



COPRAA

Connaissances et outils pour des démarches préventives et opérationnelles en gestion agroécologique des adventices



Appel à projets "Les approches globales pour limiter l'utilisation des produits phytopharmaceutiques"

Responsable scientifique



Nathalie Colbach

INRAE

nathalie.Colbach@inrae.fr

Directrice de recherche à l'UMR Agroécologie – INRAE Dijon. Ingénieure agronome, avec un master en écologie et un doctorat en sciences agronomiques, elle étudie les effets des systèmes de culture (et leur agencement dans le paysage) sur les adventices et leurs impacts pour la production agricole et la biodiversité. La finalité est la production de connaissances, modèles, et outils d'aide à la décision pour la conception multiobjective de systèmes de culture pour la gestion agroécologique des adventices.

Partenaires

- ♦ INRAE : UMR Agroécologie, UE Domaine d'Époisses, UR0272 Sols, Réseau IDEAS et INRAE SADAPT.
- ♦ AgroTransfert Ressources et Territoires
- ♦ Chambre d'Agriculture de Normandie
- ♦ ACTA

Financements

Coût total du projet : 901 963 €

Montant de la subvention OFB : 349 915 €

Le projet en bref

Le projet COPRAA visait à co-produire avec des acteurs de terrain, des connaissances, outils et démarches préventives opérationnelles pour les agriculteurs afin de concilier faible usage, voire absence, d'herbicide en grande culture et maintien, voire augmentation de la production agricole, de la rentabilité économique mais aussi de la biodiversité.

Cycle des adventices

Pratiques préventives

Outils d'aide à la conception

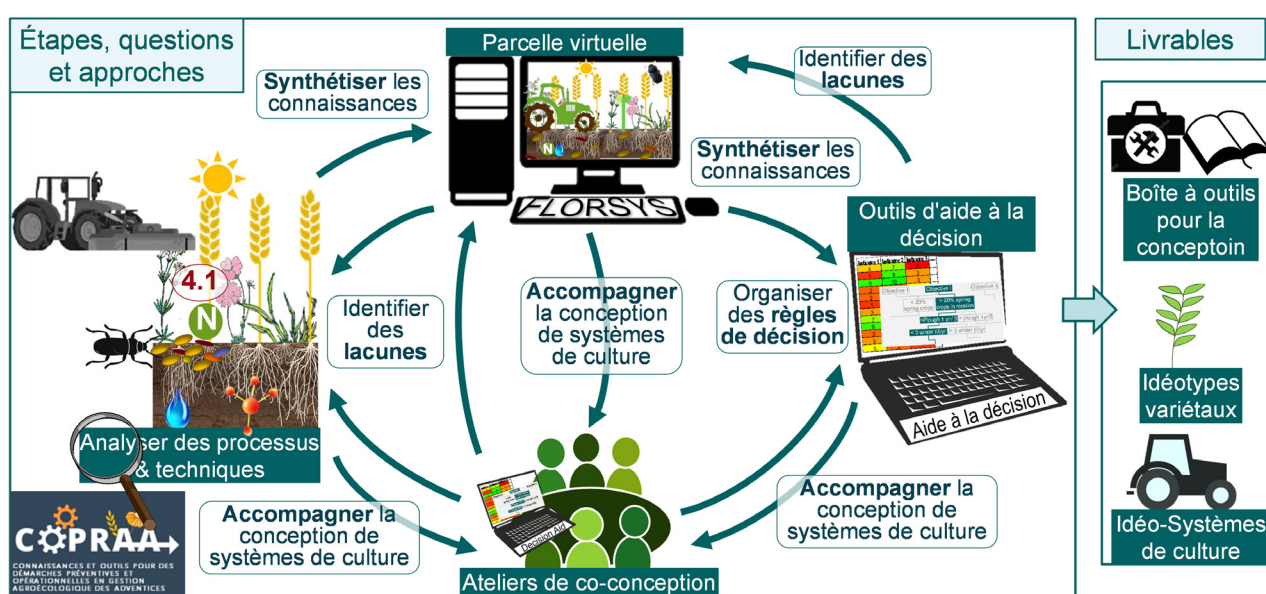
Systèmes de culture durables

Supports pédagogiques

Contexte et principaux objectifs

Les adventices sont nuisibles pour la production et essentielles pour la biodiversité. À ce jour, aucune technique curative n'est aussi efficace que les herbicides pour les maîtriser, et les adventices sont le frein majeur à la réduction des pesticides en grandes cultures. La gestion non-chimique doit combiner des techniques à effets partiels et préventifs en maximisant la régulation biologique des adventices, tenir compte du contexte de production et des contraintes de l'agriculteur et se penser sur plusieurs années car les semences adventices survivent pendant plusieurs années dans le sol et peuvent infester les cultures suivantes.

Le projet COPRAA visait à co-produire avec des acteurs de terrain, des connaissances, outils et démarches préventives opérationnelles pour les agriculteurs afin de concilier faible usage, voire absence, d'herbicide en grande culture et maintien, voire augmentation de la production agricole, de la rentabilité économique mais aussi de la biodiversité.



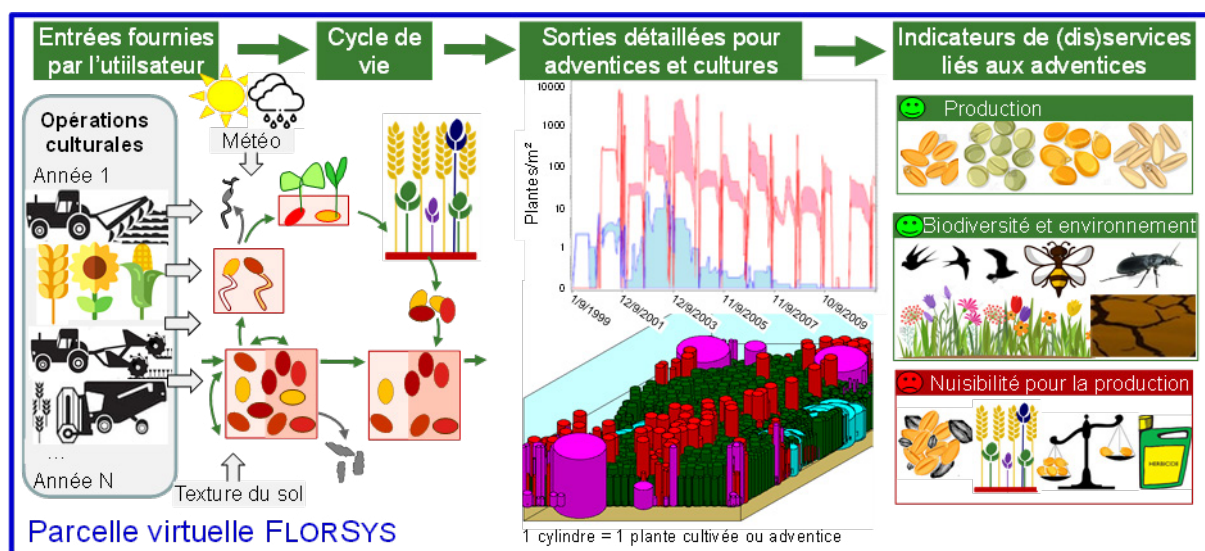
Organisation des étapes du projet COPRAA, avec les questions, approches, outils et livrables
-- @Nathalie Colbach

Le projet a étudié des pratiques culturales prévenant la réalimentation du stock semencier adventice et/ou favorisant des processus de régulation biologique. Il a développé des indicateurs et outils opérationnels d'aide à la conception de systèmes de culture multi-performants, afin de concevoir et promouvoir des stratégies combinant l'ensemble des composantes du système de culture. Celles-ci mettent l'accent sur la prévention du développement des adventices : diversification spatiale et temporelle des cultures, couverture quasi-permanente, alternatives curatives aux herbicides (notamment au glyphosate), recherche d'idéotypes de cultures pour la régulation biologique des adventices, optimisation des perturbations physiques (travail du sol etc.), introduction d'infrastructures paysagères... Le recours au modèle de simulation FLORSYS a permis d'évaluer ex ante certaines performances des systèmes de culture (production en quantité et qualité, apports aux insectes butineurs et à la biodiversité...) mais aussi des aspects difficiles à analyser sur le terrain : les effets à long terme des adventices et les risques associés aux systèmes (probabilité et conditions nécessaires à la réussite, impact du changement climatique...). Agriculteurs et conseillers ont été impliqués à toutes les étapes du projet pour assurer l'adéquation des outils à leurs situations de conception et celle des stratégies à leur cadre de contraintes (organisationnelles, économiques, ...). Le but était de créer les conditions pour s'assurer de l'opérationnalité des résultats de COPRAA mais aussi de leur transfert.

Principaux résultats en lien avec le plan Ecophyto

Le projet conduit des essais en serre et au champ sur des processus et techniques divers pour comprendre et prédire le fonctionnement et l'impact de la régulation biologique et des techniques culturales sur les adventices en grande culture : réponse au stress hydrique des plantes, repousse des adventices vivaces depuis des organes de réserve et impact du travail du sol, rôle des infrastructures paysagères dans la prédation des semences adventices dans les champs, impact de l'écimage sur le retour au stock semencier, méthodes de destruction non-chimique des couverts d'interculture...

Ces résultats ont été intégrés dans le modèle FLORSys, avec de nouveaux modules décrivant notamment la multiplication végétative des adventices vivaces ou encore la compétition plante-plante pour l'eau. Ces améliorations font de FLORSys le seul modèle simulant (1) la compétition cultures-adventices pour la lumière, l'azote et l'eau, (2) le cycle de vie à la fois des cultures et adventices annuelles et vivaces, (3) les conséquences sur la production des cultures, la dynamique du stock semencier et la biodiversité sous l'effet de l'ensemble du système de culture, du climat et du sol.



Le modèle de recherche FLORSys qui simule le développement et la croissance des cultures et des adventices à partir du système de culture, la météo et du sol, avec une représentation mécaniste des processus biophysiques au jour le jour et en 3D individu-centré (Colbach et al., 2021, Field Crops Res). Ce modèle est utilisé dans le projet COPRAA pour comprendre et évaluer les impacts de systèmes de culture innovant en terme d'impact sur la production et la biodiversité liée à la flore adventice

-- @Nathalie Colbach

FLORSys a ensuite servi de parcelle expérimentale virtuelle pour identifier des stratégies agroécologiques de gestion des adventices. Ces simulations ont fourni des conclusions intéressantes pour différents acteurs, entre autres, **sur l'impossibilité du «zéro herbicide» sans travail du sol** et vice-versa, sur les leviers à combiner en priorité pour **concilier faible usage d'herbicides et faible nuisibilité des adventices** pour la production agricole... D'autres études se sont focalisées sur des leviers particuliers, en évaluant par exemple les effets des combinaisons et proportions d'espèces ou de rangs à semer en **associations de cultures**, en identifiant des **idéotypes variétaux** (combinaisons idéales de traits variétaux) pour gérer les adventices...

Les simulations avec FLORSys ont servi aussi à développer ou améliorer des **outils d'aide à la décision** (OAD) co-conçus avec les acteurs de terrain pour aider à la transition vers des pratiques agricoles économes en herbicides.

♦ **DeciFLORSys** accompagne conseillers et agriculteurs dans la conception ou la reconception de leurs systèmes de culture. Grâce au matériel associé (exposés, vidéos, manuels), il sert également d'outil pédagogique pour les acteurs actuels et futurs, via l'enseignement initial et continu.

♦ **OptiFLORSys** étend les possibilités offertes par DeciFLORSys en proposant, aux conseillers et agriculteurs, des systèmes de culture répondant à leurs problématiques grâce à la combinaison de FLORSys avec des algorithmes d'optimisation.

♦ **OdERA** (développé avant COPRAA par Agro-Transfert R&T) fournit une note de risque d'apparition des adventices pré-ciblées en parcelle agricole au regard des pratiques agronomiques mises en place par l'agriculteur. Les simulations FLORSys ont permis de confirmer la validité de certaines des fonctions sensibles au changement climatique et d'enrichir l'interprétation.

Ces outils et les résultats ont été utilisés lors d'ateliers avec des groupes d'agriculteurs et leurs conseillers. Il s'agissait de concevoir collectivement des stratégies de gestion des adventices et de les intégrer dans des systèmes de culture en s'assurant de leur faisabilité technique et de leur acceptabilité. Pour ce faire, des évaluations complémentaires ont été réalisées avec le modèle DEXiPM® pour estimer les trois piliers de la durabilité dont des critères économiques mais aussi sociaux (risques pour la santé, temps et pics de travail) qui peuvent être décisionnels pour les agriculteurs. Les ateliers ont montré que les outils permettent de faciliter les échanges au sein des groupes et d'aborder la reconception des systèmes de culture sous un angle nouveau en ayant, par exemple, des estimations des impacts à long terme des pratiques mises en œuvre. Enfin, l'accompagnement de conseillers en situation d'atelier de conception a permis aux chercheurs de tester leurs outils dans des situations d'usage divers. Ces retours d'expériences ont contribué à l'évolution des OAD et à la réalisation d'un guide méthodologique pour faciliter le transfert de ces acquis.



Essai en conditions contrôlées sur la Plateforme de Phénotypage Haut-Débit à l'INRAE Dijon permettant un suivi de la morphologie automatique de plantes cultivées et adventices avec différents niveaux de ressources. Cette plateforme est utilisée dans le projet COPRAA notamment pour caractériser les espèces cultivées et adventices en termes de compétition pour les ressources du sol
-- @Annick Matejcek

Perspectives futures...

...En termes de transfert

Une [page web a été créée](#) pour pérenniser la communication des résultats et la distribution des outils. Un [numéro spécial de la revue Innovations Agronomiques](#) dédié au projet COPRAA est sorti au printemps 2025. Le travail avec les groupes d'agriculteurs et conseillers impliqués dans le projet se poursuit afin d'améliorer notamment l'ergonomie de notre boîte à outils (modèles, outils d'aide à la décision, guides méthodologiques, formations, page web...) pour la conception de stratégies de gestion agroécologique des adventices. Une nouvelle version de l'outil d'aide à la décision DECIFLORSYS avec un focus particulier sur trois aspects de la diversification des cultures (plantes de services, mélange de variétés, cultures associées) est actuellement en cours de développement.

Le point de blocage actuel est probablement le maillon manquant entre la preuve de concept de l'utilité et applicabilité de la boîte à outils dans quelques cas d'études dans le projet et le déploiement à plus grande échelle par les acteurs du conseil et du développement.

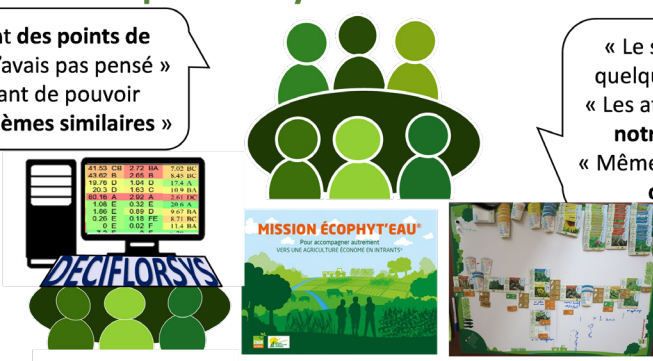
...En termes de recherche

Les autres travaux de recherche actuellement menés par l'équipe du projet COPRAA, (projets PARSADA PARAD, des ANR PPR Be-Creative, Mobidiv et Specifics, projet européen IntercropVALUES) et futurs (projet PARSADA en préparation...) concernent notamment l'étude de processus impliqués dans la régulation biologique des adventices (allélopathie...), l'évaluation de techniques culturales innovantes (désherbage mécanique de précision...) et systèmes de culture avec zéro/faible usage herbicides (réseau DEPHY...), l'adaptation de FLORSYS à d'autres milieux (tropiques, en collaboration avec le CIRAD) et cultures (légumes de plein champ en collaboration avec l'[UNILET](#)), l'effet du changement climatique sur la performance des systèmes de culture et les trajectoires de flores adventices.

Ateliers de co-conception de systèmes de culture - Paroles d'agriculteurs

« Les ateliers donnent **des points de réflexion** auxquels je n'avais pas pensé »
« C'est très intéressant de pouvoir **échanger sur des problèmes similaires** »

« Le système est **plus performant** que quelque chose que l'on aurait fait seul »
« Les ateliers permettent de **faire ressortir notre dépendance aux herbicides** »
« Même si on ne passe pas au bio, **il faudra changer. Au moins débiter** »



Réactions d'agriculteurs après participation à des ateliers de co-conception de systèmes de culture utilisant le jeu de plateau Mission Ecophyto® et l'outil d'aide à la décision DECIFLORSYS. Ces ateliers ont démarré dans [le projet ANR CoSAC](#) et ont été poursuivis dans le projet COPRAA
-- @Bastien Van Inghelandt & Nathalie Colbach

Publications et colloques scientifiques

À ce jour, 15 articles scientifiques et 20 présentations à des colloques scientifiques portant sur :

- ◆ Effets et processus liés à des techniques innovantes (pulvérisation localisée, couverts d'interculture, destruction non chimique de couverts, écimage, azote localisé...)
- ◆ Évaluation et détermination de règles d'assemblage des systèmes de culture, cultures en associations et traits des variétés (idéotypes)
- ◆ Processus déterminant la dynamique des adventices vivaces dans les systèmes de culture, notamment ceux liés à la compétition pour l'eau et caractérisation d'espèces adventices et cultivées
- ◆ Rôle de la prédation de semences adventices (et notamment des infrastructures paysagères) dans la régulation biologique des adventices
- ◆ Conception de systèmes de culture multi-performants à base de modèle et d'outils d'aide à la décision avec des acteurs de terrain et/ou des algorithmes d'optimisation

Trois synthèses scientifiques :

- ◆ traits et variétés pour la gestion des adventices,
- ◆ le rôle de la compétition pour la nuisibilité des adventices,
- ◆ éléments de preuve au champ d'un effet allélopathique des cultures sur les adventices

Deux chapitres de livres scientifiques :

- ◆ Le compromis entre la représentation des processus et l'aide à la décision en modélisation des adventices
- ◆ Modéliser la persistance des adventices

Deux thèses de doctorat soutenues et 1 en cours :

- ◆ Effet du changement climatique sur la nuisibilité des adventices (en cours)
- ◆ Régulation biologique des adventices par les couverts d'interculture
- ◆ Étude et modélisation des adventices vivaces

Articles de valorisation/vulgarisation

- ◆ Conférence du COLUMA, Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes (8 oraux, 3 posters)
- ◆ Organisation d'un colloque final organisé dans le cadre d'un Carrefour de l'Innovation (26–27 novembre à l'Institut Agro Dijon, 82 personnes en présentiel, 139 en distantiel), avec 23 exposés (et 7 posters) disponibles en [replay en ligne](#)
- ◆ Numéro spécial dans la [revue Innovations Agronomiques](#) au printemps 2025 avec 19 articles.

Autres valorisations :

- ◆ Boîte à outils (modèles, outils d'aide à la décision, protocoles d'utilisation) pour la co-conception de stratégies de gestion agroécologique des adventices (en ligne sur <https://florsys.hub.inrae.fr>)
- ◆ Des fiches GECO sur les leviers pour la gestion économe en herbicides
- ◆ Des contributions au centre de ressources glyphosate / gestion de l'enherbement
- ◆ Enseignement (>20 h cours + 8 h TP (par an) (écoles d'ingénieurs) + encadrement de 13 stagiaires ingénieur, DUT
- ◆ Formation à l'outil FLORSys
- ◆ Formation à l'outil DECIFLORSys et atelier de co-conception de systèmes de culture