Colloque
RECHERCHE
Du 22 au 24 mars 2017

FLORSYS - Analyse et modélisation des effets des pratiques agricoles sur les services et disservices écosystémiques dépendant des adventices

Application à l'évaluation et la conception de systèmes de culture économes en herbicides

Nathalie COLBACH
Agroécologie, AgroSup Dijon, INRA, Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-21000

AGRO-ÉCOLOGIE PRODUISONS AUTREMENT
Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer
PESTICIDES
acta LES INSTITUTS TECHNIQUES AGRICOLES
FRB FONDATION POUR LA RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ
AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

Colloque
RECHERCHE
Du 22 au 24 mars 2017

FLORSYS - Analyse et modélisation des effets des pratiques agricoles sur les services et disservices écosystémiques dépendant des adventices

Application à l'évaluation et la conception de systèmes de culture économes en herbicides

Nathalie COLBACH

Agroécologie
AgroSup Dijon, INRA, Univ. Franche-Comté
Dijon

LAE
INRA, Univ. Lorraine
Nancy-Colmar

Les multiples facettes des adventices

Perte de rendement
Salissement du champ

Biodiversité végétale sauvage

Relais pour d'autres bioagresseurs

Ressource trophique pour organismes bénéfiques/neutres

Les multiples facettes des adventices

Systèmes de culture

?

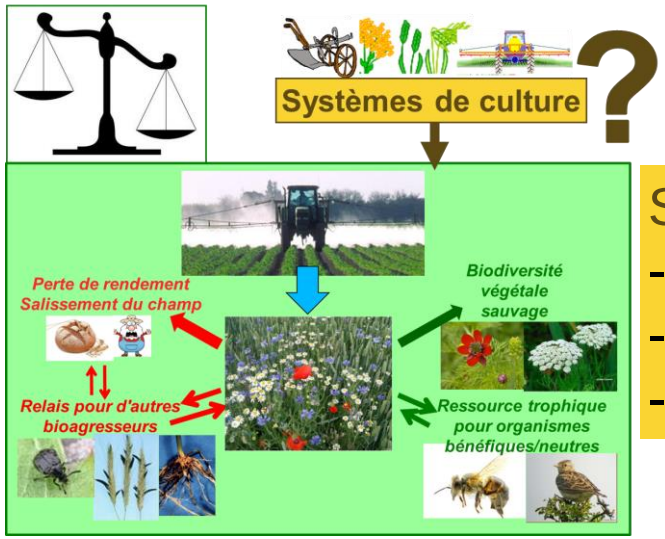
Perte de rendement
Salissement du champ

Relais pour d'autres bioagresseurs

Biodiversité végétale sauvage

Ressource trophique pour organismes bénéfiques/neutres

Objectifs



Système complexe
- Effets long terme
- Nombreux facteurs avec nombreuses options
- Interactions

Des expérimentations → **connaissances**

Un **modèle** *Systèmes de culture → Adventices → Production + Biodiversité*

Des méthodes → **évaluer et concevoir** des systèmes multipermorants

Expérimentation Interactions adventices-parasite

Perte de rendement
Salissement du champ

Relais pour d'autres bioagresseurs

Orobanche rameuse
(Phelipanche ramosa)

Parasite

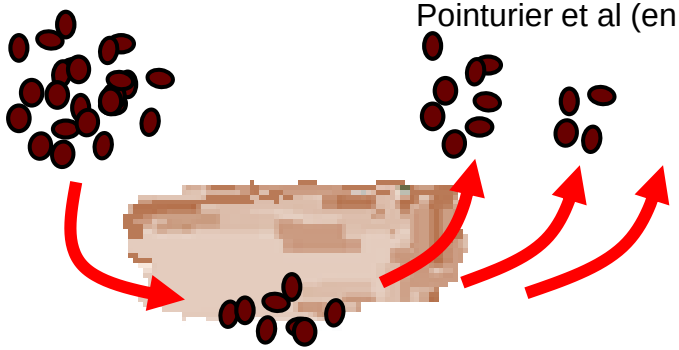
Plante sans chlorophylle

➔ ne peut pousser que si fixée sur une plante hôte

Inoculum infectieux = semences

➔ ne germent que si exsudats racinaires d'une plante hôte

Expérimentation Interactions adventices-parasite



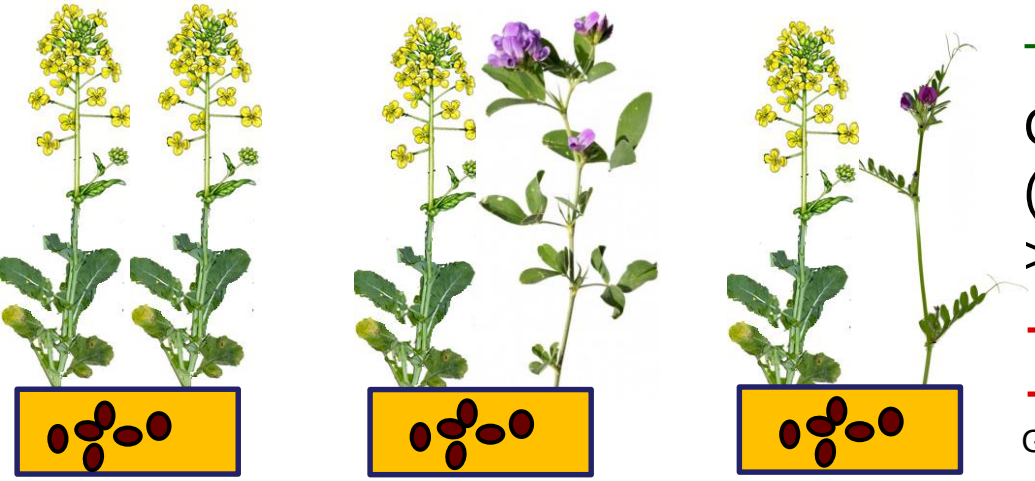
Pointurier et al (en prep)

Mortalité de l'inoculum 6-8%/an

→ Labourer et attendre = inefficace

Sensibilité **saisonnière** de l'inoculum aux exsudats racinaires < 20% Déc-Avril

→ Retarder les semis d'automne



Taux d'**infection** des hôtes

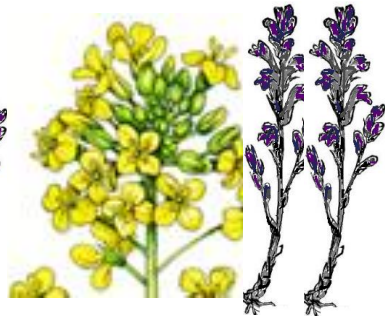
Colza en association (lucerne ou vesce) >> colza en pur

→ Cultures "piège" en interculture

→ Attention pour cultures de rente

Gibot-Lerclerc et al (en prep)

Moreau et al (2016)



Croissance du parasite

Géranium < Capselle < Colza

↓ Espèce "piège"

↓ ↓ Détruire avant grenaison

INRA SCIENCE & IMPACT

La parcelle virtuelle FLORSYS

Entrées choisies par l'utilisateur

Opérations culturales

Années

1

2

...

N

Météo

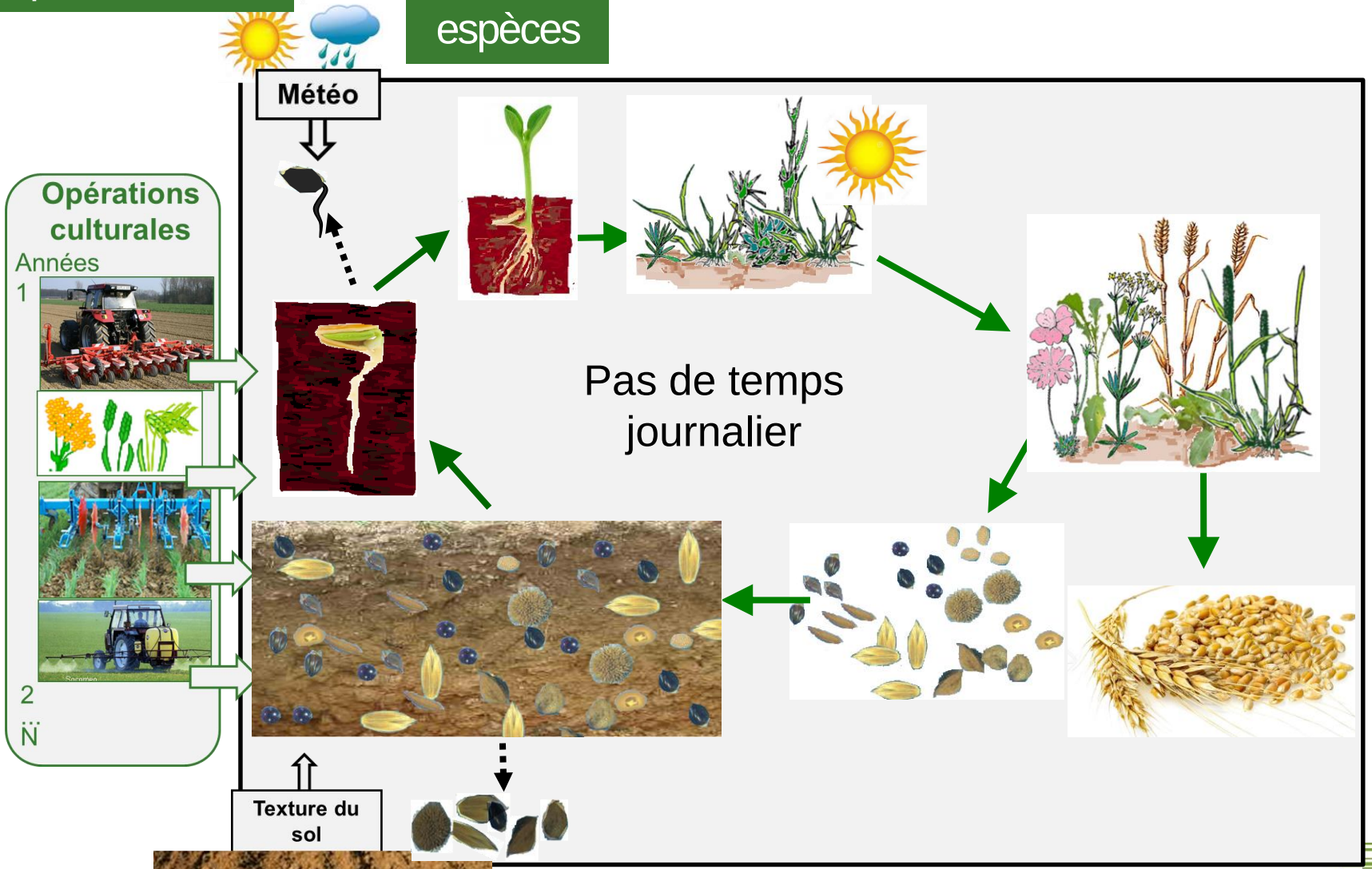
Texture du sol

Colbach et al (2006, 2010, 2014) Eur J Agron, Colbach et al (2007) Ecol Mod; Colbach et al. (2014) Soil Till Res; Weed Res; Gardarin et al. (2012) Ecol Mod; Munier-Jolain et al (2013) Ecol Mod, (2014) Field Crops Res

INRA SCIENCE & IMPACT

La parcelle virtuelle FLORSYS

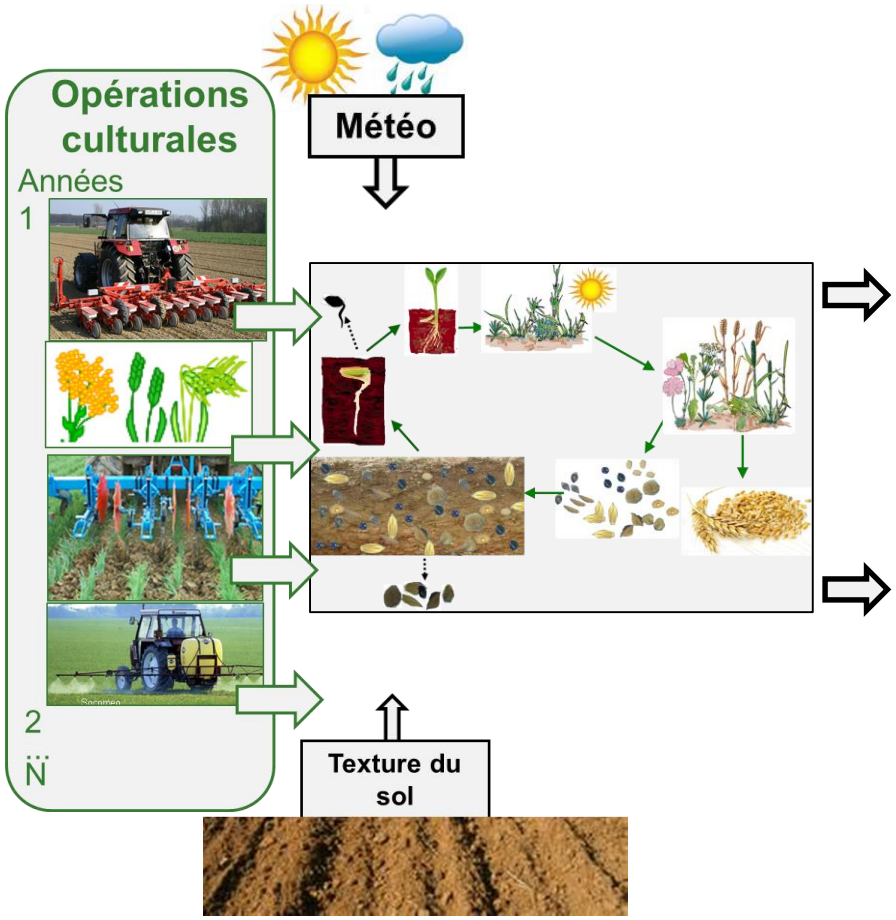
Entrées choisies par l'utilisateur → Cycle de vie des espèces

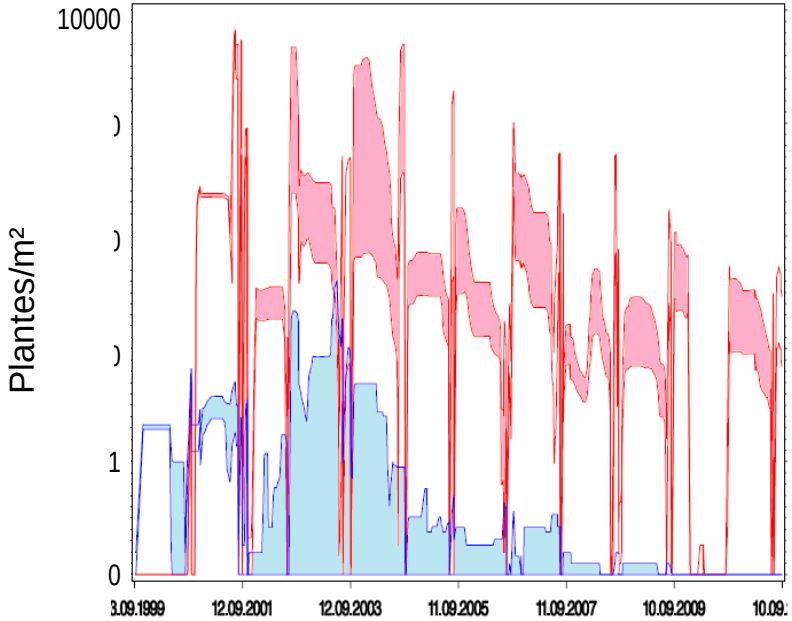


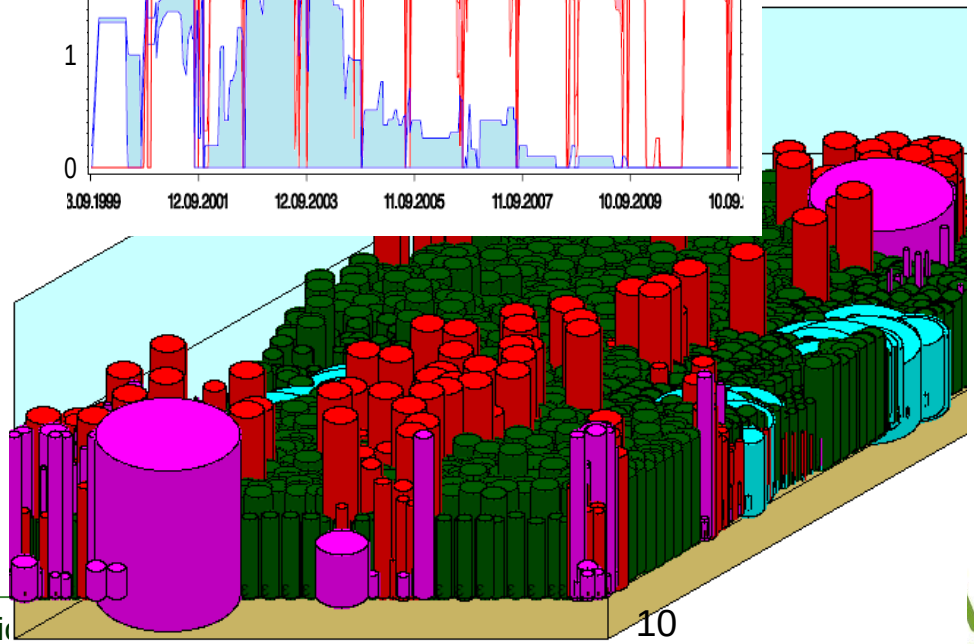
INRA SCIENCE & IMPACT

La parcelle virtuelle FLORSYS

Entrées choisies par l'utilisateur → Cycle de vie des espèces → Sorties détaillées des états des adventices et des cultures

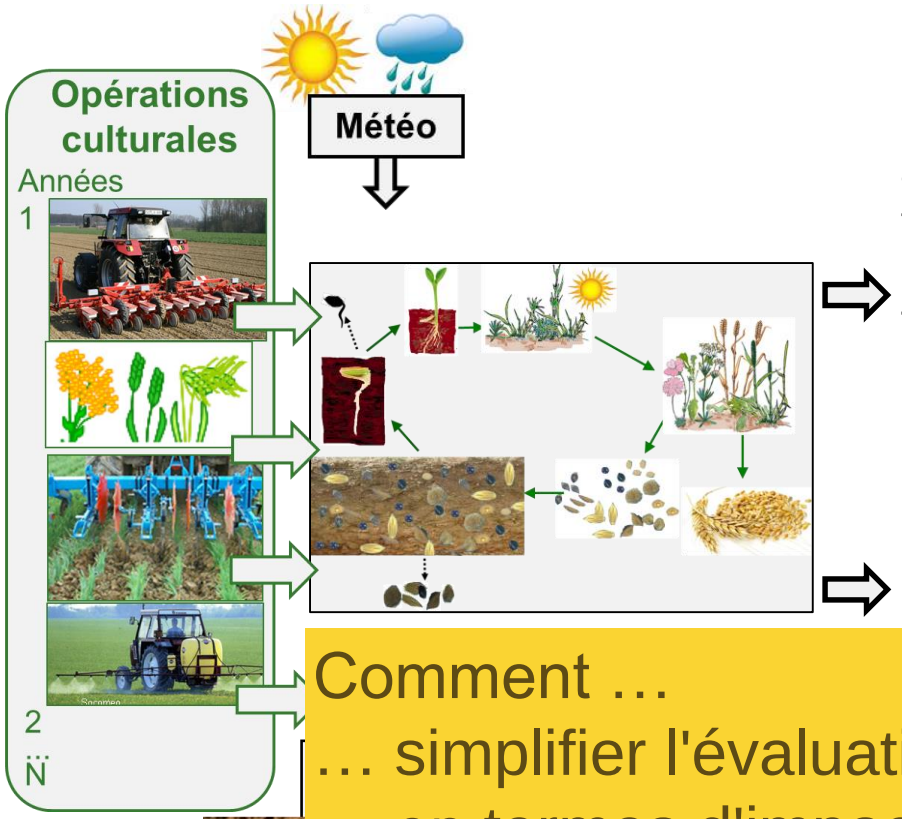


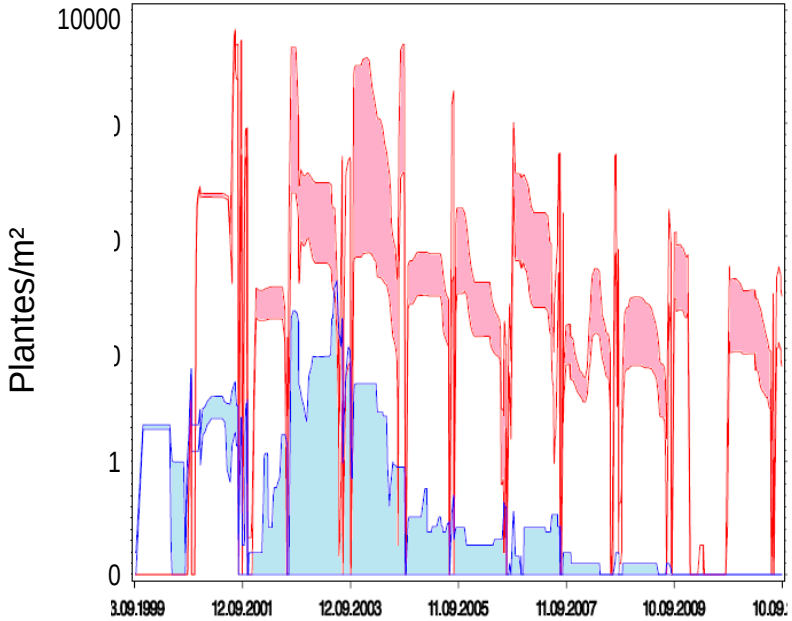




La parcelle virtuelle FLORSYS

Entrées choisies par l'utilisateur → Cycle de vie des espèces → Sorties détaillées des états des adventices et des cultures



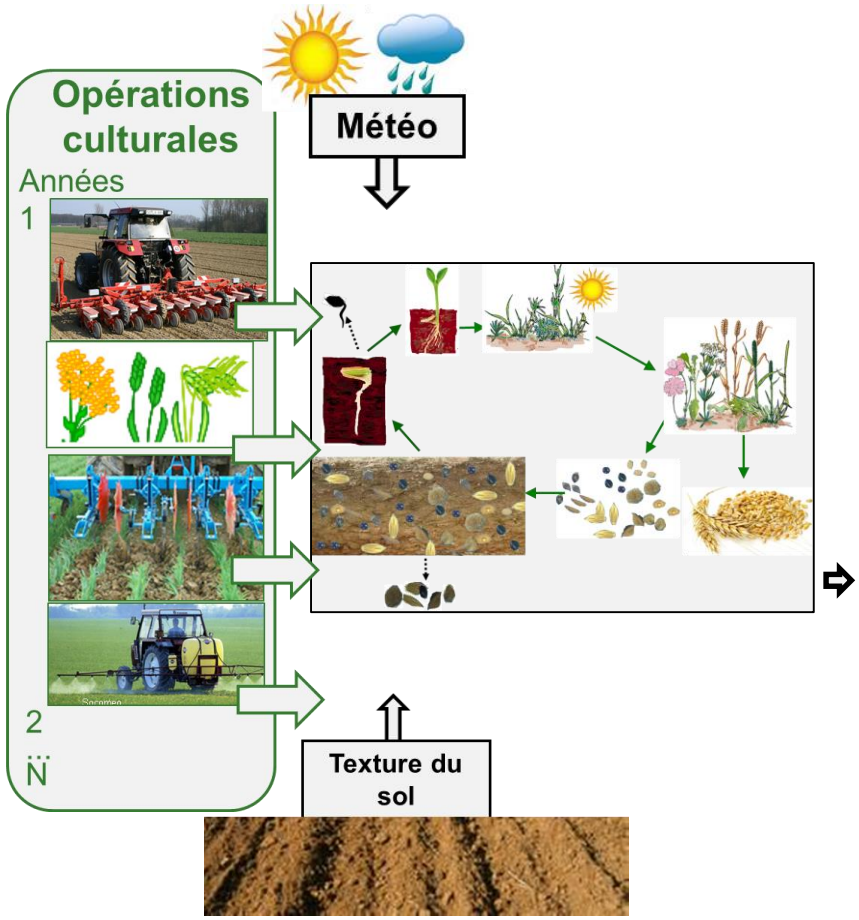


Comment …
… simplifier l'évaluation des systèmes de culture …
… en termes d'impact des adventices
sur la production agricole et la biodiversité ?

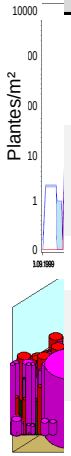
Traduire la flore en indicateurs d'impact

Entrées choisies par l'utilisateur → Cycle de vie des espèces → Sorties détaillées des états des adventices et des cultures → Indicateurs d'impact de la flore adventice

Mézière et al (2015)



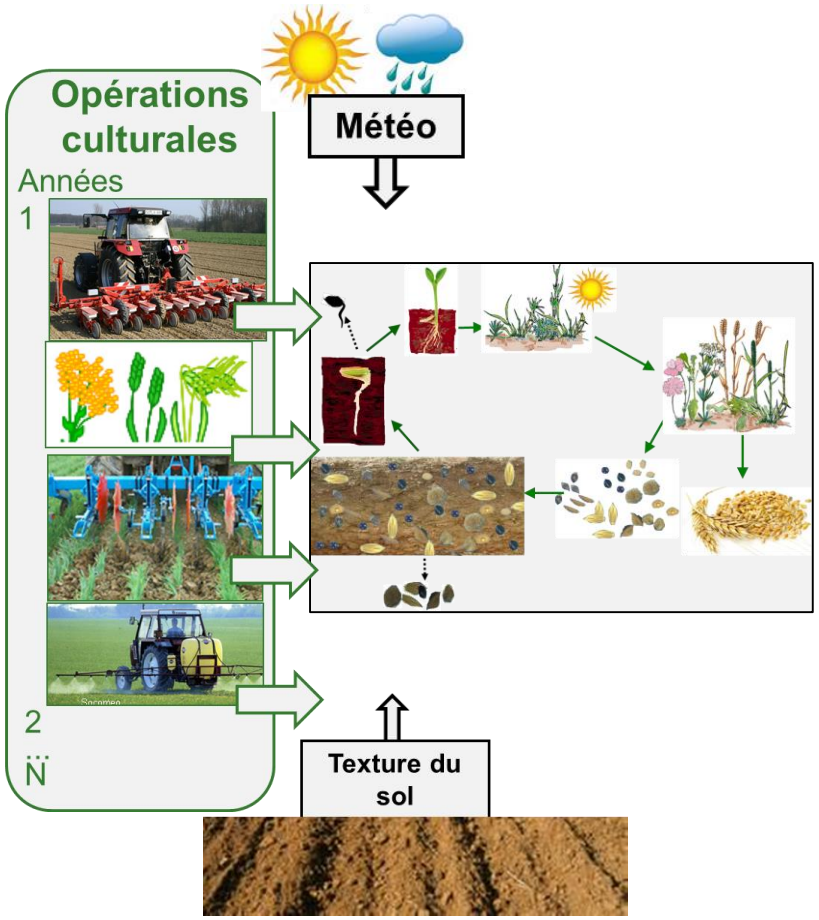
Production agricole
Rendement
Production énergétique

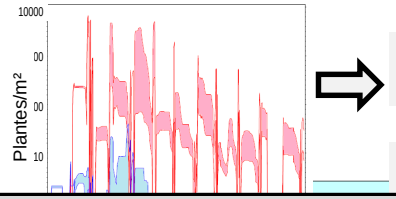


Nuisibilité	
Directe	Perte de rendement Pollution de récolte
Technique	Ralentissement de chantiers
Sociologique	Salissement du champ
Indirecte	Promotion de parasites et pathogènes
Ecotoxicoogique	Usage d'herbicides

Traduire la flore en indicateurs d'impact

Entrées choisies par l'utilisateur → Cycle de vie des espèces → Sorties détaillées des états des adventices et des cultures → Indicateurs d'impact de la flore adventice





Mézière et al (2015)

Production agricole
Rendement
Production énergétique

Nuisibilité	
Directe	Perte de rendement Pollution de récolte
Technique	Ralentissement de chantiers
Sociologique	Salissement du champ
Indirecte	Promotion de parasites et pathogènes

Bénéfices	
Biodiversité végétale	Richess spécifique Équitabilité spécifique
Ressources trophiques pour	Oiseaux Carabes Pollinisateurs
Réduction d'impacts environnementaux	Lixiviation d'azote Transfert de pesticides Érosion

Traduire la flore en indicateurs d'impact

Entrées choisies par l'utilisateur → Cycle de vie des espèces → Sorties détaillées des états des adventices et des cultures → Indicateurs d'impact de la flore adventice

Mézière et al (2015)

Production agricole
Rendement
Production énergétique

Nuisibilité	
Directe	Perte de rendement Pollution de récolte
Technique	Ralentissement de chantiers
Sociologique	Salissement du champ
Indirecte	Promotion de parasites et pathogènes

$$I = \sum_{d \in \text{période d'intérêt}} \sum_{e} V_{ej} \cdot trait_e$$

[April, Sept]

Semences/m² à la surface du sol

Teneur en lipide des semences (g/g)

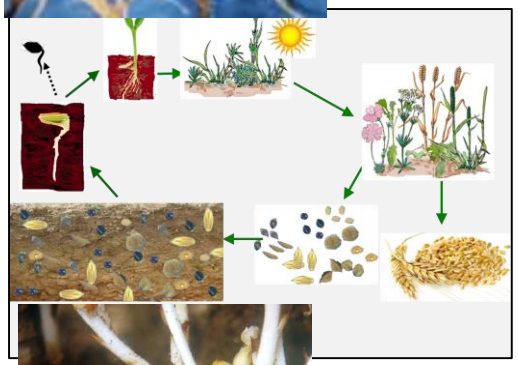
Bénéfices	
Biodiversité végétale	Richess spécifique Équitabilité spécifique
Ressources trophiques pour	Oiseaux Carabes Pollinisateurs
Réduction d'impacts environnementaux	Lixiviation d'azote Transfert de pesticides Érosion

Exemple

Des nouveaux modules pour des nouvelles questions

Entrées choisies par l'utilisateur → Cycle de vie des espèces → Sorties détaillées des états des adventices et des cultures → Indicateurs d'impact de la flore adventice

Piétin-échaudage
(*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*)
Mézière et al (2013)



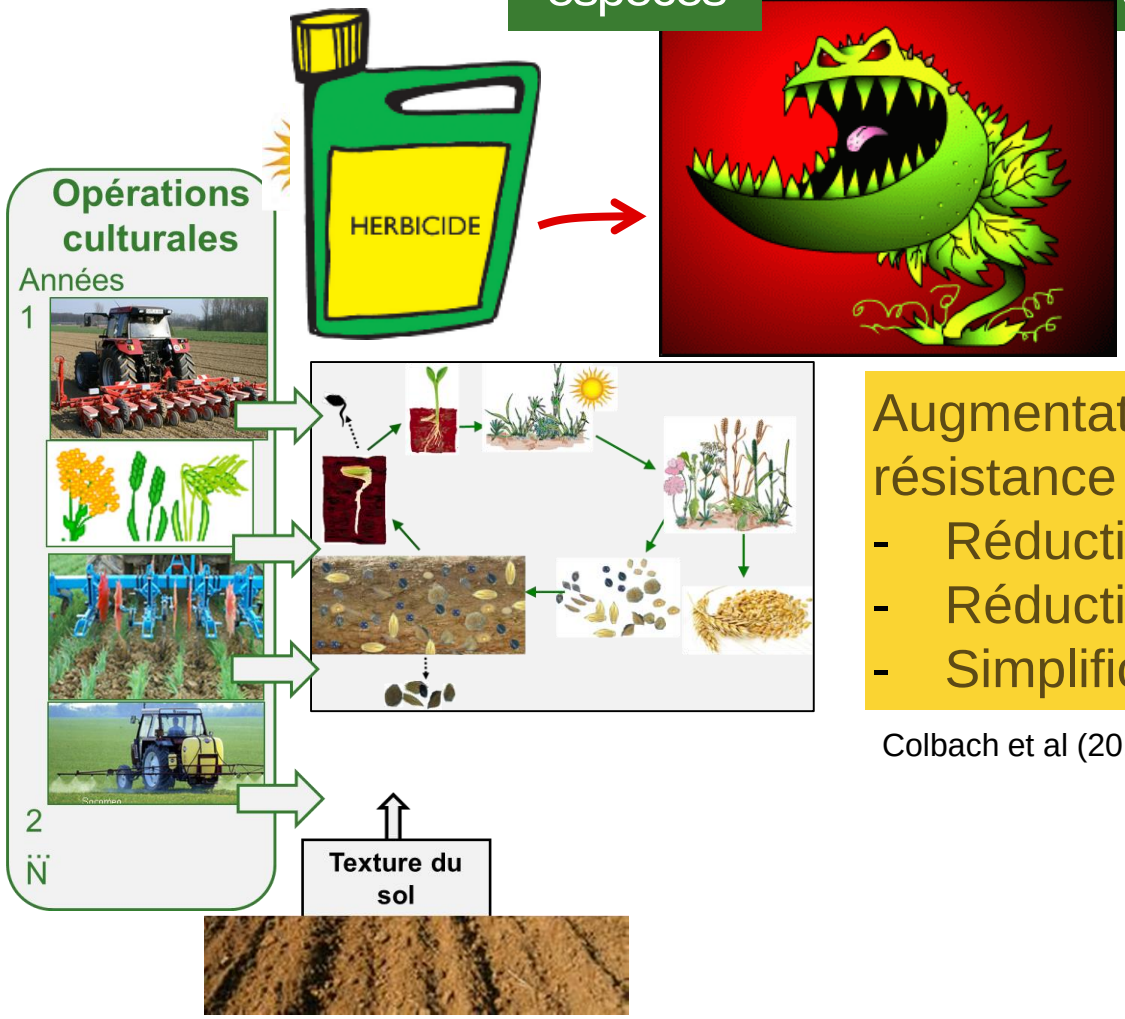
- La gestion intégrée des adventices augmente-t-elle le risque d'autres bioagresseurs?
- Utiliser des bioagresseurs pour la lutte bio contre les adventices?

Pointurier (2015)
Orobanche rameuse
(*Phelipanche ramosa*)

INRA SCIENCE & IMPACT

Des nouveaux modules pour des nouvelles questions

Entrées choisies par l'utilisateur → Cycle de vie des espèces → Sorties détaillées des états des adventices et des cultures → Indicateurs d'impact de la flore adventice



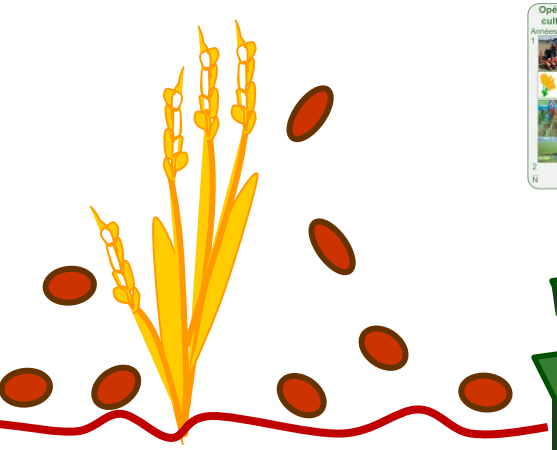
Augmentation de risque de résistance aux herbicides ?

- Réduction de doses
- Réduction de molécules autorisées
- Simplification du travail du sol

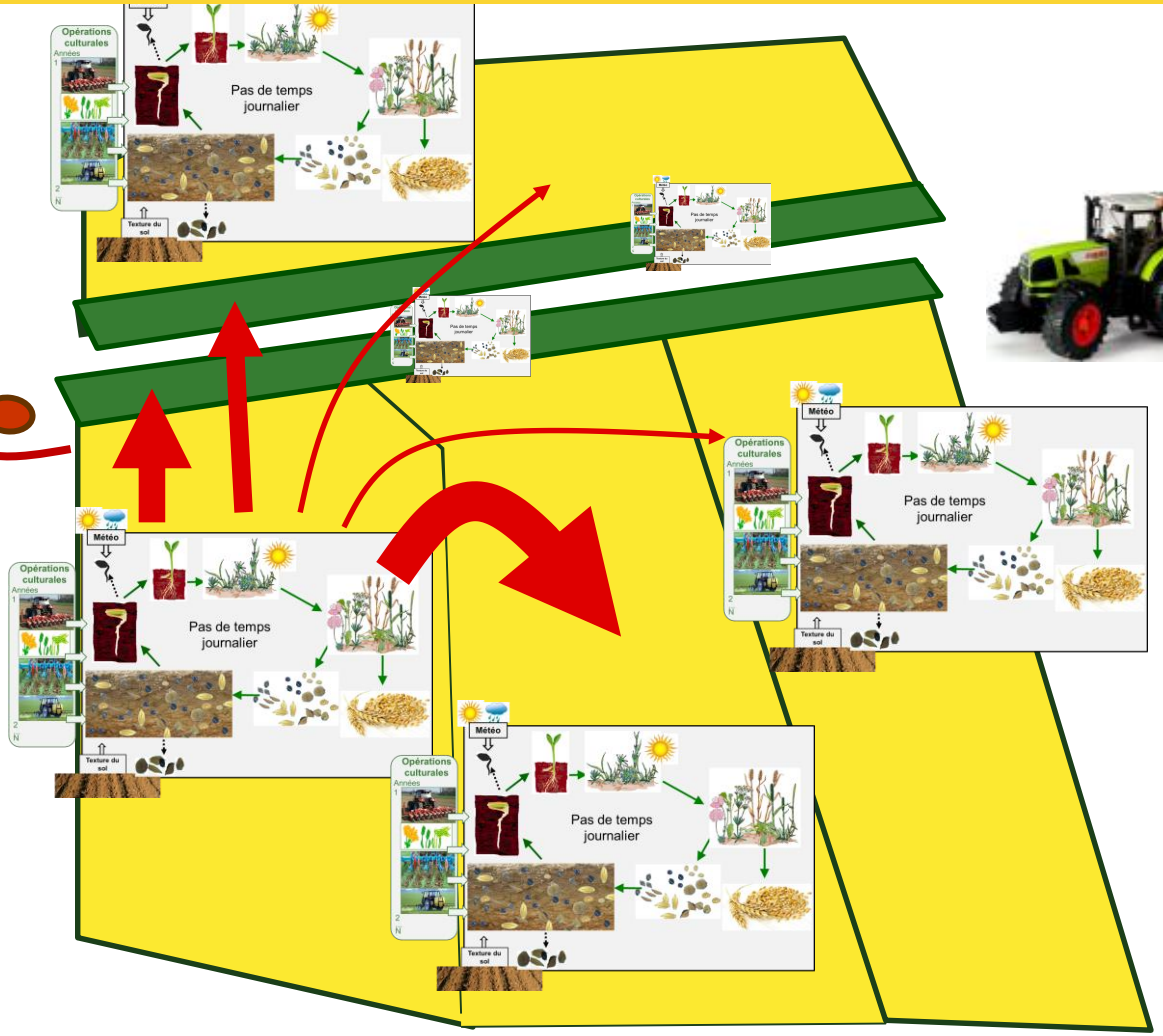
Colbach et al (2017a, 2017 b) Env Sci Pollution Res

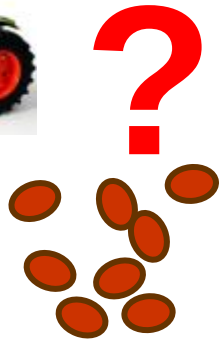
Des nouveaux modules pour des nouvelles questions

- Concilier production et biodiversité dans chaque parcelle?
- Affecter production et biodiversité à des parcelles/habitats différents?



Bouvier et al 2009
Thomson et al 2011 J Ecol
Colbach et al AGEE





INRA SCIENCE & IMPACT

Évaluer des systèmes de culture

Experimenter de nombreux systèmes de culture contrastés avec la parcelle virtuelle FLORSYS → indicateurs d'impact de la flore adventice

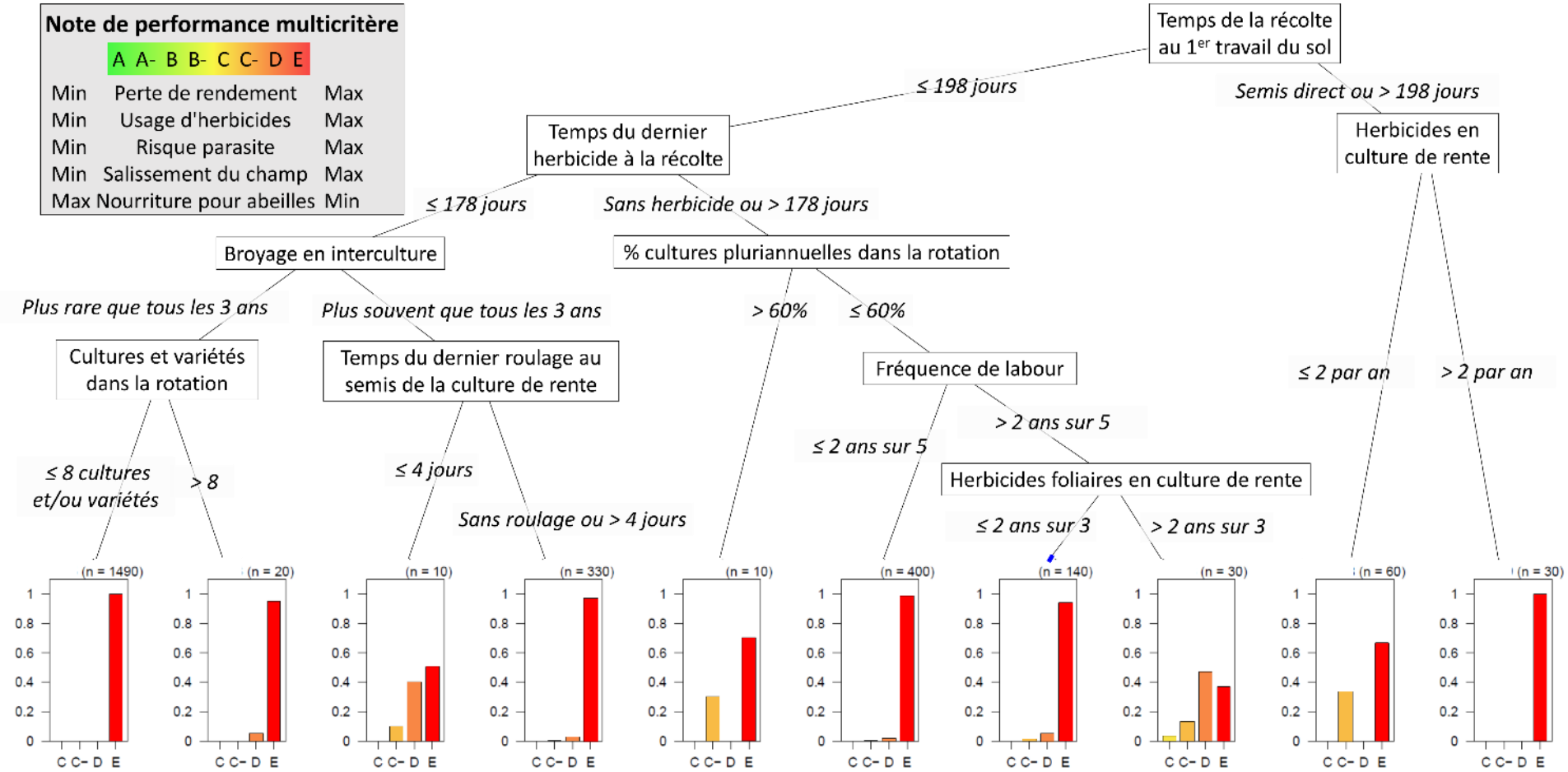
Plan de simulation

- 255 systèmes de culture de 7 régions
  - *Enquête en exploitation*
  - *Conseillers*
  - *Biovigilance-Flore*
  - *Experts*
- 10 répétitions météo
- 27 années

Colbach et al (2017) Ecol Indic
Colbach et al (2017) Eur J Agron

Arbre de décision multicritère

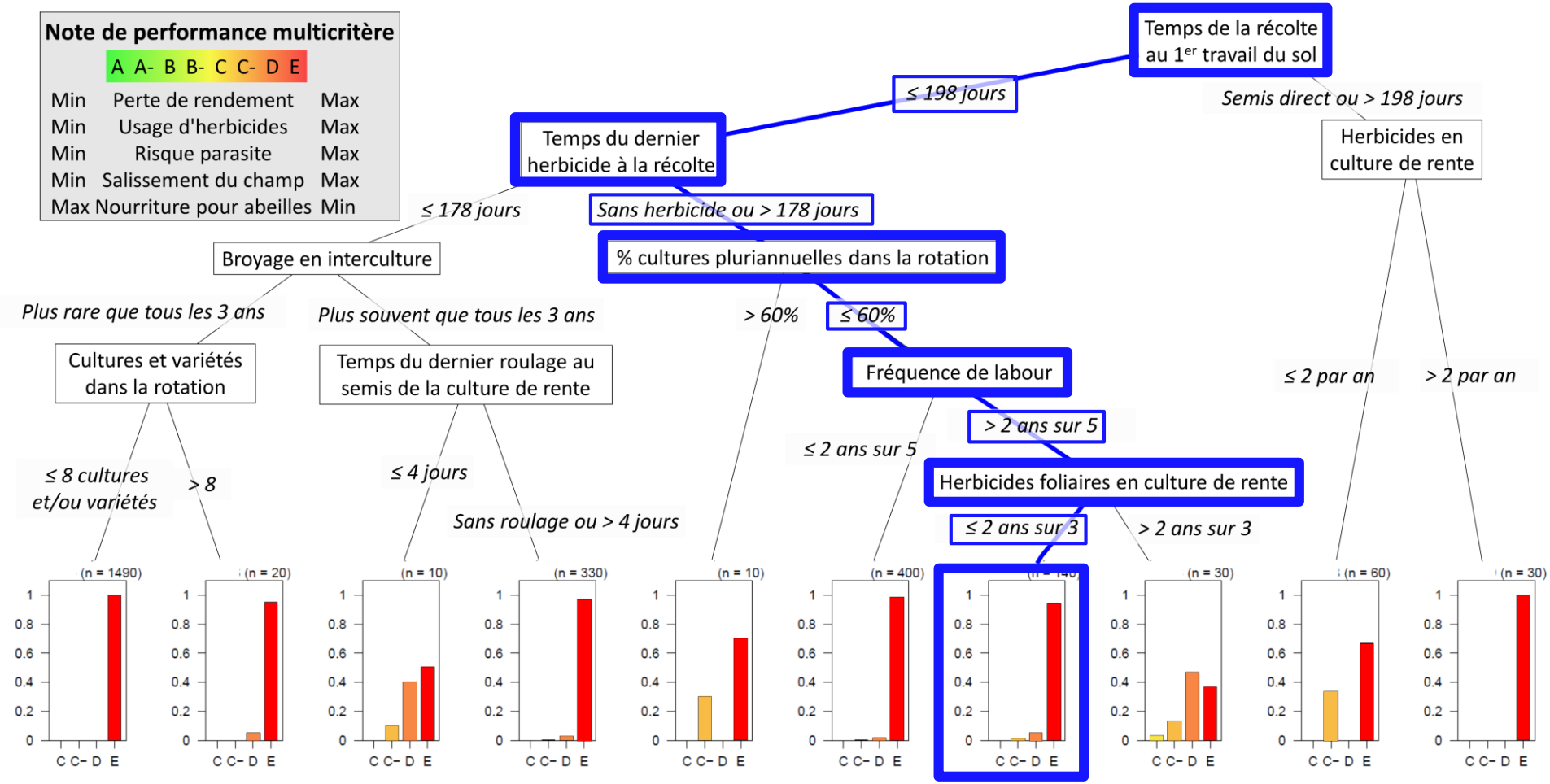
Des combinaisons de pratiques pour atteindre une combinaison d'objectifs



Colbach et al (2017) Eur J Agron

Arbre de décision multicritère

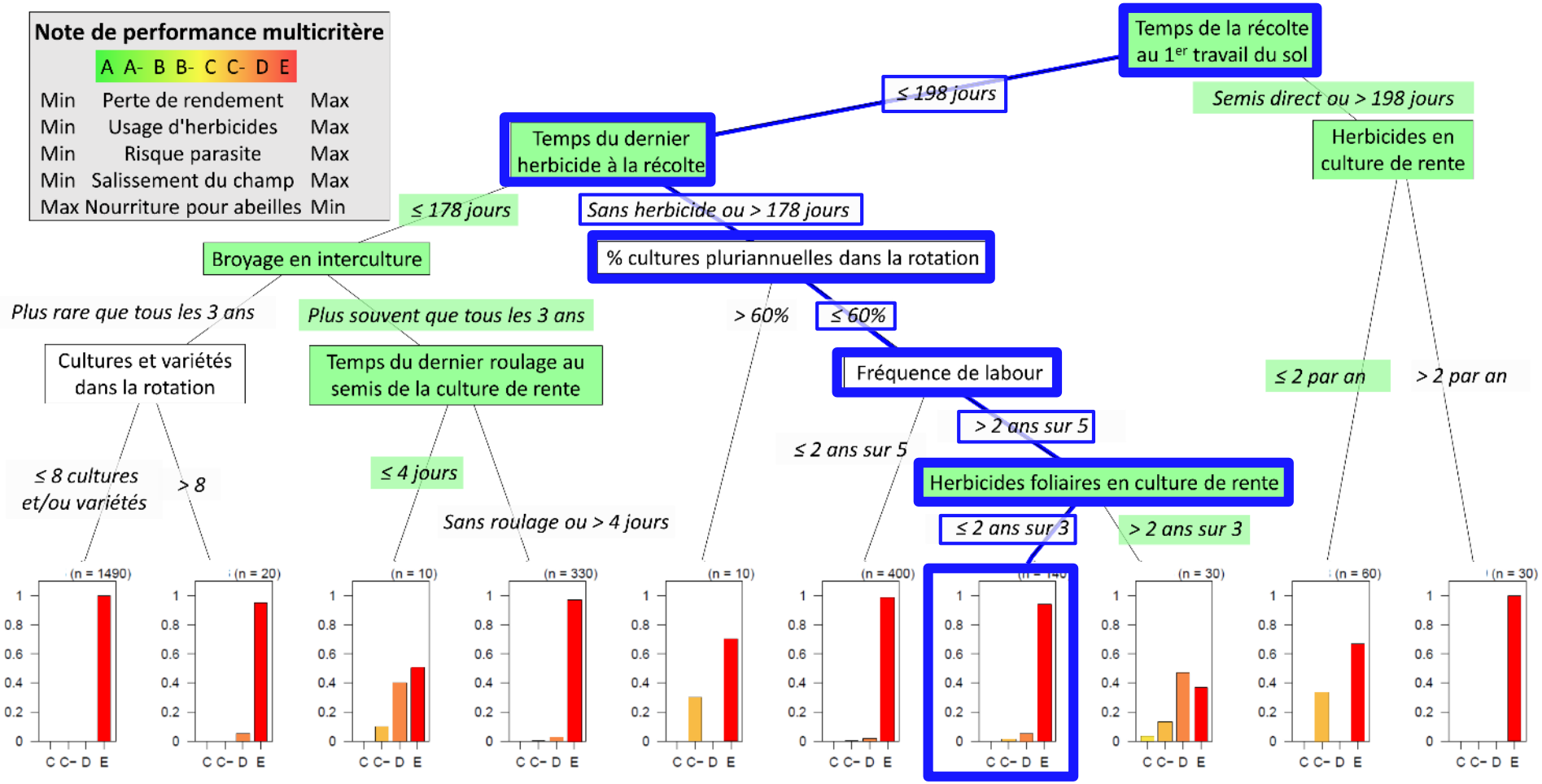
Évaluer un système existant



Colbach et al (2017) Eur J Agron

Arbre de décision multicritère

Identifier des changements pour améliorer la performance multicritère



Colbach et al (2017) Eur J Agron

Tester les modifications avec FLORSYS

Note de performance multicritère

	A	A-	B	B-	C	C-	D	E
Min	Perte de rendement							Max
Min	Usage d'herbicides							Max
Min	Risque parasite							Max
Min	Salissement du champ							Max
Max	Nourriture pour abeilles							Min

	Changement identifié sur l'arbre	Modifications			A	A-	B	B-	C	C-	D	E
R		Système à améliorer			0	0	0	0	0	0	0.3	0.7
I1	Herbicides foliaires au moins 2 ans sur 3	Remplacé 1 herbicide	pseudo-racinaire	en orge par un foliaire	0	0	0	0	0.1	0	0.2	0.7
I1'			pseudo-racinaire/racinaire		0	0	0	0	0	0.3	0.4	0.3
I2	Broyage au moins 1 an sur 3	Broyage avant céréales			0	0	0	0	0	0.0	0.2	0.8
	Rouleau avant semis	Rouleau au semis										
I3	Semis direct ou 1er travail après 198 jours	Ajouté tournesol (+blé) pour retarder le travail du sol			0	0	0	0	0	0.1	0	0.9
O	Combiner les meilleures options	I1' et I2			0	0	0	0	0.1	0.2	0.3	0.4

Colbach et al (2017) Eur J Agron

INRA SCIENCE & IMPACT

Conclusion

Concilier production agricole, biodiversité et faibe usage d'herbicides

Sorties opérationnelles

- Une ***parcelle virtuelle*** pour tester des systèmes de culture (FLORSYS)
- Des ***méthodes à base de simulations***
  pour évaluer et concevoir des systèmes de culture,
- Des ***guides = f(contexte de production)*** pour reconcevoir des systèmes de culture (grilles de conseil, arbres de décision ...)

Perspectives

- Analyser et modéliser des techniques innovantes
  (pulvérisation localisée, cultures de service, association de cultures....)
- Explorer des systèmes de culture plus divers et innovants
  → *améliorer la multiperformance*
- Transformer la parcelle virtuelle en outil d'aide à la décision
  en impliquant les futurs utilisateurs (conseillers, agriculteurs)
- Appliquer les connaissances et outils
  Ateliers de co-conception avec les agriculteurs

CoSAC

2015-2019

INRA SCIENCE & IMPACT

Merci pour votre attention

FLORSYS - Analyse et modélisation des effets des pratiques agricoles sur les services et disservices écosystémiques dépendant des adventices

Application à l'évaluation et la conception de systèmes de culture économes en herbicides

Agroécologie

AgroSup Dijon, INRA, Univ. Franche-Comté

Dijon

Nathalie Colbach
Floriane Colas
Stéphanie Gibot-Leclerc
Sylvie Granger
Sébastien Guyot
Delphine Mézière
Delphine Moreau
Olivia Pointurier
Wilfried Queyrel
Anne-Sophie Voisin

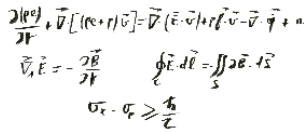
LAE

INRA, Univ. Lorraine

Nancy-Colmar

Christian Bockstalle
Jean Villerd

Agriculteurs Conseillers



INRA SCIENCE & IMPACT