

INRAE



- **Recherche d'idéotypes de mélanges de couverts adaptés aux contextes régionaux pour améliorer la régulation biologique des adventices :**
Classement des couverts à partir des résultats de simulation

Nicolas CAVAN, Stéphane CORDEAU, Solemne SKORUPINSKI, Nathalie COLBACH

INRAE

➤ Introduction et objectifs



> Introduction #1

- Couverts mentionnés pour rendre de nombreux services écosystémiques parmi lesquels la **régulation des adventices**
- De nombreux travaux ont montré que ces couverts peuvent :
 - concurrencer les adventices ([Teasdale et al., 2007](#)) ;
 - réduire leur biomasse durant l'interculture ;
 - mais sans démontrer leur effet bénéfique à long-terme ([Cordeau et Adeux, 2018](#)) sur l'infestation des cultures suivantes ou la réduction de l'usage d'herbicides (échelle sdc).
- Enfin, les couverts monospécifiques seraient plus efficaces pour produire de la biomasse et réguler les adventices (e.g. [Schappert et al., 2019](#)) alors que les agriculteurs sèment en général des couverts plurispécifiques (recherche d'une stabilité et/ou de plusieurs services)



> Introduction #2

- Or, l'effet concurrentiel des couverts sur la flore adventice dépend des mélanges semés, des adventices considérées et des niveaux de ressources hydriques et azotées disponibles.

Il est quasi-impossible de manipuler tous ces facteurs dans des expérimentations au champ.

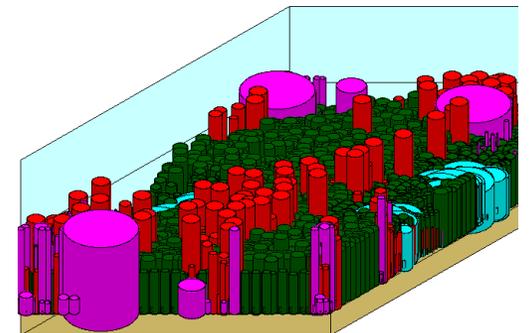
La modélisation permet de tester :

ces effets simples et combinés,

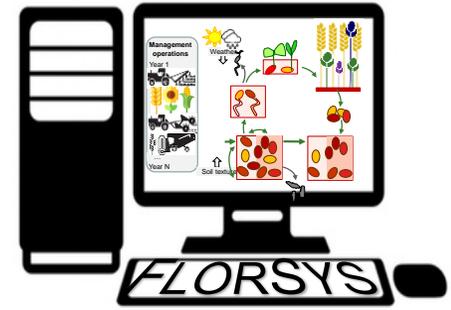
sur le court et le long-terme,

en faisant varier les communautés adventices

et les ressources du milieu en manipulant les climats simulés.



➤ Objectif de notre étude



Tester par expérimentation virtuelle avec le modèle FLORSys :

- l'effet court-terme et long-terme d'une grande diversité de couverts d'interculture (variant selon les espèces et leur densité relative),
- en fonction de leur mode de gestion (date d'implantation, destruction, type de destruction) et,
- en fonction de pédoclimats actuels ou futurs,

de manière à identifier :

- les caractéristiques des idéotypes de couverts (nombre d'espèces, traits, densité optimale) aptes à maximiser la régulation biologique des adventices par compétition et,
- les combinaisons de pratiques agricoles (systèmes de culture) où cette régulation est maximale

INRAE

➤ Plan de simulation et analyses des sorties



➤ Matériel et Méthodes

Plan de simulation

- Rotations
 - Rotations **courtes** avec ICC
 - B1 Bourgogne : C/B/O
 - P1 Poitou-Charentes : C/B/O
 - Rotations **longues** avec ICL
 - B2 Bourgogne : C/B/O/S/B
 - P2 Poitou-Charentes : C/B/O/T/B
- 5 répétitions climatiques
- 12 ans
- 9 ITK :
 - Présence / absence de couverts en interculture
 - Labour / non labour + travail du sol superficiel avant semis ou non
 - Destruction du couvert (mécanique, chimique, gel)



➤ Matériel et Méthodes

Plan de simulation

- Nb d'espèces
 - 1,2,4,8,16,30
- Nb de familles botaniques
 - 1,2,3,4,6
- Nb de groupes fonctionnels
 - 1,2,4
- Densité semis fixe
- 1 variété/espèce

Nom	Espèce	Variété	Taxon	Famille	Saisonnalité
AVOINE	Avena strigosa	Pratex	Mono	Poacée	Annuelle, estivale
BLE_H	Triticum aestivum	Cezanne	Dico	Poacée	Annuelle, hivernale
COLZA	Brassica napus		Dico	Brassicacée	Annuelle, hivernale
FENUGREC	Trigonella foenum-gaecum	Fenusol	Dico	Fabacée	Annuelle, estivale
FETUQUE	Festuca rubra	Greenlight	Mono	Poacée	Pérenne
FEVEROLE_P	Vicia faba	Diana	Dico	Fabacée	Annuelle, estivale
FEVEROLE_H	Vicia faba	Gladice	Dico	Fabacée	Annuelle, hivernale
GESSE	Lathyrus sativus	N-Fix	Dico	Fabacée	Annuelle, hivernale
LENTILLE_H	Lens nigricans	Lentifix	Dico	Fabacée	Annuelle, hivernale
LIN	Linu usitatissimum		Mono	Linacée	Annuelle, estivale
LOTIER	Lotus corniculatus	Leo	Dico	Fabacée	Pérenne
LUZERNE	Medicago sativa	Galaxy	Dico	Fabacée	Pérenne
MINETTE	Medicago lupulina	Virgo	Dico	Fabacée	Pérenne
MOUTARDE	Sinapis alba	Interculture	Dico	Brassicacée	Annuelle, estivale
NIGER	Guizotia abyssinica	Azofix	Dico	Astéracée	Annuelle, estivale
ORGE_H	Hordeum vulgare		Mono	Poacée	Annuelle, hivernale
ORGE_P	Hordeum hexastichum	Printemps	Mono	Poacée	Annuelle, estivale
PHACELIE	Phacelia tanacetifolia	Angelia	Dico	Boraginacée	Annuelle, estivale
POIS_H	Pisum sativum	China	Dico	Fabacée	Annuelle, hivernale
POIS_P	Pisum sativum	Kayanne	Dico	Fabacée	Annuelle, estivale
RADIS	Raphanus sativus	Cardinal	Dico	Brassicacée	Annuelle, estivale
RAYGRASS	Lolium multiflorum	Italien	Dico	Poacée	Annuelle, hivernale
SOJA	Glycine max		Mono	Fabacée	Annuelle, estivale
SORGHO	Sorghum bicolor		Mono	Poacée	Annuelle, estivale
TOURNESOL	Helianthus annuus		Dico	Astéracée	Annuelle, estivale
TREFLE_A	Trifolium alexandrium	Tabor	Dico	Fabacée	Annuelle, estivale
TREFLE_B	Trifolium repens	Aberdai	Dico	Fabacée	Pérenne
TREFLE_V	Trifolium pratense	Trevvio	Dico	Fabacée	Pérenne
TRITICALE	x Triticosecale	Matinal	Mono	Poacée	Annuelle, hivernale
VESCE	Vicia sativa	Nacre	Dico	Fabacée	Annuelle, estivale

➤ Résultats basés sur deux indicateurs

- Un indicateur de performance du couvert pour la régulation des adventices :

$$\text{Ratio} = \text{Biomasse adventice} / (\text{Biomasse couvert} + \text{Biomasse adventice})$$

- *Ratio calculé 2 jours avant le semis (et avant destruction du couvert)*
 - 0 : régulation maximale (aucune adventice présente)
 - 1 : le couvert n'a pas levé
- Un indicateur de performances pour la culture suivant le couvert : la perte de rendement due aux adventices
 - 0 : aucune perte de rendement
 - 1 : aucune récolte

On inverse les notes pour la lisibilité : 1 = meilleure note ; 0 = moins bonne note

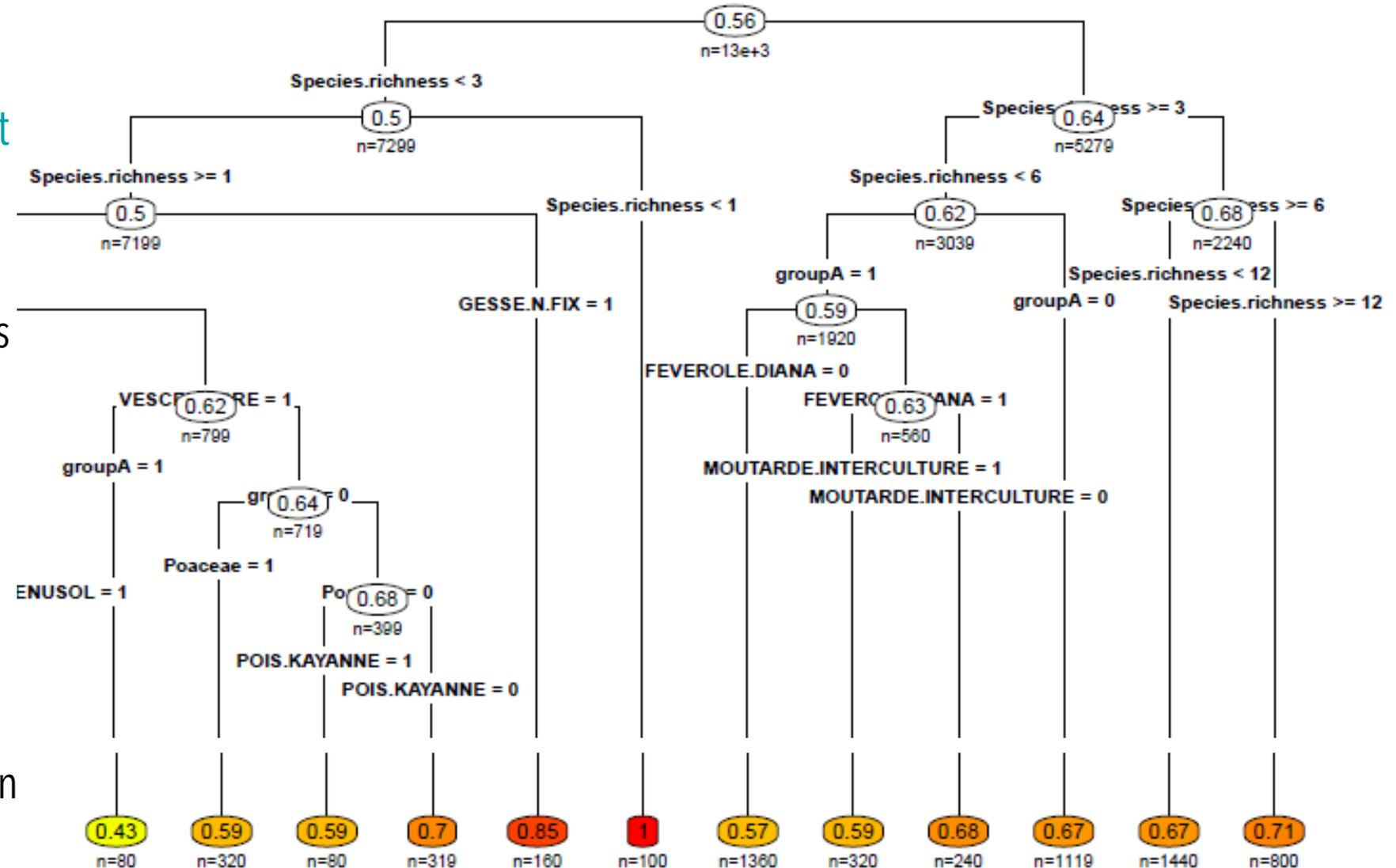
➤ Méthodologie : construction d'arbres de régression

• Chaque feuille de l'arbre est décrite par :

- La valeur moyenne de l'indicateur
- Le nombre de simulations qu'elle contient
- Un chemin pour y parvenir, basé sur les variables explicatives

• Deux types d'arbres :

- Un complet (toutes variables explicatives)
- Un comportant uniquement la description des couverts



INRAE

➤ Analyse des sorties de simulation

Création d'un classement des couverts pour l'OAD Arvalis

➤ Analyse complète en situation de production réelle

Toutes les variables explicatives sont conservées pour construire l'arbre.

Résultats présentés à l'échelle de la rotation (moyenne sur la durée de la simulation - 12 ans)

	Ratio BA / (BA + BC) ¹ 2 j. avant le semis	Perte de rendement
<i>R² total</i>	0,750	0,730
ITK	0,263	0,280
<i>Dont destruction du couvert</i>	0,095	0,142
<i> travail du sol superficiel TS</i>	0,095	0,083
<i> labour</i>	0,075	0,052
Région	0,051	0,114
Type de rotation	0,038	0,101
Répétition climatique	0,001	0,043
Caractéristiques du couvert	0,015	-

¹ Biomasse Adventice / (Biomasse Adventice + Biomasse Couvert)

ITK avec l'effet le plus fort > Région ≈ Rotation
Pour le groupe de variables ITK : destruction couvert > TS ≈ Labour
Effet de la composition du couvert très faible en moyenne sur 12 ans.

➤ Analyse de l'effet de la composition du couvert

- On conserve uniquement les variables permettant de décrire les couverts (espèces composant le couvert, richesse spécifique, etc.)
 - Chaque couvert appartiendra à une seule feuille, donc aura une note pour chaque indicateur
- Pour la perte de rendement de la culture suivante, la méthode de destruction du couvert était le descripteur de l'ITK expliquant le plus de variabilité.
 - Donc on réalise un arbre pour chaque méthode de destruction (mécanique, chimique, par le gel).
- On calcule la moyenne des notes obtenues pour chaque indicateur. Cette moyenne entre 0 (mauvais) et 1 (très bien) sert à classer les couverts.



➤ Résultats du classement des couverts

Composition	Richesse spécifique	Destruction couvert		Ratio_biomasse	Moyenne
		Chimique	Gel		
Ray-grass d'Italie	1	1,00	0,91	0,80	0,90
Moutarde	1	0,81	0,90	0,80	0,84
Fétuque	1	1,00	0,89	0,60	0,83
Trèfle blanc	1	0,79	0,96	0,60	0,78
Luzerne cultivée	1	0,85	0,78	0,69	0,77
...					
Moutarde + 2ème espèce (x10)	2	0,40	0,53	0,53	0,49
...					
B-C	16	0,00	0,25	0,29	0,18
B-D	16	0,00	0,25	0,29	0,18
Sol nu	0	0,16	0,00	0,00	0,05

Couverts mono-spécifiques

Mélanges (4 espèces en moyenne)

La destruction mécanique nivelle les différences entre couverts

➤ Conclusion et perspectives

- Classement des couverts par simulations, à comparer au classement obtenu par des essais au champ, pour enrichir l'OAD « Choix des couverts » d'Arvalis
- Confirmation de résultats antérieurs :
 - Les couverts mono-spécifiques sont plus efficaces pour produire de la biomasse et réguler les adventices dans la culture suivante ;
 - Peu d'effet du couvert à long terme (échelle du SdC) pour limiter les pertes de rendement dues aux adventices (arbres de régression + analyses non montrées ici)
- Perspectives :
 - Identifier les traits des espèces responsables des différences de performances
 - Identifier les situations de régulation maximale par contexte de production (Choix du couvert * SdC + ITK * Région)
 - Faire les simulations et les analyses avec des scénarios climatiques futurs

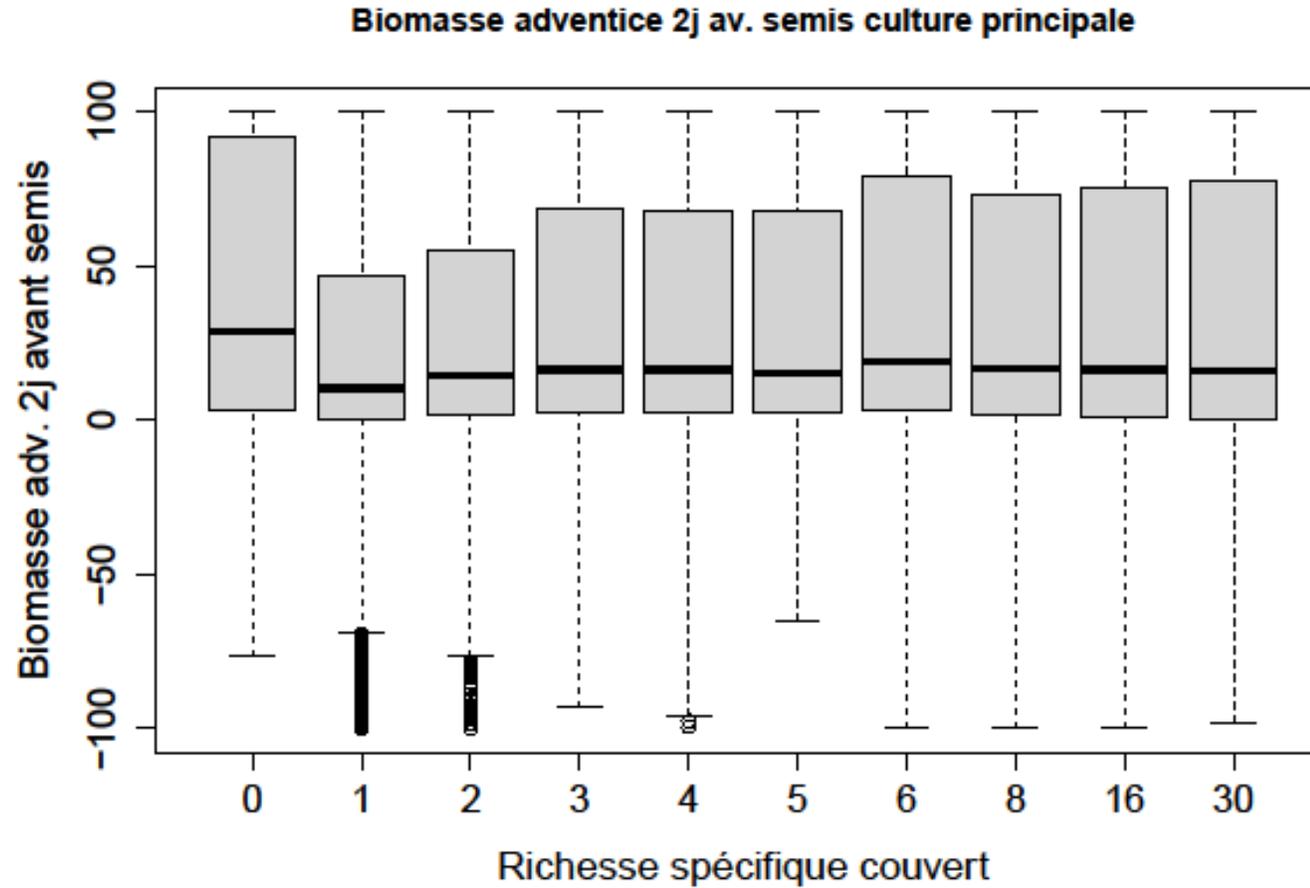


INRAE

Travaux financés par :



➤ Pertes de rendement (%) vs. richesse spécifique couvert



➤ Biomasse adv. 2j avant semis de la culture vs. richesse spécifique couvert

