



RAPPORT D'ACTIVITÉ

2021

R&D pour la transition agroécologique  
des productions végétales

**SOMMAIRE**



La crise sanitaire que nous affrontons depuis 2020 nous rappelle que les productions végétales assurent le premier maillon de l'approvisionnement et de la sécurité alimentaire.

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.



**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.

**LOCALISATION  
DES ÉQUIPES**

Le Carnot Plant2Pro® regroupe 16 laboratoires de recherche académique ( INRAE, CNRS, AgroParis Tech, l'Institut Agro) et 3 instituts techniques agricoles (Arvalis, Terres Inovia et l'IFV), répartis sur l'ensemble du territoire métropolitain.



**LES PROJETS  
STRUCTURANTS**

Les composantes et tutelles du Carnot Plant2Pro® sont engagées dans différents projets structurants pour les filières agricoles. Nous vous invitons à les découvrir.



**LE DISPOSITIF CIFRE**

Le dispositif Cifre est un levier particulièrement efficace de la stratégie partenariale du Carnot Plant2Pro® et rencontre un franc succès auprès de nos partenaires. Pour illustrer la confiance que ces derniers nous accordent, 11 nouvelles thèses Cifre ont été initiées en 2021 et 5 se terminaient.



**LES PARTENARIATS**

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



**LES PROJETS DE  
RESSOURCEMENT  
SCIENTIFIQUE**

Le ressourcement scientifique vise à alimenter l'offre de recherche et d'innovation du Carnot Plant2Pro® : 6 projets ont été sélectionnés en 2021.

**LES PROJETS  
« ATTRACTIVITÉ »**

Les actions « Attractivité » visent au renforcement de l'attractivité de l'offre de partenariats du Carnot Plant2Pro® : 11 projets ont été sélectionnés en 2021.

**LA GOUVERNANCE ET  
LE RÉSEAU CARNOT**



**L'ÉQUIPE DU CPIV\***

\*Comité de propriété intellectuelle et de valorisation



**Rémy CAILLIATTE**  
Directeur



**Claire LEMONTEY**  
Directrice Adjointe



**Cécilia MULTEAU**  
Directrice Adjointe



**Fiona BOURDONCLE**  
Chargée d'Affaires



**Maxence GALDIN**  
Chargé d'Affaires



**Samy KOLLI**  
Chargé  
de communication



**Laurence Garmendia**  
Chargée de partenariat  
et d'innovation PlantInnov



**Chloé MARCHIVE**  
Chargée de partenariat  
et d'innovation PlantInnov



**Eirios HUGO**  
IFV



**Frédéric FINE**  
Terres Inovia



**Régis BERTHELOT**  
Arvalis



**Grégoire BURGÉ**  
AgroParisTech



# ÉDITO

Soumis aux pressions exercées par les crises sanitaires et géopolitiques que nous traversons, l'agriculture et les productions alimentaires se positionnent comme leviers de stabilité et de résilience de nos sociétés. La capacité de nos agricultures à produire en quantité et en qualité constitue un facteur clé de la sécurité alimentaire et donc de la stabilité nationale et régionale. Or, cette capacité à produire est profondément challengée. Notre souveraineté alimentaire est fortement fragilisée : les effets du changement climatique et la volatilité du coût des matières premières n'en sont que quelques exemples. Dans le même temps, **les enjeux de santé publique, de protection de l'environnement et de durabilité des systèmes de culture nous engagent** dans une transition profonde de nos systèmes de production, notamment la sortie de l'usage des pesticides conventionnels.

Pour relever ces défis, l'intelligence et la connaissance sont les premières clés à mobiliser pour accompagner les transitions au service de la résilience de nos agricultures. Malgré ces crises, les acteurs économiques du secteur des productions végétales poursuivent leur engagement fort dans les activités de R&D, auxquelles ils consacrent une part significative de leurs chiffres d'affaire. Cet effort se traduit par l'augmentation constante des recettes contractuelles de l'institut Carnot Plant2Pro® et témoigne de leur confiance dans notre dispositif. Plant2Pro® met en œuvre des travaux de recherche, de développement et d'innovation au service de la compétitivité durable des entreprises et des filières impliquées dans les productions végétales. Nos objectifs : accélérer le transfert des résultats de nos recherches et construire les innovations de demain. Notre vision, capitaliser sur l'excellence scientifique et les forces de développement de nos composantes pour diversifier la gamme des solutions et explorer leurs combinaisons pour répondre aux spécificités des situations de plus en plus diversifiées, ceci, en anticipation des besoins des partenaires socio-économiques.

Cette vision est illustrée par la diversité des actions que Plant2Pro® a portées en 2021 et qui sont décrites dans ce rapport d'activité. Depuis la structuration de notre offre de R&D&I sur l'adaptation des productions végétales aux effets du changement climatique jusqu'à la présentation de notre offre de recherche sur la thématique « biostimulation et interactions biotiques positives » en passant par le déploiement des protéines végétales, nos activités répondent aux défis diversifiés auxquels les entreprises et les filières des productions végétales sont confrontées.

2021 marque également une évolution de la direction de Plant2Pro®. Suite à la nomination de Carole Caranta en qualité de Directrice Générale Déléguée Science et Innovation à INRAE, les tutelles de Plant2Pro® m'ont confié la direction du Carnot en avril 2021. C'est avec une équipe expérimentée, enthousiaste et investie, renforcée par l'arrivée de Cécilia Multeau comme directrice adjointe et Maxence Galdin, chargé d'affaires, que je suis heureux de poursuivre mon engagement au service de nos collectifs de R&D&I.

Je vous invite à découvrir la richesse des temps forts décrits dans ce rapport d'activité 2021.

INRAE

Terres  
Inovia  
l'agronomie en mouvement

IFV  
CNR

ARVALIS  
Institut du végétal

AgroParisTech  
Talents d'une planète soutenable

L'INSTITUT  
agro  
Rennes Montpellier  
Angers Dijon

Bonne Lecture !  
Rémy Cailliatte  
Directeur du Carnot Plant2Pro®

## Les faits marquants 2021

// Janvier 2021 //

Lancement du programme Cap Protéines

// FÉVRIER 2021 //

Arrivée de Maxence GALDIN en tant que chargé d'affaires

// AVRIL 2021 //

Nomination de Rémy CAILLIATTE en tant que directeur du Carnot Plant2Pro®

// 19 & 20 MAI 2021 //

Séminaire interne Plant2Pro®

// JUIN 2021 //

Les Culturelles®

// SEPTEMBRE 2021 //

Nomination de Cécilia MULTEAU en tant que directrice adjointe du Carnot Plant2Pro®

// 16 & 17 SEPTEMBRE 2021 //

Notre identité > Rencontre Science & Partenariat : les symbioses racinaires pour la nutrition et la protection des plantes

// 17 & 18 NOVEMBRE 2021 //

Les Rendez-vous Carnot

// 24 NOVEMBRE 2021 //

Les rencontres Oléopro

// 30 NOVEMBRE 2021 //

Journée de travail sur l'agrivoltaïsme

// 1<sup>ER</sup> & 2 DÉCEMBRE 2021 //

SITEVI



# 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.

**286 brevets** détenus en portefeuille

**430 contrats** de R&D avec 233 acteurs privés dont 1/3 de PME et TPE françaises

Près de **17,5 millions €** de recettes contractuelles

**966 publications** de rang A

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

Afin de répondre aux besoins de recherche, de développement et d'innovation (R&D&I) des acteurs du secteur des productions végétales, l'offre de compétences du Carnot Plant2Pro® se structure autour de quatre axes stratégiques complémentaires. Ces 4 axes sont déclinés sur les filières pour lesquelles nos composantes proposent une expertise spécifique (vigne, cultures céréalières, pomme de terre, oléoprotéagineuses dont les légumineuses à graines).



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

Pour répondre aux enjeux, Plant2Pro® s'applique à combiner et décliner ses compétences et résultats en outils opérationnels pour appuyer les stratégies de sélection et d'évaluation des variétés. L'offre de R&D&I de Plant2pro® consiste en l'acquisition de connaissances sur les déterminismes physiogénétiques des traits d'intérêt pour améliorer la productivité et la robustesse des cultures soumises à une gamme plus large de contraintes. Les outils d'analyse des génomes et l'implémentation d'outils et de méthodes de phénotypage haut débit nous permettent de disposer d'une avance de phase scientifique de premier ordre sur les approches prédictives en génétique jusqu'en innovation variétale : sélections génomique et phénotypique et évaluation de la performance des peuplements dans des gammes de milieux diversifiés. Toutes les stratégies d'amélioration des plantes sont explorées afin de répondre de la manière la plus adaptée aux besoins des filières. Cela inclut notamment les nouvelles biotechnologies vertes. Notre offre de R&D&I permet d'apporter des solutions techniques et méthodologiques et des opportunités pour la diversification des cultures et des systèmes de production.

Dans cet axe, nos cibles partenariales sont les sélectionneurs / obtenteurs de nouvelles variétés, les entreprises qui sont spécialisées dans les travaux d'évaluation variétale ou encore celles qui développent des services en termes de caractérisation et d'analyse des génomes.



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

L'offre de R&D&I de Plant2Pro® s'inscrit résolument dans l'objectif de diminuer la dépendance des productions végétales aux intrants de synthèse et d'accompagner la transition agroécologique des systèmes de culture.

Nos travaux 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 pour améliorer le développement des plantes et la robustesse des peuplements cultivés face aux stress biotiques et abiotiques. En appui de stratégies prophylactiques pour la préservation de la santé des cultures, nous étudions l'impact des pratiques agronomiques sur les dynamiques épidémiques et leur prévention et nous développons des outils de suivi de la pression des bioagresseurs.

Nos cibles partenariales sur cette thématique sont les entreprises qui développent des solutions de biocontrôle et biostimulation des plantes et celles qui évaluent leur efficacité.



### CONCEVOIR DES SYSTÈMES DE CULTURE MULTI-PERFORMANTS

Pour répondre aux objectifs des producteurs et des filières et mobiliser la gamme de leviers la mieux adaptée aux situations diversifiées, notre ambition est de proposer des outils et des méthodes opérationnels de conception, de pilotage et d'évaluation des systèmes de culture.

Nos travaux portent sur la caractérisation des mécanismes biologiques et écologiques qui sous-tendent le fonctionnement des agro-écosystèmes et contribuent à leurs performances, à différentes échelles. Nos travaux permettent d'évaluer l'impact des pratiques (sans labour, diversification, plantes de service...) sur la fourniture de services écosystémiques (production, séquestration du carbone dans les sols, maintien et amélioration de la fertilité des sols, la biodiversité ou la régulation des bioagresseurs). Ces travaux se concrétisent par des outils de diagnostic agronomique, des outils tactiques (conduite de culture) et stratégiques (conception et pilotage des systèmes de cultures).

Nos cibles partenariales sur cet axe sont les entreprises qui développent ces outils tactiques et stratégiques et celles qui, pour le compte des agriculteurs et des filières, développent des activités de préconisation (coopératives agricoles, industries de l'agroalimentaire).



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

Notre offre de R&D&I mobilise l'ensemble des technologies du numérique et des agroéquipements appliqués à une diversité de 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 cultures, la prédiction des performances, l'optimisation des conduites, l'évaluation des risques agronomiques/épidémiques/climatiques, l'acquisition de références agronomiques, ou encore la traçabilité des productions agricoles et leurs modes de production, en particulier dans le cadre de la block chain.

La diversification des modes de conduite et de protection des cultures induit de nouvelles problématiques en termes d'évolution des agroéquipements que nous explorons en mobilisant notamment nos plateformes dédiées.

Nos cibles partenariales sur cet axe comptent notamment les entreprises de l'AgTech ainsi que les agroéquipementiers.

# LOCALISATION DES ÉQUIPES



## Unités de recherche



**RENNES**  
 > UMR IGEPP<sup>1-3</sup>  
 Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes

**BORDEAUX**  
 > UMR SAVE<sup>1</sup>  
 Santé et Agroécologie du Vignoble  
 > UMR EGFV<sup>1</sup>  
 Ecophysiologie et Génomique Fonctionnelle de la Vigne

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

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

**DIJON**  
 > UMR Agroécologie<sup>1-2-3</sup>

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

**TOULOUSE**  
 > UMR AGIR<sup>1</sup>  
 Agroécologie, Innovations, Terroirs  
 > UMR LIPME<sup>1-2</sup>  
 Laboratoire des interactions plantes - microbes - environnement  
 > CNRGV<sup>1</sup>  
 Centre National des Ressources Génomiques Végétales

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



# LES PROJETS STRUCTURANTS



## CAP PROTÉINES : un programme ambitieux pour garantir la souveraineté protéique de la France à l'horizon 2030

Initié en janvier 2021 et pour une durée de deux ans, Cap Protéines est le programme de recherche, de développement, d'innovation et de transfert du plan protéines végétales. Piloté par Terres Inovia et l'Institut de l'élevage, il bénéficie d'un financement de 20 millions d'euros par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation dans le cadre de France Relance. Cap Protéines met en œuvre un important dispositif partenarial d'expérimentations, de production de références et de communication pour donner aux agriculteurs les outils techniques et opérationnels afin d'assurer leur souveraineté protéique et la compétitivité de leurs exploitations.

Cinq projets partenariaux coordonnés par Terres Inovia et l'Institut de l'élevage ont débuté en 2021. Ils contribueront à :

- 1 **Amplifier l'acquisition de références et le transfert** vers les producteurs et les opérateurs économiques par les partenaires, en augmentant par exemple l'évaluation de l'offre variétale, la diffusion massive des références de conduite des systèmes de cultures innovants et la multiplication de l'offre d'outils d'aides à la décision.
- 2 **Déployer des outils de caractérisation de la qualité** des matières premières, des nouveaux procédés et nouveaux débouchés.
- 3 **Consolider les données et les informations utiles aux opérateurs** (diagnostic de filières, coût, prix, qualité, flux offre et demande en alimentation humaine et animale, état des consommations, valorisation des informations de production vers le consommateur...).
- 4 **Communiquer dans l'ensemble des bassins de production vers les opérateurs et les producteurs**, et les organismes de formation (lycées agricoles, enseignement supérieur agricole et agronomique).

## LABEL BAS CARBONE

### LE LABEL BAS CARBONE

Le 23 août 2021, le ministère de la Transition écologique a approuvé « la méthode pour le label bas-carbone intitulée Grandes cultures ». Elle permet à des projets locaux agricoles qui entraînent une réduction de l'émission des gaz à effet de serre - grâce à des évolutions sur l'atelier grandes cultures - d'obtenir des financements complémentaires en vendant des « crédits carbone ». Membres du comité de rédaction de cette méthode, Arvalis et Terres Inovia sont maintenant à pied d'œuvre pour accompagner les projets territoriaux qui souhaitent valoriser leurs efforts vertueux pour l'atténuation du changement climatique.



### PERFORMANCE PULVE : la marque de qualité des pulvérisateurs viticoles

Performance Pulvé devient le nom officiel de la marque garantissant la performance environnementale des pulvérisateurs viticoles.

Issu des travaux scientifiques conduits depuis plusieurs années par l'Unité Mixte Technologique ECOTECH (IFV - INRAE) dans le cadre du projet Ecophyto LabelPulvé, PERFORMANCE PULVE est un service à destination des viticulteurs et de leurs conseillers afin de les aider dans le choix du renouvellement des appareils de traitement. PERFORMANCE PULVE fournit également des conseils détaillés de réglage des pulvérisateurs pour optimiser leur performance en termes de protection phytosanitaire. La création de la marque Performance PULVE s'inscrit dans le contexte du plan Ecophyto 2+ et des objectifs de renouvellement du parc de pulvérisateurs du Plan Filière Vin qui fait suite aux Etats Généraux de l'Alimentation.



LA PEPITE R&D  
Protection intégrée du colza et des légumineuses

### Terres Inovia et INRAE allient leurs compétences en génétique et protection des cultures au sein d'un laboratoire partenarial associé

En 2021, Terres Inovia et INRAE ont choisi de mettre en commun leurs savoir-faire en créant un laboratoire partenarial associé - la Pépité R&D - dédié à la recherche et au développement de systèmes de culture performants, innovants et économes en intrants.

Basé sur le site du Rheu (35), La Pépité R&D rassemble les compétences de 60 collaborateurs en génétique, phytopathologie, entomologie et écologie, avec l'objectif d'améliorer la régularité des rendements du colza et des légumineuses, mais également de réduire le recours aux produits phytosanitaires.

Cette initiative permet de renforcer les liens entre recherche fondamentale et appliquée pour offrir, par le biais d'une dynamique collective, des solutions appliquées à proposer aux agriculteurs.

Neuf salariés de Terres Inovia ont ainsi rejoint, en 2021, les quatre collaborateurs de l'institut technique déjà présents sur le site, pour travailler sur des actions communes avec des collaborateurs de l'IGEPP, une unité mixte de recherche INRAE, Institut Agro (Rennes - Angers) et Université de Rennes 1.

Concrètement, le laboratoire partenarial travaillera à identifier les bioagresseurs prévalents ou en émergence mais aussi leur nuisibilité et leur évolution en fonction des changements de pratiques ou climatiques. Il cherchera aussi à cibler les facteurs de résistance à utiliser pour développer des variétés multi-résistantes en fonction des bioagresseurs, de la diversité et de l'adaptation des populations ainsi que des itinéraires techniques.

Ce laboratoire a été officiellement inauguré le 24 mars 2022.



### ABA PIC : un projet au cœur de la transition agroécologique

Débuté le 1<sup>er</sup> juin 2021, le projet ABA PIC (Accélération du Biocontrôle et des Agroéquipements pour la Protection Intégrée des Cultures), financé dans le cadre du Plan de relance et coordonné par l'ACTA, rassemble pour 19 mois les instituts techniques agricoles impliqués dans les groupes de travail « Biocontrôle » et « Protection intégrée des cultures » de l'ACTA, dont Arvalis, l'IFV et Terres Inovia. Centré sur le développement méthodologique, ce projet s'articule autour de quatre objectifs clés :

- 1 **Développer et tester des outils de suivi des organismes** et substances de biocontrôle dans l'agroécosystème ;
- 2 **Développer et tester des méthodes d'étude des facteurs** qui conditionnent le succès d'utilisation du biocontrôle ;
- 3 **Améliorer les capacités d'expérimentation** sur les modes d'application des produits de biocontrôle ;
- 4 **Développer un savoir-faire de positionnement du biocontrôle sur la base du diagnostic**, du monitoring et de la prévision des dynamiques des bioagresseurs et auxiliaires des cultures.

### Un consortium pour favoriser les solutions numériques innovantes

Pour relever les défis de la révolution numérique dans les systèmes de production agricole, Terres Inovia est associé au consortium l'Alliance H@rvest. Créé en janvier 2021, cette alliance regroupe plusieurs acteurs publics et privés, comme AgroParisTech et sa fondation, Telecom Paris, AgreenTechValley et Terres Inovia. Son objectif ? Favoriser l'émergence de solutions numériques innovantes dans le domaine agricole financées par des industriels et le programme d'investissement d'avenir.

Le consortium cherche aussi à renforcer la durabilité des pratiques agricoles et des productions et à garantir aux consommateurs et aux producteurs la traçabilité de la production agricole, tout en maintenant un haut niveau de compétitivité des exploitations. Ainsi, l'Alliance H@rvest vise à augmenter les rendements par l'exploitation de données massives à l'aide de satellites ou drones, à mettre au point des outils d'aide à la supervision agricole ou encore à proposer une offre pédagogique sur les métiers de l'agriculture connectée.

# LES PROJETS STRUCTURANTS



## LES LAURIERS D'INRAE

Le lundi 29 novembre 2021, la 2<sup>e</sup> cérémonie des Lauriers d'INRAE décernés par un jury international, a mis en lumière les parcours et l'engagement de femmes et d'hommes au service de la recherche d'excellence dans les domaines de l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. La communauté scientifique de Plant2Pro® a été récompensée :

- Le « Grand prix de la recherche agronomique » : Hervé VAUCHERET, directeur de l'équipe « Epigénétique et petits ARNs » de l'IJPB. Hervé VAUCHERET est reconnu mondialement pour ses études sur l'immunité des plantes en utilisant le modèle « transgène ».
- Le prix « Défi scientifique » : Laurent PHILIPPOT, directeur de recherche à l'UMR Agroécologie. Ses recherches visent à favoriser les processus microbiens pour optimiser l'utilisation de l'azote par les cultures.



## LAURÉAT DU PRIX ROBERVAL 2021

### L'OUVRAGE IMMUNITÉ DES PLANTES : pour des cultures résistantes aux maladies

La cérémonie de remise du 34<sup>e</sup> Prix Roberval s'est déroulée à Compiègne le vendredi 26 novembre 2021.

Christian LANNOU, Dominique ROBY, Virginie RAVIGNÉ, Benoit MOURY et Mourad HANNACHI sont les heureux lauréats dans la catégorie « Enseignement supérieur » pour le livre « L'immunité des plantes. Pour des cultures résistantes aux maladies » (éditions Quae – coll. Savoir faire – 392 pages, 7 janvier 2021)

Organisé par l'Université de technologie de Compiègne et ses partenaires, le Prix Roberval récompense chaque année, depuis 1987, des œuvres qui traitent de technologie en langue française dans cinq catégories : grand public, enseignement supérieur, télévision, jeunesse et journalisme scientifique et technique.

Ce livre explicite les concepts fondamentaux et s'appuie sur des études de cas pour réaliser une synthèse très complète des travaux en biologie, en modélisation et en sciences sociales sur ce qu'est l'immunité végétale et sur la manière dont elle pourrait concourir à une agriculture respectueuse de l'environnement.



### Bliss : Ecospray

Co-fondée en Janvier 2021 par Vincent DE RUDNICKI, ingénieur de Recherche INRAE et Yves MATTON, Olivier et Pierre LE BLAINVAUX du startup studio Technofounders, la société Bliss Ecospray vise à réduire la dérive de produits phytosanitaires grâce à une technologie brevetée reposant sur des pulvérisations confinées par bouclier d'air.



### MoBiDiv : un projet prioritaire de recherche pour mobiliser la diversification intra-parcelle dans le secteur semencier

Le projet MoBiDiv, lauréat du Programme Prioritaire de Recherche "Cultiver et Protéger Autrement" (PPR CPA) vise à « mobiliser et sélectionner la diversité cultivée intra- et inter-spécifique pour un changement systémique vers une agriculture sans pesticide ».

MoBiDiv est co-porté par Jérôme ENJALBERT (INRAE, équipe DEAP de GQE-le Moulon) et Aline FUGERAY-SCARBEL (INRAE, Laboratoire d'Économie Appliquée de Grenoble). Projet interdisciplinaire d'une durée de six ans et d'un financement de 3 millions d'€, MoBiDiv implique 19 équipes de recherche (INRAE, CNRS, CIRAD, IRD, MNHN, AgroParisTech, Insitut Agro Montpellier, Universités) ainsi que le GEVES. MoBiDiv a pour objectif de produire et de diffuser les connaissances scientifiques nécessaires au développement d'une sélection de plantes dédiées à la diversification intra-parcelle, levier majeur pour développer une agriculture sans pesticides. MoBiDiv est un projet interdisciplinaire qui développera une recherche de pointe en génétique, agronomie, pathologie, écologie, microbiologie et sciences sociales. MoBiDiv renforcera les liens entre scientifiques et acteurs de la filière semence (acteurs institutionnels, instituts techniques, coopératives, conseils agricoles, agriculteurs), notamment par des approches de recherche participative.



### #OFE 2021 : farmer-centric On-Farm Experimentation

Du 13 au 15 octobre 2021 s'est tenue la première conférence internationale sur la façon dont les outils numériques peuvent redéfinir la manière dont l'expérimentation est réalisée par et pour les agriculteurs dans les exploitations agricoles. Cette conférence aborde les questions techniques, sociales et politiques pour permettre et accélérer cette transition. Elle est organisée par l'ISPA OFE-C (On-Farm Experimentation Community of International Society of Precision Agriculture), l'INRAE-#DigitAg et est parrainée par le Programme de recherche coopérative de l'OCDE sur la gestion des ressources biologiques pour des systèmes agricoles durables, la Fondation Agropolis, #DigitAg, la région Occitanie, ainsi que l'Université d'Excellence de Montpellier, Occitanum, Agreenium, les RMT Modelia et NAEXUS, et INRAE (Départements MathNum & AgroEcoSystem).

Les « On-Farm Experimentation » sont de nouvelles générations d'expérimentations à la ferme co-construites avec les agriculteurs. Elles proposent de nouvelles façons d'innover en agriculture. Une équipe de recherche internationale rassemblant huit pays (Argentine, Australie, Canada, Chine, Etats-Unis, France, Malaisie, Maroc, Royaume-Uni), impliquant en France INRAE et l'institut #DigitAg, s'est constituée pour établir les principes fondamentaux de ce mouvement « OFE » et pour argumenter en faveur de sa reconnaissance institutionnelle. Leur analyse, publiée le 23 décembre 2021 dans Nature Food, montre que ce modèle collaboratif qui se développe dans le monde entier pourrait permettre d'accélérer les transitions agroécologiques et digitales.



# LES PROJETS STRUCTURANTS

## Syppre

ARVALIS Institut du végétal  
ITB Institut Technique de la Betterave  
Terres Inovia l'agronomie en mouvement

SYPPRE publie ses premiers résultats : ARVALIS, Terres Inovia et l'Institut Technique de la Betterave partagent l'ambition de produire des références et des outils dans une approche transversale à l'échelle des systèmes de culture et de l'exploitation.

Ils se sont associés dans l'action Syppre qui arrive à mi-parcours (2015-2025) et dont les expérimentations produisent déjà leurs premiers résultats (accessibles sur [www.syppre.fr](http://www.syppre.fr)). Cette action vise à favoriser le développement d'exploitations agricoles multiperformantes. Elle s'inscrit dans un objectif de durabilité, par la mise en œuvre des pratiques agroécologiques adaptées aux milieux et aux exploitations. Après quatre campagnes, les performances environnementales s'améliorent concrètement. Les résultats économiques sont quant à eux souvent dégradés, car les expérimentateurs prennent volontairement plus de risques techniques qu'en exploitation. Il leur faut aussi apprendre à maîtriser de nouveaux leviers, à piloter ces systèmes plus complexes et à choisir des cultures de diversification adaptées à chaque contexte. Les outils d'accompagnement des agriculteurs pour la mise en œuvre de solutions systémiques innovantes seront bientôt disponibles, par exemple un arbre de décisions pour une transition vers l'agriculture de conservation des sols (ACS).

## IFV & INRAE

### Nouveau partenariat INRAE – IFV : la recherche et l'innovation pour préparer la viticulture de demain

Le 19 mai 2021, l'IFV et INRAE ont signé un nouvel accord de partenariat ambitieux pour les dix prochaines années.

La recherche de solutions innovantes et de nouveaux systèmes de production dans le secteur de la vigne et du vin sont indispensables pour anticiper les effets du changement climatique et l'évolution des demandes des consommateurs et pour répondre aux exigences de la transition agro-écologique et de la réduction de l'usage des produits phytosanitaires.



## cnrs & INRAE

### Le CNRS et INRAE renforcent leurs coopérations scientifiques au service des Objectifs de Développement Durable

Le CNRS et INRAE ont signé en décembre 2021 un nouvel accord-cadre pour cinq ans visant à renforcer leur collaboration déjà étroite. Les deux instituts s'engagent à accentuer la production et la valorisation conjointes de connaissances scientifiques au plus haut niveau pour contribuer à la réalisation des Objectifs de Développement Durable (ODD) des Nations Unies. Soutenus par une recherche d'excellence, INRAE et le CNRS ont ainsi l'ambition d'apporter des solutions aux défis climatiques, sanitaires et environnementaux inscrits dans les ODD 2030 de l'ONU :

- Atténuation et adaptation au changement climatique ;
- Préservation et restauration de la biodiversité et des sols ;
- Protection de la ressource en eau ;
- Santé publique et environnementale ;
- Bioéconomie circulaire ;
- Gestion des risques multiples (naturels, économiques et sociaux) ;
- Usage des terres et transition agroécologique.

## PlantAlliance

DES PLANTES AU SERVICE DES AGRICULTEURS DE DEMAIN

### Un consortium public-privé en génétique végétale pour accélérer l'innovation agroécologique

28 acteurs de la recherche publique, technique et privée impliqués dans les sciences du végétal, l'amélioration des plantes et les technologies afférentes ont créé le consortium PlantAlliance. Ces acteurs sont rassemblés autour d'une feuille de route scientifique et technique, co-construite et partagée, centrée sur la génétique, la génomique, la biologie végétale et l'interface avec les domaines de la nutrition et protection des plantes, de la conception de systèmes de culture innovants, et du numérique. Les actions de PlantAlliance sont réalisées grâce à la contribution de ses membres (budget de 900 k€) pour une durée de dix ans. Initié et présidé par INRAE pour un premier cycle de quatre ans, le consortium PlantAlliance est opérationnel depuis début 2021.



# LES PARTENARIATS

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



INRAE

x



SABI AGRI et INRAE (UR TSCF, Clermont-Ferrand) unissent leurs compétences pour concevoir les agroéquipements robotiques de demain grâce à un laboratoire commun, soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) et nommé TIARA (Toward Intelligent Adaptable Robots for Agriculture).

Le LabCom TIARA va jouer un véritable rôle d'accélérateur pour toute la filière en proposant des engins dotés de niveaux d'autonomie adaptables et de capacités de décisions partagées, afin d'être en adéquation avec les attentes des agriculteurs. L'alliance des connaissances du terrain agricole et de la chaîne de traction des machines agricoles électriques de SABI AGRI, associées à l'expertise de l'équipe de recherche en robotique agricole d'INRAE, constituent le socle du laboratoire commun.

« La mise en œuvre de scénarii cultureux pousse nos réflexions sur l'adaptation du véhicule agricole électrique au plus proche du besoin agronomique et ainsi nous anime dans le développement de nouveaux concepts. Cette émulation touche tout le spectre de nos activités : de la capacité décisionnelle du robot à la supervision, en passant par l'outillage en lien avec le sol... », s'enthousiasme Jean-Christophe ROUX, ingénieur d'étude UR TSCF.

## PRÉSENTATION du Club Phoma

INRAE, Terres Inovia et 11 entreprises membres de l'Union Française des Semenciers (UFS) travaillant sur le colza, se sont associés pour co-financer et développer un projet scientifique collaboratif portant sur la gestion raisonnée de gènes de résistance spécifiques du colza au phoma (gènes Rlm).

L'objectif de ce « Club Phoma » est de mettre en place un dispositif responsable, original et novateur pour la gestion des maladies des plantes. Ce dispositif offre aux membres du Club trois avantages concernant la résistance au phoma du colza :

1  
Accéder prioritairement  
et sans coût supplémentaire  
à du matériel végétal résistant

2  
Contribuer à un effort collectif  
de suivi dynamique des populations  
du pathogène pour une amélioration  
continue des stratégies  
de gestion des résistances

3  
Bénéficier en co-exclusivité  
des résultats issus des travaux  
de recherche et développement  
menés parallèlement au réseau

Ce projet s'inscrit dans la continuité des projets collaboratifs fructueux conduits depuis 25 ans, avec l'implication d'un nombre significatif d'obteneurs de l'UFS, sur un sujet d'importance stratégique dans la lutte contre le phoma du colza. Il s'inscrit dans la tradition de construction de partenariats public-privé, facteur de réussite de la communauté colza depuis plusieurs décennies.



## LA VIE DES PROJETS FINANCÉS PAR PLANT2PRO®

La section « semence de maïs et sorgho » du Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants (GNIS, devenu SEMAE en 2021) souhaite promouvoir et soutenir des programmes ambitieux de R&D sur les ravageurs de début de cycle du maïs. Les résultats de ces projets doivent offrir un potentiel d'innovations incrémentales ou de rupture, permettant aux producteurs de maïs français de lutter efficacement contre le développement de ces bioagresseurs et de limiter ainsi les impacts sur les performances productives et économiques des exploitations.

Issu des résultats du projet Attractivité Plant2Pro® Géomix (2019), le nouveau projet GéoTrouvetou ayant débuté en 2021 associe Arvalis, l'UMR IGEPP, FREDON Bretagne (Organisme à Vocation Sanitaire), Vert Marine et Triskalia Innovation. Il a pour ambition de passer du laboratoire au champ afin de mieux connaître le cycle de la géomyze et d'identifier des leviers mobilisables dans une stratégie de protection intégrée. Le projet vise à :

- Déterminer les facteurs biotiques et abiotiques conditionnant les attaques de géomyze ;
- Mieux comprendre les relations entre la géomyze et ses plantes hôtes afin d'identifier les traits biochimiques qui expliquent ses préférences, et d'initier une stratégie de lutte par résistance variétale ;
- Identifier, tester et combiner différents leviers pour viser une protection intégrée du maïs contre la géomyze.

# 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 subventions 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 (Association Nationale de la Recherche et de la Technologie).

Le **dispositif Cifre** est un levier particulièrement efficace de la stratégie partenariale du Carnot Plant2Pro® et rencontre un franc succès auprès de nos partenaires. Pour illustrer la confiance que ces derniers nous accordent, 10 nouvelles thèses Cifre ont été initiées en 2021 et 6 se terminaient.



## QUESTIONS à Rémy CAILLIATTE

Directeur du CARNOT PLANT2PRO®

### Qu'est-ce que le dispositif CIFRE ?

Le dispositif CIFRE permet le financement d'une formation doctorale par la recherche dans le cadre d'un partenariat entre un laboratoire de recherche public et une entreprise. Il se concrétise par la formalisation d'une convention CIFRE qui associe 3 partenaires : une entreprise, un doctorant et un laboratoire de recherche qui assure l'encadrement de la thèse.

L'entreprise recrute en CDI ou en CDD de 3 ans un diplômé de grade master, avec un salaire brut minimum annuel de 23 484 €, et lui confie des travaux de recherche objet de sa thèse. Elle reçoit de l'Association nationale de la recherche et de la technologie (ANRT) une subvention annuelle de 14 000 € pendant 3 ans. L'entreprise signe avec le laboratoire un contrat de collaboration spécifiant les conditions de déroulement des recherches et les clauses de propriété des résultats obtenus par le doctorant.

### Quelles sont les plus-values pour les entreprises ?

Le co-encadrement d'une thèse CIFRE est un levier opérationnel et efficace de conduite d'un projet de recherche en partenariat public-privé. L'entreprise accède ainsi aux compétences des laboratoires de notre réseau

qui contribuent à former un cadre scientifique de haut niveau que l'entreprise pourra éventuellement recruter à l'issue de l'obtention du diplôme. Les dépenses engendrées par une CIFRE sont éligibles au Crédit d'Impôt Recherche, déduction faite de la subvention obtenue. En cas de recrutement en CDI dans l'entreprise à l'issue de la thèse, le doctorant peut faire bénéficier à son employeur du statut particulier de jeune docteur dans le calcul du CIR.

### Comment le Carnot Plant2Pro® peut vous accompagner ?

Les équipes de Plant2Pro® sont disponibles pour vous accompagner dans la définition de votre besoin de recherche. En tant que guichet unique d'entrée nous vous donnons accès au réseau des compétences disponibles au sein de Plant2Pro® et nous vous accompagnons dans le montage du projet, la contractualisation et dans le suivi de la thèse CIFRE, tout cela dans le respect de nos engagements en termes de délai et de réactivité.

Pour toute question, voici notre adresse mail : [plant2pro@instituts-carnot.fr](mailto:plant2pro@instituts-carnot.fr)

### AGRONOMIE & RATP

Comment entretenir les voies sans herbicides tout en maintenant la sécurité des trains ?

Tania RAKOTOSON

### TSCF & AGREENCULTURE

Modélisation et commande de robots chenilles soumis à des dynamiques fortes et incertaines.

Luc DESBOS

### GQE & RAGT

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

Antoine ALLIER

### IGEPP & INNOLEA SAS

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

Laura BELLEC

### IGEPP & BRETAGNE PLANTS INNOVATION

Diversité des locus et gènes de résistance au mildiou et aux nématodes à kyste chez la pomme de terre, pour la sélection de multi-résistances durables.

Julien LEUENBERGER

### IJPB & NOVAEM

Evaluation du rôle stimulateur des acides animés et petits peptides sur les performances agronomiques.

Manon LARDOS

### IPS2 & RIJK ZWANN

Vers la compréhension des réseaux moléculaires régulés par le facteur de transcription JOINTLESS2 lors du développement de l'inflorescence et de la zone d'abscission florale chez la tomate (*Solanum lycopersicum*).

Rachid BOUMLIK

### IPS2 & GAUTIER SEMENCES

Identification et caractérisation de mutations conférant la résistance au stress thermique chez *Arabidopsis*, en vue d'application aux espèces cultivées.

Gwilherm BRISOU

### ISA & BIOLINE AGROSCIENCES

De la preuve de concept à l'optimisation - l'utilisation d'une espèce d'acarien prédateur pour contrôler la population de la Chrysomèle des racines de Maïs (*Diabrotica virgifera virgifera*).

Antoine PASQUIER

### IJPB & AGRIODOR

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

Margaux TIXERONT

### IJPB & BASF

Identification of molecular mechanisms subtending bread wheat androgenesis: a chemical biology approach.

Jessica PARIS

### ISA & LIDEA

Multi-target biocontrol plants to manage multi-species attack on tomato agrosystems.

Cliven NJEKETE

### LIPME & SYNGENTA

Caractérisation génétique, transcriptomique et physiologique d'un QTL situé sur le chromosome 5 contrôlant la tolérance du rendement au froid chez le tournesol.

Jean LECONTE

Thèses lancées en 2021

Thèses terminées en 2021



# RESSOURCEMENT



Outil central pour l'implémentation de la stratégie scientifique de Plant2Pro®, le ressourcement scientifique vise à alimenter l'offre de recherche et d'innovation du Carnot. Il consiste en un appel à projet annuel, élaboré par le Comité de Pilotage de Plant2Pro®, 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 développer l'offre de partenariats à destination des acteurs socio-économiques.

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

6 nouveaux projets de ressourcement sélectionnés en 2021

6 projets terminés en 2021

En 2021, 1 260 000 € ont été investis, soit le budget le plus important depuis la création du Carnot Plant2Pro®

## PROJETS DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

### **BEANPride** Projet porté par IPS2, GQE et CNRGV

UN GÈNE DE RÉSISTANCE ATYPIQUE CHEZ LE HARICOT COMMUN : CARACTÉRISATION DE VARIANTES ALLÉLIQUES ET ÉVOLUTION DE SON RÔLE COMME CIBLE D'EFFECTEUR.

**OBJECTIF** > Les légumineuses à graines constituent un excellent levier pour accélérer la double transition agroécologique et alimentaire. Pour améliorer l'attractivité et la résilience de ces cultures, il convient de créer des variétés qui disposent de résistances génétiques aux maladies et aux ravageurs. Le projet BEANPride vise : i) à étudier la diversité allélique d'un locus de résistance atypique au niveau des séquences génomiques en s'appuyant sur les ressources génétiques du haricot et sur une technique innovante de PullCATCH, et ii) à évaluer le potentiel rôle de KTR2/3 comme cible d'effecteur pour développer des stratégies originales de lutte contre les agents pathogènes. BEANPride générera des séquences de haute qualité chez différents génotypes de haricot porteurs de différentes versions du gène, une cible de choix pour les sélectionneurs.

**Contact :**  
Valérie GEOFFROY > valerie.geoffroy@ips2.universite-paris-Saclay.fr (IPS2)

### **Effinox** Projet porté par Arvalis, IFV et UMR PAM Projet inter Carnot avec Qualiment

COMPRÉHENSION DES EFFETS NON INTENTIONNELS D'UNE TECHNOLOGIE ÉMERGEANTE DE TRAITEMENT PAR PHOTO-OXYDATION COMME ALTERNATIVE AUX INTRANTS CHIMIQUES POUR DEUX FILIÈRES AGRO-ALIMENTAIRES MAJEURES : LA VITIVINICULTURE ET LES CÉRÉALES.

**OBJECTIF** > Projet Inter Carnot Plant2Pro® - Qualiment® qui vise à caractériser les effets non-intentionnels de traitements photo-oxdatifs induits par la lumière visible et à déterminer les modalités d'application limitant ces effets. L'objectif final est de développer cette technologie comme alternative aux intrants chimiques en protection des cultures et dans la transformation alimentaire. Dans ce projet, les altérations physico-chimiques et les réponses physiologiques et métaboliques des matrices traitées (semences, vignes et vin) ainsi que les modifications des communautés microbiennes présentes seront évaluées.

**Contact :**  
Romain Valade > r.valade@arvalis.fr (Arvalis)

### **EasyHybrids** Projet porté par IJPB et IGEPP

BYPASSING EPIGENETICALLY REPRODUCTIVE BARRIERS IN HYBRID SEEDS.

**OBJECTIF** > Ce projet valorise des acquis de la recherche académique en matière de biologie évolutive et moléculaire pour accélérer l'obtention d'hybrides interspécifiques et intergénériques et l'exploitation de la diversité génétique au service de la compétitivité durable des productions végétales. Le projet développera une preuve de concept sur 2 modèles stratégiques pour la ferme France : le miscanthus (usage biomasse) et le colza (qui alimente de nombreuses filières industrielles). Les résultats du projet permettront (i) de consolider l'avance de phase scientifique des équipes sur cette thématique très dynamique et concurrentielle à l'échelle internationale et (ii) de donner accès, à travers des partenariats de recherche, à une méthode innovante de pilotage des croisements interspécifiques et intergénériques qui permettra aux sélectionneurs d'accélérer leurs programmes d'innovation variétale.

**Contact :**  
Filipe BORGES > filipe.borges@inrae.fr (IJPB)

### **PrimeTimeSA** Projet porté par IJPB et IGEPP

PRIME TIME FOR SALICYLIC ACID IN SUSTAINABLE CROP PRODUCTION.

**OBJECTIF** > En s'appuyant sur des travaux et des résultats acquis sur une plante modèle (*Arabidopsis thaliana*), PrimeTimeSA développe une approche innovante permettant d'exploiter les effets du priming des graines de colza par l'acide salicylique. Ce traitement confère une capacité accrue de défense aux stress biotiques et abiotiques lors des premiers stades de germination et de développement. Les résultats permettront d'ouvrir la voie vers un nouvel itinéraire de production de semences et une nouvelle stratégie de biostimulation pour les acteurs de l'agroalimentaire.

**Contact :**  
Helen NORTH > helen.north@inrae.fr (IJPB)

### **Viti-Graft** Projet porté par EGFV et IFV

CHARACTERISATION OF THE GENETIC DETERMINANTS OF GRAFTING SUCCESS IN VITIS SPP : METHOD DEVELOPMENT AND MARKER IDENTIFICATION.

**OBJECTIF** > Le greffage de la vigne représente des enjeux socio-économiques importants avec plus de 200 millions de plants greffés par an. Le projet VitiGraft développe une approche de génétique quantitative robuste pour identifier, selon une méthode originale, les déterminants génétiques de la réussite du greffage chez la vigne. Les méthodologies développées permettront aux entreprises de la pépinière d'optimiser leurs processus de greffage et de sélectionner des variétés de porte-greffe moins sujettes aux problèmes de rejet, mais aussi présentant une meilleure reprise au greffage.

**Contacts :**  
Sarah COOKSON > sarah.cookson@inrae.fr (EGFV)  
Anne-Sophie SPILMONT > anne-sophie.spilmont@vignevin.com (IFV)

### **Xylosafe** Projet porté par SAVE, EGFV et IFV

VALIDATION D'UN MODÈLE DE RÉSISTANCE AUX MALADIES DU BOIS DANS UN CONTEXTE D'AMÉLIORATION VARIÉTALE CHEZ LA VIGNE.

**OBJECTIF** > La viticulture fait aujourd'hui face à plusieurs défis prioritaires : la nécessité de réduction des intrants phytosanitaires, l'adaptation au changement climatique et la lutte contre le dépérissement. Les déterminants physiologiques et génétiques de la résistance aux maladies du bois de la vigne restent largement incompris et ces maladies sont donc difficilement prises en compte dans les programmes actuels de sélection et création variétale. Dans ce contexte, le projet XyloSafe vise à étudier la diversité de la résistance et de la tolérance à deux agents pathogènes impliqués dans les maladies du bois de la vigne et à caractériser l'impact de l'anatomie du plan sur la résistance. Les déterminants génétiques associés à ces différents caractères seront également étudiés pour identifier si des corrélations peuvent être établies avec le degré de sensibilité global observé au terrain sur un large panel de vignes cultivées. Les résultats permettront de construire de nouveaux partenariats avec les différents acteurs des interprofessions viticoles régionales ainsi que des sélectionneurs privés.

**Contact :**  
Chloé DELMAS > chloe.delmas@inrae.fr (SAVE)



# ATTRACTIVITÉ



Les actions « Attractivité » permettent de réaliser des preuves de concept scientifiques pour avancer significativement vers le transfert (gain de maturité technologique, ou échelle « Technology Readiness Level », TRL, en anglais) et pour renforcer les plateformes technologiques de Plant2Pro® par des équipements de pointe afin de promouvoir leur développement et élargir leur offre à destination des partenaires socio-économiques.

11 nouveaux projets attractivité 2021

En 2021, 570 000 € d'abondement ont été investis dans des actions d'attractivité

## ACCESS Projet porté par GDEC

VALIDATION ET CARACTÉRISATION DE MUTATIONS D'UN GÈNE IMPLIQUÉ DANS LA COMPATIBILITÉ AU CROISEMENT ENTRE LE BLÉ ET LE SEIGLE.

**OBJECTIF** > Comprendre les mécanismes contrôlant les croisements entre espèces apparentées pour introduire une variabilité nouvelle, originale et adaptée aux programmes de sélection actuels et locaux chez le blé et le triticale.

**Cibles partenariales** : Interprofession céréalière et établissements de sélection en grandes cultures

**Contact** :  
Pierre SOURDILLE > pierre.sourdille@inrae.fr (GDEC)

## DRIAS Easy Projet porté par Arvalis

EVALUATION D'UNE CHAÎNE DE TRAITEMENT POUR L'INTÉGRATION DES DONNÉES DRIAS SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE SYSTÈME D'INFORMATION ARVALIS.

**OBJECTIF** > Développer une chaîne de traitement informatique permettant le traitement automatisé de données issues de projections climatiques régionalisées du portail DRIAS (Donner accès aux scénarii climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnements) pour mieux cerner les conséquences du changement climatique pour le monde agricole.

**Cibles partenariales** : Agriculteurs, acteurs agricoles, entreprises privées

**Contact** :  
Olivier DEUDON > o.deudon@arvalis.fr (Arvalis)

## EXOBIO Projet porté par SAVE

UNE NOUVELLE MÉTHODE DE RÉFÉRENCE POUR L'ÉVALUATION D'EFFICACITÉ DES PRODUITS DE BIOCONTRÔLE CONTRE LE BLACK-ROT

**OBJECTIF** > Développer dans le cadre de la plateforme BC2Grape une méthode de référence pour évaluer l'efficacité de solutions de biocontrôle pour lutter contre le Black-Rot de la vigne, en combinant un protocole innovant d'inoculation artificielle et des outils d'évaluation du développement du Black-Rot.

**Cibles partenariales** : Industriels du biocontrôle

**Contact** :  
Marie-Cécile DUFOUR > marie-cecile.dufour@inrae.fr (SAVE)

## PhénoFlax / 2022 Projet porté par Arvalis

DÉVELOPPEMENT DE MÉTHODES DE PHÉNOTYPAGE DU LIN FIBRE EN UTILISATION DES CAPTEURS.

**OBJECTIF** > Développer l'évaluation et la validation de méthodes numériques pour rendre les outils de phénotypage accessibles à la caractérisation du lin fibre au champ (implantation, phénologie, croissance...) adaptées aux besoins de la création et de l'évaluation variétale.

**Cibles partenariales** : Sélectionneurs

**Contact** :  
Katia BEAUCHENE > k.beauchene@arvalis.fr (Arvalis)

## CELECTIV Projet porté par ITAP

CARTOGRAPHIE EN LIGNE ET LOW COST DU RENDEMENT ET DE LA QUALITÉ EN VITICULTURE.

**OBJECTIF** > Expérimenter l'usage de traceurs géolocalisés (boîtiers de tracking) à bas coût, pour générer des cartes du rendement et de la qualité en viticulture au niveau intra-parcellaire à partir des mesures (poids, sucre, état sanitaire, etc.) effectué à la réception de la vendange en cave.

**Cibles partenariales** : Acteurs du numérique (constructeurs de boîtiers, spécialistes des réseaux de communication) et acteurs de la viticulture (entreprises de travaux agricoles, exploitation, coopératives, etc.)

**Contact** :  
Bruno TISSEYRE > bruno.tisseyre@supagro.fr (ITAP)  
Eric SERRANO > eric.serrano@vignevin.com (IFV)

## EVAL'IHS Projet porté par Arvalis

ÉVALUATION DE L'IMAGERIE HYPERSPECTRALE (IHS) POUR LA DÉTERMINATION DE LA QUALITÉ DES RÉCOLTES ET L'OPTIMISATION DU STOCKAGE.

**OBJECTIF** > Évaluer le potentiel de l'IHS dans sa capacité à déterminer la qualité des récoltes (pommes de terre, lin, sarrasin et céréales) et à optimiser le nettoyage et le stockage en développant des calibrations.

**Cibles partenariales** : Établissements collecteurs des récoltes ; opérateurs et stockeurs des filières pomme de terre ; sélectionneurs et équipementier (calibration)

**Contact** :  
Séverine MAUDEMAIN > s.maudemain@arvalis.fr (Arvalis)

## PhenoMust® Projet porté par IFV

NOUVEL OUTIL DE PRESSURAGE DES MOUTS EN PETIT VOLUME POUR L'INTÉGRATION EN AMONT DE CRITÈRES ŒNOLOGIQUES DANS LA SÉLECTION ET LE PHÉNOTYPAGE DES CRÉATIONS VARIÉTALES DE LA FILIÈRE VITICOLE POUR LA PRODUCTION DES VINS BLANCS ET ROSÉS

**OBJECTIF** > Acquisition d'un équipement pour renforcer une plateforme de phénotypage œnologique sur le développement de nouvelles variétés de vigne résistantes aux maladies fongiques et intégrer l'évaluation de l'aptitude des nouvelles variétés à la transformation en vin blancs et rosés.

**Cibles partenariales** : Interprofessions viticoles et maisons de production

**Contact** :  
Marie-Agnès DUCASSE > marie-agnes.ducasse@vignevin.com (IFV)

## PICOL'N Projet porté par Terres Inovia

TEST D'UNE APPROCHE DE LUTTE INTÉGRÉE POUR AMÉLIORER LA TOLÉRANCE DU COLZA AUX ATTAQUES LARVAIRES D'INSECTES D'AUTOMNE.

**OBJECTIF** > Construire un outil de prévisionnel de la sensibilité de la culture du colza aux attaques d'insectes en combinant de manière originale des approches de diagnostic agronomique, de modélisation agronomique et d'imagerie satellitaire.

**Cibles partenariales** : Organismes économiques agricoles, filière agro-protéagineuse

**Contact** :  
Luc CHAMPOLIVIER > l.champolivier@terresinovia.fr (Terres inovia)

## AppEau Projet porté par IFV

DÉVELOPPEMENT D'UNE APPLICATION EN LIGNE POUR ÉVALUER LE NIVEAU DE CONTRAINTE HYDRIQUE SUR DES PARCELLES VITICOLES.

**OBJECTIF** > Développer une application en ligne à partir du modèle Walis, développé par l'IFV et INRAE, permettant de visualiser le niveau de contrainte hydrique de différentes parcelles et/ou de différents millésimes et de valoriser des données météorologiques à des fins de protection du vignoble dans nombre d'exploitations.

**Cibles partenariales** : Viticulteurs et conseillers viticoles, éditeurs de logiciels de traçabilité et fournisseurs de stations de météo connectées

**Contact** :  
Alexandre DAVY > alexandre.davy@vignevin.com (IFV)

## LIVE SM2 Projet porté par IJPB

CARTOGRAPHIE 2D DES MÉTABOLITES SPÉCIALISÉS DES PLANTES ET DE LEUR MICROBIOTE.

**OBJECTIF** > Acquérir une sonde d'échantillonnage de surface par gouttelette et micro-injection liquide (Droplet Probe), permettant une extraction non destructive sur organismes vivants en surface au sein de la plateforme Observatoire du Végétal de Plant2Pro®.

**Cibles partenariales** : Acteurs des productions végétales (semenciers, agroalimentaires ou phytosanitaires, biostimulants, biocontrôle)

**Contact** :  
François PERREAU > francois.perreau@inrae.fr (IJPB)

## TaDeBo'Sols Projet porté par Terres Inovia

CONSTRUCTION DE TABLEAUX DE BORD OPÉRATIONNELS POUR LE PILOTAGE STRATÉGIQUE DES SERVICES ATTENDUS DE LA FERTILITÉ DES SOLS EN SYSTÈMES DE GRANDES CULTURES.

**OBJECTIF** > Formaliser des connaissances sur les différents services attendus de la fertilité des sols en explicitant les liens de cause à effet entre services et pratiques clés puis développer de tableaux de bord pour faciliter la réussite de la transition agroécologique dans les exploitations agricoles.

**Cibles partenariales** : Établissements coopératifs agricoles (coopératives agricoles, négoce)

**Contact** :  
Anne-Sophie PERRIN > as.perrin@terresinovia.fr (Terres Inovia)

# LA GOUVERNANCE ET LE RÉSEAU CARNOT

Un réseau de  
**39 Carnot**



## Le label Carnot

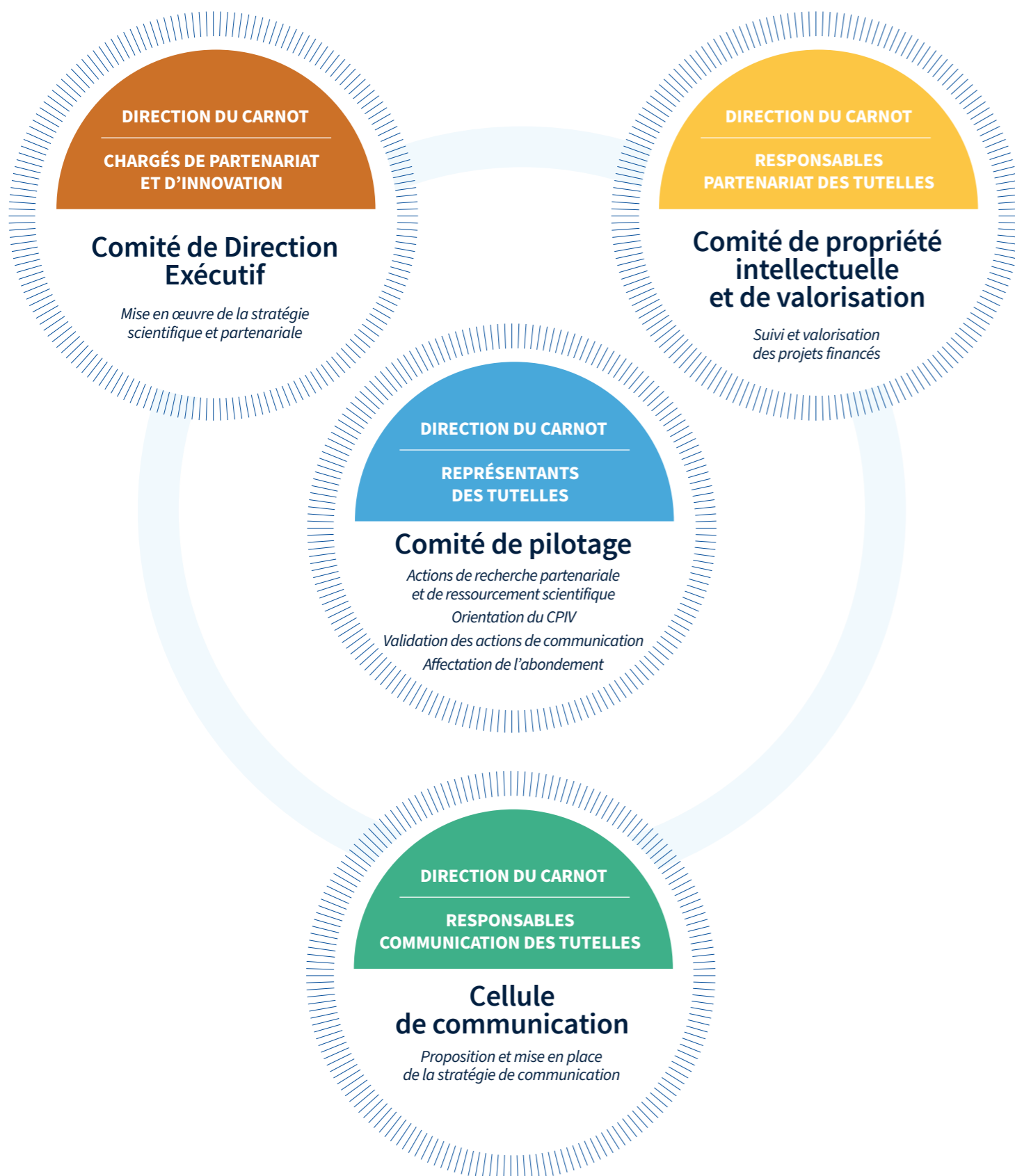
Les Instituts Carnot sont des structures de recherche publique labellisées par le ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation pour leur engagement à mener et développer une activité R&D pour l'innovation des entreprises. Le label Carnot, créé en 2006, est attribué à l'issue 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

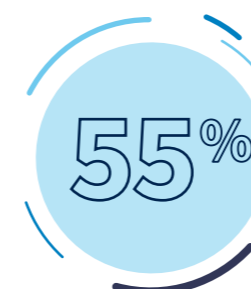
Chaque Carnot reçoit un abondement financier du ministère, calculé en fonction de ses recettes contractuelles avec des partenaires socio-économiques. Chaque Carnot peut, grâce à cet abondement, assurer le ressourcement scientifique de ses équipes de recherche, développer son attractivité et les partenariats 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.



**des effectifs de la recherche publique française**



**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

Directrice Adjointe - 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.f

### 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

### Samy KOLLI

Chargé de Communication  
+33(0)625487120  
samy.kolli@inrae.fr

[plant2pro@instituts-carnot.fr](mailto:plant2pro@instituts-carnot.fr)

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



[plant2pro.fr](http://plant2pro.fr)