



**HAL**  
open science

## #AgricultureInnovation2025

Jean-Marc Bournigal, Francois Houllier, Philippe Lecouvey, Pierre Pringuet

► **To cite this version:**

Jean-Marc Bournigal, Francois Houllier, Philippe Lecouvey, Pierre Pringuet. #AgricultureInnovation2025. 2015, 135 p. 10.15454/1.4618352313370586E12 . hal-02801878

**HAL Id: hal-02801878**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02801878v1>**

Submitted on 5 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



---

#AgricultureInnovation2025

# 30 projets

pour une agriculture compétitive  
& respectueuse de l'environnement

---

Propositions de :  
Jean-Marc BOURNIGAL  
François HOULLIER  
Philippe LECOUCVEY  
Pierre PRINGUET

---

#AgricultureInnovation2025

---










**30 projets**  
pour une agriculture compétitive  
et respectueuse de l'environnement

Propositions de :  
Jean-Marc BOURNIGAL  
François HOULLIER  
Philippe LECOUEY  
Pierre PRINGUET



# Sommaire

Synopsis	06
----------	----

Priorités	Axes	pages	Projets		
<b>1</b> Développer une approche système et faire de l'agriculture un contributeur à la lutte contre le dérèglement climatique 2 axes - 9 projets - 31 actions	 Agro-écologie	012	[Agroéco1] 1	Développer les recherches sur la biologie du sol	014
			[Agroéco2] 2	Améliorer la fertilité des sols et atténuer le changement climatique	016
	 Bioéconomie	024	[Agroéco3] 3	Anticiper le changement climatique et s'y adapter : développer et promouvoir une gestion intégrée de l'eau	018
			[Agroéco4] 4	Anticiper le changement climatique et s'y adapter : développer un portail de services pour l'agriculture	020
			[Agroéco5] 5	Développer des outils de diagnostic sanitaire rapide sur le terrain	022
			[Bioéco1] 6	Contribuer à l'autonomie protéique de la France et de l'Europe	026
			[Bioéco2] 7	Amplifier la recherche en technologie et en ingénierie des procédés	028
			[Bioéco3] 8	Structurer la recherche en biologie des systèmes et biologie de synthèse pour les bioindustries	030
			[Bioéco4] 9	Structurer la recherche pour et sur la bioéconomie	032
<b>2</b> Permettre le plein développement des nouvelles technologies dans l'agriculture 4 axes - 12 projets - 45 actions	 Agriculture numérique	036	[Num1] 10	Mettre en place un portail de données à vocation agricole pour l'innovation ouverte	038
	 Robotique	042	[Num2] 11	Structurer la recherche sur le numérique en agriculture	040
			[Rob1] 12	Accélérer la recherche et le développement en robotique agricole	044
	 Génétique & biotechnologies	050	[Rob2] 13	Structurer et accompagner le tissu industriel en robotique agricole	046
			[Rob3] 14	Mettre en place les dispositifs de test et qualification des robots agricoles	048
			[Gén1] 15	Développer la sélection génomique animale et végétale	052
			[Gén2] 16	Assurer la maîtrise des nouvelles biotechnologies	054
	 Biocontrôle	060	[Gén3] 17	L'enjeu industriel des métabolites secondaires, leur diversification et leur développement	056
			[Gén4] 18	Faire évoluer les procédures et protocoles pour favoriser le progrès génétique et son adoption	058
			[Bioc1] 19	Structurer et soutenir la recherche-développement sur le biocontrôle des bio-agresseurs des plantes	062
			[Bioc2] 20	Soutenir le biocontrôle en élevage pour améliorer ses performances et la santé animale	064
			[Bioc3] 21	Adapter les procédures et protocoles d'évaluation du biocontrôle des bio-agresseurs des plantes	066
 Innovation ouverte			070	[Innov1] 22	Intégrer les expériences des agriculteurs dans les dynamiques d'innovation
	[Innov2] 23	Mobilisation de la R-D-I agricole en réponse aux défis sociétaux		074	
	[Innov3] 24	Créer des <i>Living labs</i> territoriaux de l'agro-écologie et de la bioéconomie		076	
	[Innov4] 25	Faire évoluer les réseaux d'expérimentation et d'observation		078	
<b>3</b> Fédérer tous les acteurs de la recherche, de l'expérimentation et du développement agricole en appui de la compétitivité 3 axes - 9 projets - 22 actions	 Économie agricole	080	[Éco1] 26	Développer et diffuser les outils d'évaluation multicritère des systèmes agricoles et alimentaires	084
	 Formation	090	[Éco2] 27	De nouvelles sources de revenu et de financement pour l'agriculture	086
			[Éco3] 28	Créer un observatoire international de la compétitivité de l'agriculture et de l'agroalimentaire	088
[Form1] 29	Renforcer l'adéquation des dispositifs de formation et d'accompagnement aux compétences requises	092			
[Form2] 30	Amplifier le déploiement des compétences pour accompagner l'évolution du monde agricole	094			

Annexes	096
---------	-----

Glossaire	0132
-----------	------

Remerciements	0134
---------------	------

# Synopsis

## 1. Un contexte exigeant

En ce début de 21<sup>e</sup> siècle, l'agriculture doit relever de nombreux défis : **nourrir l'humanité**, avec une demande sans cesse accrue provenant des pays émergents en protéines animales et végétales ; réduire son empreinte environnementale, participer à la lutte contre le **changement climatique et s'y adapter** en réalisant la **transition agro-écologique** ; et fournir les matières premières adaptées pour des **usages énergétiques, chimiques ou des matériaux** en exploitant pleinement la **biomasse**.

La simultanéité de ces défis requiert des évolutions profondes de l'économie des filières, en gardant à l'esprit que :

- à une extrémité se trouvent les **consommateurs** : ceux-ci expriment vis à vis des denrées alimentaires des besoins divers sur les produits eux-mêmes (du produit le plus banal à la haute gastronomie) mais aussi sur leurs modes de production (origine, bien-être animal, impact social et environnemental...), parfois même de manière contradictoire. Mais en définitive ils veulent en toutes occasions des produits qui satisfont leurs besoins et sensibilité du moment, avec une **exigence élevée en terme de qualité et de sécurité, et cela à un prix compétitif** ;
- à l'autre extrémité se trouvent les **exploitations agricoles** : celles-ci sont par essence très diverses (à commencer par la géographie et leur insertion dans le milieu naturel). Il ne peut donc y avoir de modèle unique, mais il est impératif que toutes puissent dégager une rentabilité suffisante.

Cela implique, pour répondre aux exigences d'une performance économique, environnementale et sociale, un haut niveau d'efficacité et de contrôle tout au long des filières agroalimentaires. Dans un monde ouvert, cela se caractérise par une exigence de compétitivité, mais en intégrant fortement la dimension du développement durable. C'est cette recherche d'une compétitivité durable qui a inspiré toute la Mission et les projets d'action formulés ici avec la conviction que l'innovation est indispensable.

## 2. Une méthode ouverte et inclusive

La **méthode** utilisée par la Mission a été celle d'un dialogue avec toutes les parties prenantes : représentants des filières, syndicats agricoles, chambres d'agriculture, organisations de consommateurs, organismes de recherches, instituts techniques, établissements d'enseignement supérieur... Au total, plus de 300 personnes ont ainsi été rencontrées [Annexe 2]. Tous ces ateliers et échanges ont été conduits avec un seul objectif : identifier des **plans d'actions** concrets. Au fil des réunions, les participants ont ainsi été invités à formaliser leurs idées sous forme de **fiches projets**. Certains sujets abordés n'ont pas pu être approfondis dans le délai imparti mais méritent de faire l'objet de réflexions complémentaires : des recommandations en ce sens sont donc formulées par la mission.

Ce fut aussi un choix délibéré de la Mission de couvrir un spectre très large, allant de la **recherche scientifique à l'innovation**, y compris jusqu'au transfert et à la **diffusion sur le terrain**, sans oublier ni la **formation**, ni la dimension **réglementaire** lorsque celles-ci apparaissent nécessaires. L'étude des trajectoires d'impacts de la recherche agronomique avère en effet que celles-ci mobilisent différents types d'actions et de partenariats sur une période d'une à deux dizaines d'années<sup>(1,2)</sup>.

Les projets et actions identifiés sont ainsi de nature différente : définition de feuilles de route particulières ; lancement et conduite de programmes et projets de recherche, de R&D ou de transfert ; création d'infrastructures de recherche ; constitution de dispositifs partenariaux ; actions de formation ; actions relatives à la réglementation.

La Mission s'est attachée à **traiter les sujets explicitement mentionnés dans la lettre de mission** [Annexe 1] ; néanmoins, le champ des recommandations couvre plus largement les problématiques qui sont apparues au cours des entretiens [Annexe 2] et la Mission **a veillé à pleinement intégrer les réflexions et orientations retenues pour la stratégie nationale de recherche**.

Le secteur de l'agroalimentaire ne figurait pas explicitement dans la lettre de mission. La consultation de certains de ses acteurs et le fait même que les trajectoires de l'agriculture et de l'agroalimentaire sont liées suggèrent qu'il serait intéressant que l'agroalimentaire donne lieu à un travail complémentaire.

La Mission a souhaité éclairer et nourrir ses propositions par trois analyses et regards complémentaires : un parangonnage des stratégies de recherche agricole dans d'autres pays [Annexe 3] ;

une analyse de la prospective sur le devenir du dispositif français de R&D et d'expérimentation conduite dans le cadre du GIS Relance agronomique [Annexe 4] ; un balayage des dispositifs de financement de la recherche et de la R&D agricole françaises [Annexe 5].

## 3. Des propositions sous forme de projets

Le cœur de ce rapport est constitué d'**une trentaine de fiches projets** qui identifient aussi clairement que possible : les enjeux ; les actions à conduire ; les parties prenantes et les acteurs concernés ; les sources de financement ; chaque fois que cela a du sens, un indice de maturité technologique (TRL)<sup>(3)</sup> ; des indicateurs et un calendrier de mise en œuvre.

**Trois grandes priorités** se sont dégagées, elles-mêmes articulées autour de 9 axes :

### 1 Développer une approche système et faire de l'agriculture un contributeur à la lutte contre le dérèglement climatique en :

**Accompagnant et stimulant la transition agro-écologique [Agroéco]**. Cet axe se situe dans le prolongement du rapport de Marion Guillou (2013) et de la Loi d'Avenir pour l'Agriculture (2014). Ici encore le spectre des propositions est large : recherches sur les sols, plan d'action pour lutter contre le changement climatique (programme « 4 pour mille »), portail de services et de données climatiques pour l'agriculture, gestion intégrée de l'eau, outils de diagnostic sanitaire rapide et utilisables au niveau de l'exploitation.

**Développant les recherches et l'innovation pour la bioéconomie [Bioéco]**. Prise ici comme l'exploitation durable du capital naturel, la bioéconomie englobe l'ensemble des filières de production, transformation et recyclage des biomasses animales et végétales. Les projets recouvrent des thématiques particulières (autonomie protéique de la France et de l'Europe, dans le prolongement du rapport « Innovation 2030 » d'Anne Lauvergeon), l'élargissement des recherches en ingénierie et technologies déjà financées par le PIA (bio-raffineries, fermentations à haut débit...), des fronts de science (biologie des systèmes et biologie de synthèse pour les bioindustries) et, plus largement, la structuration de la recherche en bioéconomie (finalisation d'une feuille de route interministérielle, création de centres interdisciplinaires de recherche) et le besoin de développer des approches systémiques.

### 2 Permettre le plein développement des nouvelles technologies dans l'agriculture en :

**Poursuivant la révolution du numérique [Num]**. Cet axe prolonge la mission confiée en 2014 à Jean-Marc Bournigal sur les agroéquipements : il couvre un large champ allant des programmes de recherche (outils d'aide à la décision, capteurs) aux actions de développement économique (création d'un portail ouvert de données Numériques agricoles, nouvelles pratiques d'expérimentation utilisant le Numérique).

1. Colinet L., Joly P-B., Gaunand A., Matt M., Larédo P., Lemarié S., 2014. ASIRPA – Analyse des Impacts de la Recherche Publique Agronomique. Rapport final. Rapport préparé pour l'Inra. Paris, France. 61 pages.

2. INRA. 28 septembre 2015. Colloque national de restitution des travaux de l'INRA sur l'impact, Paris.

3. L'échelle TRL (Technology Readiness Level) apprécie le niveau de maturité d'une technologie depuis les recherches au laboratoire avant sa mise en marché ou son déploiement. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Technology\\_Readiness\\_Level](https://fr.wikipedia.org/wiki/Technology_Readiness_Level)

**Accélération le développement de la robotique agricole [Rob]** (également ici en prolongement de la mission confiée en 2014 à Jean-Marc Bournigal sur les agroéquipements). Ici encore une approche très concrète a été retenue : inscrire un programme dédié de robotique agricole dans le plan sur la « Nouvelle France industrielle », structurer le tissu industriel par des programmes public – privé, créer une plateforme ouverte de test et de validation.

**Mobilisant le levier génétique et les biotechnologies [Gén].** Il s'agit d'un outil essentiel de la compétitivité, qui fait l'objet d'une très vive concurrence internationale, pour lequel la France dispose d'un très haut niveau de compétences en recherche, mais a pris du retard dans l'expérimentation et la diffusion. Les projets recouvrent la sélection génomique végétale et animale, la maîtrise des nouvelles biotechnologies, l'exploitation de la diversité métabolique végétale. Il inclut aussi un volet réglementaire pour préciser les procédures d'homologation des variétés dérivées des biotechnologies (en lien avec le Haut conseil des biotechnologies [HCB] et dans le cadre européen).

**Soutenant le secteur naissant du biocontrôle [Bioc].** Il faut tout à la fois structurer la recherche (création d'un consortium public-privé pour le biocontrôle végétal) et soutenir le développement et le transfert (lancement d'un petit nombre de projets intégrés de recherche – développement – transfert dans le cadre du plan Ecophyto). Le développement du biocontrôle animal fait l'objet d'un projet spécifique, de même que les procédures d'évaluation des produits du biocontrôle.

### 3 **Fédérer tous les acteurs de la R&D, de l'expérimentation et du développement agricole en appui de la compétitivité en :**

**Favorisant l'innovation ouverte [Innov].** Très directement orienté vers l'expérimentation au niveau de l'exploitation agricole et du territoire, cet axe vise la diffusion rapide de méthodes et d'outils pour encourager l'innovation : « Living labs » territoriaux, réseau « d'expérimentations systèmes », outils d'évaluation et de partage des expériences de terrain.

**Évaluant la multiperformance et en innovant en économie agricole [Éco].** C'est l'axe le plus englobant. Les propositions portent sur le développement d'outils d'évaluation multicritère des performances des systèmes agricoles, sur la structuration de financements innovants pour l'agriculture, l'amélioration de la réponse aux aléas de toutes natures (climatiques, sanitaires ou de marché) mais aussi sur les besoins d'innovation organisationnelle.

**Soutenant les actions de formation [Form],** pour accompagner l'ensemble des évolutions en cours, notamment dans quatre domaines clé : le Numérique en agriculture, l'agroécologie, la bioéconomie et la génétique animale et végétale.

Ces neuf axes constituent un tout : ils ne sont pas indépendants les uns des autres, il faut donc **les considérer dans leur logique**

**d'ensemble**, comme un cadre cohérent répondant à l'ambition de la lettre de mission « Agriculture Innovation 2025 » et n'impliquant pas la création de strates organisationnelles supplémentaires.

Pour autant, ils ne recouvrent pas la totalité des actions de recherche, de développement, de transfert ou d'innovation menées par les différents acteurs scientifiques et techniques, mais représentent des priorités.

### 4. La nécessité d'un effort soutenu

Bien sûr, ces propositions ne constituent pas une réponse immédiate à la **crise agricole** actuelle, ce qui n'était ni dans la lettre de mission, ni dans les compétences des auteurs. Elles ne traitent pas non directement de la **perte de parts de marché** du secteur agroalimentaire français à l'international. Mais ces difficultés ne reflètent-elles pas, en définitive, le **déficit de compétitivité** de notre filière agricole et alimentaire ?

Notre conviction profonde est que les propositions articulées autour de ces neuf axes structurants constituent la bonne réponse pour **recréer les conditions d'une compétitivité durable à l'horizon 2025** tant sur les marchés internationaux que dans nos territoires. Elles doivent contribuer à définir un cap pour notre agriculture et à refonder la confiance entre les filières agricoles et les consommateurs, pour autant qu'elles puissent être suivies dans le temps.

Priorité

1

**Développer  
une approche système  
et faire de l'agriculture  
un contributeur à la lutte  
contre le dérèglement  
climatique**



Développer une approche système et faire de l'agriculture un contributeur à la lutte contre le dérèglement climatique



AGROÉCO

# Agro-écologie

## Accompagner et stimuler la transition agro-écologique

### Les enjeux

Apparue dans la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle en tant que nouvelle discipline ayant l'ambition de croiser agronomie et écologie, l'agro-écologie a aussi été associée à un ensemble de pratiques et de modèles agricoles. Elle considère les systèmes de culture et d'élevage comme des écosystèmes dans lesquels le milieu naturel est transformé par des pratiques agricoles qui, réciproquement, s'adaptent au milieu. Elle cherche à comprendre le fonctionnement de ces systèmes pilotés par l'homme, qui utilisent des ressources naturelles et reposent sur un tissu d'interactions entre êtres vivants.

Inscrite dans la Loi d'avenir pour l'agriculture de 2014, l'agro-écologie est essentielle pour concevoir et mettre en œuvre des systèmes de production qui combinent des hauts niveaux de performance productive, économique, environnementale, sanitaire et sociale. La transition ainsi engagée se déroule dans un contexte de dérèglement climatique. Celui-ci accentue dès maintenant les disparités entre régions agricoles européennes, avec des effets plutôt positifs en Europe du Nord et plutôt négatifs en Europe du Sud et Centrale, mais toutes les régions européennes seront touchées par une variabilité climatique accrue.

La question se pose donc des interactions entre la dynamique des systèmes agricoles, des filières et des territoires et la dynamique du climat. L'agriculture est impactée par le changement climatique ; elle y contribue également par des émissions de gaz à effet de serre (GES). L'enjeu est qu'elle devienne une source de solutions (par exemple, une baisse de l'ordre de 20 % des émissions de méthane et de protoxyde d'azote serait possible sans qu'elle n'affecte la production agricole <sup>(1)</sup>).

1. Dix mesures pour réduire les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture française. Etude, Inra, 2013

2. Colloque Agro-écologie et recherche, INRA, Paris, 17 octobre 2013. <http://institut.inra.fr/Evenements/Colloque-international-Agroecologie-et-recherche>

### Etat des lieux

Dans un but de fourniture de biens et de services, dont la production de produits agricoles est une composante essentielle, l'ingénierie agro-écologique vise à mieux accorder les régulations naturelles avec les interventions humaines. Pour cela, elle joue sur trois grands types de leviers <sup>(2)</sup> :

- **La biodiversité et les interactions biologiques.** L'agro-écologie joue sur la biodiversité en favorisant la diversité génétique intra-spécifique (populations ou mélanges de cultivars) et interspécifique (cultures associées, assolements diversifiés, rotations longues, pâturage mixte), ou en associant plusieurs composantes de la végétation (agroforesterie, par exemple). Les techniques de biocontrôle [Bioc1-3] et le levier génétique [Gén1] doivent être réfléchis dans ce cadre
- **Les cycles de l'eau et des éléments majeurs (carbone, azote, phosphore).** Une ouverture excessive de ces cycles entraîne des pertes et gaspillages d'eau, de nutriments, de matière organique des sols et d'énergie, ainsi que des pollutions de l'eau, des sols, de l'air et l'émission de GES. Les transitions agro-écologiques favorisent le bouclage des grands cycles.
- **La structure et la dynamique des paysages et territoires agricoles.** Il s'agit de gérer l'organisation spatiale des parcelles, des ateliers de production, des espaces interstitiels et des infrastructures écologiques (haies, dispositifs enherbés, zones humides, bosquets, etc.). Ces éléments seront mieux gérés à l'échelle du paysage ou du bassin versant (i.e., seront plus efficaces). Les mosaïques paysagères peuvent favoriser des services d'épuration de l'eau et de l'air, de stockage de carbone et renforcer le contrôle de certains agents pathogènes.

Ces trois leviers d'action sont souvent mis en synergie à l'échelle des systèmes et des territoires [Innov2-4]. Chacun repose sur des connaissances scientifiques récentes et leur mise en œuvre suppose un effort d'observation accru et une réflexion élargie (des espèces cultivées ou élevées à la biodiversité, de la parcelle au paysage, du raisonnement de la fertilisation à celui du cycle des éléments et de la saison à la dynamique pluriannuelle). L'organisation du travail dans l'exploitation s'en trouve modifiée puisqu'il s'agit d'ajuster continuellement les décisions en fonction des observations, ce qui peut nécessiter un temps considérable surtout durant les phases de transition. Des indicateurs et des outils spécifiques de formation [Form1 - Form2], d'évaluation multicritère et d'aide à la décision [Éco1] sont donc nécessaires, ainsi que des technologies nouvelles pour faciliter l'observation et l'interprétation [Num1 - Num2] ou gagner du temps dans la conduite de pratiques et d'itinéraires techniques plus complexes (semis sous couverts, mélanges d'espèces, agroforesterie, etc.) [Rob1 - Rob3].

### Priorités

Au-delà des recherches menées dans les différents établissements concernés par la transition agro-écologique <sup>(1)</sup>, et en sus de priorités listées au titre d'autres axes — référencées ci-dessus — qui y concourent, les priorités retenues contribueront à

rendre l'agro-écologie compatible avec le défi climatique. Elles portent sur deux ressources critiques, le sol et l'eau, l'adaptation au changement climatique et la détection précoce des bio-agresseurs des animaux et des plantes :

**Agroéco1 :** le sol est un compartiment majeur des écosystèmes pour les productions végétales et animales. Il joue un rôle clé dans le bouclage des grands cycles. Les avancées scientifiques et technologiques les plus récentes permettent aujourd'hui d'étudier l'écologie et la biodiversité d'une manière profondément renouvelée. Il s'agit de tirer parti de cette opportunité pour améliorer notre connaissance des sols et de leur fonctionnement, et proposer de nouveaux outils de diagnostic et de conseil.

**Agroéco2 :** le stockage de carbone dans la matière organique des sols cultivés et des prairies et la restauration des sols dégradés présentent probablement le potentiel le plus important de lutte contre le changement climatique. Stocker chaque année un quatre millièmes du stock de carbone présent dans l'ensemble des sols permettrait de compenser la croissance actuelle du CO<sub>2</sub> atmosphérique en doublant le puits de carbone qu'exerce la biosphère continentale. L'objectif est alors de coupler, au niveau international, un grand programme de recherche et un plan d'actions qui ciblent cette ambition.

**Agroéco3 :** dans un contexte de changement climatique, la gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau est un enjeu majeur pour l'agriculture. L'objectif est de développer une approche intégrée de cette ressource à l'échelle des territoires.

**Agroéco4 :** la lutte contre le changement climatique nécessite des modèles et des outils qui permettent de raisonner les différentes options, qu'il s'agisse d'atténuation des émissions de GES, d'anticipation et régionalisation des impacts ou d'adaptation, du court terme en situation de crise au long terme pour orienter les choix productifs ou gérer les risques.

**Agroéco5 :** enfin, l'accroissement des échanges comme le changement climatique induisent des risques sanitaires accrus. Là aussi, les avancées scientifiques permettent d'envisager des outils nouveaux de détection précoce, de diagnostic et de localisation des bio-agresseurs des animaux ou des plantes.



Projet

1

# AGROÉCO 1

## Développer les recherches sur la biologie du sol

### Quelques chiffres

13x10<sup>12</sup>  
USD

Valeur des services écosystémiques délivrés annuellement par les sols à l'échelle mondiale (production primaire, agricole et bois) <sup>(1)</sup>

5

tonnes d'organismes vivants en moyenne dans le sol arable par hectare <sup>(2)</sup>

10<sup>4</sup>-10<sup>7</sup>

espèces génomiques bactériennes par gramme de sol <sup>(3)</sup>

10%

pourcentage du carbone fixé par photosynthèse qui est libéré au niveau des racines sous forme de rhizodépôts entretenant une myriade d'organismes telluriques <sup>(4)</sup>

### Indicateurs et échéances

#### 2016

Lancement du programme en France et à l'international.

#### 2017

Mise en place d'un comité scientifique et d'un comité des parties prenantes comprenant des membres du monde socioéconomique.

#### 2020

Fin du programme, colloque scientifique et colloque associant les parties prenantes.

### Niveau TRL



### Contexte et ambitions

Les sols délivrent une série de services écosystémiques essentiels pour l'humanité, incluant i) la fourniture de produits agricoles, bois et fibres, ii) l'atténuation du changement climatique, iii) la régulation du régime hydrique ainsi que la bio-filtration de l'eau. Les organismes vivants du sol (microbes, faune, plantes via leurs racines) jouent un rôle central dans la fourniture de ces services en contribuant i) aux cycles géochimiques impactant la nutrition des plantes et la régulation du climat, ii) au contrôle des bio-agresseurs des plantes, iii) à la structure du sol et sa stabilité, et iv) à la biodégradation de composés toxiques.

L'immensité de la biodiversité des sols et la complexité des interactions entre organismes et avec leurs habitats sont encore peu connues en dépit des progrès majeurs au cours des dernières années. Ces progrès ont été rendus possibles par la révolution technologique des approches en "omiques" qui permet l'exploration exhaustive et à haut débit du métagénome des sols. Il a ainsi été montré que la distribution de biodiversité varie selon les propriétés physico-chimiques des sols <sup>(5)</sup>, leur mode d'usage en relation avec la biodiversité végétale et la variété des habitats <sup>(8)</sup>. La standardisation des procédures a permis d'établir les premiers référentiels d'interprétation des analyses biologiques des sols. Cependant, ces référentiels portent principalement sur des séquences d'ADN à valeur taxonomique, alors qu'il est essentiel de prendre en compte les communautés fonctionnelles <sup>(9)</sup>. Ceci requiert une meilleure connaissance des fonctions des gènes. La mise en évidence de l'effet de la plante et de sa spécificité sur la diversité microbienne associée aux racines ouvre des perspectives stimulantes pour la recherche de génotypes végétaux favorisant des populations bénéfiques pour la croissance et la santé végétale <sup>(10)</sup>.

Dans ce contexte, ce projet a pour ambitions de :

- progresser dans la connaissance de la biodiversité (distribution, patrons d'assemblage, gènes de fonctions, activités) et des interactions biotiques (en particulier avec l'hôte végétal) en relation avec l'environnement abiotique ;
- proposer des stratégies de gestion de la biodiversité et des interactions biotiques en i) développant des outils de diagnostic, ii) élaborant et diffusant des éléments d'aide à la décision, iii) concevant des systèmes agricoles qui valorisent la biodiversité et les interactions biotiques.

### Livrables et attendus

**Au plan opérationnel**, développement i) de procédures et référentiels de diagnostic biologique des sols, ii) de méthodes de caractérisation de la biodiversité microbienne sur la base de leur ADN, iii) de systèmes agricoles valorisant biodiversité et interactions biotiques, incluant la sélection d'espèces et de variétés

végétales favorisant les populations bénéfiques, iv) de modèles de prédiction de l'effet du type de sol et du mode d'usage sur la biodiversité et son fonctionnement, comme support d'aide à la décision.

**Au plan académique**, meilleure connaissance i) de la biodiversité de sols de référence par une approche de métagénomique, avec identification de nouveaux gènes de fonctions, ii) du déterminisme des patrons d'assemblage des populations en communautés, de la distribution de la diversité et des conséquences sur les activités telluriques, iii) des caractères microbiens et végétaux impliqués dans les interactions plantes-microorganismes, et iv) des réseaux trophiques entre plantes, faune et microorganismes et modélisation.

### Actions

Il s'agit d'élaborer, conduire et valoriser un programme international ambitieux de longue durée se déclinant en 4 actions complémentaires :

**[Agroéco 1-1] Améliorer la connaissance de la biodiversité de sols de référence et identifier de nouveaux marqueurs fonctionnels.**

**[Agroéco 1-2] Cartographier la biodiversité des sols et la comparer** à celle de sols de référence, établir et modéliser les relations entre i) biodiversité-services écosystémiques et ii) types de sols, modes d'usage et climats.

**[Agroéco 1-3] Identifier les caractères végétaux et microbiens impliqués dans les interactions bénéfiques.**

**[Agroéco 1-4] Concevoir et mettre en œuvre un dispositif international de réseaux d'exploitants agricoles** testant et implémentant les outils de diagnostic, les modèles d'aide à la décision et les actions de conseil [Innov4] ; à terme, ces informations devraient être intégrées dans l'outil de diagnostic agro-écologique (module sur les liens entre pratiques agro-écologiques et performances).

### Acteurs

- Organismes publics de recherche : CEA, CIRAD, CNRS, INRA, IRD, IRSTEA.
- Chambres d'agriculture, coopératives agricoles, entreprises du secteur des semences, ACTA et instituts techniques.
- Initiatives internationales : CE (Soil Thematic Strategy), ERA-Net Biodiversa, FAO (Global Soil Partnership), GSBI, Earth Microbiome Project, JGI, MHN, Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES).

FINANCEMENTS :  
ADEME, AFB, AFD, ANR

1. Montanarella & Lobos Alva 2015. Curr. Opin. Env. Sust. 15:41-48.

2. JRC Ispra, <https://ec.europa.eu/jrc/en/about/jrc-site/ispra>

3. Gans *et al.* 2005. 309:1387-1390 ; Mendes *et al.* 2011. Science 332:1097-1100 .

4. Jones *et al.* 2009. Plant Soil 321:5-33.

5. Fierer N., Jackson R.B. 2006. The diversity and biogeography of soil bacterial communities. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 103:626-631.

6. Dequiedt S., *et al.* 2009. Biogeographical patterns of soil bacterial communities. Environ. Microbiol. Reports 1:251-255.

7. Thomson B.C., *et al.* 2015. Soil conditions and land use intensification effects on soil microbial communities across a range of European field sites. Soil Biol. Biochem. 80:403-413.

8. Ranjard L., *et al.* 2013. Turnover of soil bacterial diversity driven by wide-scale environmental heterogeneity. Nat. Commun. 4:1434.

9. Jones C., *et al.* 2014. Recently identified microbial guild mediates soil N2O sink capacity. Nat. Clim. Change. 4:801-805.

10. Philippot L., *et al.* 2013. Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. Nat. Rev. Microbiol. 11:789-799.

Projet

2

# AGROÉCO 2

## Améliorer la fertilité des sols et atténuer le changement climatique

### Quelques chiffres

24%

des sols mondiaux sont dégradés à des degrés divers, dont près de la moitié des sols agricoles<sup>(1)</sup>

1 500 milliards

de tonnes carbone dans la matière organique des sols mondiaux, soit plus de deux fois le carbone du CO<sub>2</sub> atmosphérique<sup>(2)</sup>

1,2 milliards

de tonnes de carbone par an pourraient être stockés dans les sols agricoles (soit un taux annuel de stockage d'environ 4 pour mille dans l'horizon de surface du sol)<sup>(3)</sup>

### Indicateurs et échéances

#### 2016

Lancement du programme international. La recherche de financements nationaux, européens et internationaux est d'ores et déjà engagée eu égard à la proximité de la COP21.

#### 2016

Premiers livrables : constitution d'un réseau européen et international de sites de mesure et de démonstration, cahier des charges d'une étude sur les mesures incitatives, cahier des charges d'une étude sur un système de suivi, vérification et rapportage.

#### 2017

Base de données et premières cartes améliorées d'évolution des stocks de carbone organique des sols pour des régions pilotes. Premier recueil de bonnes pratiques par système pour la séquestration de carbone dans les sols. Premier rapport sur un système de suivi, rapportage et vérification de la séquestration de carbone dans les sols.

#### 2020

Mise en œuvre progressive et dans la durée de plans d'action visant à favoriser les bonnes pratiques et à suivre l'évolution des stocks de carbone organique dans les sols.

### Contexte et ambitions

Dans un contexte général de changement climatique et de dégradation globale de la qualité des sols, l'accroissement des teneurs en matière organique et en carbone des sols répond à trois grandes ambitions :

- améliorer la qualité des sols, tout particulièrement des sols dégradés, dans une optique d'accroissement de leur fertilité et de leur capacité à produire de la biomasse. Cette amélioration est nécessaire pour répondre aux enjeux de sécurité alimentaire mondiale<sup>(4)</sup> ;
- contribuer à la lutte contre le dérèglement climatique, en stockant durablement du carbone dans la matière organique des sols, ce qui permettra de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) du secteur agricole et forestier qui atteignent aujourd'hui, en incluant les changements d'usage des sols, 24 % des émissions anthropiques mondiales de GES<sup>(3)</sup> ;
- contribuer à l'adaptation au changement climatique, en protégeant les sols de l'érosion, en améliorant leur structure et leur capacité de rétention de l'eau<sup>(5)</sup>.

### Livrables et attendus

- Une meilleure connaissance des cycles biogéochimiques associés à l'effet de serre et, plus particulièrement, de l'évolution des stocks de carbone organique du sol à différentes échelles de temps et d'espace (dont l'échelle mondiale), en interaction avec l'état de la végétation et la disponibilité des sols en eau, azote et phosphore ;
- Une quantification du potentiel technique et économique de séquestration de carbone dans la matière organique du sol, de la stabilité de cette matière organique en fonction des contextes pédoclimatiques et des pratiques agricoles et forestières, et de ses effets sur le potentiel de production alimentaire et énergétique (bioéconomie) ;
- Une quantification des effets induits par la séquestration de carbone sur les émissions de protoxyde d'azote et de méthane par l'agriculture, ainsi que sur le cycle de l'eau ;
- La connaissance, le partage et la diffusion des pratiques permettant d'améliorer durablement la teneur en matière organique et en carbone des sols ;
- Une proposition d'un système de suivi, de vérification et de rapportage de la séquestration de carbone dans les sols à un coût suffisamment faible pour qu'il puisse être progressivement déployé sur des projets pilotes.

### Actions

Il s'agit d'élaborer, conduire et valoriser un grand programme international de recherche de longue durée, inscrit dans le cadre des propositions françaises pour la COP21, sur la séquestration

du carbone dans les sols agricoles et forestiers dans une perspective d'amélioration de leur fertilité et de lutte contre le changement climatique (« L'initiative 4 % sur les sols pour la sécurité alimentaire et le climat », inscrite à l'agenda d'action Lima-Paris). Le programme comportera 4 actions complémentaires :

**[Agroéco 2-1] Améliorer la connaissance des cycles biogéochimiques liés aux émissions de GES** et, plus particulièrement, cartographier l'évolution actuelle et le potentiel d'accroissement de la teneur en carbone organique des sols agricoles et forestiers.

**[Agroéco 2-2] Recenser et qualifier l'ensemble des pratiques agricoles et sylvicoles** susceptibles de contribuer à l'accroissement de la teneur en carbone organique des sols et organiser un réseau de sites d'expérimentation et de démonstration.

**[Agroéco 2-3] Élaborer et évaluer un ensemble de mesures incitatives** favorisant la transition vers de telles pratiques, en tenant compte d'interactions multiples avec les politiques agricoles et environnementales.

**[Agroéco 2-4] Concevoir et mettre en œuvre un dispositif international de suivi, de rapportage et de vérification** de l'évolution de la teneur en carbone des sols en visant un déploiement progressif en mode projet.

### Niveau TRL



### Acteurs

- Organismes de recherche (CIRAD, INRA, IRD) et universités pilotes<sup>(6)</sup>.
- Institutions de recherche des 46 pays de la Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases (GRA).
- Partenaires internationaux de recherche ayant exprimé leur intérêt<sup>(7)</sup>.

### FINANCEMENTS :

MAAF, CASDAR, ADEME et ANR (actions menées en France), AFD (actions menées à l'international), FACCE-JPI dans le cadre du "Multi-annual Thematic Programing on Soils".

1. Bai Z, D Dent, Y Wu, and R de Jong, 2013. Land degradation and ecosystem services. In R. Lal *et al.* (eds.). *Ecosystem Services and Carbon Sequestration in the Biosphere*, 357 DOI 10.1007/978-94-007-6455-2\_15, Springer, Dordrecht, NL .

2. GIEC 2013 : [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_ALL\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf)

3. GIEC 2014 : [https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/index\\_fr.shtml](https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/index_fr.shtml)

4. Lal R., 2010. Managing soils and ecosystems for mitigating anthropogenic carbone missions and advancing global food security. *Bioscience*, Oct 2010, 60, 9, 708-721.

5. Pan G, Smith P, Pan W. 2009. The role of soil organic matter in maintaining the productivity and yield stability of cereals in China. *Agriculture, Ecosystems, Environment*, 129, 344-348.

6. CGIAR (MoU signé le 7 Juillet 2015) ; Ohio State University (MoU en cours) ; China Agricultural University, IIASA, Aberdeen University, UK, Wageningen University and Research, Vienna University.

7. Global Soil Partnership, Global Soil Forum, Economics of Land Degradation; Soil Carbon Network for Agricultural Sustainability in Africa, Global Carbon Project, ISRIC, AgMIP, FAO et PNUE.

Projet

3

# AGROÉCO 3

Anticiper le changement climatique et s'y adapter : développer et promouvoir une gestion intégrée de l'eau

## Quelques chiffres

70%

des prélèvements d'eau douce disponible sur notre planète sont dédiés à l'agriculture

100%

des ressources en eau douce «facilement disponibles» seront exploitées à l'horizon 2050 (source : UNESCO, OMM et FAO)

70%

de l'eau douce de notre planète est stockée par la calotte glaciaire

## Indicateurs et échéances

### 2016

Identification opérationnelle des acteurs à rassembler, développement de scénarios méthodologiques d'intégration et choix des bassins versants sur lesquels opérer. Couplage avec le portail de services climatiques pour l'agriculture [Agroéco3].

### 2018

Evaluation opérationnelle des scénarios d'intégration élaborés sur les bassins versants retenus, permettant aux acteurs des territoires de déterminer la faisabilité et l'efficacité des principales options.

### 2020

Proposition d'une méthodologie opérationnelle d'intégration adaptée aux objectifs et généralisable. Développement des extensions européennes et internationales.

## Contexte et ambitions

La finitude de la ressource en eau mondiale n'est plus une question ; c'est une contrainte avérée qu'il faut désormais mettre en regard du défi de l'agriculture qui doit être en capacité de nourrir entre 9 et 10 milliards d'humains à l'échéance 2050. Si la répartition et donc la ressource disponible en eau est à l'évidence très inégalement répartie sur la planète, et que la France jouit d'une situation globale plus favorable que beaucoup d'autres pays, il n'est cependant pas possible d'organiser le futur de l'agriculture sous contrainte du changement climatique sans un volet dédié à la gestion intégrée de l'eau, en quantité comme en qualité. Il faut donc :

- bien évaluer la ressource en eau (douce) et les éléments de son partage : ce besoin va au-delà de la quantification des quantités "disponibles" dans les rivières, lacs et aquifères, puisqu'il nécessite d'apprécier l'ensemble des "besoins" pour les différents usages de l'eau, ceux de l'agriculture et des activités humaines en général, mais aussi des écosystèmes et plus largement de la biodiversité. La question des services écosystémiques liés à l'eau reste largement ouverte. Elle ne se réduit pas à développer une capacité technologique accrue en vue d'une irrigation efficace et efficiente. Il faut traiter en priorité la question de la fraction de cette ressource en eau que les sociétés sont prêtes à dédier à l'agriculture (cf. infra).
- traiter de manière équivalente les questions de quantité et de qualité de l'eau : les pollutions diffuses d'origine agricole (nitrates, phosphore, pesticides...) réduisent d'autant la part de l'eau facilement exploitable par ailleurs, en exigeant un complexe et onéreux processus de dépollution pour des usages autres.
- construire (et en pratique reconstruire dans les pays développés) l'acceptabilité sociale des aménagements liés à l'eau et dédiés majoritairement aux besoins de l'agriculture. Aménager pour l'agriculture pose la question du développement conjoint des territoires et de l'accès aux ressources naturelles, dont l'eau au premier rang. Ce co-développement (Eau et Territoires) s'exprime désormais autant en termes de compensation (écologique) et de réhabilitation (de milieux naturels), que d'aménagement pour, par exemple, retenir l'eau pour un usage différé dans le temps et l'espace.

## Livrables et attendus

- Le développement de méthodes pour une optimisation pluriannuelle des modalités d'évaluation et de partage des ressources en eau entre les différents usages, sous contrainte du changement climatique, en reconnaissant les services afférents pour les différents secteurs d'activité qui en dépendent. Une gestion quantitative efficiente doit également s'appuyer sur des infrastructures adaptées.

- L'amélioration de la qualité des eaux, et donc du bon état écologique des milieux aquatiques, par la maîtrise et le traitement des pollutions identifiées par secteurs d'activité, dont les pollutions diffuses d'origine agricole.
- Le développement de méthodes pour améliorer la construction de l'acceptabilité sociale des innovations et des aménagements nécessaires à une meilleure intégration des politiques de l'eau et agricoles. Une ingénierie sociale participative intégrée est à développer et à diffuser largement, y compris comme outil d'adaptation au changement climatique.

## Actions

**[Agroéco 3-1] Développer une approche territoriale intégrée** des solutions déjà identifiées dans chaque secteur, en renforçant significativement la participation active de toutes les parties prenantes, à toutes les étapes, et en optimisant en priorité les réponses dédiées à l'adaptation des territoires au changement climatique (cf. [Innov3]).

**[Agroéco 3-2] Développer un programme de recherche interdisciplinaire de la gestion de l'eau** en mobilisant conjointement les approches techniques, économiques et sociologiques et, d'autre part, développer une ingénierie rigoureuse de la concertation permettant l'implication de toutes les parties prenantes dans les processus d'analyse et de (co)définition des problèmes posés, d'identification des solutions et de leur (co)évaluation.

**[Agroéco 3-3] Mobiliser la recherche et ses partenaires pour un grand projet national en appui aux politiques publiques de l'eau, de l'agriculture et des territoires**, en lien avec les initiatives prises au sein de l'espace européen de la recherche pour améliorer les performances techniques de l'irrigation par l'innovation technique. Dans ce cadre, développer i) l'analyse économique des conséquences de restrictions d'eau et de l'intérêt du recours à des réserves de substitution, ii) l'analyse des performances environnementales et économiques des services d'eau et d'assainissement, de l'agriculture et de ses filières, et iii) l'analyse territoriale des risques naturels liés à l'eau, l'analyse (et l'évaluation) des services écosystémiques des milieux aquatiques impactés par les politiques de l'eau

## Acteurs

- Ensemble des institutions françaises de recherche de l'Alliance AllEnvi et institutions intéressées de l'Alliance Athena.
- ACTA et instituts techniques.
- Chambres d'agriculture.
- Entreprises du secteur de l'eau.
- Associations environnementales ou de consommateurs.
- Collectivités territoriales.
- ONEMA.

## FINANCEMENTS :

ANR, ONEMA, ministères (MEDDE, MAAF), Agences de l'eau, Conseils régionaux, acteurs privés



Projet

4

# AGROÉCO 4

Anticiper le changement climatique et s'y adapter : développer un portail de services pour l'agriculture

## Quelques chiffres

-2%

c'est l'impact négatif observé du changement climatique sur le rendement mondial du blé sur une décennie<sup>(1)</sup>

x3

fréquence d'événements climatiques extrêmes créant une chute de rendement de la production mondiale de céréales de l'ordre de -10 %<sup>(2)</sup>

-50%

c'est la perte maximale de valeur foncière des forêts européennes à la fin du siècle par rapport à leur valeur actuelle dans un scénario de réchauffement rapide<sup>(3)</sup>

## Indicateurs et échéances

### 2016

Première mise à disposition sur un site spécifique de l'ensemble des modélisations régionalisées déjà publiées d'impact du changement climatique et des indicateurs agro-climatiques (agriculture, forêt et ressources en eau et en sol).

### 2017

Mise en ligne d'indicateurs et de sorties de modèles d'impact, géo-localisés sur la France à la maille 8 x 8 kms.

### 2020

Simulations couplées permettant aux utilisateurs d'évaluer sur leur territoire la faisabilité et l'efficacité des principales options d'adaptation et d'atténuation, pour les systèmes agricoles et forestiers étudiés. Ouverture d'un portail européen des services climatiques pour l'agriculture, la forêt et les ressources en eau et en sol.

## Niveau TRL



## Contexte et ambitions

Le réchauffement planétaire devrait s'accélérer au cours des prochaines décennies pour atteindre dans les années 2030 entre 1 et 2°C par rapport aux années 1900. L'année 2003 a été marquée, en Europe, par un extrême climatique et hydrologique qui a fait chuter, de 20 à 30 % les rendements des cultures et des prairies entraînant d'importants dommages économiques. Face à ces risques climatiques, les systèmes agricoles et forestiers devront devenir plus résilients, c'est-à-dire capables de bonnes performances en dépit des perturbations. Les agriculteurs s'adaptent déjà au réchauffement climatique en faisant évoluer leurs pratiques (dates de semis, de récolte...).

Les décisions des acteurs publics et privés en matière d'innovation et de développement économique nécessitent une information scientifique et technique adaptée à leurs enjeux et à leurs territoires. Le portail DRIAS ([www.drias-climat.fr](http://www.drias-climat.fr)) a vocation à mettre à disposition des projections climatiques régionalisées. Cependant, il n'existe actuellement aucun portail en Europe permettant de disposer de projections régionalisées pour les principaux impacts du changement climatique sur l'agriculture, la forêt et les ressources en eau. Le développement de tels « services climatiques » constitue une priorité de la stratégie nationale de recherche et du programme H2020 de la Commission européenne.

La création d'un portefeuille de services permettant aux acteurs d'évaluer, sur leur territoire et selon leurs propres objectifs, différentes pistes d'adaptation au changement climatique nécessite un programme dédié alliant les communautés scientifiques du climat, de l'agriculture, de la forêt et des ressources naturelles (sols et eau), avec une ouverture aux enjeux de la biodiversité et de l'économie.

## Livrables et attendus

- Une connaissance plus précise des impacts régionalisés du changement climatique sur l'agriculture, la forêt et les ressources naturelles (sols et eau), une évaluation systématique des incertitudes associées aux projections d'impact, et une représentation des risques associés à la fréquence et à l'intensité d'événements ou périodes climatiques extrêmes, des projections saisonnières des risques pour les cultures et pour les forêts, par modélisation agroclimatique, avec l'aide de la prévision météo saisonnière (disponible dans les territoires d'outre-mer).
- La modélisation régionalisée du potentiel agroclimatique d'une dizaine de mesures d'adaptation.
- La modélisation régionalisée d'une dizaine de mesures visant l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et le stockage de carbone dans la matière organique du sol<sup>(4)</sup> (voir aussi [Agroéco2]).

- La mise au point d'indicateurs régionalisés synthétiques permettant d'évaluer le potentiel technique de stratégies d'adaptation et d'atténuation, leurs synergies et leurs antagonismes.

## Actions

Il s'agit d'un programme pluriannuel qui comportera 4 actions complémentaires :

**[Agroéco 4-1] Couplage à l'échelle du territoire national de modèles climatiques, agronomiques et forestiers, et hydrologiques.**

**[Agroéco 4-2] Simulation sur grille (8 x 8 kms) des impacts du changement climatique sur le territoire national à plusieurs horizons temporels (2030-2100) dans le cadre de plusieurs scénarios d'émissions de gaz à effet de serre.**

**[Agroéco 4-3] Simulation d'une dizaine d'options d'adaptation au changement climatique et d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre pour les principaux systèmes de culture et d'élevage, ainsi que pour les principaux itinéraires sylvicoles.**

**[Agroéco 4-4] Ingénierie et ergonomie du portefeuille de services agro-hydro-climatiques.**

## Acteurs

- Neuf institutions françaises de recherche : INRA, BRGM, CEA, CERFACS, CNRS, IRSTEA, IGN, IPSL et Météo-France.
- Comité de porteurs d'enjeux d'ores et déjà constitué (ministères, monde agricole et forestier, filières et territoires, agences en charge de la gestion des ressources en eau et de l'environnement, secteur des assurances).

## FINANCEMENTS :

H2020 : ERA-net ERA4CS (ERA-net in kind coordonné par l'ANR), KIC Climat.

1. GIEC 2014 : [https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/index\\_fr.shtml](https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/index_fr.shtml)

2. Extreme weather and resilience of the global food system. Synthesis report 2015. UK-US Task force report. Global Food Security.

3. Hanewinkel, M., D.A. Cullmann, M. Schelhaas, G. Nabuurs, and N.E. Zimmermann, 2013: Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change*, 3, 203-207.

4. Dix mesures pour réduire les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture française. Etude, Inra, 2013.

Projet

5

# AGROÉCO 5

## Développer des outils de diagnostic sanitaire rapide sur le terrain

### Quelques chiffres

70

c'est le nombre d'espèces d'insectes affectant les cultures, introduits sur les dix dernières années (1,5/an de 1950 à 2000, 7/an depuis 2000)<sup>(1)</sup>

8 mois

c'est le délai moyen entre deux émergences pathologiques animales d'impact continental

80

c'est le nombre de bio-agresseurs, toutes espèces confondues, recensés sur la tomate

4 EUR

c'est le coût moyen d'un test PCR (Polymerase Chain Reaction)

### Indicateurs et échéances

#### 2016 > 2017

Base de données de séquences les plus complètes.

#### 2016 > 2025

Mise au point d'outils de diagnostic de manière itérative en fonction des méthodologies, dans une logique de partenariats public-privé, en mobilisant le potentiel des TICs et des nanotechnologies.

#### Niveau TRL - [Agroéco 5-1]



#### Niveau TRL - [Agroéco 5-3]



### Contexte et ambitions

L'arrivée de la bactérie *Xylella fastidiosa* en Corse ou la réémergence de la fièvre catarrhale ovine à partir de l'Allier ont été très remarquées en 2015. Mais d'une manière plus générale, c'est la menace liée à l'introduction de bio-agresseurs par les transferts de matériel biologique entre différentes régions du globe qui a augmenté de manière considérable dans la période récente <sup>(2,3)</sup>. A cela s'ajoute le changement climatique, qui favorise de nouvelles migrations ou une adaptation plus facile d'organismes exogènes à un territoire nouveau. Dans ce contexte, le développement d'outils de diagnostic rapide est indispensable pour :

- caractériser une émergence dès les premières alertes, et préciser en particulier la sous-espèce ou la souche impliquée ;
- permettre une surveillance épidémiologique du territoire, adapter les moyens de contrôle aux menaces réelles, et conduire des enquêtes épidémiologiques en phase d'émergence ;
- ajuster les méthodes de lutte alternatives à la lutte chimique, et en particulier le biocontrôle qui nécessite une identification précise des espèces de ravageurs et d'auxiliaires, ainsi que le suivi des organismes relâchés [Bioc 1-3]<sup>(4)</sup> ;
- orienter précocement le vétérinaire sur l'origine bactérienne ou virale d'une pathologie et guider la prescription raisonnée d'antibiotiques.

Le développement d'outils de détection adaptés au diagnostic sur le terrain<sup>(5)</sup> doit s'accompagner, dans le domaine végétal, de la mise en place de bases de données de référence faciles d'accès, et être adossé à des capacités de diagnostic complémentaires en laboratoire, basées sur les technologies les plus récentes et les plus fiables<sup>(6)</sup>. L'ensemble est indispensable pour identifier et localiser tous les types de bio-agresseurs, y compris ceux nouvellement introduits.

### Livrables et attendus

- Une amélioration de la capacité à identifier rapidement un agent pathogène (bactérie, virus), un insecte nuisible ou un vecteur de maladie avec des outils de terrain (identification rapide, à confirmer ou préciser, si besoin, en laboratoire).
- Le développement de bases de données de référence validées par des spécialistes, faciles d'accès et d'utilisation.
- La conception, le développement et la diffusion d'outils de détection simples (identification moléculaire de type Bar-coding, MLST, KASPar, LAMP, PCR ou ELISA, tests à la ferme).
- L'élaboration, le partage et la diffusion d'outils de diagnostic par l'image, utilisables par les professionnels comme par les amateurs<sup>(5)</sup>.

- Le développement d'actions de recherche participative intégrant les signalements par tout type de public, et le traitement des données ainsi obtenues.
- La sensibilisation des professionnels et du public à la notion de risque lié aux introductions et aux émergences.

### Actions

Il s'agit de favoriser le développement d'outils de diagnostic à la fois simples et performants, utilisables par les acteurs de terrain. Ces outils doivent être associés à des bases de données accessibles et bénéficier en continu des avancées les plus récentes des méthodes de séquençage. Il s'agit également de sensibiliser et former un large public à l'identification et au signalement d'espèces de bio-agresseurs.

**[Agroéco 5-1] Développer les bases de données de séquences indispensables à l'identification par séquençage haut débit (métabarcoding) ;**

**[Agroéco 5-2] Développer (ou contribuer au développement) les outils et méthodologies les plus récentes en matière de diagnostic végétal et animal (tests ultra-rapides pour l'élevage permettant d'orienter un diagnostic entre étiologie bactérienne ou virale, pour permettre un usage raisonné des antibiotiques et maîtriser les résistances) ;**

**[Agroéco 5-3] Développer des outils utilisables par un public large, tels que les logiciels d'identification visuelle sur smartphone (diagnostic par l'image) ;**

**[Agroéco 5-4] Faciliter le transfert méthodologique entre instituts de recherche et agences (e.g., INRA et ANSES), associer le syndicat des industriels du médicament et diagnostic vétérinaire et les entreprises du secteur aux développements de produits ou de services ;**

**[Agroéco 5-5] Faciliter le développement d'une recherche participative intégrant les signalements divers (techniciens, amateurs, grand public) et le traitement des données ainsi générées.**

### Acteurs

- Organismes publics de recherche et d'enseignement supérieur : CIRAD, CNRS, INRA, écoles d'agronomie, vétérinaires, etc.
- ACTA et instituts techniques des secteurs animal (IDELE, IFIP, ITAVI) et végétal (Arvalis Institut du végétal, Cetiom, IFV, etc.)
- Membres des réseaux français pour la santé animale (RFSa) et végétale (RFSV).
- Industriels du diagnostic vétérinaire (SIMV, HealthForAnimals), Agence nationale du médicament vétérinaire.

### FINANCEMENTS :

CASDAR, ANR (PRC, PRCE, initiative LabCom), ANSES, EU-H2020

1. Martinez M., Germain JF & Streito JC 2014 *Insectes ravageurs invasifs : le point sur les espèces introduites*. Phytoma - La défense des végétaux 677 p.18 à 22.

2. Collectif, 2009. Handbook of Alien Species in Europe. Springer Science and Business Media. 400pp.

3. Roques A., Kenis M., Lees D., Lopez-Vaamonde C., Rabitsch W., Rasplus J.-Y. & Roy D.B. (2010) Alien terrestrial arthropods of Europe. Pensoft Publishers, Sofia, 1 (555 pp.) & Vol. 2. (492 pp.).

4. Borowiec N., Fleisch A., Kreiter P., Tabone E., Malausa T., Fauvergue X., Quilici S., Ris N. & Malausa J.C., 2011. Lutte biologique classique et insectes phytophages. Phytoma, 647, 16-20.

5. <http://ephytia.inra.fr/>

6. Germain J.F., Chatot C., Meusnier I., Rasplus J.-Y. & Cruaud A. (2013) Combining DNA barcoding and morphological analysis to identify *Epitrix* potato flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). Bulletin of Entomological Research, 103, 354-362.

Développer une approche système et faire de l'agriculture un contributeur à la lutte contre le dérèglement climatique



BIOÉCO

# Bioéconomie

## Développer les recherches et l'innovation pour la bioéconomie

### Les enjeux

Parmi les politiques de développement durable, la bioéconomie promue par l'OCDE (2009) est devenue une clé des perspectives à long terme de la croissance économique. Définie dans une acceptation très large comme l'ensemble des activités économiques, d'innovation, de développement et de recherche liées à la production et à l'utilisation de produits et de procédés biologiques<sup>(1)</sup>, elle recouvre la production et la transformation de la biomasse en une gamme de produits pour l'alimentation humaine et animale, ainsi que pour des usages chimiques et énergétiques et pour la fabrication de produits biosourcés. Le concept de bioéconomie permet de dépasser la dualité des usages alimentaires et non alimentaires pour prendre en compte les concurrences mais aussi les complémentarités entre les systèmes alimentaire, énergétique et chimique, tous trois utilisateurs de biomasse.

La biomasse et son cycle de vie sont au cœur de la bioéconomie. Elle peut être définie comme l'ensemble des matières organiques produites par des organismes vivants, végétaux, animaux ou microbiens, ou par leur décomposition : les produits d'origines agricole, forestière et aquatique ; les coproduits et effluents des industries de transformation des matières biologiques ; les autres déchets organiques (déchets urbains, boues de station d'épuration, ordures ménagères, déchets verts de parcs et jardins). Le renouvellement de cette biomasse est le premier élément de différenciation de la bioéconomie par rapport à l'économie fondée sur l'usage du carbone fossile. Il est attendu de la bioéconomie qu'elle réponde à différents défis. A l'échelle européenne, il s'agit ainsi i) de tendre vers la souveraineté en protéines (plus de la moitié des protéines pour animaux sont aujourd'hui importées) ii) de contribuer à la souveraineté énergétique et de diversifier le bouquet éner-

gétique en exploitant à cette fin la ressource continentale en biomasse, iii) de contribuer à la réindustrialisation par la création de nouveaux produits et filières dérivés de son exploitation. La question de la durabilité est évidemment centrale : elle nécessite d'aborder les systèmes de production, de transformation et de recyclage dans toute leur complexité (analyse « du berceau à la tombe », prise en compte des dimensions territoriales, effets de substitution et concurrence sur l'usage des terres).

### Etat des lieux

La notion de bioéconomie a été reprise par la Commission européenne en 2012<sup>(2)</sup>, et par d'autres pays occidentaux pour définir leurs propres stratégies industrielles et scientifiques. En France, le premier Programme d'investissements d'avenir a contribué à la structuration des activités de recherche, de transfert et de développement. Différents types de projets ont été ainsi soutenus : recherches collaboratives focalisées sur certaines espèces végétales<sup>(3)</sup> ou sur de nouveaux procédés de production<sup>(4)</sup>, instituts pour la transition énergétique pilotés par des entreprises<sup>(5,6)</sup> démonstrateurs préindustriels<sup>(7)</sup>.

Parmi les 34 instituts Carnot actuels, 3BCAR<sup>(8)</sup> est un réseau national structuré d'unités de recherche qui œuvrent dans le domaine de la transformation de la biomasse, en bioénergies, biomolécules et matériaux biosourcés. La spécificité de 3BCAR est de pouvoir mobiliser des approches multidisciplinaires, de la plante jusqu'aux propriétés fonctionnelles, en proposant une démarche d'éco-conception, pour développer l'usage des ressources renouvelables dans les domaines de l'énergie, de la chimie et des matériaux.

Le partenariat public-privé est un aspect essentiel dans le déploiement de la bioéconomie au sein des territoires : les pôles de compétitivité y jouent un rôle majeur. Le projet SINFONI<sup>(9)</sup>, qui vise à structurer la filière nationale d'approvisionnement « fibres techniques végétales lin et chanvre à usage matériaux » en réunissant des acteurs industriels et académiques et complémentaires sur l'ensemble de la chaîne de valeur, dotés d'un fort savoir-faire en la matière en est un exemple. Il en a de même pour IMPROVE<sup>(10)</sup>, la plate-forme mutualisée d'innovation pour la valorisation des protéines végétales.

Une particularité remarquable de la bioéconomie est qu'elle remet en cause les articulations exclusives entre les différents stades d'un même processus de transformation (ou « chaîne de production »). A cela deux raisons majeures : i) la plupart des biomasses sont interconvertibles, via la bioraffinerie, pour répondre aux besoins en produits finaux. Parfois dénommée par simplification « économie circulaire », cette triple logique de fractionnement, d'interconversion et de cascade doit être étudiée comme un système global (« analyse systémique ») ; ii) les relations entre les acteurs sont souvent déstabilisées car les options technologiques et l'innovation conduisent à des réorganisations permanentes de l'arborescence des « filières ». L'approche systémique (interactions entre systèmes alimentaires, chimiques, énergétiques situés dans les territoires) renouvelle l'éco-conception, dont l'approche classique par produit entraîne une incapacité à considérer, ensemble, les besoins de chaque société.

### Priorités

Les actions à mener pour soutenir la bioéconomie et qu'elle réponde aux défis qui lui sont adressés sont multiples. Il s'agit d'abord d'améliorer l'exploitation de la biomasse produite actuellement en introduisant des technologies nouvelles d'extraction et de traitement et en optimisant davantage les procédés d'utilisation des co-produits. A l'amont, la quantité et la qualité de biomasse produite constituent un deuxième objectif clé : l'augmentation des rendements et de la surface des terres productives – en utilisant des terres peu propices aux cultures à vocation alimentaire –, la maîtrise de la qualité de la biomasse assurant un approvisionnement régulier des bioraffineries, ou encore l'introduction d'espèces nouvelles ou améliorées grâce à diverses avancées technologiques sont autant de pistes à explorer. En complément du projet [Eco1], essentiel pour une approche systémique, et des projets de l'axe [Gén] dédiés aux biotechnologies végétales, les priorités retenues ici sont donc de différentes natures :

**Bioéco1** : il s'agit de cibler des actions de recherche et de développement pour soutenir l'essor attendu de la demande en protéines végétales. L'amélioration des connaissances du métabolisme protéique, des technologies d'extraction et la durabilité de la production en sont les actions clés.

**Bioéco2** : ce projet, plus tourné vers la technologie et l'ingénierie, vise à améliorer les agents et les procédés de transformation. Il s'agit notamment de conforter le développement et la mise en réseau des instruments décrits ci-dessus et dont les performances sont aujourd'hui avérées.

**Bioéco3** : les biotechnologies vertes et blanches (ou industrielles) et les innovations issues des avancées scientifiques de la biologie moderne sont des facteurs de rupture. L'accent est ici mis sur l'ensemble « biologie des systèmes et biologie de synthèse » qui constitue l'une de ces avancées majeures.

**Bioéco4** : la bioéconomie appelle à réfléchir en système, c'est-à-dire à considérer l'ensemble des opérations (production, transformation, recyclage) et de leurs interactions pour appréhender l'efficacité globale du système. La création d'un centre interdisciplinaire de recherche sur la bioéconomie servira cette originalité et aidera à asseoir des prospectives dans le domaine.

1. <http://www.oecd.org/futures/Bioeconomy/2030>

2. <https://ec.europa.eu/research/scar/pdf/ki-01-15-295-enn.pdf#view=fit&pagemode=none>

3. <http://www.biomassforthefuture.org/>

4. <http://probio3.netcomdev2.com/>

5. <http://www.ifmas.eu/>

6. <http://www.institut-pivert.com/>

7. <http://www.toulouse-white-biotechnology.com/>

8. <http://www.3bcar.fr/fr/>

9. <http://www.iar-pole.com/infos-adherents/sinfoni-mise-a-disposition-des-3-premiers-gabarits-de-fiches-techniques>

10. <http://www.improve-innov.com/>



Projet

6

# BIOÉCO 1

Contribuer à l'autonomie protéique de la France et de l'Europe

## Quelques chiffres

35%

taux d'autonomie protéique européenne pour la complémentation des rations en alimentation animale<sup>(1)</sup>

+43%

accroissement prévu de la demande mondiale en protéines végétales sur la période 2010-2030<sup>(2,3)</sup>

0,1-0,4

rendement massique de la transformation des protéines végétales en protéines animales par les animaux selon les espèces et le type de production<sup>(4)</sup>

## Indicateurs et échéances

2016

Lancement d'un AAP Carnot filière

2016

Lancement d'un programme de recherche sur métabolisme protéique.

### Niveau TRL - [Bioéco 1-1]



### Niveau TRL - [Bioéco 1-2]



### Niveau TRL - [Bioéco 1-3]



## Contexte et ambitions

Une augmentation considérable de la demande alimentaire mondiale est attendue du fait de l'évolution démographique et de la transition nutritionnelle des pays émergents ou en développement. Au niveau mondial, on attend ainsi un accroissement de la demande en protéines, cet accroissement étant plus fort que celui de la demande en lipides. Dans ce contexte, la filière des protéines végétales pour l'alimentation humaine, soit en consommation directe, soit après transformation par l'animal, est souvent analysée comme une chaîne de valeur linéaire, reposant sur l'augmentation de la ressource en protéines végétales de qualité, sur l'amélioration de l'efficacité protéique en production animale et sur le développement de procédés industriels pour améliorer les propriétés organoleptiques, fonctionnelles et nutritionnelles des protéines.

Au-delà de cette vision, il s'agit de :

- prendre en compte les impacts environnementaux, au cœur desquels se situe l'azote, atome central à la valeur des protéines, mais aussi source potentielle de pollution (nitrates), d'émission de gaz à effet de serre (N<sub>2</sub>O) et dont la fixation sous forme d'ammonitrate est énergétiquement coûteuse.
- intégrer l'impossibilité d'un accroissement infini des surfaces cultivées, ce qui conduit à repenser les systèmes de culture et la place des espèces qui sont sources de protéines dans ces systèmes de cultures.

Ainsi, dans ce contexte de transition alimentaire et face aux différents enjeux globaux (transitions démographique, nutritionnelle, écologique ou encore énergétique), les protéines végétales vont connaître un essor significatif. Or, la France et l'Europe ont aujourd'hui un très fort déficit d'offre en protéines. La France qui possède des compétences, notamment sur les filières de plantes de grande culture (blé, maïs, tournesol, colza, maïs aussi pois et féverole) et les plantes fourragères (luzerne), doit saisir l'opportunité de devenir leader dans la fourniture de protéines végétales en considérant la panoplie des ressources végétales, au-delà du soja et du blé, pour la nutrition humaine et animale, sur le marché intérieur et à l'export.

Les marges de manœuvre existent dans le cadre d'une approche systémique : intégration des intercultures dans des systèmes de cultures à impact environnemental réduit ; évolution des systèmes de production animale ; meilleure valorisation des coproduits dans une « approche de cascade » dans le cadre des bioraffineries. Les autres sources de protéines que constituent les insectes et les algues peuvent également être étudiées au travers de leurs conséquences sur l'efficacité de production.

## Livrables et attendus

- Amélioration de la compétitivité des cultures sous l'angle de la production de protéines (rendement, régularité dans les situations de stress, teneur en protéines, stabilité de la composition, réduction des facteurs antinutritionnels, impact environnemental) tant pour l'agriculteur que l'utilisateur, en lien avec [Gén1] et [Gén3].
- Développement de nouvelles sources protéiques : micro-algues, micro-organismes, insectes.
- Développement de technologies et procédés présentant une meilleure préservation des fonctionnalités des protéines et un moindre impact environnemental (eau, énergie).
- Développement d'aliments attractifs, pour l'alimentation humaine.

## Actions

Dans le cadre des propositions françaises pour la COP21, sur la production de protéines et les bioraffineries dédiées.

**[Bioéco 1-1] Développer des recherches pour améliorer la connaissance du métabolisme protéique des plantes** (jusqu'aux symbioses plantes-micro-organismes), analyser le métabolisme protéique humain à partir des aliments riches en protéines végétales, explorer et favoriser la transition vers de nouvelles sources protéiques.

**[Bioéco 1-2] Améliorer les technologies d'extraction et de transformation des protéines.**

**[Bioéco 1-3] Démonstration de bioraffineries environnementales** pour avérer le bouclage des cycles N, P et K.

**[Bioéco 1-4] Lancer un appel à projets « filière »** des Instituts Carnot dédié aux PME et ETI.

## Acteurs

- Organismes publics de recherche : CIRAD, INRA, IRD, CNRS et leurs instituts Carnots (LISA, 3BCAR, Qualiment, ICISA).
- Instituts et Centres techniques de l'ACTA et de l'ACTIA.
- Enseignement supérieur (AgroParisTech, Montpellier SupAgro, AgroSup Dijon).
- Coopératives, entreprises.

## FINANCEMENTS :

ANR, ADEME PIA2, BPI PIAVE- FUI, dispositif Carnot, P3A.

1. Plan Protéines végétales pour la France 2014-2020. MAAF 2012, CVT Allenvi. Protéines végétales et alimentation. 2015.

2. World Agriculture: Towards 2015/2030. An FAO Perspective (2003). <https://inra-dam-front-resources-cdn.brainsonic.com/ressources/afile/276941-ab0c3-resource-jean-francois-rous-rencontre-sia-2015-glofoods.html>

3. Durk Nijdam, Trudy Rood, Henk Westhoek. Food Policy 37 (2012) 760-770.

Projet

7

# BIOÉCO 2

## Amplifier la recherche en technologie et en ingénierie des procédés

### Contexte et ambitions

Les biotechnologies vertes et blanches offrent la possibilité de relever le défi de la spécificité nécessaire de la déconstruction et des modifications de la biomasse (que celle-ci soit d'origine agricole, issue d'une première transformation industrielle, ou produite par un processus de recyclage). Deux fractions biochimiques sont d'intérêt majeur dans la prochaine décennie : les protéines [Bioéco1] et la lignocellulose, notamment la lignine qui est aujourd'hui mal valorisée. Ces biotechnologies peuvent éventuellement être couplées à des technologies chimiques et physiques (notamment pour l'extraction et la purification).

Au-delà du développement de ces technologies, revisiter les filières actuelles au profit de systèmes bioéconomiques mêlant différents usages de la biomasse amènera à poser cinq questions :

- les procédés de transformation peuvent-ils être extrapolés ? La taille de la bioraffinerie la rendant plus ou moins sensible à la variabilité des lots de biomasse, cette réponse affectera le réexamen des procédés traditionnels (downsizing, upscaling) avec les outils actuels d'écoconception ;
- les fonctions d'usage (alimentation, habillement, bioénergies, hygiène, habitat, ...) peuvent-elles être remplies par les « produits et procédés bioéconomiques », dans le cadre d'une évolution progressive par substitution iso-moléculaire ou nécessitent-elles une rupture iso-fonctionnelle ? En découle le besoin d'élucider les relations quantitatives structure-propriété pour les fractions anatomiques d'intérêt, de manière à favoriser des productions végétales adaptées à leurs usages (liens avec [Gén1] et [Gén3]) aux dépens des productions indifférenciées induisant des fractionnements et séparations très poussés, donc l'occurrence de sous-produits ;
- l'articulation, à créer avec l'agroécologie, va conduire à diversifier les biomasses disponibles : en quoi la bioéconomie peut-elle susciter des contraintes ou de nouvelles opportunités pour l'agriculture (diversification des systèmes de production et des usages des terres) et plus généralement pour la valorisation des écosystèmes ? Raisonner à une échelle de territoire permet-il de dégager de nouvelles marges de manœuvre pour concevoir et optimiser des bioraffineries ou bien cela crée-t-il plus de contraintes et globalement une perte d'efficacité ? ;
- quelles sont les synergies au sein des, et entre, bassins de production à différentes échelles spatiales et temporelles qui devront être mises en œuvre pour assurer l'approvisionnement en matière première ? En découlera le besoin d'évaluer la résilience des systèmes face aux aléas (climatiques, sanitaires ou économiques) ;
- jusqu'à présent, les méthodes et outils d'ingénierie se sont essentiellement concentrés sur des optimisations économiques ou énergétiques. La situation nouvelle que met en lumière la

### Quelques chiffres

# 20-60%

Potentiel de réduction des consommations énergétiques et d'intrants non renouvelables, et des émissions de gaz à effet de serre par mise en œuvre de biotechnologies <sup>(1)</sup>

# 20%

Augmentation annuelle prévue des produits biosourcés hors alimentation pour atteindre une part de marché de 22 à 28 % de la chimie en 2025 (référence 12,5 % en 2015) <sup>(2)</sup>

# 90 000

Nouveaux emplois prévus d'ici 2017 dans le secteur des IAA <sup>(3)</sup>

### Indicateurs et échéances

**2016**

Appel à projet Carnot filière

**2017**

Lancement d'un nouveau PIA3

### Niveau TRL - [Bioéco 2-1]



bioéconomie est double : d'une part, une plus grande agilité sera attendue dans la conception et le pilotage de systèmes qui ne seront pas figés à moyen ou long terme ; d'autre part, le premier critère devient sans doute la résilience aux contraintes externes, par définition non prédictibles.

Evaluer les performances de la bioéconomie demandera d'agréger des données issues de trois types : - territoriales, liées à la biomasse, ou associées à sa transformation - d'où un lien avec le big data et l'axe [Num]. Les variations liées au contexte de production créent des situations différentes (c'est une différence avec les ressources fossiles, souvent plus homogènes) dont il faut tenir compte pour avérer la durabilité et la compétitivité des systèmes et pour nourrir des expérimentations *in silico* destinées à tester une diversité de situations possibles en termes de combinaisons de biomasse et de procédés.

### Livrables et attendus

- Agents biotechnologiques (enzymes, micro-organismes et consortia microbiens) en lien avec des industriels équipementiers (logiciels, fermenteurs, réacteurs).
- Relations quantitatives structure-propriété pour les molécules et les matériaux biosourcés de manière à atteindre le niveau actuel de connaissance des produits pétrosourcés.
- Démonstrateurs et pilotes de bioraffineries et production de molécules plateformes biosourcées.
- Quantification de l'efficacité énergétique de l'usage de l'eau, des procédés et des systèmes des industries manufacturières (réduction des besoins énergétiques de procédés de production existants ou recherche de procédés alternatifs plus économes en énergie ou en émissions de CO<sub>2</sub>) et de récupération et transport des chaleurs fatales.

### Actions

La forte proximité de [Bioéco 2] avec la compétitivité des entreprises et leur localisation en Europe conduit à privilégier des actions ciblées.

**[Bioéco 2-1] Développer des recherches sur les procédés et les biotechnologies.** TRL 3-8, en privilégiant l'ouverture des démonstrateurs existants.

**[Bioéco 2-2] Soutenir, amplifier et mettre en réseau par un nouveau Programme d'investissements d'Avenir les plateformes technologiques** issues des appels à projets de BPI et du PIA1 (ANR, Ademe, CDC).

**[Bioéco 2-3] Lancement d'un appel à projets « filière » des Instituts Carnot dédié aux PME et ETI**

### Acteurs

- Organismes publics de recherche : CIRAD, INRA, CNRS, IRSTEA, IFPEN, CEA, INRIA et leurs instituts Carnot (LISA, 3BCAR, Qualiment, CEA-LETI, ICEEL, IRSTEA, Polynat).
- Enseignement supérieur : AgroParisTech, Ecoles de Chimie, INSA-Toulouse.

### FINANCEMENTS :

ADEME, ANR, BPI, OSEO, dispositif Carnot, H2020 (FET, KET, ERA-NET)

1. The rise of the bio-based economy. Friends of Europe & Novozymes. 2012.

2. Bio-economy Observatory : <https://biobs.jrc.ec.europa.eu/>-ADEME, 2015  
Marchés actuels des produits biosourcés et évolutions à horizons 2020 et 2030 .

3. <http://www.entreprises.gouv.fr/conseil-national-industrie/la-filiere-alimentaire>

Projet

8

# BIOÉCO 3

## Structurer la recherche en biologie des systèmes et biologie de synthèse pour les bioindustries

### Quelques chiffres

12  
Mrd EUR

Marché de la biologie synthétique prévu pour 2018 (synthèse ADN, produits chimiques, souches) <sup>(1)</sup>

10  
Mio EUR

Dépenses mensuelles de la société Amyris en R&D [chiffre du 3<sup>e</sup> trimestre 2014] <sup>(2)</sup>

### Indicateurs et échéances

2016

Appel à projets

2017

Créations d'un ou deux pôles et d'une infrastructure européenne

2019

Premiers tests à l'échelle préindustrielle

### Niveau TRL - [Bioéco 3-1]



### Niveau TRL - [Bioéco 3-2]



### Contexte et ambitions

L'USDA et l'OCDE estiment que les produits biosourcés représenteront environ un tiers du marché de l'industrie chimique à l'horizon 2030. La Commission européenne a saisi ces enjeux en identifiant les biotechnologies parmi les technologies génériques clés (key enabling technologies) et en lançant dès 2013 des programmes H2020 BIOTEC qui font explicitement appel à la biologie des systèmes et de synthèse, deux disciplines dont le couplage est un enjeu souligné en 2014 par le Président de la République <sup>(3)</sup>.

- La biologie des systèmes analyse et modélise les systèmes biologiques dans leurs environnements biologiques d'origine dans le but de constituer un socle cognitif fondamental.
- La biologie de synthèse a une visée d'ingénierie : elle conçoit des systèmes (par exemple, des voies de biosynthèse ou des contextes biologiques d'expression optimisée), elle construit et insère ces systèmes dans des organismes vivants « châssis », et permet de les mettre en œuvre, de les valider et de les optimiser à des fins de production.

La France dispose d'un potentiel remarquable dans ce domaine <sup>(4)</sup> : elle rassemble une communauté de chercheurs d'environ 300 personnes capables de coupler la biologie des systèmes à la biologie de synthèse. Néanmoins, il lui manque un pôle visible et attractif dédié aux bioindustries. Les verrous actuels portent sur :

- l'utilisation insuffisante des méthodes issues de la biologie des systèmes pour dépasser le pragmatisme de la biologie de synthèse et ainsi rationaliser le processus de bioproduction ;
- l'absence de lieux associant les communautés de la biologie des systèmes et de la biologie de synthèse pour faciliter les échanges et les synergies entre ces disciplines.

Les utilisateurs potentiels sont de deux ordres : des entreprises utilisant des procédés de biologie de synthèse (Metabolic Explorer (Fr), Amyris (US), Global Bioenergies (Fr), Evolva (CH),...) et des entreprises présentes sur les domaines applicatifs (généralement des grands groupes) qui manifestent un intérêt croissant pour la biologie de synthèse comme alternative à leurs solutions actuelles : Michelin (avec Amyris), Du Pont, Roquette (avec Metabolic Explorer).

### Livrables et attendus

- Développer des procédés de bioproduction suivant un cycle itératif articulant trois étapes - conception, construction et validation - pour conduire les projets depuis le design jusqu'à l'exploitation. Le cycle itératif **conception-construction-validation** fait appel à des méthodes issues de la biologie des systèmes (modélisation), à des méthodes propres à la biologie

de synthèse (ingénierie cellulaire) et à des méthodes de caractérisation, c'est-à-dire de validation et de tests, développées dans les deux disciplines. Le cycle comprend un retour des résultats expérimentaux vers une nouvelle étape de conception.

- Implémentation du cycle de **conception-construction-caractérisation** sur trois ateliers mutualisés et automatisés qui opèrent à des niveaux de rendements croissants : un atelier haut débit de développement de circuits synthétiques producteurs de molécules (BioSyn) ; un atelier d'ingénierie de souches, s'appuyant sur des techniques analytiques et des outils mathématiques et computationnels développés dans le cadre de la biologie des systèmes (BioSys) ; et un atelier **technologique**, pour la mise en œuvre de bioprocédés vers des niveaux de TRL plus élevés pour les marchés « de l'environnement » (bioremédiation et traitement des déchets) et de la chimie et des matériaux » (synthèse de composés chimiques).

### Actions

#### [Bioéco 3-1] Créer un centre interdisciplinaire de recherches et de formation sur la biologie des systèmes et de synthèse.

Ce centre devrait regrouper des chercheurs et enseignants chercheurs issus des disciplines nécessaires au développement de plateformes de conception, construction et caractérisation (mathématiques, informatique, biologie moléculaire, microbiologie, chimie analytique et science des bioprocédés).

**[Bioéco 3-2] Créer une infrastructure de recherche de portée européenne.** Cette infrastructure distribuée doit avoir une configuration cohérente en termes de compétences nécessaires, de complémentarité des équipements et de masse critique, globale et de chacun des nœuds.

### Acteurs

- Etablissements publics de recherche (INRA, CNRS, Universités, IRD, Cirad, CEA).
- Etablissements d'enseignements supérieurs : Ecoles, Universités.
- Partenaires privés dans des unités mixtes.

### FINANCEMENTS :

ANR (génériques, Labcom, chaires industrielles, accueil chercheurs de haut niveau), réseaux scientifiques européens, H2020-challenge 2 (ERC, FET, Infrastructures), PIA3

1. Synthetic Biology: Global Markets BCC research 2014.

2. <https://amyris.com/>

3. <http://www.elysee.fr/declarations/article/allocution-du-president-de-la-republique-lors-de-son-arrivee-a-l-institut-de-science-et-d-ingenierie-supramoleculaires-isis/>

4. Plan d'action pour la biologie des systèmes et la biologie synthétique. Gendre F. Thiébaud R. et Weissenbach J. 2014.



Projet

9

# BIOÉCO 4

## Structurer la recherche pour et sur la bioéconomie

### Contexte et ambitions

La bioéconomie n'est pas une activité strictement nouvelle. De fait, des activités agricoles et industrielles existent déjà, sur la base de savoir-faire parfois empiriques. Ces activités suscitent elles-mêmes des questions de recherche qu'il s'agit d'identifier et de préciser. Certaines sont facilitées par des organisations qu'il est utile de comprendre, tandis que d'autres se heurtent à des obstacles qu'il est nécessaire de caractériser. Cette «construction» des questions de recherche et ce repérage des conditions d'innovation doivent faire l'objet d'une démarche explicite et élaborée.

Au delà des projets thématiques précédents, qui ont pointé des avancées essentiellement technologiques attendues dans les 10 prochaines années, la bioéconomie pose d'autres questions de nature profondément systémique ou qui interpellent les sciences humaines et sociales : l'existence d'externalités et la concurrence pour l'usage de certaines ressources, à commencer par la terre et l'eau ; la gouvernance des filières aussi bien que des territoires ; les différentes modalités de coordination entre acteurs, dont le marché ; la désirabilité du déploiement de nouvelles technologies ou de modification des paysages, les comportements flexibles des usagers et les politiques publiques appropriées ; les modalités de contractualisation (ex. approvisionnement en biomasse pour l'énergie, gestion de l'eau et mesures agri-environnementales).

Le développement de la bioéconomie nécessite ainsi une compréhension de ses impacts socio-économiques et environnementaux et la définition d'un cadre systémique et dynamique commun pour mettre en évidence les couplages et les économies de matière entre les filières. Ces démarches gagneraient à bénéficier des éclairages et des mises en perspective non seulement d'historiens (sur les transitions passées) mais aussi d'éclairages de juristes, de géographes, d'économistes, de sociologues...

Un enjeu de la prochaine décennie sera de se doter d'une vision systémique et opérationnelle des relations entre la société, les sphères techniques et les écosystèmes, qui soit en outre partagée entre les différents acteurs (depuis le monde agricole jusqu'aux industries et aux gestionnaires des produits en fin de vie).

### Livrables et attendus

L'objectif principal est d'articuler agriculture, industrie et développement territorial par une approche spatialisée de la production et de la transformation des biomasses, et fondée sur les caractéristiques écologiques et socio-économiques. En découlent les propositions suivantes :

- préciser la notion d'autonomie territoriale en regard du concept d'économie circulaire : quel dosage entre efficacité environnementale et économique ? Quelles sont les échelles pertinentes et les formes d'organisation pertinentes ?
- disposer de modèles physiques et biophysiques de stock et de flux à long terme, les intégrer dans des plateformes d'aide à la décision (scénarisation et modélisation des systèmes à l'échelle d'un territoire) par modélisation physique des interactions entre phénomènes économiques, sociaux et environnementaux. Ces évaluations doivent reposer sur des développements nouveaux en matière de choix de critères, d'analyses dynamiques de cycle de vie, d'analyses coûts-bénéfices et de la sécurité alimentaire ;
- compléter ces modèles biophysiques par des éléments technico-économiques. La construction de scénarios prospectifs pour représenter des situations contrastées et simuler des évolutions scénarisées aidera à hiérarchiser les questions de recherche et vérifier l'intérêt comparatif de certaines options et leur compatibilité, pour éclairer les choix d'investissement futurs ;
- renforcer le dialogue entre les organismes de recherche et les entreprises, avec une force d'entraînement plus explicite des fonds gérés par les Régions (FEDER, FEADER...) qui faciliteraient l'adaptation aux opportunités, forces et faiblesses locales.

### Actions

**[Bioéco 4-1] Créer un centre interdisciplinaire de recherches et de formation sur la bioéconomie.** Il permettrait de faire le lien entre les différentes disciplines concernées, pour optimiser le système de production et transformation sur le plan économique, environnemental et social, focalisant ses activités sur les approches systémiques au niveau territorial (cf [Innov3]).

**[Bioéco 4-2] Développer une capacité de prospective,** en appui du suivi de la loi de transition énergétique et de la feuille de route interministérielle Bioéconomie.

### Acteurs

- Organismes publics de recherche et universités: membres des CVT des alliances Allenvi et ANCRE, Universités. Collectivités locales (notamment selon les orientations des stratégies de spécialisation intelligente, dites « S3 » des régions).
- Fédérations agricoles, coopératives, industrielles
- Associations professionnelles et environnementales.

### FINANCEMENTS :

ANR (chaires industrielles, ACHN), BPI (PIAVE, FUI), H2020 (FET, KET, ERA-NET).

### Quelques chiffres

2 000  
Mrd €

Poids de la bioéconomie européenne tous secteurs confondus <sup>(1)</sup>

1.13 %  
(6,2TWh)

Part de la biomasse dans la production française d'électricité en 2013 <sup>(2)</sup>

10€

Valeur ajoutée produite dans le secteur de la bioéconomie par euro investi dans les actions de recherche et d'innovation en matière de bioéconomie par l'UE <sup>(3)</sup>

### Indicateurs et échéances

2016

Mise en place et travail conceptuel

2017

Création de un ou deux pôles interdisciplinaires

2018

Premiers modèles et scénarios en 2019

1. <http://ec.europa.eu/research/Bioeconomy/index.cfm>

2. <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/>

3. <http://ec.europa.eu/research/Bioeconomy/index.cfm>

Priorité

2

**Permettre le plein  
développement des  
nouvelles technologies  
dans l'agriculture**

Permettre le plein développement des nouvelles technologies dans l'agriculture



NUM

# Agriculture numérique

## Les données : nouvelles connaissances et nouveaux services

### Les enjeux

Comme toute l'économie, l'agriculture entre dans l'ère du numérique. La conjonction du développement des technologies d'acquisition massive de données, des capacités de stockage et de traitement informatiques, embarquées ou déportées (supers calculateurs accessibles par des réseaux de communication très haut débit) crée un nouveau gisement de données, le « *Big Data* » agricole, et rend possible la création de nouvelles connaissances, de nouveaux services et outils d'aide à la décision (OAD) qui améliorent la précision et la pertinence des interventions ou des choix stratégiques des professionnels de l'agriculture. L'acquisition et la mise à disposition de données, vues comme indispensables, sont des atouts majeurs face aux nouveaux défis mondiaux de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement.

L'agriculture d'aujourd'hui et de demain doit produire autant voire plus et mieux, en étant triplement performante [Éco]. Ces évolutions contribueront directement au projet agro-écologique [Agroéco]. En conséquence, les acteurs agricoles vont faire de plus en plus face à des objectifs multiples. Cette situation de prise de décision complexe nécessite la conception et le déploiement de nouveaux outils intégratifs basés sur les apports du numérique.

Cette évolution est de niveau stratégique pour la France : sont en jeu la balance commerciale du secteur agricole (en péril sur certaines productions) et celle du secteur des agroéquipements [Rob] (déficitaire). De plus, la France risquant de dépendre pour sa production agricole, de données et services étrangers, la

1. Menace comparable à celle des clouds extranationaux, qui a conduit à la constitution d'offres de clouds nationaux, ou encore du GPS, qui a donné lieu au projet européen Galileo.

2. <http://www.fb.org/tmp/uploads/PrivacyAndSecurityPrinciplesForFarmData.pdf>

3. Yara, Veris, Geonics, Dualem, Geocarta, Geophilus, N-Tech, Topcon, Corhize, Hydromet, Fruition, Force A, Hiphén, Agri-esprit, Inozy, Exotic Systems etc.

question de la souveraineté nationale économique, agricole et alimentaire est posée <sup>(1)</sup>. Par ailleurs, ce domaine constitue un marché émergent significatif pour les PME et start-up françaises et pour les opérateurs, grands et petits, positionnés sur les réseaux de communication sans fil et les objets connectés, un potentiel important pour le renouveau industriel de la France. Les innovations technologiques et organisationnelles de « l'e-agriculture » bouleverseront ainsi, la production agricole proprement dite, l'ensemble des produits et services à l'agriculture, voire les relations entre acteurs [Innov2].

### Etat des lieux

De nombreuses multinationales de l'agrofourmure, comme les semenciers chimistes Monsanto ou Pioneer ou les équipementiers John Deere, AGCO (marque Massey Ferguson) et CNH Industrial (marque New Holland Agriculture) se positionnent aujourd'hui sur ce marché des services d'« e-agriculture ». Aux Etats-Unis, les acteurs majeurs du secteur agricole ont pris conscience de la valeur mais aussi des problématiques liées à ces nouvelles données et ont proposé une charte « *Privacy and Security Principles of Farm Data* <sup>(2)</sup> ». Selon un modèle différent, au Danemark, ce sont les agriculteurs qui ont pris en charge la constitution des bases de données ([www.seges.com](http://www.seges.com)). Dans les pays en développement, les acteurs se mobilisent également en faveur de l'*Open Data* : *CIARD (Coherence in Information for Agricultural Research for Development)* créé par la FAO en 2008 ; *GODAN (Global Open Data for Agriculture and Nutrition)* lancé fin 2013 dans le cadre du G8.

L'acquisition de la donnée est une étape essentielle de cette nouvelle agriculture Numérique. Un nombre croissant de capteurs et d'objets connectés, fixes ou mobiles, complète les informations satellites (météo, programme Sentinel, etc.) des fournisseurs et partenaires des exploitations. En France et à l'étranger, de nombreuses sociétés, y compris des start-up, se positionnent sur le développement de ces nouveaux outils <sup>(3)</sup>.

### Priorités

Deux priorités ont été identifiées pour que l'agriculture numérique puisse contribuer de façon significative à la mutation de l'agriculture française tout en profitant aux acteurs nationaux des marchés des TIC.

**Num1** : la mise en place d'un portail de données agricoles permettra la mise à disposition de données multiples (données publiques ouvertes géoréférencées, données sanitaires et économiques, données privées provenant d'agriculteurs ou d'autres acteurs économiques...) qui seront des carburants de l'innovation ouverte en favorisant l'émergence de nouvelles connaissances, d'OAD et de nouveaux systèmes basés sur la modélisation et la simulation, de services de conseil et de formation agricole.

**Num2** : l'agriculture numérique s'appuie d'autre part sur deux points clés, l'acquisition et le traitement des données. Pour ce

qui concerne le premier point, il faudra favoriser la multiplicité des approches, par des appels à projets de recherche pour développer des capteurs sur des besoins de mesure identifiés en agriculture et en élevage. En ce qui concerne le traitement des données, la modélisation des données massives présente de nouveaux verrous et sollicite de nouvelles ressources. C'est pourquoi il est indispensable, d'une part, de structurer cette recherche en rassemblant, dans une approche interdisciplinaire, des mathématiciens et des informaticiens « analystes de données » (data scientists, à l'interface entre statistique et informatique), des agronomes, mais aussi des sociologues et des spécialistes des sciences de gestion, et, d'autre part, de lancer en parallèle des actions de recherche sur le traitement des big data agricoles.

Ces priorités sont également liées à l'existence de couvertures haut débit (3G/4G) et bas débit (pour les objets connectés, comme le propose SigFox) qui doivent être suffisantes en milieu rural, pour permettre l'utilisation de ces innovations technologiques et l'accès aux services numériques.



Projet

10

# NUM 1

## Mettre en place un portail de données à vocation agricole pour l'innovation ouverte

### Quelques chiffres

20 - 25  
Mrd USD

Le marché de services issus du Big Data agricole visé par Monsanto sur une base de 400 millions d'hectares suivis <sup>(1)</sup>

5 10<sup>15</sup>

Le nombre d'octets stockés annuellement par l'Agence Spatiale Européenne pour les images de ses satellites Sentinel (5 millions de milliards d'octets = 5 Po)

5 10<sup>12</sup>

Le nombre d'octets en images SPOT 6-7 reçus annuellement par la station GEOSUD dans le cadre du Pôle national THEIA (mille milliards d'octets = 1 To).

24 10<sup>6</sup>

Le nombre de constituants déterminés dans les analyses de sol de la BDAT (Base de Données d'Analyses de Terres) (2,1 millions d'échantillons analysés)

### Indicateurs et échéances

#### 2016

Février : fin de l'étape de préparation.

#### 2017

Juin : ouverture du portail.

#### 2018

Montage d'un projet européen pour diffuser le portail au niveau européen.

### Niveau TRL



### Contexte et ambitions

- Favoriser l'innovation ouverte en matière de services à l'agriculture en mettant à disposition des données à vocation agricole (données pédoclimatiques, économiques, géographiques, de production, sanitaires, génomiques...).
- Construire un portail permettant de référencer ces données et d'y accéder ; elles seront sous format libre (open data) et/ou par accès sous condition.
- Faire de ce portail un référentiel mutualisé favorisant l'interopérabilité entre les applications: le référencement à l'aide de métadonnées (sources/origines, méthodes d'acquisition, périmètre d'utilisation, licences...) et les interfaces (de type API) pour accéder aux données directement dans les applications (machine to machine) et mieux intégrer les mises à jour, les droits d'accès faciliteront l'interopérabilité.
- Utiliser ce portail développé sur la France comme espace-pilote, comme un exemple et un socle pour une initiative européenne coordonnée.
- Faire également de ce portail un espace de présentation offrant une valeur ajoutée en définissant de nouveaux indicateurs ou modèles obtenus à partir des données, de nouveaux services et enfin de favoriser les échanges entre utilisateurs.
- Conforter les aspects propriété/utilisation des données et leur hébergement, via une gouvernance confiée à la profession agricole.

### Livrables et attendus

Un portail permettant de référencer, de rechercher et de télécharger des données d'intérêt agricole diverses via des requêtes ergonomiques et des API ; l'accès sera ouvert et/ou sous conditions (financières et de licences) en fonction de l'origine des données ; le portail sera en relation avec d'autres plateformes françaises de données ouvertes et/ou à vocation agricole (Etalab, pôle Theia, API-agro, portail services climatiques [Agroéco4], évaluation multicritères des systèmes agricoles [Éco1] etc.)

- La mise à disposition d'un espace de stockage des données pour les agriculteurs le nécessitant.
- Un espace d'échange pour présenter les services, assorti de commentaires/notations des utilisateurs afin d'assurer la capitalisation autour des expériences et savoirs développés grâce au portail.

### Actions

**[Num 1-1] Préparer la constitution du portail** : analyse des initiatives existantes, constitution de la gouvernance du portail de données d'intérêt agricole (pilotage par les acteurs de la profession agricole, suivi par une instance élargie à la recherche et à l'Europe), élaboration du cahier des charges pour le portail et identification des acteurs qui détiennent des bases de données pertinentes (en France).

**[Num 1-2] Construire et faire vivre le portail**, en phasant le développement des applications sur plusieurs années, en fonction de leur degré de priorité ; l'animer en proposant des challenges (de type Hackathon agricole) et, à terme, le porter au niveau européen en montant un projet avec d'autres pays européens, (notamment au travers des actions de l'Eranet ICT Agri).

### Acteurs

- Profession Agricole (dont membres du Conseil de l'Agriculture Française).
- Organismes publics de recherche (INRA, Irstea, ITA, INRIA)
- Gestionnaires de bases de données, publics (ETALAB, pôle Theia, IGN, Météo France, MAAF...) ou privés (Smag, John Deere, AGCO, CLAAS, Lely, Fruition ...), Editeurs Logiciels
- Opérateurs des TICs : Orange, Bull, Numergy...

### FINANCEMENTS :

Profession agricole, FranceAgrimer P3A, opérateurs des TICs, PIA 3, Concours d'Innovation Numérique (BPI France), Eranet.

1. <http://www.halegroup.com/wp-content/uploads/2013/12/Agriculture-Big-Data-Overview2013.pdf>

Projet

11

## NUM 2

### Structurer la recherche sur le Numérique en agriculture

#### Quelques chiffres

+110%

Accroissement, en 2 ans, de l'utilisation des applications professionnelles par les agriculteurs possédant un smartphones entre 2013<sup>(1)</sup> et 2015<sup>(2)</sup>.

79%

des « exploitants connectés » reconnaissent l'utilité des nouvelles technologies pour l'agriculture<sup>(3)</sup>.

46%

Proportion des agriculteurs français équipés de GPS en 2013, potentiel de données géoréférencées<sup>(4)</sup>.

#### Indicateurs et échéances

##### 2017

Appel d'offre OADs et capteurs.

##### 2020

Prototypes de capteurs de détection précoce des états des écosystèmes (qualité sanitaire des plantes, animaux, la qualité des sols, état de la végétation).

##### 2020

Offre diversifiée d'objets communicants pour l'agriculture et l'élevage, visant le temps réel, couvrant plusieurs caractéristiques environnementales et intégration des données produites dans le portail [Num1].

#### Niveau TRL - [Num 2-1]



#### Niveau TRL - [Num 2-3]



#### Contexte et ambitions

- Faire de la France un leader de l'agriculture numérique, en s'appuyant sur sa R&D publique, ses start-up, son dispositif d'aide à l'innovation, et en lien avec l'ambition de développer la robotique agricole [Rob].
- Structurer la recherche pour accélérer la création de valeur à partir de données et du *Big Data* agricoles (nouvelles connaissances, nouveaux modèles et OAD agricoles) : rassembler les compétences croisées en traitement et analyse de données, extraction de connaissances, agronomie et sociologie de l'innovation rurale dans un centre interdisciplinaire dédié, en relation avec des entreprises ; accroître l'offre de capteurs et d'objets connectés pour la décision en temps réel.
- Favoriser la diffusion et l'usage des TICs (capteurs, smartphones, objets connectés, web collaboratif, nanosatellites ...) en France et à l'étranger, avec une attention particulière pour les pays du Sud.
- Encourager à l'acquisition de données et rassurer les exploitants sur l'intérêt de ces données pour les méthodes d'analyse.

#### Livrables et attendus

- Un réseau de R&D rassemblant la recherche publique et privée pour normaliser les recueils de données agricoles (ontologies), les explorer et les valoriser.
- Une production de connaissances nouvelles et valorisées par des publications scientifiques de haut niveau.
- Une offre renouvelée et exportable (à l'international) de services de conseil agricoles, de modèles, d'applications smartphone, de capteurs pour l'agriculture.
- De nouvelles start-up commercialisant des équipements de type TIC et se positionnant à l'international.
- Des partenariats avec les pays du Sud sur des projets d'agriculture Numérique dans un objectif de sauvegarde des ressources, de qualité et de traçabilité de la production.

#### Actions

**[Num 2-1] Créer un centre interdisciplinaire de recherche dédié à l'agriculture Numérique** : il regroupera des compétences interdisciplinaires en informatique et mathématiques appliquées (analyse de données, intelligence artificielle), agronomie, sciences biologiques, sciences de gestion et sciences humaines et sociales dans l'objectif d'allier recherche-formation-développement à un niveau d'excellence;

**[Num 2-2] Lancer un programme de recherches pour encourager le développement de nouveaux modèles numériques de fonctionnement des agrosystèmes**, en intégrant les aspects techniques et organisationnels, en relation avec le portail de

données [Num1], le développement de capteurs et objets connectés [Num 2-3] ;

**[Num 2-3] Soutenir le développement de capteurs adaptés aux conditions agricoles (robustes, peu coûteux)**, ciblant en particulier la qualité sanitaire (plantes, animaux - [Agroéco 5]), la qualité des sols [Agroéco 2], l'état de la végétation... et le développement de réseaux d'objets connectés pour la prise de décision en temps réel.

#### Acteurs

- Organismes de recherche (INRA, INRIA, Irstea, ITA, CNRS, CEA-Tech).
- Instituts techniques agricoles, en tirant parti des RMT MODE-LIA et AgroETICA.
- Enseignement supérieur universitaire et du ministère de l'agriculture (Montpellier Supagro, Bordeaux Sciences Agro, AgroSup Dijon, AgroCampus-Ouest).
- Industries : Start-ups et PME des TICs agricoles et des drones aériens.

#### FINANCEMENTS :

[Num 2-1] : PIA3

[Num 2-2] : concours innovation Numérique Numérique (ex-FSN), Agence Nationale de la Recherche (PRCE, PRCI, JCJC, Labcom, chaires industrielles), PIAVE, FUI, H2020 TIC.

[Num 2-3] : selon les différents stades TRL : ADEME et FranceAgrimer PIA2, ADI PIAVE et FUI (BPI), Crédit Impôt Recherche pour les entreprises, H2020 TIC, Agence Nationale de la Recherche (PRCE, PRCI, LabCom), CASDAR, Conseils Régionaux (dont FEDER, FSE, FEADER). Coordination et financement des projets par l'ERANET ICTagri.

1. La France agricole, 2013  
<http://www.lafranceagricole.fr/actualite-agricole/smartphone-70-des-internautes-n-utilisent-pas-d-application-73325.html>

2. La France agricole, 2015  
<http://www.lafranceagricole.fr/actualite-agricole/smartphones-64-des-agriculteurs-equipes-utilisent-des-applications-sondage-102505.html>

3. Enquête ADquation tirée de AXEMAG, n°7 Juin 2014, AXEMA, Paris.

4. AXEMA Paris 2014.

Permettre le plein développement des nouvelles technologies dans l'agriculture



ROB

# Robotique

## Des agroéquipements rapides, précis et sûrs

### Les enjeux

L'évolution de l'agriculture vers la triple performance, économique, sociale et environnementale, passe par la mise en œuvre de nouvelles pratiques dont certaines supposent la mise au point d'agroéquipements totalement innovants. La robotique est, avec les capteurs, une voie technologique de rupture efficace pour rendre possibles, accompagner, voire guider, les changements de pratiques et de systèmes. En effet, l'utilisation de machines dotées d'importantes capacités d'autonomie permet de démultiplier la capacité d'intervention humaine dans l'espace et dans le temps tout en améliorant la précision des travaux réalisés. La réussite du robot de traite en France<sup>(1)</sup> témoigne de l'attrait des agriculteurs pour des solutions technologiques innovantes dans la mesure où elles leur garantissent un bon niveau de fiabilité et contribuent à améliorer leur revenu et leurs conditions de travail. Il est fort probable que le développement de la robotique en agriculture s'accompagnera de changements profonds des pratiques, ainsi il ne s'agira certainement pas simplement de « robotiser des systèmes de production existants » mais plutôt de créer de « nouveaux systèmes de production robotisés » en co-concevant le robot et l'agro-écosystème au sein duquel il œuvrera (par exemple : taille et disposition des vergers, inter-rangs en maraîchage, structure des bâtiments d'élevage... à l'instar de la manière dont le robot de traite a fait évoluer les pratiques de l'élevage laitier). D'un point de vue social, l'enjeu de la robotique est d'accroître le confort et la sécurité de l'opérateur, et d'alléger sa charge physique et intellectuelle, lui permettant de consacrer plus de temps à des tâches à plus forte valeur ajoutée : l'observation des cultures, la gestion de l'exploitation, les achats et les ventes...

1. En 2013, l'Institut de l'élevage a dénombré plus de 3 800 exploitations équipées d'au moins un robot de traite.

2. Agence américaine pour les projets de recherche avancée de Défense qui organise des challenges de véhicules autonomes sur route ou hors route.

3. <http://www.gdr-robotique.org/>

4. Inventaire de la société savante IEEE, groupe : automation & robotics in agriculture, voir <http://www.fieldrobot.com/ieeeras/Community.html>

Outre l'intérêt environnemental et sociétal en agriculture, le développement des technologies robotiques dans le secteur agricole est un enjeu économique d'envergure. **L'agriculture constitue le second marché de la robotique de service professionnelle**, selon la Fédération Internationale de la Robotique (IFR). Le secteur de la robotique agricole au niveau mondial a représenté 817 millions US\$ en 2013, mais devrait **bondir à 16,3 milliards US\$ à l'horizon 2020** (source : WinterGreen Research). Il est donc stratégique de favoriser la création d'une filière nationale de robotique agricole, mobilisant les multinationales comme les start-up et les PME, aujourd'hui très présentes sur ce secteur émergent.

### Etat des lieux

La robotique agricole embrasse des situations très diverses. Les robots de traite, fixes, et maintenant les robots d'affouragement ou d'intervention sous serre, qui évoluent dans des milieux assez simples (clos et structurés) sont déjà bien implantés. La cobotique (robotique collaborative), qui tend à assister l'opérateur pour les tâches physiquement difficiles, pourrait trouver un intérêt fort en agroalimentaire (pour éviter les troubles musculo-squelettiques) ou dans des domaines où les manipulations sont dangereuses. La robotisation liée à la mobilité en milieu ouvert peut prendre plusieurs formes, qui trouveront leur marché à différents termes : dispositifs d'assistance à la conduite (court terme), robots d'aide en coopération avec les opérateurs (à moyen terme), robots autonomes (long terme) pour accomplir différents types de tâches (surveillance, interventions de type binage, pulvérisation, voire récolte...). Les robots autonomes demeurent encore généralement au stade du développement même si les « challenges » de ces dernières années (par exemple, DARPA<sup>(2)</sup>) ont montré les progrès réalisés en termes de mobilité autonome dans des milieux ouverts (en premier lieu sur les routes ou dans des milieux urbains, plus structurés que les champs). De nombreux verrous restent à lever : au niveau scientifique et technique, sur la performance (précision, autonomie, perception), la fiabilité, la sécurité, les coûts, mais aussi au niveau réglementaire (afin que les robots puissent être utilisés en milieu ouvert) et enfin au niveau sociétal (quelle acceptation de la part de la société ?).

La France a des atouts pour relever le défi : des sociétés intéressées à l'industrialisation de robots (des start-up aux multinationales) ; une formation d'excellence dans ce domaine de la robotique, en filières « ingénieurs » ou « universitaires » ; un potentiel de recherche mobilisable, la recherche publique française en robotique rassemblant actuellement plus de 1300 chercheurs et ingénieurs rassemblés au sein de 58 laboratoires<sup>(3)</sup> qui interviennent sur différentes thématiques (manipulation, humanoïde) et dans des domaines d'application variés (défense, automobile, robots humanoïdes, assistance à la personne, santé, technologies spatiales). L'agriculture y est peu représentée, principalement par méconnaissance des enjeux. Dans le monde, une vingtaine de laboratoires travaillent sur la robotique agricole<sup>(4)</sup>, avec une priorité sur la récolte (USA, Israël, Japon, Pays Bas).

### Priorités

Plusieurs pistes peuvent être explorées pour favoriser le développement et la diffusion de la robotique agricole. Elles sont regroupées au sein de 3 priorités.

**Rob1** : pour accélérer la recherche et le développement en robotique agricole, il s'agit de créer des programmes de R&D spécifiques pour faire collaborer des acteurs de la recherche et du privé, en cherchant à croiser les compétences en robotique pure et en robotique dans les milieux ouverts. Des actions sont attendues sur : (i) la mobilité, avec en particulier le remplacement des grosses machines par des machines légères coopérantes, (ii) la modularité avec le développement de robots légers dotés d'outils d'interventions interchangeables, (iii) les machines pour remplacer des interventions à risque pour l'opérateur comme la pulvérisation agricole.

**Rob2** : contribuer à la structuration du secteur industriel pour développer la robotique agricole : avec ses multinationales de l'agroéquipement, de l'automobile, de l'aérospatiale, ses nombreuses PME spécialisées de l'agroéquipement et sa politique en faveur de l'innovation et des start-up, la France a le potentiel industriel pour réussir l'émergence d'un secteur économique d'envergure.

**Rob3** : préparer les dispositifs de test et de qualification des robots agricoles qui seront nécessaires pour accompagner leur essor. Les robots sont des équipements en rupture par rapport aux machines agricoles classiques. Leur développement crée un besoin en moyens de validation pour garantir leur performance et leur fiabilité. Il est nécessaire d'anticiper ce besoin et de se mobiliser pour que la réponse existe dès que la demande apparaîtra, de façon à ne pas ralentir l'accès au marché de ces nouvelles technologies.



Projet

12

# ROB 1

## Accélérer la recherche et le développement en robotique agricole

### Quelques chiffres

**16.3**  
Mrd USD

C'est le marché mondial de la robotique agricole estimé à l'horizon 2020<sup>(1)</sup>

**1 300**

Chercheurs en robotique en France, potentiellement mobilisables sur la robotique agricole<sup>(2)</sup>

**20**

Laboratoires dans le monde spécifiquement positionnés sur la robotique agricole, en particulier en élevage, cultures en serres et récolte de fruits et légumes

### Indicateurs et échéances

#### 2015

Inscription de la robotique agricole dans les solutions de la NFI.

#### 2016

Dépôt d'un projet PSPC sur le thème « robotique agricole ».

#### 2016

Organisation d'un challenge sur « robotique agricole en milieux ouverts » (à partir de 2016 puis annuellement ou bisannuellement).

#### 2020

5 types de robots français commercialisés en agriculture.

### Contexte et ambitions

- Faire de la France un des pays leader de la robotique agricole et des milieux complexes, avec le Japon, les Etats-Unis, les Pays-Bas et Israël.
- Réussir le rapprochement entre laboratoires universitaires, laboratoires spécialisés de la recherche publique, start-up et industriels sur ce thème.
- Mettre la priorité sur les robots mobiles légers, dans un objectif de respect des sols et de multifonctionnalité (assistance logistique de l'agriculteur, surveillance, petits travaux) et sur les opérations à risque comme la protection des cultures.

### Livrables et attendus

- Avoir, à l'horizon de 5 à 10 ans, une offre française commercialisée significative (10 entreprises de statut PME) en robotique légère :
  - > assistance à l'opérateur (aide à la récolte de fruits et légumes, aide au portage de matériel...)
  - > interventions diverses, travail en essaims
  - > surveillance
- Avoir validé techniquement et économiquement un robot de pulvérisation en vigne et arboriculture dans les 5 à 10 ans.

### Actions

**[Rob 1-1] Inscire la « robotique agricole » de manière individualisée au sein des solutions « mobilité écologique »** (pour les robots autonomes en environnement ouvert – Plan Véhicules Autonomes) et « objets intelligents » (pour les robots en milieu clos ou dotés de périphériques importants de manipulation – Plan Robotique) de la Nouvelle France Industrielle (NFI). Les acteurs concernés de la recherche et de l'industrie proposeront un projet de recherche et développement structurant pour la compétitivité avec pour ambition de progresser sur les aspects technologiques et sociaux de la robotique agricole (conditions d'appropriation par les agriculteurs, acceptation par la société etc.)

**[Rob 1-2] Lancer un programme de recherche sur robotique agricole**, sur des sujets prioritaires (gain de productivité, sécurité des opérateurs, diminution de la pénibilité) et sur des sujets de rupture (machines en essaims, véhicules 100% autonome).

**[ROB 1-3] Rendre attractives les problématiques agricoles pour les étudiants roboticiens**, notamment en organisant de grands concours « challenges » sur des applications agricoles mobilisant les différentes compétences nécessaires des sciences de l'ingénieur.

### Acteurs

- Organismes publics de recherche et universités : CNRS (Institut-Pascal Clermont-Ferrand, LAAS Toulouse, ISIR Paris (3), Heudiasyc-Compiègne), CEA, Universités (Montpellier, Clermont-Ferrand, Toulouse, Paris), Irstea.
- Instituts techniques agricoles : CTIFL, IFV, IDELE et Arvalis notamment.
- Industriels de l'agroéquipement.

### FINANCEMENTS :

ANR (LabCom, Chaires industrielles), FranceAgriMer PIA2 P3A, PIA3, H2020 TIC, H2020 Challenge 2.

1. WinterGreen Research , 2014, <http://wintergreenresearch.com/reports/AgriculturalRobots.html>

2. <http://www.gdr-robotique.org/>

Projet

13

## ROB 2

### Structurer et accompagner le tissu industriel en robotique agricole

#### Quelques chiffres

2<sup>e</sup>

L'agriculture est le 2<sup>ème</sup> marché de la robotique de service <sup>(1)</sup>

50%

des agriculteurs français qui s'installent en élevage laitier achètent un robot de traite <sup>(2)</sup>

50%

des vaches laitières d'Europe du Nord seront traitées par un robot en 2025 <sup>(2)</sup>

#### Indicateurs et échéances

##### 2015

Création du comité stratégique de filière « Agro-équipement » et de son groupe de travail « Robotique ».

##### 2016

Création d'une structure inter-pôles de compétitivité sur la « robotique agricole ».

##### 2016

Mise en place de la stratégie d'influence pour la normalisation ou la réglementation, et d'actions incitatives au niveau français et européen.

##### 2020

5 types de robots français commercialisés en agriculture (voir [ROB 1])

#### Niveau TRL - [Rob 3-2]



#### Niveau TRL - [Rob 3-3]



#### Contexte et ambitions

Accélérer la mise au point d'innovations en robotique en renforçant le tissu industriel français et en préparant son environnement. Pour cela, il s'agit de :

- structurer le tissu, en mettant les entreprises pertinentes en contact, en animant les échanges et s'appuyant sur les bonnes pratiques et les réussites de clustérisation des grappes mécaniciennes (Mécanique Vallée, Mécabourg, etc.) ;
- favoriser les transferts de technologies inter-sectoriels ;
- préparer la société à intégrer les robots dans la production agricole en levant les éventuels verrous réglementaires, en sensibilisant la société civile à l'importance de la robotique en assistance à l'agriculture et en étudiant les conditions sociales de réussite des innovations robotiques.

#### Livrables et attendus

- Proposer des structures d'animation du tissu industriel sur la robotique agricole :
  - > au niveau sectoriel (agroéquipement) : encourager la création d'un groupe de travail « robotique agricole » au sein du Comité Stratégique de Filière « Agroéquipement » ;
  - > en inter-sectoriel : créer un « cluster de pôles de compétitivité » sur le thème « robotique », à savoir une structure d'animation inter-pôles de compétitivité pour favoriser l'innovation ouverte avec ViaMéca, Id4car, Aerospace Valley, et les pôles des productions agricoles (Céréales Vallée, Terralia, Vegepolys...) en lien avec d'autres structures d'animation (GdR Robotique, RMT-ACTA, Commissions professionnelles d'AXEMA, CETIM) en s'appuyant sur l'AFPC.
- Exercer des actions d'influence pour défendre la position française sur la robotique agricole auprès de la Commission européenne, via Eu-Robotics <sup>(3)</sup> pour accroître le financement d'actions de R&D financées par l'U.E et pour favoriser la convergence/cohérence entre des évolutions technologiques, normatives et réglementaires dans les domaines concernant la robotique en milieu ouvert ;
- Comprendre les mécanismes d'intégration technique, économique et sociale du robot dans une exploitation agricole et plus globalement au sein d'un territoire pour bien préparer leur diffusion.

#### Actions

**[Rob 2-1] Créer une structure d'animation nationale inter pôles de compétitivité** « robotique agricole » regroupant les pôles ad hoc pour favoriser le *clustering* industriel, les échanges entre industrie et recherche, et les transferts de technologie inter-secteurs industriels ; pour ce dernier point, il sera important de trouver des leviers d'actions, notamment par la mobilisation de l'Association Française des Pôles de Compétitivité et les clusters inter-grappes.

**[Rob 2-2] Encourager la création d'un groupe de travail « robotique agricole » au sein du Comité stratégique de filière « Agro-équipements et services »** (en création).

**[Rob 2-3] Mettre en place et animer une stratégie d'influence** pour les actions de normalisation, réglementation et autres actions incitatives, au niveau français et européen.

**[Rob 2-4]** En parallèle des actions de recherche sur la technologie, financer des études pour **évaluer l'impact social des robots** sur l'exploitation, les conditions de réussite de l'appropriation par les agriculteurs et la société. Cela pourra en particulier passer par la mobilisation des outils de l'innovation ouverte comme les living-labs.

#### Acteurs

- Industriels de l'agroéquipement.
- Pôles de compétitivité en mécanique, robotique, systèmes automatisés, productions agricoles... et Association française des pôles de compétitivité.
- Organismes publics de recherche : CNRS (Institut Pascal Clermont-Fd, LAAS Toulouse, ISIR Paris, Heudiasyc Compiègne), Irstea, INRA.
- Ensemble des instituts techniques agricoles.

#### FINANCEMENTS :

Conseils Régionaux (PAC-Feader), Partenariat Européen de l'Innovation, ANR (Labcom, chaires industrielles), FranceAgrimer P3A, PIA3, BPI France (Aide pour le développement à l'innovation, Projets Industriels d'avenir, FUI), H2020 Innovation dans les PME.

1. Institut français de robotique.

2. DairyGlobal.net : <http://www.dairyglobal.net/Articles/general/2015/1/Milking-automation-is-gaining-popularity-1568767W/>

3. <http://www.eu-robotics.net>

Projet

14

# ROB 3

## Mettre en place les dispositifs de test et qualification des robots agricoles

### Contexte et ambitions

- Construire une plateforme et les protocoles pour tester, qualifier et valider les systèmes robotiques et prévoir l'intégration du robot dans les agrosystèmes. En effet, pour ces systèmes qui font appel à des technologies de rupture (en particulier du fait des possibilités technologiques ouvertes par l'utilisation de l'énergie électrique), il n'existe pas à ce jour de dispositif adapté.
- Porter les efforts sur les caractéristiques liées aux performances technologiques, environnementales, ergonomiques, sécuritaires et à la qualité de service.
- Valoriser cette plateforme via plusieurs canaux :
  - > l'assistance à l'industrie (R&D, évaluation des matériels et fourniture d'une expertise technique) ;
  - > la formation (lieu de travaux pratiques, dans le cadre de formations spécialisées en robotique agricole) ;
  - > la recherche (test de solutions, support de thèses...);
  - > la normalisation (en particulier pour le développement de travaux prénormatifs et l'élaboration de protocoles) et la réglementation (en particulier sécurité et impact environnemental).
- Reproduire cette plateforme et diffuser les protocoles associés au niveau national et international, pour la réalisation des tests de systèmes robotisés, y compris en valorisant via la normalisation internationale.

### Livrables et attendus

- Des protocoles construits et reconnus au niveau international pour évaluer les performances (techniques, environnementales, ergonomiques, sécuritaires) de systèmes robotisés ;
- Une plateforme physique d'évaluation des robots ;
- Une plateforme d'essais virtuelle pour accélérer les développements R&D et intégrant les aspects sécurité. Une offre d'expertise en ingénierie pour la robotique agricole en milieu naturel, en lien avec la plateforme ;
- Des modules de formation sur la mise en œuvre et la sécurité des machines robotisées, à tous les niveaux (du lycée à l'école d'ingénieur), avec une ambition internationale ; ils s'appuieront sur les plateformes physiques et virtuelles ;
- Une normalisation et une réglementation adaptées aux systèmes robotisés.

### Actions

**[Rob 3-1] Concevoir les protocoles et les dispositifs pour évaluer les systèmes robotisés**, et ce à un niveau européen (projet européen, projet ERA-NET ICT-AGRI) en impliquant la recherche et l'industrie (catalogage et priorisation des caractéristiques à mesurer).

**[Rob 3-2] Construire une plateforme d'évaluation**, sur la base des résultats de [Rob3-1] qui pourra donner lieu à réplcation au niveau national ou international.

**[Rob 3-3] Construire une plateforme virtuelle** sur les essais de sécurité et l'aide à la conception, à valider au niveau international.

**[Rob 3-4] En relation avec l'action ([Rob 2-3] stratégie d'influence) participer activement aux activités de normalisation et de réglementation.**

### Acteurs

- Industriels de l'agroéquipement, centres techniques (CETIM)
- Pôles de compétitivité en mécanique, robotique, systèmes automatisés, productions végétales...
- Organismes publics de recherche et universités en robotique agricole : CNRS, Irstea.

### FINANCEMENTS :

Union Européenne, Ministère de l'agriculture et Ministère de la Recherche (via ERA-Net ICT-Agri), PIA2 et PIA3, FEDER, Conseils régionaux, BPI France PIAVE, Ministère de l'Economie et industriels

### Quelques chiffres

# 74%

des jeunes Européens ont une opinion favorable sur les robots et 72 % de tous les Européens (dont 77 % des jeunes) estiment que les robots sont bons pour la société<sup>(1)</sup>

### Indicateurs et échéances

#### 2016 > 2017

Dépôt d'un projet sur les protocoles et les dispositifs d'évaluation au niveau européen.

#### 2018

Construction d'une plateforme d'évaluation, sur la base des résultats de [Rob 3-1].

#### 2017 > 2020

1<sup>ère</sup> version d'une plateforme virtuelle pour les essais de sécurité.

#### 2020

Mise en service de la plateforme.

1. Commission Européenne (2015) <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/robots-more-europeans-know-them-more-they-them>



Permettre le plein développement des nouvelles technologies dans l'agriculture



GÉN

# Génétique & biotechnologies

## Mobiliser le levier génétique et les biotechnologies pour les productions animales et végétales

### Les enjeux

Facteur essentiel, mais non exclusif, d'accroissement des rendements et de lutte contre l'insécurité alimentaire, la génétique animale et végétale demeure un levier majeur pour accroître la compétitivité et la durabilité du secteur agricole et agroalimentaire français. Le contexte de ce secteur continue d'évoluer profondément et rapidement :

- la transition agro-écologique, les objectifs de multiperformance inscrits dans la Loi d'avenir de 2014 et la lutte contre le changement climatique, aussi bien que les nouveaux enjeux de la bioéconomie et les demandes des consommateurs et des marchés amènent à élargir les objectifs des recherches en amélioration et sélection animale et végétale. Cet élargissement concerne les espèces (par exemple, pour la diversification des cultures), les caractères (par exemple, pour la résistance aux maladies et la réduction de l'usage des pesticides ou des anti-infectieux, la tolérance à la sécheresse ou à la chaleur, la robustesse des animaux dans un but de durabilité, l'adéquation de la qualité aux usages alimentaires ou aux besoins des bio-industries) et les interactions génétique – environnement – pratiques (agronomiques ou d'élevage) dans un objectif d'adaptation aux conditions locales.
- sur le plan scientifique, le numérique prolonge et amplifie la révolution engagée avec le double avènement de la biologie à haut débit et des biotechnologies. Le décryptage des génomes les plus complexes et la possibilité de les « éditer » de façon ciblée sont des ruptures technologiques majeures.

- l'organisation du secteur évolue profondément : concentration industrielle dans le secteur végétal des semences qui est en forte croissance (un peu moins de 60 milliards de dollars à l'échelle mondiale en 2012) ; mise en concurrence accrue en sélection animale et remise en cause du modèle solidaire français basé pour une large part sur le secteur coopératif. La gestion des ressources génétiques est un enjeu majeur (protection de la biodiversité, droits de propriété intellectuelle) qui évolue dans un cadre législatif et réglementaire exigeant, au niveau national (Loi du 8 décembre 2011 relative aux certificats d'obtention végétale, plan « semences & agriculture durable ») et international (Convention sur la biodiversité, Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture [TIRPGAA], protocole de Nagoya).

Ce secteur est ainsi caractérisé par des évolutions profondes et simultanées, aussi bien que par une forte concurrence scientifique et économique, ce qui génère mise en tension et progrès inédits. Certaines des technologies mises en œuvre sont aussi l'objet de débats sociétaux vifs qui prennent parfois la forme de conflits dont la résolution nécessite, sans pour autant que cela soit suffisant, l'existence d'espaces de médiation impliquant l'ensemble des parties prenantes et porteurs d'enjeux.

### Etat des lieux

Malgré la poursuite des gains génétiques, on observe une stagnation des rendements sur plusieurs espèces majeures, dont le blé : les causes principales sont d'ordre climatique et agronomique. Par ailleurs, on observe une concentration des efforts de recherche, surtout privée, sur un petit nombre d'espèces, ce qui pose de réelles difficultés vis-à-vis de la diversification attendue des systèmes de production agricole.

La connaissance fine de la diversité génétique, de la structure et de l'évolution des génomes animaux et végétaux permet d'exploiter la variabilité disponible pour des caractères liés à la production comme à la qualité des produits. Des recherches ont été engagées, notamment en France, pour s'assurer de la durabilité des résistances génétiques ainsi obtenues. Le développement des capacités de génotypage et de séquençage fait aujourd'hui du phénotypage comme de la gestion et de l'analyse des données massives deux verrous des programmes de sélection. Les ressources génétiques demeurent une clé de ces programmes : leur conservation, leur caractérisation et leur utilisation exigent une montée en puissance des infrastructures de recherche.

Avec les GIS AgenAE et Biotechnologies vertes (BV), la France dispose de deux plateformes collaboratives qui associent recherche publique et privée et permettent de concevoir des programmes ambitieux de recherche. Elle est également partie prenante de plates-formes européennes : *Animal Task Force* et *Plants for the Future*. Dans le cadre du PIA, certaines infrastructures ont ainsi été mises en place (sur la génomique, la métabolomique, la bio-informatique, le phénotypage végétal et les ressources génétiques animales) et une grappe de projets Biotechnologies

– Bio-ressources a été financée sur un petit nombre d'espèces végétales majeures. Pour remarquables qu'ils soient, ces efforts ne sont pas suffisants et méritent d'être prolongés et amplifiés, compte tenu des attentes et des évolutions en cours.

Alors même que de nouvelles biotechnologies, plus précises et plus puissantes, émergent rapidement et suscitent des interrogations dans la société, la France, autrefois leader dans ce domaine, a vu sa position s'éroder au point que même des recherches sur leurs impacts, par ailleurs demandées par les citoyens, ne peuvent plus être conduites au niveau attendu.

### Priorités

Les priorités retenues ne couvrent pas la totalité des recherches réalisées par les différents acteurs publics et privés dans ce domaine. Elles n'incluent pas les recherches relatives aux biotechnologies industrielles et à la biologie de synthèse présentées dans l'axe [Bioéco]. Elles sont focalisées sur des projets qui méritent une attention particulière au regard des objectifs de compétitivité et de durabilité :

**Gén1 : développer la sélection génomique animale et végétale.** Il s'agit d'en accélérer la mise en œuvre sur un nombre accru d'espèces et de caractères, en développant l'ensemble des technologies et infrastructures nécessaires et en les intégrant avec les méthodes existantes.

**Gén2 : maîtriser les nouvelles biotechnologies.** Celles-ci, en particulier les techniques « d'édition des génomes », offrent des options inédites aussi bien pour la science que pour d'éventuelles applications. Leur maîtrise est un préalable aux réflexions sur leurs utilisations possibles et sur leurs limites.

**Gén3 : exploiter le potentiel industriel des métabolites secondaires.** Une très faible proportion de métabolites secondaires, pourtant impliqués dans des domaines majeurs comme la santé, est caractérisée. Un effort significatif est nécessaire pour saisir les opportunités de compétitivité qu'ils pourraient receler.

**Gén4 : faire évoluer les procédures et protocoles pour favoriser le progrès génétique et son adoption.** Le cadre de la réglementation et de la propriété intellectuelle est constitutif de l'écosystème de l'innovation en génétique, tant végétale qu'animale. Il doit être intégré pour mobiliser le levier génétique et les biotechnologies au service de l'innovation, de la compétitivité et de la sécurité environnementale et sanitaire.

Projet

15

## GÉN 1

## Développer la sélection génomique animale et végétale

## Quelques chiffres

3  
Mrd EUR

C'est le chiffre d'affaires du secteur français des semences et des plants, dont 1,6 milliard à l'export faisant de la France le premier exportateur mondial<sup>(1)</sup>

1 à 2  
Mrd EUR

C'est la valeur actuelle nette de la sélection génomique pour les seuls bovins laitiers pour la France<sup>(2)</sup>

x2

Un doublement du gain génétique est attendu de l'adoption de la sélection génomique<sup>(3)</sup>

## Indicateurs et échéances

• Nombre d'espèces bénéficiant de la sélection génomique et d'entreprises participant à des programmes de sélection génomique.

• Nombre et capacité des infrastructures de génotypage, de phénotypage, de calcul.

## 2016

Révision des feuilles de route des GIS BV et AgenAE, et élaboration d'une nouvelle vague de projets PIA.

## 2018 &gt; 2025

Déroulement des projets

## Niveau TRL

Contexte et ambitions<sup>(4-7)</sup>

L'amélioration génétique constitue un levier essentiel pour accroître la performance économique et environnementale des exploitations et des filières. Elle nécessite à la fois la connaissance des génomes et de leurs interactions avec l'environnement et les pratiques mises en œuvre dans les systèmes de culture ou d'élevage.

La sélection génomique constitue une rupture majeure. Grâce à l'évolution des technologies de séquençage et des méthodes de calcul, elle permet d'accélérer le progrès génétique, par une meilleure précision et un raccourcissement des cycles de sélection, de prendre en compte des objectifs de sélection plus diversifiés et d'accroître l'efficacité de la sélection sur des caractères complexes (par la capture de facteurs génétiques à effets faibles). Elle est à ce jour limitée à un petit nombre d'espèces animales, en raison des investissements initiaux et de la disponibilité de populations de référence de qualité qui sont nécessaires à sa mise en œuvre à grande échelle. Les projets Bio-technologies et bioressources du PIA ont permis d'engager des recherches sur un petit nombre d'espèces de grande culture : cet effort doit être prolongé, amplifié et élargi à d'autres espèces.

Le développement de la sélection génomique animale et végétale répond ainsi à deux ambitions :

- intégrer la sélection génomique avec les autres méthodes (sélection assistée par marqueurs) dans les programmes de sélection sur un grand nombre d'espèces pour offrir une diversité élargie d'espèces, de variétés ou de races avec un rythme d'amélioration génétique soutenu, et rendre cette méthode accessible à une large gamme d'acteurs de la sélection ;
- diversifier et compléter les cibles agronomiques et zootechniques de la sélection pour répondre aux enjeux d'une agriculture durable (résistance aux maladies, efficacité de l'utilisation des ressources, adaptation au changement climatique, résilience dans des environnements fluctuants, efficacité alimentaire), répondre aux attentes de l'agroécologie et offrir des sources de matière première adaptées aux attentes de la bioéconomie.

## Livrables et attendus

- Augmentation du nombre d'espèces et de variétés végétales et d'espèces et de races animales bénéficiant du développement de la sélection génomique.
- Montée en puissance des infrastructures nationales de génotypage et phénotypage à haut débit, et développement de populations de référence de qualité.
- Accélération du progrès génétique effectif sur les espèces concernées pour une gamme élargie d'objectifs de sélection.

- Augmentation du nombre d'entreprises françaises utilisant ces technologies dans leur pratique quotidienne de la sélection, animale et végétale.
- Développements méthodologiques sur la sélection génomique (mathématiques et bioinformatique), et intégration de cette dernière avec l'ensemble des méthodes de sélection.
- Formation en open source et université virtuelle en sélection génomique.

## Actions

Elaborer et conduire des projets de recherche partenariale et développer des infrastructures pour la sélection génomique. Le programme comportera 4 actions complémentaires :

**[Gén 1-1] Elaborer et conduire des programmes de sélection génomique sur un plus grand nombre d'espèces animales et végétales** et en veillant à l'adéquation des cibles de la sélection par rapport aux critères de durabilité. Ces programmes associeront les partenaires privés qui conduisent cette sélection et amènent ses produits au marché.

**[Gén 1-2] Renforcer les infrastructures clés pour changer d'échelle et accroître le nombre de caractères susceptibles d'être pris en compte.** Ces infrastructures concernent les ressources génétiques, les plateformes de génotypage et de phénotypage à haut débit et les dispositifs expérimentaux de terrain ; elles doivent bénéficier des développements les plus récents en matière de capteurs et d'outils Numériques et bioinformatiques pour l'acquisition à haut débit et le traitement des données (voir aussi [NUM]).

**[Gén 1-3] En complément, créer des « data centers », infrastructures clé pour le stockage, la maintenance, le partage et le traitement de l'information.** L'organisation des infrastructures, la création d'ontologies, les ressources pour le traitement des données et le renforcement des compétences en bio-informatique et bio-analyse dans les entreprises sont parties intégrantes de cette action.

**[Gén 1-4] Affirmer dans un cadre européen une ambition internationale dans le domaine de la sélection génomique** avec le renforcement des compétences en recherche méthodologique, la construction de partenariats internationaux et l'augmentation de la présence à l'international des entreprises françaises.

## Acteurs

- Organismes publics de recherche (INRA, CIRAD, INRIA, CEA, INRA, IRD).
- GIS AgenAE et GIS Biotechnologies vertes.
- Entreprises, notamment via leurs unions (UFS, Alice, etc.)
- ACTA et instituts techniques agricoles, notamment au travers d'UM

## FINANCEMENTS :

PIA, PIAVE, FUI, ANR, UE, financements privés pour les projets compétitifs.

1. [http://www.worldseed.org/isf/seed\\_statistics.html](http://www.worldseed.org/isf/seed_statistics.html)

2. <https://inra-dam-front-resources-cdn.brainsonic.com/ressources/afile/259143-5d854-resource-le-rapport-asirpa.html>

3. Heffner E.L., Lorenz A.J., Jannink J.L., Sorrells M.E., 2010. Plant breeding with genomic selection: Gain per unit time and cost. *Crop Science* 50: 1681-1690.

4. Bouquet A., Juga J., 2013. Integrating genomic selection into dairy cattle breeding programmes: a review. *Animal* 7, 705-713.

5. Heslot N., Jannink J.-L., Sorrells M.E., 2015. Perspectives for genomic selection applications and research in plants. *Crop Science* 55, 1-12.

6. Hayes B.J., Lewin H.A., Goddard M.E., 2013. The future of livestock breeding: genomic selection for efficiency, reduced emissions intensity, and adaptation. *Trends in genetics* 29, 206-214.

7. Lin Z., Hayes B.J., Daetwyler H.D., 2014. genomic selection in crops, trees and forages: a review. *Crop & Pasture Science* 65, Special Issue: SI, 1177-119.

Projet

16

## GÉN 2

## Assurer la maîtrise des nouvelles biotechnologies

## Contexte et ambitions

Depuis quelques années, les biotechnologies connaissent un vif regain d'intérêt scientifique, avec l'émergence rapide de nouvelles méthodes et techniques d'ingénierie cellulaire beaucoup plus précises et puissantes qui permettent « l'édition » des gènes », c'est-à-dire leur modification ciblée<sup>(3)</sup>. Par ailleurs, les surfaces cultivées de plantes génétiquement modifiées selon les techniques classiques de transgénèse continuent de s'accroître, mais à un rythme moins rapide, principalement sur le continent américain et dans les pays émergents ou en développement. Enfin le progrès génétique ne parvient pas à compenser les effets négatifs liés aux changements climatiques et aux modifications du milieu et des pratiques<sup>(4,5)</sup>, ce qui suscite un intérêt pour des technologies susceptibles d'accélérer les programmes d'amélioration des plantes.

Dans ce contexte, la maîtrise des nouvelles biotechnologies vise trois grands objectifs :

- en tout premier lieu, leur perfectionnement et leur utilisation pour approfondir les connaissances sur le fonctionnement des organismes vivants ;
- fournir de nouvelles variantes de gènes, optimisées (« éditées ») d'une manière ciblée sur la base de connaissances mécanistiques, pour élargir le réservoir de gènes utilisables et modifier des voies métaboliques ou développementales d'intérêt ;
- créer de nouvelles combinaisons génétiques par la modulation globale ou locale de la recombinaison méiotique et enrichir les schémas de création variétale par la maîtrise de la reproduction (déterminisme du sexe, apomixie) ou l'accélération des cycles.

L'objectif final est de conférer des traits en phase avec une agriculture durable (résistance aux maladies, efficacité de l'utilisation des ressources, tolérance au changement climatique<sup>(6,7)</sup>) ou de fournir des produits mieux adaptés aux usages alimentaires et non-alimentaires, et plus largement aux besoins de la bioéconomie. Le choix est fait de cibler prioritairement ces travaux sur le règne végétal.

## Livrables et attendus

- Une position forte dans le domaine des nouvelles biotechnologies, et notamment de l'édition des gènes, de la recombinaison méiotique et de la reproduction chez les principales espèces d'intérêt agronomique en associant une capacité de leur analyse phénotypique dans des environnements naturels.
- Des connaissances issues de recherches génériques sur les facteurs limitants des nouvelles biotechnologies, et des stratégies pour améliorer leur efficacité.
- Des évaluations des coûts et bénéfices des nouvelles biotech-

nologies et des impacts des produits obtenus grâce à leur utilisation.

- La connaissance des performances attendues des nouveaux génotypes pour une aide à leur mise en œuvre dans des systèmes de culture.
- Une expertise concernant ces nouvelles biotechnologies en soutien à la prise de décision des agences en charge de la réglementation.

## Actions

Il s'agit d'élaborer, conduire et valoriser un programme national de longue durée sur les nouvelles biotechnologies et leurs verrous, qui fédère les acteurs autour d'une plateforme nationale ouverte, crée des infrastructures de phénotypage au champ, intègre, lorsque c'est pertinent, les nouvelles biotechnologies dans la sélection variétale, étudie leurs impacts et qui maintienne une capacité d'expertise publique. Le programme comportera cinq actions complémentaires :

**[Gén 2-1] Assurer une veille sur les nouvelles biotechnologies** : inventaire des méthodes et étude de l'adéquation entre les technologies (y compris classiques), et les espèces et caractères sélectionnés.

**[Gén 2-2] Soutenir un programme de recherches génériques sur les nouvelles biotechnologies** dans l'objectif d'augmenter l'efficacité, la précision et le champ d'application des biotechnologies.

**[Gén 2-3] Créer une plateforme nationale distribuée de recherche** pour la mise en œuvre et l'adaptation des nouvelles biotechnologies, qui offre un savoir-faire intégré en design bio-informatique, biologie moléculaire et ingénierie cellulaire chez les principales espèces d'intérêt agronomique.

**[Gén 2-4] Créer une infrastructure de phénotypage au champ** pour évaluer les performances et les impacts des organismes issus de ces nouvelles technologies dans leur environnement naturel, et l'insérer dans un réseau européen<sup>(8)</sup>.

**[Gén 2-5] Soutenir des programmes de recherche sur l'insertion dans les systèmes de culture des innovations issues des biotechnologies végétales** : (i) études théoriques qui modélisent l'impact des nouvelles biotechnologies, et (ii) études de cas mettant en œuvre les nouvelles biotechnologies dans de nouveaux schémas de sélection pour apprécier l'ensemble des impacts dans une logique d'analyse coûts-bénéfices.

**TRL: 1-6** ; recherche, transfert et innovation jusqu'à la lignée élite contenant la technologie et essai au champ.

## Acteurs

- Organismes publics de recherche : CIRAD, CNRS, INRA.
- Instituts techniques agricoles.
- Haut Conseil des Biotechnologies.
- Semenciers, obtenteurs et leurs filiales de biotechnologies.

## FINANCEMENTS :

PIA ; ANR ; Interprofession et entreprises privées.

## Quelques chiffres

502

C'est le nombre de publications en 2014 (12 en 2010) sur les systèmes CRISPR/CAS utilisé pour l'édition des gènes<sup>(1)</sup>

181,5 Mha

Estimation de la surface cultivée en plantes génétiquement modifiées dans le monde en 2014<sup>(2)</sup>

## Indicateurs et échéances

2018

Lancement du programme national.

2021

Nouvelles connaissances issues de la recherche générique, preuve de concept, données pour modèle, opérationnalité de la plateforme et de l'infrastructure.

## Niveau TRL



1 2 3 4 5 6 7 8 9

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

2. James C 2014. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. ISAAA Briefs (49). ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications), Ithaca, NY.

3. Jones HD (2015) Regulatory uncertainty over genome editing. Nat Plants 1:1-3. (DOI: 10.1038/NPLANTS.2014.11).

4. Brisson N, Gate P, Gouache D, Charmet G, Oury FX, Huard F 2010 Why are wheat yield stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France. Fields Crop research, 119:201-212.

5. Moore FC, Lobell DB (2015) The fingerprint of climate trends on European crop yields. Proc Natl Acad Sci U S A. 112:2670-2675.

6. Shen Hui, ... Zuhua He (2015) Overexpression of receptor-like kinase ERECTA improves thermotolerance in rice and tomato. Nature Biotech 33: 996-1006.

7. Xue He ... Yiping Tong (2015) The nitrate inducible NAC transcription factor TaNAC2-5A controls nitrate response and increases wheat yield. Plant Physiol, in press.

8. Nelissen H, Moloney M, Inzé D (2014) Translational research: from pot to plot. Plant Biotechnol J 12:277-285.



Projet

17

# GÉN 3

## L'enjeu industriel des métabolites secondaires, leur diversification et leur développement

### Quelques chiffres

compagnies dans le monde travaillent déjà dans l'exploitation industrielle des métabolites secondaires issus du monde vivant<sup>(1)</sup>

Chiffre d'affaires généré par le seul Taxol utilisé en thérapie anticancéreuse<sup>(1)</sup>

Chiffre d'affaires, attendu en 2020, des biotechnologies industrielles, dont une large part proviendra des métabolites secondaires générés par le biais des biotechnologies blanches ou vertes (extrait, biosourcing, etc.) ; la part de ces biotechnologies passera de 2-4 % actuellement à 20 % en 2020<sup>(1)</sup>

### Indicateurs et échéances

• Nombre de COV pour les espèces végétales ; brevets, licences, savoir-faire négociable et protégeable pour les procédés.

• Nombre de start-up et chiffres d'affaires des industries du secteur.

#### 2016

Construction d'une feuille de route associant laboratoires de recherche publique et entreprises privées à mettre en œuvre dans le cadre d'un consortium public-privé.

#### 2017 > 2020

Elaboration et lancement d'un programme international R-D-I.

### Niveau TRL



1 2 3 4 5 6 7 8 9

### Contexte et ambitions

Plus de 100 000 métabolites secondaires sont issus du métabolisme secondaire des organismes vivants, notamment végétaux<sup>(2)</sup>. Certains ont déjà eu des succès considérables en agroalimentaire, cosmétique ou pharmacie ; l'essentiel reste cependant inconnu tant pour les fonctions dans l'organisme d'origine que pour les applications industrielles potentielles. De nombreux laboratoires et sociétés industrielles continuent à inventorier, dans le respect de la propriété intellectuelle, tout le potentiel issu des métabolites secondaires générés par la biodiversité<sup>(3)</sup>.

La fiche-projet se concentre sur deux objectifs :

- Au-delà du criblage des cibles biologiques (enzymes, complexes protéiques, pouvoir antioxydant, etc.) et industrielles<sup>(4)</sup> (pharmacie-médecine, cosmétique, agroalimentaire, bio-industries, etc.) de ces familles de métabolites, il s'agit d'étudier quelques métabolites cibles, leur biosynthèse dans l'organisme d'origine et de définir des modalités de production plus fiables, plus constantes, avec des hauts rendements pour les applications bioindustrielles, biopharmaceutiques, etc.
- La plupart des espèces, notamment végétales, à l'origine des métabolites secondaires d'intérêt sont des espèces qui ont une histoire très récente en ce qui concerne leur amélioration génétique. Il s'agit alors de se concentrer sur des métabolites secondaires « phares » issus d'espèces peu ou pas travaillées, et d'y adapter les techniques modernes de sélection afin d'améliorer les caractères clés et faciliter leurs cultures de manière stable, pour obtenir une bonne production de métabolites et ainsi assurer un approvisionnement continu, de qualité, à un coût compétitif.

### Livrables et attendus

- Inventaire et analyse des cibles biologiques des métabolites secondaires.
- Connaissance des mécanismes de biosynthèse et production des métabolites secondaires.
- Création de génotypes améliorés et fiables pour la production optimisée (rendements, qualités d'extraction des métabolites, coûts de production et de transformation) des métabolites secondaires concernés.

### Actions

Il s'agit de développer des projets de recherche finalisés, répondant aux attentes des entreprises partenaires et des marchés.

**[Gén 3-1]** Caractériser, au niveau biochimique et génétique, les voies métaboliques, les flux de métabolites et les modalités de régulation de leur production ;

**[Gén 3-2]** Mener des projets de génomique dans un but d'amélioration sur les espèces productrices de métabolites secondaires importants. Ces espèces sont souvent délaissées et font encore l'objet de cueillettes et récoltes à l'état sauvage, au risque parfois de les faire disparaître [Gén1] ;

**[Gén 3-3]** Favoriser les partenariats publics-privés autour de molécules cibles en associant généticiens, biologistes, biochimistes, chimistes, spécialistes des bioprocédés pour optimiser la chaîne entre l'espèce biologique génératrice des métabolites sources et les produits finaux.

### Acteurs

- Etablissements publics de recherche (INRA, CNRS, IRD, Cirad, CEA) et universités.
- ACTA et instituts techniques.
- Recherche et développement privés.
- Pôles de compétitivité : Cosmetic Valley, Vegepolys, Vitagora, etc.

### FINANCEMENTS :

ANR (PRC et PRCE), PIA, H2020 KET et Biotechnologies

1. Hans-Peter Meyer and Diego R. Schmidhalter: Microbial Expression Systems and Manufacturing from a Market and Economic Perspective. 2012 <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/28714.pdf>

2. Newman, D. J.; Cragg, G. M., Natural Products As Sources of New Drugs over the 30 Years from 1981 to 2010. Journal of Natural Products 2012, 75, (3), 311-335.

3. Projet 1KP (Chine-Canada) visant à procéder au séquençage profond de plus de 1000 plantes, Medicinal Plant genomics Resource (USA-<http://medicinalplantgenomics.msu.edu/participants.shtml>) travaillant au séquençage de plantes médicinales, PhytoMetaSyn (Canada) programme supporté par Génome Canada pour le séquençage profond d'une quarantaine d'espèce clés (<http://www.phytometasyn.com>)

4. Ye, V. M.; Bhatia, S. K., Metabolic engineering for the production of clinically important molecules: Omega-3 fatty acids, artemisinin, and taxol. Biotechnology Journal 2012, 7, (1), 20-33.

Projet

18

# GÉN 4

## Faire évoluer les procédures et protocoles pour favoriser le progrès génétique et son adoption

### Quelques chiffres

20 362

titres de protection de variétés végétales dans l'Union européenne à la fin de l'année 2012<sup>(1)</sup>

10 Mio USD

Coût des tests pour la mise sur le marché d'une variété OGM<sup>(2)</sup>

7 727

brevets français en biotechnologies en animal et végétal<sup>(3)</sup>

### Indicateurs et échéances

#### 2016 > 2018

Proposition française pour l'évolution du règlement zootechnique européen.

#### 2017 > 2020

Conférences multilatérales pour l'élaboration de propositions nationales et internationales sur les nouvelles technologies, l'évolution du COV et les ressources génétiques.

### Niveau TRL



### Contexte et ambitions

L'amélioration génétique s'appuie sur la diversité génétique mobilisable, présente sous différentes conditions (*in situ* et *ex situ*) depuis l'environnement immédiat des améliorateurs jusqu'aux coins les plus reculés du globe. Dans l'Union européenne, les techniques mises en jeu et les produits obtenus sont encadrés par des directives européennes (98/44/CE et 2001/18/CE notamment) et font l'objet de protection par différentes voies de propriété intellectuelle. Ces éléments essentiels de l'écosystème de l'innovation suscitent des interrogations de la part des différents porteurs d'enjeux de la société en France, en Europe et dans le monde.

L'évolution des contextes économiques et politiques, des filières, des objectifs de sélection, des méthodes de connaissance du vivant, ainsi que des attentes de la société nécessite de favoriser le progrès génétique, sa diffusion et son adoption par des cadres réglementaires nationaux et européens partagés, adaptés et opérationnels.

Un dialogue entre acteurs de la société civile et du monde économique est indispensable pour élaborer ces cadres réglementaires qui répondent à quatre grandes ambitions :

- respecter les engagements internationaux en matière de protection de la biodiversité et des avantages qui lui sont liés ;
- garantir la sécurité sanitaire et environnementale des productions animales et végétales ;
- maximiser le progrès génétique à long terme en mobilisant l'ensemble des différents acteurs socio-économiques participant à la conservation, à l'utilisation et aux échanges des ressources génétiques nécessaires à leur amélioration ;
- accompagner la poursuite et l'accélération de l'innovation par les acteurs français, à la fois pour la création de matériels génétiques performants et l'émergence de nouvelles technologies.

### Livrables et attendus

- Etablir des lieux de concertation et de visions partagées sur les procédures et protocoles relatifs à l'étude et la protection des matériels génétiques animaux et végétaux.
- Elaborer des propositions concertées des acteurs économiques et institutionnels français pour des évolutions des cadres réglementaires nationaux, européens et internationaux.

### Actions

Conduire des actions de concertation partenariale et développer des propositions pour les instances nationales et internationales, dans les domaines animal et végétal :

**[Gén 4-1] Mener quelques actions pilotes de co-construction participative de protocoles de recherche** sur la base d'un bilan des expériences passées.

**[Gén 4-2] Préciser les modalités d'utilisation des variétés végétales issues des biotechnologies nouvelles** (« édition du génome » : mégnucléases, Talens, CrispR/Cas9), dans un cadre réglementaire européen opérationnel. Ce cadre partagé, au niveau national et européen, doit notamment permettre de prévenir les contentieux en contrefaçon.

**[Gén 4-3] Dans le domaine végétal, contribuer à l'évolution du certificat d'obtention végétale (COV).** Ce système *sui generis* de propriété intellectuelle permet la protection de l'innovation et maintient le libre accès au fond génétique pour la poursuite du progrès génétique. Il doit faire face à l'évolution des technologies (phénotypage et génotypage) et aux demandes de brevets sur des gènes natifs tout en préservant son principe de base et assurant la spécificité de chaque système de propriété (COV ou brevet).

**[Gén 4-4] Dans le domaine animal, créer un standard européen, utilisé par le réseau européen des centres de calcul et des entreprises de sélection animale, pour l'évaluation, la collecte et le traitement des données.** Ceci doit être un élément central de l'évolution du règlement zootechnique européen pour favoriser le développement d'entreprises françaises compétitives et la collaboration avec les institutions de recherche.

**[Gén 4-5] Proposer des modalités d'analyse et de coexistence des différentes pratiques de conservation (*in situ* ou *ex situ*), d'échange et d'utilisation des ressources génétiques (y compris des ressources génomiques), pour renforcer leur complémentarité et la responsabilisation des acteurs afin de conserver et mobiliser le plus largement possible la diversité génétique et éviter les brevets sur les gènes natifs.**

### Acteurs

- Organismes publics de recherche : INRA, CIRAD, ...
- Ministères (agriculture, recherche, économie).
- GIS BV et AgenAE, UFS, Alice.
- Haut Conseil des Biotechnologies.
- CTPS (Comité Technique Permanent de la Sélection).

1. <http://www.upov.int/portal/index.html.fr>

2. Kalaitzandonakes N, Alston JM, Bradford KJ (2007) Compliance costs for regulatory approval of new biotech crops. *Nat Biotech* 25:509-511.

3. <http://bases-brevets.inpi.fr>

Permettre le plein développement des nouvelles technologies dans l'agriculture



BIOC

# Biocontrôle végétal & animal

## Structurer la recherche et favoriser l'innovation

### Les enjeux

La durabilité de l'agriculture exige que celle-ci soit multi-performante sur les plans productif, économique, social, environnemental et sanitaire.

La protection sanitaire des cultures, des arbres et des animaux d'élevage est aujourd'hui encore majoritairement assurée via un recours important aux pesticides de synthèse et aux médicaments vétérinaires. Ceux-ci ont fait la preuve de leur efficacité protectrice, mais au prix de conséquences négatives sur l'environnement et la santé humaine (pollutions des sols, de l'eau et de l'air, présence éventuelle de résidus dans les produits alimentaires, développement de résistances, etc.).

Trouver des solutions alternatives et/ou complémentaires doit permettre à l'agriculture française de franchir un seuil en terme d'innovation et de compétitivité, et lui fournir ainsi les atouts pour créer une meilleure plus-value (technique, économique, sociétale, environnementale). C'est un défi de grande ampleur qui pour être relevé avec succès, requiert le recours à une grande diversité de solutions aux effets souvent uniquement partiels mais dont on attend de la combinaison une efficacité au moins égale à celle de la chimie de synthèse<sup>(1,2)</sup>. Parmi ces solutions, le biocontrôle — entendu ici comme le biocontrôle des bio-agresseurs des plantes et le biocontrôle des maladies affectant les animaux d'élevage — est l'une des voies les plus prometteuses. Au-delà de la mise au point, de la diffusion et de l'adoption de produits et d'agents du biocontrôle, ce dernier doit s'insérer dans un cadre plus large qui est celui de la gestion intégrée de la santé des plantes et des animaux. Dit autrement, le biocontrôle doit s'insérer dans des systèmes de culture et

1. MAAF, Plan Ecophyto, <http://agriculture.gouv.fr/ecophyto>

2. MAAF, Plan Ecoantibio 2017, <http://agriculture.gouv.fr/ministere/eoantibio>

### Priorités

Trois pistes correspondant à autant de projets sont proposées pour favoriser la mise au point et le déploiement dans les systèmes de culture et d'élevage de solutions de biocontrôle.

**Bioc1** : dans le cas du biocontrôle des bio-agresseurs des plantes et dans le cadre du consortium public-privé en cours de constitution dans ce domaine, il s'agit de structurer la communauté R-D-I via la constitution de collectifs d'une taille suffisante et leur mise en réseau, et de soutenir cette structuration via le financement de projets de recherche ciblés sur des verrous scientifiques et techniques d'une part, de projets intégrés R-D-I organisés par grands systèmes de culture, d'autre part.

**Bioc2** : le consortium privé-public sur le biocontrôle des bio-agresseurs des plantes aura son équivalent dans le domaine animal avec pour mêmes objectifs de développer et déployer des solutions de biocontrôle des maladies animales via la structuration de la communauté R-D-I et le soutien dans la durée de projets éponymes. Ceux-ci viseront, d'une part, à mener à bien les recherches nécessaires pour la mise au point d'une gamme de solutions agissant sur les flores animales (tube digestif, peau, poumon) et, d'autre part, à mettre sur le marché une nouvelle génération de vaccins à l'efficacité augmentée.

**Bioc3** : il s'agit enfin d'adapter les procédures et protocoles d'évaluation du biocontrôle de façon à gagner en efficacité (rapidité de la mise sur le marché) sans sacrifier à la rigueur.

d'élevage renouvelés, moins dépendants aux pesticides de synthèse et aux médicaments vétérinaires, mais en contrepartie plus complexes à concevoir, piloter et mettre en œuvre.

Soutenir la recherche et l'innovation dans le domaine du biocontrôle permettra aussi de créer des richesses et des emplois en France dans un secteur économique — l'industrie du biocontrôle — où les mouvements de création, fusion et acquisition d'entreprises — pure players et firmes généralistes — se multiplient au niveau mondial.

### Etat des lieux

La France dispose de nombreux atouts pour relever le défi du développement du biocontrôle : une communauté de recherche forte, reconnue sur le plan international, mais souffrant d'un éparpillement géographique, thématique et institutionnel ; des instituts techniques agricoles mobilisés mais aujourd'hui insuffisamment liés de façon structurelle à la recherche fondamentale et finalisée en amont et aux industriels du biocontrôle en aval ; un dispositif expérimental important qui peut être mobilisé pour tester dans des contextes variés des solutions de biocontrôle [Innov], des entreprises françaises ou ayant des activités R-D-I de biocontrôle sur le sol national intéressées dans un contexte d'évolution très rapide du paysage mondial en ce domaine. En outre, les attentes des consommateurs et des citoyens en termes de développement de systèmes de culture et d'élevage moins dépendants de la chimie de synthèse sont grandes. Les propositions formulées ci-après visent à tirer profit de ces atouts tout en palliant les défauts précités : structuration, coordination et animation de l'ensemble de la communauté R-D-I, développement de recherches ciblées sur les verrous scientifiques et techniques de façon à s'affranchir d'une approche relevant trop souvent encore du cas par cas (un agent ou produit de biocontrôle pour une production agricole et une maladie), soutien dans la durée à des projets pré-compétitifs intéressant l'ensemble ou, du moins, une majorité d'acteurs R-D-I et à des projets compétitifs ciblés sur l'intégration dans des systèmes de culture et d'élevage de solutions de biocontrôle.

Par ailleurs, la thématique de la réduction des utilisations de pesticides de synthèse et de médicaments vétérinaires bénéficie d'un soutien public important via en particulier les plans gouvernementaux Ecophyto et Ecoantibio<sup>(1,2)</sup>. Ces deux plans sont mis en œuvre dans le cadre de structures « grenelliennes » de gouvernance, avec des succès plus tangibles dans le cas de la réduction des antibiotiques en élevage que dans celui de la diminution des pesticides de synthèse (d'où la révision en cours et qui devrait être achevée d'ici la fin de l'année civile 2015 de la première mouture du plan Ecophyto). Les propositions que nous formulons ci-après visent aussi à renforcer l'efficacité de ces deux plans sur le thème spécifique du biocontrôle. Elles s'inscrivent naturellement dans le cadre plus large de l'agroécologie [Agroéco].

Projet

19

# BIOC 1

## Structurer et soutenir la recherche-développement sur le biocontrôle des bio-agresseurs des plantes

### Quelques chiffres<sup>(1)</sup>

15%

Part anticipée du marché national de la protection phytosanitaire assurée par des produits du biocontrôle en 2020 (5 % aujourd'hui)

15%

Taux de croissance annuel anticipé du chiffre d'affaires de l'industrie française du biocontrôle végétal d'ici 2020 (100 millions d'Euros aujourd'hui)

5 500 / 20 000

Emplois directs et indirects du biocontrôle en France aujourd'hui et à l'horizon 2020

### Indicateurs et échéances

#### 2016 > 2018

Lancement du consortium public-privé R-D-I sur le biocontrôle [BIOC 1-1] et des appels à projets : PIA biocontrôle [BIOC 1-2], projets organisés par thème [BIOC 1-3] et par culture [BIOC 1-4].

#### 2017 > 2020

Renouvellement des appels à projet annuels [BIOC 1-3] ; démarrage effectif des projets relevant des actions [BIOC 2-4].

#### 2020 > 2025

Déploiement des innovations mises au point dans le cadre des projets relevant des actions [BIOC 1-2] et [BIOC 1-4].

#### Niveau TRL - [BIOC 1-3]



#### Niveau TRL - [BIOC 1-4]



### Contexte et ambitions

Trouver des alternatives aux pesticides de synthèse est un défi qui requiert l'emploi conjoint d'une grande diversité de solutions. Parmi celles-ci, le biocontrôle est un levier très prometteur.

Le biocontrôle recouvre les méthodes de protection qui privilégient les mécanismes naturels d'équilibre des populations de bio-agresseurs plutôt que leur éradication. Ces méthodes sont basées sur le recours à des macro-organismes, des micro-organismes, des médiateurs chimiques, des stimulateurs de défense des plantes ou des substances naturelles<sup>(2)</sup>. Dans ce domaine, la communauté française de recherche, de développement et d'innovation (R-D-I) est reconnue sur le plan international. Elle souffre cependant d'un défaut de structuration, de coordination et de soutien financier des actions R-D-I.

L'ambition est de développer des produits et des agents de biocontrôle et de promouvoir leur usage dans des systèmes de culture. Elle est aussi de développer une industrie française du biocontrôle (au sens d'activités mises en œuvre sur le territoire national), source d'emplois et de richesses. A cette fin, le plan d'actions ici proposé vise à :

- structurer, coordonner et animer la communauté scientifique nationale de façon à accroître sa capacité de R & D dans le domaine du biocontrôle ;
- créer des structures partenariales exploitant les synergies entre la recherche académique, la recherche-développement, le développement et l'innovation ;
- favoriser l'accès à des ressources financières de différentes origines (CASDAR, Plan Ecophyto, ANR, H2020, etc.) et développer des modes d'utilisation de celles-ci permettant de maximiser la mise au point de solutions de biocontrôle et leur déploiement.

### Livrables et attendus

- Déploiement de 20 nouveaux produits et/ou agents de biocontrôle.
- Développement de 6 prototypes de système de culture intégrant le biocontrôle.
- Contribution significative à la baisse du NODU (nombre de doses unités) de l'agriculture française.
- Triplement des emplois du secteur français du biocontrôle ;
- Doublement du financement européen à la communauté française du biocontrôle.
- Accroissement de 25 % du nombre de publications scientifiques françaises sur le biocontrôle.

### Actions

**[BIOC 1-1] Créer un consortium public-privé de recherche, développement et innovation (R-D-I) ayant pour objectifs de structurer, coordonner et animer la communauté française du biocontrôle, et de mener à bien des projets R-D-I.** Le financement des actions du consortium serait pour partie assuré par les contributions (cash ou in kind) de ses membres, pour partie via des appels à projets nationaux ou européens.

**[BIOC 1-2] Structurer la communauté recherche-développement en réseaux orientés vers l'innovation.** Cette deuxième action vise à créer des masses critiques suffisantes positionnées sur les axes prioritaires d'innovation. En s'appuyant sur le maillage thématique et géographique actuel, développer ces structures partenariales permettra de générer les connaissances indispensables et de découpler les transformations de celles-ci en innovations (niveaux maxima de l'échelle TRL).

**[BIOC 1-3] Financer des projets de recherche d'une durée adaptée aux caractéristiques du biocontrôle.** Cette troisième action invite les sources publiques de financement à mobiliser des ressources pour le biocontrôle via des projets de longue durée (jusqu'à 8-10 ans) assurant un continuum entre recherche amont et recherche finalisée.

**[BIOC 1-4] Lancer un nombre limité de projets intégrés R-D-I organisés par système de culture.** Ces projets d'environ 10 ans visent à concevoir et déployer 6 systèmes de culture économes en pesticides de synthèse et recourant massivement au biocontrôle. Cette action mobilisera les projets développés au titre des fiches [Gén1] et [Rob1].

### Acteurs

- Organismes publics de recherche (CIRAD, CNRS, INRA, etc.) et universités.
- Organismes de la R&D agricole (instituts techniques, chambres d'agriculture, etc.).
- Industriels du biocontrôle.
- Associations professionnelles et pôles de compétitivité.

### FINANCEMENTS :

ANR, CASDAR, PIA, Plan Ecophyto, Commission européenne, industriels.

1. IBMA France, <http://www.ibmafrance.com/>

2. BioControl, Journal of the International Organization for Biological Control, various issues, <http://www.springer.com/life+sciences/entomology/journal/10526>



Projet

20

## BIOC 2

### Soutenir le biocontrôle en élevage pour améliorer ses performances et la santé animale

#### Quelques chiffres

36%

Part des productions animales dans la production agricole française<sup>(1)</sup>

20%

Pertes de production primaire de l'élevage mondial dues aux maladies<sup>(2)</sup>

75%

Pourcentage des maladies émergentes affectant conjointement les animaux et l'Homme, et faisant de celles-ci un enjeu premier de santé publique<sup>(3)</sup>

#### Indicateurs et échéances

##### 2017

Création du consortium public-privé, repérage des opportunités d'opérations de Lab Com.

##### 2018

Aboutissement de 2 projets de pré-développement de vaccins DIVA et de leurs tests de diagnostic ; développement de la phase recherche pour d'autres projets.

##### 2019

Mise sur le marché d'approches alternatives de la gestion sanitaire en élevage : approches phyto-thérapeutiques, pro- et pré-biotiques.

#### Niveau TRL - [BIOC 2-2] [BIOC 2-3]



#### Niveau TRL - [BIOC 2-4] [BIOC 2-5]



#### Contexte et ambitions

Le contexte est celui de l'indispensable évolution des systèmes d'élevage vers une plus grande durabilité, de la globalisation des économies et des agricultures qui renforcent les enjeux sanitaires, et d'attentes croissantes des consommateurs et des citoyens en matière d'une "dé-médication" de l'élevage pour préserver l'environnement et la santé publique.

Le développement du biocontrôle en élevage vise alors à innover en matières de pratiques d'élevage et de produits de santé des animaux de façon à réduire les utilisations inappropriées d'anti-infectieux pour préserver leur efficacité et n'y recourir qu'en situation avérée de nécessité et uniquement de manière raisonnée. Il s'agit de concevoir et déployer de nouvelles thérapeutiques et des alternatives permettant une gestion sanitaire intégrée, la promotion du bien-être des animaux, le maintien des performances zootechniques et économiques et la restauration de l'image des productions animales.

L'ambition est aussi de développer une activité industrielle de biocontrôle sur le sol national, source de richesses et d'emplois, par un partenariat public-privé renforcé et structuré.

#### Livrables et attendus

- Mise au point de produits originaux de santé animale en complément ou substitution des médicaments actuels dans la triple perspective de surveiller, promouvoir et restaurer la santé des animaux et des troupeaux.
- Développement de pratiques renouvelées de gestion sanitaire réduisant les impacts négatifs sur l'environnement et la santé publique (résistance aux antimicrobiens).
- Via le développement de ces produits et pratiques, continuer à réduire les pertes de production imputables aux maladies et contribuer à améliorer la perception des pratiques et systèmes d'élevage auprès des consommateurs et des citoyens.

#### Actions

Les actions proposées visent à permettre la conception et le développement d'innovations adoptées à grande échelle par les éleveurs, innovations produits et pratiques mises au point selon une logique "une seule santé" ("One Health") dans le cadre d'une dynamique partenariale publique-privée renforcée.

**[BIOC 2-1] Constitution d'un consortium public-privé sur le biocontrôle des maladies des animaux de rente, avec une double ambition :** développer une industrie française du biocontrôle animal et assurer un large usage de solutions de biocontrôle insérées dans des systèmes d'élevage économes en anti-infectieux. Ceci sera achevé par la réalisation, au sein du consortium, de projets R-D-I. Quatre gammes de produits sont

concernées, soit les vaccins, les méthodes de surveillance, détection et diagnostic précoces, les solutions alimentaires novatrices à base de coproduits agro-industriels, et les probiotiques.

**[BIOC 2-2] Produire des tests très rapides de diagnostic de maladies** dans un objectif de juste prescription et développer des capteurs de détection très précoce des états pathologiques pour optimiser l'efficacité de traitements ciblés et précoces. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication seront mobilisées à cette fin, de même que les nanotechnologies.

**[BIOC 2-3] Mettre sur le marché une nouvelle génération de vaccins de plus grande efficacité** et permettant la différenciation aisée "vacciné versus exposé" (vaccins DIVA), et développer les tests de diagnostic adaptés à ces vaccins<sup>(4)</sup>. Deux projets européens H2020 SAPHIR<sup>(5)</sup> et MycoSynVac<sup>(6)</sup> seront mobilisés.

**[BIOC 2-4] Conduire la R&D pour identifier dans des coproduits agro-industriels ou ménagers, des matières premières améliorant la santé en élevage, constituant des sources alimentaires efficaces et réduisant les pertes en élevage.**

**[BIOC 2-5] Conduire la R&D nécessaire au déploiement d'une gamme originale de produits agissant sur les flores animales** (peau, poumon, tube digestif, etc.) pour promouvoir ces barrières sanitaires naturelles, préserver le bien-être et la santé.

#### Acteurs

- Organismes publics de recherche, écoles nationales vétérinaires et agronomiques (filères animales), ANSES, ANMV (Agence nationale du médicament vétérinaire).
- ACTA et instituts techniques agricoles du secteur animal (IDELE, IFIP, ITAVI).
- Syndicats d'industries du médicament et du réactif vétérinaires, national (SIMV) et international (Health For Animals) [contributeurs financiers potentiels].
- Equipementiers de l'élevage de précision, industries de l'alimentation animale et des additifs regroupées au sein de Coop de France nutrition animale et du SNIA (Syndicat de l'industrie de la nutrition animale).
- Institut Carnot « Santé Animale » et RFSa (Réseau français pour la santé animale).

#### FINANCEMENTS :

ANR, CASDAR, PIA, Plan Ecophyto, Commission européenne, industriels.

1. MAAF, Agreste, la statistique, l'évaluation et la prospective agricole, <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/>

2. Pradère J.P, OIE, <http://www.rr-africa.oie.int/fr/news/index.html>

3. EPIZONE, FAQ: DIVA vaccines and diagnostics, <http://www.epizone-eu.net/en/Home/show/FAQ-DIVA-vaccines-and-diagnostics.htm>

4. Fagherazzi-Pagel H., 2010, Maladies émergentes et ré-émergentes chez l'homme, Dossier de synthèse, INIST et CNRS, [http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1609/INIST\\_MaladiesEmergentesMAJAvril2010.pdf?sequence=1](http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1609/INIST_MaladiesEmergentesMAJAvril2010.pdf?sequence=1)

5. SAPHIR, Strengthening Animal Production and Health through the Immune Response, EU project, <http://www.h2020-saphir.eu/>

6. MycoSynVac, A collaborative project for engineering mycoplasma pneumoniae as a broad-spectrum animal vaccine, EU project, <http://www.mycosynvac.eu/>

Projet

21

# BIOC 3

## Adapter les procédures et protocoles d'évaluation du biocontrôle des bio-agresseurs des plantes

### Contexte et ambitions

La transition de l'agriculture française vers une plus grande durabilité met en jeu un nombre croissant de produits de biocontrôle pour la protection des productions végétales [Bioc1]. L'évaluation des performances des produits et agents de biocontrôle est un enjeu majeur car elle intervient à toutes les étapes de la recherche, du développement et de l'utilisation de ces produits et agents (ci-après nommées « solutions ») : screening des molécules et agents candidats, développement des solutions, procédures réglementaires de leur autorisation de mise sur le marché des solutions, intégration des solutions dans les stratégies de protection intégrée des cultures, adoption et acceptation du biocontrôle par les utilisateurs et la société. Les méthodes et procédures d'évaluation des produits de biocontrôle sont actuellement très proches de celles utilisées pour les pesticides de synthèse. Elles sont donc basées sur des mesures d'efficacité directe. Ceci ne permet pas de prendre en compte les services environnementaux rendus qui, par nature, dépassent la seule notion d'efficacité directe.

Il est donc proposé d'adapter les méthodes et procédures d'évaluation des produits de biocontrôle, et ce pour chaque type d'évaluation à réaliser, dans le but :

- d'accélérer les processus d'innovation dans le domaine du biocontrôle ;
- de développer la maîtrise de l'usage des produits et agents de biocontrôle et ainsi, de contribuer à leur diffusion la plus large auprès des utilisateurs ;
- de mieux prendre en compte la réalité du service rendu par le biocontrôle, notamment sur les plans de la sûreté environnementale et sanitaire, et de lui adjoindre ainsi une valeur d'usage quantifiable et qualifiable.

### Livrables et attendus

- Mise au point de méthodes et protocoles d'évaluation des solutions de biocontrôle en tirant profit des résultats de recherche dans ce domaine.
- Définition de procédures d'évaluation tenant compte non seulement de l'efficacité directe, mais aussi des impacts, positifs et négatifs, sur les ressources naturelles (sol, air, eau), la biodiversité et la santé humaine.
- Mise au point et mise en œuvre de procédures réglementaires adaptées aux besoins des industriels (offre), des utilisateurs (demande), des citoyens et des pouvoirs publics (intérêt commun).
- Coordination des initiatives au niveau national pour un portage au niveau européen et international.

### Quelques chiffres

147

C'est le nombre de produits de biocontrôle inscrits sur la liste du NODU vert (2025) <sup>(1)</sup>

&gt; 2 ans

C'est la durée moyenne de traitement d'un dossier de demande d'autorisation de mise sur le marché d'un produit de biocontrôle <sup>(2)</sup>

### Indicateurs et échéances

#### 2016

Lancement des appels à projet de l'action [Bioc 3-1] et lancement du groupe de travail de l'action [Bioc 3-2].

#### 2017 > 2020

Diffusion des fiches et prototypes de procédures basés sur les résultats les plus immédiats des actions [Bioc 3-1] [Bioc 3-3].

#### 2020 > 2025

Diffusion et déploiement des méthodes et procédures d'évaluation issues de ces trois mêmes actions.

### Actions

**[Bioc 3-1] Coordonner les expertises de la recherche, de l'industrie et des agences de sécurité sanitaire dans des projets de mise au point de méthodes d'évaluation du biocontrôle.** Cette action propose de soutenir deux types de projets : (i) des projets de recherche contribuant à la construction d'un référentiel d'évaluation adapté (identification des facteurs d'efficacité des produits de biocontrôle, détermination des facteurs à prendre en compte dans l'évaluation de leur efficacité directe et globale) et (ii) des projets de R&D visant à mettre au point et tester des méthodes simples et efficaces générant des indices à combiner pour obtenir une mesure d'efficacité globale. Ces projets seront coordonnés dans le cadre du consortium public-privé [Bioc 1-1].

**[Bioc 3-2] Elaborer des fiches de bonnes pratiques et de procédures réglementaires pour faciliter le travail des agences (nationales et européennes) et du législateur.** Cette action exploitera les résultats de l'action [Bioc 3-1] et mobilisera l'expertise des partenaires R-D-I pour élaborer des fiches synthétisant, pour chaque type de solution de biocontrôle, les meilleures pratiques et méthodes d'évaluation à utiliser lors du développement de ces solutions et dans les procédures réglementaires d'homologation. Le consortium public-privé sur le biocontrôle [Bioc 1-1] portera cette action via un groupe de travail dédié.

**[Bioc 3-3] Co-construire et déployer des procédures réglementaires d'évaluation et homologation des produits de biocontrôle, et les diffuser au niveau international.** Cette action propose de capitaliser sur les expériences acquises sur les produits pharmaceutiques pour co-construire et déployer un système réglementaire optimisé, simple et rapide pour les industriels, mais aussi exemplaire en matière d'indépendance de l'expertise publique. La qualité des procédures sera garante de la portabilité des procédures elles-mêmes, et des décisions réglementaires auxquelles elles aboutiront. L'action inclura un objectif de diffusion et d'homogénéisation des procédures au niveau européen.

### Acteurs

- Organismes publics de recherche, universités, ACTA et instituts techniques.
- Agences (ANSES, EFSA).
- Ministère en charge de l'agriculture.
- Industriels du biocontrôle.

### FINANCEMENTS :

Plan Ecophyto, CASDAR, ANR, Commission européenne, etc.

1. MAAF, <http://www.lafranceagricole.fr/var/gfa/storage/fichiers-pdf/Docs/2014/nodu-vert.pdf>

2. IBMA France, <http://www.ibmafrance.com/>

Priorité

3

**Fédérer tous les acteurs  
de la recherche,  
de l'expérimentation et  
du développement agricole  
en appui de la compétitivité**

Fédérer tous les acteurs de la recherche, de l'expérimentation et du développement agricole en appui de la compétitivité



INNOUV

# Innovation

## Favoriser l'innovation ouverte

### Les enjeux

L'agriculture française doit viser un haut niveau de performances productives, économiques, environnementales, sociales et sanitaires dans des filières qui sont appelées à être de plus en plus imbriquées. Pour y parvenir, l'innovation dans toutes ses dimensions est un levier majeur sous réserve qu'elle soit adaptée et adaptable au contexte particulier des exploitations agricoles et des entreprises agroalimentaires qui sont ancrées dans des territoires. L'enjeu est donc de concevoir et de favoriser une diversité de pratiques et de systèmes plus durables et mieux adaptés aux conditions locales tant écologiques que socioéconomiques. Pour cela, il s'agit d'adopter une démarche globale et collective afin de dépasser une organisation fragmentée de la recherche et développement (R&D) essentiellement fondée sur une approche incrémentale des innovations ; il s'agit aussi de prendre en compte les risques, dans un contexte plus incertain qu'auparavant.

Les études et travaux sur le changement, les transitions et l'innovation montrent que les réponses à construire passent par un décloisonnement, tant en termes de disciplines que de niveaux d'approche et d'implication des acteurs. L'agriculture doit se tourner vers cette démarche d'innovation ouverte qui place la mise en relation entre producteurs de connaissances, de savoirs et de savoir-faire, d'une part, et acteurs socioéconomiques (des entreprises, des marchés et, plus largement, de la société), d'autre part, au centre du processus de changement. Concrètement, l'innovation ouverte considère que, face à ses marchés, une entreprise sera d'autant plus efficace qu'elle mobilisera, dans un processus collaboratif gouverné, ses recherches et

celles menées par d'autres acteurs publics et privés (éventuellement issues d'autres secteurs), et qu'elle les confrontera, de manière itérative, aux attentes des consommateurs et des citoyens. Cette ouverture s'entend aussi dans le cadre de partenariats public – privé autour de démarches qui visent à promouvoir la multiperformance.

Ce processus de construction d'une intelligence collective est potentiellement adapté aux filières et aux exploitations agricoles qui doivent se tenir à la confluence de plusieurs processus d'innovation, notamment celui produit par le continuum des instituts de recherches, des centres techniques et des réseaux expérimentaux, et celui, plus spontané, initié par des acteurs de terrain, seuls ou dans le cadre de groupes motivés par une dynamique de changement.

Cette évolution des modes d'innovation est favorisée par les avancées du numérique qui amènent de nouvelles opportunités tant en termes d'accès et de partage des connaissances qu'en termes d'évolution des outils d'acquisition et de traitement de données.

### Etat des lieux

Depuis de nombreuses années, le système d'innovation agricole est structuré autour des agriculteurs, de leurs représentants (coopératives, filières, etc.), des instituts techniques issus de la profession et des filières concernées, des organismes de recherche, des écoles agronomiques et vétérinaires et des centres de formation aux différents niveaux requis, et des filières pour la partie « distribution et commerce ». Ces acteurs s'appuient sur un dispositif expérimental important (plus de 420 stations réparties sur le territoire national) et sur des réseaux d'observation diversifiés. Ils disposent d'outils pour prendre des risques, en lieu et place des entreprises, et combiner différents leviers d'action. A l'échelle nationale, plusieurs modalités partenariales associent les divers acteurs de la recherche, du développement et de l'innovation (R-D-I) se sont développées depuis une quinzaine d'années, avec l'appui des pouvoirs publics : GIS (groupements d'intérêt scientifique), RMT (réseaux mixtes technologiques), UMT (unités mixtes technologiques), projets incitatifs collaboratifs, programme pour et sur le développement régional (PSDR). Cette évolution est prometteuse en matière de pluridisciplinarité et d'intégration des connaissances pour l'action. De même, à l'échelle européenne, des initiatives se développent pour promouvoir une approche de l'innovation qui mette en avant les dynamiques d'acteurs au plus près des réalités du terrain, et construisent leur acceptabilité sociale. C'est notamment un objectif du partenariat européen pour l'innovation (PEI) « Productivité et développement durable de l'agriculture ».

### Priorités

Ces dynamiques partenariales doivent être confortées et complétées pour tester, développer en vraie grandeur et faciliter l'adoption des innovations sur le terrain, que celles-ci soient issues des agriculteurs eux-mêmes [Innov1] ou de la re-

cherche-développement [Innov2-Innov3]. Pour optimiser les moyens disponibles et exploiter au mieux les données et résultats des dispositifs expérimentaux et des réseaux d'exploitations agricoles, il convient aussi de rendre les systèmes d'information interopérables et de davantage recourir à la modélisation pour couvrir une plus grande diversité de situations, réelles ou hypothétiques [Innov4].

**Innov1 : mieux repérer les innovations dans les exploitations agricoles.** Afin de mieux intégrer les expériences des agriculteurs, les organismes du système R-D-I agricole doivent s'impliquer dans le repérage des innovations de terrain (au sens large, y compris les innovations organisationnelles), participer à leur caractérisation et à leur qualification (par croisement avec des enseignements de recherche et d'expérimentation), et faciliter leur diffusion.

**Innov2 : donner une suite opérationnelle aux conclusions et enseignements des expertises, prospectives et études.** Dans le cadre d'une démarche-projet sur une durée suffisamment longue (environ 5 ans), les pouvoirs publics doivent encourager et soutenir l'engagement des acteurs de la R&D publique et privée sur la mise en œuvre d'enjeux stratégiques prioritaires tels qu'ils ressortent des exercices de prospective, d'expertise ou d'étude dès lors que cette mise en œuvre exige un investissement de R&D.

**Innov3 : créer des Living labs territoriaux.** Basés sur une approche systémique et spécialisés autour d'un nombre limité de thèmes ou domaines d'activités, chacun de ces dispositifs a vocation à se déployer sur un territoire pertinent, à y intégrer des dispositifs d'innovation déjà présents sur le terrain et des nouvelles technologies et à être ouvert aux diverses parties prenantes.

**Innov4 : renforcer les synergies et exploiter les complémentarités entre expérimentations, réseaux d'observation dans les fermes et outils de modélisation.** Cette action inclut une réflexion sur la pertinence des outils actuels de façon à privilégier la prise en compte des enjeux d'aujourd'hui et de demain, ce qui peut passer par la suppression, ou la réorientation, de certains d'entre eux.



Projet

22

# INNOUV 1

## Intégrer les expériences des agriculteurs dans les dynamiques d'innovation

### Quelques chiffres

70%

des agriculteurs ont un ordinateur connecté (INSEE, 2012)

1 800

groupes de développement animés par les chambres d'agriculture

130

centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural<sup>(1)</sup>

11 500

coopératives d'utilisation de matériel agricole<sup>(1)</sup>

100

groupements d'intérêt économique et environnemental (GIEE) labellisés regroupant environ 5 000 agriculteurs

### Indicateurs et échéances

#### 2016

Mise en place progressive du dispositif de repérage, caractérisation et capitalisation des dynamiques de changement et d'innovation de terrain en vue d'amplifier leur diffusion et adoption.

#### 2016

Constitution du réseau d'acteurs R-D-I pour recenser, qualifier et tester des méthodes et outils pour accompagner l'émergence et le développement de ces innovations de terrain.

#### 2017 > 2025

Déploiement et suivi du dispositif.

### Niveau TRL



1 2 3 4 5 6 7 8 9

### Contexte et ambitions

La multiperformance de l'agriculture repose sur des solutions ancrées dans les contextes locaux. Ceci implique la prise en compte et l'accompagnement des expériences mises en œuvre par les agriculteurs, mais aussi par les entreprises de l'amont et de l'aval, dans les processus de changement et d'innovation. Grâce au numérique, les agriculteurs pourront, sous peu, produire davantage d'innovations en propre (imprimante 3D, etc.), et le pilotage de leurs systèmes gagnera en efficacité. Les relations avec les dispositifs d'intermédiation seront bousculées. L'information potentiellement mobilisable est grande, mais il est difficile d'en mesurer la fiabilité ou les domaines de validité.

Les innovations issues du terrain ne sont pas systématiquement évaluées sur les plans technique et économique. Elles sont peu capitalisées et diffusées au-delà des parties prenantes directes de l'expérience. De leur côté, les travaux de la recherche ne sont pas toujours largement diffusés et utilisés, faute d'une prise en compte suffisante des réalités des exploitations et d'une adaptation fine aux différents milieux dans lesquels ces innovations pourraient se déployer. En rassemblant des agriculteurs, des conseillers, des chercheurs, ou encore des entreprises, le partenariat européen d'innovation (PEI) « Productivité et développement durable de l'agriculture » nous invite à promouvoir une approche interactive de l'innovation.

L'ambition de ce projet est d'identifier et d'accompagner les formes variées d'innovations (au sens large, y compris donc organisationnelles) issues du terrain. Dans ce cadre, il faut organiser la veille, la caractérisation, la capitalisation et l'adoption des innovations issues du terrain en les croisant avec les travaux de recherche.

### Livrables et attendus

- Des bases de données interconnectées sur les innovations issues du terrain (des agriculteurs) visant en particulier à les qualifier à l'aune d'analyses multicritères.
- Un cadre de définition et de formation du métier de « facilitateur d'innovation » comprenant en particulier le repérage des agriculteurs et groupes d'agriculteurs innovants, l'analyse de leurs besoins, l'accompagnement de leurs démarches, leur mise en réseau (échanges sur des thématiques voisines et/ou complémentaires), le transfert et la communication.
- Une valorisation renforcée des réseaux d'agriculteurs innovants (Innov'action, INOSYS, Ecophyto-DEPHY, RAD-CIVAM, GRAB, « sentinelles de la terre », etc.).

### Actions

**[Innov 1-1] Créer un dispositif de repérage, caractérisation et capitalisation des dynamiques de changement et des innovations de terrain en vue d'amplifier leur diffusion et adoption.** L'objectif est d'améliorer la robustesse des circuits courts d'innovation (échanges entre agriculteurs) pour dépasser le simple « par-dessus la haie ».

**[Innov 1-2] Créer un réseau d'acteurs de la R-D-I pour mutualiser et tester des méthodes** visant à accompagner l'émergence, le développement, la diffusion et l'adoption des innovations issues du terrain (des agriculteurs).

**TRL 6-9 :** innovation organisationnelle.

### Acteurs

- APCA et chambres d'agriculture, autres réseaux d'agriculteurs (ONVAR).
- ACTA et instituts techniques agricoles.
- Coopératives agricoles, GIEE et groupes opérationnels du PEI « Productivité et développement durable de l'agriculture ».
- Organismes publics de recherche et d'enseignement supérieur (INRA, Irstea, Ecole des Mines, EHESS, écoles agronomiques, etc.).

### FINANCEMENTS :

MINISTÈRE EN CHARGE DE L'AGRICULTURE (CASDAR), CONSEILS RÉGIONAUX, PEI.

1. <http://www.cuma.fr/content/les-chiffres-cles-des-cuma>

Projet

23

## INNOUV 2

### Mobilisation de la R-D-I agricole en réponse aux défis sociétaux

#### Quelques chiffres

Une  
dizaine

de GIS nationaux centrés sur des filières ou des thématiques transversales (sols, sélection végétale ou animale, etc.) que le GIS Relance Agronomique (RA) a vocation à coordonner

27 UMT  
27 RMT

associant recherche et développement en un même lieu sur une thématique ciblée

visant à coordonner et animer une communauté nationale sur un thème donné. Complété par des accords-cadres entre organismes, plus englobants mais essentiellement d'orientation, ce dispositif peine néanmoins à prendre en charge des défis transversaux, inter-filières, interdisciplinaires, sociétaux, territoriaux, ceci par manque de moyens, de projections sur le long terme ou encore d'implication des acteurs privés.

#### Indicateurs et échéances

##### 2016

Mise en place de l'instance pluri-partenaire de définition, sélection et suivi des défis prioritaires.

##### 2017

Explicitation des conditions de la déclinaison territoriale ; mise en place au sein des dynamiques partenariales des équipes-projets (nombre total compris entre 5 et 10).

##### 2018 > 2025

Suivi dans la durée des équipes-projets (livrables et impacts).

#### Niveau TRL



#### Contexte et ambitions

Les acteurs publics et privés de la R-D-I agricole font face à des défis de plus en plus complexes et systémiques (gestion des sols et des territoires, changement climatique, bouclage des cycles, recouplage végétal-animal, etc.). Les travaux de recherche sur le changement, les transitions et les processus d'innovation montrent que les réponses à construire passent par un décloisonnement des disciplines et des modalités d'approche tout au long de l'échelle de maturité technologique TRL.

Sur ces défis, les expertises, prospectives et études réalisées par les acteurs de la R-D-I fournissent des diagnostics solides, le plus souvent assortis de propositions ou de recommandations à mettre en œuvre. A titre d'exemples, citons les études sur la diversification en grande culture, les mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'origine agricole, ou encore les sols comme support de processus agro-écologiques via les changements de pratiques et de systèmes. Ces propositions sont néanmoins trop peu souvent suivies d'un plan d'actions concrètes, ce qui met en lumière le déficit de continuité et de coordination entre le diagnostic et sa résolution.

Il s'agit alors de confier l'élaboration de ces plans d'actions à des équipes-projets pluridisciplinaires, constituées des différents acteurs de la R-D-I concernés, y compris des acteurs privés, des acteurs régionaux, des pôles de compétitivité, etc. Une équipe-projet sera missionnée sur une durée assez longue, adaptée à l'ampleur du défi, dans une logique « d'obligation de résultats » (production de réponses opérationnelles).

A la différence des dispositifs actuels (UMT, RMT, etc.) qui ne bénéficient pas de financements à la hauteur des ambitions liées aux problématiques traitées, ce nouveau dispositif devrait bénéficier de moyens plus importants qui permettraient de mobiliser les compétences et les infrastructures nécessaires chez chacun des partenaires.

#### Livrables et attendus

- Une liste priorisée par le GIS RA, les pouvoirs publics nationaux (MAAF, MEDDE) et les collectivités territoriales (Conseils régionaux), des défis transversaux et multidisciplinaires à instruire sur la base (essentiellement) des exercices de prospective, d'expertise et d'étude réalisés par les différents organismes de R&D, dont certains ont déjà pu être identifiés par la mission.
- La mobilisation, au sein d'équipes-projets mises en place sur une durée donnée, de compétences pluridisciplinaires issues d'acteurs publics et privés.

- Pour chaque défi, un plan d'actions pluriannuel décrivant les actions, les livrables et les impacts dans le cadre d'un échéancier (rapports d'étapes). Ces plans seront évalués par un comité de pilotage composé d'experts des secteurs public et privé.

#### Actions

**[Innov 2-1] Mise en place d'une instance de sélection des défis prioritaires** qui validera les plans d'actions des projets (et leur financement), et qui en assurera le suivi dans le temps. Cette instance rassemblera les commanditaires publics et privés, et les organismes de R-D-I.

**[Innov 2-2] Mobilisation des dynamiques partenariales autour des défis prioritaires via la constitution d'équipes-projets.**

**[Innov 2-3] Déclinaison territoriale des plans d'actions dans le cadre d'un dialogue avec les acteurs publics et privés dans les régions.** L'agriculture se caractérise en effet par une forte dépendance aux conditions locales (géographiques, climatiques, économiques, sociales, etc.). L'opérationnalité des innovations et leviers d'action implique leur déclinaison territoriale pour tenir compte des spécificités locales. TRL 6-9 : innovation organisationnelle, mais aussi système et produit.

**TRL 6-9 :** innovation organisationnelle, mais aussi système et produit.

#### Acteurs

- Organismes publics de recherche.
- ACTA et instituts techniques, APCA et chambres d'agriculture, autres organismes de développement (ONVAR).
- Industriels d'amont et d'aval, notamment de statut coopératif.

#### FINANCEMENTS :

Ministères (MAAF, MEDDE), crédits MIREs, Agences, collectivités territoriales (Conseils régionaux).

Projet

24

## INNOUV 3

### Créer des «Living labs» territoriaux de l'agro-écologie et de la bioéconomie

#### Quelques chiffres

8%

C'est le pourcentage, à l'échelle mondiale, des Living labs centrés sur l'agriculture et la foresterie en 2008<sup>(1)</sup>

2012

C'est l'année de création de France Living Labs (F2L)<sup>(2)</sup>

50

C'est le nombre Living Labs français au 1er janvier 2014<sup>(2)</sup>

#### Indicateurs et échéances

##### 2016

Lancement de l'appel à projets « Living Labs agricoles dans les territoires ».

##### 2017

Mise en œuvre d'une douzaine de Living Labs.

##### 2020 > 2025

Analyse des résultats, notamment à l'aune de leur extension possible à d'autres contextes.

#### Niveau TRL



1 2 3 4 5 6 7 8 9

#### Contexte et ambitions

Les ambitions portées par la création dans les territoires de Living Labs de l'agro-écologie, des technologies (de toutes natures, i.e., issues des biotechnologies, du Numérique, de la robotique, etc., mais aussi ayant pour origine les agriculteurs eux-mêmes) et de la bioéconomie reposent sur le constat que les agriculteurs, au-delà de leurs fonctions productive et économique, sont aussi des acteurs des territoires. L'étude de l'organisation, de la transformation et du fonctionnement intégré des territoires est donc nécessaire ; elle doit prendre en compte tous les acteurs qui y sont présents et la place qui est donnée à l'innovation et aux processus de changement. En agriculture, un certain nombre d'innovations sont ainsi induites par des pressions externes au secteur (par exemple, liées aux évolutions de la réglementation) et peinent à prendre sens chez les agriculteurs. Réciproquement, les consommateurs et les citoyens sont de plus en plus intéressés et concernés par les évolutions des pratiques et des systèmes agricoles, comme par les innovations associées.

L'optimisation du fonctionnement des agroécosystèmes, les interactions entre les usages alternatifs de la biomasse, la valorisation des coproduits, l'optimisation des procédés en présence d'une matière première hétérogène dans l'espace et le temps, le bouclage des flux de matière et d'énergie, le développement territorial dans une logique d'économie circulaire, la mise au point et l'utilisation de nouvelles technologies intelligentes sont autant d'opérations qui nécessitent de penser les actes de production agricole et agroalimentaire au sein du système d'acteurs et du territoire dans lequel ce système s'insère.

Développer l'agro-écologie, les technologies et la bioéconomie nécessite donc d'intégrer les comportements des différents acteurs des territoires (agriculteurs, entreprises en amont et en aval des exploitations agricoles, autres industries, consommateurs, collectivités territoriales, etc.) en regard des innovations potentielles, de leur processus de création, d'adoption et de diffusion, ainsi que des politiques publiques à même de favoriser ou, au contraire, freiner ces processus. Il s'agit donc de développer une approche intégrée à l'échelle territoriale de façon à tester en vraie grandeur (Living Labs1) des usages, des services et des outils autour des modes de production de différentes biomasses et de leur transformation au regard de leurs performances économiques tout en tenant compte des spécificités locales sur les plans géographique, économique, social, etc. Ceci doit permettre de déterminer les incitations les plus pertinentes au développement de l'agro-écologie, des technologies et de la bioéconomie.

#### Livrables et attendus

- **Mise en place d'un réseau de Living Labs territoriaux de l'agro-écologie, des technologies et de la bioéconomie<sup>(3)</sup>.** Compte tenu de la dimension spatiale d'un Living Lab, leur nombre sera nécessairement limité (de l'ordre d'une douzaine). Dans ce contexte, priorité devra être donnée à l'analyse des possibilités de généralisation des enseignements issus de tel ou tel Living Lab à d'autres contextes, ceci en recourant à la modélisation, à l'exploration de scénarios alternatifs, etc.
- **Étude des processus de diffusion et d'adoption des innovations dans les exploitations agricoles et forestières insérées dans les territoires.** Ces Living Labs permettront de définir de façon co-construite ces processus, et d'analyser et évaluer en vraie grandeur leurs effets, intentionnels ou non. Ils contribueront à faciliter la diffusion et l'adoption des innovations.
- **Évaluation en vraie grandeur des politiques publiques sur le territoire du Living Lab.** Cette évaluation ne serait plus réalisée en silo, politique par politique, mais pour l'ensemble des politiques considérées conjointement en privilégiant le dialogue avec les acteurs dans une perspective de développement agricole et territorial.
- **Création de richesses et d'emplois** grâce à une démarche d'innovation ouverte reposant sur la convergence d'un faisceau de technologies (numérique, robotique, génomique, modélisation, bioraffinerie, etc.) et de marchés s'insérant dans la transition énergétique et écologique.

#### Action

**[Innov 3-1] Lancement d'un appel à projets pour la création de living-labs** territoriaux de l'agro-écologie et de la bioéconomie, représentatifs de la diversité de l'agriculture française (sylviculture, viticulture...) et des territoires, et des défis auxquels celle-ci doit faire face. L'agriculture urbaine pourra faire l'objet d'un intérêt particulier.

#### Acteurs

- Organismes publics de recherche.
- ACTA et instituts techniques.
- APCA et chambres d'agriculture ; autres réseaux de développement agricole (ONVAR).
- Acteurs économiques des filières agricoles, maritimes et forestières.
- Collectivités territoriales, notamment Conseils régionaux.
- Associations environnementales, de consommateurs, etc.

FINANCEMENTS :  
PIA3, FUI, GIEE, PEI

1. Le livre blanc des Living Labs, Montréal 2014.  
<https://dl.dropboxusercontent.com/u/785008/livre%20blanc%20LL%20Umvlt%20-%20Final%205%20dec%202014.pdf>

2. Présentation de France Living Labs, partenaire du projet européen IDeALL (Design & Living Labs), IDeALL meeting Barcelone, January 16th 2014 (<http://fr.slideshare.net/F2L-FranceLivingLabs/france-livinglabs-designidealljanuary2014>).

3. [http://www.irstea.fr/sites/default/files/ckfinder/userfiles/files/Note\\_living\\_labs\\_agriculture\\_Missionagricultureinnovation2025.pdf](http://www.irstea.fr/sites/default/files/ckfinder/userfiles/files/Note_living_labs_agriculture_Missionagricultureinnovation2025.pdf)  
<http://admin.dam.inra.brainsonic.com/bsAdminMedia/download/id/306777>

Projet

25

# INNOUV 4

## Faire évoluer les réseaux d'expérimentation et d'observation

### Quelques chiffres

3 000

agents (ETP) en charge de la gestion et de l'acquisition de données expérimentales agricoles<sup>(1)</sup>

422

installations expérimentales en France relevant des instituts de recherche, de recherche-développement, de développement, et de l'enseignement supérieur et technique agricole<sup>(1)</sup>

2 000  
& 1 500

fermes dans le réseau DEPHY-FERME du Plan Ecophyto et dans le réseau des fermes de référence d'élevage herbivore

### Indicateurs et échéances

#### 2016

Constitution d'un collectif rassemblant les représentants des organismes impliqués dans l'expérimentation et/ou les réseaux d'observation ; constitution d'un réseau de veille et d'échange autour des nouveaux moyens d'acquisition de données automatiques ou semi-automatiques ; développement et mise à disposition des méthodes statistiques de traitement d'informations hétérogènes et de diverses sources.

#### 2017

Lancement d'expérimentations thématiques coordonnées (notamment systémiques).

#### 2018 > 2025

Déploiement et suivi des actions proposées.

### Niveau TRL



### Contexte et ambitions

Historiquement, l'expérimentation est un élément fondamental des activités de R&D en agronomie parce qu'elle permet le test d'hypothèses, ainsi que la confrontation à la diversité des conditions écologiques et agronomiques sur le territoire. Aujourd'hui, la montée en puissance du Numérique transforme cette activité en augmentant les possibilités d'acquisition et de gestion d'un plus grand nombre de données<sup>(2,3)</sup>. Par ailleurs, expérimentation et modélisation sont de plus en plus réfléchies de façon conjointe et complémentaire. Le dispositif expérimental français est déjà très dense. Les projets [Innov2] et [Innov3] proposent de compléter ce dispositif pour se saisir d'enjeux transversaux, systémiques et/ou sociétaux aujourd'hui insuffisamment appréhendés. Cependant, dans un cadre budgétaire contraint, la mutualisation et la rationalisation du dispositif expérimental sont indispensables (il s'agit, en premier lieu, du dispositif qui bénéficie d'un soutien public mais également de celui des industriels privés, et en visant l'échelle européenne). Cette mutualisation doit permettre d'abonder, au moins pour partie, les extensions des projets [Innov2] et [Innov3]. A elle seule, elle ne sera néanmoins pas suffisante, il sera nécessaire d'évaluer outre la pertinence du maintien de tous les outils (i) comment les données d'observations en fermes réelles peuvent se substituer aux expérimentations ou compléter celles-ci et (ii) comment le recours à la modélisation peut permettre de diminuer le besoin d'expérimentations.

L'ambition de ce projet est alors de développer les synergies entre dispositifs expérimentaux, réseaux d'observation dans les fermes et modèles, grâce, en particulier, au numérique, et ceci en termes :

- de valorisation des données d'expérimentation ou d'observation pour concevoir, évaluer et améliorer des modèles : ces données contribueront à la plateforme numérique [Num1] ;
- de recours à la modélisation pour la conception des dispositifs expérimentaux et des réseaux d'observation, leur pilotage et l'analyse de leurs résultats ;
- d'utilisation des outils de caractérisation des environnements biotiques et abiotiques (et de leurs impacts) afin d'optimiser les réseaux et de mieux interpréter les informations via en particulier la mise aux points de « fonctions de diagnostic » ;
- de réduction de l'effort d'acquisition de données d'expérimentation grâce aux apports complémentaires des données d'observation et de la modélisation ;
- d'extrapolation des résultats d'expérimentation et d'observation à d'autres situations en recourant notamment à des systèmes d'information géographiques couplés à des modèles.

### Livrables et attendus

- Une amélioration des méthodes et outils de représentation spatio-temporelle des données d'expérimentation et/ou d'observation.
- Le développement d'outils prédictifs à partir d'analyses de données d'expérimentation ou d'observation.
- La limitation des besoins de surfaces expérimentales et des coûts associés par un recours accru à des données d'observation dans des fermes et à la modélisation.
- La facilitation de la détection, de l'évaluation multicritère et de la diffusion des innovations repérées au sein des réseaux d'observation (voir aussi [Innov2]).
- La diffusion rapide d'innovations en diminuant leur temps d'évaluation grâce au décloisonnement entre expérimentations, réseaux d'observation et modélisation.

### Actions

**[Innov 4-1] Renforcer l'efficacité et la cohérence d'ensemble du dispositif expérimental national** par la mise en réseau inter-organismes des outils expérimentaux de la recherche publique et professionnelle, à l'issue d'une réflexion sur la pertinence de tous les outils privilégiant les paris sur l'avenir par rapport aux charges liées à leur entretien. Animer ce réseau par des expérimentateurs inter-organismes.

**[Innov 4-2] Assurer l'interopérabilité des informations en entrée et des performances et résultats en sortie** (protocoles de collectes harmonisés, cadres de saisies des données compatibles, indicateurs communs de moyens et de résultats).

**[Innov 4-3] Développer des méthodes statistiques d'analyse** permettant de traiter les informations. La création d'une plateforme commune de traitement des données doit être envisagée en tirant profit de l'expérience du système d'information AGROSYST du réseau de fermes et d'expérimentations du Plan Ecophyto.

**[Innov 4-4] Déployer systématiquement les outils d'aide à la décision** diffusés sur les dispositifs d'expérimentation afin d'assurer leur évaluation en continu au double titre de leur valeur prédictive et pratique (utilisation, interprétation et prise de décision). Une des voies de déploiement sera la plateforme de données [Num1].

### Acteurs

- Organismes publics de recherche.
- ACTA et instituts techniques, APCA et chambres d'agriculture, autres réseaux d'observation (RAD-CIVAM, etc.)
- Si possible, fermes d'expérimentation des coopératives agricoles.

### FINANCEMENTS :

CASDAR, Plan Ecophyto, Conseils régionaux.

1. [http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/cgaaer-rapport\\_annuel\\_2009.pdf](http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/cgaaer-rapport_annuel_2009.pdf)

2. Laurent A., Pelzer E., Loyce C., Makowski D., 2015. Ranking yields of energy crops: A meta-analysis using direct and indirect comparisons. Renewable & Sustainable Energy Reviews 46, 41-50.

3. Lucbert J., Dockes A.C., Gervreau G., Madeline, Y., Seegers J., Baumont R., Peyraud J.L., 2015. Networks of reference for the service of sustainable farming of tomorrow. Inra Productions Animales 28, 77-88.



Fédérer tous les acteurs de la recherche, de l'expérimentation et du développement agricole en appui de la compétitivité

ÉCO

# Économie agricole

## Multiperformance & innovation en économie agricole

1. France Stratégie, 2015 (juillet). La compétitivité de l'agriculture et de l'industrie agroalimentaire françaises.

2. Butault J.P., Requillart V., 2011. L'agriculture et l'agroalimentaire français à la recherche de la compétitivité perdue. INRA Sciences Sociales 2001 <http://www.inra.fr/sae2/publications/iss/pdf/iss11-45-1.pdf>

3. Terre-net, Revenus agricoles sur dix ans – infographie interactive <http://www.terre-net.fr/actualite-agricole/economie-social/article/revenus-agricoles-2014-tous-les-chiffres-202-106351.html>

4. Voir, par exemple, rapport Rouault (2010) sur l'agroalimentaire dans son ensemble, rapport du CGAAER sur la volaille de chair (2010), rapport Berger sur la filière porcine (2013), rapport du CGAAER sur la filière des bovins viande (2015), note de la SAF agrIDées sur la viande bovine (2015), rapport de la SAF AgrIDées et de la Fabrique de l'Industrie sur de nouveaux modèles de croissance pour les industries agroalimentaires françaises (2015), etc.

### Les enjeux

On constate une dégradation de la compétitivité de l'agriculture et l'agroalimentaire français <sup>(1,2)</sup> qui se matérialise en particulier par une diminution continue, depuis la fin des années 1990, de la part de marché de la France dans les importations de biens agricoles bruts et transformés des pays non européens et encore plus des Etats membres de l'Union européenne (UE). La perte de compétitivité n'est donc pas récente et concerne de façon liée les deux secteurs de l'agriculture et de l'agroalimentaire. Elle se reflète dans les évolutions des revenus agricoles qui stagnent depuis plus d'une décennie à des niveaux moyens mais néanmoins différents selon les productions (ils sont plus élevés pour la viticulture que pour l'élevage de viandes, par exemple) et avec, en outre, de fortes variations interannuelles pour une même orientation productive <sup>(3)</sup>.

### Etat des lieux

En dépit de la succession des réformes de la Politique agricole commune (PAC) et des lois nationales sur l'agriculture, et des multiples réflexions et rapports sur la question <sup>(4)</sup>, cette dégradation de la compétitivité agricole française s'est poursuivie pour plusieurs raisons :

- Une partie au moins du déclin n'est pas spécifique à l'agriculture et à l'agroalimentaire mais relève de facteurs extérieurs à cette sphère : croissance économique très faible en France depuis longtemps, hétérogénéité des régimes fiscaux et sociaux entre les différents Etats membres européens, etc.

- Les recommandations passées, parfois contradictoires, n'ont pas permis de s'inscrire dans une vision plus stratégique, partagée et pragmatique à l'image de ce qui a pu être réalisé dans des pays comme l'Allemagne, l'Irlande ou encore les Pays-Bas. C'est aussi sans doute dû à la complexité des modes d'organisation des filières, à la difficulté d'adaptation aux évolutions du marché et de la répartition de la valeur ajoutée entre les différents acteurs.
- De façon liée, les applications françaises des réformes successives de la PAC ont privilégié une logique de (re)distribution plus équilibrée des soutiens budgétaires selon une logique d'équité. Mais pour rendre cette redistribution acceptable par les agriculteurs, il a fallu faire des concessions en maintenant une partie des avantages acquis au détriment des investissements dans les exploitations et d'une mise en œuvre plus stratégique, pragmatique et dynamique, à la différence, à nouveau, d'autres Etats membres.

Les solutions ne sont naturellement pas dans les seules mains de la recherche-développement et elles dépassent donc le seul cadre de la mission Agriculture-Innovation 2025. Celle-ci ne préjuge en rien des modèles de production agricole et en particulier n'oppose pas la course à la compétitivité-coût et les gains de productivité aux systèmes qui se posent explicitement à l'opposé de cette approche en pariant plutôt sur le « low-tech », la différenciation par la qualité ou encore les circuits courts. L'approche retenue est basée sur la recherche de la multiperformance économique, environnementale, sociale et sanitaire pour les exploitations agricoles : dans cette optique, il n'y a ni une seule solution, ni un seul modèle.

### Priorités

Les propositions formulées dans ce rapport doivent permettre à la France de prendre de l'avance relativement à ses concurrentes dans des domaines clef d'innovation tout en diminuant l'empreinte environnementale de l'agriculture ([Innov], [Gén], [Rob], [Num], [Bioéco]). Les actions relevant des projets [Agroéco] et [Bioc] s'inscrivent prioritairement dans une logique de remplacement des intrants chimiques de synthèse ; mais parce qu'elles visent à ce que les pratiques et techniques alternatives soient le plus efficaces possible, elles s'inscrivent aussi dans une perspective de compétitivité.

Nous proposons ci-après trois projets plus spécifiquement dédiés à la compétitivité et qui relèvent du périmètre, des compétences et de l'horizon temporel de la mission. Ces projets serviront également les ambitions exprimées dans le cadre de la transition agro-écologique [Agroéco] et du développement de la bioéconomie [Bioéco].

**Éco1 : Ce projet vise à développer des travaux de recherche sur l'analyse multicritère.** L'objectif est de nourrir une plateforme opérationnelle partagée qui permette de quantifier l'ensemble des performances (productives, économiques, environnementales, sanitaires, sociales) aux échelles des ex-

ploitations agricoles, des filières et des territoires, et d'évaluer l'effet des changements de pratiques et des innovations sur ces performances. Cette plateforme servira les objectifs poursuivis au titre de la transition agro-écologique [Agroéco] et du développement de la bioéconomie [Bioéco] : elle pourra ainsi être mobilisée pour apprécier les performances économiques et environnementales de différents types d'agriculture et les impacts de différents schémas de contractualisation et d'organisation des filières, ou de mise sur le marché des produits, etc.

**Éco2 : Le deuxième projet vise à compléter et diversifier les sources de revenu et de financement** des exploitations agricoles via, en particulier, la rémunération de services environnementaux et territoriaux et l'accès à des sources nouvelles de financement.

**Éco3 : Aujourd'hui, il n'est pas possible de dresser une image exhaustive et robuste de la compétitivité de l'agriculture et de l'agroalimentaire français. Le projet est centré sur la création d'un observatoire de la compétitivité comparée de l'agriculture et de l'agroalimentaire français** et de ses principaux concurrents dont les travaux pourront éclairer les décisions publiques et celles des acteurs économiques, et sur le développement de recherches méthodologies sur la mesure des déterminants, la modélisation de leurs effets sur la compétitivité et les revenus agricoles.

**Des propositions qui doivent être complétées par des actions qui s'inscrivent dans un cadre plus large que celui de la mission**

Les différentes propositions formulées dans le cadre de la mission ne visent pas à sortir de situations de crise telle que celle que connaît l'élevage en cette année 2015. A elles seules, elles ne suffiront pas à restaurer sur le long terme la compétitivité de l'agriculture et de l'agroalimentaire français mais elles y contribueront et, à ce titre, elles sont nécessaires. Ces propositions mériteraient d'être complétées selon au moins trois axes qui dépassent le cadre de la mission et les seules compétences de la recherche-développement.

- A l'image de ce qui a pu être fait dans d'autres états membres, il convient d'abord de se doter d'une vision stratégique partagée pour l'agriculture et l'agroalimentaire français à l'horizon 2025. Une telle vision doit associer tous les acteurs des filières agroalimentaires, du consommateur final au producteur agricole, et des territoires (ruraux, péri-urbains et urbains) en plaçant au cœur les besoins des marchés à l'échelle locale, nationale, européenne et internationale. Il s'agit de passer d'une logique d'offre à une logique de demande, celle-ci incluant les besoins en biomasse agricole à des fins alimentaires et non alimentaires et les demandes en matière de services environnementaux et territoriaux. Il ne sera pas possible de satisfaire tous les acteurs ; des compromis seront donc inévitables et il est préférable que ceux-ci soient explicites.

- Il convient en deuxième lieu de travailler dès maintenant à la PAC de l'après-2020 de sorte que celle-ci soit au service

de cette vision stratégique, de façon aussi à légitimer un soutien budgétaire significatif dans le double contexte où les aides sont indispensables à la viabilité d'une très grande majorité d'exploitations françaises (et européennes) mais où, simultanément, plusieurs pays demanderont néanmoins leur réduction. Redonner une légitimité à la PAC requiert de travailler en priorité quatre dimensions : (i) limiter la variabilité interannuelle des revenus agricoles et ses conséquences négatives en distinguant situations de crises versus de volatilité plus ordinaires (les deux situations nécessitent des modalités d'intervention distinctes) ; (ii) passer d'une logique de subvention à une logique de rémunération de services explicites [Éco2] ; (iii) simultanément, inciter à la réduction des effets externes négatifs (pollutions diffuses d'origine agricole, perte de biodiversité, émissions de GES d'origine agricole) ; et (iv) augmenter le soutien aux pratiques, systèmes et innovations durables pour faciliter la transition selon une logique « d'aide à une industrie naissante ».

- Il s'agit enfin de développer et soutenir l'exportation dans un contexte où de nombreuses entreprises agroalimentaires sont trop petites pour investir des marchés extérieurs. De nombreuses pistes mériteraient d'être explorées dans cette perspective : création d'une plateforme commune à l'exportation, création pour les produits agroalimentaires de l'équivalent du Comité Colbert de l'industrie du luxe, amélioration de la présence des industriels français dans les instances internationales définissant les réglementations et les normes de façon à porter les intérêts français, création d'un « crédit impôt exportation », etc. Il convient en priorité d'apprécier l'efficacité relative de ces différentes pistes.

Projet

26

## ÉCO 1

## Développer et diffuser les outils d'évaluation multicritère des systèmes agricoles et alimentaires

## Quelques chiffres

**33** Nombre d'outils d'évaluation multicritère de la durabilité environnementale de l'agriculture, référencés ou en cours de référencement sur la plateforme PLAGÉ (plateforme d'évaluation agri-environnementale)<sup>(1)</sup>. Il existe donc de nombreuses initiatives, mais elles sont dispersées, partielles, et peu documentées

**23** Nombre d'indicateurs de performances répertoriés dans l'étude « Vers des agricultures à hautes performances » publiée en 2013 pour le compte du Commissariat général à la stratégie et à la prospective<sup>(2)</sup>

## Indicateurs et échéances

## 2016

Etat des lieux des connaissances et des initiatives pour l'identification des besoins de recherche et la proposition d'un schéma organisationnel de mise en commun des méthodes et outils.

## 2017

Lancement des premiers travaux méthodologiques [Éco1].

## 2018

Opérationnalité de la plateforme mutualisée [Éco2] qui s'enrichira progressivement, d'une part, en incorporant les résultats de l'action [Éco1], et, d'autre part, via le développement et la mise à disposition de nouveaux outils.

## Niveau TRL



1 2 3 4 5 6 7 8 9

## Contexte et ambitions

L'amélioration des performances des systèmes agricoles et alimentaires requiert de disposer d'outils d'évaluation multicritère robustes et exhaustifs (i.e., intégrant les productions végétales et animales, aux différents stades de la production, de la transformation et de la distribution), qui rendent compte de l'ensemble de ces performances (productives, économiques, sanitaires, sociales et environnementales) aux différentes échelles spatiales (parcelle, exploitation, filière, territoire) et temporelles (transition d'un système A vers un système B).

S'il existe de nombreuses recherches dans ce domaine, plusieurs aspects souffrent encore d'un déficit méthodologique. C'est le cas des performances économiques et sociales, comme de celles liées à la biodiversité et aux services écosystémiques ; c'est aussi le cas de l'analyse *ex ante* des performances. Par ailleurs, évaluer la multi-performance mobilise des informations nombreuses, d'origines diverses et donc hétérogènes, d'accès souvent difficile et qu'il conviendrait donc de rassembler et d'organiser dans des bases de données ouvertes.

En dépit de progrès récents, les initiatives sont nombreuses mais insuffisamment coordonnées et partagées : projets des groupements d'intérêt scientifique (GIS) « Grande culture à hautes performances économiques et environnementales » et « Elevage demain » ; système d'information AgroSyst du réseau de fermes et d'expérimentations du plan Ecophyto ; plateforme MEANS<sup>(3)</sup> d'analyse multicritère de l'INRA ; programme Agribalysé<sup>(4)</sup> de l'ADEME ; pôle montpelliérain de recherche ELSA<sup>(5)</sup> ; outil ACTA-MAAF d'autodiagnostic agro-écologique ; réseau mixte technologique (RMT) ERYTAGE<sup>(6)</sup>, etc.

Il s'agit d'aller plus loin pour qu'en 2025, le perfectionnement des méthodes et des outils, leur coordination et leur mise à disposition permettent :

- d'évaluer les impacts sur l'ensemble des performances de changements de pratiques et de systèmes, d'adoption d'innovations. Relier ces impacts aux conditions locales de mise en œuvre permettrait de dégager des enseignements quant à la généralité de certains résultats ou, au contraire, leur dépendance au contexte local ou régional (topographique, climatique, économique, etc.), et ainsi de guider les choix ;
- d'apporter des informations robustes aux pouvoirs publics sous la forme d'analyses fiables et détaillées pour mieux appréhender l'ensemble des impacts de scénarios d'évolution de l'agriculture et de l'agroalimentaire ;
- d'aider à la définition, instrumentation et mise en œuvre de politiques publiques qui permettraient de favoriser les transitions vers la multiperformance ;
- d'accompagner les acteurs gestionnaires, en particulier au titre de l'apprentissage (conception de systèmes multi-performants sur la base d'évaluations *ex ante*).

## Livrables et attendus

- Développement d'une plateforme mutualisée d'évaluation multicritère et multi-échelle.
- Intégration de nouvelles méthodes dans les outils de la plateforme.
- Travaux appliqués pour l'analyse multicritère des impacts des évolutions technologiques, agronomiques, zootechniques, organisationnelles, etc.

## Actions

**[Éco 1-1] Renforcer l'assise méthodologique des évaluations multicritères pour quantifier et qualifier les performances productives, économiques, sanitaires, sociales et environnementales des innovations (au sens large) en fonction des conditions d'application.** Programme national visant à améliorer et soutenir les approches d'évaluation multicritère (méthodes, modèles, indicateurs, etc.) et développer des projets de recherche ciblés sur les verrous de connaissances (prise en compte de tous les aspects de la durabilité, des dimensions verticales (filières) et horizontales (territoires), des dynamiques temporelles ; évaluations *ex ante* et *ex post*, etc.).

**[Éco 1-2] Concevoir, développer et maintenir une plateforme ouverte pour quantifier et qualifier l'ensemble des performances des exploitations agricoles, des filières et des territoires en combinant évaluations *ex ante* et *ex post* des innovations.** Une telle plateforme s'appuiera sur les initiatives déjà engagées par plusieurs acteurs, et qu'il s'agit de mieux coordonner et de rendre interopérables. Elle a vocation à rassembler et mettre à disposition des indicateurs, des méthodes, des outils d'aide à la décision, etc. Elle sera mobilisée pour comparer les performances micro-économiques de différents types d'exploitations agricoles différenciées selon les productions, les pratiques, les systèmes, les modes de valorisation des produits, etc., et pour analyser l'efficacité des schémas alternatifs d'organisation des filières, ou de contractualisation entre acteurs, etc. Elle débouchera sur l'offre de nouveaux services (création de start-up, mise en place de services dédiés dans différents organismes).

## Acteurs

- Méthodologie : organismes de recherche publique, instituts techniques.
- Plateforme : organismes de recherche publique, instituts techniques, entreprises.
- Utilisateurs : agences (ADEME, ONEMA), ministères, organisations professionnelles agricoles, industries agroalimentaires, collectivités territoriales.

## FINANCEMENTS :

ADEME, ONEMA, ANR, ministères (MAAF, MEDDE), FranceAgri-Mer, entreprises

1. <http://www.plage-evaluation.fr/webplage/>

2. Guyomard H., Huyghe C., Peyraud J.L., Boiffin J., Coudurier B., Jeuland F., Urruty N. 2013. Vers des agricultures à hautes performances. Volume 2. Conception et évaluation de systèmes innovants en agriculture conventionnelle. Inra. 234 pages.

3. Plateforme MEANS : [http://www.rennes.inra.fr/Dispositifs-experimentaux/Plateaux-et-plateformes-technologiques/Plateforme-Means/\(key\)/6](http://www.rennes.inra.fr/Dispositifs-experimentaux/Plateaux-et-plateformes-technologiques/Plateforme-Means/(key)/6)

4. Programme Agribalysé : <http://www.ademe.fr/expertises/produire-autrement/production-agricole/passer-a-laction/dossier/evaluation-environnementale-agriculture/loutil-agribalysé-agribalysé-program>

5. Pôle ELSA : <http://www.elsa-pact.fr/qui-sommes-nous/pole-elsa/>

6. RMT ERYTAGE : <http://www.gis-reliance-agronomique.fr/Dispositifs-en-interaction-avec-le-GIS-Reliance-agronomique/Les-RMT/RMT-ERYTAGE>

Projet

27

## ÉCO 2

### De nouvelles sources de revenu et de financement pour l'agriculture

#### Quelques chiffres

Niveau moyen des revenus agricoles par actif non salarié sur la dernière décennie<sup>(1)</sup>

Niveau moyen d'endettement des exploitations agricoles françaises au recensement agricole de 2010 (l'endettement moyen est supérieur à 200 000 euros pour les agriculteurs de moins de 40 ans)<sup>(2)</sup>

#### Indicateurs et échéances

##### 2016

Exercice de parangonnage des expériences étrangères sur les trois actions [Éco 1-3], construction et lancement des appels d'offre correspondants.

##### 2017

Lancement des appels d'offres et mise en route des projets.

##### 2020

Prise en compte des enseignements dans la PAC de l'après-2020.

#### Niveau TRL



1 2 3 4 5 6 7 8 9

#### Contexte et ambitions

Le contexte est celui de la stagnation des revenus moyens des exploitations agricoles françaises depuis au minimum le début des années 2000 à des niveaux néanmoins très différents selon les spécialisations. Ils varient également dans le temps et l'espace et en fonction de nombreux paramètres comme la géographie, la technicité de l'agriculteur, la taille de l'exploitation, la densité du tissu industriel en amont en aval de celle-ci, le mode de commercialisation des produits, etc. Cette stagnation des revenus se double d'un niveau élevé d'endettement des exploitations agricoles françaises en moyenne, niveau moyen qui masque des disparités entre exploitations en fonction de leur orientation productive, des pratiques et systèmes mis en œuvre, des modalités d'utilisation du foncier, de l'âge de l'agriculteur, etc.

Le retour à l'ancienne politique agricole commune basée sur la garantie des prix à la production, des droits à l'importation importants et des subventions à l'exportation est exclu, pour des raisons d'ordre budgétaire, environnemental et politique. Dans le même esprit, obtenir des prix à la production plus rémunérateurs ne se décrète pas dans des économies de marché, de surcroît ouvertes, même s'il y a matière à mieux tenir compte des caractéristiques des marchés agricoles (atomicité des producteurs) et des biens agricoles et alimentaires (périssabilité) en termes d'application du droit de la concurrence. Par suite, ce projet est centré sur des actions qui permettraient d'augmenter et de diversifier les sources de revenu et de financement des exploitations agricoles, ainsi que d'accroître leur capacité de résilience face aux aléas.

#### Livrables et attendus

- Augmenter et diversifier les sources de revenu des exploitations agricoles.
- Augmenter et diversifier les sources de financement de l'agriculture.
- Augmenter la capacité de résilience des exploitations agricoles face aux aléas de toute nature (climatique, sanitaire, économique).

#### Actions

[Éco 2-1] **Développer les possibilités de rémunération des nombreux services écosystémiques que peuvent offrir l'agriculture.** Ces services sont variés : environnementaux (régulation et épuration de l'eau, préservation de la biodiversité, stockage de carbone) ; territoriaux (entretien d'espaces communs et des infrastructures de collectivités territoriales) ; culturels (maintien de paysages ouverts et diversifiés) ; etc. La fourniture de ces services peut être rémunérée dans le cadre d'agencements organisationnels multiples et complémentaires sollicitant le

contribuable, le consommateur, l'utilisateur ou l'opérateur d'infrastructures<sup>(3)</sup>. En tirant profit des expériences étrangères dans ce domaine, l'action requiert le développement de recherches sur la caractérisation des services et les conditions de rémunération dans la double perspective de la fourniture optimale des services et d'efficacité des mécanismes de rémunération.

[Éco 2-2] **Développer des recherches sur des mécanismes innovants de financement de l'agriculture.** Dans un contexte de faible inflation, où l'outil traditionnel de la bonification des taux d'intérêt perd en efficacité et attractivité, alors même que les besoins d'investissement et de financement de l'agriculture sont élevés, il s'agit de mener des recherches méthodologiques et opérationnelles visant à concevoir et tester des innovations financières tirant profit du fait que les institutions financières publiques et privées sont à la recherche de « bons » placements des liquidités qui sont nombreuses et que l'agriculture est un bon candidat à cet égard, notamment parce que les aides budgétaires de la PAC offrent des garanties et que les innovations permettant de réduire l'empreinte écologique de l'activité agricole sont nombreuses. Une attention particulière devra être portée au foncier de façon à réduire son coût d'utilisation (développement de solutions innovantes de portage du foncier sans obérer la liberté d'entreprendre des agriculteurs).

[Éco 2-3] **Développer les outils de gestion des risques en agriculture.** Il s'agit ici de travailler à la complétude, la pertinence et l'efficacité des outils de gestion des aléas climatiques (diversification des productions et des sources de revenu, assurances rendements, récoltes, marges), sanitaires (indemnisation nationale ou européenne) et économiques (fonds de mutualisation, assurances, caisses de péréquation, marchés à terme, outils fiscaux comme la déduction fiscale pour aléas (DPA), etc.).

#### Acteurs

- Organismes de recherche publique, universités, instituts techniques.
- Pouvoirs publics.
- Coopératives, centres de gestion, institutions bancaires, compagnies d'assurance.

#### FINANCEMENTS :

Commission européenne, ministère en charge de l'agriculture, institutions bancaires et compagnies d'assurance, ANR.

1. Terre-net, Revenus agricoles sur dix ans – infographie interactive. <http://www.terre-net.fr/actualite-agricole/economie-social/article/revenus-agricoles-2014-tous-les-chiffres-202-106351.html>

2. MAAF, Agreste, Résultats économiques de l'agriculture – endettement. <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Gaf12p062-065.pdf>

3. Bureau D., 2015, Les instruments d'une agriculture doublement verte et compétitive. Ecole polytechnique et France Stratégie.



Projet

28

## ÉCO 3

### Créer un observatoire international de la compétitivité de l'agriculture et de l'agroalimentaire

#### Quelques chiffres

-2,6  
points

Perte de part de marché des produits agricoles et agroalimentaires français sur les pays du Nord de l'Union européenne entre 2005 (12,4 %) et 2013 (9,8 %) <sup>(1)</sup>.

26 000 €

Revenu agricole moyen par actif non salarié en France, en 2004 et... en 2014 <sup>(2)</sup>.

#### Indicateurs et échéances

##### 2016

Recensement des initiatives, dispositifs, travaux existants, en France et à l'étranger (parangonnage) ; travail sur la mise en œuvre de l'observatoire (objectifs, composition, modalités de fonctionnement, financement...) pour création à la fin de l'année civile 2016.

##### 2017

Lancement de l'appel à projets de recherche, y compris dans la dimension enrichissement de l'observatoire.

##### 2018-25

Fonctionnement en routine de l'observatoire, enrichissement et nouveaux projets méthodologiques.

#### Niveau TRL



1 2 3 4 5 6 7 8 9

#### Contexte et ambitions

Dans le cadre des informations statistiques aujourd'hui publiquement accessibles, il n'est pas possible de dresser une image exhaustive et robuste de la compétitivité prix et hors-prix de l'agriculture et de l'agroalimentaire français mise en regard de celle de ses principaux concurrents européens et non européens.

Il existe pourtant un ensemble large d'initiatives, de réflexions, de travaux, etc. sur cette question. Mais il existe encore de nombreux manques qui font, par exemple, qu'il est aujourd'hui impossible de confirmer ou d'infirmer le fait selon lequel la France serait plus sévère que les autres États membres européens en termes de traduction nationale des réglementations environnementales. Il est de même difficile d'avoir une image claire et fiable du coût du travail dans les secteurs agricole et agroalimentaire, et de l'impact des mesures adoptées par tel ou tel pays pour réduire ce coût.

L'objectif de ce projet est alors de développer un observatoire de la compétitivité comparée de l'agriculture et de l'agroalimentaire français relativement à ses principaux concurrents. Il s'agit de fédérer et compléter l'existant en privilégiant trois dimensions.

- Au-delà de l'identification des déterminants de la compétitivité prix et hors-prix <sup>(3)</sup>, aux stades des exploitations agricoles, des industries agroalimentaires, des filières et des territoires, il s'agira surtout de mesurer les effets de ces déterminants, et de leurs évolutions spatiales et temporelles, sur la compétitivité (analyses *ex ante* et *ex post* des effets des déterminants considérés isolément et conjointement).
- Il s'agira aussi de tenir compte des perspectives en termes de marchés à l'échelle locale, nationale, européenne et internationale, non seulement parce que les poids relatifs des déterminants varient selon les marchés, mais aussi et peut-être surtout parce que l'intérêt de l'observatoire est d'éclairer les choix des acteurs publics et privés en termes d'orientations prioritaires pour l'agriculture et l'agroalimentaire français qui répondent aux attentes des consommateurs.
- Toutes ces analyses seront soutenues par des recherches relevant d'abord des sciences économiques et de gestion sur deux aspects : l'efficacité de différentes formes de soutien public à l'agriculture à l'aune de la compétitivité, l'efficacité de différentes formes d'organisation des filières (coopératives, organisation de producteurs, interprofessions, contrats, circuits courts et longs, etc.) selon les différents marchés visés.

#### Livrables et attendus

- Création d'un observatoire de la compétitivité comparée de l'agriculture et de l'agroalimentaire français et de ses principaux concurrents.
- Développement de recherches méthodologiques sur la mesure des déterminants, la modélisation de leurs effets sur la compétitivité et les revenus agricoles (et d'autres indicateurs de la multi-performance [Éco1]), la prise en compte de la variabilité spatiale et temporelle, et l'articulation des dimensions verticales (filières) et horizontales (territoires).
- Utilisation de l'observatoire pour éclairer les décisions publiques (en particulier dans le cadre des évolutions de la Politique agricole commune : analyses *ex ante* et *ex post* des réformes envisagées et décidées) et celles des acteurs publics (notamment en termes d'organisation dans les filières et les territoires).

#### Actions

[Éco 3-1] **Création d'un observatoire de la compétitivité comparée de l'agriculture et de l'agroalimentaire français et de ses principaux concurrents.** Il s'agira d'abord de faire un état des lieux des initiatives existantes, y compris à l'étranger, et sur cette base, de les fédérer et de les compléter.

[Éco 3-2] **Développement de programmes de recherches sur les méthodologies qui nourriront l'observatoire.**

[Éco 3-3] **Utilisation de l'observatoire en appui aux décideurs publics et privés** (développement de services).

#### Acteurs

- Organismes publics de recherche, ACTA et instituts techniques.
- Ministères (agriculture, économie, commerce extérieur...).
- FranceAgriMer.
- Industriels de l'agrofourmure et de l'agroalimentaire.
- Distribution.

#### FINANCEMENTS :

ANR, MAAF (CASDAR), FranceAgriMer, Commission européenne, industriels, collectivités territoriales (Conseils régionaux).

1. Les Echos events, Think tank agroalimentaire [2015]. Quels chantiers pour restaurer la compétitivité de la filière alimentaire française ? Rapport, 18 p.

2. Terre-net [2015]. Revenus agricoles sur 10 ans par actif non salarié. D'après MAAF, Service de la Statistique et de la Prospective. <http://www.terre-net.fr/actualite-agricole/economie-social/article/revenus-agricoles-2014-tous-les-chiffres-202-106351.html>

3. Latruffe L. [2010], Compétitivité, productivité et efficacité dans les secteurs agricole et agroalimentaire. OECD, Food, Agriculture and Fisheries Working Papers 30.

Fédérer tous les acteurs de la recherche, de l'expérimentation et du développement agricole en appui de la compétitivité



FORM

# Formation

## Faire des acteurs de l'agriculture les moteurs du changement

L'agriculture française évolue, poussée par la nécessité de s'adapter aux exigences de compétitivité, de respect de l'environnement et de qualité du travail (projet agro-écologique), et tirée par les possibilités offertes par les nouvelles technologies, en particulier le numérique et les biotechnologies. Ces changements rapides concernent de nombreux acteurs : en premier lieu les agriculteurs, mais aussi les conseillers agricoles, les formateurs et les fournisseurs (agrofourmiture, agroéquipements). De mieux en mieux formés, connectés, les agriculteurs et l'ensemble des acteurs du monde agricole sont amenés à mettre en œuvre des approches de plus en plus systémiques et de plus grande complexité technique.

Il y a donc un enjeu fondamental à accompagner l'ensemble des acteurs de l'agriculture dans l'appropriation – voire dans l'orchestration de ces changements en développant les capacités et compétences nécessaires à l'évolution des métiers. La formation initiale, aux différents niveaux d'études, et les formations continues sont des outils indispensables à l'innovation et à sa diffusion dans les différentes branches du secteur, depuis les productions à l'amont jusqu'à l'aval des filières. L'examen des politiques d'innovation en France, réalisé par l'OCDE<sup>(1)</sup> en 2014, rappelle l'importance du rôle de l'enseignement supérieur qui doit « fournir une formation solide aux jeunes pour élargir la capacité d'innovation de l'économie (...) et équiper les futurs chercheurs, ingénieurs et entrepreneurs des capacités d'initiatives (...) et des attitudes et compétences propices à l'innovation ». L'adaptation du capital humain à des technologies qui nécessitent souvent de réelles ruptures dans les pratiques et gestes professionnels (telles que les technologies de l'information et de la communication) constitue donc un élément déterminant

1. OCDE 2014 : <http://www.oecd.org/fr/sti/inno/innovation-france-ocde.pdf>

pour que le potentiel des innovations se réalise pleinement, en nourrissant en retour d'autres innovations.

Pour répondre à ces enjeux, il est indispensable que les futurs acteurs de la filière qui arriveront sur le marché de l'emploi (techniciens d'organismes consulaires, d'organisations coopératives et d'entreprises, ou d'instituts techniques, concessionnaires, enseignants techniques agricoles, etc.) aient les compétences pour concevoir, mettre en œuvre, maintenir et adapter les nouveaux services, pratiques et approches qui se multiplient avec l'offre technologique (Numérique, robotique, accélération de la sélection variétale par la génomique...). L'essor du numérique en agriculture ne se fera pas sans un accompagnement permettant une utilisation optimale de ces nouveaux outils. Le traitement des données massives (Big Data), la conception de capteurs ou de dispositifs intégrant des TIC (web services, usage des smartphones...) seront portés par des équipes pluridisciplinaires intégrant des professionnels émanant de filières de formation spécialisées en informatique et mathématiques appliquées (relevant notamment des formations du MENESR) et des profils ayant la double compétence agronomie-informatique (relevant notamment des formations du MAAF). Ces derniers seront également très recherchés pour accompagner les agriculteurs au changement. En accord avec les recommandations de la SNR, les modules de spécialisation en statistiques des formations d'ingénieurs agronomes, vivier historique de compétences dans ce champ disciplinaire, auraient un intérêt manifeste à évoluer pour former des profils de « data analysts » (gestion et usage des données) et « knowledge scientists » (extraction et gestion des connaissances). Le sujet est d'ailleurs traité dans certains établissements du MAAF.

### Priorités

Dans la mesure où les formations sur ces domaines de compétences nécessiteront des plateaux techniques relativement onéreux et en demande de renouvellement continu, il paraît important de rechercher un maximum de synergie entre les formations et l'activité de R&D.

**Form 1 : Intégration et coordination** sont nécessaires pour répondre avec efficacité aux enjeux de cette révolution : les acteurs de la formation doivent s'impliquer dans ces sujets stratégiques, dans une logique d'organisation associant naturellement recherche, formation et développement (telle qu'elle est mise en place dans les RMT par exemple). Les dispositifs de type Living labs, réseaux d'expérimentation et d'observation et l'ensemble des dispositifs proposés dans l'axe Innovation ouverte [Innov] pourraient être de bons supports pour cette synergie. A tous ces égards, l'Institut Agronomique, Vétérinaire et Forestier de France (Agreenium-IAVFF) pourra jouer un rôle clé de coordination des activités et stratégies de la recherche en lien avec les établissements d'enseignement supérieur agricole (formations d'ingénieurs, de vétérinaires, de masters et de doctorats), la formation des enseignants, et l'enseignement technique agricole.

**Form 2 :** De manière plus générale, la formation des étudiants en sciences et technologies du vivant et de l'environnement gagnerait à renforcer encore davantage leurs aptitudes à la démarche systémique au travers de deux concepts phares. D'une part, au travers de la bioéconomie, qui émerge particulièrement au niveau européen, et qui sera prochainement précisée en France dans la feuille de route de la Stratégie nationale de la bioéconomie et, d'autre part, de l'agro-écologie, sujet d'ores et déjà pleinement pris en compte dans la rénovation et l'évolution des dispositifs de formation technique et supérieur, qu'il faut soutenir et amplifier.

Projet

29

# FORM 1

## Renforcer l'adéquation des dispositifs de formation et d'accompagnement aux compétences requises

### Contexte et ambitions

Le niveau de formation et de compétences de la population active agricole s'élève de façon continue. L'enseignement agricole se diversifie, tant au niveau des métiers que des aptitudes auxquelles il prépare. Cependant, certaines filières peinent encore à recruter des professionnels compétents et motivés. Cela peut s'expliquer de manières différentes :

- un manque de formations disponibles pour les compétences requises et les volumes demandés par les marchés de l'emploi ;
- un manque d'attractivité de certains secteurs, manque qui ne permet pas de répondre à la demande étant donné un nombre insuffisant de personnes intéressées par les formations ;
- la relative faiblesse de l'attractivité des métiers proposés en France, à l'issue des formations, face à la concurrence d'autres secteurs ou de pays étrangers ;
- un manque de visibilité des formations existantes pourtant adaptées au besoin des professionnels.

Les investigations et réflexions conduites dans le cadre de cette mission ont laissé entrevoir la nécessité de réaliser une analyse plus précise des dispositifs de formation, dans leur différentes composantes, notamment en regard des problèmes de recrutement de personnel que pouvaient rencontrer certains secteurs professionnels et des correspondances entre offres et besoins réels du marché de l'emploi.

### Livrables et attendus

Le principal livrable attendu est un diagnostic ciblé pour chacune des différentes filières et professions qui peinent à recruter des personnels compétents, sur l'adéquation des offres de formation au marché, sur l'orientation des jeunes et des professionnels vers ces formations initiales et continues.

Ce diagnostic doit, à terme, déboucher sur une offre de compétences solides à disposition des filières et sur une augmentation de l'attrait des jeunes en formation pour les métiers offrant des possibilités de débouchés importants.

### Actions

**[Form 1-1] Établir un diagnostic des besoins de formation et d'accompagnement pour et avec les filières et secteurs agricoles présentant des difficultés de recrutement** (sélection animale et végétale, agroéquipements y compris numérique), à travers : un référencement des formations existantes et des compétences qu'elles développent, une analyse forces-faiblesses, une étude de l'attractivité des filières et des débouchés qu'elles offrent, pour la formation continue et initiale. Ce diagnostic englobera une vision internationale (besoins et opportunités à l'étranger), au niveau européen et à plus large échelle, pour rendre la formation française plus attractive possible aux talents étrangers. Sur la base du diagnostic, des propositions seront formulées : mise en visibilité de certaines filières, meilleure coordination des actions régionales et nationales pour orienter les jeunes vers les filières moins attractives et, dans un second temps, au sein de ces filières pour rendre plus visibles les spécialisations double compétence.

### Acteurs

- Ministère de l'Agriculture.
- Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.
- Agreenium-IAVFF et établissements d'enseignement supérieur agronomique et vétérinaire.
- Lycées et centres de formations agricoles.
- Organismes de formation et d'accompagnement de la profession agricole (organismes consulaires, RMT, instituts techniques, organisations professionnelles...)

### Quelques chiffres

1<sup>er</sup>  
obstacle

En France, le manque de personnel est le 1<sup>er</sup> obstacle non financier à l'innovation<sup>(1)</sup>

60%

C'est la proportion des chefs d'exploitation ayant suivi une formation initiale dans l'enseignement agricole en 2007, contre 25% en 1988<sup>(2)</sup>

### Indicateurs et échéances

2016

Réalisation du diagnostic.

2018

Mise en place des ajustements.

1. Rapport Examen de l'OCDE des politiques d'innovation France, 2014.

2. *Le monde agricole en tendance*. Un portrait social prospectif des agriculteurs, Centre d'étude et de prospective, SSP, MAAF 2012.

Projet

30

## FORM 2

Amplifier le déploiement des compétences pour accompagner l'évolution du monde agricole

### Contexte et ambitions

Dans un contexte de nouveaux enjeux agricoles liés à la recherche de la triple performance économique, environnementale et sociale et d'opportunités offertes par l'évolution rapide des technologies, la formation est un instrument essentiel d'accompagnement au changement, et ce à tous les stades de la carrière des professionnels de l'agriculture.

Le contexte de l'activité agricole change, et des concepts-clés, moteurs d'évolution, tels que la bioéconomie et l'agroécologie sont apparus. Ces concepts qui ont été bien intégrés par la recherche doivent être également compris et intégrés par l'ensemble des branches agricoles, forestières et les filières aval. Le contexte technologique se transforme à grande vitesse, par exemple avec l'arrivée des technologies du Numérique en agriculture. Celles-ci sont, en elles mêmes, des objets de formation, en appui non seulement aux projets des axes [Num] et [Rob] mais aussi en soutien d'autres projets tels que [Agroéco4], [Gén1], [Eco1] ou [Innov4] pour ne citer que quatre exemples où la modélisation ou la bioinformatique ont un rôle majeur.

De façon plus générale, il est indispensable que l'ensemble des formations permettent une maîtrise et une compréhension des outils numériques, depuis leur utilisation jusqu'à leur conception, aussi bien pour les futurs acteurs que pour les professionnels (techniciens, conseillers, concessionnaires, agriculteurs...) déjà actifs. Par ailleurs, le Numérique fournit de nouveaux supports pour la formation avec le développement et l'ouverture de cours en ligne dans l'ensemble des domaines de l'agriculture.

### Livrables et attendus

En s'inscrivant dans la dynamique du plan « Enseigner à Produire Autrement », il apparaît opportun d'amplifier le déploiement des compétences et capacités pour accompagner le monde agricole dans les transitions agro-écologique, bioéconomique et Numérique. L'objectif est d'arriver à :

- la connaissance des concepts et des principes de mise en œuvre de l'agroécologie et de la bioéconomie au sein de la grande diversité des métiers de la production et des structures du monde agricole, à tous les stades de la carrière ;
- la consolidation d'une vision systémique pour soutenir la prise de décision multicritères, essence même des métiers de la gestion du vivant, dans les professions du conseil agricole et pour les chefs d'exploitations d'aujourd'hui et de demain, cette approche systémique est au cœur de la formation initiale des agriculteurs en BTS ;
- la formation de l'ensemble des acteurs des branches agricoles aux outils et méthodes associés à l'agriculture numérique en visant une capacité à intégrer les évolutions et les nouveaux outils.

### Quelques chiffres

50%

Selon la tendance, en 2025, la moitié des chefs d'exploitation auront un niveau de formation secondaire et un quart disposeront d'une formation supérieure<sup>(1)</sup>

Moins de 4%

En 2007, moins de 4 % des agriculteurs avaient suivi au moins une formation continue au cours des trois derniers mois<sup>(1)</sup>

11 282

participants au premier cours massif en ligne (MOOCs) d'Agreenium-IAVFF au 28/09/2015

### Indicateurs et échéances

#### 2016

Élaboration d'un plan de déploiement des compétences à large échelle.

#### 2018

Mise en place des premiers dispositifs émanant du plan de déploiement des compétences.

### Actions

**[Form 2-1] Amplifier et soutenir les actions de formation engagées sur l'agro-écologie**, des lycées agricoles à l'enseignement supérieur, des formations initiales aux formations professionnelles pour faire de l'agro-écologie un des fondements de l'agriculture à l'horizon 2025. Cette action est pleinement en lien avec les missions d'Agreenium-IAVFF (université virtuelle en agroécologie, projet IDEFI AgreenCamp, MOOC Agro-écologie...) et avec les différentes initiatives lancées par les acteurs de la formation technique et de l'accompagnement des agriculteurs, tout particulièrement le Plan Enseigner à Produire Autrement qui s'est déjà traduit par la rénovation du BTS ACSE (Analyse, conduite et stratégie de l'entreprise agricole) à la rentrée 2014, du CAPA à la rentrée 2015...

**[Form 2-2] Encourager l'intégration et la connaissance des enjeux, approches et outils de la bioéconomie** dans les formations supérieures définissant la place de l'agriculture dans le développement des territoires, l'autonomie énergétique et la valorisation des bioressources en recherchant un juste équilibre entre usages alimentaires et non-alimentaires.

**[Form 2-3] Construire un plan de déploiement pour la formation sur le numérique en agriculture à toutes les étapes de la carrière**, en cohérence avec les formations déjà présentes. Il s'agit, en formation initiale et continue, de sensibiliser sur les opportunités ouvertes par les TICs et d'enseigner les socles de base pour les utiliser par des formations courtes et efficaces dans leur contenu et dans leur format (e-learning, présentiel, animation de réseaux d'échange, etc.). Cela peut également passer par des « exploitations modèles » de démonstration et des réseaux d'échanges d'expérience sur l'agriculture numérique. Conçues en collaboration avec les organismes consulaires, les équipementiers, les fournisseurs de services et les organismes de formation, ces « exploitations modèles » permettront d'illustrer et de démontrer les potentialités des outils et services dans un contexte opérationnel.

### Acteurs

- Ministères de l'Agriculture et de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.
- Agreenium-IAVFF et établissements d'enseignement supérieur agronomique et vétérinaire.
- Lycées et centres de formations agricoles.
- Organismes de formation et d'accompagnement de la profession agricole (organismes consulaires, RMT, instituts techniques, organisations professionnelles...).

1. Le monde agricole en tendance. Un portrait social prospectif des agriculteurs, Centre d'étude et de prospective, SSP, MAAF 2012.



---

## Annexes

---

1. Lettre de mission
2. Liste des participants  
au titre de rencontres ou de rédaction de documents
3. Parangonnage sur les stratégies  
Agriculture-Innovation dans différents pays
4. Les propositions de la mission  
Agriculture-Innovation 2025  
au regard des 4 scénarios de la Prospective Système  
de R&D agricole français à l'horizon 2025
5. Mission Agriculture-Innovation 2025  
Guichets de financements pour les projets  
et actions envisagés
6. Synthèse « PAPA »  
Priorités Axes Projets Actions

# Annexe 1

## Lettre de mission



MINISTRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE,  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE

LA MINISTRE

LA SECRÉTAIRE D'ÉTAT CHARGÉE DE  
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE

MINISTRE DE L'AGRICULTURE,  
DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

LE MINISTRE,  
PORTE-PAROLE DU GOUVERNEMENT

Paris, le 23 FEV. 2015

Objet : mission relative à la définition d'un plan « Agriculture-Innovation 2025 »

L'agriculture et l'alimentation sont au cœur d'enjeux majeurs qui concernent l'ensemble de la société. Différentes politiques publiques, conduites aux niveaux local, national, européen et international, sont porteuses de ces enjeux : sécurité alimentaire, transition énergétique, changement climatique, biodiversité, santé humaine, risques sanitaires, développement de la bio économie et compétitivité des filières, développement territorial, etc.

Face à ces enjeux, la place et le rôle de l'agriculture française doivent être réaffirmés. La loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt (LAAAF) du 13 octobre 2014 fixe ainsi de nouveaux caps en engageant une politique volontariste de transition vers une agriculture triplement performante, dans les domaines environnemental, économique et social. Cet engagement — la transition agro écologique — suppose une mobilisation des moyens de recherche, d'innovation et de développement associés.

Les besoins de savoirs - et de savoir-faire - sont nombreux et mobilisent de vastes champs disciplinaires et interdisciplinaires. Ils s'appuient sur des modèles variés d'innovation et de transfert, certains de nature technologique, pouvant donner lieu à des inventions brevetables, d'autres de nature organisationnelle ou sociale, potentiellement spécifiques du monde agricole (tels que les dynamiques collectives d'évolution des pratiques agricoles). Des processus originaux de co-construction, de type transdisciplinaire, des connaissances, associant chercheurs, techniciens et acteurs de terrain, sont tout particulièrement au cœur de cette dynamique.

La Stratégie Nationale de Recherche (SNR), inscrite dans la loi du 22 juillet 2013, est en cours de finalisation. Les ateliers et les travaux conduits dans ce cadre depuis janvier 2014 ont permis d'identifier des axes de recherche relatifs à l'agriculture et à



l'alimentation. Ces orientations, selon la nomenclature de la SNR, ont été débattues au sein des défis suivants :

- Défi 5. Sécurité alimentaire et défi démographique
- Défi 1. Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique
- Défi 2. Une énergie propre, sûre et efficace
- Défi 4. Santé et bien-être
- Défi 3. Stimuler le renouveau industriel
- Défi 8. Sociétés innovantes, intégrant et adaptatives

L'agriculture et l'alimentation sont aussi concernées par certains défis transversaux de la SNR, notamment par les questions relatives au numérique (big data, calcul, capteurs), aux systèmes complexes et à l'ingénierie associée (dont la robotique), aux infrastructures de décision (information, cognition) ainsi que par les relations entre Citoyens, Sciences et Technologies. Ainsi, parmi les programmes d'action prioritaires ressortant de la SNR, trois portent sur des questions de recherche liées à l'agriculture et à l'alimentation soit sur du court terme, avec « La bioéconomie au service des transitions énergétique et écologique » et « Biologie des Systèmes » soit sur du moyen à long terme, avec « Système Terre et Climat : connaissance, surveillance, prévision ».

En matière de recherche, d'innovation et développement relatifs aux enjeux agricoles et alimentaires, la France dispose de nombreux atouts :

- Des organismes de recherche finalisée, d'un niveau d'excellence académique internationalement reconnu ;
- Des établissements de recherche, historiquement investis en recherche fondamentale ou technologique, qui s'impliquent aujourd'hui sur un spectre très large allant des sciences de l'environnement jusqu'à la bioéconomie en intégrant les sciences humaines et sociales ;
- Un dispositif d'enseignement supérieur et technique performant, piloté nationalement, bien inséré dans des dynamiques territoriales dont les établissements sont des acteurs importants et fortement mobilisés sur la recherche à travers de nombreuses UMR ;
- Un réseau d'instituts techniques agricoles et agro-industriels favorisant un modèle original de recherche partenariale et d'émergence d'innovation ouverte ;
- Un réseau d'acteurs du développement agricole, dont en premier lieu les chambres d'agriculture, qui assure une interface avec les professionnels au plus près des territoires ;
- Des dynamiques partenariales régionales actives notamment à travers le développement de nombreux pôles de compétitivité dédiés.

Au-delà des réussites déjà obtenues en matière de recherche et d'innovation dans le champ de l'agriculture et de l'alimentation, l'ampleur des défis et des transitions attendues nécessite :

- d'associer plus largement les différentes parties prenantes, et notamment les professionnels, à l'expression des besoins de recherche, d'innovation et de développement, ainsi qu'à leur traduction sous forme d'actions à conduire,
- de mieux coupler recherche, développement, transfert et innovations,

- de mobiliser, chaque fois que nécessaire les compétences et savoir-faire complémentaires d'autres organismes et établissements.

Il convient donc de remettre en perspective et en dialogue l'ensemble des acteurs et de donner de la visibilité aux actions conduites à la fois par l'Etat et par chacun d'entre eux.

**La mission qui vous est confiée a ainsi pour objectif de proposer les bases d'un plan « Agriculture – Innovation 2025 ».**

Ce plan identifiera et proposera des modalités de mobilisation des établissements et dispositifs de recherche et de développement en ciblant les domaines d'investigation suivants:

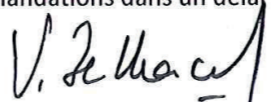
- L'agroécologie, notamment dans sa dimension intégrative. Les questions connexes relatives aux liens avec la santé seront abordées par l'approche « one health » ;
- Le biocontrôle et sa place dans les stratégies de protection intégrée des cultures ;
- Les biotechnologies végétales, dans leur diversité, en intégrant les questions sociétales afférentes ;
- Les agroéquipements et le développement de l'agriculture numérique ;
- La bioéconomie.

Les propositions de la mission pourront s'appuyer sur les différentes politiques publiques évoquées, notamment sur la dynamique de mise en œuvre de la LAAAF et de la SNR. Elles pourront aboutir à des priorités en matière de programmation de la recherche et d'appui à l'innovation mais aussi à l'identification d'actions d'autre nature, telles que l'identification de besoins de formation dans des compétences émergentes ou d'organisation d'une nouvelle filière industrielle.

Cette mission sera conduite en lien avec la DGER du MAAF - qui en assurera le secrétariat opérationnel - et la DGRI du MENESR. Elle associera l'ensemble des acteurs de la chaîne « recherche-innovation-développement » et tout particulièrement les professionnels des secteurs concernés.

Elle pourra s'organiser sur la base de rencontres et /ou d'ateliers qui seront à conduire durant les trois prochains mois. Un point d'étape sera fait en juin 2015.

Vous remettrez par la suite un rapport présentant votre analyse et recommandations dans un délai de trois mois (septembre 2015).

  
Najat VALLAUD-BELKACEM

  
Stéphane LE FOLL

  
Geneviève FIORASO

# Annexe 2

## Liste des participants au titre de rencontres ou de rédaction de documents

Abecassis Joël.....	INRA	Chotte Jean-Luc.....	IRD
Ait-Amar Samy.....	ACTA	Chotteau Philippe.....	ACTA
Andraut Olivier.....	UFC	Claquin Pierre.....	Gouv / MAAF / CEP
Auverlot Dominique.....	Gouv / PM / France Stratégie	Clenet Antony.....	SMAG
Aymerich Stéphane.....	INRA	Club Sully.....	Club Sully
Azema Marie.....	Gouv / MAAF / DGER / SESRI / SDES / BFES	Colacicco Philippe.....	Claas Tractor
Baduel Valérie.....	Gouv / MAAF / DGER	Colin Eric.....	APCA
Bauer Gilbert.....	IFBM Qualitech	Colonna Paul.....	INRA
Barthélémy Pascal.....	Plan industriel	Consortium Biocontrôle.....	Consortium Biocontrôle : Cirad, INRA ; ACTA ; MAAF ; IBMA France ; Industriels : BASF, Bayer, De Sangosse ; Goëmar, InVivo ; Koppert France ; Lesaffre ; Syngenta
Beckert Michel.....	Gouv / MENESR / DGRI	Coppalle Jérôme.....	Gouv / MAAF / DGER / SESRI / SDES
Bell John.....	COM / DGRI - DG « RTD »	Coudurier Bernard.....	INRA, GIS Aquaculture
Bellon-Maurel Véronique.....	IRSTEA	Coulon Jean-Baptiste.....	INRA
Ben Amar Faiz.....	CNRS	Creysse Jacques.....	FCD
Berducat Michel.....	IRSTEA	Cuisinier Jean-Baptiste.....	CapAgro SAS
Bernhard Claude.....	IAV2F	David Valérie.....	ACTA / IDELE (spécialiste EcoAntibio)
Berthe Grégoire.....	Céréales Vallée	David Christophe.....	FESIA
Berthelot Régis.....	RMT Elicitra ; ACTA / Arvalis	David Xavier.....	ALLICE
Bethy Sévrine.....	Sodexo	De Kochko Patrick.....	HCB
Beulin Xavier.....	FNSEA	De Menthiere Nicolas.....	IRSTEA
Bevillard Jean-Claude.....	FNE	Dedieu Benoit.....	INRA
Bidoit Michel.....	CNRS / INS2I	Degoulet Arnaud.....	Agrial
Bitaud Corinne.....	Gouv / MAAF / DGER / SESRI / SDRICI / BFR	Delgoulet Elise.....	Gouv / MAAF / CEP
Bize Sandrine.....	CGAD	Delporte Marc.....	ACTA / CTIFL
Bluet Jean-Manuel.....	Nestlé	Desamais Pascal.....	FESIA
Blumel Rachel.....	Coop de France	Deschamps Pascal.....	Entreprise Deschamps
Bocquet Guillaume.....	AXEMA	Desorge Marine.....	CLCV : Consommation, Logement et Cadre de Vie
Boiffin Jean.....	Ecophyto	Dessence Lionel.....	Carrefour
Boireau Pascal.....	HCB	Devron Eric.....	UFS
Boisleux Arnaud.....	Crédit agricole SA	Diemer Thomas.....	JA
Bonnaud Thierry.....	Gouv / MAAF / DGPE (chargé de mission)	Diep Bao.....	INRA
Bonny Sylvie.....	INRA	Disdier Laurent.....	CEA
Bordes Jean-Paul.....	ACTA / Arvalis	Dockès Anne-Charlotte.....	ACTA
Bouillet Philippe.....	CER France	Doré Thierry.....	AgroParisTech
Bourgaud Frédéric.....	Plant Advances Technologies	Dounias Philippe.....	FNCUMA
Bournigal Jean-Marc.....	IRSTEA	Dreux Benoit.....	DéfiSol-ANELA
Brosset Sophie.....	Gouv / MAAF / DGAL / BERL	Dron Dominique.....	CGEDD
Brossolet Louis-Joseph.....	IRSTEA	Dron Michel.....	Université Paris-Sud 11
Brun François.....	RMT Modelia ; ACTA	Ducrot Christian.....	INRA
Buche Patrice.....	INRA	Dugue Julien.....	Gouv / MAAF / DGPE
Bureau Dominique.....	CGEDD	Dumont Bertrand.....	INRA
Callois Jean-Marc.....	IRSTEA	Duplan Jean-Luc.....	IFPEN
Caquet Thierry.....	INRA	Durand Patrice.....	FNEDT
Caranta Carole.....	INRA	Dutartre Dominique.....	Pole IAR
Carnus Jean-Michel.....	INRA	Emonet Eric.....	ACTA
Castelli Jean-Pierre.....	INRA	Espagnol Sandrine.....	RMT Élevage et Environnement ; ACTA
Cattin Gérard.....	Chambre Agriculture	Escriou Hervé.....	ACTA
Cellier Claude.....	Confédération paysanne	Esnouf Catherine.....	INRA
Chaillou Olivier.....	TERRENA	Espagnol Sandrine.....	RMT Élevage et Environnement ; ACTA
Chanet Jean-Pierre.....	IRSTEA ; AFIA	Fachon Christophe.....	FESIA
Chantre Guillaume.....	ACTIA / ITERG	Faulon Jean-Loup.....	INRA
Chapuis Stéphane.....	FNCUMA	Fellmann Thierry.....	APCA
Chargé Dominique.....	TERRENA	Fichet Yann.....	UIPP
Charron Patrick.....	CNAFAL	Flenet Francis.....	ACTA / Terres Inovia
Chaumette François.....	INRIA		
Chauvet Jean-Marie.....	ARD		
Chimie du végétal.....	Chimie du végétal (Tereos, Avril et Roquette)		



Fleury Mathieu.....	Biomasse Normandie	Legrain Claire.....	FAM
Fog Hansen Nicolai.....	SEGES (Danemark)	Lemaire Damien.....	CEA Leti
Fostier Bernard.....	ACTA / IFIP	Lemanceau Philippe.....	INRA
Fouillat Pascal.....	Gouv / MENESR / SDRI / SSRI	Lemarié Stéphane.....	INRA
Fournier Régis.....	Union Française des Semenciers (UFS)	Lenain Roland.....	IRSTEA
Fradier Anne.....	SEDIMA	Lénée Philippe.....	INRA / INRA Transfert
Garaud Hubert.....	Terrena	Lesprit Emmanuel.....	UFS
Garcia Frédéric.....	INRA / Département MIA	Letrilliant Marc.....	MAAF / DGPE
Garda Patrick.....	Gouv / MENESR / SDRI / SSRI	Leveau Valérie.....	ACTA
Gate Philippe.....	ACTA / Arvalis	Leviol Bernard.....	APCA / CRA Bretagne
Gaude Thierry.....	AllEnvi	Lhermitte Serge.....	Gouv / MAAF / DIIAA
Gaynard Frédéric.....	AllEnvi	Litrico Isabelle.....	INRA
Gée Christèle.....	AgroSupDijon	Longo Aldo.....	COM / DG AGRI
Geoffroy Jean-Robert.....	ACTIA / ADRIA	Lucas Olivier.....	RAGT
Ghyselen Vincent.....	Euralis	Magdelaine Pascale.....	ACTA / ITAVI
Gilbert Claude.....	HCB	Mahé Sylvain.....	Gouv / MENESR / DGRI
Girard Jean-Philippe.....	ANIA	Majou Didier.....	ACTIA / ACTIA
Girard Philippe.....	CIRAD	Malausa Thibaut.....	INRA
Givone Pierrick.....	IRSTEA	Mallet Bernard.....	CIRAD
Goavec Catherine.....	FICT	Maraux Florent.....	AllEnvi
Gohin Alexandre.....	INRA	Marley Laura.....	ANIA
Golstein Catherine.....	HCB	Martinot Stéphane.....	VetAgroSup
Gouache David.....	ACTA / Arvalis	Masseglia Florent.....	INRIA
Gouache Jean-Christophe.....	Limagrain	Masson Michel.....	APCA, CA Loiret
Grégoire-Delory Vincent.....	ESES	Mazza Valérie.....	Limagrain
Griffon Michel.....	AEI	Mediene Safia.....	AgroParisTech
Guerin Jean-Michel.....	CECAB d'Aucy	Mercier Thierry.....	ITAB
Guey Delphine.....	GNIS	Mérignieux Alain.....	Limagrain
Guichaoua Adrien.....	ACTA	Merville Flore.....	Groupe Soufflet
Guillaume Alain.....	SNIA	Meynard Jean-Marc.....	INRA
Guillaume Didier.....	Rapporteur de la LAAAF	Milan Denis.....	INRA
Guyomard Hervé.....	INRA, GIS RA, GIS PCLég	Million Aurélien.....	Gouv / MAAF / DGPE / SDFE / SDFBCB / BB
Heurtaux Mathilde.....	RMT Fertilisation et Environnement ; ACTA	Monget Philippe.....	INRA
Homette Marie-Odile.....	Viaméca	Monsan Pierre.....	INSA Toulouse
Houllier François.....	INRA	Montagne Xavier.....	Gouv / MENESR / DGRI
Huet Sandrine.....	ACTA	Montembault Alain.....	TERRENA
Hugo Emmanuel.....	IRSTEA	Moslonka-Lefebvre Mathieu.....	Gouv / MAAF / DGER / SESRI / SDRICI / BFR
Hunault Jean-Louis.....	SIMV	Mousset Jérôme.....	ADEME
Huygues Christian.....	INRA, GIS Fruits	Murigneux Alain.....	Limagrain
Jacquin Gérard.....	INRA / DV	Naithlo Mickaël.....	APCA
Chanet Jean-Pierre.....	IRSTEA	Nalet Michel.....	Lactalis
Kao Cyril.....	Gouv / MAAF / DGER / SESRI / SDRICI	Noiville Christine.....	HCB
Kleinpeter Edouard.....	CNRS / ISCC	Pajot Stéphanie.....	FNAB
Konate Krotoum.....	ITAB	Pages Jean-Christophe.....	HCB
Laborde Dominique.....	IRSTEA	Parisot Pascale.....	ANSES
Lacroix Simon.....	CNRS / LAAS	Paulias-Vaujour Emmanuelle.....	CEA Leti
Lançon Jacques.....	CIRAD	Pecqueur Mathieu.....	FCD
Lannou Christian.....	INRA / SPE	Peiro Germinal.....	Rapporteur de la LAAAF
Lauga Bruno.....	ACTA	Pelletier Maria.....	Génération futures
Launay Jean-François.....	INRA	Peters Rob.....	COM / DG AGRI
Le Dain Anne-Yvonne.....	OPECST	Petit Antoine.....	INRIA
Le Déaut Jean-Yves.....	OPECST	Petit Christine.....	CFSI-SIFPAF
Le Gall Olivier.....	GIS BV	Petithuguenin Philippe.....	CIRAD
Le Gall André.....	ACTA / IDELE	Peyraud Jean-Louis.....	INRA, Gis Élevage demain
Le Rohellec Catherine.....	ARF	Peyron Alain.....	ACTIA / ADIV
Le Tinevez Rejane.....	INRA / INRA Transfert	Pillaud Hervé.....	APCA / CRA Pays de Loire
Lebas Elsa.....	IRSTEA	Pillet Emeric.....	APCA
Lecouvey Philippe.....	ACTA / ACTA	Pineau Thierry.....	INRA / Santé Animale

Pinet François.....	IRSTEA	Tailliez-Lefebvre Delphine.....	InVivo
Pingel Alexandine.....	Terrena	Termier Alexandre.....	INRIA
Pinochet Xavier.....	ACTA / Terres Inovia	Thierry Didier.....	Groupe Soufflet
Piovan Romain.....	GIS BV	Tisseyre Bruno.....	Montpellier SupAgro
Poitevin Pascal.....	ACTA / IDELE	Toussaint Martine.....	Appui DGER à la mission
Pommaret Eugénia.....	UIPP	TRAME / ACF.....	TRAME / ACF
Pommier Betty.....	ACTA / CTIFL	Trégaro Yves.....	FranceAgriMer
Poncelet Pascal.....	CNRS	Trystram Gilles.....	AgroParisTech
Potier Dominique.....	Missionnaire préfigureur d'Ecophyto 2	Turenne Julien.....	Gouv / MAAF / DGPE / SCPE
Pouch Thierry.....	APCA	UFS.....	UFS
Poupart Antoine.....	InVivo	Valduriez Patrick.....	INRIA
Pouzet André.....	INRA, GIS Grandes cultures HP2E	Valentin Christian.....	AllEnvi
Prieur Daniel.....	FNSEA	Van Duinkerken Gert.....	EAAP
Pringuet Pierre.....	AgroParisTech	Van Kempen Philippe.....	APCA
Randet Denis.....	ANRT	Vautrin Catherine.....	Projet de réhabilitation de la base aérienne 112 (projet « ferme 112 »)
Reboud Xavier.....	AllEnvi	Vedele Françoise.....	INRA
Regnard Gaëlle.....	Crédit agricole SA	Verdier Henry.....	Gouv / PM / ETALAB
Rémondet Martin.....	HCB	Verges Elisabeth.....	Gouv / MENESR / DGRI / SSRI / SSRI A1
Requillard Vincent.....	INRA	Verot Dominique.....	Confédération paysanne
Riccoboni Pascale.....	Gouv / MAAF / DGPE	Vermeersch Hubert.....	CNAFAC
Richard Anne.....	ACTA / ITAVI	Verot Dominique.....	Confédération paysanne
Richard Guy.....	INRA	Vigier Frédéric.....	IRSTEA
Richard-Molard Marc.....	IBV	Vigouroux Ronan.....	UIPP
Rieu Michel.....	ACTA / IFIP	Vissac Philippe.....	ACTA / ACTA
Riffaud Tiphonie.....	APCA	Voirin Alexandre.....	Nestlé
Riou Christophe.....	ACTA / IFV	Wagner Anne.....	TEREOS-SYRAL
Riou-Canals Mireille.....	Gouv / MAAF / DGER	Windsor Sébastien.....	APCA
Rival Alain.....	CIRAD		
Roger Jean-Michel.....	IRSTEA		
Rogowsky Peter.....	INRA		
Rous Jean-François.....	Avril		
Rousseau Christian.....	Vivescia		
Roux Michel.....	Confédération paysanne		
Roux Michel.....	FESIA		
Rupp-D'ahlem Christophe.....	Roquette		
Sachant Christophe.....	FESIA		
Saint-Macary Hervé.....	CIRAD		
Salvat Gilles.....	ANSES		
Sambourg Alain.....	Coordination rurale		
Sandella Danièle.....	ACTA / CTIFL		
Savary Alain.....	AXEMA		
Savy Hervé.....	Gouv / MAAF / DGER / Inspection		
Schmitt Bertrand.....	INRA		
Schmitt Marc.....	ACTIA		
Schweitzer Louis.....	Gouv / PM / CGI		
Sellam Marianne.....	ACTA / ACTA		
Semeria Marie-Noëlle.....	CEA Leti		
Senet David.....	Gouv / MAAF / DGPE / SCPE / SDC / BEI		
Serpelloni Michel.....	Roquette		
Simianer Henner.....	EAAP		
Simoens François.....	CEA		
Siné Mehdi.....	ACTA		
SMAG.....	SMAG (éditeur de logiciels agricoles)		
Soussana Jean-François.....	INRA		
Spanghero Laurent.....	ACTIA / ACTIA		
Stadler Thierry.....	Pôle IAR		
Syntec Numérique.....	Syntec Numérique		
Tabel Claude.....	RAGT		

# Annexe 3

## Parangonnage sur les stratégies Agriculture-Innovation dans différents pays

Françoise VEDELE (INRA),  
Adrien GUICHAOUA  
& Sonia RAMONTEU (ACTA)

### Contexte

L'élaboration du plan d'action Agriculture-Innovation 2025 présenté dans ce rapport est un processus particulier. Il a en effet été réalisé à la demande conjointe du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt et du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. Il a été construit à l'issue d'un large processus de consultation et d'un dialogue ouvert avec de nombreuses parties prenantes. L'observation des « stratégies de recherche et d'innovation » mises en œuvre dans d'autres pays, et de la place de l'agriculture et de l'agroalimentaire dans ces stratégies, donne des enseignements quant aux processus suivis de par le monde et permet de les comparer avec le plan d'action Agriculture-Innovation 2025 décrit dans ce rapport.

### Méthodologie d'analyse

Notre méthode d'analyse s'est inspirée de celle utilisée dans « La recherche et l'Innovation en France » (Jacques Lesourne et Denis Randet, 2013, Ed. O. Jacob). Nous nous sommes posés les questions suivantes :

- 1• Existe-t-il une stratégie Agriculture-Innovation ?
- 2• Quels en sont les objectifs et grandes lignes ?
- 3• Comment cette stratégie a-t-elle été élaborée ?
- 4• Quels sont les moyens mobilisés pour la mise en œuvre de cette stratégie ?
- 5• Existe-t-il un suivi du plan d'action ?

Les sources utilisées proviennent, d'une part, d'une exploration par internet des documents existants dans différents pays, et, d'autre part, de contributions spécifiques de directeurs régionaux du Cirad qui ont rédigé des analyses centrées sur certains pays d'Afrique, d'Asie ou d'Amérique du Sud.

Nous attirons l'attention du lecteur sur le choix délibéré de retenir uniquement certains pays. Ce choix a été guidé par la représentativité géographique du pays et la disponibilité des renseignements recherchés. Ce choix peut entraîner un biais, par construction difficile à apprécier. Ajoutons qu'il a été très difficile, même pour les pays dont l'accès à l'information est relativement aisé, de trouver des réponses claires et complètes sur les deux dernières questions posées. L'analyse est donc partielle.

Des renseignements rassemblant des données chiffrées sur le secteur agricole et répondant, au moins pour partie, aux 5 questions posées, ont été réunies pour 12 pays ou régions du monde\*. La synthèse des résultats est présentée ci-dessous.

### Quelles sont les stratégies Agriculture-Innovation présentes dans les pays ciblés ?

Les différents pays ici analysés ont défini une stratégie nationale de recherche et d'innovation couvrant une large gamme des champs scientifiques et technologiques, et incluant des considérations d'ordre économique (contribution à la création de richesses, à l'emploi) ainsi que des éléments de politiques publiques ; elles incluent parfois une dimension sociétale. Il faut noter dans les pays d'Europe, une forte prise en compte et une recherche de synergies avec la(les) stratégie(s) européenne(s) de Recherche et Innovation en Agriculture de l'Union européenne. Ces stratégies nationales comprennent des éléments transversaux (par exemple, la nécessité d'une recherche fondamentale performante ou d'un environnement économique et sociétal favorable à l'innovation) et des éléments sectoriels précisant les priorités en termes de filières. L'agriculture apparaît comme une de ses priorités mais le plus souvent, c'est au titre d'un « sous-domaine » de l'agriculture plutôt qu'au niveau de l'ensemble de ce secteur. Ceci n'empêche pas que l'agriculture dans son ensemble fasse aussi l'objet de plans d'actions régulièrement actualisés sans toutefois que les dimensions recherche et innovation ne soient explicitées.

Présentons de façon synthétique les situations des pays analysés :

- En **Australie** où la science est rattachée au ministère de l'industrie, le gouvernement a défini, en 2015, 9 priorités de recherche<sup>(1)</sup>, parmi lesquelles l'agriculture, au travers de l'alimentation, des ressources sol et eau ou encore du changement climatique. Ce même ministère de l'industrie a en outre publié, en 2014, un plan d'action pour une Australie plus forte<sup>(2)</sup> qui affiche clairement que l'agriculture de ce pays doit être compétitive et incite fortement des développements à l'export vers des pays voisins.
- Le département pour les affaires, l'innovation et les compétences du **Royaume-Uni** publie en décembre 2014 un plan pour la croissance qui mentionne clairement les « Agri-sciences pour une révolution verte » parmi 8 « grandes technologies », aux côtés de l'espace, du numérique, de la biologie synthétique, de la médecine régénérative, de la robotique, des nanotechnologies ou encore de l'énergie et sa conservation<sup>(3)</sup>.

\* Afrique australe et Afrique de l'Est, Allemagne, Australie, Brésil, Canada, Espagne, Irlande, Indonésie, Japon, Royaume-Uni, Suède, Thaïlande.

- L'**Allemagne** développe une stratégie d'innovation sur les hautes technologies<sup>(4)</sup> où l'agriculture trouve sa place au titre de la bioéconomie ou de l'agriculture de précision.

- Le **Canada** a défini, en 2010, une stratégie portant spécifiquement sur l'agriculture (voir ci-dessous). Plus récemment, en 2014, elle a défini, sous l'autorité et la responsabilité du Premier Ministre et du Ministre des sciences et technologies, une stratégie plus générale pour l'ensemble des domaines de recherche et d'innovation. L'agriculture y occupe une place majeure *via* sa composante environnementale<sup>(5)</sup>.

- Le **Brésil** établit chaque année deux plans agricoles qui ciblent les deux types d'agriculture du pays, l'agriculture commerciale orientée vers l'exportation et l'agriculture familiale dans une perspective de réduction de la pauvreté et de développement rural. Dans la stratégie nationale pour la science, la technologie et l'innovation du Brésil<sup>(6)</sup>, sont présentes des actions de soutien à l'agriculture, principalement familiale.

- En **Afrique du Sud**, le département de l'agriculture, de la forêt et de la pêche établit une stratégie quadriennale<sup>(7)</sup>, alors que le département des sciences et technologies a la responsabilité de la stratégie en matière de bioéconomie<sup>(8)</sup> avec l'identification de trois secteurs économiques clés : l'agriculture, la santé et l'industrie durable.

- En **Thaïlande**, les priorités scientifiques ont été définies par le gouvernement royal pour la période décennale 2011-2021, avec des objectifs chiffrés à mi-parcours, en 2016. Les domaines prioritaires retenus sont l'agriculture et l'agronomie, les sciences de la santé, l'énergie, et les sciences sociales.

Dans les **pays en développement** analysés, des processus de nature variée sont en place. Par exemple, en **Indonésie** où les agrosystèmes sont très divers, les innovations soutenues par l'agence indonésienne pour la recherche et le développement agricole sont testées en vraie grandeur par les instituts d'évaluation des techniques agricoles. Une stratégie nationale ciblée sur la mécanisation de l'agriculture a en outre été définie<sup>(9)</sup>. Dans certains cas, comme au **Kenya**<sup>(10)</sup>, des plans ambitieux de science et d'innovation ont été définis, dans lesquels l'agriculture et les ressources naturelles trouvent leur place.

A côté de ces exemples de stratégies nationales globales de recherche et d'innovation dans lesquelles l'agriculture, plus spécifiquement certaines dimensions du champ de l'agriculture, s'insèrent au titre des priorités sectorielles, des stratégies spécifiquement ciblées sur agriculture et innovation ont été définies dans un nombre plus faible de pays :

- Au **Canada**, un plan d'action stratégique en matière de science et d'innovation dans les secteurs agricole et agroalimentaire a été publié en 2010 par le ministère de l'agriculture et de l'agroalimentaire. Ce plan porte sur 7 priorités : i) améliorer la santé humaine et le bien-être par l'alimentation, la nutrition et des produits innovants, ii) améliorer la qualité de la nourriture et la sécurité de l'approvisionnement alimentaire, iii) améliorer la sécurité et la protection de l'approvisionnement alimentaire, iv) améliorer les avantages économiques pour tous les acteurs, v) améliorer la performance environnementale du système agricole canadien, vi) améliorer la connaissance des bio-ressources canadiennes, la protection et la conservation de leur diversité génétique, et vii) développer de nouvelles possibilités pour l'agriculture à partir des bio-ressources<sup>(11)</sup> ;



• De manière quasi parallèle à son plan pour la croissance <sup>(3)</sup>, une stratégie d'innovation spécifiquement dédiée à l'agriculture « The Agri-Tech Strategy » associe au **Royaume-Uni** les mots clés agriculture, science et technologies dans une « stratégie industrielle », reconnaissant les technologies agricoles comme un secteur économique distinct, stratégie définie en 2013 par le gouvernement en partenariat avec l'industrie <sup>(12)</sup>.

En **Irlande**, le département de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation a publié sa stratégie « Food and Harvest 2020 » en 2008 <sup>(13)</sup>. L'institut national de recherche, recherche-développement et développement en agriculture (TEAGASC) a orienté ses activités de recherche, d'innovation et de conseil pour les placer au service de cette stratégie en privilégiant la durabilité des systèmes agricoles, le secteur agroalimentaire et la bioéconomie <sup>(14)</sup>.

Terminons cette brève présentation en soulignant la place quelque peu particulière occupée par la thématique de la bioéconomie. Dans de nombreux pays, essentiellement des pays du Nord, une feuille de route et une stratégie déclinée en plan d'actions lui sont spécifiquement dédiées : c'est le cas en **Allemagne** <sup>(15)</sup>, en **Suède** <sup>(16)</sup>, en **Finlande** <sup>(17)</sup> ou encore à l'échelle de **l'Union européenne** dans son ensemble <sup>(18)</sup>.

### Quels sont les objectifs poursuivis ?

Au-delà d'ambitions très générales et communes à tous les pays — nourrir l'humanité de façon durable —, des objectifs plus spécifiques peuvent être identifiés.

Permettre aux habitants non pas de la planète, mais du pays, d'accéder à une alimentation suffisante est un objectif clair de nombreux pays en développement où la sous-nutrition est répandue (**Indonésie**, pays de Afrique de l'Est). Y est associé un objectif de développement du système de connaissance indigène (IKS : *Indigenous Knowledge Systems*) en **Afrique du Sud**, en capitalisant sur la biodiversité et la valorisation des cultures autochtones. Dans un pays comme la **Thaïlande**, l'agriculture a connu un essor remarquable depuis les années 1960 au prix d'une forte dégradation de l'environnement (eau et sols) ; les grands enjeux agricoles sont maintenant ceux du développement durable <sup>(19)</sup>. Le **Brésil** souhaite, entre autres objectifs, réduire l'écart scientifique et technologique qui le sépare encore des pays développés, consolider un nouveau modèle d'insertion internationale, tout en réduisant pauvreté et inégalités sociales et régionales. La stratégie d'innovation brésilienne fait référence à l'agriculture familiale au travers de trois items <sup>(6)</sup> :

i) la création d'un portail « *Technology Solutions* » en partenariat avec la FAO, ii) le développement d'un système d'observation des changements climatiques, iii) la diffusion et l'intégration sociale de technologies à petite échelle, matures et applicables aux exploitations familiales.

Augmenter la production agricole et agroalimentaire afin d'exporter davantage et créer de la valeur dans les territoires constitue l'objectif des pays développés. L'**Irlande** affiche ainsi « une volonté à agir collectivement pour une meilleure efficacité économique des filières et un déploiement des innovations organisationnelles ». Cette volonté de favoriser l'exportation peut cibler certains pays proches sur le plan géographique : ainsi, en **Australie**, le rapport du ministère de l'industrie <sup>(20)</sup> affiche clairement une volonté d'exporter des produits de haute qualité pour répondre à la demande croissante des pays asiatiques voisins.

Pour faire face à l'érosion de la compétitivité de son agriculture, le **Japon** a mené une enquête originale auprès de pays étrangers (Chine, Hong Kong, Taiwan, Corée du Sud, Etats-Unis, France, Italie) sur la question suivante : « Quelle est votre cuisine favorite lorsque vous mangez à l'étranger de chez vous ? » <sup>(21)</sup>, La cuisine japonaise arrive à la première place. Ce résultat a incité ce pays à construire une stratégie à l'exportation qui cible les produits transformés de haute qualité dans un contexte où il est par ailleurs importateur important de commodities.

### Comment les stratégies ont-elles été élaborées ?

Les pays élaborent leur stratégie dans le système institutionnel qui leur est propre. Du côté des pouvoirs publics, le fait notable est l'implication du plus haut niveau gouvernemental (Président, Premier Ministre, autres ministères) dans l'élaboration des stratégies nationales (détermination des priorités, des allocations budgétaires, etc.), en lien avec le monde académique. Le ministère en charge de la recherche est souvent le pivot de l'élaboration de la stratégie, en partenariat avec les autres ministères concernés (agriculture, industrie, économie). Les acteurs économiques privés sont très présents dans les comités décisionnels de plus haut niveau. Le triptyque « exécutif – science – industrie » caractérise le plus souvent la gouvernance des stratégies de R&I. Deux exemples :

• Au **Japon**, la « *Global Food Value Chain Strategy* » <sup>(22)</sup> fait suite à l'enquête évoquée ci-dessus. Elle a été élaborée avec des représentants de sociétés privées liées à l'alimentation, les universités, le gouvernement central et les pouvoirs publics locaux.

• En **Irlande**, la stratégie « *Food Harvest 2020* » <sup>(13)</sup> associe de même l'industrie agroalimentaire, les organisations agricoles, les instances de l'Etat compétentes en agriculture et la recherche-développement agronomique, mais aussi des organisations environnementales, des représentants de l'industrie de la pêche et de la foresterie, la distribution alimentaire, et des exportateurs.

### Quels sont les moyens mis en oeuvre ?

Le premier indicateur de mise en œuvre d'une stratégie nationale de R&I est la DIRD (Dépense Intérieure de R&D), et sa composante publique, la DIRDA (Dépense Intérieure de R&D des Administrations). Ceci se traduit souvent par une forte progression de ces deux paramètres à des niveaux élevés en points de pourcentage du PIB (optimum de financement public de la DIRD de 1% du PIB d'après la stratégie de Lisbonne). Une fois adoptées, les stratégies nationales doivent être traduites en mesures, programmes, projets et contrats d'établissements. Les allocations budgétaires se canalisent dans les priorités nationales, au travers des stratégies des agences de financement (CNPq brésilien, départements ou établissements). Les stratégies de répartition des financements de ces agences prennent en compte les stratégies nationales qu'elles déclinent en appels à projets compétitifs et/ou sur la base de critères scientifiques d'excellence.

On citera, à titre d'exemple, le lancement en **Allemagne** de dix projets d'avenir, parmi lesquels un appel à projets d'un montant de 64 millions d'euros, financé en « *back to back* » par les ministères de la recherche (BMBF) et le ministère de l'agriculture et de l'alimentation (BMEL), sur l'amélioration des plantes pour la bioéconomie (*Plant Breeding Research for Bioeconomy*).

Au regard de la situation économique et financière de certains pays comme l'**Espagne**, la nouvelle stratégie nationale des

sciences et technologies datée de 2013 (qui englobe les aspects relatifs à la sécurité et à la qualité des aliments, à l'agriculture durable, au développement durable des ressources naturelles <sup>(23)</sup>) ne bénéficie pas d'investissements financiers supplémentaires. L'effort d'investissement de la stratégie précédente (publiée en 2007) est néanmoins maintenu car la recherche technologique et l'innovation sont considérées comme les principaux leviers permettant de restaurer l'emploi et la croissance économique.

### Le plan d'actions est-il suivi dans le temps ?

Répondre à cette question n'est pas facile car les données requises à cette fin sont rares et hétérogènes. De façon générale, les impacts attendus sont en ligne avec les objectifs de la stratégie : performances économiques et compétitivité, attractivité scientifique et internationale, impacts sociétaux. L'évaluation est réalisée au niveau des ministères ou par le biais d'institutions publiques indépendantes et autonomes. Les critères d'évaluation des stratégies de R&I ne sont pas simples à définir ; ils varient d'un pays à l'autre, et sont adaptés aux objectifs nationaux et souvent révisés ou adaptés *in itinere*.

En **Allemagne**, les ministères en charge de la mise en œuvre de la stratégie réalisent un suivi précis de la mise en place des actions. Une évaluation externe globale sera menée au minimum quatre ans après la mise en œuvre de la stratégie. Son objectif est d'apprécier les premiers impacts de chaque mesure et de chaque instrument : effets positifs et négatifs, directs et indirects, intentionnels et non intentionnels. Cette appréciation permettra de formuler des recommandations de façon à améliorer la mise en œuvre de la stratégie.

Au **Canada**, les sept priorités du plan d'action stratégique en sciences et innovation dans le domaine de l'agriculture et de l'alimentation sont accompagnées d'une description des résultats spécifiques attendus sur les quatre années suivantes ; les indicateurs de résultats ne sont cependant pas chiffrés.

En **Australie**, le rapport de 2014 sur le système d'innovation 2014 fait un point complet des performances des différents secteurs industriels, mais aussi de la compétitivité de l'agriculture à l'aune de ses exportations <sup>(24)</sup>.

### Quelle place pour Agriculture-Innovation 2025 en France ?

En **France**, une Stratégie Nationale de Recherche (SNR) a été publiée en mars 2015 <sup>(25)</sup> après avis du Conseil Stratégique de la Recherche créé par la Loi du 22 juillet 2013. Elaborée grâce à la mobilisation de nombreux acteurs au sein d'ateliers, cette SNR ambitionne de répondre à dix défis principaux, les secteurs agricole et agroalimentaire occupant une place importante dans deux d'entre eux : la gestion sobre des ressources et l'adaptation au changement climatique ; et la sécurité alimentaire et le défi démographique.

Parallèlement, en octobre 2014, a été adoptée la Loi d'Avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt. Cette loi s'appuie sur le projet agro-écologique <sup>(26)</sup>, qu'elle met en œuvre via différents dispositifs comme les Groupements d'intérêt économique et environnemental (GIEE) <sup>(27)</sup>. Plus récemment, un projet d'augmentation de la fertilité des sols, qui vise également à atténuer le changement climatique par un stockage augmenté de carbone dans les sols agricoles et forestiers, a été lancé par le Ministre en charge de l'agriculture <sup>(28)</sup>. Ce projet dit « quatre pour mille » est également proposé dans le plan d'actions de

la mission « Agriculture-Innovation 2025 » [Agroéco2] parmi 30 projets qui tous visent à améliorer la compétitivité durable de l'agriculture française en associant et liant des initiatives de recherche, de développement et d'innovation.

Cet équilibre Recherche-Innovation-Agriculture est original et, comme nous l'avons vu au fil des pages précédentes, ne trouve pas vraiment d'équivalent dans les pays ciblés. Il se rapproche de la situation irlandaise où un comité de personnalités du secteur agroalimentaire, nommées par le TEAGASC et le ministère de l'agriculture, de l'alimentation et de la pêche, prépare une nouvelle stratégie nationale pour le secteur agricole et agroalimentaire à l'horizon 2025 qui place au cœur les technologies et l'innovation.

### REFERENCES

1. [http://science.gov.au/scienceGov/ScienceAndResearchPriorities/Documents/15-49912 Fact sheet for with National Science and Research Priorities\\_4.pdf](http://science.gov.au/scienceGov/ScienceAndResearchPriorities/Documents/15-49912 Fact sheet for with National Science and Research Priorities_4.pdf)
2. [https://www.dpmc.gov.au/sites/default/files/publications/industry\\_innovation\\_competitiveness\\_agenda.pdf](https://www.dpmc.gov.au/sites/default/files/publications/industry_innovation_competitiveness_agenda.pdf)
3. <https://www.gov.uk/government/publications/our-plan-for-growth-science-and-innovation>
4. [https://www.bmbf.de/pub/HTS\\_Broschuere\\_engl\\_bf.pdf](https://www.bmbf.de/pub/HTS_Broschuere_engl_bf.pdf)
5. [https://www.ic.gc.ca/eic/site/icgc.nsf/eng/h\\_07472.html](https://www.ic.gc.ca/eic/site/icgc.nsf/eng/h_07472.html)
6. [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0218/218981.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0218/218981.pdf)
7. <http://www.daff.gov.za/doiDev/topMenu/DAFF Strategic Plan 2013.pdf>
8. <http://www.dst.gov.za/images/ska/Bioeconomy Strategy.pdf>
9. <http://www.un-csam.org/Activities-Files/A1310qingdao/6.pdf>
10. [www.nacosti.gov.ke/newsletter/doc\\_download/41-ncst-strategic-plan-2009-2013](http://www.nacosti.gov.ke/newsletter/doc_download/41-ncst-strategic-plan-2009-2013)
11. [http://www.agr.gc.ca/resources/prod/doc/pdf/18793\\_Science\\_and\\_innovation\\_guide\\_eng\\_fnl.pdf](http://www.agr.gc.ca/resources/prod/doc/pdf/18793_Science_and_innovation_guide_eng_fnl.pdf)
12. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/227259/9643-BIS-UK\\_Agri\\_Tech\\_Strategy\\_Accessible.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/227259/9643-BIS-UK_Agri_Tech_Strategy_Accessible.pdf)
13. <http://www.agriculture.gov.ie/media/migration/agri-foodindustry/foodharvest2020/2020FoodHarvestEng240810.pdf>
14. <http://www.teagasc.ie/publications/2008/20080609/ForesightReport-Vol1.pdf>
15. [https://www.bmbf.de/pub/Natinal\\_Research\\_Strategy\\_BioEconomy\\_2030.pdf](https://www.bmbf.de/pub/Natinal_Research_Strategy_BioEconomy_2030.pdf)
16. [http://www.formas.se/PageFiles/5074/Strategy\\_Biobased\\_Economy\\_hela.pdf](http://www.formas.se/PageFiles/5074/Strategy_Biobased_Economy_hela.pdf)
17. [https://www.tem.fi/files/40366/The\\_Finnish\\_Bioeconomy\\_Strategy.pdf](https://www.tem.fi/files/40366/The_Finnish_Bioeconomy_Strategy.pdf)
18. <http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm?pg=policy&lib=strategy>
19. [http://www4.dede.go.th/dede/images/stories/pdf/dede\\_aedp\\_2012\\_21.pdf](http://www4.dede.go.th/dede/images/stories/pdf/dede_aedp_2012_21.pdf)
20. [http://www.dpmc.gov.au/sites/default/files/publications/industry\\_innovation\\_competitiveness\\_agenda.pdf](http://www.dpmc.gov.au/sites/default/files/publications/industry_innovation_competitiveness_agenda.pdf)
21. JETRO Foreign consumer survey about Japanese food (China, Hong Kong, Taiwan, South Korea, America, France, Italy).
22. [http://www.maff.go.jp/e/gfvc/pdf/20150313\\_overview\\_of\\_the\\_gfvc\\_strategy.pdf](http://www.maff.go.jp/e/gfvc/pdf/20150313_overview_of_the_gfvc_strategy.pdf)
23. [http://www.idi.mineco.gov.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Estrategia\\_espanola\\_ciencia\\_tecnologia\\_Innovacion.pdf](http://www.idi.mineco.gov.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Estrategia_espanola_ciencia_tecnologia_Innovacion.pdf)
24. <http://www.industry.gov.au/Office-of-the-Chief-Economist/Publications/Documents/Australian-Innovation-System/Australian-Innovation-System-Report-2014.pdf>
25. [http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Strategie\\_Recherche/69/3/rapport\\_SNR\\_397693.pdf](http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Strategie_Recherche/69/3/rapport_SNR_397693.pdf)
26. <http://agriculture.gouv.fr/agriculture-et-foret/projet-agro-ecologique>
27. <http://agriculture.gouv.fr/appels-projets-pour-la-reconnaissance-des-giee-en-regions>
28. <http://agriculture.gouv.fr/4-pour-1000-et-si-la-solution-climat-passait-par-les-sols-0>

# Annexe 4

## Les propositions de la mission Agriculture-Innovation 2025 au regard des 4 scénarios de la Prospective Système de R&D agricole français à l'horizon 2025

AÏT-AMAR Samy (ACTA), DE MENTHIÈRE Nicolas (IRSTEA), GUYOMARD Hervé (INRA), SCHMITT Bertrand (INRA), VEDELE Françoise (INRA)

### Contexte et origine de la prospective

Aujourd'hui, le secteur agricole est confronté à de multiples incertitudes liées à la transformation des marchés mondiaux, à de nouvelles attentes sociétales sur les produits et services, à l'importance croissante des enjeux environnementaux, à l'adaptation aux changements globaux, aux modifications des politiques publiques nationales et internationales, ou encore aux transformations des profils sociologiques des agriculteurs. Le secteur est en outre concerné par de nouvelles formes d'innovations, cherchant à améliorer la productivité des exploitations, tout en diminuant leurs impacts environnementaux. Les technologies de l'information et de la communication, qui trouvent leur place au sein des techniques agricoles, ouvrent de nouvelles perspectives tant en matière d'agriculture dite numérique qu'en matière de recherche et développement. La place croissante des partenariats publics-privés dans les nouveaux dispositifs de recherche oriente davantage la recherche publique vers la création d'innovations et renforce les synergies avec les acteurs privés (start-up, industries agroalimentaires et de l'agroalimentaire) qui représentent une part importante des investissements de R&D. Dans ce contexte mouvant, le système de R&D agricole, notamment français, doit s'adapter pour pouvoir répondre aux nouvelles problématiques exprimées par les agriculteurs, les pouvoirs publics et les autres parties prenantes.

C'est pourquoi, sous l'égide du GIS Relance agronomique, l'ACTA et les principaux acteurs de la recherche publique et du développement agricole français se sont engagés à mener en commun une réflexion prospective sur les futurs possibles du système français de R&D agricole en s'appuyant sur des visions différenciées de la place économique et sociale de l'agriculture. Quatre scénarios de contexte agricole en sont issus : ils proposent quatre visions contrastées du devenir de l'agriculture française, qui doivent être considérées comme des illustrations de futurs possibles sans prétendre à l'exhaustivité. Les propositions de la Mission AI-2025 sont ici croisées avec ces divers futurs.

### Objectif

L'étude a pour but d'imaginer plusieurs futurs possibles pour le système de recherche et développement agricole français, dans une optique de création d'innovations. Ceci passe par une amélioration de la réactivité et de l'efficacité du système R&D.

Cette prospective a l'ambition d'apporter une base de réflexion collective à chacun des acteurs du système de R&D agricole s'interrogeant sur ses orientations stratégiques.

### Méthode

La démarche prospective retenue est la méthode des scénarios qui permet d'éclairer l'action présente à la lumière de futurs possibles.

Pour cela, quatre scénarios agricoles explorant des futurs contrastés du contexte social, économique, politique ont été construits, suggérant quatre visions pour l'avenir du système de R&D agricole français.

Le choix a été de construire des scénarios de l'agriculture française à l'horizon 2040, plus contrastés qu'ils ne l'auraient été à l'horizon 2025, afin de mieux éclairer le choix des options stratégiques possibles et le rôle de la R&D dès 2025 (horizon de la mission agriculture – innovation).

### Éléments clés de la prospective

- L'analyse des tensions, thématiques et organisationnelles, auxquelles font face dès aujourd'hui chacun des acteurs de la R&D, publics et privés, permet d'éclairer l'état actuel du système de R&D agricole français et d'imaginer l'évolution des acteurs dans chacun des scénarios.

- Neuf variables clés, déterminantes des évolutions et ruptures que le système agricole français pourraient subir dans le futur proche, sont identifiées et servent de base à l'élaboration des quatre scénarios de contexte agricole :

1. les politiques agricoles, environnementales et industrielles mises en œuvre pour répondre aux défis de compétitivité et de développement durable ;
2. le contexte économique et géopolitique mondial qui encadre les stratégies définies et suivies par l'Union européenne ;
3. le contexte environnemental (états des milieux et du climat) ;
4. l'évolution de la société et des consommateurs ;
5. les marchés agricoles et les stratégies des filières agricoles, alimentaires et non alimentaires ;
6. la diversité des exploitations agricoles ;
7. les dynamiques territoriales ;
8. les innovations technologiques, notamment dans le cadre de l'agriculture numérique ;
9. les dynamiques des acteurs de la R&D agricole (acteurs, missions, collaborations, gouvernances).

### Dispositif

Comme pour toute prospective, le dispositif mobilise trois collectifs de parties prenantes en interaction :

- une équipe-projet qui conduit la prospective, en réunissant les matériaux de réflexion stratégique, en interviewant des experts extérieurs et en animant les réflexions du groupe de travail ;
- un groupe de travail réunissant une trentaine d'experts et de personnalités représentant l'ensemble des parties prenantes du système de R&D agricole français, qui aide à l'élaboration de la démarche prospective et notamment des scénarios ;
- un comité de pilotage, chargé par le GIS Relance agronomique, du suivi de la démarche et du respect du cahier des charges et des objectifs.

### Composition du groupe de travail

Membres	Organisme
Philippe AUGÉARD	CRA Bretagne
Jean-Marc BÈCHE	CNIEL / CNE
Florent BIDAUD	MAAF - CEP
Marie-Thérèse BONNEAU	FNPLAIT
Philippe BOULLET	CERFRANCE
Jean CHAMPAGNE	ACTA - ITAVI
Claude COMPAGNONE	AgroSup Dijon
Régis DESSEAUX	Arc et Sens Développement
Sarah FEUILLETTE	Agence de l'eau S-N
André FOUGEROUX	SYNGENTA
Guy FRADIN	MAAF - CGAAER
Caroline GUINOT	INTERBEV
Benoit JEANNEQUIN	INRA
Rémi KOLLER	ARA Alsace
Pierre LABARTHE	INRA
Dominique LABORDE	IRSTEA
Rémi LECERF	CARREFOUR
André MERRIEN	CETIOM
Alexis MORRIER	CR RHONES ALPES
Savine OUSTRAIN	VIVESCIA
Henri PLUVINAGE	INTERFEL
Philippe PREVOST	MONTPELLIER SUPAGRO
Michel RIEU	IFIP
Michel SERPELLONI	ROQUETTE
Franck THOMAS	FNCUMA
Olivier TOURAND	FNGEDA

Avec les participations complémentaires, grâce à des présentations en séance, de : Dominique BARJOLLE, FiBL, sur le système de connaissance en Suisse ; Barbara BOUR-DESPREZ et Georges GOSSET, GCAAER, sur la modernisation de l'action publique et l'évaluation des politiques de développement agricoles ; Pierre LABARTHE, INRA, SAD, sur les transformations du conseil agricole en Europe.

### Composition du comité de pilotage

Membres	Organisme
Jo GIROUD	APCA
Christophe TERRAIN	ACTA
Bertrand SCHMITT	INRA
Cyril KAO	MAAF DGER
Thierry DORÉ	AGROPARISTECH
Philippe DUPONT	ONEMA
Karen SERRES	TRAME
Antoine POUPART	InVivo
Jérôme MOUSSET	ADEME
Nicolas DE MENTHIÈRE	IRSTEA

### Composition de l'équipe projet

Membres	Organisme
Samy AÏT-AMAR	ACTA
Pierre CHAPUY	GERPA/CNAM
Anne-Charlotte DOCKÈS	IDELE
Aurélien ESPOSITO-FAVA	APCA
Sandrine PETIT	INRA
Etienne PILORGÉ	CETIOM



## Scénario 1

# Un monde écologique Face aux défis mondiaux la transition écologique et énergétique

### Contexte

La protection de l'environnement et l'atténuation du changement climatique deviennent des priorités politiques et sociétales mondiales, suite à plusieurs crises environnementales majeures. Des investissements massifs pour une « croissance verte » (transition énergétique et écologique) sont alors réalisés pour favoriser la sortie de crise économique à l'échelle européenne et mondiale. Les citoyens exigent des produits plus respectueux de l'environnement, ce qui entraîne notamment une diminution progressive de leur consommation en viande.

La PAC est totalement (ré)orientée vers les questions environnementales et tire les systèmes de production agricoles vers des principes agro-écologiques et des démarches de qualité (environnement, santé, typicité).

La production agricole française diminue légèrement. Elle est, avant tout, tournée vers le marché européen, avec des objectifs d'autonomie protéique, toutes les régions du monde adoptant une telle stratégie d'autonomie.

Dans un tel contexte, le nombre d'exploitations agricoles pourrait se stabiliser à son niveau des années 2015, avec un nombre limité de grandes exploitations produisant pour les filières organisées et un marché européen de produits « standards de qualité » et un nombre croissant de petites et moyennes exploitations en partie tournées vers les circuits de proximité.

### Rôle de la R&D

Les pouvoirs publics investissent fortement dans la R&D agricole orientée sur des priorités environnementales (atténuation du changement climatique, agro-écologie, biocontrôle, synergie agriculture-élevage...)

Des plateformes de données et de connaissances, gérées par les pouvoirs publics, favorisent les échanges entre acteurs autour de nouvelles pratiques, de nouvelles connaissances et des expérimentations systèmes.

Le renforcement des dynamiques à l'échelle régionale, coordonnées au niveau européen, entraîne une territorialisation importante des acteurs de la R&D et même des industriels.

Les approches locales « bottom-up » et les recherches participatives incluant les agriculteurs, ont un rôle central dans la conception d'innovations. Néanmoins, l'innovation « top-down » est aussi présente et efficace, notamment en matière de nouvelles technologies « vertes » et de production d'énergies renouvelables.

### Projets de la mission AI-2025

Ce scénario présente la particularité de pouvoir être soutenu par tous les projets proposés par la mission. Il sera cependant plus particulièrement porté par :

- les projets relevant du domaine de l'agro-écologie [Agroéco] sont essentiels. La création d'un portail de données climatiques [Agroéco3], la gestion intégrée de l'eau [Agroéco4] et la préservation –biologique et fonctionnelle– des sols [Agroéco1-2] constituent des actions prioritaires ;
- l'expérimentation est au cœur des dispositifs de R&D. Les projets de l'axe Innovation ouverte [Innov] sont donc indispensables. Innovation et développement reposent sur la mobilisation des acteurs soit par leurs capacités innovantes [Innov1], soit par leur participation à des living labs dédiés à l'agro-écologie [Innov3]. Il s'agira de faire évoluer ces réseaux d'expérimentation et d'en valoriser la richesse par les actions du projet [Innov4] ;
- faire les bons choix et assurer les performances des productions, économiques et environnementales, repose sur une analyse multicritère efficace, disponible grâce aux actions [Éco1] de l'axe concernant la compétitivité [Éco]. Le deuxième projet [Éco2] peut également être au service de ce scénario en offrant des outils de financements pertinents pour cette agriculture, ainsi qu'en permettant d'augmenter la résilience face aux chocs ;
- la formation est centrale pour ce scénario, en particulier l'action [Form2-2] qui amplifie et soutient les actions de formation engagées dans l'agro-écologie ;
- enfin, les projets relevant des axes Biocontrôle [Bioc], Bioéconomie [Bioéco] et numérique [Num] – lorsque ces actions sont orientées vers l'agro-écologie ou qu'ils en sont complémentaires comme dans le cas des bioénergies – vont dans le même sens que ce scénario.

## Scénario 2

# Une Europe agricole Une agriculture européenne exportatrice de produits de qualité

### Contexte

L'Union européenne, politiquement forte, soutient ses secteurs agricoles et agroalimentaires, en impulsant une montée en gamme, à des fins d'exportations extra-européennes, de leurs productions alimentaires. L'innovation par la qualité différencie les produits agricoles et alimentaires européens sur des marchés mondiaux en croissance grâce aux développements des classes moyennes et supérieures dans les pays émergents. En Europe, malgré la crise, une partie des consommateurs est prête à payer plus cher pour des produits de qualité supérieure.

Les politiques agricoles sont au centre des politiques européennes, avec des objectifs environnementaux et de compétitivité élevés. L'agro-écologie devient un cadre de référence pour la transformation des pratiques agricoles.

Un label européen, soutenu par les politiques publiques et par les filières, est créé pour attester de la qualité des produits européens à l'export. La qualité alors certifiée porte sur un ensemble de caractéristiques gustatives, sensorielles, environnementales et sanitaires. Elle intègre, au-delà de la qualité intrinsèque des produits, les *process* de production et leurs impacts environnementaux et inclut des éléments de type RSE (responsabilité sociale et environnementale des entreprises).

Dans ce contexte, le nombre et la taille des exploitations agricoles pourraient se maintenir, avec un nombre d'emplois, directs et indirects, stable ou en croissance pour répondre aux besoins en main-d'œuvre.

### Rôle de la R&D

Une synergie de moyens publics et privés (filières) se met en place pour financer la R&D agricole, avec un renforcement des partenariats publics-privés orientés vers le développement d'innovations pour réduire les impacts environnementaux et améliorer la qualité et la traçabilité des produits et des *process*.

La recherche s'organise autour de plusieurs échelles : régionale (production), européenne (traçabilité et *process* de transformation), mondiale (numérique, propriété intellectuelle).

Les outils numériques sont orientés vers la traçabilité et le contrôle de la qualité (pilote par l'Etat), l'amélioration de la qualité des produits et des *process* (pilote par les agriculteurs, les distributeurs et les industriels de l'aval).

Les agriculteurs ont une place importante dans la conception d'innovations, accompagnés par des acteurs du développement territorial.

### Projets de la mission AI-2025

Les propositions de la mission AI-2025 soutiennent seulement pour partie ce scénario, probablement parce que – comme cela a été souligné dans le synopsis du rapport –, le secteur agroalimentaire ne figurait pas explicitement dans la lettre de mission, alors que son rôle est central dans ce scénario. De ce fait, les exigences de qualité sanitaire des aliments, leur qualité sensorielle et la nature des *process* de transformation apparaissent très peu dans les ambitions des différents axes et projets. On peut retenir cependant :

- certains projets de l'axe [Agroéco] dont la gestion de l'eau [Agroéco3] et le développement d'outils de diagnostic sanitaire rapide sur le terrain [Agroéco4] participent à la qualité environnementale et à la sécurité sanitaire des produits ;
- les projets relevant de l'axe [Bioc] sont importants dans ce scénario puisqu'ils permettent de certifier que le produit final respecte les règles sanitaires et environnementales ;
- certains projets de l'axe qui concerne la mobilisation du levier génétique et les biotechnologies [Gén] peuvent soutenir ce scénario. Il en est ainsi du projet [Gén3] qui vise à explorer l'univers des métabolites secondaires, notamment les actions de recherche sont dédiées à la recherche et la caractérisation des métabolites utiles à la santé et à la qualité de vie [Gén3-1] et à l'amélioration de leur production [Gén3-2 et Gén1] ;
- enfin, comme dans le cas du scénario 1, les actions relatives à l'agriculture numérique, notamment quand elle porte une orientation agro-écologique joueront un rôle fort dans un tel scénario, tout comme celles de l'axe [Éco] tant sous l'angle de l'analyse multicritère que sous l'angle du soutien à l'export.

## Scénario 3

### Une Europe industrielle Une agriculture au service d'une industrie exportatrice et régulée

#### Contexte

L'Union européenne met en place des stratégies industrielles (investissements, harmonisation des réglementations) tournées vers la compétitivité et l'export, pour relancer la croissance économique dans un contexte où les réglementations environnementales contraignent peu l'évolution des systèmes de production agricole.

L'agriculture est considérée comme une industrie intermédiaire, approvisionnant en matières premières plusieurs secteurs industriels (industries alimentaires, énergie, chimie, matériaux...) avec le développement d'une industrie bio-sourcée, favorisée par les prix élevés des énergies fossiles.

Les industries de l'aval forment un nouveau système où transitent des flux de matière, d'énergie et d'informations, dans un contexte de bioéconomie.

Les industries de l'aval structurent la production agricole dans une logique intégratrice ou contractuelle (cahiers des charges) et orientent une part importante de leurs activités vers l'export. Les agriculteurs perdent de leur pouvoir décisionnaire, la part de salariés croît avec des tensions sur les revenus.

#### Rôle de la R&D

Les financements publics pour la R&D agricole diminuent avec un recentrage thématique (sécurité sanitaire, génétique, autonomie énergétique) et un soutien à des dispositifs partenariaux publics/privés (R&D publique, industriels de la transformation et fournisseurs de biomasse) orientés vers le développement d'innovations industrielles.

Les industries amont et aval – enrichies de nouveaux acteurs issus de l'énergie, de la chimie et du numérique – sont parties prenantes dans la majorité des recherches agricoles (modes de production, agriculture numérique, procédés industriels, chimie verte, biotechnologie, écologie industrielle).

Les régions soutiennent une R&D favorisant les industries implantées localement, créatrices de valeur.

L'emprise des outils numériques s'est généralisée ; ils jouent un rôle majeur dans la traçabilité, la maîtrise des coûts et la prévention de risques.

#### Projets de la mission AI-2025

Une des particularités de ce scénario réside dans l'importante place qu'y ont les actions de R&D réalisées en partenariats publics-privés associant transformateurs et producteurs de biomasse. Cette particularité oriente la sélection des projets pertinents parmi ceux proposés par la mission. En particulier :

- tous les projets relevant de l'axe « Développer les recherches et l'innovation pour la bioéconomie » [Bioéco] sont essentiels dans ce scénario. Dans l'ambition de rendre l'Europe exportatrice de produits industriels bio-sourcés, le projet « Soutenir l'autonomie protéique pour la France et l'Europe » [Bioéco1] se doit d'aller au-delà de la seule autonomie nationale ;
- les projets proposés dans le cadre des axes Numérique [Num], Robotique [Rob] et Génétique [Gén] sont également centraux quand ils aident à la traçabilité et à la maîtrise des coûts. De même, l'axe Biocontrôle [Bioc] présente des projets qui sont utiles dans ce scénario sous réserve qu'ils soient axés vers une baisse des coûts de production ;
- parmi les autres axes, le projet [Innov3] qui propose la création de living labs est particulièrement important, si tant est qu'il se porte vers la création de living labs territoriaux associant les productions agricoles et les industries de transformation ;
- la formation apporte un soutien majeur, en particulier grâce à l'action [Form2-2] qui accompagne l'évolution du monde agricole en encourageant l'intégration et la connaissance des enjeux, approches et outils de la bioéconomie.

## Scénario 4

### Un monde libéral Une agriculture de firme sans régulation de l'Etat

#### Contexte

La crise économique s'accroît et affaiblit l'Union européenne. L'Europe devient une zone de libre-échange où la PAC se limite à des réglementations sanitaires et commerciales.

L'environnement ne constitue pas une priorité politique de premier ordre.

Les tensions alimentaires mondiales entraînent une hausse des prix agricoles, augmentant la rentabilité du secteur et attirant de nouveaux investisseurs.

Le secteur agricole enregistre une diminution du nombre d'exploitations de taille moyenne (plus sensibles à la volatilité des prix) et une augmentation du nombre et de la taille des grandes exploitations. Dans les espaces péri-urbains, on observe un maintien marginal de petites structures.

La production agricole est de plus en plus intégrée au sein de firmes agroalimentaires afin de sécuriser leurs approvisionnements.

Les agriculteurs ont tiré parti de la relative raréfaction de l'offre, au niveau mondial, en obtenant des contrats rémunérateurs ou en cédant, à prix d'or, des parts de capitaux des grandes exploitations.

#### Rôle de la R&D

Les industriels amont et aval (firmes agroalimentaires, d'agroéquipement, de semences ou de fourniture d'intrants) constituent les principaux financeurs d'une R&D agricole orientée vers la productivité et la compétitivité (génétique, biotechnologies, agriculture de précision, intrants chimiques).

Les acteurs de la R&D publique se focalisent sur les problématiques sanitaires et sur des thématiques très fondamentales en génétique et physiologie.

Explosion du Big Data, maîtrisé et géré par les industries aval pour faciliter la gestion des risques et maîtriser les coûts de production.

Les industriels contractualisent avec la R&D publique (après une mise en concurrence à l'échelle mondiale et la signature de clauses de confidentialité et d'exclusivité) et intègrent directement le conseil agricole.

#### Projets de la mission AI-2025

Ce scénario tourné vers une libéralisation totale entraîne de fait une limitation des soutiens publics aux seules missions régaliennes.

- Dans ce cadre, les projets relevant de l'axe Biocontrôle [Bioc] sont soutenus au titre de leur mission assurant la sécurité sanitaire.
- Pour leur part, des financements privés soutiennent efficacement les différents projets visant à utiliser le levier génétique et les biotechnologies ([Gén] ; ce qui entraîne un intérêt en formation dans ce domaine, qui à l'heure actuelle, rencontre des difficultés de recrutement). Il s'agit alors d'effectuer un diagnostic des besoins à la fois en formation et en accompagnement pour et avec les filières agricoles [Form1-1].
- Les projets de l'axe Numérique [Num] et Robotique [Rob] peuvent être financés par des investissements privés comme la création d'un portail de données agricoles [Num1]- qui devient un outil d'accès sécurisé, et soutiennent le scénario.
- A l'opposé, certains projets peuvent être perçus comme une contrainte au développement de ce scénario :
  - tout ce qui a trait aux procédures, protocole et règlements [Bioc3], [Gén4] ;
  - des actions comme la gestion de l'eau [Agroéco3] ou les conditions de l'augmentation de la fertilité des sols [Agroéco2].

## Synthèse

La prospective sur l'avenir du système français de recherche - développement agricole a défini quatre scénarios qui correspondent à quatre visions contrastées de l'agriculture française. Ces quatre futurs ne sont pas exhaustifs : d'autres futurs sont possibles selon des combinaisons différentes, mais néanmoins compatibles, des composantes élémentaires qui définissent un scénario. Ces quatre futurs n'ont pas non plus de prétention normative : ils ne décrivent pas un futur tel qu'il devrait être ou ne pas être, mais ils permettent d'identifier les enchaînements causaux qui conduisent à ce que le futur soit tel qu'il est décrit par tel scénario. Ils permettent aussi, et peut-être surtout, d'identifier des leviers d'action à mobiliser pour orienter les évolutions dans un sens souhaitable, ce dernier n'étant pas défini par la prospective mais par les acteurs qui s'en saisissent. C'est dans cette perspective qu'il convient maintenant d'analyser comment les axes, projets et actions de la mission s'insèrent dans la prospective de façon transversale, c'est-à-dire en ne raisonnant plus scénario par scénario comme précédemment mais pour l'ensemble des scénarios.

Dans un premier temps, résumons en quelques enseignements l'analyse inverse, c'est-à-dire l'insertion des différents scénarios dans les propositions de la mission. Chaque scénario est soutenu par des projets relevant de plusieurs axes, mais selon des intensités variables. C'est le scénario 1 du monde écologique qui est le plus soutenu, via en particulier les axes ayant trait à l'innovation ouverte, à l'agro-écologie et au biocontrôle, mais aussi, par exemple, les projets relatifs à l'analyse multicritère et à la rémunération des services écosystémiques au titre de l'axe compétitivité. De façon plus générale, il apparaît que les deux scénarios 1 (monde écologique) et 3 (Europe industrielle) sont soutenus par un plus grand nombre d'axes et de projets que les deux autres scénarios, 2 (Europe agricole) et 4 (monde libéral). Dans le cas du scénario 2 et pour partie aussi du scénario 4, cela tient au fait que le périmètre de la mission n'incluait pas le secteur agroalimentaire.

### Le numérique vient en appui des quatre scénarios

On notera en premier lieu que l'axe relatif au numérique vient en appui des quatre scénarios, même s'il prend des formes différentes selon le scénario (avec, par exemple, une importance première du secteur public dans le scénario 1 du monde écologique vs du secteur privé dans le scénario 4 du monde libéral). Les cibles visées de façon prioritaire par cet axe seront également différentes selon les scénarios : la protection de l'environnement dans le scénario 1, la qualité nutritionnelle, sanitaire, organoleptique et environnementale des produits dans le scénario 2 de l'Europe agricole, la maîtrise des coûts de production et de transformation et la traçabilité des produits dans le scénario 3 de l'Europe industrielle, et la réduction des coûts de production et de transformation ainsi que des frais logistiques dans le scénario 4.

### Les axes technologiques (robotique, biocontrôle, génétique et biotechnologies) et l'axe transversal relatif à la formation trouvent également place dans les quatre scénarios, mais selon des modalités ou sur des cibles différentes

L'axe relatif à la **robotique** est également commun aux quatre scénarios dans la mesure où ce dernier constitue un prolongement naturel du numérique. Les technologies de robotique privilégiées et leurs cibles prioritaires pourront différer selon les scénarios avec, par exemple, une prise en compte plus forte de préoccupations environnementales dans les deux premiers scénarios et une prise en compte plus élevée d'objectifs de productivité dans les deux derniers scénarios. Dans tous les cas, des objectifs tels qu'une plus grande sécurité au travail ou une moindre pénibilité du travail agricole seront recherchés, faisant de très nombreuses actions de cet axe des choix sans regret.

C'est également le cas du **biocontrôle** dont le déploiement sera favorisé dans les scénarios 1 et 2 du fait de la priorité placée sur la protection de l'environnement. Par contre, ce déploiement n'aura lieu de façon massive dans les scénarios 3 et 4 que si les solutions de biocontrôle sont aussi efficaces que les pesticides qu'ils peuvent remplacer, et économiquement profitables de sorte que les acteurs privés trouvent un intérêt à leur mise au point et adoption. Une formulation différente de ce constat est qu'assurer un déploiement à large échelle du biocontrôle, dans les mondes du végétal comme de l'animal, nécessite que les décisions des acteurs privés intègrent l'environnement et sa protection, par le biais de politiques publiques fortes (scénario 1) ou par le biais d'une responsabilité sociale des entreprises (RSE) effective et efficace.

Le troisième axe technologique, celui de la **génétique** et des **biotechnologies**, vient également en appui des quatre scénarios, mais selon des modalités différentes et sans doute plus contrastées selon les scénarios que pour les trois axes analysés ci-dessus. Il en est ainsi du projet 1 relatif à la sélection génomique qui sera mise en œuvre prioritairement sur des cibles différentes : le scénario 1 privilégiera la diversification des cultures et des races, ainsi que des caractères de rusticité ; le scénario 2 insistera sur la traçabilité et la qualité (au sens large) des produits ; et les scénarios 3 et 4 mettront l'accent sur les « commodités » et donneront la priorité à la productivité (niveau moyen des rendements et réduction de leur variabilité spatiale et temporelle). Mais dans les quatre futurs imaginés par la prospective, il sera utile de développer des programmes de sélection génomique (action Gén1.1), des infrastructures (action Gén1.2) et des *data centers* (action Gén1.3). Le projet 2 (maîtrise des nouvelles biotechnologies) prendra également une ampleur différente selon les scénarios, mais il sera nécessaire dans tous les cas. Le développement et mise en œuvre de ces nouvelles technologies dans d'autres zones du monde suscitera en effet des questions de la société sur leurs impacts, leurs bénéfices et leurs inconvénients relativement à des technologies de sélection plus classiques.

La **formation** des acteurs est également essentielle dans les quatre futurs imaginés par la prospective. Le premier projet de cet axe (Form 1) s'applique aux quatre scénarios puisqu'il s'agit de « renforcer l'adéquation des dispositifs de formation et d'accompagnement aux compétences requises. » Il en est de même pour le second projet (Form 2) qui vise à amplifier le déploiement des compétences sur trois priorités, l'agro-écologie, la bioéconomie et le numérique. Cette troisième thématique est d'une importance égale dans les quatre scénarios. Ce n'est pas

le cas des deux premières, plus essentielles dans le scénario 1 du monde écologique que dans le scénario 4 du monde libéral. Ceci ne veut pas dire qu'il n'y a pas un besoin de compétences nouvelles ou renforcées dans ce quatrième scénario, mais que ce besoin portera en priorité sur d'autres aspects tels que la gestion, la finance ou le commerce international.

### Plusieurs projets ou actions des deux autres axes transversaux (compétitivité et innovation ouverte) viennent en appui des quatre scénarios ; d'autres projets ou actions sont plus spécifiques

La **compétitivité** prix de l'agriculture et de l'agroalimentaire français est essentielle dans le scénario 3 de l'Europe industrielle et dans le scénario 4 du monde libéral. Elle est également d'une importance première dans le scénario 2 de l'Europe agricole où il s'agit d'abord d'une compétitivité hors-prix qui permettrait aux produits alimentaires français et européens de se différencier sur la base de caractéristiques nutritionnelles, organoleptiques, sanitaires et environnementales. La compétitivité est moins centrale dans le scénario 1 de relocalisation des systèmes alimentaires. Mais même dans ce scénario, maîtriser les coûts de production et les prix des biens alimentaires est important au risque sinon que ce scénario ne voit le jour que dans le contexte, bien hypothétique, d'une croissance économique forte, pérenne et régulière dans toutes les zones du monde. Dans les quatre scénarios, réduire la variabilité des revenus agricoles, dans le temps et dans l'espace, *via* le développement d'outils de gestion, publics ou privés, *ex ante* et *ex post*, est une nécessité (action Éco2.3).

L'axe relatif à l'**innovation ouverte** telle que définie et priorisée par la mission apparaît comme l'axe le plus spécifique au regard de son importance à la réalisation des quatre scénarios. Tous les projets de cet axe sont au cœur du scénario 1 alors qu'aucun d'entre eux ne semble essentiel à la réalisation du scénario 4, même si tous les scénarios nécessiteront un effort d'expérimentation. Le projet Innouv1 relatif à l'innovation issue des producteurs agricoles, central au scénario 1, pourrait aussi être mis au profit du scénario 2. Le projet relatif à la création de *living labs* de l'agro-écologie et de la bioéconomie (Innov3) occupe une place centrale dans le scénario 3.

### L'agro-écologie ne se développera que si l'environnement est une priorité d'action

L'axe relatif à l'**agro-écologie** comprend cinq projets relatifs à, respectivement, la biologie des sols (Agroéco1), le stockage de carbone dans les sols dans une perspective d'amélioration de leur fertilité et d'atténuation du changement climatique (Agroéco2), l'adaptation au changement climatique *via* la gestion de l'eau (Agroéco3) et le développement d'un portail de services (Agroéco4), et enfin des outils de diagnostic sanitaire rapide sur le terrain (Agroéco5). Même si c'est d'abord dans le cadre du scénario 1 que l'agro-écologie ainsi priorisée trouvera toute sa place, ce serait une erreur de limiter son importance à ce seul scénario.

Il ne fait aucun doute pour la mission que l'agriculture devra s'adapter au changement climatique et donc que les actions proposées au titre de l'adaptation à celui-ci doivent être mises en place (projets Agroéco3 et Agroéco4, mais aussi Agroéco5 dans la mesure où l'accroissement des risques sanitaires est pour partie lié au changement climatique).



Les mesures d'adaptation seront d'autant moins difficiles que le changement climatique sera limité, c'est-à-dire qu'il sera atténué. La mission est également convaincue que l'agriculture doit participer à l'effort global de réduction du changement climatique. Dans cette perspective, le deuxième projet de cet axe (Agroéco2) vise à développer un programme mondial de recherche et développement sur la séquestration du carbone dans les sols agricoles et forestiers de façon à améliorer leur fertilité et à atténuer le changement climatique. Ce projet est une priorité. C'est en effet par ce canal que l'agriculture et la foresterie pourront significativement participer à l'effort commun de réduction des émissions totales de gaz à effet de serre. En pratique, c'est en termes de probabilité de développement d'un tel projet que les scénarios se différencient avec une probabilité très forte dans le scénario 1, forte dans le 2, moyenne dans le 3 et faible, voire très faible dans le 4.

Le premier projet de cet axe (Agroéco1) est un projet de recherche sur la biologie des sols. Il a aussi une portée opérationnelle *via* le développement d'outils de diagnostic, d'aide à la décision, de pratiques et de systèmes agricoles qui permettraient une gestion optimisée de la biodiversité et des interactions biotiques. La probabilité de développement de ce projet est plus grande dans le scénario 1 où l'environnement est la priorité première. Ce projet peut également voir le jour dans le scénario 2 si la pression des consommateurs et des citoyens se reflète dans les décisions privées des filières agroalimentaires. Son développement est plus incertain dans les scénarios 3 et 4 où la protection de la biodiversité n'est soutenue par aucun acteur, public ou privé, assez puissant, faute d'une valorisation marchande suffisante. A l'image du projet sur l'atténuation du changement climatique (cf. *supra*), la mission est convaincue de l'importance et de l'urgence de ce projet sur la biologie des sols au titre de la nécessaire protection de la biodiversité, même si cette dernière ne bénéficie pas encore d'une mise à l'agenda politique identique à celle du changement climatique. Ceci est pour une large part dû au fait qu'il est difficile de mettre en évidence les impacts négatifs de la perte de la biodiversité sur les activités économiques et la vie quotidienne.

#### La bioéconomie aura un visage différent selon les scénarios

Les propositions de la mission sur la **bioéconomie** font de cet axe un élément central du scénario 3 de l'Europe industrielle. Cette association première à un scénario ne signifie pas que cet axe ne peut pas soutenir les trois autres futurs, mais selon des modalités différentes. Le premier projet de cet axe (Bioéco1 sur l'autonomie protéique de la France et de l'Europe) trouvera ainsi toute sa place dans le scénario 1 qui privilégie une relocalisation des systèmes alimentaires et donc l'insertion de sources diversifiées de protéines végétales dans les systèmes de production agricole. Il trouvera aussi une place dans les scénarios 2 de l'Europe agricole qui cherchera à valoriser auprès du consommateur européen une production domestique moins dépendante des importations de protéines. Il est cœur du scénario 3, et il peut trouver une place dans le scénario 4 du monde libéral qui devrait engendrer une très forte demande mondiale en protéines végétales qui soutiendrait les prix et permettrait à de nouvelles sources protéiques, y compris européennes, d'être compétitives en prix. Le projet Bioéco2 soutiendrait les scénarios 2, 3 et 4. Le projet Bioéco3 (recherche en biologie des systèmes et en biologie de synthèse) associerait recherche publique et recherche privée dans les scénarios 2 et 3 où il serait soutenu par, respectivement, une politique agricole forte et une

politique industrielle forte ; dans le scénario 4, c'est le secteur privé qui serait l'acteur clef pour peu que les promesses de la recherche se doublent des perspectives rapides d'innovations marchandes. Le projet Bioéco4 relatif à la création d'un centre national interdisciplinaire de recherche sur la bioéconomie vient surtout en appui des scénarios 3 et 2.

**En résumé, il apparaît que de très nombreux projets de la mission correspondent à des options « sans regret » au sens où ils viennent en appui des quatre futurs envisagés par la prospective. Pour autant, les modalités de mise en œuvre et les cibles visées des projets et des actions pourront différer selon les scénarios. Ceci signifie que les projets et actions sont des leviers d'action que les acteurs, publics et privés, peuvent moduler dans leur contenu, mise en œuvre et objectifs prioritaires en fonction du futur qu'ils souhaitent.**



# Annexe 5

## Mission Agriculture-Innovation 2025

### Guichets de financements pour les projets et actions envisagés

JACQUIN Gérard (INRA), KAO Cyril (MAAF),  
HUET Sandrine (ACTA), LABORDE Dominique (IRSTEA)

Soucieuse de présenter des projets et actions aussi concrets que possible, la Mission s'est attachée à identifier les sources de financement potentielles les plus adaptées (liste des guichets page suivante).

La méthodologie adoptée a été la suivante :

- mise en place d'un groupe de travail INRA/IRSTEA/ACTA/DGER
- identification des guichets de financements mobilisables : 41 ont été retenus qui peuvent être segmentés en quatre groupes :
  - les guichets relevant de politiques sectorielles nationales et régionales portées par le MAAF et les Conseils régionaux,
  - les guichets relevant des actions de l'ANR, y compris le dispositif Carnot,
  - les guichets relevant d'actions du PIA (PIA1, PIA 2, et nouveau PIA à venir), ainsi que de la BPI, le CIR et les dispositifs de type PPP qui ont en commun d'être tournés de manière volontariste vers les entreprises,
  - les guichets relevant des politiques européennes (H2020, EIT, KIC...), voire mondiale (Belmont forum...).
- une fois stabilisée la liste des projets et actions, le travail d'évaluation réalisé a porté sur le croisement matriciel des 29 projets et près d'une centaine d'actions avec chacun des 41 guichets de financement retenus.

Le résultat de ces travaux a permis d'intégrer dans chacune des fiches descriptives des projets les sources de financement les plus adaptées, et de réaliser une cartographie fine des mécanismes existants, qui sera à disposition des mandataires de la mission et du dispositif de suivi que ceux-ci décideront de mettre en place.

Force est de constater l'extraordinaire foisonnement des soutiens possibles pour soutenir la recherche développement finalisée porteuse de retombées innovantes.

Il ressort cependant que l'écosystème des acteurs et des financements s'est complexifié, qu'il est difficilement lisible et faiblement mobilisateur en raison même de sa forte dispersion et de la multiplicité des sollicitations.

Pour faire face à la menace d'épuisement et de découragement des acteurs, la cohérence et la forte intégration d'ensemble des multiples actions qui vont voir le jour, alliées à une bonne gouvernance transverse donnant un sens programmatique cohérent, semblent l'enjeu déterminant. L'enjeu est aussi de décloisonner le monde agricole et de le faire participer aux démarches transversales qui fleurissent dans de nombreux autres secteurs.

Dans ce paysage, il faut souligner l'impact particulier des PIA (nature, montant et durée des projets), et l'intérêt à développer et intensifier des échanges avec le CGI dans le cadre de la préparation du nouveau PIA : l'enjeu est de mobiliser les meilleurs instruments en complément des soutiens qui viendront des pouvoirs publics pour bâtir un cadre aussi structurant que possible permettant de mener à bien les nombreux projets proposés.

#### Liste des 41 guichets de financement retenus

##### A. Guichets relevant des politiques sectorielles nationales et régionales animées par le MAAF et les Conseils régionaux

1. MAAF CASDAR
2. FranceAgriMer CASDAR
3. PSDR - Programme pour et sur le Développement Régional
4. Conseil régional - PAC – FEADER - Partenariat européen d'innovation - PEI
5. Conseil régional - FEDER
6. Conseil régional - autres financements
7. Ecophyto *via* ONEMA
8. ONEMA - Financement pour la recherche
9. Réseaux ACTA et ACTIA - UMT – RMT

##### B. Guichets relevant des actions de l'ANR

10. ANR - générique - Projets de recherche collaborative - PRC
11. ANR - générique - Projets de recherche collaborative – Entreprises - PRCE
12. ANR - générique - Projets de recherche collaborative - International PRCI
13. ANR - générique - Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs - JCJC
14. ANR - générique - Prise de risque à haut potentiel - OH Risque
15. ANR - Laboratoires communs recherche publique - PME/ETI - LabCom
16. ANR - Chaires industrielles
17. Dispositif Carnot
18. ANR - Montage de réseaux scientifiques européens ou internationaux - MRSEI
19. ANR - Accueil de chercheurs de haut niveau – ACHN

##### C. Guichets relevant des actions émergeant au PIA 2 et prochainement au PIA 3, ainsi que de BPIFrance

20. ADEME - PIA2 - AMI INDU - Appel à Manifestations d'Intérêt – Industrie et agriculture éco-efficientes (clôture 11-2016)
21. FranceAgriMer - PIA2 - Action Projets Agricoles et Agroalimentaires d'Avenir - P3A (clôture 02-2016)
22. PIA3 - Nouveaux outils dont Instituts Convergences projets
23. BPIFrance - Aide pour le développement à l'innovation - ADI
24. BPIFrance - Concours d'Innovation Numérique - (Ex FSN)
25. BPIFrance - Projets Industriels d'Avenir - PIAVE
26. BPIFrance - FUI - Fonds Unique Interministériel (pôle de compétitivité)
27. Entreprise *via* le crédit d'impôts recherche

##### D. Guichets relevant des politiques européennes

28. Appels à projets spécifiques en collaboration européenne ou internationale - ERA-NET, JPI, etc.
29. H2020 - ERC - financement centré sur le chercheur
30. H2020 - Actions Marie Skłodowska Curie
31. H2020 - Technologies futures et émergentes - FET
32. H2020 - Infrastructures de recherche
33. H2020 - TIC
34. H2020 - Technologies clefs génériques – KET Biotechnologies
35. H2020 - Accès au financement à risque en interdépendance avec COSME
36. H2020 - Innovation dans les PME
37. KIC Climat
38. KIC Food
39. H2020 - Challenge 1 - Santé, changement démographique et bien-être
40. H2020 - Challenge 2 - Sécurité alimentaire, agriculture... bioéconomie
41. H2020 - Challenge 5 - Climat, environnement, efficacité des ressources

# Annexe 6

## Synthèse « P.A.P.A. » Priorités - Axes - Projets - Actions

### Priorité 1

Développer une approche système et faire de l'agriculture un contributeur à la lutte contre le dérèglement climatique  
2 axes - 9 projets - 31 actions

## Agro-écologie

Accompagner et stimuler la transition agro-écologique

1

### AGROÉCO 1

Développer les recherches sur la biologie du sol

**Agroeco1-1** Améliorer la connaissance de la biodiversité de sols de référence et identifier de nouveaux marqueurs fonctionnels

**Agroeco1-2** Cartographier la biodiversité des sols et la comparer

**Agroeco1-3** Identifier les traits végétaux et microbiens impliqués dans les interactions bénéfiques

**Agroeco1-4** Concevoir et mettre en œuvre un dispositif international de réseaux d'exploitants agricoles testant et implémentant les outils de diagnostic

2

### AGROÉCO 2

Améliorer la fertilité des sols et atténuer le changement climatique

**Agroeco2-1** Améliorer la connaissance des cycles biogéochimiques liés aux émissions de GES

**Agroeco2-2** Recenser et qualifier l'ensemble des pratiques agricoles et sylvicoles susceptibles de contribuer à l'accroissement de la teneur en carbone organique des sols

**Agroeco2-3** Elaborer et évaluer un ensemble mesures incitatives

**Agroeco2-4** Concevoir et mettre en œuvre un dispositif international de suivi, de rapportage et de vérification

3

### AGROÉCO 3

Anticiper le changement climatique et s'y adapter

Développer et promouvoir une gestion intégrée de l'eau

**Agroeco3-1** Développer une approche territoriale intégrée des solutions déjà identifiées

**Agroeco3-2** Développer un programme de recherche interdisciplinaire de la gestion de l'eau

**Agroeco3-3** Mobiliser la recherche et ses partenaires pour un grand projet national en appui aux politiques publiques de l'eau, de l'agriculture et des territoires

4

### AGROÉCO 4

Anticiper le changement climatique et s'y adapter :

développer un portail de services pour l'agriculture

**Agroeco4-1** Couplage à l'échelle du territoire national de modèles climatiques, agronomiques et forestiers, et hydrologiques

**Agroeco4-2** Simulation sur grille (8 x 8 kms) des impacts du changement climatique

**Agroeco4-3** Simulation d'une dizaine d'options d'adaptation

**Agroeco4-4** Ingénierie et ergonomie du portefeuille de services agro-hydro-climatiques

5

**AGROÉCO 5****Développer des outils de diagnostic sanitaire rapide sur le terrain****Agroeco5-1** Développer les bases de données de séquences indispensables à l'identification par séquençage haut débit**Agroeco5-2** Développer les outils et méthodologies les plus récentes en matière de diagnostic végétal et animal**Agroeco5-3** Développer des outils utilisables par un public large**Agroeco5-4** Faciliter le transfert méthodologique entre instituts de recherche et agences**Agroeco5-5** Faciliter le développement d'une recherche participative

## Bioéconomie

### Développer les recherches et l'innovation pour la bioéconomie

6

**BIOÉCO 1****Contribuer à l'autonomie protéique de la France et de l'Europe****Bioeco1-1** Développer des recherches pour améliorer la connaissance du métabolisme protéique des plantes**Bioeco1-2** Améliorer les technologies d'extraction et de transformation des protéines**Bioeco1-3** Démonstration de bioraffineries environnementales**Bioeco1-4** Lancer un appel à projets filière des Instituts Carnot dédié aux PME et ETI

7

**BIOÉCO 2****Amplifier la recherche en technologie et en ingénierie des procédés****Bioeco2-1** Développer des recherches sur les procédés et les biotechnologies**Bioeco2-2** Soutenir, amplifier et mettre en réseau par un nouveau Programme d'investissements d'Avenir les plateformes technologiques**Bioeco2-3** Lancer un appel à projets filière des Instituts Carnot dédié aux PME et ETI

8

**BIOÉCO 3****Structurer la recherche en biologie des systèmes et biologie de synthèse pour les bioindustries****Bioeco3-1** Créer un centre interdisciplinaire de recherches et de formation sur la biologie des systèmes et de synthèse**Bioeco3-2** Créer une infrastructure de recherche de portée européenne

9

**BIOÉCO 4****Structurer la recherche pour et sur la bioéconomie****Bioeco4-1** Créer un centre interdisciplinaire de recherches et de formation sur la bioéconomie**Bioeco4-2** Développer une capacité de prospective en bioéconomiePriorité **2**

## Permettre le plein développement des nouvelles technologies dans l'agriculture

### 4 axes - 12 projets - 45 actions

## Agriculture numérique

### Les données : nouvelles connaissances et nouveaux services

10

**NUM 1****Mettre en place un portail de données à vocation agricole pour l'innovation ouverte****Num1-1** Préparer la constitution du portail**Num1-2** Construire et faire vivre le portail

11

**NUM 2****Structurer la recherche sur le numérique en agriculture****Num2-1** Créer un centre interdisciplinaire de recherche dédié à l'agriculture numérique**Num2-2** Lancer un programme de recherches pour encourager le développement de nouveaux modèles numériques de fonctionnement des agrosystèmes**Num2-3** Soutenir le développement de capteurs adaptés aux conditions agricoles

## Robotique

### Des agroéquipements rapides, précis et sûrs

12

**ROB 1****Améliorer la connaissance de la biodiversité de sols de référence et identifier de nouveaux marqueurs fonctionnels****Rob1-1** Inscrire la « robotique agricole » de manière individualisée au sein des solutions « mobilité écologique » et « objets intelligents »**Rob1-2** Lancer un programme de recherche sur robotique agricole**Rob1-3** Rendre attractives les problématiques agricoles pour les étudiants roboticiens



13

**ROB 2****Structurer et accompagner le tissu industriel en robotique agricole****Rob2-1** Créer une structure d'animation nationale inter pôles de compétitivité**Rob2-2** Encourager la création d'un groupe de travail « robotique agricole » au sein du comité stratégique de filière « Agro-équipements et services »**Rob2-3** Mettre en place et animer une stratégie d'influence au niveau français et européen**Rob2-4** Evaluer l'impact social des robots

14

**ROB 3****Mettre en place les dispositifs de test et qualification des robots agricoles****Rob3-1** Concevoir des protocoles et des dispositifs pour évaluer les systèmes robotisés**Rob3-2** Construire une plateforme d'évaluation**Rob3-3** Construire une paletforme virtuelle pour et sur les essais de sécurité**Rob3-4** Participer activement aux actions de normalisation et de réglementation

## Génétique & Biotechnologies

### Mobiliser le levier génétique et les biotechnologies pour les productions animales et végétales

15

**GÉN 1****Développer la sélection génomique animale et végétale****Gén1-1** Elaborer et conduire des programmes de sélection génomique sur un plus grand nombre d'espèces animales et végétales**Gén1-2** Renforcer les infrastructures clés pour changer d'échelles**Gén1-3** Développer des « data centers »**Gén1-4** Affirmer dans un cadre européen une ambition internationale dans le domaine de la sélection génomique

16

**GÉN 2****Assurer la maîtrise des nouvelles biotechnologies****Gén2-1** Assurer une veille sur les nouvelles biotechnologies**Gén2-2** Soutenir un programme de recherches génériques sur les nouvelles biotechnologies**Gén2-3** Créer une plateforme nationale distribuée de recherche**Gén2-4** Créer une infrastructure de phénotypage au champ**Gén2-5** Soutenir des programmes sur l'insertion dans les systèmes de culture des innovations issues des biotechnologies végétales

17

**GÉN 3****L'enjeu industriel des métabolites secondaires  
Leur diversification et leur développements****Gén3-1** Caractériser, au niveau biochimique et génétique, les voies métaboliques, les flux de métabolites et les régulations de leur production**Gén3-2** Mener des projets de génomique dans un but d'améliorer les espèces productrices de métabolites secondaires importants**Gén3-3** Favoriser les partenariats publics-privés autour de molécules cibles

18

**GÉN 4****Faire évoluer les procédures et protocoles pour favoriser le progrès génétique et son adoption****Gén4-1** Mener quelques actions pilotes de co-construction participative de protocoles de recherche**Gén4-2** Préciser les modalités d'utilisation des variétés végétales issues des biotechnologies nouvelles dans un cadre réglementaire européen opérationnel**Gén4-3** Dans le domaine végétal, contribuer à l'évolution du certificat d'obtention végétale (COV)**Gén4-4** Dans le domaine animal, créer un standard européen pour l'évaluation, la collecte et le traitement des données**Gén4-5** Proposer des modalités d'analyse et de coexistence des différentes pratiques concernant les ressources génétiques

## Biocontrôle végétal et animal

### Structurer la recherche et favoriser l'innovation

19

**BIOC 1****Structurer et soutenir la recherche-développement sur le biocontrôle des bio-agresseurs des plantes****Bioc-1** Créer un consortium public-privé de recherche, développement et innovation (R-D-I)**Bioc-2** Structurer la communauté recherche-développement en réseaux orientés vers l'innovation**Bioc-3** Financer des projets de recherche d'une durée adaptée aux caractéristiques du biocontrôle**Bioc-4** Lancer un nombre limité de projets intégrés R-D-I organisés par système de culture

20

**BIOC 2****Soutenir le biocontrôle en élevage pour améliorer ses performances et la santé animale****Bioc2-1** Constitution d'un consortium public-privé sur le biocontrôle des maladies des animaux de rente**Bioc2-2** Produire des tests très rapides de diagnostic de maladies**Bioc2-3** Mettre sur le marché une nouvelle génération de vaccins de plus grande efficacité**Bioc2-4** Conduire la R&D pour identifier dans des coproduits agro-industriels ou ménagers, des matières premières améliorant la santé en élevage**Bioc2-5** Conduire la R&D nécessaire au déploiement d'une gamme originale de produits agissant sur les flores animales

21

**BIOC 3****Adapter les procédures et protocoles d'évaluation du biocontrôle des bio-agresseurs des plantes**

**Bioc3-1** Coordonner les expertises de la recherche, de l'industrie et des agences de sécurité sanitaire dans des projets de mise au point de méthodes d'évaluation du biocontrôle

**Bioc3-2** Elaborer des fiches de bonnes pratiques et de procédures réglementaires pour faciliter le travail des agences (nationales et européennes) et du législateur

**Bioc3-3** Co-construire et déployer des procédures réglementaires d'évaluation et homologation des produits de biocontrôle

**Priorité 3****Fédérer tous les acteurs de la recherche, de l'expérimentation et du développement agricole en appui de la compétitivité****3 axes - 9 projets -22 actions****Innovation****Favoriser l'innovation ouverte**

22

**INNOUV 1****Intégrer les expériences des agriculteurs dans les dynamiques d'innovation**

**Innov1-1** Créer un dispositif de repérage, caractérisation et capitalisation des dynamiques de changement et des innovations de terrain en vue d'amplifier leur diffusion et adoption

**Innov1-2** Créer un réseau d'acteurs de la R-D-I pour mutualiser et tester des méthodes

23

**INNOUV 2****Mobilisation de la R-D-I agricole en réponse aux défis sociétaux**

**Innov2-1** Mise en place d'une instance de sélection des défis prioritaires

**Innov2-2** Mobilisation des dynamiques partenariales autour des défis prioritaires via la constitution d'équipes-projets

**Innov2-3** Déclinaison territoriale des plans d'actions dans le cadre d'un dialogue avec les acteurs publics et privés dans les régions

24

**INNOUV 3****Créer des living-labs territoriaux de l'agro-écologie et de la bioéconomie**

**Innov3-1** Lancement d'un appel à projets pour la création de living-labs

25

**INNOUV 4****Faire évoluer les réseaux d'expérimentation et d'observation**

**Innov4-1** Renforcer l'efficacité et la cohérence d'ensemble du dispositif expérimental national

**Innov4-2** Assurer l'interopérabilité des informations en entrée et des résultats en sortie

**Innov4-3** Développer des méthodes statistiques d'analyse

**Innov4-4** Déployer systématiquement les outils d'aide à la décision

**Économie****Multiperformance et innovation en économie agricole**

26

**ECO 1****Développer et diffuser les outils d'évaluation multicritère des systèmes agricoles et alimentaires**

**Eco1-1** Renforcer l'assise méthodologique des évaluations multicritères

**Eco1-2** Concevoir, développer et maintenir une plateforme ouverte pour quantifier et qualifier l'ensemble des performances des exploitations agricoles, des filières et des territoires

27

**ECO 2****De nouvelles sources de revenu et de financement pour l'agriculture**

**Eco2-1** Développer les possibilités de rémunération des services écosystémiques que peut offrir l'agriculture

**Eco2-2** Développer des recherches sur des mécanismes innovants de financement de l'agriculture

**Eco2-3** Développer les outils de gestion des risques en agriculture

28

**ECO 3****Créer un observatoire international de la compétitivité de l'agriculture et de l'agro-alimentaire**

**Eco3-1** Création d'un observatoire de la compétitivité comparée de l'agriculture et de l'agroalimentaire français et de ses principaux concurrents

**Eco3-2** Développement de programmes de recherches sur les méthodologies qui nourriront l'observatoire

**Eco3-3** Utilisation de l'observatoire en appui aux décideurs publics et privés

# Formation

## Faire des acteurs de l'agriculture les moteurs du changement

29

### FORM 1

Renforcer l'adéquation des dispositifs de formation et d'accompagnement aux compétences requises

**Form1-1** Établir un diagnostic des besoins de formation et d'accompagnement pour et avec les filières et secteurs agricoles présentant des difficultés de recrutement

30

### FORM 2

Amplifier le déploiement des compétences pour accompagner l'évolution du monde agricole

**Form2-1** Amplifier et soutenir les actions de formation engagées sur l'agro-écologie

**Form2-2** Encourager l'intégration et la connaissance des enjeux, approches et outils de la bioéconomie

**Form2-3** Construire un plan de déploiement pour la formation sur le numérique en agriculture à toutes les étapes de la carrière



# Glossaire

**ACTA** ..... Association de Coordination Technique Agricole  
**ACTIA** ..... Association de Coordination Technique  
 ..... pour l'Industrie Agroalimentaire  
**ADEME** ..... Agence De l'Environnement et de la Maîtrise  
 ..... de l'Energie  
**ADN** ..... Acide DésoxyriboNucléique  
**AFPC** ..... Association pour la Formation Professionnelle  
 ..... Continue  
**ANELA** ..... Association Nationale des Editeurs de Logiciels  
 ..... Agricoles  
**ANMV** ..... Agence Nationale du Médicament Vétérinaire  
**ANSES** ..... Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de  
 ..... l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail  
**ANR** ..... Agence Nationale de la Recherche  
**APCA** ..... Assemblée Permanente des Chambres  
 ..... d'Agriculture  
**ARD** ..... Agro-industrie Recherche et Développement  
**AEI** ..... Association Internationale pour une Agriculture  
 ..... Ecologiquement Intensive  
**AXEMA** ..... Union des Industriels de l'Agro-équipement  
**BTSA** ..... Brevet de Technicien Supérieur Agricole  
**CASDAR** ..... Compte d'Affectation Spéciale  
 ..... « Développement Agricole et Rural »  
**CNRS** ..... Centre National de la Recherche Scientifique  
**COP21** ..... 21<sup>ème</sup> « Conférence of the Parties »  
**CERFRANCE** ..... Conseil en Expertise Comptable  
 ..... pour les Créateurs d'Entreprise  
**CETIM** ..... Centre Technique des Industries Mécaniques  
**CIRAD** ..... Centre de Coopération Internationale en  
 ..... Recherche Agronomique pour le Développement  
**CFSI** ..... Comité Français de la Semoule Industrielle  
**CVT** ..... Consortium de Valorisation Thématique  
**SIFPAF** ..... Syndicats des Industriels Fabricants de Pâtes  
 ..... Alimentaires de France

**CEA** ..... Commissariat à l'Energie Atomique  
 ..... et aux Energies Alternatives  
**CIVAM** ..... Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture  
 ..... et le Milieu rural  
**CGAD** ..... Confédération Générale de l'Alimentation  
 ..... en Détail  
**CNAFL** ..... Conseil National des Associations Familiales  
 ..... Laïques  
**EAAP** ..... European Association for Animal Production  
**ESES** ..... École Supérieure d'Éthique des Sciences  
**ETI** ..... Entreprises de Taille Intermédiaire  
**FAM** ..... France AgriMer  
**FAO** ..... Food and Agriculture Organisation  
 ..... of the United Nations  
**FEADER** ..... Fonds Européen Agricole pour le Développement  
 ..... Rural  
**FEDER** ..... Fonds Européen de Développement Régional  
**FCD** ..... Fédération du Commerce et de la Distribution  
**FICT** ..... Fédération Professionnelle Représentative  
 ..... des Industries Charcutières, Traiteurs  
 ..... et Transformatrices de Viandes  
**FNCUMA** ..... Fédération Nationale des Coopératives  
 ..... d'Utilisation de Matériel Agricole  
**FNE** ..... France Nature Environnement  
**FNSEA** ..... Fédération Nationale des Syndicats  
 ..... d'Exploitants d'Agricoles  
**FSE** ..... Fonds Spécial Européen  
**FUI** ..... Fonds Unique Interministériel  
**GES** ..... Gaz à Effet de Serre  
**GIEE** ..... Groupement d'Intérêt Economique  
 ..... et Environnemental  
**GIS** ..... Groupement d'Intérêt Scientifique  
**GIS AGENAE** ..... Analyse du GENome des Animaux d'Elevage  
**GIS RA** ..... GIS Relance Agronomique  
**GIS HP2E** ..... Grandes Cultures à Hautes Performances  
 ..... Economiques et Environnementales  
**GIS PicLeg** ..... GIS pour la Production Intégrée en Cultures  
 ..... Légumières  
**GIS BV** ..... GIS Biotechnologies Vertes  
**GNIS** ..... Groupement National Interprofessionnel  
 ..... des Semences et plants  
**GPS** ..... Global Positionning System  
**GSBI** ..... Global Soil Diversity Initiative  
**HCB** ..... Haut Conseil des Biotechnologies  
**IBV** ..... Initiatives Biotechnologies Végétales  
**IAA** ..... Industries Agro-Alimentaires  
**IAVFF** ..... Institut Agronomique Vétérinaire et Forestier  
 ..... de France  
**IFPEN** ..... Institut Français du Pétrole Energies Nouvelles  
**IFR** ..... International Federation of Robotics  
**INRA** ..... Institut National de la Recherche Agronomique  
**INRIA** ..... Institut National de Recherche en Informatique  
 ..... et en Automatique

**IPBES** ..... Intergovernmental Platform on Biodiversity  
 ..... and Ecosystem Services  
**IRD** ..... Institut de Recherche pour le Développement  
**IRSTEA** ..... Institut de Recherche en Sciences et Techniques  
 ..... de l'Environnement et l'Agriculture  
**ITA** ..... Institut Technique Agricole  
**JGI** ..... Joint Genome Institute  
**MAAF** ..... Ministère de l'Agriculture, l'Alimentation  
 ..... et la Forêt  
**MESR** ..... Ministère de l'Enseignement Supérieur  
 ..... et de la Recherche  
**MIRES** ..... Mission Interministérielle Recherche  
 ..... et Enseignement Supérieur  
**MOOCS** ..... Massive Open Online Course  
**MHN** ..... Museum d'Histoire Naturelle  
**OAD** ..... Outil d'Aide à la Décision  
**OCDE** ..... Organisation de Coopération  
 ..... et de Développement Economiques  
**OGM** ..... Organisme Génétiquement Modifié  
**ONEMA** ..... Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques  
**ONVAR** ..... Organismes Nationaux de Vocation Agricole  
 ..... et Rural  
**OPECST** ..... Office Parlementaire des Choix Scientifiques  
 ..... et Technologiques  
**PAC** ..... Politique Agricole Commune  
**PEI** ..... Partenariat Européen pour l'Innovation  
**PIA** ..... Programme d'Investissement d'Avenir  
**PIAVE** ..... Projets Industriels d'Avenir  
**PME** ..... Petites et Moyennes Entreprises  
**PSDR** ..... Programme Pour et Sur le Développement Rural  
**RMT** ..... Réseau Mixte Technologique  
**SMAG** ..... Systèmes d'Informations et Logiciels  
 ..... pour l'Agriculture  
**SEDIMA** ..... Syndicat National des Entreprises de Services  
 ..... et Distribution du Machinisme Agricole  
**SIMV** ..... Syndicat de l'Industrie du Médicament  
 ..... et réactif Vétérinaires  
**TIC** ..... Technologie de l'Information  
 ..... et de la Communication  
**TRL** ..... Technological Readiness Level  
**UE** ..... Union Européenne  
**UIPP** ..... Union des Industries de la Protection des Plantes  
**UFC** ..... Union Française des Consommateurs  
**UFS** ..... Union Française des Semenciers  
**UMT** ..... Unité Mixte Technologique  
**USDA** ..... United States Department of Agriculture

# Remerciements

Nous avons été particulièrement sensibles à la disponibilité et à la mobilisation des différentes personnes qui ont contribué, à un titre ou un autre, à cette mission et à l'élaboration de ces propositions pour un plan Agriculture Innovation 2025.

Nos remerciements vont naturellement à celles et ceux que nous avons rencontrés dans le cadre d'entretiens particuliers ou des ateliers que nous avons organisés [Annexe 2]. Au-delà de ces échanges, plusieurs ont répondu à notre appel en nous adressant des contributions de « 2 pages » dont certaines ont ensuite été reprises dans les propositions que nous avons formulées.

Le contenu de ce rapport n'engage que ceux qui l'ont écrit.

Nos remerciements vont aussi à celles et ceux qui ont contribué à la rédaction de l'un ou l'autre des projets qui forment l'ossature de ce document.

ÂÏT-AMAR Samy (ACTA)	LANNOU Christian (INRA)
AYMERICH Stéphane (INRA)	LEBAS Elsa (IRSTEA)
AZEMA Marie (DGER)	LENEE Philippe (INRA)
BADUEL Valérie (DGER)	LE GAL André (Institut de l'Élevage)
BELLON-MAUREL Véronique (IRSTEA)	LEMANCEAU Philippe (INRA)
BERDUCAT Michel (IRSTEA)	MAGUIN Emmanuelle (INRA)
BERNHARD Claude (IAVFF)	MALAUSA Thibaut (INRA)
CALLOIS Jean-Marc (IRSTEA)	MILAN Denis (INRA)
CARANTA Carole (INRA)	MONGET Philippe (INRA)
CAQUET Thierry (INRA)	MOSLONKA LEFEBVRE Mathieu (DGER)
COLIN Eric (APCA)	NAITHLO Mikaël (APCA)
COLONNA Paul (INRA)	NOIVILLE Christine (HCB)
DAVID Xavier (ALLICE)	PILLET Emeric (APCA CAN)
DE MENTHIERE Nicolas (IRSTEA)	PINEAU Thierry (INRA)
DEVIRON Eric (UFS)	PIOVAN Romain (GIS BV)
DOCKES Anne-Charlotte (Institut de l'Élevage)	RICHARD Guy (INRA)
DRON Michel (Université Paris Sud)	ROGOWSKY Peter (INRA)
EMONET Eric (ACTA)	SAVY Hervé (DGER)
ESNOUF Catherine (INRA)	SELLAM Marianne (ACTA)
FAULON Jean-Loup (INRA)	SINE Mehdi (ARVALIS-Institut du végétal)
FLENET Francis (Terres Inovia)	SOUSSANA Jean-François (INRA)
GATE Philippe (ARVALIS- Institut du végétal)	TABEL Claude (RAGT)
GIVONE Pierrick (IRSTEA)	TAILLIEZ-LEFBVRE Delphine (In vivo)
GUYOMARD Hervé (INRA)	TISSEYRE Bruno (Montpellier SupAgro)
HUYGHE Christian (INRA)	TRYSTRAM Gilles (AgroParisTech)
KAO Cyril (DGER)	VALENTIN Christian (IRD)
LABORDE Dominique (IRSTEA)	VEDELE Françoise (INRA)
LAUGA Bruno (ARVALIS-Institut du végétal)	VISSAC Philippe (ACTA)

Nous sommes tout particulièrement redevables à la DGER et la DGRI qui ont fourni un appui à cette mission, à Samy Aït-Amar, Elsa Lebas et Marianne Sellam qui y ont également contribué de manière décisive. Françoise Vedele a joué un rôle particulier dans la coordination de cette mission : nous tenons à la remercier très chaleureusement pour sa disponibilité et son efficacité.





