

Projet ANR- 14-CE18-0007

CoSAC

**Conception de Stratégies durables de gestion des Adventices dans un
contexte de Changement (Climat, pratiques agricoles, biodiversité)**

Programme ANR

Axe « productions durables »

Défi « sécurité alimentaire et défi démographique »

A	IDENTIFICATION LAURE	2
B	RESUME CONSOLIDE PUBLIC	2
B.1	Résumé consolidé public en français	2
B.2	Résumé consolidé public en anglais.....	3
C	MEMOIRE SCIENTIFIQUE	5
C.1	Résumé du mémoire	5
C.2	Enjeux et problématique, état de l'art	5
C.3	Approche scientifique et technique.....	6
C.4	Résultats obtenus	6
C.4.1	Étude de processus	6
C.4.2	Évaluation au champ	7
C.4.3	Développement d'outils et de modèles	8
C.4.4	Conception et évaluation de systèmes de culture Évaluation	8
C.4.5	Valorisation : implication des conseillers et agriculteurs	9
C.5	Exploitation des résultats.....	10
C.6	Discussion	10
C.7	Conclusions.....	11
C.8	Références	11
D	LISTE DES LIVRABLES.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
E	IMPACT DU PROJET	16
E.1	Indicateurs d'impact	16
E.2	Liste des publications et communications tous.....	17
E.2.1	International	17
E.2.2	France	21
E.2.3	Rapports de recherche et rapport de stage	23
E.2.4	Action de Diffusion	24
E.3	Liste des éléments de valorisation.....	25
E.4	Bilan et suivi des personnels recrutés en CDD (hors stagiaires)	Erreur ! Signet non défini.

A IDENTIFICATION

Acronyme du projet	CoSAC
Titre du projet	Conception de Stratégies durables de gestion des Adventices dans un contexte de Changement (Climat, pratiques agricoles, biodiversité)
Coordinateur du projet (société/organisme)	Nathalie COLBACH (INRA, UMR Agroécologie, Dijon)
Période du projet (date de début – date de fin)	01 janvier 2015 - 30 sept 2019
Site web du projet, le cas échéant	https://www.projet-cosac.fr/

B RESUME CONSOLIDE PUBLIC

B.1 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN FRANÇAIS

Des stratégies durables pour gérer les adventices : rêve ou réalité ?

Un besoin criant de connaissances et d'outils pour gérer durablement les adventices, un bioagresseur très nuisible mais un pilier de la biodiversité

La flore adventice est nuisible pour la production mais c'est aussi un des piliers de la biodiversité dans les paysages agricoles. La réduction de l'usage d'herbicides demandée par le plan ECOPHYTO implique que sa gestion doit dorénavant combiner l'ensemble des leviers du système de culture. L'objectif du projet CoSAC était de concevoir, d'évaluer et de promouvoir des systèmes de culture conciliant réduction d'usage des herbicides, maintien de la production agricole et préservation de la biodiversité. Pour cela, il était nécessaire de : (1) mieux comprendre et prédire le fonctionnement de l'agroécosystème, notamment les mécanismes biophysiques régissant la dynamique des communautés adventices, (2) évaluer l'effet des techniques culturales innovantes sur cette flore, (3) développer des modèles et outils d'aide à la décision pour la conception de systèmes et leur évaluation multicritère afin de les utiliser pour (4) proposer des stratégies durables de gestion adaptées aux contraintes (5) intégrer conseillers et agriculteurs tout au long du projet pour s'assurer que les outils et innovations développés soient effectivement opérationnels.

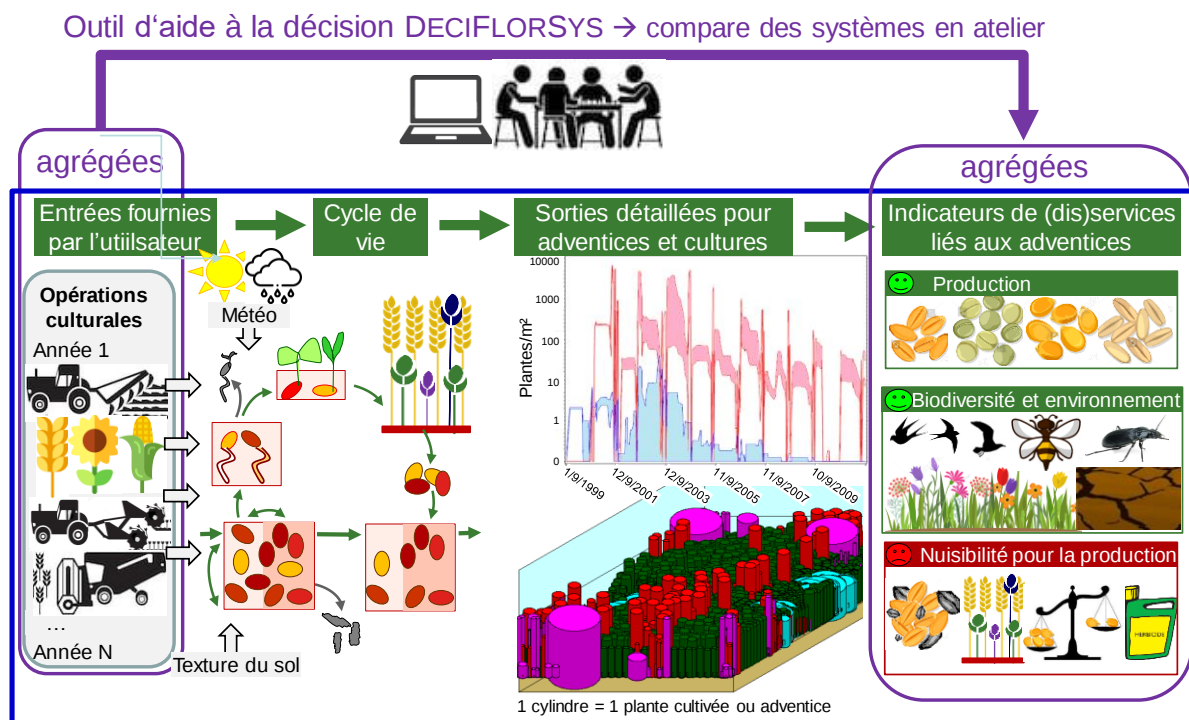
Diversifier les approches et outils face à une diversité d'impacts des adventices, de contraintes des agriculteurs et de stratégies de gestion

Au champ, des essais ont permis de quantifier et d'analyser les effets et la robustesse de techniques et/ou combinaisons de techniques innovantes dans différents contextes pédoclimatiques et de flores adventices. En parcelles jardinées et en serre, ils ont permis d'analyser les processus biophysiques sous-jacents. En effet, connaître les causes d'un effet est essentiel pour savoir dans quelles conditions et avec quelle ampleur les innovations techniques vont être efficaces. Des connaissances ont ainsi été produites pour améliorer le modèle FLORSYS qui simule les démographie, croissance et reproduction des flores adventices et couverts cultivés. FLORSYS a servi de champ virtuel pour évaluer l'impact des adventices sur la production agricole et sur la biodiversité dans des systèmes innovants co-conçus. FLORSYS a aussi été adapté en un nouvel outil d'aide à la conception de systèmes de culture (DECIFLORSYS). Afin de faciliter la valorisation et le transfert des résultats, des conseillers et agriculteurs ont été impliqués à toutes les étapes du développement des outils, de la conception et évaluation des systèmes innovants, via des formations, enquêtes et ateliers participatifs.

Ces approches montrent qu'il n'y a pas de corrélation entre l'intensité d'usage d'herbicide des agriculteurs et les biomasse adventice et perte de rendement, parce que les agriculteurs compensent la réduction d'herbicide par des pratiques alternatives. Différentes stratégies conciliant faible perte de rendement et faible usage d'herbicides ont été identifiées. Les agriculteurs ont montré leur intérêt pour la conception assistée par modèles, DECIFLORSYS offrant une évaluation immédiate en atelier alors

que FLORSYS et DEXiPM permettent l'ajustement fin des pratiques et le diagnostic global des performances.

Deux logiciels sont en cours de dépôt à l'agence de protection des programmes. 26 articles ont été publiés dans des revues scientifiques (et 7 sont en préparation), portant notamment sur les mécanismes impliqués dans la régulation des adventices par la compétition avec les cultures (6) ou en parcelles non travaillées (2), la détection automatisée des adventices (3), sur la performance de stratégies de travail du sol, de couverts d'interculture et de associations de cultures (3), l'évaluation, l'amélioration et la transformation de FLORSYS (10) et l'évaluation et la conception de systèmes de culture (12).



Modèle de recherche FLORSYS → évalue et diagnostique les performances des systèmes

Fonctionnement de l'agroécosystème étudié dans le projet CoSAC pour la gestion durable des adventices, schématisé à l'aide de deux modèles. (1) Le modèle de recherche FLORSYS (rectangle bleu) simule le développement et la croissance des cultures et 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. (2) L'outil d'aide à la décision DECIFLORSYS (cadres et flèches violets) calcule directement les (dys)services fournis par les adventices à partir des entrées de systèmes de culture.

CoSAC est un projet de recherche et développement coordonné par Nathalie Colbach (Agroécologie, INRA, AgroSup Dijon). Il associe trois autres unités INRA (Eco-Innov Grignon, LAE Nancy-Colmar, PSH Avignon), ainsi que trois instituts techniques (Arvalis Institut du Végétal, Terres Inovia, ACTA) et un cabinet d'expertise-conseil agricole (Agrosolutions). Le projet a commencé en janvier 2015 et a duré 54 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 498 k€ pour un coût global de l'ordre de 1925 k€.

B.2 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN ANGLAIS

Sustainable weed management strategies: fact or fiction?

Weed floras are harmful for crop production but essential for biodiversity in agricultural landscapes. The reduction in herbicide use required by the ECOPHYTO plan implies that weed management must now rely on a judicious combination of all components of the cropping system. The objective of the CoSAC project was to design, evaluate and promote cropping systems that reconcile reduced herbicide use, crop production and biodiversity conservation. To this end, we needed to (1) better understand and predict the functioning of the agroecosystem, particularly the biophysical mechanisms driving

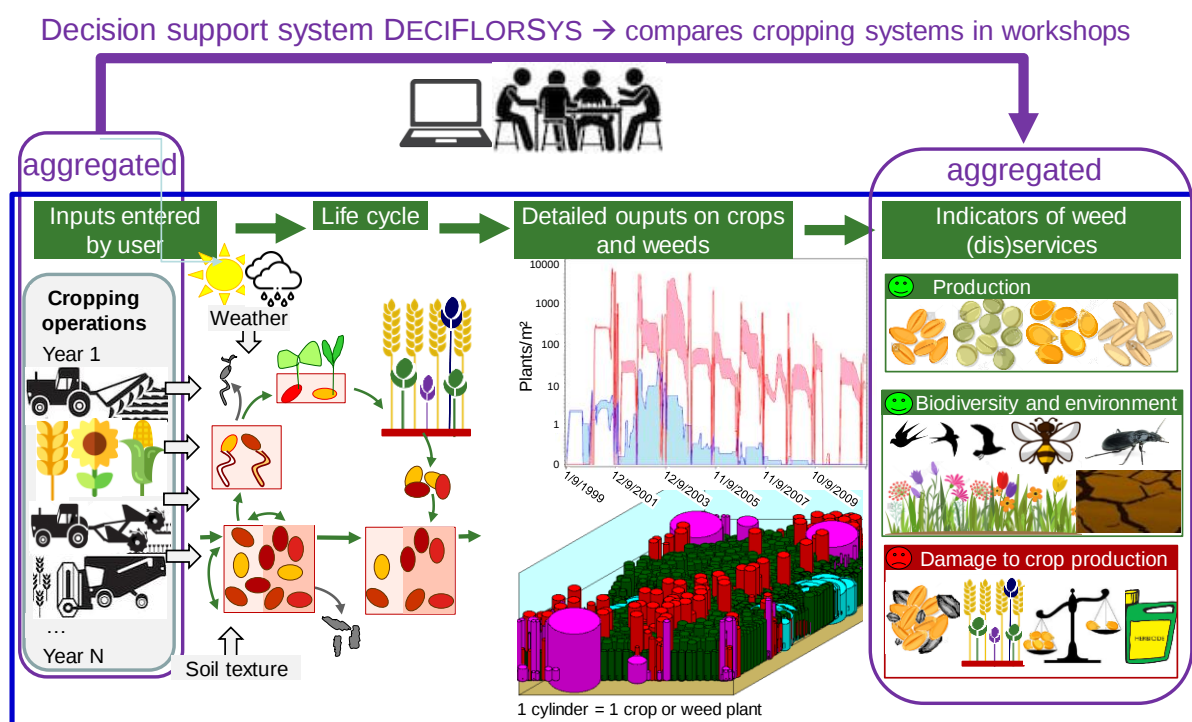
weed dynamics, (2) evaluate the effects of innovative cropping techniques on the weed flora, (3) develop models and decision support systems for cropping system design and multicriteria evaluation, (4) use these tools to design sustainable weed management strategies adapted for farmers' constraints, (5) integrate advisors and farmers throughout the project to ensure that the newly developed tools and innovations are operational.

Diversify approaches and tools to tackle the diversity of weed impacts, farmers' constraints and management strategies

Field trials allowed quantifying and analysing effects and robustness of innovative cropping techniques and their combinations for different pedoclimates and weed floras. Greenhouse and garden-plot experiments allowed analysing the underlying biophysical processes. Knowing the causes of effects is essential to determine in which conditions innovative practices will be efficient and how much. This knowledge was also used to improve the FLORSYS model which simulates the demography, growth and reproduction of weed floras and crop canopies. FLORSYS was used as a virtual experimental field to evaluate weed impacts on crop production and biodiversity in innovative cropping systems co-designed with farmers. FLORSYS was also transformed into a novel tool to support cropping-system design (DECIFLORSYS). In order to promote and transfer the project results, advisors and farmers were implicated during model development as well as cropping-system design and evaluation, via training sessions, surveys and participatory workshops.

These approaches demonstrate that farmers' herbicide use intensity is not linked to either weed biomass or crop yield loss because farmers compensate reduced herbicide use by alternative curative and preventive practices. Different strategies reconciling reduced yield loss and reduced herbicide use were identified. Farmers were greatly interested in model-supported cropping-system design, with DECIFLORSYS allowing an immediate evaluation during workshops whereas FLORSYS allowed fine-tuning and diagnosing practices and DEXiPM a global multicriteria evaluation of cropping-system performances.

Two softwares are being field at the agency for the protection of programmes. 26 papers were published in scientific journals (and 7 are in preparation), on the mechanisms driving weed regulation via competition by crops (6) or in untilled fields (2), automatized weed detection (3), the performance of tillage strategies, cover crops and intercropping (3), the evaluation, improvement and transformation of FlorSys (10) and cropping-system evaluation and design (12).



Research model FLORSYS → evaluates and diagnoses performances of cropping systems

Functioning of the agroecosystem studied in the CoSAC project aiming at sustainable weed management, as summarized in two models. (1) the FLORSYS research model (blue rectangle) simulates the development and growth of crops and weeds from cropping system, weather and soil, with a mechanistic representation of biophysical processes at a daily time step and in 3D. (2) The decision support system DECIFLORSYS (purple rectangle and arrows) directly calculates weed (dis)services from cropping system inputs.

CoSAC is a research and development project coordinated by Nathalie Colbach (Agroécologie, INRA, AgroSup Dijon). The project includes three other INRA units (Eco-Innov Grignon, LAE Nancy-Colmar, PSH Avignon) as well as three technical institutes (Arvalis Institut du Végétal, Terres Inovia, ACTA) and an agricultural consulting firm (Agrosolutions). The project started in January 2015 and lasted for 54 months. It received a 498 k€ funding from ANR for a total cost of approximately 1925 k€.

C MEMOIRE SCIENTIFIQUE

Mémoire scientifique confidentiel : non

C.1 RESUME DU MEMOIRE

La flore adventice est nuisible pour la production mais c'est aussi un des piliers de la biodiversité dans les paysages agricoles. La réduction de l'usage d'herbicides demandée par le plan ECOPHYTO, implique que sa gestion doit dorénavant combiner l'ensemble des leviers du système de culture. L'objectif du projet CoSAC était de concevoir, d'évaluer et de promouvoir des systèmes de culture conciliant réduction d'usage des herbicides, maintien de la production agricole et préservation de la biodiversité. Pour cela, il était nécessaire de : (1) mieux comprendre et prédire le fonctionnement de l'agroécosystème, notamment les mécanismes biophysiques régissant la dynamique des communautés adventices, (2) évaluer l'effet des techniques culturales innovantes sur cette flore, (3) développer des modèles et outils d'aide à la décision pour la conception de systèmes et leur évaluation multicritère afin de les utiliser pour (4) proposer des stratégies durables de gestion adaptées aux contraintes (5) intégrer conseillers et agriculteurs tout au long du projet pour s'assurer que les outils et innovations développés soient effectivement opérationnels.

C.2 ENJEUX ET PROBLEMATIQUE, ETAT DE L'ART

Dans le cadre de la réduction de l'usage d'herbicides demandée par les réglementations française (plan ECOPHYTO) et européenne (Directive 2009/128/EC), la gestion des adventices est amenée à évoluer. La flore adventice est très nuisible pour la production [1]¹ mais elle est aussi un des piliers de la biodiversité des paysages agricoles [2; 3]. Les adventices sont souvent considérées comme le frein majeur à la réduction des pesticides [4]. En effet, les stratégies économes en herbicides doivent combiner l'ensemble des composantes du système de culture pour aboutir à une gestion intégrée souvent appelée "many little hammers" [5-7]. L'expérience passée a par ailleurs montré que les innovations dont les performances ont été démontrées ne sont pas pour autant adoptées par les agriculteurs [8].

L'objectif du projet CoSAC était de **concevoir, d'évaluer et de promouvoir des systèmes de culture** qui concilient (i) la **réduction d'usage des herbicides**, (ii) le maintien de la **production agricole** et (iii) la préservation de la **biodiversité**, le tout dans un contexte de **changement global** (des pratiques agricoles, du contexte climatique et des communautés végétales, e.g. apparition d'espèces envahissantes ou résistantes aux herbicides). Pour cela, il était nécessaire de : (1) mieux comprendre et prédire le fonctionnement de l'agroécosystème, particulièrement les mécanismes biophysiques régissant la dynamique des communautés adventices, (2) évaluer l'effet des techniques culturales innovantes (plantes de service, traitement localisé...) en termes d'impact sur la flore adventice, (3) proposer des stratégies de gestion des adventices adaptées aux contraintes de la profession agricole et répondant au triple enjeu de la durabilité.

¹ Les nombres entre crochets renvoient à la liste bibliographique en section 0. En vert, les publications issues des colloques CoSAC en annexe de ce mémoire ; en bleu, d'autres publications produites pendant le projet.

Compte tenu de la complexité des processus en jeu et l'échelle temporelle concernée, l'expérimentation s'avère insuffisante et la modélisation est alors indispensable. Parmi les méthodes de conception de systèmes de culture à mettre en œuvre dans ce cadre [9], les approches *in silico* permettent de tester une large gamme de systèmes agricoles sur le long terme. Combiner la simulation avec des méthodes d'optimisation pour faire évoluer des systèmes de culture pour les faire correspondre à des objectifs et contraintes [10; 11] permet notamment d'investiguer des possibilités sans limitation par les connaissances et l'imagination des utilisateurs du modèle. Les modèles sont aussi souvent présentés comme susceptibles de favoriser les apprentissages individuels et collectifs en les utilisant comme outils de débat [12] [13].

La modélisation était donc centrale dans ce projet, pour identifier des lacunes de connaissances, synthétiser des résultats expérimentaux, expérimenter *in silico* des systèmes de culture innovants, évaluer leur durabilité et servir comme support lors de l'interaction avec les acteurs. Parmi les nombreux modèles de dynamique adventice existants [14], FLORSYS [15-19] était celui (au niveau national et international) qui répondait le mieux à ce cahier des charges. Ce modèle mécaniste simule les démographie, croissance et reproduction des flores adventices et couverts cultivés à partir du système de culture et du pédo-climat. Il évalue l'impact des adventices à la fois sur la production agricole et sur la biodiversité. Pour les besoins du projet, FLORSYS a été amélioré, transformé et utilisé en synergie avec des modèles d'évaluation multicritère (Systerre, DEXiPM, [20; 21]).

C.3 APPROCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Des essais au champ et en conditions contrôlées ont été menés pour étudier les effets des techniques et/ou combinaisons de techniques innovantes pour lesquelles les mécanismes et processus biophysiques sous-jacents étaient mal connus. L'objectif était double : (1) quantifier et analyser les effets de ces techniques et leur robustesse dans différentes gammes pédoclimatiques et de flores adventices ; (2) analyser les processus biophysiques sous-jacents à l'aide d'expérimentations analytiques puis les intégrer dans FLORSYS. Ce modèle a ainsi été amélioré, puis utilisé comme champ expérimental virtuel pour développer des outils et méthodes pour l'évaluation multicritère *in silico* de systèmes de culture ainsi que pour la conception multi-objectifs de systèmes de culture innovants.

Des enquêtes auprès d'agriculteurs ont permis d'identifier certains freins à l'adoption d'innovations techniques. Une large gamme de systèmes de culture existants et prospectifs a été évaluée à l'aide de FLORSYS et des outils dérivés. Enfin, sur la base de ces diagnostics et en intégrant le corpus de connaissances issu des autres tâches, de nouveaux systèmes ont été conçus à dire d'experts et en ateliers avec des agriculteurs, puis leur durabilité globale évaluée, afin de donner aux agriculteurs des clefs de choix non seulement techniques mais aussi économiques, sociales et environnementales.

Afin de faciliter le transfert des résultats, des conseillers et agriculteurs ont été impliqués à toutes les étapes lors du développement des nouveaux outils et systèmes de culture via des formations, enquêtes et ateliers participatifs. Deux colloques ont été organisés, auxquels des acteurs nombreux et divers ont assisté. Plusieurs articles de transfert et de valorisation ont été publiés. Les outils et résultats produits sont également à la base de modules d'enseignement dans des écoles d'agronomie.

C.4 RESULTATS OBTENUS

C.4.1 ÉTUDE DE PROCESSUS

Analyse des mécanismes impliqués dans la régulation des adventices par la compétition générée par les cultures (de rente et de services). Nous avons mesuré une série de traits sur une large gamme d'espèces (cultivées et adventices) pour caractériser les processus clefs relatifs à la compétition pour la lumière (croissance initiale, morphologie aérienne potentielle et réponse de cette morphologie à l'ombrage, L121a², [22]), l'azote (architecture racinaire, demande en azote et valorisation de l'azote au sein de la plante, L122b, L122c, [23] [24; 25]) et l'eau (réponse de la morphologie à la disponibilité en eau, [26] [27; 28]). Nous avons pu lier les comportements des espèces à des grandes caractéristiques (par ex, la surface foliaire initiale augmente avec le poids des semences, les paramètres d'architecture racinaire dépendent fortement de la famille botanique...) (L121b, L122d). Ces informations simplifieront la caractérisation de nouvelles espèces [29]. Nous avons identifié les traits des cultures qui permettent de minimiser la perte de rendement due à la compétition avec les adventices pour la lumière (par ex, elles ont des feuilles larges et fines et les plantes sont plus larges pour une même biomasse) [22] [30]. Par ailleurs, une synthèse bibliographique a visé à comprendre

² Les Lxxx renvoient à la liste des livrables au chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

les processus impliqués dans les transferts d'azote dans le sol à partir d'engrais granulaires (L122a, [31]). Il pourrait être avantageux de localiser l'engrais sur la ligne de semis pour favoriser la compétitivité de la culture au détriment des adventices.

Analyse des mécanismes impliqués dans la régulation des adventices en parcelles non-travaillées.

Une analyse bibliographique et des essais ont mis en évidence que le niveau de travail du sol peut entraîner des modifications des propriétés physiques du sol et impacter les conditions d'évaporation dans les premiers centimètres (L123a). Afin de simuler avec plus de précision l'évolution de la teneur en eau, variable déterminante pour la prédiction de la germination des graines d'adventices, un axe de travail a consisté à améliorer dans FLORSYS la prédiction des conditions hydromécaniques dans le premier centimètre de sol [32]. En parallèle, une expérimentation a montré que l'enfouissement naturel des semences adventices en sol non travaillé dépend de leurs caractéristiques, mais reste faible (L123b). Ce non enfouissement ainsi que la présence d'un couvert réduisent la germination et la croissance des espèces adventices annuelles. Le stress hydrique amplifie ces effets [33] [34].

Analyse des mécanismes impliqués dans la détection automatisée des adventices. La détection automatisée des adventices par drone a permis l'élaboration d'un modèle de chaîne d'acquisition d'images. Une base de données spectrales de réflectance pour des espèces cultivées et adventices a été établie (L124a). Des ortho-photographies et images ortho-rectifiées ont été acquises à l'aide d'un capteur multi-spectral (résolutions spatiales de 6 mm et 6 cm) et analysées grâce à des relevés floristiques géo-référencés. Une classification spectrale basée sur un apprentissage issu des informations spatiales a été développée, améliorant ainsi la détection des adventices. Concernant la détection par robot terrestre, l'évaluation d'un système commercial de désherbage localisé a été réalisée grâce à la localisation des adventices dans l'inter-rang (L124b) [35] [36; 37].

C.4.2 ÉVALUATION AU CHAMP

L'objectif était de quantifier et analyser les effets de la diversification des couverts couplés à différents niveaux de travail du sol dans plusieurs contextes pédoclimatiques et floristiques. Un protocole de relevé de flore a été co-construit pour faciliter le regroupement des données entre essais et partenaires. Une étude a été menée pour identifier le type d'échantillonnage à réaliser pour caractériser la flore en semis direct [38]. En complément, les méthodologies à mobiliser pour analyser l'effet de pratiques individuelles dans des systèmes de culture aux effets multiples ont été répertoriées (L11b).

Une synthèse d'essais des trois partenaires impliqués (incluant des essais ou des réseaux d'essais factoriels annuels, des essais factoriels de longue durée et des essais système) a été menée (L11a, L11c, L11d) [39; 40]. Elle met en évidence plusieurs résultats majeurs :

- Les couverts (d'interculture ou associés au colza) peuvent réduire la levée et le développement de la flore adventice présente en même temps qu'eux. En revanche, aucun effet n'a été mesuré dans les cultures suivantes. C'est une flore différente effectuant son cycle à une autre saison que celle des couverts et, souvent, la préparation du sol au semis ou le désherbage a « remis la flore à zéro ».
- L'effet du type de travail du sol sur la flore est plus marqué que l'effet des couverts mais dépend de sa date de réalisation. Les essais d'Arvalis à Boigneville (91) confirment que le labour est un élément important pour gérer la flore adventice, surtout graminée. En situation de non-labour, le semis direct sans flux de terre limite les levées davantage que le travail superficiel.
- Les interactions entre travail du sol et couverts (associés ou d'interculture) complexifient l'identification des effets singuliers. Néanmoins, l'effet des couverts est plus visible en semis direct, ceci en faisant un pilier fort de la régulation biologique dans ces systèmes.
- D'autres facteurs influencent les adventices (climat, type de sol, culture en place, historique de la parcelle, etc.). Ceci impose de raisonner la gestion des adventices à l'échelle du système de culture, en gardant la flexibilité et l'opportunisme nécessaires pour continuer de « surprendre » les adventices.

Un essai analytique portant sur l'effet du mode de gestion des couverts sur la flore adventice dans le couvert et la culture suivante [41] a montré que l'augmentation du nombre d'espèces composant le couvert ne permet pas de mieux concurrencer les adventices. Un apport d'azote au semis permet au couvert de produire plus de biomasse mais ne réduit pas le salissement dans le couvert. Comparé à l'action du gel ou au roulage des couverts sur le gel, la destruction chimique du couvert (glyphosate) a réduit l'infestation des adventices dans la culture suivante. Les couverts ne peuvent pas à eux seuls assurer une régulation complète des adventices et cela s'observe sur la culture suivante. Ils doivent donc être épaulés par d'autres pratiques à l'échelle de la rotation pour limiter l'utilisation d'intrants.

C.4.3 DEVELOPPEMENT D'OUTILS ET DE MODELES

À l'issue du projet, trois modèles sont disponibles. Suite une première évaluation [42] [43], la parcelle expérimentale virtuelle FLORSYS a été améliorée pour intégrer de nouvelles techniques culturales (ex. traitement herbicide localisé) L212 [44], de nouveaux processus pour simuler l'effet de ces techniques (ex. système racinaire, absorption et utilisation de l'azote, résistance aux herbicides) (L211a, L214, L215) [45-47] [48; 24; 32; 49; 25], de nouveaux d'indicateurs de (dys)services liés à flore adventice (ex. offre trophique pour différentes guildes de pollinisateurs, réduction de lixiviation d'azote) L216 [50-53] [54; 55] ou de nouvelles questions (ex. modéliser la dispersion de semences adventices dans des îlots de parcelles pour évaluer séparation vs partage des terres pour concilier production et biodiversité) L213 [56; 57] [58; 59]. Une réévaluation de la nouvelle version a montré une nette amélioration de la qualité de prédiction L211b.

DECIFLORSYS (L23b, L23c) [60-62] [63-65] est un outil d'aide à la décision développé à partir d'expérimentations *in silico* avec FLORSYS (L221a), en interaction avec les futurs utilisateurs lors d'ateliers de co-conception (L23a). Il est composé (1) d'une grille indiquant les techniques culturales à modifier en priorité pour impacter la flore adventice, (2) d'arbres de décision par contexte de production, permettant de répondre à la question "que faut-il faire pour atteindre l'objectif x ?", (3) d'un prédicteur ultrarapide calculant l'usage herbicide et les services (biodiversité...) et dys-services (ex. perte de rendement) résultant des systèmes de culture proposés par l'utilisateur.

ECOHERBI [66; 67] est un guide interactif (sous forme d'application web) pour les grandes cultures qui propose des successions culturales, des leviers alternatifs (couverts, faux-semis, labour, décalage de la date de semis...), et des itinéraires techniques de désherbage pour réduire graduellement voire supprimer les herbicides. Il est utilisé pour l'animation de groupes d'agriculteurs.

Enfin, FLORSYS et DECIFLORSYS ont été utilisés pour améliorer la branche "biodiversité" du l'outil d'évaluation multicritère DEXiPM. Ce dernier a également été adapté pour le rendre compatible aux indicateurs fournis par la base de données Syssterre® (Arvalis, Institut du végétal), ce qui évite la resaisie de données d'entrée pour différents outils.

C.4.4 CONCEPTION ET EVALUATION DE SYSTEMES DE CULTURE EVALUATION

Des enquêtes semi-directives ont été menées sur le plateau du Neubourg (27) auprès de 28 agriculteurs et de 5 de leurs conseillers (L31), [68] [69]. Elle visait à mieux connaître les verrous à l'adoption de systèmes économes en herbicides. Cette analyse montre que le désherbage repose toujours largement sur l'usage intensif des herbicides qui restent la solution facile à mettre en œuvre, rapide et encore assez efficace pour rassurer les agriculteurs. Ils continuent à attendre la commercialisation de nouvelles matières actives pour répondre à leurs besoins. Les préconisations agronomiques restent largement sous-appliquées même s'il y a eu des changements dans les pratiques. L'offre de conseil révèle des incohérences et n'est pas homogène en termes de solutions techniques.

Les conséquences économiques liées à une réduction de l'usage des herbicides sont difficiles à appréhender et constituent un frein important pour le changement. Conscients des enjeux environnementaux, les agriculteurs peinent à trouver des réponses techniques qui les rassurent et soient durables. De nouvelles technologies (agriculture de précision) encore à l'étude sont envisagées comme des recours possibles par une partie des acteurs du développement. La question qui demeure, en dehors de l'efficacité de ses futurs outils, est leur accès pour le plus grand nombre.

Une étape menée en parallèle a consisté à évaluer avec FLORSYS des techniques et des systèmes de culture identifiés, à partir d'enquêtes en exploitation, de l'analyse de statistiques agricoles et d'expertise, afin de mesurer leur efficacité vis-à-vis de la gestion des adventices (L32).

Table 1. Exemples d'études de simulation conduites dans COSAC, de résultats obtenus et acquis pour une utilisation avec des agriculteurs

Objectif/questions	Conclusions majeures	Réf
Traque à l'innovation chez les agriculteurs ; Conditions d'application des herbicides ; Variable adventice indicatrice de la perte de rendement	Identification de stratégies conciliant faible perte de rendement et faible usage herbicide ; rôle crucial du travail du sol pour la réduction d'usage herbicide ; perte de rendement lié à la biomasse adventice plutôt que la densité	[70; 71] [72]
Spécialiser des terres pour l'agriculture et d'autres pour la biodiversité ou favoriser la diversité intra-parcellaire ?	Meilleur compromis = combiner des champs gérés pour maximiser la production avec des champs ou bandes enherbées gérés pour maximiser la biodiversité	[57] [58]
Quelles pratiques pour réduire le risque de résistance aux herbicides (glyphosate, ALS)	Apparition de résistance non-cible en réponse aux applications d'herbicides très probable mais restant longtemps inaperçue; rôle crucial du travail sol pour limiter les risques	[73; 45] [48; 49]
Quelles pratiques pour maximiser les services liés aux adventices?	Identification de stratégies augmentant l'offre trophique aux pollinisateurs, la contribution à réduire le transfert de pesticides, la lixiviation d'azote et l'érosion	[50-53] [74; 54; 55]
Quels apports des modèles et outils dans la conception et l'évaluation croisée des systèmes de culture conçus ?	Les modèles ont amené les agriculteurs à se questionner par rapport à leurs pratiques, formuler et structurer leurs connaissances au travers des échanges entre agriculteurs et avec les animateurs des ateliers. Les outils utilisés ont été complémentaires pour réaliser une évaluation rapide en direct en cours d'atelier et un diagnostic plus précis sur les effets à long terme des prototypes conçus.	[75] [13]
Est-ce que les agriculteurs sont favorables à ce type d'approche pour les aider à faire évoluer leurs systèmes de cultures ?	Les retours des agriculteurs montrent un intérêt pour cette méthode et une volonté de poursuivre la démarche ; Ils ont souligné la pertinence des modèles pour mettre en évidence des effets des systèmes de culture auxquels ils n'avaient pas pensés (apparition de nouvelles adventices dans les parcelles).	[75] [13]

⁸ Chaque système est simulé sur 30 ans pour avoir les effets à long-terme et répété avec 10 scénarios climatiques pour tester la robustesse face au climat

Ces résultats montrent que (1) la perte de rendement augmente avec la biomasse adventice, (2) il n'y a pas de corrélation entre l'intensité d'usage herbicide des agriculteurs d'une part, biomasse adventice et perte de rendement d'autre part, (3) la perte de rendement liée aux adventices augmente lorsqu'on supprime les herbicides sans aucune autre modification, (4) les effets sont plus marqués à l'échelle pluriannuelle qu'à l'échelle annuelle, (5) certains agriculteurs pratiquent des systèmes de culture permettant de réduire à la fois la perte de rendement et l'usage d'herbicides, ils compensent la réduction herbicide par des pratiques alternatives ou complémentaires. Parmi ces stratégies : des monocultures de maïs avec travail du sol simplifié et des applications fréquentes d'herbicides à dose réduite et des systèmes basés sur la diversification de cultures, dans le temps (nombreuses espèces dans la rotation, équilibre entre cultures de printemps et d'hiver, occasionnellement de la prairie temporaire) et dans l'espace (mélanges de cultures, plantes de services), combinés avec du travail du sol bien raisonné (faux semis, labour occasionnel). Des leviers mobilisables lors de la conception de systèmes de culture ont ainsi été identifiés.

Les systèmes de culture innovants évalués lors de CoSAC sont issus de trois démarches de conception [75] : (1) Conception par expertise [76] [77], (2) conception par ateliers avec un OAD [75] [13], (3) conception pas-à-pas dans le cadre d'un groupe DEPHY Ferme [78] [79]. La conception par des agriculteurs répond à la problématique de gestion des adventices mais limite l'exploration du champ des possibles et cause, pour certains systèmes, une perte de durabilité environnementale [80] [79]. Les objectifs de conception de système de culture par expertise et par un panel d'acteurs plus large sont plus divers et conduisent à des évolutions très variables des performances de gestion des adventices [81]. L'exploration des possibles est en revanche plus vaste [80] [81].

Le recours à la simulation avec FLORSYS dans ces démarches de conception apporte des informations peu accessibles par d'autres moyens : (1) effets à moyen et long terme de combinaisons de leviers permettant de limiter l'usage des herbicides, difficilement appréhendables par expertise, sachant que les systèmes de culture les plus performants pour la gestion des adventices combinent plusieurs leviers [78] [81] ; (2) estimation plus rapide des effets à moyen et long terme et possibilité de tester des systèmes plus nombreux et divers qu'en expérimentation longue durée, coûteuse en temps et moyens [82]. Les simulations permettent aussi d'évaluer la robustesse des systèmes innovants selon plusieurs scénarios de changement climatique [78] [83; 84].

C.4.5 VALORISATION : IMPLICATION DES CONSEILLERS ET AGRICULTEURS

Les ateliers de conception ont été l'occasion d'impliquer des agriculteurs et leur conseillère dans l'utilisation d'outils d'aide à la conception développé dans le cadre de CoSAC, dans l'échange de connaissances et de retour d'expériences. À cette fin, des posters ont été réalisés par les animateurs afin de servir de support lors des réunions avec ce groupe mais aussi dans l'optique de présentation de

l'expérience et de de transfert vers la profession agricole, les conseillers de chambres d'agriculture et d'autres acteurs de la recherche et développement.

Les agriculteurs, conseillers et étudiants ont été intégrés au projet ECOHERBI dans un premier objectif d'évaluation et de mise à l'épreuve. Ces confrontations pratiques nous ont permis de tester la pertinence de cet outil et de mettre en évidence les voies d'amélioration du prototype. Dans un deuxième temps, nous avons réfléchi à insérer la découverte et la manipulation de l'outil dans le cadre de formations (étudiants, formation continue) à la gestion intégrée de la flore adventice.

C.5 EXPLOITATION DES RESULTATS

Le transfert des résultats vers la profession faisait partie intégrante du projet, à toutes les étapes (section C.4.5). De plus, les différents apports de CoSAC ont été réutilisés dans le cadre d'enseignement de spécialisation en troisième année d'école d'ingénieur en agronomie, (1) sous forme d'apports de connaissances au travers des grilles de conseils, des fiches descriptives des pratiques innovantes pour la gestion de la flore adventice, (2) avec l'utilisation de l'outil d'aide à la conception DECIFLORSYS dans le cadre de travaux pratiques où les étudiants sont amenés à concevoir et évaluer des prototypes de systèmes de cultures innovants.

Au-delà de nos propres perspectives (section C.6), nos résultats inspirent d'autres équipes de recherche ou partenaires techniques. Les approches de modélisation mécaniste à la base de FLORSYS intéressent des équipes (CIRAD, Invenio) travaillant sur d'autres milieux et cultures (maraîchage de grandes cultures, riziculture tropicale). Les approches utilisées pour développer DECIFLORSYS (e.g. fouille de données, analyse de sensibilité) et améliorer DEXiPM serviront dans le cadre de collaboration pour développer d'autres branches d'outils d'évaluation multicritère pour DEXiPM mais aussi IPSIM [85].

C.6 DISCUSSION

Le projet CoSAC a réussi à atteindre l'essentiel de ses objectifs en termes de production de connaissances, d'outils et de solutions de gestion durable des adventices ainsi que d'interaction avec la profession. Ceci fût possible grâce à la pluridisciplinarité et la complémentarité des partenaires issus de la recherche, du développement, du conseil mais aussi grâce à la participation active des agriculteurs.

Le projet a également permis d'identifier des nouvelles pistes de recherche. Nous avons par exemple développé et appliqué des méthodes expérimentales pour étudier les effets de stress lumineux et azotés sur le fonctionnement des espèces cultivées et adventices. Il reste maintenant à simplifier ces expérimentations souvent longues et coûteuses pour étudier une plus large gamme d'espèces, et notamment les adventices vivaces, puis s'intéresser à d'autres stress, notamment hydrique.

L'interaction avec les gestionnaires d'expérimentations système, conseillers et agriculteurs a non seulement démontré l'intérêt des modèles pour assister la conception de systèmes agricoles mais a également identifié plusieurs verrous et limites. Le paramétrage de FLORSYS et DECIFLORSYS doit être adapté aux contextes pédoclimatique et phénologique des systèmes de culture. Le manque d'interface graphique limite considérablement l'utilisation des modèles et il faut prévoir des formations pour les utilisateurs. Enfin, les outils développés dans le projet évaluent des systèmes proposés par les utilisateurs, ils ne proposent pas directement des solutions à partir des objectifs et contraintes des utilisateurs. Un verrou méthodologique majeur pour la mise en commun des expérimentations était la différence de protocole de description et de saisie des pratiques culturales. Cette expérience met en exergue la nécessité de définir une ontologie des systèmes de cultures ou à minima un vocabulaire partagé des itinéraires techniques et des pratiques agricoles afin de lever ce verrou technique qui limite à l'heure actuelle le partage des données.

Ces nouvelles questions seront traitées dans des nouveaux projets qui sont actuellement en cours de montage. La gestion non-chimique est toujours autant d'actualité, notamment avec la résistance aux herbicides ALS ou l'interdiction du glyphosate, deux questions que nous n'avons qu'effleuré dans le projet CoSAC. Par ailleurs, la valorisation des résultats de CoSAC continuera au-delà du terme du projet, sur la base du partenariat mis en place. Les actes édités lors des deux séminaires et les articles publiés dans la presse agricole donnent déjà, aux prescripteurs du conseil et aux agriculteurs, une bonne vision du travail réalisé et des modifications de pratiques et de raisonnement qui pourraient en découler.

C.7 CONCLUSIONS

Le projet CoSAC a démontré qu'il est possible de concilier production agricole et faible usage d'herbicides et ce, avec en mettant en œuvre différents types de combinaisons de pratiques agricoles. Beaucoup de conclusions sur la gestion des adventices n'ont cependant qu'une valeur locale, ce qui démontre la nécessité de définir les règles flexibles mais aussi le rôle essentiel des modèles pour établir ces règles, en tenant compte des spécificités pédoclimatiques et des contraintes des agriculteurs.

La modélisation était le fil rouge de ce projet. En synthétisant les résultats des expérimentations étudiant les processus biophysiques sous une forme utilisable par les acteurs pour évaluer et concevoir des systèmes de culture, elle a permis de combiner des disciplines, d'associer des partenaires divers et de raisonner différentes échelles de travail. Les différents modèles et outils sont complémentaires, assistant la conception à la fois pour les grandes ruptures (DECIFLORSYS), les ajustements fins (FLORSYS) et l'évaluation multicritère de la durabilité globale des systèmes de culture (DEXiPM), et permettant un diagnostic des performances grâce à la finesse des processus modélisés et grâce à la comparaison des simulations aux observations de terrain. Ce diagnostic est indispensable pour le dialogue entre les différents acteurs, assurer leur confiance dans les résultats et lever certaines fausses idées au sujet du fonctionnement des adventices.

Le projet COSAC a eu un effet intégrateur indéniable. Même si les partenaires se connaissaient déjà, les liens entre recherche d'amont, recherche appliquée et développement se sont renforcés au cours du projet. Grâce à cette synergie, nous avons pu aller au-delà des questions initialement annoncées. Rassembler différents acteurs a ainsi permis d'appliquer et comparer différentes méthodes de conception de systèmes de culture pour gérer le compromis entre acceptabilité par les agriculteurs et degré de rupture dans les pratiques, ou bien encore de combiner de approche mécaniste et évaluation multicritère dans des outils d'évaluation de la durabilité globale des systèmes de culture.

C.8 REFERENCES³

- 1 Oerke, E.-C., 2006. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science* 144, 31-43
- 2 Marshall, E. J. P., Brown, V. K., Boatman, N. D., Lutman, P. J. W., Squire, G. R., Ward, L. K., 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* 43, 77-89.
- 3 Petit, S., Boursault, A., Le Guilloux, M., Munier-Jolain, N., Reboud, X., 2011. Weeds in agricultural landscapes. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 31, 309-317
- 4 INRA, 2010. Ecophyto R&D. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides. <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Ecophyto-R-D> p.
- 5 Liebman, M., Gallandt, E. R., 1997. Many Little Hammers: Ecological Management of Crop-Weed Interactions. In: Jackson, L. E. (Eds.) *Ecology in Agriculture*, Academic Press,
- 6 Bonin, L., 2009. Combinaisons de techniques: un désherbage intégré pour durer? *Perspectives agricoles* 361, 22-24.
- 7 Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J.-F., Ferrer, A., Peigné, J., 2014. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 34, 1-20.
- 8 Vanloqueren, G., Baret, P. V., 2008. Why are ecological, low-input, multi-resistant wheat cultivars slow to develop commercially? A Belgian agricultural "lock-in" case study. *Ecological Economics* 66, 436-446.
- 9 Loyce, C., Wéry, J., 2006. Les outils des agronomes pour l'évaluation et la conception des systèmes de culture. In: Doré, T., Le Bail, M., Martin, P., Ney, B. and Roger-Estrade, J. (Eds.) *L'agronomie aujourd'hui*, QUAE Éditions,
- 10 Bergez, J. E., Colbach, N., Crespo, O., Garcia, F., Jeuffroy, M. H., Justes, E., Loyce, C., Munier-Jolain, N., Sadok, W., 2010. Designing crop management systems by simulation. *European Journal of Agronomy* 32, 3-9.
- 11 Ould-Sidi, M. M., Lescourret, F., 2011. Model-based design of integrated production systems: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 31, 571-588.
- 12 Jeuffroy, M. H., Bergez, J. E., David, C., Flénet, F., Gate, P., Loyce, C., Maupas, F., Meynard, J. M., Reau, R., Surleau-Chambenoit, C., 2008. Utilisation de modèles pour l'aide à la conception et à l'évaluation d'innovations techniques en production végétale: bilan et perspectives. In: Reau, R. and Doré, T. (Eds.) *Systèmes de culture innovants et durables, quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer?*, Ed. Educagri,

³ En vert, les publications issues des colloques CoSAC en annexe de ce mémoire ; en bleu, d'autres publications produites pendant le projet.

- 13 Van Inghelandt, B., Queyrel, W., Cavan, N., Colas, F., Guyot, B., Colbach, N., 2019. Combiner expertise et modèles en ateliers de co-conception de systèmes de culture pour une gestion durable des adventices : apports méthodologiques et perspectives. In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 39-41.
- 14 Holst, N., Rasmussen, I. A., Bastiaans, L., 2007. Field weed population dynamics: a review of model approaches and applications. *Weed Research* 47, 1-14.
- 15 Gardarin, A., Dürr, C., Colbach, N., 2012. Modeling the dynamics and emergence of a multispecies weed seed bank with species traits. *Ecological Modelling* 240, 123-138.
- 16 Munier-Jolain, N. M., Guyot, S. H. M., Colbach, N., 2013. A 3D model for light interception in heterogeneous crop:weed canopies. Model structure and evaluation. *Ecological Modelling* 250, 101-110.
- 17 Colbach, N., Collard, A., Guyot, S. H. M., Mézière, D., Munier-Jolain, N. M., 2014. Assessing innovative sowing patterns for integrated weed management with a 3D crop:weed competition model. *European Journal of Agronomy* 53, 74-89.
- 18 Munier-Jolain, N. M., Collard, A., Busset, H., Guyot, S. H. M., Colbach, N., 2014. Investigating and modelling the morphological plasticity of weeds in multi-specific canopies. *Field Crops Research* 155, 90-98.
- 19 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.
- 20 Jouy, L., Tournier, A., 2011. Ajuster ses pratiques grâce à des indicateurs. *Perspectives Agricoles* 383, 40-42.
- 21 Pelzer, E., Fortino, G., Bockstaller, C., Angevin, F., Lamine, C., Moonen, C., Vasileiadis, V., Guérin, D., Guichard, L., Reau, R., Messéan, A., 2012. Assessing innovative cropping systems with DEXiPM, a qualitative multi-criteria assessment tool derived from DEXi. *Ecological Indicators* 18, 171-182.
- 22 Colbach, N., Moreau, D., Dugué, F., Gardarin, A., Strbik, F., Munier-Jolain, N., in revision. The response of weed and crop species to shading. How to predict their morphology and plasticity from species traits and ecological indexes? *European Journal of Agronomy*
- 23 Moreau, D., Abiven, F., Busset, H., Matejcek, A., Pagès, L., 2017. Effects of species and soil-nitrogen availability on root system architecture traits. Study on a set of weed and crop species,. *Annals of Applied Biology* 171, 103–116.
- 24 Moreau, D., Abiven, F., Busset, H., Matejcek, A., Pagès, L., 2017. L'architecture racinaire des adventices en relation avec la disponibilité en azote du sol. Gestion des adventices dans un contexte de changement. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 Jan-1 Feb, 19-21.
- 25 Perthame, L., Colbach, N., Moreau, D., 2019. Enfin une méthode pour estimer le statut azoté à l'échelle de la plante dans des couverts hétérogènes. In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 57-59.
- 26 Moreau, D., Busset, H., Matejcek, A., Colbach, N., 2019. Coupler l'utilisation d'un modèle de simulation et d'une plateforme de phénotypage à haut débit pour caractériser la réponse des adventices à une limitation en eau. In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 60-61.
- 27 Moreau, D., Busset, H., Matejcek, A., Colbach, N., 2018. Response of weed species to water stress: quantification and formalisation in a model of crop-weed interactions. In: *Proceedings XVe ESA, Geneva, Switzerland, 27-31 August 2018*, 19.
- 28 Moreau, D., Busset, H., Matejcek, A., Perrot, C., Colbach, N., 2018. The response of weed species to water stress. In: *18th European Weed Research Society Symposium, Ljubljana, Slovenia, 17-21 June 2018*, 173.
- 29 Colbach, N., Gardarin, A., Moreau, D., 2019. The response of weed and crop species to shading: which parameters explain weed impacts on crop production? *Field Crops Research* 238, 45-55.
- 30 Colbach, N., Dugué, F., Gardarin, A., Strbik, F., Munier-Jolain, N., Moreau, D., 2019. Quels traits des cultures et des adventices expliquent la perte de rendement due à la compétition pour la lumière ? In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 54-56.
- 31 Villette, S., 2017. Les transferts d'azote dans le sol à partir d'engrais granulaires dans un contexte d'étude de l'intérêt des apports localisés pour favoriser la régulation des adventices. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de

- changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 Jan-1 Feb, 25-26.
- 32 Queyrel, W., Dairon, R., Ubertosi, M., 2017. Mieux prédire les conditions hydriques dans les premiers centimètres du sol pour déterminer la germination des adventices. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 Jan-1Feb, 48-49.
 - 33 Cordeau, S., Reibel, C., Strbik, F., Matejcek, A., Dugué, F., Lizon-Au-Ciré, D., Guillemin, J.-P., 2017. Capacité des adventices à germer en surface dans diverses conditions. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 Jan-1Feb, 11-16.
 - 34 Cordeau, S., Wayman, S., Reibel, C., Strbik, F., Chauvel, B., Guillemin, J.-P., 2018. Effects of drought on weed emergence and growth vary with the seed burial depth and presence of a cover crop. *Weed Biology and Management* 18, 12-25.
 - 35 Gée, C., 2017. Analyse des mécanismes impliqués dans la détection automatisée des adventices. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 Jan-1Feb, 56-57.
 - 36 Louargant, M., Villette, S., Jones, G., Vigneau, N., Paoli, J. N., Gée, C., 2017. Weed detection by UAV: simulation of the impact of spectral mixing in multispectral images. *Precision Agriculture* 18, 932-951.
 - 37 Louargant, M., Jones, G., Faroux, R., Paoli, J.-N., Maillot, T., Gée, C., Villette, S., 2018. Unsupervised Classification Algorithm for Early Weed Detection in Row-Crops by Combining Spatial and Spectral Information. *Remote Sensing* 10, 761.
 - 38 Chauvel, B., Derrouch, D., Felten, E., Vieren, E., Dessaint, F., 2019. Estimation de la richesse des communautés adventices dans des parcelles conduites en semis direct sous couvert. In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 74-76.
 - 39 Métais, P., Vuillemin, F., Cordeau, S., 2017. Étude de l'effet du travail du sol et des couverts sur les adventices dans des contextes de production variés. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 Jan-1Feb, 53-55.
 - 40 Métais, P., Vuillemin, F., Cordeau, S., 2019. Travail du sol et couverts quels effets sur les adventices ? *Phytoma* 720, 35-38.
 - 41 Cordeau, S., Grall, L., Lachmann, A., Martin, J., Matejcek, A., Busset, H., 2019. Gestion des adventices en semis-direct : l'effet du couvert varie selon les ressources du sol et le mode de destruction du couvert. In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 71-73.
 - 42 Colbach, N., Bertrand, M., Busset, H., Colas, F., Dugué, F., Farcy, P., Fried, G., Granger, S., Meunier, D., Munier-Jolain, N. M., Noilhan, C., Strbik, F., Gardarin, A., 2016. Uncertainty analysis and evaluation of a complex, multi-specific weed dynamics model with diverse and incomplete data sets. *Environmental Modelling & Software* 86, 184-203.
 - 43 Colbach, N., 2017. Évaluation du modèle de dynamique de flore multispécifique FLORSYS. Analyse d'incertitude, domaine de validité, erreur de prédiction et règles d'utilisation. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 janvier-1er février 2017, 42-43.
 - 44 Maillot, T., Mion, M., Vioix, J.-B., Colbach, N., 2019. Conception de systèmes de cultures par algorithmes d'optimisation. In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 32-35.
 - 45 Colbach, N., Fernier, A., Le Corre, V., Messéan, A., Darmency, H., 2017. Simulating changes in cropping practices in conventional and glyphosate-resistant maize. I. Effects on weeds. *Environmental Science and Pollution Research* 24, 11582-11600.
 - 46 Pagès, L., Pointurier, O., Moreau, D., Voisin, A.-S., Colbach, N., in preparation. Simplifying an individual-based 3D root architecture model with virtual experiments.
 - 47 Pointurier, O., Moreau, D., Colbach, N., in preparation. Reconciling a 3D individual-based root architecture model with large-scale and multi-annual simulations. Case study with a weed dynamics model. *Plant and Soil*
 - 48 Colbach, N., Granger, S., Le Corre, V., Messéan, A., Darmency, H., 2017. Risque de résistance au glyphosate dans les systèmes de culture à base de maïs et effet sur la production agricole et la biodiversité. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de

- stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 Jan-1Feb, 72-73.
- 49 Le Corre, V., Délye, C., 2019. Les résistances aux herbicides « non liées à la cible » : une menace pour le désherbage d'automne des céréales ? In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 96-97.
 - 50 Queyrel, W., Colbach, N., 2016. Impact de la flore adventice sur la rétention des pesticides : développement d'un nouvel indicateur pour l'évaluation des systèmes de culture. In: 23e Conférence du COLUMA - Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Dijon, France, 6-8 Dec 2016, 487-496.
 - 51 Queyrel, W., Colbach, N., in preparation. Pesticide retention by weeds: evaluation of cropping systems with a new indicator of weed impact.
 - 52 Colbach, N., Chauvel, B., Messéan, A., Villerd, J., Bockstaller, C., submitted. Feeding pollinators from weeds could promote pollen allergy. A simulation study. Ecological Indicators
 - 53 Moreau, D., Pointurier, O., Nicolardot, B., Villerd, J., Colbach, N., submitted. In which cropping systems can residual weeds reduce nitrate leaching and soil erosion? European Journal of Agronomy
 - 54 Bockstaller, C., Villerd, J., Colbach, N., 2019. Un indicateur « offre trophique pour pollinisateurs par les adventices » pour le modèle FLORSYS. In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 84-86.
 - 55 Moreau, D., Pointurier, O., Nicolardot, B., Villerd, J., Colbach, N., 2019. Dans quels systèmes de culture les adventices résiduelles peuvent-elles réduire la lixiviation du nitrate et l'érosion des sols ? In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 90-93.
 - 56 Vieira, W., 2016. Modélisation de la dispersion des espèces adventices de culture. Mémoire de fin d'études d'ingénieur Bordeaux Sciences Agro, 58 p.
 - 57 Colbach, N., Cordeau, S., Garrido, A., Granger, S., Laughlin, D., Ricci, B., Thomson, F., Messéan, A., 2018. Landsharing vs landsparing: How to reconcile crop production and biodiversity? A simulation study focusing on weed impacts. Agriculture, Ecosystems & Environment 251, 203-217.
 - 58 Colbach, N., Cordeau, S., Granger, S., Ricci, B., Messéan, A., 2017. À quelle échelle concilier production agricole et biodiversité : au niveau du paysage ou dans chaque parcelle? Étude appliquée à la gestion des adventices. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 Jan-1Feb, 74-76.
 - 59 Ricci, B., Vieira, W., Colbach, N., 2017. Comment représenter la dispersion des adventices dans les modèles : comparaison par analyse de sensibilité. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 Jan-1Feb, 30-31.
 - 60 Colas, F., 2018. Co-développement d'un modèle d'aide à la décision pour la gestion intégrée de la flore adventice. Métamodélisation et analyse de sensibilité d'un modèle mécaniste complexe (FLORSYS) des effets des systèmes de culture sur les services et disservices écosystémiques de la flore adventice. PhD Thesis, Univ. Bourgogne Franche-Comté, Dijon, France, 334 p.
 - 61 Colas, F., Queyrel, W., Van Inghelandt, B., Villerd, J., Colbach, N., 2018. Un OAD pour la gestion agroécologie que adventices. De FlorSys à FLO², ou comment passer d'un modèle de recherche, complet mais compliqué à utiliser, à un outil d'aide à la décision fonctionnel. Phytoma 719, 14-18.
 - 62 Colas, F., Cordeau, S., Granger, S., Jeuffroy, M.-H., Pointurier, O., Queyrel, W., Rodriguez, A., Villerd, J., Colbach, N., submitted. Co-development of a decision support system for integrated weed management: contribution from future users. European Journal of Agronomy
 - 63 Colas, F., Cordeau, S., Jeuffroy, M.-H., Granger, S., Villerd, J., Colbach, N., 2017. Comment les conseillers et les agriculteurs raisonnent la gestion des adventices? In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 Jan-1 Feb, 59-61.
 - 64 Colas, F., Villerd, J., N., C., 2017. Prototypes d'outil d'aide à la décision à partir de FLORSYS pour la gestion intégrée des adventices. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 Jan-1 Feb, 32-33.
 - 65 Colas, F., Queyrel, W., Van Inghelandt, B., Villerd, J., Colbach, N., 2019. Comment conseillers et agriculteurs contribuent au développement d'un modèle d'aide à la décision pour la gestion agroécologique de la flore adventice ? In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 87-89.

- 66 Rodriguez, A., Vuillemin, F., Bonin, L., Lieven, J., Mouquot, P., Ronget, D., Piaud, S., Prieur, L., 2017. Guide interactif ECOHERBI : Accompagner les agriculteurs dans les changements de pratiques. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 janvier-1er février 2017, 70.
- 67 Rodriguez, A., Vuillemin, F., 2019. ECOHERBI : un outil numérique interactif pour réduire l'usage des herbicides. In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 81-83.
- 68 Pasquier, C., Angevin, F., 2017. Freins et leviers à la réduction de l'usage d'herbicides en grande culture. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 67-69.
- 69 Pasquier, C., Angevin, F., Le Bail, M., In preparation. Contribuer au diagnostic des obstacles à la réduction des herbicides dans les exploitations agricoles françaises. Enquêtes sur le plateau de Neubourg. Cahiers Agricultures
- 70 Colbach, N., Cordeau, S., 2018. Réduire les herbicides sans perte de rendement. Phytoma 717, 8-12.
- 71 Colbach, N., Cordeau, S., 2018. Reduced herbicide use does not increase crop yield loss if it is compensated by alternative preventive and curative measures. European Journal of Agronomy 94, 67-78.
- 72 Colbach, N., Cordeau, S., 2019. Quelles pratiques permettent de réduire les herbicides sans perdre du rendement ? In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 12-14.
- 73 Colbach, N., Darmency, H., Fernier, A., Granger, S., Le Corre, V., Messéan, A., 2017. Simulating changes in cropping practices in conventional and glyphosate-resistant maize. II. Effect on weed impacts on crop production and biodiversity. Environmental Science and Pollution Research 24, 13121-13135.
- 74 Queyrel, W., Colbach, N., 2017. Impact de la flore adventice sur la rétention des pesticides : développement d'un nouvel indicateur pour l'évaluation des systèmes de culture. In: Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 Jan-1Feb, 50-51.
- 75 Van Inghelandt, B., 2018. Comment combiner prototypage et modèles en ateliers de co-conception de systèmes de culture pour atteindre une gestion agroécologique des adventices? Rapport de Master, AgroParisTech, Paris, France, 55 p.
- 76 Dubois, S., Tailleur, A., Cadoux, S., N., C., De Cordoue, A.-L., Jouy, L., Sauzet, G., Toqué, C., 2019. Evaluation multicritère a priori pour aider à la conception de systèmes innovants. Cas de Syppre Berry. In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019, 36-38.
- 77 Toqué, C., De Cordoue, A. L., Cadoux, S., Pierson, P., Duval, R., Tailleur, A., Flénet, F., Angevin, F., 2017. Projet Inter-instituts Syppre : production de connaissances sur des stratégies de gestion durable des adventices en grande culture. In: Séminaire à mi-parcours du projet ANR COSAC - Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, , Paris, 31 janvier et 1er février 2017, 79-81.
- 78 Cavan, N., Omon, B., Castel, T., Colbach, N., Angevin, F., 2019. Évaluation par simulation des performances et de la durabilité de systèmes de culture innovants pour la gestion durable des adventices : exemple d'un groupe DEPHY Ferme de l'Eure. In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 janvier-1er février 2019, 42-45.
- 79 Cavan, N., Omon, B., Losson, C., Colbach, N., Angevin, F., In prep. Long-term trajectories of cropping systems for sustainable weed management in a step-by-step approach: example of a group of farmers in the DEPHY Farm network. Agronomy for Sustainable Development
- 80 Cavan, N., Omon, B., Tailleur, A., Dubois, S., Queyrel, W., Van Inghelandt, B., Colbach, N., Angevin, F., 2019. Comparaison de méthodes de conception de systèmes de culture innovants pour la gestion durable des adventices. In: Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 janvier-1er février 2019, 46-49.
- 81 Cavan, N., Omon, B., Tailleur, A., Dubois, S., Queyrel, W., Van Inghelandt, B., Colbach, N., Angevin, F., In prep. Comparison of three design methods of innovative cropping systems and their effect on weed management performances and sustainability. Agricultural systems
- 82 Cavan, N., Dubois, S., Tailleur, A., Angevin, F., Colbach, N., 2019. Note de synthèse : exploration de systèmes de culture innovants pour la gestion durable des adventices à l'aide du modèle FLORSYS : cas de la plateforme Syppre Berry. INRA, p.

- 83 Castel, T., Cavan, N., Colbach, N., Angevin, F., In prep. Robustesse des stratégies innovantes de gestion des adventices face au changement climatique. Innovations agronomiques
- 84 Cavan, N., Omon, B., Castel, T., Colbach, N., Angevin, F., In prep. Utilisation du modèle FLORSYS comme outil d'aide à la conception de systèmes de culture innovants performants pour la gestion durable des adventices : exemple d'un groupe DEPHY Ferme de l'Eure. Agronomie, environnement et sociétés
- 85 Robin, M. H., Colbach, N., Lucas, P., Montfort, F., Cholez, C., Debaeke, P., Aubertot, J. N., 2013. Injury Profile SIMulator, a Qualitative Aggregative Modelling Framework to Predict Injury Profile as a Function of Cropping Practices, and Abiotic and Biotic Environment. II. Proof of Concept: Design of IPSIM-Wheat-Eyespot. PLoS ONE 8,

D IMPACT DU PROJET

D.1 INDICATEURS D'IMPACT

Nombre de publications et de communications (à détailler en D.2)

(entre parenthèses, celles en préparation)

		Publications multipartenaires	Publications monopartenaires
International	Revue à comité de lecture	16 (4)	17 (3)
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage		1
	Communications (conférence)	15	18 (+1 invitée)
France	Revue à comité de lecture	7 (7)	5 (5)
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage		3 (3)
	Communications (conférence)	3	9
Rapports	Thèse, rapports de stage & rapports de recherche	5	6
Actions de diffusion	Articles vulgarisation	2	3
	Conférences vulgarisation	3 (+1 invitée) Colloque de restitution à mi-parcours http://www.projet-cosac.fr/Actualites/Gestion-des-adventices-dans-un-contexte-de-changement (actes joints en annexe) Colloque de fin de projet https://www.projet-cosac.fr/Page-d-accueil/Actualites/Seminaire-final-de-CoSAC-les-31-Janvier-et-1er-fevrier-2019 (actes joints en annexe)	(+ 3 invitées)
	Autres	Un numéro special d'Innovations Agronomiques sur les résultats de CoSAC en préparation 3 lettres d'actualités	12 expérimentarium 3 présentations de séminaire 1 enseignement école supérieure

Autres valorisations scientifiques (à détailler en D.3)

	Nombre, années et commentaires (valorisations avérées ou probables)
Brevets internationaux obtenus	
Brevet internationaux en cours d'obtention	
Brevets nationaux obtenus	

Brevet nationaux en cours d'obtention	
Licences d'exploitation (obtention / cession)	FLORSYS (2016) Renouvellement du logiciel à l'Agence pour la Protection des Programmes (IDDN.FR.001.420005.001.R.C.2011.000.30100 , version de base sans interface) Mise à jour FLORSYS en cours Déclaration d'invention DECIFLORSYS en cours
Créations d'entreprises ou essaimage	
Nouveaux projets collaboratifs	
Colloques scientifiques	
Autres (préciser)	EIP Focus Group Non chemical weed management in arable cropping systems Workshop 2018-2019

D.2 LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

D.2.1 INTERNATIONAL

D.2.1.1 Revues à comité de lecture

D.2.1.1.1 Pluripartenaire

- Cavan N., Omon B., Losson C., Colbach N., Angevin F. (In prep) Long-term trajectories of cropping systems for sustainable weed management in a step-by-step approach: example of a group of farmers in the DEPHY Farm network. *Agronomy for Sustainable Development*,
- Cavan N., Omon B., Tailleur A., Dubois S., Queyrel W., Van Inghelandt B., Colbach N., Angevin F. (In prep.) Comparison of three design methods of innovative cropping systems and their effect on weed management performances and sustainability. *Agricultural systems*,
- Colas F., Cordeau S., Granger S., Jeuffroy M.-H., Pointurier O., Queyrel W., Rodriguez A., Villerd J., Colbach N. (submitted) Co-development of a decision support system for integrated weed management: contribution from future users. *European Journal of Agronomy*
- Colas, F., Gauchi, J.-P., Villerd, J., Colbach, N. (in revision) Simplifying a complex computer model: sensitivity analysis and metamodelling of the complex process-based model FLORSYS. *Ecological Modelling*
- Colbach, N., Bertrand, M., Busset, H., Colas F., Dugué, F., Farcy, P., Fried, G., Granger, S., Meunier, D., Munier-Jolain, N., Noilhan, C., Strbik, F., Gardarin, A. (2016) Uncertainty analysis and evaluation of a complex, multi-specific weed dynamics model with diverse and incomplete data sets. *Environmental Modelling & Software*, 86, 184-203 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.09.020>)
- Colbach N., Bockstaller C., Colas F., Gibot-Leclerc S., Moreau D., Pointurier O. & Villerd J. (2017) Assessing weed-mediated broomrape risk in cropping systems with a simulation-based indicator. *Ecological Indicators* 82, 280–292, dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.070
- Colbach N., Colas F., Pointurier O., Queyrel W. & Villerd J. (2017) A methodology for multi-objective cropping system design based on simulations. Application to weed management. *European Journal of Agronomy* 87, 59–73, doi.org/10.1016/j.eja.2017.04.005
- Colbach N., Cordeau S., Garrido A., Granger S., Laughlin D., Ricci B., Thomson F. & Messéan A. (2018) Landsharing vs landsparing: how to reconcile crop production and biodiversity? A simulation study focusing on weed impacts. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 251, 203-2017, doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.005
- Colbach N., Darmency H., Fernier A., Granger S., Le Corre V. & Messéan A. (2017) Simulating changes in cropping practices in conventional and glyphosate-resistant maize. II. Effect on weed harmfulness and benefits. *Environmental Science and Pollution Research* 24(14), 13121-13135 (dx.doi.org/10.1007/s11356-017-8796-9)
- Colbach N., Fernier A., Corre V. L., Messéan A. & Darmency H. (2017) Simulating changes in cropping practices in conventional and glyphosate-resistant maize. I. Effects on weeds. *Environmental Science and Pollution Research* 24, 11582-11600 (dx.doi.org/10.1007/s11356-017-8591-7)
- Gauchi, J.-P., Bensadoun, A., Colas, F., Colbach, N., 2016. Metamodelling and global sensitivity analysis for computer models with correlated inputs: a practical approach tested with a 3D light-interception computer model. *Environmental Modelling and Software* 92, 40-56

- Louargant M, Villette S, Jones G, Vigneau N, Paoli JN, Gée C. 2017. Weed detection by UAV: simulation of the impact of spectral mixing in multispectral images. *Precision Agriculture*, 18(6), 932–951 <https://doi.org/10.1007/s11119-017-9528-3>
- Louargant M.; Jones G.; Faroux R.; Paoli J.-N.; Maillot T.; Gée C.; Villette S. 2018. Unsupervised Classification Algorithm for Early Weed Detection in Row-Crops by Combining Spatial and Spectral Information. *Remote Sensing*, 10, 761 - <https://doi.org/10.3390/rs10050761>
- Moreau D., Abiven F., Busset H., Matejicek A., Pagès L. (2017) Effects of species and soil-nitrogen availability on root system architecture traits. Study on a set of weed and crop species. *Annals of Applied Biology* 171, 103–116
- Pointurier, O., Moreau, D., Colbach, N., in preparation. Reconciling a 3D individual-based root architecture model with large-scale and multi-annual simulations. Case study with a weed dynamics model. *Ecological Modelling*
- Queyrel W., Van Inghelandt B., Colas F., Cavan N., Granger S., Guyot B., Reau R., Derrouch D., Chauvel B., Maillot T., Colbach N., (in preparation), Cropping system design for agroecological weed management by combining farmers workshops with computer models.

D.2.1.1.2 Monopartenaire

- Colas, F., Colbach, N., Pointurier, O., Villerd, J., (in preparation). Which cultural techniques drive weed dynamics and impact? Sensitivity analysis of a cropping system model to support integrated weed management.
- Colbach N., Chauvel B., Darmency H., Délye C., Le Corre V. (2016) Choosing the best cropping systems to target pleiotropic effects when managing single-gene herbicide resistance in grass weeds. A blackgrass simulation study. *Pest Management Science* 72, 1910–1925
- Colbach N., Chauvel B., Messéan A., Villerd J. & Bockstaller C. (submitted) Feeding pollinators from weeds could promote pollen allergy. A simulation study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*
- Colbach N., Colas F., Cordeau S., Maillot T., Moreau D., Queyrel W., Villerd J. (in revision) The FLORSYS crop-weed canopy model as a tool to optimise crop diversification. *European Journal of Agronomy*.
- Colbach N., Cordeau S. (2018) Reduced herbicide use does not increase crop yield loss if it is compensated by alternative preventive and curative measures. *European Journal of Agronomy* 94, 67-78, doi.org/10.1016/j.eja.2017.12.008
- Colbach N, Gardarin A, Moreau D (2019) The response of weed and crop species to shading. Which parameters explain weed impacts on crop production? *Field Crops Research Field Crops Research* 238:45-55. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.04.008>
- Colbach N, Moreau D, Dugué F, Gardarin A, Strbik F, Munier-Jolain N (in revision) The response of weed and crop species to shading. How to predict their morphology and plasticity from species traits and ecological indexes? *European Journal of Agronomy*
- Cordeau S, Dessaint F, Munier-Jolain N (2015) Long-term assessment of integrated weed management cropping systems in France. *Aspects of applied biology* 128: Valuing Long-Term sites and Experiments for Agriculture and Ecology: 275-278
- Cordeau S., Wayman S., Reibel C., Strbik F., Chauvel B., Guillemin J.-P. (2018) Effects of drought on weed emergence and growth vary with the seed burial depth and presence of a cover crop. *Weed Biology and Management* 18, 12-25
- Cordeau S., Smith R. G., Gallandt E. R., Brown B., Salon P., DiTommaso A., Ryan M. R. (2017) Timing of tillage as a driver of weed communities. *Weed Science* 65, 504-514
- Cordeau S., Smith R. G., Gallandt E. R., Brown B., Salon P., DiTommaso A., Ryan M. R. (2017) How do weeds differ in their response to the timing of tillage? A study of 61 species across the northeastern United States. *Annals of Applied Biology* 171, 340-352
- Gaba, S., Perronne, R., Fried, G., Gardarin, A., Bretagnolle, F., Biju-Duval, L., Colbach, N., Cordeau, S., Fernandez-Aparicio, M., Gauvrit, C., Gibot-Leclerc, S., Guillemin, J.P., Louviot, G., Moreau, D., Munier-Jolain, N., Strbik, F., Reboud, X., 2017. Response and effect traits of arable weeds in agroecosystems: a review of current knowledge. *Weed Research*. doi: 10.1111/wre.12245
- Jernigan A. B., Caldwell B. A., Cordeau S., DiTommaso A., Drinkwater L. E., Mohler C. L., Ryan M. R. (2017) Weed abundance and community composition in a long-term organic vegetable cropping systems trial. *Weed Science* 65, 639-649
- Maillot T, Vioix J.B., Collbach N. (in preparation) Is site-specific spraying useful to long-term weed management? A simulation study. *Environmental Modelling & Software*

- Mirsky, S.B., Ackroyd, V.J., Cordeau, S., Curran, W.S., Hashemi, M., Reberg-Horton, C.S., Ryan, M.R., Spargo, J.T., 2017. Hairy vetch biomass across the Eastern United States: effects of latitude, seeding rate and date, and termination timing. *Agronomy Journal* 109, 1-10.
- Moreau D., Pointurier O., Nicolardot B., Villerd J., Colbach N. (soumis) In which cropping systems can residual weeds reduce nitrate leaching and soil erosion? *European Journal of Agronomy*
- Pagès, L., 2016. Branching patterns of root systems: comparison of monocotyledonous and dicotyledonous species. *Annals of Botany* 118, 1337–1346.
- Perthame L., Colbach N., Brunel-Muguet S., Busset H., Lilley J. M., Matejicek A., Moreau D. (soumis) How to quantify the nitrogen demand of individual plants in heterogeneous canopies? Case study with crop-weed. *Annals of Botany*
- Pointurier, O., Gibot-Leclerc, S., Moreau, D., Reibel, C., Vieren, E., N., C., in preparation. Can biological regulations by weeds contribute to control parasitic plants in agroecosystems? Case study with a modelling approach. *European Journal of Agronomy*
- Quinio, M., De Waele, M., Dessaint, F., Biju-Duval, L., Buthiot, M., Cadet, E., Bybee-Finley, A.K., Guillemain, J.-P., Cordeau, S., 2017. Separating the confounding effects of farming practices on weeds and winter wheat production using path modelling. *European Journal of Agronomy* 82, 134-143.

D.2.1.2 Ouvrages ou chapitres d'ouvrage

D.2.1.2.1 Pluripartenaire

D.2.1.2.2 Monopartenaire

Colbach N. (in press) How to use a “virtual field” to evaluate and design integrated weed management strategies at different spatial and temporal scales. In: *Decision support systems for weed management* (G. R. Chantre & J. L. González-Andujar, eds.) Springer

D.2.1.3 Communications (conférence)

D.2.1.3.1 Invitées

Colbach N. (2020) The role and management of crop-weed interactions in agroecological cropping systems. *Proceedings XVIe ESA*, Sevilla, Spain, 31 Aug.-4 Sept. 2020 (invited keynote, résumé étendu)

D.2.1.3.2 Pluripartenaire

- Bürger J., Colbach N. (2018) Germination base temperature and relative growth rate of 13 weed species -comparing populations from two geographical origins. 28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 27.02. – 01.03.2018 in Braunschweig, 418-425, DOI 10.5073/jka.2018.458.061 (oral, texte intégral)
- Colas F., Cordeau S., Jeuffroy M.-H., Villerd J., Colbach N. (2015) Which decision-support system for sustainable weed management: needs and constraints of crop advisors. 17th European Weed Research Society Symposium: “Weed management in changing environments”, 23-26 June 2015, Montpellier, France.
- Colas F., Cordeau S., Rodriguez A., Villerd J., Colbach N. (2018) Co-design of a Decision Support System for integrated weed management. 18th European Weed Research Society Symposium, “New approaches for smarter weed management”, 17-21 June 2018, Ljubljana, Slovenia, 232 (poster, résumé)
- Colas F., Gauchi, J.-P., Villerd J., Colbach N. (2016) Meta-modeling light interception in crop:weed canopies 14th ESA Congress, 5-9 September 2016, Edinburgh, Scotland.
- Colbach N., Colas F., Cordeau S., Maillot T., Moreau D., Queyrel W., Villerd J. (2019) Modelling crop-weed canopies as a tool to investigate the role of crop diversification in agroecological cropping systems. *European Conference on Crop Diversification*, 18-21 sept. 2019, Budapest, Hongrie (oral, texte)
- Colbach N., Colas F., Moreau D., Gibot-Leclerc S., Pointurier O., Queyrel W., Bockstaller C. (2016). Ex ante evaluation of weed-mediated pests and environmental benefits of cropping systems with simulation-based indicators. The 14th congress of the European Society for Agronomy, 5-9 September 2016, Edinburgh, Scotland, 9-10 (communication orale).
- Colbach N., Cordeau S., Garrido A., Granger S. & Messéan A. (2015) How to evaluate the effect of field neighbourhood on weed flora and its impact on agricultural production and biodiversity with

- a model. In: 17th European Weed Research Society Symposium, "Weed management in changing environments", Montpellier, France
- Colbach N., Darmency H., Fernier A., Corre V. L. & Messéan A. (2015) Evaluating the risk of herbicide resistance in weeds in glyphosate-based maize cropping systems. A simulation study. In: 17th European Weed Research Society Symposium "Weed management in changing environments", Montpellier, France
- Colbach N., Granger S., Ricci B. & Messéan A. (2016) Landsharing vs. landsparing: how to reconcile crop production and biodiversity? A simulation study focusing on weed impacts. In: 14th ESA Congress, Edinburgh, Scotland
- Louargant M., Cheron C., Vigneau N., Jones G., Villette S., Gée C. (2017) Aerial multispectral imagery for site specific weed management. Intensive and environmentally friendly agriculture: an opportunity for innovation in machinery and systems. 1st AXEMA-EurAgEng Conference. 25 février 2017, Villepinte, France, 30-36.
- Louargant M., Vigneau N., Jones G., Villette S., Gée C. - 2015 - Aerial imagery for site specific weed management. 17th European Weed Research Society Symposium "Weed management in changing environments", 23-26 June 2015, Montpellier, France (oral)
- Louargant M., Villette S., Jones G., Vigneau N., Paoli J-N., Gée C. - 2015. Weed detection by aerial imaging: simulation of the impact of soil, crop and weed spectral mixing. European Conference on Precision Agriculture (ECPA2015), Tel-Aviv (Israël), 10-12 July, 2015. (oral)
- Métais P., Labreuche J., Adeux G., Cordeau S., 2018. Weed response to tillage and cover crop tactics in contrasted crop sequences within long-term experiments. In 21st ISTRO International Conference, 340-341. Paris, France, 24-27 septembre 2018.
- Moreau D., Abiven F., Busset H., Matejicek A., Pagès L (2016) Root dynamics of weed species in relation to soil-nitrogen level. The fourteenth congress of the European Society for Agronomy, 5-9 September 2016, Edinburgh, Scotland. Poster.
- Moreau D., Andrieu B., Barillot R., Chabbi A., dos Reis Cardoso Passos D., Durand JL, Gastal F, Richard-Molard C, Voisin AS, Louarn G (2016) A new method to estimate the nitrogen status of individual plants in canopies. The fourteenth congress of the European Society for Agronomy, 5-9 September 2016, Edinburgh, Scotland. Poster.

D.2.1.3.3 Monopartenaire

- Colas F., Granger S., Villerd J., Colbach N. (2016) Development of a specific decision support system for each issue in weed management. 14th ESA Congress, 5-9 September 2016, Edinburgh, Scotland.
- Colas F., Granger S., Villerd J., Darmency H., Colbach N.. (2016) Which decision-support systems for sustainable weed management: why, how and when to use it? 7th International Weed Science Congress, 19-25 June 2016, Prague, Czech Republic.
- Colbach N., Cordeau S. (2018) Reduced herbicide use does not increase crop yield loss if compensated by alternative measures. 18th European Weed Research Society Symposium, "New approaches for smarter weed management ", 17-21 June 2018, Ljubljana, Slovenia, 209 (oral, résumé)
- Colbach N., Cordeau S. (2018) Reduced herbicide use does not increase crop yield loss if compensated by alternative measures. Proceedings XVe ESA, Geneva, Switzerland, 27-31 August 2018, 16-17 (oral, résumé)
- Colbach N., Dugué F., Gardarin A., Strbik F., Munier-Jolain N.M., Moreau D. (2018) The response of weed and crop species to shading: measurement and prediction from traits. 18th European Weed Research Society Symposium, "New approaches for smarter weed management ", 17-21 June 2018, Ljubljana, Slovenia, 236 (oral, résumé)
- Colbach N., Dugué F., Gardarin A., Strbik F., Munier-Jolain N.M., Moreau D. (2018) The response of weed and crop species to shading: measurement and prediction from traits. Proceedings XVe ESA, Geneva, Switzerland, 27-31 August 2018, 29 (oral, résumé)
- Cordeau S., Lizon-au-cire D., Reibel C., Strbik F., Dugué F., Matejicek A., Guillemin J.-P., 2015. Weed seeds ability to emerge on the soil surface. 17th European Weed Research Society Symposium "Weed management in changing environments", Montpellier, France. Poster.
- Gée C., Villette S., 2017. Intra-row weed detection in wheat at early growing stage using imaging system. 11th European Conference on Precision Agriculture -16th to 20th July 2017, Edinburgh, Scotland (poster)

- Moreau D, Busset H, Matejicek A, Colbach N (2018). Response of Weed Species to Water Stress: Quantification and Formalisation in a Model of Crop-Weed Interactions The fifteenth congress of the European Society for Agronomy, 27-31 August 2018, Geneva, Switzerland, p 19. Oral.
- Moreau D, Busset H, Matejicek A, Perrot C, Colbach N (2018). The response of weed species to water stress. 18th European Weed Research Society Symposium, 17-21 June 2018, Ljubljana, Slovenia, p 173. Oral.
- Moreau D, Pointurier O, Nicolardot B, Colbach N (2018). Reduction of Nitrate Leaching: What is the Contribution of the Residual Weed Flora? The fifteenth congress of the European Society for Agronomy, 27-31 August 2018, Geneva, Switzerland, p 75. Oral.
- Moreau D, Pointurier O, Nicolardot B, Colbach N (2018). What is the contribution of the residual weed floras to reduce nitrate leaching? 18th European Weed Research Society Symposium, 17-21 June 2018, Ljubljana, Slovenia, p 234. Oral.
- Pointurier O., Gibot-Leclerc S., Moreau D., Darmency H., Colbach, N. (2016) Modelling cropping system effects on branched broomrape dynamics in interaction with weeds. International Weed Science Congress, Prague (poster, résumé)
- Perthame L, Petit S, Colbach N (2018) Cropping systems for driving biological regulation of weeds. A simulation study of seed predation by carabids. Proceedings XVe ESA, Geneva, Switzerland, 27-31 August 2018, 154 (poster, résumé)
- Perthame L, Petit S., Colbach N. (2018) Does seed predation by carabids contribute to biological weed control? A simulation study. 18th European Weed Research Society Symposium, "New approaches for smarter weed management ", 17-21 June 2018, Ljubljana, Slovenia, 282 (poster, résumé)
- Pointurier, O., Gibot-Leclerc, S., Moreau, D., Reibel, C., Strbik, F., Colbach, N. (2018) Modelling cropping system effects on branched broomrape dynamics in interaction with weeds. Proceedings XVe ESA, Geneva, Switzerland, 27-31 August 2018, 127 (poster, résumé)
- Queyrel W., Colbach N. (2016) Pesticide retention by weeds. Development of new indicators for cropping system evaluation. In: 14th ESA Congress, Edinburgh, Scotland, 27-28 (poster, texte)
- Queyrel W., Colbach N. (2015) Pesticide retention by weeds during summer fallow: development of a new indicator of weed impact. 17th European Weed Research Society Symposium, "Weed management in changing environments", 23-26 June 2015, Montpellier, France (poster), 263

D.2.2 FRANCE

D.2.2.1 Revues à comité de lecture

D.2.2.1.1 Édité

Colbach N., Angevin F., Moreau D., Eds. (en prep) Numéro spécial sur les résultats de CoSAC. *Innovations agronomiques*

D.2.2.1.2 Pluripartenaire

- Castel T., Cavan N., Colbach N., Angevin F. (In prep) Robustesse des stratégies innovantes de gestion des adventices face au changement climatique. *Innovations agronomiques*,
- Cavan N., Omon B., Castel T., Colbach N., Angevin F. (In prep) Utilisation du modèle FLORSYS comme outil d'aide à la conception de systèmes de culture innovants performants pour la gestion durable des adventices : exemple d'un groupe DEPHY Ferme de l'Eure. *Agronomie, environnement et sociétés*,
- Colas F., Queyrel W., Van Inghelandt B, Villerd J., Colbach N. (in prep) DECIFLORSYS : un outil pour accompagner les agriculteurs dans la transition agroécologique. *Innovations agronomiques*
- Cavan N., Omon B., Tailleur A., Dubois S., Queyrel W., Van Inghelandt B., Colbach N., Angevin F. (In prep.) Comparaison de trois méthodes de conception de systèmes de culture innovants pour la gestion durable des adventices. *Innovations agronomiques*
- Labreuche J., Métails P., Vuillemin F., Colbach N. (en prep) Le faux semis : identifier les clés du succès. *Innovations agronomiques*
- Pasquier, C., Angevin, F., Le Bail, M., In prep. Contribuer au diagnostic des obstacles à la réduction des herbicides dans les exploitations agricoles françaises. Enquêtes sur le plateau de Neubourg. In: *Cahiers Agricultures*
- Toqué C., Cadoux S, Tauvel P, Dubois S, Jouy L, Tailleur A, de Cordoue A.L. (in prep) Combiner expertise, expérimentation et simulations : les plateformes SYPPRE. *Innovations agronomiques*

D.2.2.1.3 Monopartenaire

- Adeux G., Munier-Jolain N.M., Cordeau S. (in prep) La diversité des communautés adventices peut aider à limiter les pertes de rendement. *Innovations agronomiques*
- Colbach N., Petit S., Chauvel B., Deytieux V., Lechenet M., Munier-Jolain N., Cordeau S. (in prep) Dans quelle mesure les adventices sont nuisibles pour la production et les herbicides sont-ils nécessaires pour les combattre. *Innovations agronomiques*
- Maillot T., Jones G., Vioix J.B., Colbach N. (in prep) Des technologies innovantes pour optimiser le désherbage de précision. *Innovations agronomiques*
- Moreau D., Colbach N. (en prep) La compétition pour les ressources entre plantes : des clés pour choisir les cultures et variétés pour contrôler les adventices. *Innovations agronomiques*
- Le Corre V., Délye C., Colbach N. (en prep) Résistance aux herbicides : causes, état actuel et solutions ?. *Innovations agronomiques*

D.2.2.2 Ouvrages ou chapitres d'ouvrage

D.2.2.2.1 Pluripartenaire

D.2.2.2.2 Monopartenaire

- Colbach N., Cordeau S. & Gardarin A. (in press) Implantation des cultures et gestion des adventices : effets des modalités de préparation des sols et de semis sur la flore adventice. In: Réussir l'Implantation des cultures : enjeux agroécologiques, raisonnement agronomique (J. Boiffin, F. Laurent & G. Richard, eds.) Éditions Quae
- Colbach N., Favrelière E., Munier-Jolain N. & Pernel J. (2018) Quels outils pour piloter la gestion durable de la flore adventice ? In: Gestion durable de la flore adventice des cultures (B. Chauvel, H. Darmency, N. Munier-Jolain & A. Rodriguez, eds.) Éditions Quae:159-174
- Colbach N. & Moreau D. (2018) Les processus impliqués dans la dynamique démographique des communautés adventices en réponse aux systèmes de culture. In: Gestion durable de la flore adventice des cultures (B. Chauvel, H. Darmency, N. Munier-Jolain & A. Rodriguez, eds.) Éditions Quae:59-79

D.2.2.3 Communications (conférence)

D.2.2.3.1 Conférences invitées

D.2.2.3.2 Pluripartenaire

- Colas F., Cordeau S., Jeuffroy M.-H., Granger S., Queyrel W., Pointurier O., Rodriguez A., Villerd J., Colbach N. (2016) Développement d'un outil d'aide à la décision pour la gestion intégrée des adventices. In: 23e Conférence du COLUMA - Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Dijon, France, 467-476 (poster)
- Colbach N., Angevin F., Moreau D., Rodriguez A. (2016) CoSAC, un projet pour la Conception de Stratégies durables de gestion des Adventices dans un contexte de Changement (climat, pratiques agricoles, biodiversité). in 23ème Conférence Internationale du COLUMA, Dijon, France
- Colbach N., Angevin F., Moreau D., Rodriguez R. (2016) CoSAC, un projet pour la Conception de Stratégies durables de gestion des Adventices dans un contexte de Changement (climat, pratiques agricoles, biodiversité). 23ème Conférence Internationale du COLUMA, 6-8 décembre 2016, Dijon, France.

D.2.2.3.3 Monopartenaire

- Colas F., Villerd J. & Colbach N. (2019) Simplification d'un modèle complexe pour le développement d'un modèle d'aide à la décision pour la gestion agroécologique de la flore adventice. In: Végéphyll – 24e conférence du COLUMA - Journées Internationales sur la Lutte Contre Les Mauvaises Herbes, 3-5 Dec. 2019, Orléans, France
- Colas F., Villerd J., Colbach N. (2017). Prototypes d'outil d'aide à la décision à partir de FLORSYS pour la gestion intégrée des adventices. Journée des doctorants l'UMR Agroécologie, 10 avril 2017, Dijon, France (communication orale).
- Colas, F., Colbach, N., Gauchi, J.-P., Villerd, Développement d'un outil d'aide à la décision pour la gestion intégrée de la flore adventice. J.. Journée des doctorants de l'UMR Agroécologie, 16 mars 2015, Dijon, France (poster).

- Colbach N. & Cordeau S. (2019) Peut-on réduire les herbicides sans perdre du rendement ? In: Végéphyt – 24e conférence du COLUMA - Journées Internationales sur la Lutte Contre Les Mauvaises Herbes, Orléans, France
- Colbach N., Colas F., Cordeau S., Maillot T., Moreau D., Queyrel W. & Villerd J. (2019) De la compétition culture:adventices à la diversification des cultures. Modéliser les couverts cultures:adventices pour étudier le rôle de la diversification des cultures dans les systèmes de culture agroécologiques. In: Végéphyt – 24e conférence du COLUMA - Journées Internationales sur la Lutte Contre Les Mauvaises Herbes, 3-5 Dec. 2019, Orléans, France
- Cordeau, S., Dessaint, F., Quinio, M., De Waele, M., Biju-Duval, L., Buthiot, M., Cadet, E., Guillemin, J.P., 2016. Analyse des effets direct et indirect des pratiques agricoles sur les adventices et la production agricoles de blé tendre d'hiver. In: AFPP (Ed.), 23e Conférence du COLUMA - journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, DIJON
- Maillot, T., Gée, C., Gobin, B., Villette, S., Vioix, J.-B., Jones, G., Paoli, J.-N., 2016. I-Weed Robot : un outil pour l'étude de population d'adventices. In: AFPP (Eds.) AFPP – 23e conférence du Columa. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Dijon, France, 6-8 Dec 2016,
- Métais P., Labreuche J., Dubois B., Vacher C., Bonin L., Gautelier Vizios L., 2016. Mise en rotation d'un essai travail du sol en monoculture de blé : impact sur le ray-grass. In : AFPP (Eds) AFPP – 23e conférence du COLUMA. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Dijon, France, 6-8 Dec 2016 (poster)
- Moreau D., Basset A., Colbach N., Cordeau S., Harzic N., Labreuche J., Maillot T., Perthame L., Pointurier O., Queyrel W., Vioix J.B., Voisin A.S. (2019) Valoriser la diversité cultivée pour réguler les adventices : le projet casdar raid. In: Végéphyt – 24e conférence du COLUMA - Journées Internationales sur la Lutte Contre Les Mauvaises Herbes, 3-5 Dec. 2019, Orléans, France

D.2.3 THESES, RAPPORTS DE RECHERCHE ET RAPPORT DE STAGE

D.2.3.1.1 Pluripartenaire

- Cavan N., Dubois S., Tailleur A., Angevin F., Colbach N. (2019) Note de synthèse : exploration de systèmes de culture innovants pour la gestion durable des adventices à l'aide du modèle FlorSys : cas de la plateforme Syppre Berry.
- Guesdon Vennerie A, 2017. Impact du travail du sol sur les adventices : Enseignements de l'essai travail du sol de longue durée de Boigneville et simulation (rapport de stage de fin d'étude), 25p, AgroCampus Ouest. (L11c)
- Métais P., Vuillemin F., Cordeau S., 2017. Evaluation de techniques pour la régulation des adventices dans différents contextes pédoclimatiques et floristiques : Bilan année 1. Rapport interne, 27p. (L11a)
- Métais P., Vuillemin F., Cordeau S., 2019. Méthodologie de collecte et d'analyse de données pour analyser l'effet de pratiques individuelles dans des systèmes de culture aux effets multiples. Rapport interne, 8p. (L11b).
- Métais P., Vuillemin F., Cordeau S., 2019. Evaluation de techniques pour la régulation des adventices dans différents contextes pédoclimatiques et floristiques : synthèse. Rapport interne, 5p. (L11d)

D.2.3.1.2 Monopartenaire

- Colas, Floriane. 2018. « Co-développement d'un modèle d'aide à la décision pour la gestion intégrée de la flore adventice. Méta-modélisation et analyse de sensibilité d'un modèle mécaniste complexe (FLORSYS) des effets des systèmes de culture sur les services et disservices écosystémiques de la flore adventice ». Thèse, Bourgogne Franche-Comté, p.337. <http://www.theses.fr/2018UBFCK014>
- Mion, M., 2018. Développement d'une méthode de conception de systèmes de culture pour une gestion durable de la flore adventice par algorithmes d'optimisation (Rapport de stage de fin d'études). AgroSup Dijon
- Perthame L. (2017) Modélisation de la prédation des semences adventices dans les systèmes agro-écologiques. Rapport de fin d'étude d'ingénieur agronome, AgroSup Dijon (co-encadrement N Colbach, S. Petit), 48 p.
- Van Inghelandt B., 2018, Combiner prototypage et modèles en ateliers de co-conception de systèmes de culture pour une gestion durable des adventices, mémoire de fin d'étude, Master Agrosiences Environnement, Territoires Paysage Forêt, 58 p

Vieira, W., 2016. Modélisation de la dispersion des espèces adventices de culture. Bordeaux Sciences Agro,
Villette S., 2016. Les transferts d'azote dans le sol à partir d'engrais granulaires dans un contexte de développement des apports localisés et de contrôle des adventices. Synthèse bibliographique, Rapport interne, 52p. (L122a)

D.2.4 ACTION DE DIFFUSION

D.2.4.1 Articles vulgarisation

D.2.4.1.1 Pluripartenaire

Métais P., Vuillemin F., 2019. Gestion des adventices à l'interculture : le faux-semis au banc d'essai, Perspectives Agricoles n°468, Juillet-août 2019.
Métais P., Vuillemin F., Cordeau S., 2019. Travail du sol et couverts: quels effets sur les adventices. Phytoma, 35-38.

D.2.4.1.2 Monopartenaire

Colas, F., Queyrel, W., Van Inghelandt, B., Villerd, J., Colbach, N., 2018. Un OAD pour la gestion agroécologique des adventices. Phytoma 14-17
Colbach N., Cordeau S. (2018) Réduire les herbicides sans perte de rendement. Phytoma 717, 8-12
Solano Daniel & C. Gée, 2016 - "L'agriculture de précision au service de l'agroécologie" - Sciences et Avenir novembre 2016 Vol.N°837 p.91-92

D.2.4.2 Conférences vulgarisation

D.2.4.2.1 Organisées

(Les actes de ces colloques sont en annexe)

Colbach, N., Angevin, F., Bockstaller, C., Chauvel, B., Denieul, C., Moreau, D., Omon, B., Pellet, D., Rodriguez, A., Trannoy, L., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement - Séminaire CoSAC Paris, France, 31 jan – 1 fév 2019
Colbach, N., Moreau, D., Angevin, F., Rodriguez, A., Volan, S. and Vuillemin, F. (Eds.) Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes, Séminaire de restitution à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC, Paris, France, 31 Jan-1 Feb, 19-21.

Pour la liste des contributions, voir la table de matières de ces actes. Les références de ces congrès ne sont pas listées ici.

D.2.4.2.2 Invitées

Colbach N., Moreau D., Angevin F., Rodriguez A., Métais P., Vuillemin F. (2020) Conception de Stratégies durables de gestion des Adventices dans un contexte de Changement : le projet CoSAC. Phloème 29-30 jan 2020, Paris, France
Pointurier O., Colbach N. (2016) Prédire la dynamique des adventices dans les parcelles agricoles avec le modèle FLORSYS. Journée technique Carottes de France, 7 juillet 2016, Saint-Jean-d'Ilac
Pointurier O., Colbach N. (2017) Prédire la dynamique des adventices dans els parcelles agricoles avec le modèle FLORSYS. Rencontres GIS PIC lég – Marseille, 16-17 novembre 2017
Pointurier O., Colbach N. (2018) Modéliser la dynamique des adventices avec le modèle FlorSys pour évaluer et concevoir des systèmes de culture multiperformants. Utilisation des données du réseau DEPHY. Séminaire DEPHY, 30 mai 2018, Dijon

D.2.4.2.3 Pluripartenaire

Louargant M., Corentin Chéron, Nathalie Vigneau, Gawain. Jones, Sylvain Villette, Christelle Gée, 2017. Aerial multispectral imagery for site specific weed management. 1st AXEMA-EurAgEng Conference. - Parc des Expositions, Villepinte (France), 25 février 2017 (oral)
Van Inghelandt B., Queyrel W., Colas F., Guyot B., Colbach N., Combiner prototypage et modèles en ateliers de co-conception de systèmes de culture pour une gestion durable des adventices, Journée d'échanges »Traque de systèmes innovants, organisé par le RMT SDCI (Systèmes De Culture Innovants) et Collectif IDEAS (Initiative for DEsign in Agrifood Systems), Sept. 2018, Paris, France (oral)

Villette Sylvain, Emmanuel Piron, Denis Miclet, Bernard Nicolardot, Christelle Gée, 2015. Modélisation d'un distributeur centrifuge pour l'étude de la répartition spatiale de l'engrais. COMIFER - 12ième rencontres de la fertilisation raisonnée et analyse, 18-19 novembre 2015, Lyon (poster)

D.2.4.2.4 Monopartenaire

D.2.4.3 Autres

Queyrel, W. « La conception de systèmes de culture: de la théorie à la pratique ». Enseignement de 3ème année de la Dominante Agroécologie pour des Productions Végétales durables présenté lors Module Conception de Systèmes Agroécologiques, AgroSup Dijon (Fr), 7 février 2019

Colas F., Gauchi, J.-P., Villerd J., Colbach N.. Expérimentarium - de jeunes chercheurs à la rencontre d'élèves de la primaire au lycée, Développement d'un outil d'aide à la décision pour la gestion intégrée des adventices.

- Lycée, Sémur-en-Auxois (21), mars 2016.
- Ferme des Gêtes, Villers-sur-Port (70), 1er mai 2016.
- Lycée et Maison natale de Pasteur, Dole (25), 20-22 mai 2016
- Bibliothèque de Fontaine d'Ouche, Dijon (21), 5 novembre 2016.
- Lycée, Nevers (58), novembre 2016.
- Collèges et lycées, Dijon (21), mars 2017.
- Nuit européenne des Chercheurs, Dijon (21), 29 septembre 2017.
- Collège Camille Chevalier, Chalon-sur-Saône, 24 avril 2018.

Perthame, L., Colbach, N., Moreau, D. Expérimentarium – de jeunes chercheurs à la rencontre d'élèves de la primaire au lycée, Collèges et lycées, L'azote pour contrôler la croissance des mauvaises herbes.

- Collège, MJC, Musée des Beaux-Arts, Maison natale de Pasteur, Dole, 16-18 mai 2019
- Collèges et lycées dans le cadre du concours « Faites de la science », Dijon, 10 avril 2019.
- Collèges et lycées, Dijon, mars 2019.
- Primaires, collèges et lycées, Dijon, novembre 2018.

Colbach N., Moreau D. (2019) FlorSys – a champ expérimental virtuel pour simuler des couverts culture-adventices plurispécifiques. Application à l'évaluation multicritère et la conception de systèmes de culture multiperformants. AI CARYOCA - caractériser les adventices des agroecosystèmes tropicaux et capitaliser les connaissances et données pour contribuer à la transition agroécologiques. Atelier d'échange CIRAD du 18 au 20 juin 2019, Montpellier (4 h d'exposé)

Van Inghelandt, B., Colas, F., Colbach, N., Guyot, B., Bruno, C., Damien, D., Queyrel, W., avec la contribution de Sylvie Granger et du groupe d'étudiant d'AgroSup ayant travaillé sur les enquêtes, 18 et 19 juin 2018, 10500, Brienne-le-Château / Rosnay-l'hôpital, Aube. Ateliers de co-conception de système de culture avec des agriculteurs pour une meilleure gestion de la flore adventice en mobilisant un outil d'aide à la décision associé au support d'animation mission écophyt'eau.

Cavan N. & Angevin F. (2019) : Assemblée générale de l'unité INRA Infosols (juin 2019)

Lettres d'actualités:

- Lettre actualités EcoPhyto Ile-de-France n°87_mars 2017
- Lettre du GIS Biotechnologie verte: Zoom sur CoSac, janvier 2019
- Portail Ecophytopic

Formations Gestion intégrée de la flore adventice

D.3 LISTE DES ELEMENTS DE VALORISATION

DECIFLORSYS – déclaration d'invention en cours

FLORSYS.3 – mise à jour du dépôt à l'agence de protection des programmes en cours

ANNEXES

[Actes du Colloque « Gestion des adventices dans un contexte de changement : Connaissances, méthodes et outils pour l'élaboration de stratégies innovantes » organisé le 31 janvier et 1 février 2019](#)

[Résumés du séminaire à mi-parcours du projet de recherche ANR CoSAC organisé le 31 janvier et 1 février 2017](#)