



**HAL**  
open science

## Reconception des systèmes de grandes cultures pour favoriser la diffusion des biosolutions

Marion Triolet, Sophie Sle Zack-Deschaumes, Gaelle Charlier, Guillemette Jeanneteau, Isaac Plaisant, Pascaline Pierson

► **To cite this version:**

Marion Triolet, Sophie Sle Zack-Deschaumes, Gaelle Charlier, Guillemette Jeanneteau, Isaac Plaisant, et al.. Reconception des systèmes de grandes cultures pour favoriser la diffusion des biosolutions. Innovations Agronomiques, 2024, 91, pp.17-27. 10.17180/ciag-2024-vol91-art02 . hal-04570769

**HAL Id: hal-04570769**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04570769v1>**

Submitted on 7 May 2024

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



## Reconception des systèmes de grandes cultures pour favoriser la diffusion des biosolutions

Marion TRIOLET<sup>1</sup>, Sophie SLEZACK-DESCHAUMES<sup>1</sup>, Gaëlle CHARLIER<sup>2</sup>, Guillemette JEANNETEAU<sup>2</sup>, Isaac PLAISANT<sup>2</sup>, Pascaline PIERSON<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Université de Lorraine, INRAE, LAE, F-54000 Nancy

<sup>2</sup> Université de Lorraine, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, Spécialisation de troisième année Protection des Cultures, F-54000 Nancy,

<sup>3</sup> ARVALIS, F-55160 Saint Hilaire en Woëvre, France

**Correspondance** : sophie.slezack@univ-lorraine.fr

### Résumé

Les biosolutions qui comprennent les solutions de biocontrôle, les biostimulants et les biofertilisants sont considérées comme des leviers d'intérêt pour aider à la transition agroécologique des systèmes de production agricole et pour améliorer la résilience de ces systèmes face aux évolutions climatiques notamment. Cependant, un ensemble de freins d'ordre technique et socio-économique restreignent largement le recours à ces solutions, en particulier dans les systèmes de grandes cultures. L'atelier a eu pour objectifs de réfléchir aux conditions permettant de faciliter l'intégration des biosolutions dans les systèmes de culture et d'identifier les indicateurs pertinents à considérer pour assurer leur adoption à large échelle. Il ressort que si les biosolutions sont considérées comme des innovations, leur complexité en termes de mode d'action et de mise en œuvre nécessite d'identifier les conditions permettant l'expression de leur potentiel, en s'appuyant notamment sur des expériences « terrain » telle que celle mise en œuvre sur la station expérimentale ARVALIS de Saint Hilaire en Woëvre. L'efficacité de ces solutions, déterminant clé de leur adoption, est conditionnée par une utilisation raisonnée en combinaison avec d'autres leviers agroécologiques. Il ressort également que l'adoption des biosolutions à large échelle nécessite de sortir des schémas classiques d'évaluation basés sur des indicateurs de productivité pour prendre en compte l'ensemble des « co-bénéfices » associés à ces solutions (notion de multi-performance).

**Mots-clés** : biosolutions, systèmes de culture, territoire, multi-performance, transition agroécologique.

### Abstract : Redesigning arable farming systems to encourage the spread of biosolutions

Biosolutions, which include biocontrol solutions, biostimulants and biofertilizers, are considered as levers of interest to help with the agroecological transition of farming systems and to improve their resilience in the face of climate change. However, a number of technical and socio-economical gaps still hamper the use of these biological inputs, particularly in arable farming systems. The aim of the workshop was to consider the conditions that would facilitate the integration of biosolutions into cropping systems and to identify the relevant indicators to be considered to ensure their widespread adoption. It has emerged that while biosolutions are considered to be innovations, they are complex in terms of how they work and how they are implemented. The challenge is to identify the best conditions for exploiting the potential of biosolutions, based in particular on field experiments such as the one carried out at the ARVALIS experimental station in Saint Hilaire en Woëvre, France. The effectiveness of these solutions, a key determinant of their adoption, depends on their rational use in combination with other agro-ecological levers. It has also become clear that if these solutions are to be adopted on a large scale, the evaluation of systems incorporating biosolutions must not be based solely on productivity indicators, but must also take into account all the 'co-benefits' associated with these solutions (multi-performance concept).

**Keywords** : biosolutions, farming systems, agroecological transition, landscape, multi-performance



## 1. Introduction

Les évolutions des pratiques agricoles depuis le début du XXI<sup>ème</sup> siècle se sont caractérisées par la mise en œuvre de nouvelles solutions techniques tels que les intrants de synthèse, véritables innovations qui ont permis de maîtriser des facteurs qui limitaient la production et ainsi, de garantir la sécurité alimentaire. Cependant ces évolutions ont eu des impacts sur les ressources naturelles, l'environnement et la santé humaine qui sont maintenant bien caractérisés et qu'il convient de prendre en compte pour repenser les modèles de production. Ainsi, les enjeux sont-ils de maintenir, voire d'accroître la production agricole mais de manière plus vertueuse en termes de préservation et d'utilisation des ressources, et en améliorant la résilience des systèmes agricoles face aux évolutions climatiques.

L'une des voies envisagées pour y parvenir est celle de la transition agroécologique qui doit permettre de concevoir des systèmes de culture innovants et économiquement résilients en réponse à différents enjeux socio-territoriaux comme l'assurance de la souveraineté alimentaire, la recherche d'autonomie énergétique, la maximisation de services écosystémiques et la limitation des impacts environnementaux. L'objectif est alors ici de produire en s'appuyant sur un renforcement des interactions fonctionnelles et des processus biologiques qui sous-tendent les services écosystémiques dans les agroécosystèmes plutôt que sur le recours aux intrants externes.

Dans le gradient de transition tel qu'il peut être conceptualisé (Thérond et al., 2017), le premier niveau est de substituer au moins partiellement les intrants externes par des bio-intrants ou biosolutions. Les bio-intrants sont des solutions biologiques (macro et microorganismes, substances extraites ou dérivées du vivant) utilisés pour assurer la production agricole, comprenant les produits de 'biocontrôle', les 'biostimulants', les 'biofertilisants'. Par extension, les bio-intrants sont aussi des solutions utilisables en santé animale. Il y a beaucoup d'attentes concernant ces solutions, considérées par les politiques publiques comme des leviers majeurs pour assurer la transition. Cependant ces solutions, de par leur nature intrinsèque, souffrent d'un ensemble de « faiblesses » (en termes d'offre, d'efficacité, de rentabilité et d'acceptabilité) qui freinent leur démocratisation, voire mettent en péril ces solutions. Il faut donc aussi repenser notre raisonnement de l'utilisation de ces intrants innovants pour faciliter leur intégration dans les systèmes de culture.

**Les objectifs ont donc été de raisonner autour de 3 questions, à savoir :**

- 1/ En quoi les biosolutions sont des innovations aidant à la transition agroécologique ?
- 2/ Quelles sont les conditions pour assurer l'intégration des biosolutions dans des systèmes de culture ?
- 3/ Quels sont les indicateurs pour assurer l'adoption des biosolutions à l'échelle des systèmes alimentaires ?

En termes de démarche, les réflexions ont été conduites dans le cadre d'un atelier coopératif de type world café, de manière à faciliter les échanges et le partage de connaissances et d'expérience. L'atelier a été introduit en présentant une expérience innovante d'usage des biosolutions, mise en œuvre sur la station expérimentale ARVALIS de Saint Hilaire en Woëvre (55). Située en Meuse, cette station expérimentale est représentative des exploitations de polyculture-élevage de son territoire par sa structure et ses ateliers de production (130 Ha, 63 Ha de grandes cultures et 67 Ha de prairies permanentes, un troupeau de 50 vaches allaitantes charolaises en système naisseur/engraisseur, un atelier d'engraissement de taurillons de 180 places). Cette station est engagée dans une démarche de transition agroécologique depuis plus de 5 ans, les biosolutions faisant partie des outils pour assurer cette transition au niveau des systèmes de culture. Les biosolutions y sont travaillées dans une approche de maintien de la performance par combinaison de leviers et de changement d'échelle d'évaluation.

Trois groupes d'une dizaine de personnes ont ensuite été constitués et ont échangé à tour de rôle pendant 20 minutes, autour des trois questions structurant l'atelier. Les échanges ont été animés par un binôme



constitué d'un étudiant de l'ENSAIA et d'un professionnel. A l'issue des 3 tours de dialogue, la synthèse des contributions a été réalisée et restituée au collectif.

## 2. En quoi les biosolutions sont-elles des innovations qui peuvent contribuer à la transition agroécologique en grandes cultures ?

### 2.1. Quelle place des biosolutions dans la transition agroécologique des exploitations ?

Lors de cet atelier, la question posée aux participants portait sur la place possible des biosolutions en tant qu'innovation dans une démarche de transition agroécologique des exploitations de grandes cultures. La réponse à cette question est ressortie globalement positive, validant conjointement le statut d'innovation des biosolutions et leur contribution à une transition agroécologique dans ses trois dimensions (pratiques, mouvement social, domaine scientifique - Wezel et al 2009). Du côté des pratiques agricoles, les arguments développés portent sur le fait qu'elles permettent une moindre dépendance aux intrants, une meilleure optimisation des ressources et favorisent les régulations naturelles. Leur utilisation oblige à sortir d'une simple logique « produits » et nécessite de comprendre le milieu et les interactions faisant ainsi évoluer les curseurs de prise de décision, leurs modes d'action constituant un ensemble très divers de solutions. Ce point a été particulièrement développé, partant du constat que sans être toujours complètement exploratoires, les biosolutions poussent toujours à minima à une évolution de mise en œuvre. Elles obligent à une réflexion plus systémique et transversale basée sur la combinaison de leviers agroécologiques et l'évaluation de ces effets combinés. Il a également été mis en avant le fait qu'elles accroissent des régulations naturelles par le biais de processus préexistants, utilisant ainsi des atouts présents naturellement dans le milieu. Les biosolutions ont été jugées innovantes pour la transition agroécologique comme domaine scientifique par le fait qu'elles portent un challenge à la recherche, dans l'optimisation de solutions existantes dans la nature, développant ainsi une notion d'acquisition de contrôle sur une solution naturelle (idée de "domestication" de solutions naturelles). Leur adoption nécessite de plus une connaissance approfondie des processus impliqués ainsi qu'un accompagnement indirect par la démonstration de fonctions pouvant être mises en avant. Enfin elles ont été jugées innovantes pour la transition agroécologique comme mouvement social par le fait qu'elles poussent à un fort niveau d'exigence sur le plan technique et intellectuel. Elles obligent à une vision systémique et précise d'un écosystème. En ce sens, elles entraînent le développement nécessaire de nouvelles compétences, possibles à imaginer en collectif. Elles ouvrent également au partage d'apprentissages pour le transfert des connaissances acquises. L'agriculteur peut ainsi directement être acteur d'une amélioration d'usage par une participation active dans des dispositifs de type Living lab ou d'On Farm Experiment. Dernier argument de poids développé, la reconnaissance sociétale qui est indéniablement apportée par l'usage de ces biosolutions, soumises cependant à la mise en œuvre de dispositifs de reconnaissance auprès du consommateur final (Francis, 2003). En conclusion de séance, il a été débattu le fait que ces biosolutions, jugées innovantes et contributrices de la transition agroécologique, ne peuvent cependant pas rentrer dans des systèmes non reconçus (systèmes tels que conçus dans le cadre de l'utilisation d'intrants de synthèse). Leur utilisation oblige à l'utilisation d'une voie indirecte de maintien des potentialités en s'attachant à i) faire baisser au préalable la pression exercée par les bio-agresseurs en favorisant la prophylaxie et en passant ainsi d'une logique d'éradication à une logique d'équilibre (cas des biocontrôles), ii) maximiser la fourniture d'éléments minéraux par le sol, la valorisation d'autres sources en éléments minéraux (azote atmosphérique) et la captation des éléments par les plantes cultivées (cas des biofertilisants et biostimulants).

Les biosolutions, en obligeant les acteurs du conseil à sortir de la logique simpliste qu'à un problème correspond une solution, amorcent un premier changement vers une prise de décision tactique plus complexe qui pourra en apporter d'autres plus profonds, stratégiques, à une échelle systémique.



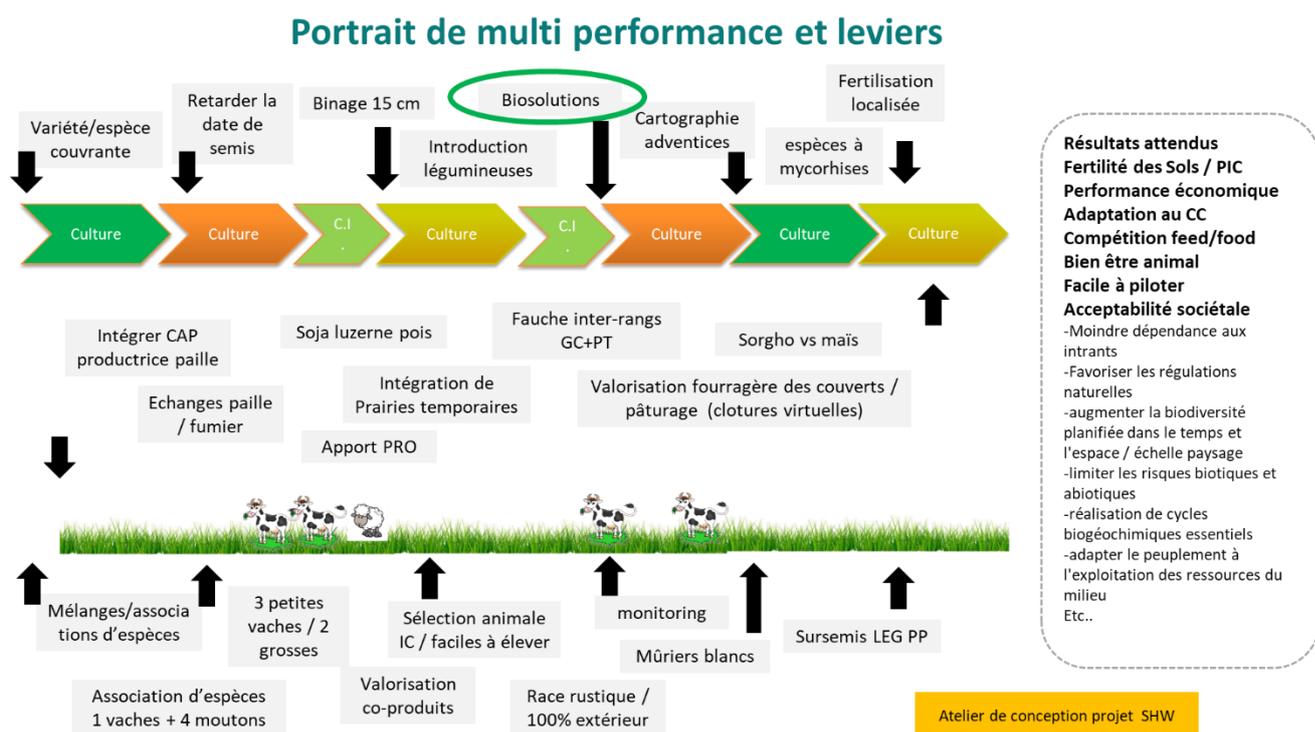
Même inhérente au développement de l'agroécologie et en ce sens devant être acceptée en prérequis, leur complexité de mise en œuvre est identifiée comme un frein à un transfert rapide de leur utilisation à grande échelle. Afin de lever ces résistances au changement, apparaît la nécessité de faire la démonstration sur le terrain de leur performance, notamment par le développement d'approche par expérience réussie.

### 2.2 Une expérience locale innovante dans les usages des biosolutions : le cas de la station expérimentale ARVALIS de Saint Hilaire en Woëvre

La station expérimentale ARVALIS de Saint Hilaire en Woëvre sert ainsi de support à une preuve de concept.

Engagée dans une démarche de transition agroécologique suite à des ateliers de conception réalisés en 2017 et 2018, elle sert de support de réflexion sans vouloir ouvrir à une démonstration d'exemplarité.

Au-delà de l'approche stricte sur les systèmes de culture (Meynard, 2008), les réflexions portées au sein des ateliers ont permis de faire émerger des propositions de type [fonction ; solution] (notion de bibliothèque d'idées), permettant par assemblage de construire un nouveau système de production répondant à l'objectif fixé (Fortun-Lamothe et Thénard, 2015). Les leviers agroécologiques mis en œuvre s'enrichissent de cette complémentarité entre ateliers sachant que la notion de synergie entre culture et élevage peut sortir du cadre fermé de l'exploitation agricole (Meynard, 2012).



**Figure 1 :** Représentation en format "arête de poisson" des leviers majeurs mis en œuvre sur les grandes cultures et l'élevage

Les biosolutions font partie de la boîte à outils de la transition agroécologique mise en œuvre dans ce cas d'usage. Dans les apprentissages réalisés, il est partagé qu'elles doivent cependant être combinées à d'autres leviers majeurs comme l'évolution de la rotation ou le recours aux innovations génétiques dans le choix variétal (notion de système reconçu = systèmes dont les pratiques ont été modifiées afin de potentialiser les effets des biosolutions tout en préservant les performances).

Leur utilisation oblige également à sortir du schéma d'évaluation classique à l'échelle annuelle de la culture sur des indicateurs directs de productivité (rendement) ou de qualité (teneur en protéines). Leur utilisation pousse à l'audace en osant changer de méthode et d'échelle d'évaluation. Il apparaît indispensable non seulement de repositionner la parcelle dans son système de culture pour valoriser des effets temporels, de combinaisons de leviers à cette échelle mais également d'identifier de nouveaux indicateurs pertinents d'atteinte de nouveaux objectifs fixés (Figure 1). Dans l'exemple présenté, il est démontré qu'une évaluation des biosolutions selon une méthodologie similaire à celle des solutions chimiques de protection ou minérale de fertilisation est rarement à l'avantage de ces solutions. En comparaison des solutions chimiques de référence, il est ainsi souvent difficile de mettre en évidence un effet significatif des biosolutions sur des indicateurs comme le rendement, à l'échelle d'une année n sur une parcelle donnée. En conséquence une réflexion a été engagée sur le recours à d'autres marqueurs de performance, par exemple en lien avec la fertilité biologique des sols (tests bêches, berkan test, slake test, BMC ...) et qui sont plus à même de démontrer l'effet d'une utilisation répétée de biostimulants. Un travail à l'échelle du système de culture permet une évaluation certes plus indirecte mais plus lissée. En effet, cette évaluation intègre dans le résultat final l'effet d'une combinaison de leviers mais également des contextes climatiques variés.

A une échelle encore plus ambitieuse, l'exemple de Saint Hilaire permet d'approcher l'impact de l'usage de ces biosolutions sur une dimension déterminante de l'agroécologie, la biodiversité, en replaçant l'exploitation dans ses paysages. Après une première étape de diagnostic paysager ayant consisté à repérer l'ensemble des éléments semi-naturels d'intérêt pour les auxiliaires volants dans un rayon de 1 km autour des parcelles de l'exploitation, s'est posé la question d'explorer des indicateurs plus qualitatifs permettant de juger de son attractivité vis-à-vis de ces auxiliaires de cultures dans un objectif de régulation des bioagresseurs en parcelle agricole.

Pour ce faire l'outil DEXI ARENA (Figure 2) a été utilisé. DEXI ARENA a été conçu à partir de l'arbre de décision multicritère proposé dans le cadre du projet CASDAR ARENA. Il a pour objectif, après que l'utilisateur ait renseigné les différents critères concernant l'environnement de sa parcelle agricole et de son système de culture, de délivrer une note correspondant au potentiel d'auxiliaires de régulation de la parcelle (notes de 0 à 6, parcelles très défavorables à très favorables aux auxiliaires). Indicateur à effet prédictif, il a ainsi permis de démontrer le bon potentiel attractif des parcelles de l'exploitation recourant notamment aux biosolutions vis-à-vis des auxiliaires, avec une note globale de 5, démontrant ainsi le possible service rendu par les biosolutions vis-à-vis de la biodiversité fonctionnelle.

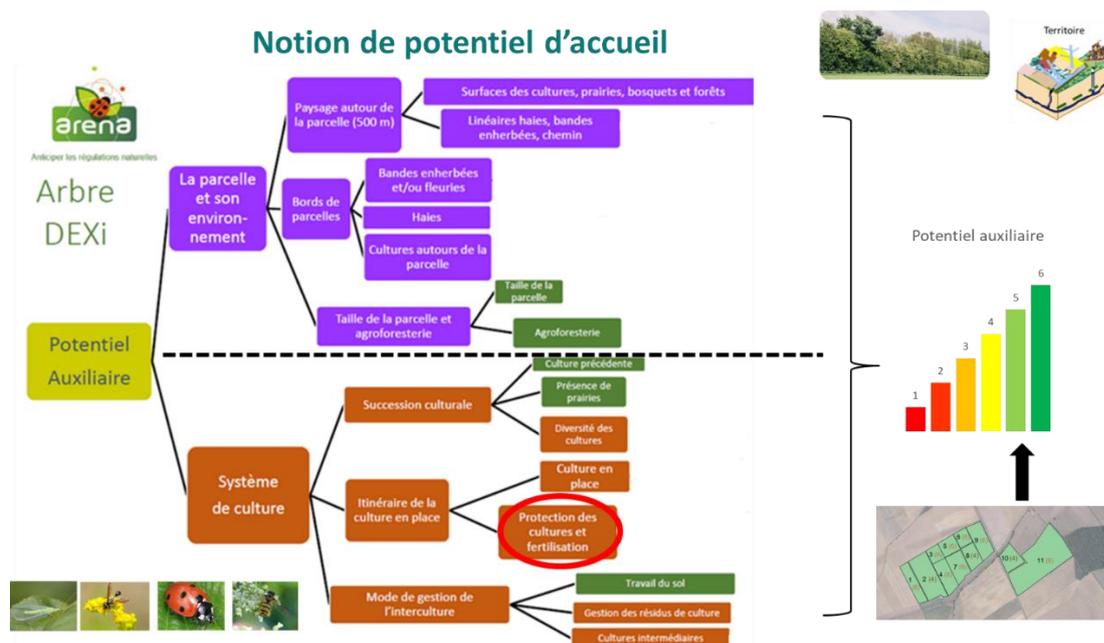


Figure 2 : Architecture de l'outil DEXI ARENA



### 3. Quelles conditions pour l'adoption des biosolutions dans les systèmes de culture?

L'objectif est ici de savoir quelles sont les conditions pour que les biosolutions puissent être adoptées dans les systèmes de culture, en considérant différents points de vue (scientifiques, agriculteurs, personnes venant de domaine public ou privé, travaillant dans la protection des cultures...). Plusieurs éléments ont été identifiés comme pouvant influencer significativement l'adoption des biosolutions dans les systèmes de culture.

#### 3.1 Cohérence des systèmes de culture

Un des points clés résultant de l'atelier de réflexion est que l'intégration des biosolutions doit être cohérent avec le système de culture en place. Les biosolutions doivent se rapprocher des solutions techniques, déjà connues, et donc prêtes à être utilisées, pour une appropriation « clé en main ». Une nouvelle solution, ici biosolution, implique qu'elle doit s'intégrer dans un milieu technique déjà existant. Cette solution ne doit pas seulement remplacer les solutions existantes, elle doit aussi pouvoir interagir avec tous les solutions/leviers déjà mis en place et qui répondent à d'autres problématiques. En effet, pour une transition efficace notamment en protection des cultures (cas des solutions de biocontrôle), il est nécessaire d'avoir une approche plus systémique et d'aller vers une reconception des systèmes de culture, en raisonnant le choix de l'ensemble des pratiques, en fonction du contexte et de manière à ce qu'elles « agissent » en synergie.

#### 3.2 Réglementation / Homologation - Marché

Un des points abordés lors de cet atelier est l'importance de faciliter le parcours d'autorisation de mise en marché et donc de faire évoluer la réglementation. D'après Gimonprez (2023), les biosolutions sont évaluées comme des produits phytopharmaceutiques (cas des solutions de biocontrôle). Ainsi, clarifier le statut des biosolutions serait peut-être un moyen de faire accélérer l'adoption des biosolutions. En effet, les biosolutions remettent en question tout un pan de la réglementation et suppose d'agir sur plusieurs séries de normes allant de la politique agricole commune aux dispositifs de protection des infrastructures agroécologiques. De nombreux champs du droit, et pas seulement la réglementation propre aux produits, doivent être revus pour créer un contexte facilité pour adopter et intégrer les biosolutions (Gimonprez, 2023).

L'accélération de la mise en marché des innovations passera par une formation des industriels au cadre réglementaire et par une nécessaire adaptation des processus d'évaluation aux spécificités de ces alternatives.

#### 3.3 Efficacité des biosolutions

Le cœur des préoccupations du monde agricole reste l'efficacité des solutions. Les biosolutions doivent avoir une efficacité prouvée pour être considérées comme des alternatives viables aux solutions traditionnelles. L'efficacité des biosolutions et donc l'évaluation de leurs performances doit différer de celle des produits classiques. L'approche analytique et l'approche systémique doivent être pensées de concert pour évaluer la performance des biosolutions. En effet, les seuls critères de rendement et/ou de qualité (taux de protéines par exemple) ne sont plus satisfaisants. D'autres critères sont à envisager comme :

- Indicateurs économiques (charges, revenu de l'agriculteur, création de valeur, adaptation aux marchés...);



- Indicateurs agronomiques (fertilité des sols, durabilité, utilisation des produits phytopharmaceutiques...);
- Indicateurs environnementaux (indicateurs sols, eau, biodiversité...);
- Indicateurs sociétaux (fonction nourricière, services rendus à la société...).

Des leviers, combinés ensemble, peuvent permettre de s'approcher de l'effet recherché avec un produit classique (Vanloqueren et Baret, 2009) Les leviers sont nombreux et leurs combinaisons le sont encore plus. Rassembler des données sur ces leviers nécessite un réseau important de partenaires et notamment d'agriculteurs. Ces collaborations permettront de construire des références techniques robustes, et de créer une nouvelle méthode d'évaluation « multicritère » (rapport d'activité Arvalis 2020-2021).

### 3.4 Accompagner la prise de risque

Le principal levier pour accompagner un agriculteur qui intégrerait des biosolutions se situe au niveau des politiques publiques. Parmi les dispositifs à déployer, l'accompagnement financier des agriculteurs qui franchissent le pas est important et pourrait se matérialiser par l'octroi d'un crédit d'impôt, d'une aide à l'investissement, ou d'une aide couplée à un programme de diversification des couverts par exemple (Grimonprez, 2022).

### 3.5 Prise en compte de l'impact du changement climatique

Sur fond de transition agroécologique et de changement climatique, les biosolutions pourraient trouver leur place pour répondre à ces nouveaux défis fixés à l'agriculture. En effet, l'augmentation de la fréquence d'événements extrêmes due au changement climatique peut être un déclic pour une reconception en profondeur des systèmes de culture, en intégrant aussi des leviers pour, par exemple, stocker le carbone. Le stockage de carbone à travers le développement de couverts végétaux et de structures paysagères contribue à l'atténuation du changement climatique. En outre, les biosolutions, et notamment les biostimulants, pourraient s'avérer être un atout face au changement climatique (Jacquet et al., 2022).

L'agriculture doit être multifonctionnelle et doit faire face à de nombreux défis : remplir sa fonction nourricière dans un contexte de transition agroécologique, s'adapter aux aléas et au changement climatique, répondre à des marchés de plus en plus segmentés, explorer de nouvelles sources de valeur. Il s'agit donc de concevoir ou reconcevoir des systèmes de culture en priorisant les actions en fonction des enjeux et en faisant appel à une combinaison de leviers. En outre, pour un déploiement des biosolutions en agriculture, développer la formation continue et initiale autour des biosolutions est indispensable, afin d'assurer la montée en compétences des professionnels appelés à conseiller ces biosolutions.

## 4. Quels indicateurs ou critères pour assurer l'adoption des biosolutions à large échelle ?

La troisième question posée aux participants des ateliers concernait les critères / déterminants à prendre en compte pour améliorer l'adoption des biosolutions à large échelle. Il était entendu par « large échelle » celle des territoires, avec l'intégration de l'ensemble des acteurs de ces territoires et de leurs attentes dans cette réflexion et la prise en compte des enjeux / contraintes d'un territoire donné. Il a été identifié deux grands leviers d'action sur lesquels jouer pour favoriser l'adoption des biosolutions à l'échelle territoriale, les biosolutions étant considérées en tant que produit.



#### 4.1 Quels critères techniques considérer pour l'adoption des biosolutions ?

Le premier levier concerne des aspects techniques associés à ces biosolutions. L'adoption des biosolutions sera en effet conditionné par le développement et la mise en marché de solutions suffisamment « génériques » pour être utilisées dans des contextes variés du point de vue pédoclimatique ou des systèmes de culture et vis-à-vis de différentes cibles (cas des solutions de biocontrôle). A l'heure actuelle, trop peu d'usages sont encore couverts par des biosolutions. L'adoption des biosolutions implique aussi que ces solutions soient suffisamment caractérisées en termes de modes d'action, souvent complexes et dépendant facteurs modulant ces effets, à leur arrivée sur le marché. Ces éléments conditionnent en effet l'efficacité de ces biosolutions, ce qui est un déterminant clé de leur adoption (quelle que soit l'échelle). La notion d'efficacité mérite cependant d'être rediscutée lorsqu'on s'adresse à ce type de solutions. En effet, les participants s'accordent sur la nécessité de ne pas cantonner l'évaluation des biosolutions à leur unique impact sur le rendement. Enfin les participants soulignent la nécessité de disposer de solutions qui soient ergonomiques dans leur utilisation (facilité d'application, fréquence d'application...).

#### 4.2 Quels critères socio-économiques considérer pour l'adoption des biosolutions ?

Le second volet concerne les aspects socio-économiques en lien avec les biosolutions. Il ressort que l'adoption de ces solutions par les utilisateurs premiers que sont les agriculteurs ne peut s'entendre qu'en rémunérant les « co-bénéfices » associés à l'usage de ces produits. Il s'agit en effet de pouvoir valoriser économiquement le renforcement des services écosystémiques (services de fertilité des sols, de contrôle biologique...) par les biosolutions et la préservation des ressources (eau, sol, air) qui peut en découler. La prise en compte et le paiement de ces co-bénéfices permettraient alors de décorrélérer au moins partiellement biosolutions et rendement, et ainsi de ne pas évaluer la plus-value de ces solutions à un seul effet de maintien voire de dé plafonnement du rendement, comme (trop) souvent attendu. Ceci permettrait en outre d'améliorer la rentabilité de ces produits tant pour l'agriculteur que pour les metteurs en marché et ainsi d'améliorer la pérennité de ces solutions. Se pose cependant des questions autour de « qui » pour assurer la rémunération des co-bénéfices et de quel cahier des charges pour estimer ces co-bénéfices (obligation de moyens ou de résultats) ? Comment et qui peut fédérer les acteurs d'un territoire pour contribuer à la rémunération des agriculteurs ? Sur les aspects socio-économiques, il ressort également que les solutions « disponibles » ou à venir doivent être comprises et socialement acceptables. Par exemple, des technologies tel que celle des mâles stériles en biocontrôle peuvent être refusées par la société. L'application même de nombre de biosolutions, quand il s'agit notamment de solutions pulvérisées en foliaire, peut également être rejetée par les populations. Il s'agit donc de ne pas négliger les actions de communication et de pédagogie pour faire accepter ces solutions innovantes.

En conclusion, il ressort que la prise en compte des co-bénéfices associés à la mise en œuvre des biosolutions nécessitera de disposer d'un bouquet d'indicateurs ajustables en fonction des territoires considérés, de leurs enjeux, des systèmes de culture en place et de leurs contraintes pédoclimatiques. Il sera également nécessaire de disposer d'une méthode d'évaluation et de suivi de la transition des systèmes intégrant des biosolutions en suivant l'exemple des méthodes développées dans le cadre du label bas carbone et en sortant d'une évaluation parcellaire et sur une culture. Enfin, la transition et le recours à ces solutions nécessitera d'accepter qu'il n'y aura pas de bio-solution « universelle ».

## 5. Conclusion générale

Les biosolutions dont les actions visent à amplifier des processus écologiques qui sous-tendent des services écosystémiques sont encore souvent perçues comme le pendant des intrants de synthèse, et de fait, utilisées ou utilisables en substitution simple à ces intrants exogènes. Cependant, de par leurs modes d'action complexe, ces biosolutions, pour favoriser l'expression de leurs potentialités, doivent être

intégrés dans les systèmes de culture de manière raisonnée avec les autres leviers agronomiques, c'est-à-dire dans une logique de reconception des systèmes. Il s'agit aussi de repenser la gestion des cultures, tant d'un point de vue sanitaire qu'au niveau de la fertilisation et ce, pour aider à l'intégration des biosolutions dont l'efficacité n'est globalement que partielle. Par exemple, pour les solutions de biocontrôle, il s'agit de sortir de la logique d'éradication d'un bioagresseur généralement attendu avec le recours à un produit phytosanitaire conventionnel, pour rechercher plutôt un maintien des populations de bioagresseurs sous des seuils de nuisibilité. Pour cela, il est nécessaire de disposer, d'une part, d'outils de pilotage permettant de positionner les biosolutions sur les cultures au « bon moment » mais aussi d'autre part, d'indicateurs (autres que le rendement) permettant d'évaluer les performances globales des systèmes intégrant des biosolutions. Enfin, d'autres stratégies venant en appui aux biosolutions et permettant de renforcer certains processus écologiques (notamment impliqués dans les régulations biologiques) peuvent également être envisagées. Ces stratégies reposent sur la conservation et la gestion des habitats semi-naturels, l'organisation spatiale des cultures et l'augmentation de la biodiversité cultivée. Elles impliquent nécessairement de changer d'échelle en passant d'une gestion à la parcelle à une gestion à l'échelle plus large du paysage.

L'adoption à grande échelle des biosolutions ne peut cependant pas s'envisager simplement sans une réflexion plus profonde à l'échelle d'un territoire. Cette approche nécessitera alors d'envisager le territoire comme un espace de projet, dont les contours se voudront flexibles et en lien avec un ou plusieurs projets de développement, et au sein duquel l'ensemble des parties prenantes s'investiront.

Cette traduction oblige à une réflexion sur un moteur commun de changement et implicitement fait apparaître une notion d'impact attachée à l'organisation de l'espace pour services rendus (idée d'un "optimisateur" de territoire, Figure 3).

## Replacer l'exploitation dans son territoire et ses marchés



Figure 3. : Représentation de la notion d'optimisateur de territoire



7L'échelle agricole y est présente sous forme d'une mosaïque de systèmes de culture et potentiellement d'élevage qui s'impose comme source d'une richesse de systèmes d'exploitation. Cette diversité est une force pour la mise en œuvre de leviers agro écologiques de production, l'accès à de nouvelles ressources de fonctionnement (matériel, main d'œuvre mais également compétences pour piloter demain ces systèmes plus complexes), la création d'interaction entre les systèmes, le respect de nouveaux cahiers des charges et surtout l'atteinte de nouveaux objectifs de performance. Au-delà de la nécessité d'un moteur de changement et d'un portrait de multi performance partagé, cette vision du territoire pose la question de la gouvernance et de la légitimité des acteurs à transformer et piloter un territoire. Elle pose également clairement celle du lien avec de futurs cahiers des charges des marchés, source de reconnaissance et de rémunération possible des services écosystémiques rendus.

Les trajectoires qui permettront l'adoption des biosolutions dans les systèmes de grandes cultures et la diffusion de ces innovations à large échelle sont ainsi complexes à organiser. Elles nécessitent en effet de lever des verrous tels que des limites techniques généralement associées à ces solutions (notamment le nombre de solutions disponibles), d'identifier les combinaisons de leviers avec lesquels associer ces solutions pour garantir leur efficacité en fonction des systèmes, de disposer des « bons » indicateurs (notion de multi-performance) pour valoriser ces solutions, et de fédérer l'ensemble des acteurs d'une filière, d'un territoire selon ses enjeux pour y parvenir. La transition vers des systèmes valorisant les biosolutions ne pourra donc s'entendre que sur un pas de temps long.

### **Ethique**

Les auteurs déclarent que les expérimentations ont été réalisées en conformité avec les réglementations nationales applicables.

### **Déclaration sur la disponibilité des données et des modèles**

Les données qui étayent les résultats évoqués dans cet article sont accessibles sur demande auprès de l'auteur de correspondance de l'article.

### **Déclaration relative à l'Intelligence artificielle générative et aux technologies assistées par l'Intelligence artificielle dans le processus de rédaction.**

Les auteurs n'ont pas utilisé de technologies assistées par intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

### **ORCID des auteurs**

SLEZACK-DESCHAUMES Sophie : <https://orcid.org/0000-0001-8019-1115>,

### **Contributions des auteurs**

TRIOLET Marion, SLEZACK-DESCHAUMES Sophie, PIERSON Pascaline : conception, rédaction de l'article

TRIOLET Marion, SLEZACK-DESCHAUMES Sophie, CHARLIER Gaele, JEANNETEAU Guillemette, PLAISANT Isaac, PIERSON Pascaline : animation de l'atelier

### **Déclaration d'intérêt**

Néant.

### **Remerciements**

Les auteurs remercient la Chaire Bio4Solutions et ses mécènes (BASF, LORCA, PAT, AGRAUXINE) pour leur soutien. Les auteurs remercient également l'ENSAIA et ses élèves de la filière agronomie pour leur participation et aide.



### Références bibliographiques :

- Arvalis, Institut du Végétal (2021) Rapport d'activité 2020/2021, Céréales Fourrages Lin fibre Maïs Pommes de terre Tabac. Paris. Disponible sur : <https://www.arvalis.fr/l-institut/nos-actualites/rapport-dactivites-arvalis-2020-2021> (Consulté le : 15 septembre 2023).
- Francis C., Lieblein G., Gliessman S., Breland T. A., Creamer N., Harwood, Salomonsson L., Helenius J., Rickerl D., Salvador R., Wiedenhoef M., Simmons S., Allen P., Altieri M., Flora C. Poincelot R., 2003. Agroecology: the ecology of food systems. *Journal of Sustainable Agriculture* 22: 99-118.
- Fortun-Lamothe L., Thénard V., 2015, L'agroécologie en élevage : des principes à l'action Journée Agroécologie et Elevage - 4 décembre 2015.
- Grimonprez B., 2022. Alternatives aux pesticides conventionnels : les voies de la normalisation. *Droit de l'environnement [La revue jaune]*, 309, pp.84. (hal-03594916).
- Grimonprez B., 2023. Les pesticides agricoles : variable d'ajustement des besoins alimentaires aux ressources naturelles disponibles. (hal-03944413).
- Jacquet, F., Jeuffroy, M. H., Jouan, J., Le Cadre, E., Malausa, T., Reboud, X., Huyghe, C., 2022. Zéro pesticide : un nouveau paradigme de recherche pour une agriculture durable. Editions Quae, 244 p.
- Meynard J.M., 2008. Produire autrement : réinventer les systèmes de cultures. In : Reau R. et Doré T. (Eds.), *Systèmes de culture innovants et durables*, Editions Educagri. pp. 11-27.
- Meynard J.M., 2012, Associer productions animales et végétales pour des territoires agricoles performants. CIAG polyculture élevage, Poitiers.
- Therond O., Duru M., Roger-Estrade J., Richard G., 2017. A new analytical framework of farming system and agriculture diversities. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 1-24.
- Vanloqueren G., Baret P.V., 2009. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations, *Research Policy*, 38: 971–983.
- Wezel A., Bellon S., Doré T., Vallod D., David, C., 2009. Agroecology as a science, movement or practice. *Agronomy for Sustainable Development* 29 : 503-515



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue *Innovations Agronomiques* et son DOI, la date de publication.