **PARTENAIRES** :  
IFV : Sébastien CODIS > [sebastien.codis@vignevin.com](mailto:sebastien.codis@vignevin.com)  
INRAE : Olivier NAUD > [olivier.naud@inrae.fr](mailto:olivier.naud@inrae.fr)

L'UMT EcoTechViti-Arboleg s'articule autour de 3 axes complémentaires, avec une approche multi-échelle et interdisciplinaire autour des technologies et des connaissances en protection des cultures par pulvérisation :

- 1/ Modélisation expérimentale des dépôts de traitements phytosanitaires en fonction de l'architecture du végétal (viticulture, arboriculture, cultures légumières) ;
- 2/ Réduction de la dérive et optimisation des dépôts de pulvérisation ;
- 3/ Mise au point de plateformes « numériques » en condition de production pour une protection phytosanitaire de précision.

## UMT PACTOLE • TOULOUSE

*Pour une agriculture diversifiée valorisant les oléagineux et les légumineuses à graine*

PÉRIODE DE LABELLISATION : 2019 à 2023

• **PARTENAIRES** :  
TERRES INOVIA : Céline SCHOVING > [c.soving@terresinovia.fr](mailto:c.soving@terresinovia.fr)  
INRAE : Philippe DEBAEKE > [philippe.debaeke@inrae.fr](mailto:philippe.debaeke@inrae.fr)

L'UMT PACTOLE a pour objectif de produire des connaissances et des outils utiles à la diversification des systèmes de cultures par les oléagineux et les légumineuses à graines (tournesol, soja et pois-chiche). Cette dernière s'inscrit dans un double enjeu d'adaptation au changement climatique et de transition agroécologique et nutritionnelle :

- 1/ Déterminer les filières et les débouchés pour ces cultures ;
- 2/ Définir les aires de répartition des cultures et des variétés dans un contexte de changement climatique ;
- 3/ Faciliter l'implantation des cultures et leur insertion dans les systèmes de cultures ;
- 4/ Optimiser la conduite de ces cultures en tenant compte des contraintes socio-économiques, environnementales et agronomiques.

## UMT MAGNUM • THIVERVAL-GRIGNON

*Modélisation et Agriculture numérique*

PÉRIODE DE LABELLISATION : 2018 à 2022

• **PARTENAIRES** :  
TERRES INOVIA : Xavier PINOCHET > [pinochet@terresinovia.fr](mailto:pinochet@terresinovia.fr)  
AgroParisTech : Amélie MATHIEU > [amelie.mathieu@agroparistech.fr](mailto:amelie.mathieu@agroparistech.fr)

L'UMT MAGNUM concentre ses activités du traitement de la donnée agricole à sa valorisation sous la forme d'un produit ou service pour l'agriculteur. Sa finalité est de renforcer les capacités de modélisation pour les systèmes du nord de la France et de favoriser l'utilisation de ces types d'outils par les agents des instituts techniques :

- 1/ Améliorer et utiliser des modèles pour les décisions tactiques et stratégiques ;
- 2/ Former et interagir avec les chaires d'enseignement ;
- 3/ Concevoir et mettre en œuvre des outils numériques dans le cadre d'opérations pilotes ;
- 4/ Utiliser et valoriser des modèles pour des besoins plus long terme.

## UMT GÉNO-VIGNE 3 • MONTPELLIER

*Gestion des ressources génétiques de la vigne et méthodes de conservation*

PÉRIODE DE LABELLISATION : 2020 à 2024

• **PARTENAIRES** :  
IFV : Loïc LE CUNFF > [loic.lecunff@vignevin.com](mailto:loic.lecunff@vignevin.com)  
INRAE : Charles ROUMIEU > [charles.roumieu@inrae.fr](mailto:charles.roumieu@inrae.fr)

L'UMT Géno-Vigne 3 s'inscrit dans la dynamique historique de création variétale pour répondre à court et moyen terme aux défis de la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires et de l'adaptation au changement climatique :

- 1/ Accélérer la sélection par la maîtrise de méthodologies de cycles courts ;
- 2/ Améliorer la sélection par le développement de la sélection génomique chez la vigne ;
- 3/ Cribler les géniteurs pour leurs capacités d'adaptation au changement climatique ;
- 4/ Diversifier l'offre de variétés résistantes ;
- 5/ Former et diffuser l'innovation variétale.

## UMT SEVEN • BORDEAUX

*Santé des écosystèmes viticoles économes en intrants*

PÉRIODE DE LABELLISATION : 2017 à 2021

• **PARTENAIRES** :  
IFV : Marc Reynal > [marc.reynal@vignevin.com](mailto:marc.reynal@vignevin.com)  
INARE : Denis THIERY > [denis.thiery@inrae.fr](mailto:denis.thiery@inrae.fr)

L'UMT SEVEN met en œuvre un ensemble de leviers, qui combinés, visent la construction de systèmes de culture innovants, économes en intrants :

- 1/ Développer des indicateurs de risques de développements épidémiques pour améliorer la performance des outils d'aide à la décision à l'échelle de l'exploitation viticole ;
- 2/ Élaborer des systèmes de cultures innovants ;
- 3/ Mettre en place des systèmes d'information, de transferts et de diffusion.



UMT  
labellisées  
du carnot  
Plant2Pro®

# LES PROJETS STRUCTURANTS

Le Programme Prioritaire de Recherche "Cultiver et Protéger" Autrement répond à l'objectif du gouvernement d'accélérer le développement d'une agriculture performante et durable tout en réduisant fortement l'usage des produits phytosanitaires. Il s'inscrit dans le 3<sup>ème</sup> programme d'investissement d'avenir (PIA3) et s'est vu octroyer 30M d'euros pour développer les connaissances permettant l'émergence de nouvelles pratiques de production et de protection des cultures. Le PPR-CPA a ainsi pour mission d'identifier des voies alternatives à l'emploi des produits phytosanitaires en mobilisant les leviers de l'agroécologie, du biocontrôle, de la génétique, de la prophylaxie, afin de «cultiver et de protéger autrement».



## DEEP IMPACT

*Deciphering plant-microbiome interactions to enhance crop defenses to pest.*

Entité Plant2Pro® porteuse : IGEPP

Entités Plant2Pro® impliquées : Agroécologie, LIPME, GDEC

Combiner l'écologie, la biologie, la génétique des plantes et les mathématiques pour identifier, caractériser et valider les communautés microbiennes, les communautés végétales et les facteurs abiotiques (pratiques agricoles) modulant la résistance du colza (*Brassica napus*) et du blé (*Triticum aestivum*) à plusieurs bioagresseurs.

Montant  
2 997 333 €

## BE CREATIVE

*Built pesticide-free agroecosystems at territory level.*

Entité Plant2pro® porteuse : Agronomie

Entité Plant2pro® impliquée : Agroécologie

Concevoir des « territoires 0 phyto » avec et pour les acteurs des territoires, en mobilisant et générant des connaissances biologiques, écologiques, agronomiques et socioéconomiques.

Montant  
2 999 999 €

## MOBIDIV

*Mobiliser et sélectionner la diversité cultivée intra et inter-spécifique pour un changement systématique vers une agriculture sans pesticide*

Entité Plant2Pro® porteuse : GQE

Entités Plant2Pro® impliquées : IGEPP, AGIR, Agronomie, Agroécologie, GDEC

Analyser des dynamiques de diversification intra-parcelle en France ; étudier des mécanismes des interactions plantes-plantes favorisant le contrôle des bioagresseurs, en couplant de nombreuses expérimentations à des approches théoriques et une modélisation statistique et mécaniste ; proposer des méthodes de sélection adaptées à la diversification intra-parcelle ; intégrer des approches participatives permettant de co-concevoir et sélectionner des mélanges, variétés et populations pour une adaptation aux contextes locaux de production ; accompagner des évolutions de la structure de la filière semencière, ses standards de marché ainsi que l'organisation et le financement de la recherche et du conseil agricole, dans un objectif de diversification des cultures.

Montant  
2 999 807 €

## VITAE

*Cultivating the grapevine without pesticides : towards agroecological wine-producing socio-ecosystems.*

Entité Plant2Pro® porteuse : SAVE

Entité Plant2Pro® impliquée : Agroécologie

Développer des méthodes innovantes de contrôle des maladies de la vigne, tout en questionnant l'ampleur des changements sociaux nécessaires pour favoriser cette rupture agroécologique.

Montant  
2 999 295 €

## SPECIFICS

*Sustainable pest control in Fabacea-rich innovative cropping systems.*

Entité Plant2Pro® porteuse : Agroécologie

Entités Plant2Pro® impliquées : IGEPP, AGIR

Identifier et évaluer différents leviers permettant la transition vers des systèmes de grandes cultures sans pesticides et incluant des légumineuses à graines en recherchant de nouvelles sources de résistance, en intégrant davantage de diversité biologique dans le temps (rotation) et dans l'espace (cultures associées intra et interspécifiques, infrastructures agro-écologiques, etc), en étudiant des solutions de valorisation et de promotion de ces systèmes.

Montant  
2 997 333 €



# LES PARTENARIATS

**Le Carnot Plant2Pro<sup>®</sup>, porté par ses différentes tutelles**, mobilise les connaissances, le savoir-faire et l'expertise de ses chercheurs pour accélérer la conception et la mise en œuvre de solutions opérantes avec et pour les acteurs socio-économiques dans ses domaines de références.



## DES AVANCÉES CONCRÈTES POUR LA FILIÈRE DES LÉGUMINEUSES ET SES ÉQUIPES • TERRES INOVIA, 2020

Comment valoriser les légumineuses à graines, dont la consommation ne cesse d'augmenter ces dernières années ? Sources de protéines végétales, les cultures de soja, lentille, pois protéagineux, féverole et pois chiche permettent de diversifier les cultures tout en réduisant les intrants et l'apport d'azote. Pour les développer, Terres Inovia, avec de nombreux partenaires poursuivent l'objectif, depuis 2018, de créer une véritable filière dédiée à ces cultures en Occitanie pour l'alimentation humaine et animale. En 2020, ce projet est entré dans sa seconde étape : définir un projet commun, réfléchir à un mode de gouvernance innovant représentatif des différents acteurs régionaux et élaborer les trois premiers services collectifs pour les producteurs. Ainsi, 41 structures ont signé en octobre 2020 une charte commune d'engagement dans la démarche. Un budget de 200 000 euros est prévu pour cette étape, qui devrait s'achever en 2021. L'institut [technique] va travailler à mettre sur pied les services opérationnels de la future filière en proposant d'abord des expertises, outils et méthodes pour fluidifier les échanges entre l'offre et la demande. Il élaborera aussi un cadre de références pour mettre en œuvre des contrats de production et la construction d'un observatoire économique sur les légumineuses à graines en Occitanie, ainsi qu'un modèle d'organisation visant à acquérir des références et transférer des connaissances.



## PLATEFORMES SYPPRE : LES PREMIERS ENSEIGNEMENTS OPÉRATIONNELS • ARVALIS, INSTITUT DU VÉGÉTAL, 2020

L'action inter-instituts Syppre, co-pilotée par Terres Inovia, Arvalis-Institut du végétal et l'Institut Technique de la Betterave (ITB), vise à construire les systèmes de culture de demain pour concilier productivité, rentabilité et excellence environnementale. Elle repose sur cinq territoires où sont mis au point démarches, outils et connaissances innovants. En 2020, les synthèses des enseignements des systèmes de culture innovants mis en place depuis 2016 sur les plateformes Syppre du Berry et de Picardie ont été diffusées sur le site Syppre. L'enjeu, sur ces bassins de production dotés de sols argilo-calcaires, est d'augmenter la fertilité des sols tout en contrôlant mieux les adventices, afin d'obtenir des cultures plus robustes vis-à-vis des attaques de ravageurs et des aléas climatiques. La stratégie du système de culture innovant expérimenté s'appuie sur une rotation allongée et diversifiée, avec la présence de deux cultures d'été, des légumineuses, des couverts d'interculture et associés au colza et une réduction globale du travail du sol. Ce premier bilan montre que la réussite de l'implantation est indispensable et que l'impact climatique est un facteur important à prendre en compte. Sur la plateforme, la non-utilisation du glyphosate, compensée notamment par un travail du sol supplémentaire, remet en cause des stratégies positives, telles que la maximisation des couverts d'interculture, ou l'évitement des levées d'adventices grâce au semis direct. La stratégie innovante d'implantation du colza consistant d'abord à positionner la culture après une succession lentille-blé dur, à associer des légumineuses gélives, et à semer tôt avant les pluies en semis direct permet d'obtenir un colza robuste et de se passer d'insecticides à l'automne. L'insertion des cultures de printemps permet un meilleur contrôle du vulpin, notamment dans la succession tournesol-blé, mais leur forte proportion dans le système en réduit la robustesse en cas d'étés secs. Un nouvel équilibre entre les cultures socles et les cultures de diversification reste encore à trouver pour obtenir un système multi-performant et robuste.

## 3 TUTELLES DE PLANT2PRO<sup>®</sup> s'engagent auprès des start-ups via AgriO

En février 2020, le consortium AgriO est labellisé Apporteur d'affaires par le fonds French Tech Seed, pour une durée de deux ans. INRAE, par sa filiale INRAE Transfert, est le chef de file de ce consortium qui rassemble AgroParisTech, l'Institut Agro via son école interne Montpellier SupAgro, AgrOnov, IAR, Vitagora et Agri Sud-Ouest innovation. Il a vocation à accompagner les start-up des secteurs de l'agriculture, de l'alimentation, des agro-industries et de l'environnement dès l'identification des projets dans les laboratoires, et faciliter les premiers financements d'investisseurs par leur labellisation. Vingt et une jeunes entreprises ont candidaté à AgriO, trois ont obtenu le label AgriO French Tech Seed et sollicité des obligations convertibles auprès de Bpifrance pour compléter leur levée de fonds d'amorçage.



## UNILIS AGTECH • ARVALIS, INSTITUT DU VÉGÉTAL, 2020

### Coup de pouce aux jeunes pousses

Créée en janvier 2020, la société Unilis Agtech s'est vu confier par ses créateurs, Unigrains (49 %), Arvalis (49 %), AGPB (1 %) et AGPM (1 %), la mission d'accompagner les jeunes sociétés innovantes dans le domaine des agro-technologies.

Il s'agit d'accélérer l'optimisation et l'intégration de leurs solutions dans les systèmes agricoles de production de grandes cultures et de cultures fourragères. La particularité d'Unilis est d'assurer un double accompagnement : technique d'une part, puisqu'elle soutient un programme de R&D, financier d'autre part. La valeur totale de cet accompagnement s'étage entre 100 et 300 k€.

Unilis peut également faire bénéficier le lauréat d'un réseau de mentors. Les sociétés éligibles n'ont aucune contrainte d'origine, mais la solution proposée doit être pertinente pour l'agriculture française. Depuis le début de l'année 2020, plus de 20 jeunes entreprises ont candidaté et la première société lauréate est Inarix. Par la suite, un à deux appels à candidature seront lancés chaque année pour soutenir jusqu'à trois entrepreneurs



# LE DISPOSITIF CIFRE

Depuis 1981, le dispositif Cifre (Conventions Industrielles de Formation par la Recherche) subventionne des entreprises de droit français qui embauchent un doctorant pour le placer au cœur d'une collaboration de recherche avec un laboratoire public. Les travaux doivent préparer à la soutenance d'une thèse. Les Cifre sont intégralement financées par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation qui en a confié la mise en œuvre à l'ANRT.

Le dispositif Cifre est un levier particulièrement efficace de notre stratégie partenariale et rencontre un franc succès auprès de la stratégie partenariale du Carnot Plant2Pro®. Pour illustrer la confiance que ces derniers nous accordent, 8 nouvelles thèses Cifre ont été initiées en 2020 alors que 9 arrivaient à leur terme.



## UMR GQE & RAGT 2N

Optimisation de la mise en œuvre de la sélection génomique hybride dans un programme de sélection réciproque. Simulations et évaluation expérimentale chez le maïs.

*Alizarine LORENZI*  
Sous la direction de Laurence MOREAU (GQE)

## UMR IPS2 & JOUFFRAY DRILLAUD

Les couverts végétaux pour favoriser les micro-organismes du sol dans les rotations culturales.

*Adrien JUGAN*  
Sous la direction de Samuel MONDY (IPS2)

## UMR GQE & EURALIS SEMENCES ET PROMAÏS

Évaluation expérimentale d'une population d'introgession multiparentale chez le maïs et analyses théoriques.

*Dimitri SANCHEZ*  
Sous la direction d'Alain CHARCOSSET (GQE), Laurence MOREAU (GQE) et Tristan MARY-HUARD (AgroParisTech)

## UMR LIPME & MAS SEEDS

Caractérisation de la résistance à l'Orobranche du tournesol.

*Camille PUBERT*  
Sous la direction de Nicolas LANGLADE (LIPME)

## UMR IGEPP & INNOLEA SAS

Compréhension des mécanismes de résistance de la moutarde blanche (*Sinapsis alba*) au mélégièthe du colza (*Brassicogethe aeneus*).

*Laura BELLEC*  
Sous la direction d'Anne-Marie CORTESERO (IGEPP)

## UMR IGEPP & AGRIODOR

Des odeurs pour protéger les cultures de colza contre son principal ravageur, l'altise (*Psylliodes chrysocephala*).

*Margot TIXERONT*  
Sous la direction d'Anne-Marie CORTESERO (IGEPP)

## UMR SAVE & INSTITUT FRANÇAIS DE LA VIGNE ET DU VIN (IFV)

Suivi de la sporée aérienne des agents pathogènes de la vigne pour développer un système d'aide à la décision et de gestion des maladies basé sur un réseau de capteurs de spores.

*Antonin DOUILLET*  
Sous la direction de François DELMOTTE (SAVE) et Marc RAYNAL (IFV)

## Thèses lancées en 2020



## UMR IGEPP & AOPN FRAISES DE FRANCE

Protection intégrée contre les pucerons des fraisiers : comprendre l'écologie des espèces pour optimiser l'efficacité des auxiliaires.

*Estelle POSTIC*  
Sous la direction d'Anne LE RALEC (IGEPP) et Yannick OUTREMAN (IGEPP)

## UMR IGEPP & AGRO INNOVATION INTERNATIONAL

Les exsudats radicaux de plantes comme nouveaux produits de bio-contrôle contre les nématodes phytoparasites.

*Camille GAUTIER*  
Sous la direction d'Eric GRENIER (IGEPP), Josselin MONTARRY (IGEPP) et Sylvain FOURNET (IGEPP)

## UMR IGEPP & AGRO INNOVATION INTERNATIONAL

Étude des mécanismes d'action de stimulateurs de défense des plantes (SDP) dans le pathosystème Pomme de terre/*Phytophthora infestans* agent causal du mildiou.

*Rafaela LOPES MARTIN*  
Sous la direction de Florence VAL (IGEPP) et Eric NGUEMA-ONA (Agro Innovation International)

## UMR QGE & RAGT 2N

Analyse de données génotypiques et phénotypiques en vue de l'élaboration d'un plan de croisement chez le maïs.

*Antoine ALLIER*  
Sous la direction d'Alain CHARCOSSET (GQE)

## UMR AGROÉCOLOGIE & BONDUELLE

La pourriture racinaire du pois potager.

*Simon GIBERT*  
Sous la direction de Christian STEINBERG (Agroécologie), Véronique EDEL-HERMANN (Agroécologie) et Rachel GALLAND (Boduelle)

## UMR AGROÉCOLOGIE & CORTEVA

DRACULA – Diagnosis of Resistances to Auxinic herbicides in Corn poppy by Utilization of nucleic Acids.

*Axelle KOREKI*  
Sous la direction de Christophe DELYE (Agroécologie), Jean-Yves MERCHEZ (Corteva), Sylvain PIERRON (Corteva) et Paul SCHMITZER (Corteva)

## UMR SAVE & DE SANGOSSE

La stimulation de défense vs biostimulants : effets sur les réponses aux stress de *Vitis vinifera*.

*Enora BODIN*  
Sous la direction de Marie-France CORIO-COSTET (SAVE)

## UMR LIPME & SYNGENTA

Identification et caractérisation des bases génétiques de mécanismes de résistance à *Rastonia* chez tomate dans un contexte de réchauffement climatique.

*Henri DESAINT*  
Sous la direction de Richard BERTHOME (IPS2) et Fabienne VAILLEAU (LIPME)

## Thèses terminées en 2020



## UMR LIMPE & FLORIMOND DESPREZ

Étude des méthodologies d'intégration de la variabilité génétique chez la betterave à sucre.

*Prune PEGOT-ESPAGNET*  
Sous la direction de Fabrice ROUX (LIPME) et Brigitte MANGIN (MIA Toulouse)

# LES PROJETS DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

Outil central pour l'implémentation de la stratégie scientifique de Plant2Pro®, le ressourcement scientifique vise à alimenter l'offre de recherche et d'innovation de Plant2Pro®. Il consiste en un appel à projet annuel, élaboré par le Comité de Pilotage du Carnot, et permet le soutien à des projets de recherche interne.

**D'une durée de 2 à 3 ans, ces projets sont sélectionnés sur des critères d'excellence scientifique et de haut potentiel pour améliorer l'offre de partenariats à destination des acteurs socio-économiques.**

En s'appuyant sur le leadership scientifique de ses composantes, ils exploitent le potentiel pluridisciplinaire de Plant2Pro® pour accélérer la production de résultats qui répondent aux besoins avérés ou anticipés de nos partenaires.

6 projets terminés en 2020

5 nouveaux projets de ressourcement financés en 2020

En 2020, **820 000€** d'abondement (soit 48%) ont été investis dans des projets de recherche pour le ressourcement scientifique.

## **Projet CIMS ON**

Entités Plant2Pro® impliquées : AGIR, LIPME et Terres Inovia

### **Phénotypage de variétés de cultures intermédiaires en interculture longue pour une complémentarité de services fournis au tournesol**

L'objectif du projet CIMS ON est d'évaluer un ensemble de services de soutien (alimentation minérale) et de régulation (de certains bioagresseurs ciblés) fournis par une diversité d'espèces et de variétés de cultures intermédiaires au tournesol. Il permettra l'acquisition de connaissances utiles dans le raisonnement des assemblages et des itinéraires techniques pour une optimisation des performances. Cela présente un intérêt majeur pour les semenciers impliqués dans la sélection de plantes de services, ceux du tournesol et les acteurs du conseil agricole à la recherche d'une argumentation quantifiée et diversifiée.

#### **Contacts :**

Lionel ALLETTO > lionel.alletto@inrae.fr (AGIR)  
Célia SEASSAU > celia.seassau@purpan.fr (EIP)

## **Projet Mamma Mia**

Entités Plant2Pro® impliquées : IJPB, Arvalis, GQE

### **De nouvelles cibles biochimiques et tissulaires pour la sélection et l'amélioration de la digestibilité du maïs fourrage dans différents contextes pédoclimatiques.**

Dans le contexte actuel du changement climatique, les rendements du maïs fourrage, pilier des systèmes fourrager français dont la valeur énergétique est particulièrement surveillée, risquent d'être régulièrement pénalisés. Mamma Mia vise à identifier des cibles biochimiques et tissulaires, ainsi que des acteurs moléculaires originaux, pour améliorer la digestibilité du maïs fourrage tout en maintenant ses performances agronomiques dans différents contextes pédoclimatiques. Les résultats de ce projet multidisciplinaire contribueront à développer des outils de prédictions fins, robustes et d'intérêt pour les sélectionneurs comme pour les éleveurs.

#### **Contacts :**

Sylvie COURSOL > sylvie.coursol@inrae.fr (IJPB)  
Anthony UIJTTEWAAL > a.uijtewaal@arvalis.fr (Arvalis)

## **Projet BrassiMet**

Entités Plant2Pro® impliquées : IJPB, IGEPP, IPS2

### **Investigating genetic diversity of specialized metabolites in Brassicaceae for enlarging the defensive repertoire of *Brassica napus* and *Camelina sativa*.**

Les plantes produisent une importante diversité de métabolites spécialisés aux propriétés clés leur permettant de se protéger contre les stress biotiques et abiotiques. **BrassiMet a pour objectif de caractériser les métabolites des parties aériennes et racinaires des espèces Brassica et Camelina afin de sélectionner des variétés avec des résistances accrues aux bioagresseurs.** Les connaissances générées vont permettre l'identification et la sélection de nouveaux marqueurs de gènes et de métabolites utiles pour l'amélioration de la résistance des plantes.

#### **Contacts :**

Massimiliano CORSO > massimiliano.corso@inrae.fr (IJPB)  
Antoine GRAVOT > antoine.gravot@univ-rennes1.fr (IGEPP)

## **Projet SymbioPea**

Entités Plant2Pro® impliquées : Agroécologie, ISA, IJPB, Terres Inovia

### **Identification, chez le pois, de marqueurs représentatifs d'une efficacité symbiotique racinaire optimale pour une production stable et durable.**

Dans le contexte du développement rapide de la biostimulation, le projet SymbioPea a pour objectif d'analyser l'impact quantitatif et qualitatif du microbiome (champignons, protozoaires et bactéries interagissant avec les racines des plantes) sur la croissance et le rendement de différentes variétés de pois. Il permettra par ailleurs de définir si l'inoculation d'un champignon particulier et reconnu peut permettre d'améliorer ou d'homogénéiser les rendements entre les variétés de pois. Enfin, il permettra de définir des marqueurs physiologiques et moléculaires représentatifs de l'efficacité du mutualisme entre le pois et certaines espèces du microbiome. Ce projet permettra d'établir les bases nécessaires aux développements d'outils innovants mobilisables par les acteurs socio-économiques de la filière du pois.

#### **Contacts :**

Pierre-Emmanuel COURTY > pierre-emmanuel.courty@inrae.fr (Agroécologie)

## **Projet ECODIV**

Entités Plant2Pro® impliquées : Terres Inovia, AGIR, Agroécologie et LEPSE

### **Écophysiologie Comparée des cultures de DIVERSIFICATION (légumineuses/printemps) pour guider leur insertion dans les successions culturales**

La diversification des systèmes de culture est un levier incontournable d'amélioration de leur résilience. Le projet Ecodiv s'inscrit pleinement dans l'acquisition de connaissances et le développement de solutions au service de la diversification. A travers des approches d'écophysiologie comparée, il vise à fournir aux agriculteurs un outil d'aide au choix des cultures pour des espèces aujourd'hui sous valorisées, comme le tournesol ou les légumineuses. Ce projet permettra de faciliter leur insertion dans les systèmes de cultures et d'étendre leur aire de culture dans les différentes régions françaises, sur la base d'une meilleure connaissance de leurs propriétés agronomiques et de leur potentiel adaptatif aux conditions pédoclimatiques. Ce travail établira ainsi une cartographie des zones de cultures possibles pour chacune des espèces étudiées.

#### **Contacts :**

Véronique BIARNES > v.biarnes@terresinovia.fr (Terres Inovia)

# LES ACTIONS "ATTRACTIVITÉ"

Les actions « Attractivité » permettent de réaliser des preuves de concept scientifique permettant d'avancer significativement vers le transfert (gain de maturité TRL) et de renforcer les plateformes technologiques de Plant2Pro® par des équipements de pointe afin de promouvoir leur développement et élargir leur offre pour les partenaires socio-économiques.

9 projets financés en 2020

En 2020,  
**457 000€**  
d'abondement ont été investis dans des actions "Attractivité".

## **GRAPEINSILICO** Entités Plant2Pro® : LEPSE, SAVE, EGFV

**OBJECTIF** > Création d'une plateforme de modélisation structure-fonction pour simuler l'adaptation de la vigne et des vignobles aux nouvelles contraintes.

**Cibles partenariales** : Acteurs privés de la recherche : création variétale, conception de modes innovants de cultures, aide au pilotage du vignoble, gestion des pathogènes et protection du vignoble.

**Contacts :**  
Christian FOURNIER > christian.fournier@inrae.fr  
Agnès CALONNEC > agnes.colannec@inrae.fr  
Philippe VIVIN > philippe.vivin@inrae.fr

## **La BDR : la Banque De Raisins** Entité Plant2Pro® : IFV

**OBJECTIF** > Création d'une échantillothèque de raisins congelés répondant aux besoins de phénotypage des nouvelles variétés pour la filière viti-vinicole et permettant la vinification en petit volume.

**Cibles partenariales** : Interprofessions viti-vinicoles et établissements de sélection avec intégration des potentiels œnologiques des variétés testées.

**Contacts :**  
Marie-Agnès DUCASSE > marie-agnes.ducasse@vignevin.com  
Evelyne AGUERA > evelyne.aguera@inrae.fr  
Nicolas SAURIN > nicolas.saurin@inrae.fr

## **E PHYTIA WEB ALERTE VIGNE 7** Entité Plant2Pro® : IFV

**OBJECTIF** > Mise au point d'une application smartphone participative de suivi de l'apparition des principales maladies de la vigne par la fusion de la plateforme E-Phytia et de l'outil Web Alerte Vigne.

**Cibles partenariales** : Concepteurs d'OAD pour intégration de l'application mobile, sociétés de conseil en viticulture.

**Contacts :**  
Jean-Marc ARMAND > jean-marc.armand@inrae.fr  
Christian DEBORD > christian.debord@vignevin.com

## **OPTIMILDIU** Entités Plant2Pro® : TERRES INOVIA et LIPME

**OBJECTIF** > Validation d'une méthode de caractérisation des pathotypes de mildiou du tournesol par marqueurs moléculaires.

**Cibles partenariales** : Semenciers (identification de pathotypes présents dans les pépinières de sélection, leurs plateformes d'évaluation variétale pour leurs parcelles de production), organismes de développement et sociétés de conseil agricole.

**Contacts :**  
Emmanuelle MESTRIES > e.mestries@terresinovia.fr  
Stéphane MUNOS > stephane.munos@inrae.fr

## **EOLEProtect** Entité Plant2Pro® : IFV

**OBJECTIF** > Optimisation du banc d'essai EoleDrift permettant de comparer le niveau de risque de dérive de pulvérisation liée aux divers pulvérisateurs viticoles.

**Cibles partenariales** : Industriels fabricants de matériel de pulvérisation

**Contacts :**  
Adrien VERGES > adrien.verges@vignevin.com  
Olivier NAUD > olivier.naud@instituts-carno.fr

## **CONTRAST** Entité Plant2Pro® : Arvalis

**OBJECTIF** > Enrichir les outils d'analyse statistique avec la méthode des contrastes (automatisation des analyses de comparaisons multiples de moyennes) pour l'étude d'essais agronomiques.

**Cibles partenariales** : Tous partenaires recherchant une puissance d'analyse statistique dans leurs projets de recherche.

**Contacts :**  
Florent DUYME > f.duyme@arvalis.fr

## **PHÉNOBIOTIC** Entité Plant2Pro® : Arvalis

**OBJECTIF** > Faciliter et accélérer les notations des maladies foliaires et des épis au champ pour le blé et l'orge grâce au phénotypage numérique.

**Cibles partenariales** : Semenciers souhaitant évaluer les performances de leurs variétés, sociétés produisant ou mettant en marché des solutions (notamment de biocontrôle) de protection vis-à-vis d'un stress biotique, concepteurs d'OAD, sociétés spécialisées dans le phénotypage des cultures.

**Contacts :**  
Benoit DE SOLAN > b.desolan@arvalis.fr

## **SEMIS** Entité Plant2Pro® : Arvalis

**OBJECTIF** > Généraliser l'évaluation multicritère en identifiant les indicateurs et référentiels valorisables sous la forme de modules API (Application Programming Interface).

**Cibles partenariales** : Éditeurs de gestion parcellaire (consolidation du panel d'indicateurs mis à disposition des utilisateurs, réalisation de diagnostics et d'évaluations multicritères), organismes stockeurs, agriculteurs (meilleur accès aux diagnostics et au suivi du changement de pratiques agroécologiques, centralisation des données).

**Contacts :**  
Marianne MOALIC > m.moalic@arvalis.fr  
Laurène CASAL > l.casal@arvalis.fr



# GOVERNANCE ET LE RÉSEAU CARNOT

Un réseau de **39** Carnot



## Le label Carnot

Les instituts Carnot sont des structures de recherche publique labellisées par le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation pour leur engagement à mener et développer une activité R&D pour l'innovation des entreprises. Le label Carnot, créé en 2006, est attribué à l'issue d'un appel à candidatures très sélectif. Chaque Carnot fait l'objet d'une évaluation lors d'un processus de labellisation régulier. Le réseau Carnot permet de répondre aux besoins d'innovation et de R&D des entreprises, quel que soit leur secteur d'activité (mécanique, construction, environnement, santé, agriculture, etc.).

### CHAQUE CARNOT S'ENGAGE À RESPECTER DES OBJECTIFS DE PROGRÈS

Chaque Carnot reçoit un abondement financier du Ministère, calculé en fonction de ses recettes contractuelles avec des partenaires socio-économiques. Chaque Carnot peut, grâce à cet abondement, assurer le ressourcement scientifique de ses équipes de recherche, développer son attractivité et les partenariats socio-économiques, acquérir un véritable professionnalisme dans ses processus de contractualisation, et assurer le fonctionnement du réseau à travers l'animation de l'Association des Instituts Carnot.

### UN OBJECTIF TOURNÉ VERS L'INNOVATION DES ENTREPRISES

Les instituts Carnot placent la recherche partenariale au cœur de leur stratégie. Leur objectif est d'accroître l'impact économique des actions de R&D menées par leurs laboratoires en partenariat avec les entreprises.

**62 millions €**  
reçus en 2019  
par les instituts  
Carnot via l'ANR

**527 millions €**  
de recettes contractuelles  
directes avec les partenaires  
socio-économiques

**20%**  
des effectifs  
de la recherche  
publique  
française

**55%**  
de la R&D financée par  
les entreprises à la recherche  
publique confiée au réseau Carnot

## Contacts

**Remy CAILLIATTE**

*Directeur*  
+33 (0)6 26 39 34 04  
remy.cailliatte@inrae.fr

**Claire LEMONTEY**

*Directrice Adjointe*  
+33 (0)786 58 01 83  
claire.lemontey@inrae.fr

**Cécilia MULTEAU**

*Business Developer*  
*Biocontrôle & Biostimulation*  
+33 (0)7 78 88 36 83  
cecilia.multeau@inrae.fr

**Laurence GARMENDIA**

*Business Developer*  
*Plant Science*  
33(0)6 85 12 45 91  
laurence.garmendia-auckenthaler@inrae.fr

**Chloé MARCHIVE**

*Business Developer*  
*Plant Science*  
+33 (0)7 60 03 00 26  
chloe.marchive@inrae.fr

**Fiona BOURDONCLE**

*Chargée d'Affaires*  
*Agriculture numérique*  
+ 33(0)7 50 15 86 89  
fiona.bourdoncle@inrae.fr

**Maxence GALDIN**

*Chargé d'Affaires*  
*Systèmes de culture innovants*  
+33 (0)6 84 24 62 98  
maxence.galdin@inrae.fr

**plant2pro@instituts-carnot.fr**

**INSTITUT CARNOT PLANT2PRO®**  
**INRAE TRANSFERT**  
**28 RUE DU DOCTEUR FINLAY • 75015 PARIS • FRANCE**