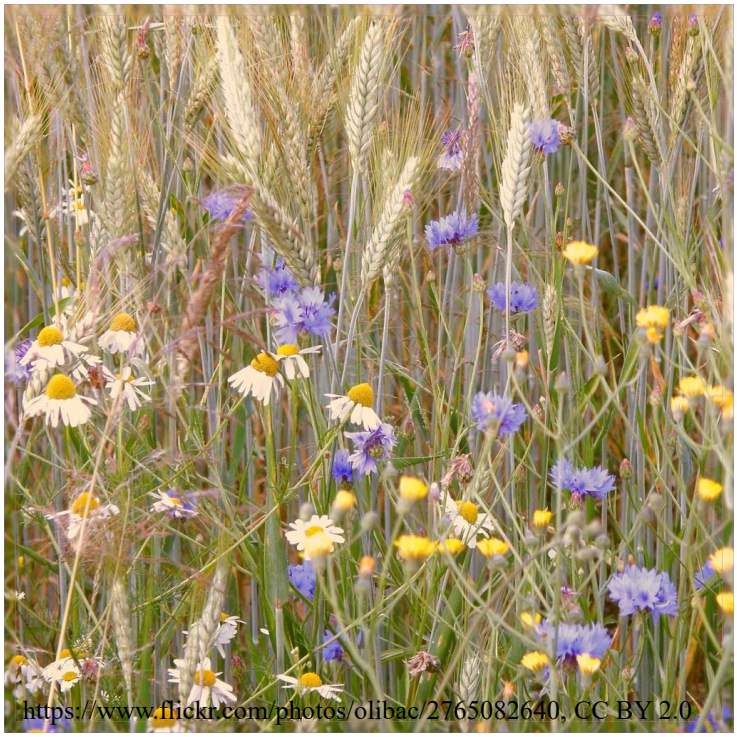
Comment conseillers et agriculteurs contribuent au développement d'un modèle d'aide à la décision pour la gestion agro-écologique de la flore adventice ?

Floriane Colas[1](post-doctorante) et les classes de 2GT6 et 2GT8 du lycée Condorcet de Saint-Quentin[2]*(la liste des élèves est mentionnée en fin d'article)*

Article original/*Original article*: Colas, F., Queyrel, W., Van Inghelandt, B., Villerd, J., Colbach, N. (2018), *Un OAD pour la gestion agroécologique des adventices,* Phytoma, 719, 14–17.

Institution :[1]Agroécologie, AgroSup Dijon, INRAE, Univ. Bourgogne, Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-21000 Dijon
[2]LGT Condorcet, 17, rue Henry Hertz, 02100 Saint-Quentin



https://www.flickr.com/photos/olibac/2765082640, CC BY 2.0

Résumé

Contexte – Afin de réduire l'utilisation d'herbicides[1], les agriculteurs ont besoin d'outils pour concevoir des stratégies de gestion des adventices[2] qui utilisent moins de désherbants chimiques. Dans ce but, un outil d'aide à la conception de systèmes de cultures réconciliant protection des

[1] Herbicide : produit chimique permettant l'éliminer les plantes indésirables

[2] Adventice : plante qui se développe dans le champ (ou l'agrosystème) sans avoir été semée par l'agriculteur ; elle est souvent appelée "mauvaise herbe" car elle peut limiter le développement de la culture, mais n'a en fait pas que des impacts négatifs

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.
Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

© les auteurs. Journal DECODER, publié par l'association DECODER/*the authors. Journal DECODER, published by DECODER association*
Journal DECODER, 2022.

cultures et des écosystèmes a été développé.

Etude – Tout d'abord, la structure de ce nouvel « Outil d'Aide à la Décision » (OAD) a été développée en interaction avec les futurs utilisateurs (conseillers et agriculteurs), par l'intermédiaire d'enquêtes et d'ateliers. Ensuite, le contenu biophysique[3] d'un modèle de recherche a été utilisé. Ce modèle, FLORSYS, analyse et modélise les effets des techniques de culture sur les adventices et la production agricole pour simuler numériquement la croissance des adventices en fonction des systèmes de culture, de la météo et du type de sol. Il en déduit des indicateurs[4] d'impact de l'ensemble des adventices sur la production agricole et sur les avantages que les adventices apportent à l'écosystème.

L'OAD résultant, DECIFLORSYS, est un outil informatique, qui est composé :

- de classements listant les techniques de culture qui ont le plus d'effets (ex : l'épandage de pesticides, le labour…)
- d'arbres de décision proposant des combinaisons de pratiques de cultures pour atteindre un objectif donné en termes d'impact de la flore adventice (ex. : rendre compatible les faibles pertes de rendement et le faible usage d'herbicides)
- d'un simulateur rapide permettant de tester sur ordinateur de nouveaux systèmes de culture en direct, notamment au cours d'un atelier impliquant des usagers dans la conception de systèmes de culture[5].

Mots-Clés – Gestion agroécologique, adventice, OAD, perte de rendement, biodiversité

I Gestion agro-écologique de la flore adventice

Imaginer des stratégies de gestion de la flore adventice est essentiel afin de suivre les lois françaises et européennes. Cependant, l'emploi du désherbage chimique, la solution la plus efficace, rapide et facile d'usage à ce jour, est aussi la cause de certains problèmes sanitaires et environnementaux, comme une diminution de la qualité de la production alimentaire qui peut contenir des produits potentiellement toxiques. Les autres techniques de traitement sont moins efficaces ou plus difficiles à mettre en œuvre. Elles doivent être associées à des méthodes préventives[6] qui limitent la multiplication des adventices, comme :

- la diversification de la rotation des cultures[7]

[3] Contenu biophysique : connaissances en biologie et physique

[4] Indicateur : un indicateur permet d'évaluer une situation précise. L'indicateur est plus ou moins précis (note de 1 à 20 ; critère qualitatif ; valeurs précises).

[5] Système de culture : ensemble de modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles travaillées de manière identique

[6] Méthode préventive : méthode qui empêche le développement des adventices – comme par exemple le faux-semis

[7] Rotation des cultures : alternance des cultures sur un terrain donné afin par exemple d'éviter le redéveloppement d'adventices qui ont déjà poussé l'année précédente et qui pourraient pousser l'année suivante ou éviter l'apparition d'adventices résistant aux herbicides ou éviter la propagation de maladies

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.
Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

© les auteurs. Journal DECODER, publié par l'association DECODER/*the authors. Journal DECODER, published by DECODER association*
Journal DECODER, 2022.

- le travail du sol pour vider le stock de graines d'adventices
- le retard de semis en automne qui permet de réaliser un travail superficiel du sol ou un faux-semis[8] supplémentaire avant la culture d'hiver pour éviter le pic de germination des adventices - c'est-à-dire le moment où il y a le plus de germination-
- le choix d'espèces et variétés de culture compétitives pour occuper l'espace.

L'ensemble doit être raisonné sur le long terme. La gestion de la flore adventice est complexe parce que les adventices ont leur rôle à jouer dans l'agroécosystème, en rendant des services écosystémiques. En effet ces adventices servent de ressources alimentaires pour les abeilles présentes dans le champ et sont une composante de la biodiversité[9] végétale propre aux champs cultivés. Créer un système de culture respectant cet équilibre en augmentant les avantages liés aux adventices, tout en limitant leurs inconvénients est complexe, d'autant plus que le système de culture se réfléchit sur le long terme. C'est pourquoi nous avons besoin d'outils pour aider les acteurs - agriculteurs et conseillers agricoles -, confrontés directement à la création de systèmes de culture (Colbach et al., 2018). Notre objectif était de co-développer, avec ces acteurs, un outil qui soit adapté à leurs besoins : un OAD[10] pour la gestion agroécologique des adventices.

Des OAD de ce type existent et répondent à des besoins spécifiques, par exemple : aider à reconnaître les espèces adventices, guider les traitements pour éliminer les « mauvaises herbes », guider la conception de nouveaux systèmes de culture économes en herbicides. Cependant, des experts ont identifié le besoin d'un outil à l'échelle système de culture et permettant de prendre des décisions stratégiques sur le long terme. Le projet CoSAC a donc comme buts :

- le développement d'un OAD prédisant les effets des pratiques agricoles et du pédoclimat[11] sur la flore adventice
- l'utilisation de cet outil pour concevoir des stratégies de gestion durable des adventices.

II Comment allier implication des utilisateurs et méthodes statistiques complexes pour développer un outil d'aide à la décision

Afin de concevoir un OAD permettant d'aider à la gestion agroécologique des adventices, nous avons besoin de (Colas, 2016) :

- un outil qui raisonne et évalue la gestion de la culture sur le long terme, et combine les pratiques culturales - comme le désherbage manuel ou le désherbage chimique

[8] Faux-semis : action de travailler le sol mais sans mettre de semences, ce qui favorise la germination des adventices et vide le stock de graines

[9] Biodiversité : diversité des espèces présentes

[10] Outil d'Aide à la décision : ensemble d'instruments qui permettent de résoudre un problème en aidant l'utilisateur à faire des choix

[11] Pédoclimat : ensemble des conditions de sol et de climat auquel est soumis une plante, connaissance essentielle pour déterminer par exemple si une culture se trouvera bien à un endroit particulier

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.
Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

© les auteurs. Journal DECODER, publié par l'association DECODER/*the authors. Journal DECODER, published by DECODER association*
Journal DECODER, 2022.

pendant la culture - pour contrôler les adventices
- un outil qui prenne en compte les techniques curatives alternatives[12] et la prévention des adventices
- un outil qui donne en résultat :
  - ✓ des indicateurs proches des problèmes des agriculteurs liés aux adventices, comme les pertes de rendement
  - ✓ des indicateurs pour le compromis de gestion durable des systèmes de culture, comme le maintien de la diversité des adventice

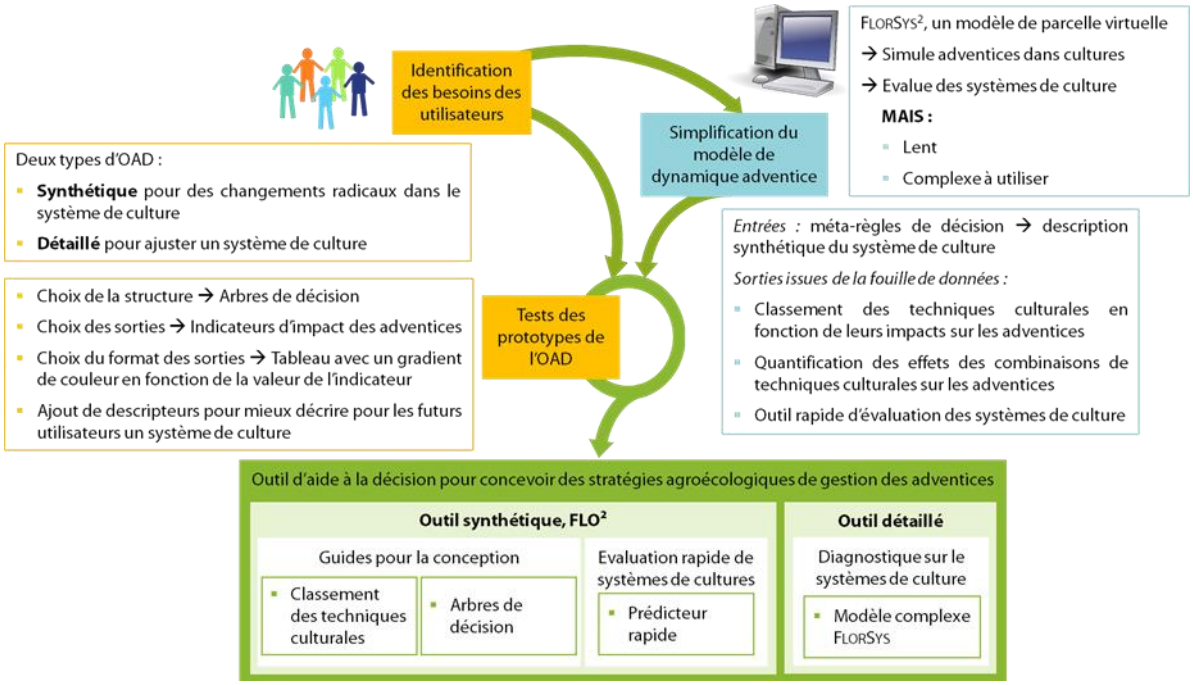


Figure 1 : Méthodologie et résultats de la conception d'un outil d'aide à la décision pour la gestion agro-écologique des adventices (Colas et al., 2018).

1 Implication des utilisateurs dans le développement de l'outil

Pour cela, il est nécessaire d'avoir à la fois un outil qui représente la complexité des interactions entre le système de culture et les adventices mais aussi un outil qui soit utile et utilisé. C'est pourquoi la démarche adoptée ici fait intervenir les agriculteurs et les conseillers agricoles dès les premières étapes du développement tout en utilisant au mieux un modèle existant, en le rendant plus facile et plus rapide à utiliser (Figure 1).

Les interventions avec ces personnes nous donnent le type, la structure et la forme de l'OAD à produire, tandis que la

[12] Technique curative alternative : technique qui permet d'éliminer les adventices quand elles ont poussé sans utiliser les pesticides - comme par exemple le désherbage mécanique (désherbage utilisant des outils et non des produits chimiques)

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.
Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

© les auteurs. Journal DECODER, publié par l'association DECODER/*the authors. Journal DECODER, published by DECODER association*
Journal DECODER, 2022.

simplification du modèle nous fournit le contenu de l'OAD. C'est en avançant en parallèle avec les utilisateurs et avec la simplification du modèle qu'on peut arriver à l'OAD résultant du meilleur accord entre les demandes des utilisateurs et les possibilités du modèle

2 Quels besoins des conseillers et agriculteurs ?

A l'aide d'un questionnaire en ligne, 40 conseillers agricoles et 6 agriculteurs ont été consultés pour définir quelle utilisation ils pourraient avoir d'un OAD au niveau de la gestion stratégique des adventices.

Deux types de besoins sont ressortis de l'enquête (Figure 1) :

1. utilisation d'un OAD pour **gérer la composition d'un nouveau système de culture** : nécessité d'un outil qui décrit le système de culture à une échelle synthétique de type règle de décision simplifiée (ex : fréquence du travail du sol ou proportion de culture de printemps dans l'alternance des cultures) ;
2. utilisation d'un OAD pour **améliorer un système existant** en ajustant le système de culture : besoin d'un outil qui décrit de façon complète le système de culture, par l'intermédiaire d'une liste d'opération détaillée.

Les futurs utilisateurs consultés ont donné leur avis sur ce que devait estimer l'OAD, notamment sur les indicateurs qu'il est possible de calculer avec le modèle (Colbach et al., 2017; Mézière, Colbach, et al., 2015; Mézière, Petit, et al., 2015). Les conseillers agricoles et les agriculteurs sont principalement intéressés par les indicateurs qui évaluent les dommages causés par les adventices à la production agricole, en termes de quantité et qualité, aspect indispensable pour que leur système de production soit rentable (Figure 2).

Cependant, ils sont nombreux à vouloir également inclure des impacts environnementaux - comme la participation des adventices à diminuer le lessivage de l'azote dans le sol - ou des impacts liés à la biodiversité - comme la présence de ressources alimentaires pour les abeilles ou pour les insectes qui mangent les graines des adventices - dans les critères d'évaluation des systèmes de culture.

Cette première interaction avec les utilisateurs démontre que nous disposions déjà d'un outil pour répondre au deuxième besoin, avec le modèle de recherche FLORSYS (voir présentation détaillée plus bas). Par contre, cette enquête démontrait aussi le besoin de développer un nouvel outil correspondant au premier besoin, que nous nommons DECIFLORSYS par la suite.

3 Comment combiner pratiques agricoles et connaissances scientifiques

Pour éviter de reprendre depuis le début la construction du nouvel outil DECIFLORSYS, nous avons décidé d'utiliser le logiciel FLORSYS comme réseau de champs virtuels[13] afin de pouvoir reproduire de nombreux

[13] Champs virtuels : champs simulés par un logiciel

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.
Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

© les auteurs. Journal DECODER, publié par l'association DECODER/*the authors. Journal DECODER, published by DECODER association*
Journal DECODER, 2022.

systèmes de culture, ce qui permet de modéliser plus simplement la relation entre le système de culture et les impacts des adventices. Les données utilisées proviennent de systèmes de culture existants : elles sont issues d'enquêtes en exploitation agricole, d'essais de systèmes de culture[14] et d'experts.

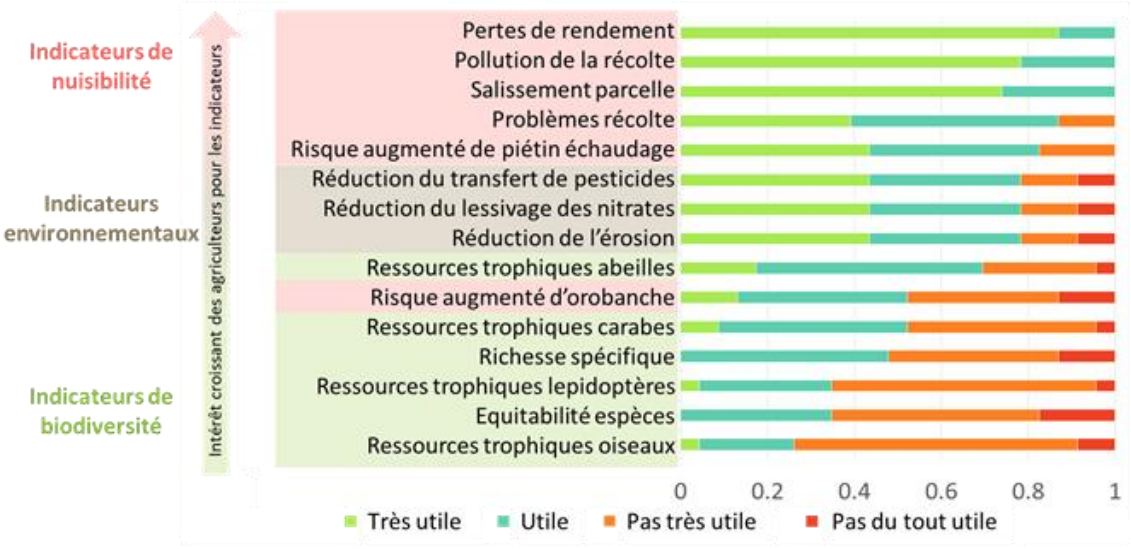


Figure 2 : Proportion des réponses d'un questionnaire en ligne évaluant l'utilité des indicateurs d'impact présents dans le modèle FLORSYS pour les conseillers agricoles (Colas et al., 2018).

Ces systèmes réels ont été complétés par des situations extrêmes, sans herbicides ou sans travail du sol, et par des systèmes de culture aléatoires pour découvrir des innovations inattendues.

Au total, 4102 systèmes ont été simulés sur 30 ans, afin d'identifier les effets à long terme. Les simulations ont été répétées avec 10 climats différents afin d'évaluer la résistance de ces systèmes face aux aléas climatiques[15]. Pour transformer ces données en OAD –DECIFLORSYS-, le modèle de recherche FLORSYS a été simplifié.

III Les différentes composantes de l'outil d'aide à la décision

1 L'outil DECIFLORSYS pour jeter les grandes lignes d'un système de culture

Le nouvel OAD développé avec les conseillers et agriculteurs, DECIFLORSYS, est composé de trois parties :

- partie 1 : un classement des techniques culturales qui ont le plus d'effet sur la flore adventice, qui entraine elle-même des conséquences sur la production agricole et la biodiversité. Ce classement

[14] Essai de système de culture : test des systèmes de culture dans des champs réels découpés en parcelles (en institut de recherche ou chez des agriculteurs volontaires)
[15] Aléa climatique : phénomène aléatoire lié au climat, comme les tempêtes, la sécheresse…

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.
Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

© les auteurs. Journal DECODER, publié par l'association DECODER/*the authors. Journal DECODER, published by DECODER association*
Journal DECODER, 2022.

permet d'aider l'utilisateur dans le choix des techniques qu'il peut modifier s'il veut améliorer ou concevoir un système de culture (Figure 3 : par exemple si on réduit le nombre d'opération destructives pendant le nourrissement des abeilles, on peut avoir un fort impact sur les adventices mais si on change le nombre de passage de rouleau cela n'aura pas un grand impact sur les adventices).

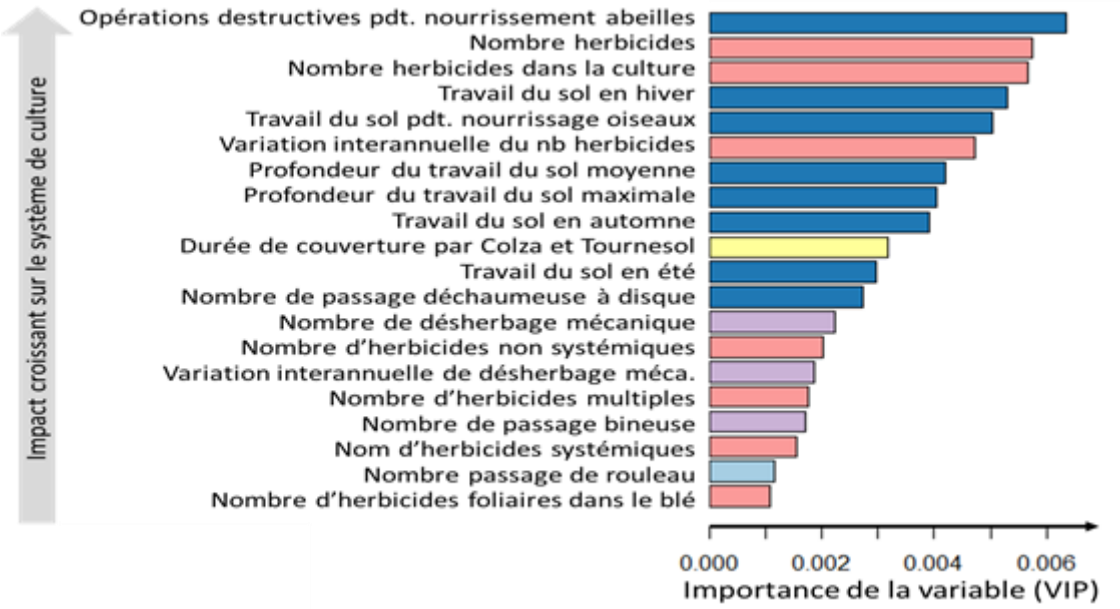


Figure 3 : Classement des 20 techniques culturales ayant le plus fort effet sur les impacts des adventices – les techniques culturales qui ont moins d'effet ne sont pas représentées- (Colas et al., 2018).

-partie 2 : un arbre de décision[16] (figure 4) Chaque entrée correspond à une règle de décision simplifiée qui résume le type de système de culture (par exemple : la fréquence moyenne de travail du sol, la proportion de cultures de printemps utilisées, etc…). Les sorties de l'arbre sont les indicateurs d'impact de la flore adventice, dont la plupart a été développée avec des agriculteurs.

[16] Arbre de décision : arbre constitué de propositions à partir desquelles on peut choisir parmi plusieurs décisions, représentées par des branches. Lorsque plusieurs arbres se succèdent, les feuilles positionnées à l'extrémité des dernières branches indiquent le résultat obtenu à la suite de l'ensemble des décisions prises.

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.
Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

© les auteurs. Journal DECODER, publié par l'association DECODER/*the authors. Journal DECODER, published by DECODER association*
Journal DECODER, 2022.

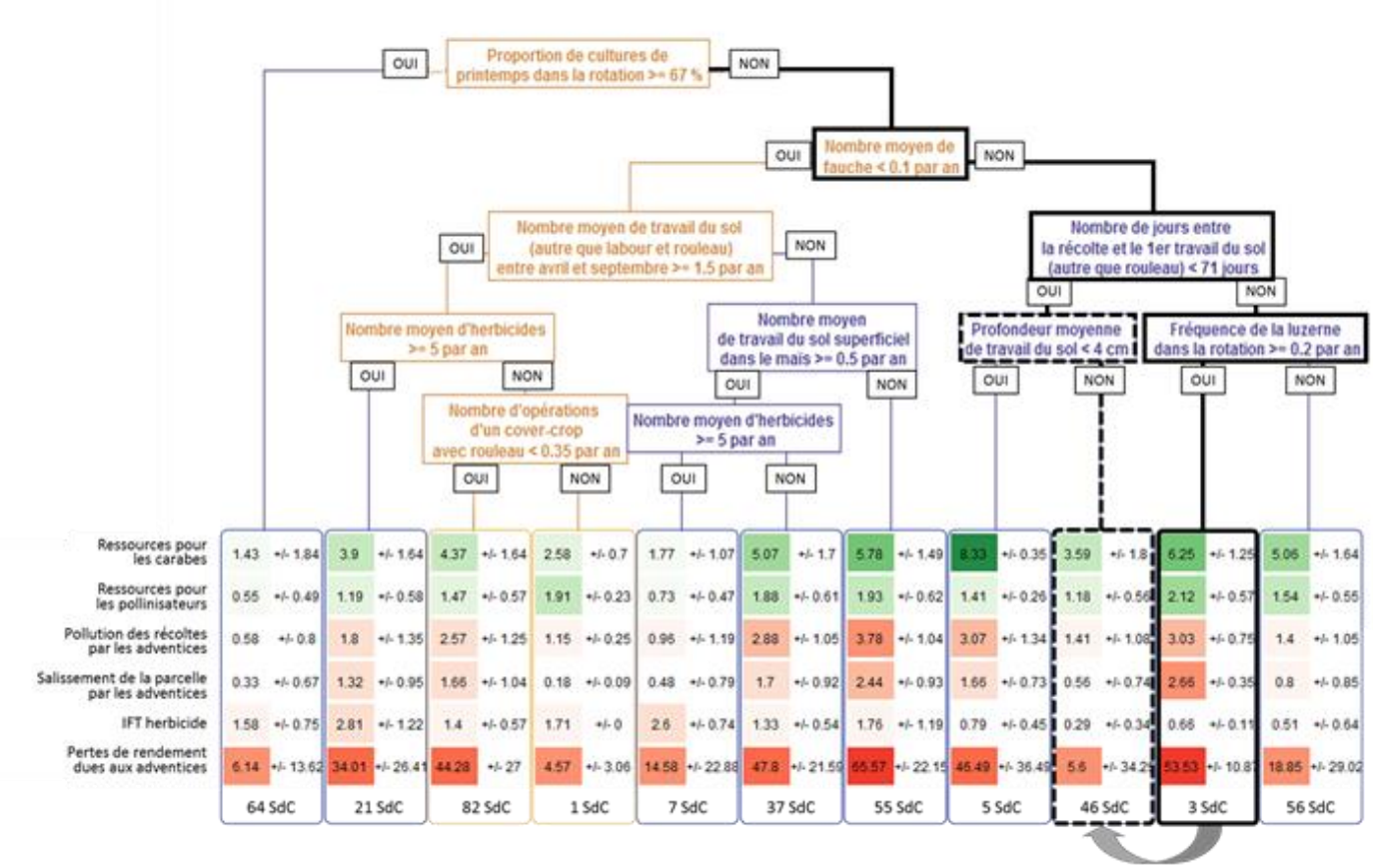


Figure 4 : Arbre de décision réalisé sur des systèmes de culture situés dans la région de la champagne humide et correspondant à la situation de production des agriculteurs du groupe de test de l'OAD. Les « feuilles » en bas de l'arbre (cadres) comportent les indicateurs d'impact des adventices sur la biodiversité, la nuisibilité des adventices pour la production agricole et l'usage d'herbicides. Les « branches » constituent des combinaisons de pratiques culturales. En orange, le chemin correspondant au système de culture actuel d'un agriculteur du groupe. Les indicateurs-cibles représentés ont été choisis par la conseillère du groupe d'agriculteurs. (Colas et al., 2018)

L'arbre peut se lire de haut en bas (« que se passe-t-il si… ») : en renseignant les différentes entrées (par exemple, sur la figure 4 , série de décisions en trait noir plein : moins de 67% de cultures de printemps dans la rotation, puis nombre de fauche supérieur à 0,1 par an, puis nombre de jours entre la récolte et le premier travail du sol supérieur à 71 jours, et enfin fréquence d'utilisation de la luzerne supérieure ou égale à 0,2 par an), on obtient en quelques secondes une estimation des impacts des adventices sur la production agricole et la biodiversité (si l'on suit le même exemple : mauvais résultats pour le rendement, le salissement de la parcelle et la pollution des récoltes par les adventices, mais bons résultats pour la biodiversité). Si le résultat n'est pas

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.
Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

© les auteurs. Journal DECODER, publié par l'association DECODER/*the authors. Journal DECODER, published by DECODER association*
Journal DECODER, 2022.

satisfaisant, l'utilisateur modifie les valeurs des entrées pour relancer le calcul.

L'arbre peut également se lire de bas en haut (« que faut-il faire pour … ») : toujours avec le même exemple, en traits noirs pointillés : pour améliorer les indicateurs concernant la récolte et l'utilisation des herbicides et conserver des indicateurs corrects de biodiversité, on peut choisir d'augmenter le nombre de jours entre la récolte et le premier travail du sol (supérieur à 71 jours) ainsi que d'augmenter la profondeur moyenne de travail du sol (supérieure à 4 cm).

- partie 3 : un calculateur qui prédit en quelques secondes les valeurs des indicateurs d'impact de la flore adventice sur le système à partir des entrées renseignées dans l'arbre de décision. Ce calculateur permet de trouver rapidement les modifications à apporter aux systèmes de culture pour faire bouger les impacts des adventices dans le sens qui nous convient.

2 La parcelle virtuelle FLORSYS pour ajuster finement le système

FLORSYS est une « parcelle virtuelle », où sont simulés les impacts du système de culture sur la croissance des mauvaises herbes à l'échelle de la parcelle, en fonction de l'humidité, de la température du sol et d'autres paramètres.

Les entrées du modèle sont les opérations culturales et les variables environnementales renseignées par l'utilisateur. Elles influencent le cycle de vie des adventices et des plantes cultivées. La croissance et la dynamique de ces plantes sont simulées en 3D et avec un pas de temps quotidien.

Cette approche produit des sorties très détaillées qui décrivent le couvert cultivé[17] et la flore adventice (par exemple, la densité des semences capables de donner une plante, la densité des graines dormantes et germées, la densité, la position, la biomasse et la croissance des plantes, ainsi que la production de graines). Ces informations permettent de comprendre l'effet et la performance de chaque technique et système de culture utilisés dans le champ. Pour faciliter la comparaison des systèmes de culture testés, ces données sont synthétisées sous forme d'indicateurs d'impact de la flore adventice sur la production agricole, la biodiversité et l'environnement physique (Figure 5).

[17] Couvert cultivé : plantes cultivées semées par l'agriculteur et présentes dans le champ

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.
Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

© les auteurs. Journal DECODER, publié par l'association DECODER/*the authors. Journal DECODER, published by DECODER association*
Journal DECODER, 2022.

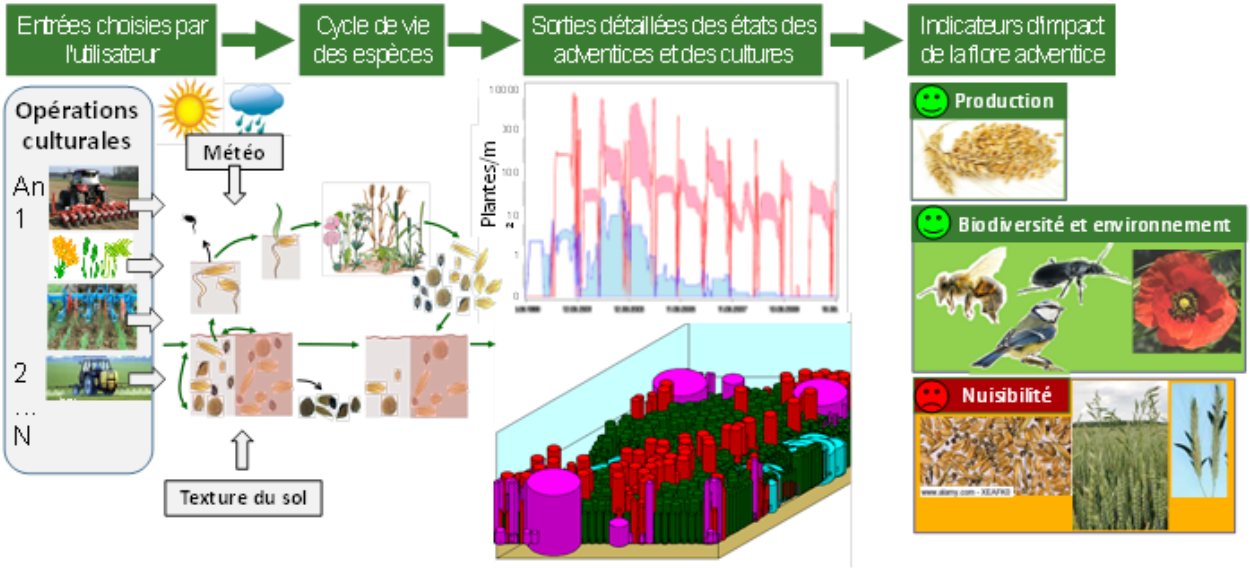


Figure 5 : Présentation schématique du fonctionnement du modèle de recherche FLORSYS (Colbach et al., 2021)

L'évaluation du modèle FLORSYS avec des données indépendantes provenant d'observations sur le terrain dans différences régions de France a montré que le rendement des cultures, la densité journalière d'adventices et les densités moyennées sur les années de simulations sont classées correctement par le modèle. On peut donc comparer les systèmes de culture entre eux, car l'erreur de prédiction est acceptable.

FLORSYS, par sa capacité à tester en virtuel de nombreux systèmes de culture très détaillés et à les évaluer par de nombreux indicateurs permet de faire une analyse détaillée du système de culture testé. Par exemple, les résultats de FLORSYS permettent de rechercher précisément les pratiques qui n'ont pas été suffisamment efficaces pour gérer les adventices à différentes étapes de la rotation. Cette complexité rend cependant l'utilisation de FLORSYS très lente. L'analyse d'un système de culture sur 30 ans et avec 10 répétitions climatiques peut demander jusqu'à 2 jours. C'est pourquoi on ne compare souvent qu'un petit nombre de systèmes de culture précis.

IV Exemple d'utilisation de l'outil d'aide à la décision avec des agriculteurs

Dans le cadre d'un atelier de co-conception de systèmes de culture (conception incluant agriculteurs, conseillers agricole et chercheurs), économes en désherbants et produisant malgré tout une récolte importante, ces deux outils, DECIFLORSYS et FLORSYS, ont été utilisés pour évaluer les propositions de système de culture conçus par des agriculteurs du GDA (Groupement de Développement Agricole) de Brienne. Lors de cet atelier les agriculteurs ont conçu des systèmes de culture. DECIFLORSYS est intervenu ensuite pour évaluer en direct les

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.
Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

© les auteurs. Journal DECODER, publié par l'association DECODER/*the authors. Journal DECODER, published by DECODER association*
Journal DECODER, 2022.

systèmes de cultures afin d'informer les agriculteurs de l'efficacité des différents systèmes de culture testés, grâce à son calculateur rapide.

Le **Tableau 1** synthétise les performances du système de référence et celles de plusieurs prototypes, estimées par ce calculateur. Les options testées dans le prototype B montrent bien que l'évaluation en direct a donné des pistes de réflexion sur les options choisies par les agriculteurs pour gérer les adventices, les encourageant à mobiliser d'autres moyens de gestion et ainsi relancer une boucle de conception. Par exemple, DECIFLORSYS permet de voir que combiner l'utilisation d'herbicides et le désherbage mécanique ne permet pas de réduire encore la perte de rendement comparé au désherbage mécanique seul ou à l'utilisation d'herbicide seul, mais qu'au contraire, elle réduit la biodiversité liée à la flore adventice.

Système de culture (*cultures de printemps en italique*, couverts soulignés)	Offre trophique pour		Nuisibilité pour la production agricole		
	Carabes	Abeilles	Perte de rendement	Pollution récolte	Salissement de la parcelle
Référence (colza/blé/blé/*orge*)	4.65	1.59	45.8	2.82	1.51
Prototype A[§]	4.60	1.59	31.8	2.37	1.02
Prototype B[$] avec herbicides	5.11	1.66	25.5	2.09	0.87
B avec désherbage mécanique	5.01	1.67	24.2	2.11	0.99
B avec herbicides + désh. méca.	4.82	1.60	23.7	2.03	0.84
B-lentille + désh. mécanique	5.07	1.74	40.6	2.68	1.28

[§]Colza+légmineuses/blé/couvert gélif puis *orge*/colza+pois/trèfle puis *tournesol* ou *betterave*/blé/orge

[$] Colza/blé/couvert gélif puis *orge*/couvert gélif puis *orge*/luzerne (2 ans)/blé/couvert gélif puis chanvre

Tableau 1 : Évaluation de l'impact de la flore adventice sur la biodiversité et la production agricole de systèmes de culture conçus par des agriculteurs en atelier, en utilisant le prédicteur rapide de DeciFlorSys.

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.
Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

© les auteurs. Journal DECODER, publié par l'association DECODER/*the authors. Journal DECODER, published by DECODER association*
Journal DECODER, 2022.

Ces ateliers ont aussi démontré que, malgré une interface un peu complexe qui reste à améliorer, DECIFLORSYS est déjà un outil capable d'appuyer la conception de nouveaux systèmes de culture. DECIFLORSYS et FLORSYS sont complémentaires. En effet, DECIFLORSYS peut s'utiliser à chaud pendant un atelier, en évaluant des propositions de système de culture pour avoir une vision globale de leurs performances, tandis que FLORSYS s'utilise plus à froid, entre deux ateliers, pour faire du diagnostic - avoir une évaluation plus précise du système de culture

Références :

Colas, F. (2016). *Which decision-support systems for sustainable weed management: Why, how and when to use it?* 7. International Weed Science Congress.

Colas, F., Queyrel, W., Van Inghelandt, B., Villerd, J., & Colbach, N. (2018). *Un OAD pour la gestion agroécologique des adventices*.

Colbach, N., Bockstaller, C., Colas, F., Gibot-Leclerc, S., Moreau, D., Pointurier, O., & Villerd, J. (2017). Assessing broomrape risk due to weeds in cropping systems with an indicator linked to a simulation model. *Ecological Indicators*, *82*, 280-292.

Colbach, N., Colas, F., Cordeau, S., Maillot, T., Queyrel, W., Villerd, J., & Moreau, D. (2021). The FLORSYS crop-weed canopy model, a tool to investigate and promote agroecological weed management. *Field Crops Research*, *261*, 108006. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.108006

Colbach, N., Favrelière, E., Munier-Jolain, N., & Pernel, J. (2018). Quels modèles, quels outils pour piloter la gestion durable de la flore adventice? In *Gestion durable de la flore adventice des cultures* (Editions Quae, p. 354). Éditions Quæ.

Mézière, D., Colbach, N., Dessaint, F., & Granger, S. (2015). Which cropping systems to reconcile weed-related biodiversity and crop production in arable crops ? An approach with simulation-based indicators. *European Journal of Agronomy*, *68*, 22-37.

Mézière, D., Petit, S., Granger, S., Biju-Duval, L., & Colbach, N. (2015). Developing a set of simulation-based indicators to assess harmfulness and contribution to biodiversity of weed communities in cropping systems. *Ecological Indicators*, *48*, 157-170.

Ont participé au travail d'écriture de cet article, en collaboration avec Floriane Colas, chercheuse en Agroécologie (par ordre alphabétique) : Mathilde DESPIERRE-THOMAS ; Noam LEBIBAT ; Corentin LEFEBVRE ; Antoine MOLINARO ; Kenneth SUINDJA-KANTOU ; Younès TOUAHRIA.

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.
Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

© les auteurs. Journal DECODER, publié par l'association DECODER/*the authors. Journal DECODER, published by DECODER association*
Journal DECODER, 2022.

Comment citer cet article : Floriane Colas et la 2nde GT6 et GT8 du lycée Condorcet (St Quentin (FR)), *Comment conseiller et agriculteurs contribuent au développement d'un modèle d'aide à la décision pour la gestion agro-écologique de la flore adventice ?,* Journal DECODER, 2022-07-30)

Article en accès libre sous licence Creative Commons (CCAL) : cet article est en téléchargement et diffusion libre sans but commercial ni modification et doit être cité comme mentionné en fin d'article ou sur le site du journal.
Free access article under Creative Commons licence: this article can be downloaded and shared without any commercial purpose and cannot be modified. It must be cited as mentioned at the end of the article or in the journal website.

© les auteurs. Journal DECODER, publié par l'association DECODER/*the authors. Journal DECODER, published by DECODER association*
Journal DECODER, 2022.