



Combiner expertise et modèles en ateliers de co-conception de systèmes de culture pour une gestion durable des adventices : apports méthodologiques et perspectives

Bastien Van Inghelandt⁽¹⁾, Wilfried Queyrel⁽¹⁾, Floriane Colas⁽¹⁾,
Bérénice Guyot⁽²⁾, Nicolas Cavan⁽³⁾, Nathalie Colbach⁽¹⁾



⁽¹⁾Agroécologie, AgroSup Dijon, INRA, Univ. Bourgogne, Univ. Bourgogne
Franche-Comté, F-21000 Dijon, France

⁽²⁾Chambre d'Agriculture de l'Aube, 10500 Brienne-le-Château, France

⁽³⁾Eco-Innov, INRA, 78850 Thiverval-Grignon, France

La gestion des adventices dans l'agroécosystème

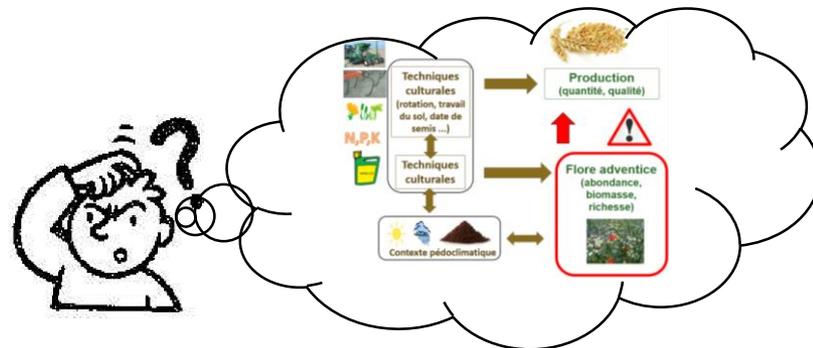


| Impact négatif (-) | Impact positif (+) |
|--------------------------------------|--|
| Pertes de rendement (Oerke, 2006) | Source de biodiversité (Petit et al., 2011) |

- Résistances aux herbicides (Heap, 2018)
- Moyen le plus efficace (Munier-Jolain et al., 2008) mais impacts néfastes (Expertise scientifique collective, 2011 ; Waggoner et al., 2013)
- Évolution de la réglementation, interdiction à venir du glyphosate



Nécessité de réfléchir à de nouvelles stratégies de gestion des adventices à l'échelle du système de culture





Concevoir de nouveaux systèmes de culture

Conception de systèmes de culture

(Deming, 1951; Hatchuel et Weil 2009; Meynard et al., 2012; Reau et al., 2012))

De novo

Pas à pas

Conception assistée par
modèle numérique

(Doglietti et al., 2004; Loyce et al., 2002)

**+ Exploration d'une large gamme
de combinaisons**

**- Manque de connaissances
expertes et techniques alternatives**

Prototypage en ateliers

(Vereijken, 1997; Reau et al., 2012)

**+ Exploration de solutions
inédites**

**- Insuffisance des systèmes
explorés et oublis de
combinaisons de techniques**

(Jeuffroy et al., 2008 ; Reau et al., 2012)

Mobiliser un modèle:

- 1. En atelier :** évaluation en temps réel, travailler sur les hypothèses des agriculteurs
(Martin et al., 2013, 2011)
- 2. Post-atelier :** Évaluation, diagnostic, proposition de pistes d'améliorations

Objectifs des ateliers de conception

Mettre en œuvre **une méthode** combinant modèles et prototypage par les agriculteurs pour concevoir des systèmes de culture permettant **une gestion durable des adventices**

- Favoriser les échanges entre les participants pour mettre en relation connaissances scientifiques et connaissances opérationnelles locales en lien avec les actions des agriculteurs (Lefèvre et al., 2013 ; Reau et al., 2012)
- Tester la faisabilité de la méthode et l'adhésion des agriculteurs à cette approche
- Identifier les apports des modèles utilisés FlorSys (Colbach et al. 2014), DeciFlorSys (Colas et al., 2019), et DEXIPM (Craheix et al., 2012) dans le processus de conception





Démarche de l'étude



Méthode d'animation, supports, répartition des rôles, scénarios

Contexte des ateliers et données ITK et systèmes de culture



Objectifs, contraintes et moyens des agriculteurs



Elaboration des prototypes (2 conçus Système A et Système B)



Prototypes



Evaluation croisée: dire d'expert et modèles

Prototypes non satisfaisants

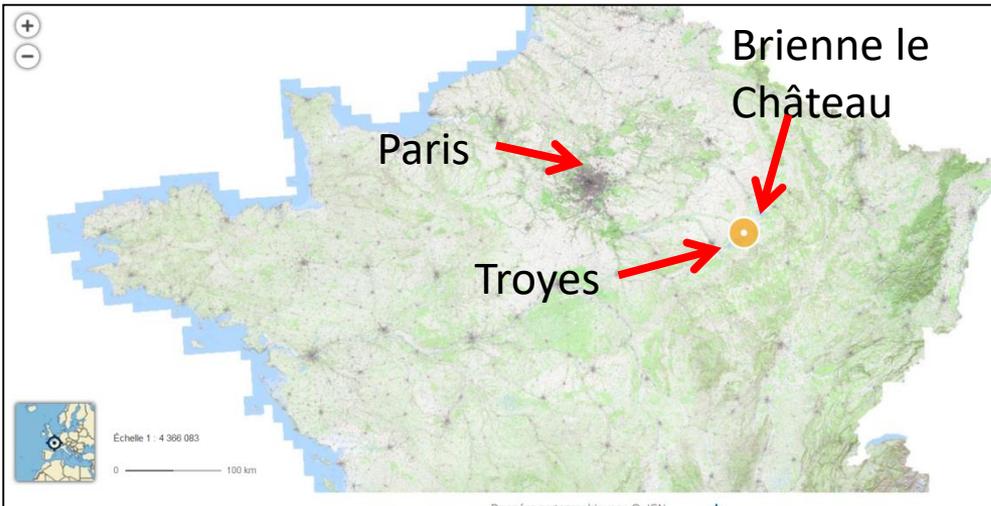


Validation des prototypes avec ou sans améliorations

Inspirée de : (Lançon,2007); (Monnot, 2011) et (Reau,2012)

La Zone d'étude et le groupe d'agriculteurs

Zone et groupe d'étude :



Groupement de Développement
Agricole de Brienne,
130 adhérents

Résultats de l'enquête du projet d'étudiants d'AgroSup:

- Difficultés à maîtriser les adventices sur certains types de sols
- Agriculture de conservation des sols
- Résistances aux herbicides suspectées et crainte du retrait des herbicides (glyphosate)
- Panorama des principaux systèmes de cultures présents dans la région et des itks des cultures majoritaires

Organisation du déroulement des ateliers

- Deux séances de conception le 18 et 19 juin 2018
- Deux groupes de 4 à 5 agriculteurs
- Une équipe d'animation

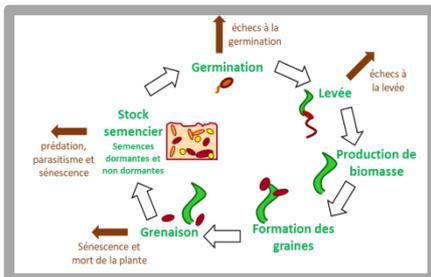


- **Caractéristiques biologiques**
- **Situations à risques**
 - **Stratégies de maîtrise**

- **Règles de prototypage**
- **Agriculteur en situation d'échec**
- **Tour de plaine**

- **Mission Ecophyt'eau®**
- **Evaluation des prototypes avec DeciFlorSys**

- **Auto-évaluation**



Les objectifs, le cadre de contraintes et le système de l'agriculteur en situation d'échec

Contraintes :

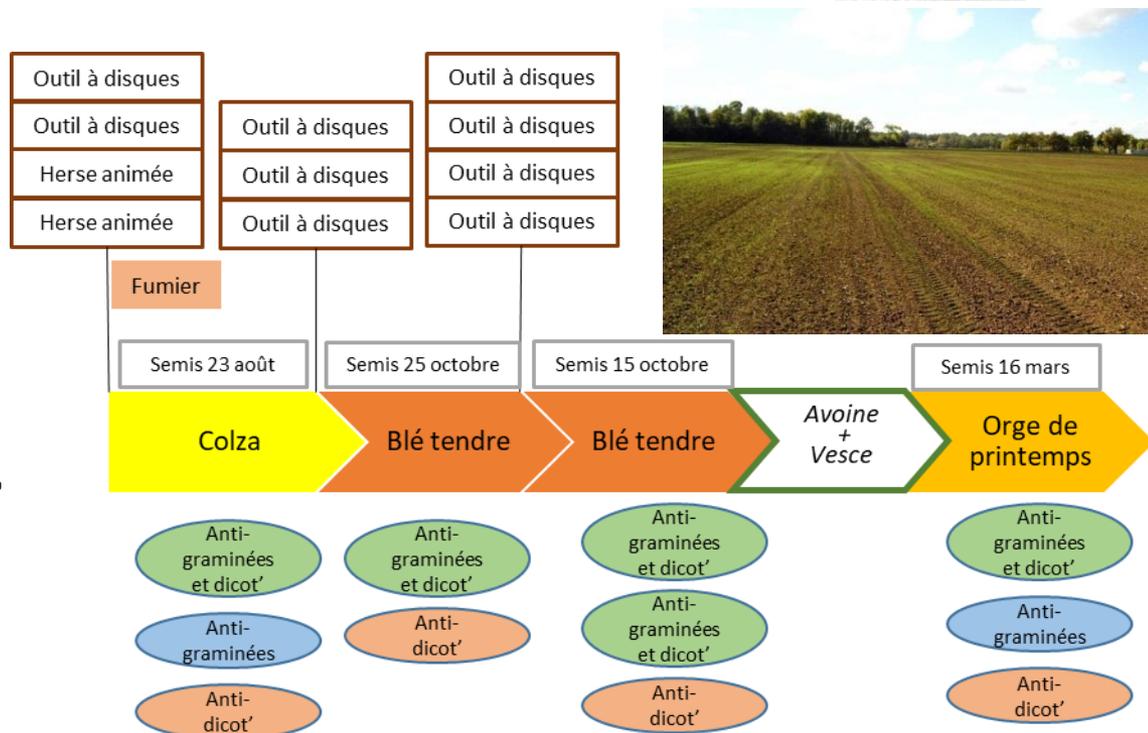
sols de grèves et sans labour



Objectif des prototypes :

« Maîtriser les adventices dans des systèmes rentables, économes en herbicides et durables en terres de Grèves »

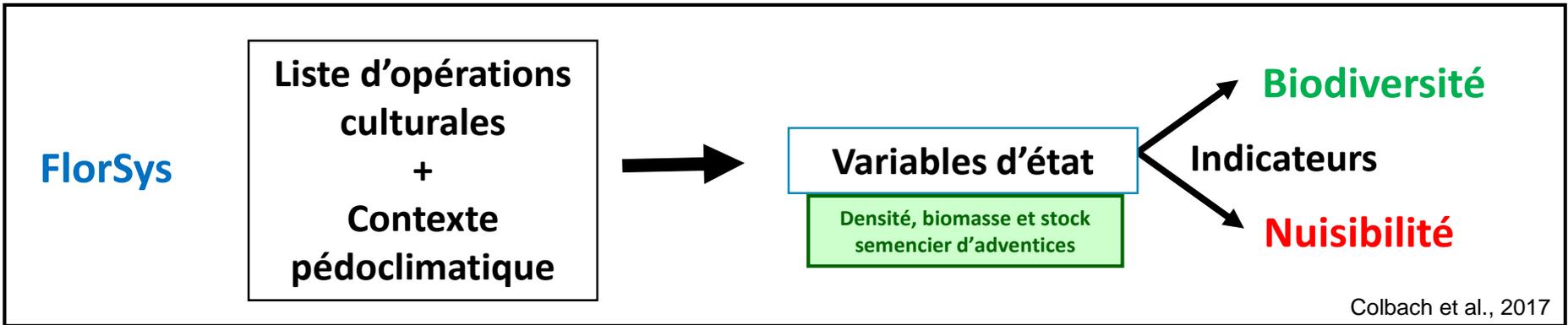
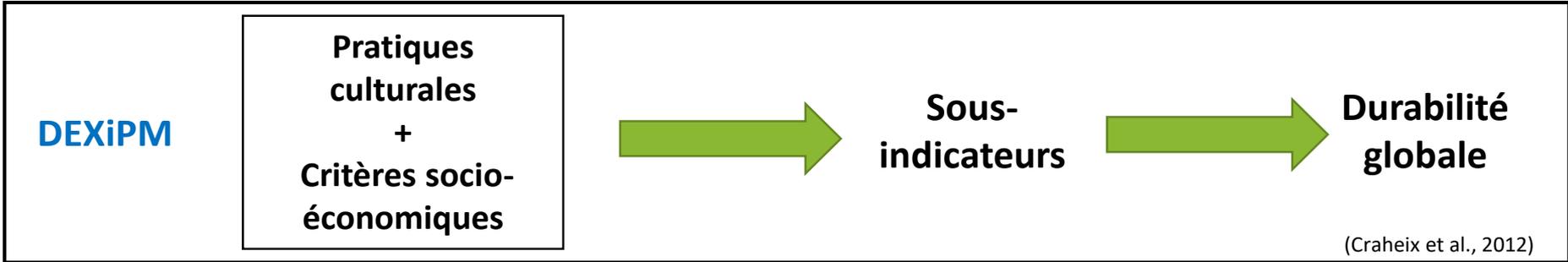
Le système de l'agriculteur en situation d'échec vis-à-vis de la gestion du vulpin:





L'évaluation croisée post-atelier

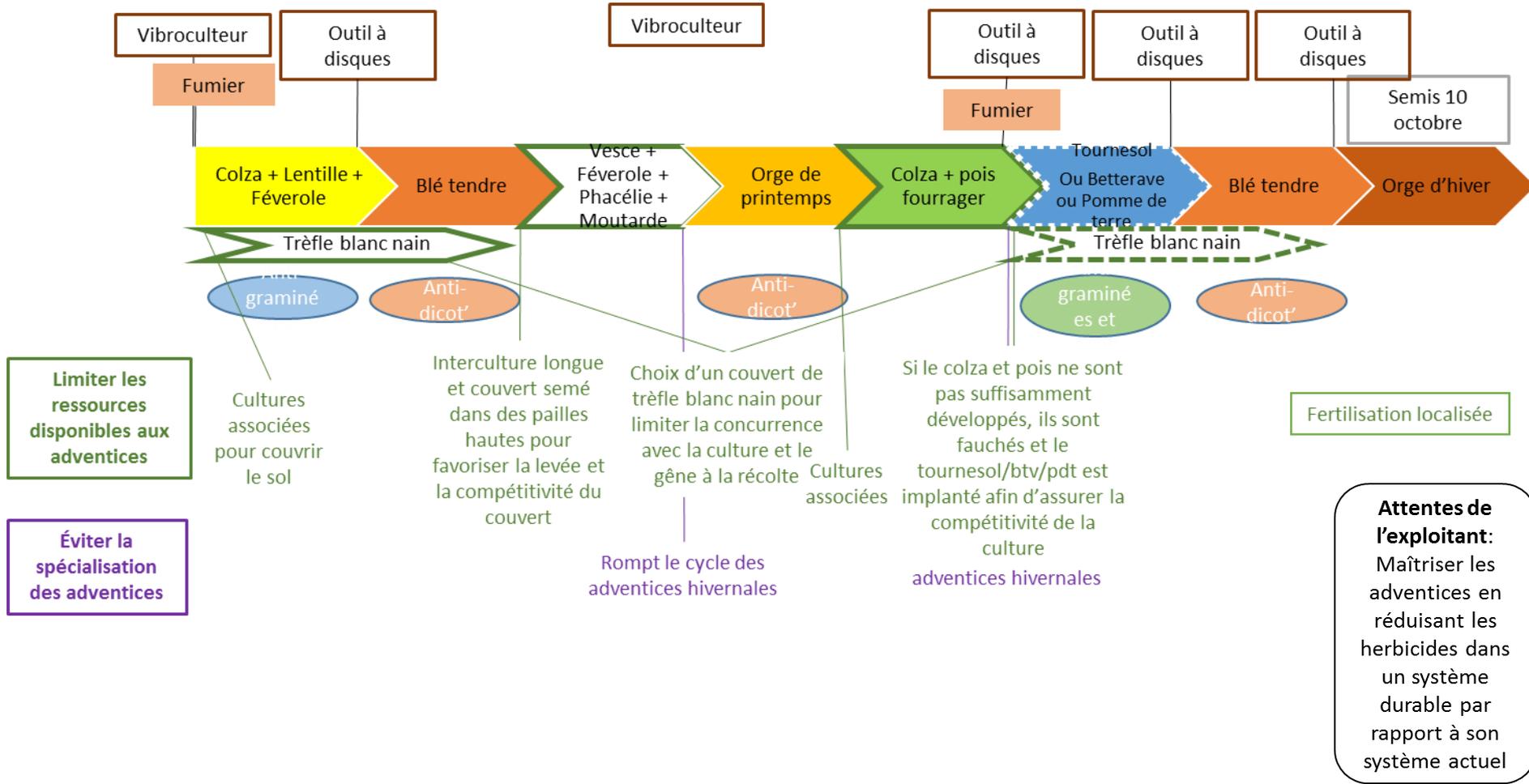
Agriculteurs Questionnaire individuel puis tour de table



Chercheurs Diagnostic par expertise des prototypes à partir de schémas décisionnels des prototypes

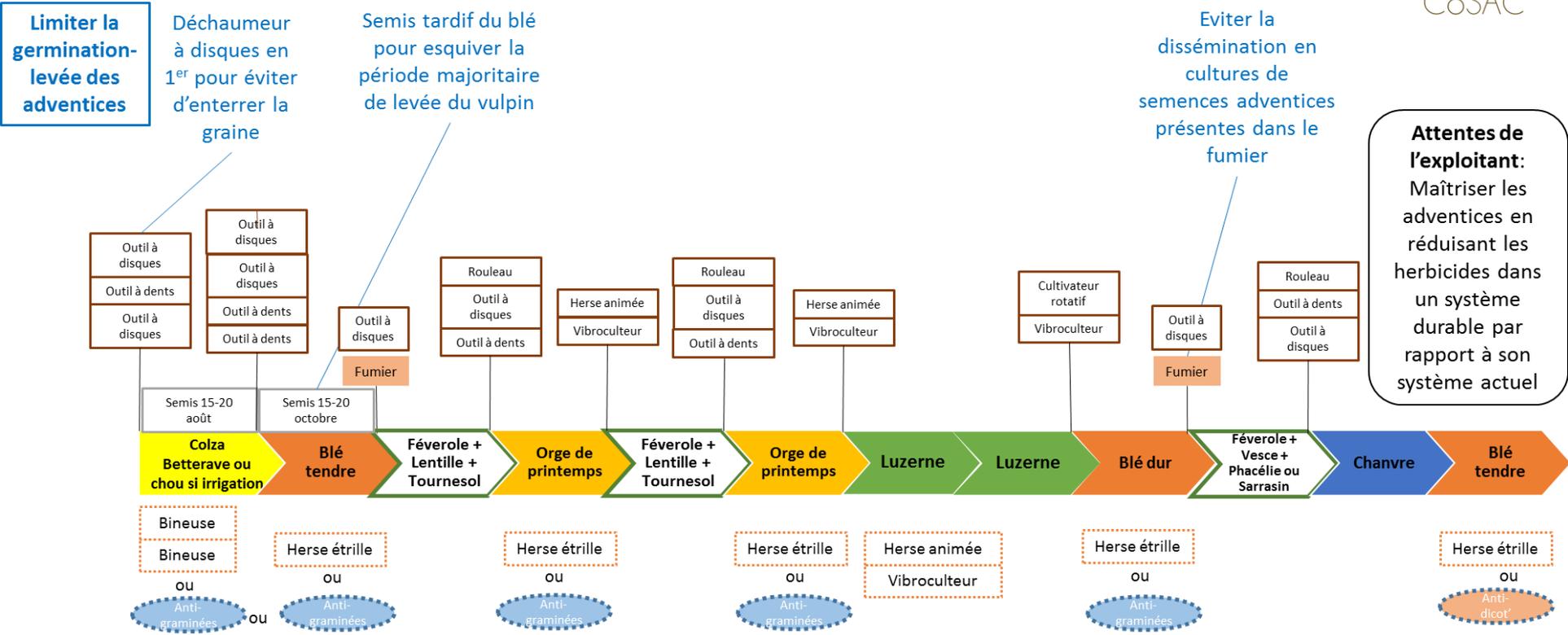


Prototype du premier atelier : le prototype A





Prototype du deuxième atelier : le prototype B





Evaluation croisées : agriculteurs/prédicateurs

Évaluations par les agriculteurs : amélioration par rapport au système de référence

| Critères d'évaluation | Prototypes | |
|---------------------------|------------|-----|
| | A | B |
| Maîtrise des adventices | Non | Oui |
| Diminution des herbicides | Oui | Oui |

Prédictions à partir de méta-règles de décision :

| Système de culture | Ressources pour les espèces non-ravageurs | | Nuisibilité des adventices pour la production et l'activité agricole | | |
|---------------------------------|---|-------------|--|-------------------|----------------------|
| | Carabes | Abeilles | Pertes rendement | Pollution récolte | Infestation du champ |
| Référence | 4.65 | 1.59 | 45.82 | 2.82 | 1.51 |
| A | 4.6 | 1.59 | 31.8 | 2.37 | 1.02 |
| B luzerne désh. chim. | 5.11 | 1.66 | 25.53 | 2.09 | 0.87 |
| B luzerne désh.méca. | 5.01 | 1.67 | 24.18 | 2.11 | 0.99 |
| B luzerne désh. chim. et méca. | 4.82 | 1.6 | 23.68 | 2.03 | 0.84 |
| B lentille désh. chim. et méca. | 5.07 | 1.74 | 40.62 | 2.68 | 1.28 |



Evaluation croisées: agriculteurs/ DEXIPM

Agriculteurs

| Critères d'évaluation | Prototypes | |
|--|------------|------------------|
| | A | B |
| Viabilité économique | Non | Oui ou similaire |
| Temps et répartition du travail | Similaire | Non |
| Autonomie de l'exploitation et de l'exploitant | Oui | Non |
| Réponse aux attentes sociétales | Non | Oui |
| Fertilité du sol | Oui | Oui |

DEXIPM :

| Durabilité | Réf | A | B |
|------------------|-----|---|---|
| économique | 1 | 2 | 2 |
| sociale | 4 | 3 | 4 |
| environnementale | 3 | 4 | 5 |

| Indicateurs | Réf | A | B |
|-------------------------------------|-----|---|-----|
| Profitabilité réelle | 1 | 1 | 2 |
| Viabilité | 2 | 3 | 3 |
| Chaine de production | 5 | 5 | 4,5 |
| Agriculteur | 3 | 2 | 3 |
| Interaction avec la société | 3 | 3 | 5 |
| Ressources utilisées | 3 | 3 | 3 |
| Qualité de l'environnement | 4 | 4 | 5 |
| Biodiversité de surface et aérienne | 3 | 5 | 5 |



Complémentarité entre les modèles FlorSys et Deci FlorSys

1) DeciFlorSys permet un ajustement en temps réel en lien avec les méta règle de décision (Cf. Prés., F. Colas)

| | Pertes rendement | Pollution récolte | Salissement | IFT | Ressources carabes | Ressources pollinisateurs |
|-------------------------|------------------|-------------------|-------------|------|--------------------|---------------------------|
| Référence | 46.21 | 2.84 | 1.53 | 1.48 | 4.61 | 1.6 |
| A (issu atelier 2) | 37.57 | 2.55 | 1.23 | 1.18 | 4.66 | 1.62 |
| A + luzerne (atelier 3) | 21.55 | 3.42 | 1.06 | 1 | 5.66 | 2.32 |

2) FlorSys permet d'avoir une vision long terme de l'évolution de la flore adventices, de tester des pistes d'évolution (Cf. Prés., N. Cavan) et l'optimisation de techniques (Cf. Prés., T. Maillot)

| Modifications | Prototype | log (B. adventice/B. culture) à flo.) | Test. stat |
|-----------------------|-----------|---------------------------------------|------------|
| Tournesol | A1 | 0,97 | c |
| Tournesol sans labour | A2 | 1,08 | c |
| Luzerne | B1 | -0,11 | b |
| Lentille | B2 | 1,11 | c |
| — | Référence | -0,91 | a |



Retour d'expérience avec les agriculteurs

La majorité des agriculteurs ayant participé aux ateliers ont été intéressés par la démarche:

- Satisfaction vis-à-vis des connaissances échangées pour améliorer leur gestion des adventices (biologie, combinaison de techniques)
- Intérêt pour le modèle afin d'avoir une vue d'ensemble de l'évolution de la flore adventice : « le modèle montre des choses auxquelles on aurait pas pensé »

Les principales limites de la démarche:

- Manque de précision sur l'évaluation des prototypes : vis-à-vis de l'impact des adventices (chiffrage précis des pertes de rendement)
- Des résultats intéressants mais pas toujours faciles à mettre en œuvre sur le terrain (technicité ou débouché)



Conclusion

- Cette expérience a permis de tester la faisabilité de la méthode
- Les agriculteurs ont montré de l'intérêt pour cette approche et certains d'entre eux ont modifié leurs pratiques suite aux ateliers
- Cette approche a permis des échanges de connaissances scientifiques et opérationnelles

Perspectives

- Tester la méthode dans d'autres contextes
- Développer un modèle conceptuel interactif pour faciliter les échanges sur les processus biologiques en lien avec les adventices
- Accompagner les agriculteurs volontaires pour mettre en œuvre des essais

