

L'approche système en agronomie: objectifs, intérêts, démarches

Jean-Marc MEYNARD
INRA Département SAD
Grignon

L'approche système en agronomie: Objectifs, intérêts, démarches

1. Pourquoi les pratiques font système
2. L'analyse des systèmes de culture
3. La conception de systèmes de culture
4. L'expérimentation système

**Pour les besoins de l'exposé, une focalisation
sur le système de culture**

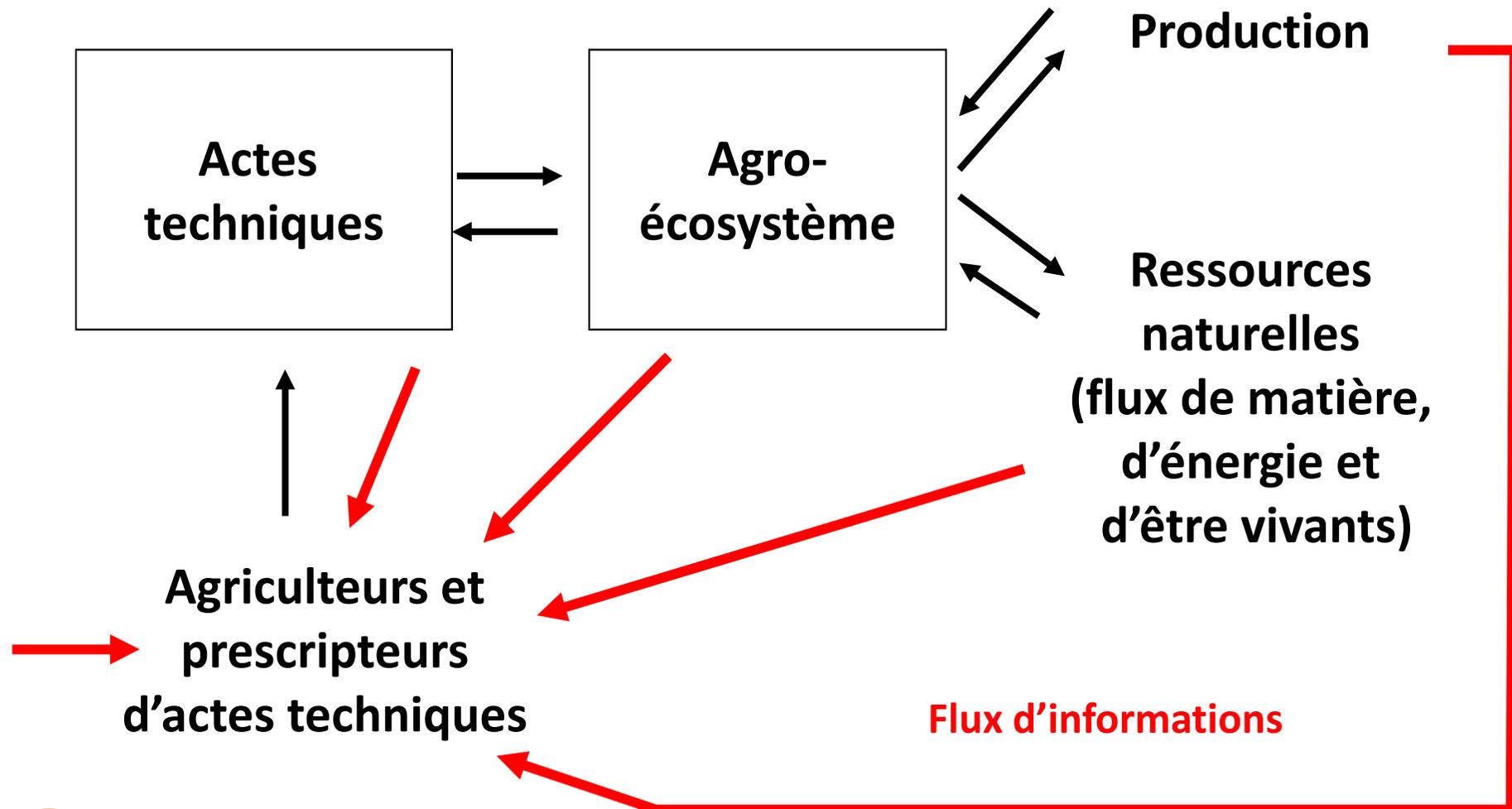


L'approche système en agronomie: Objectifs, intérêts, démarches

- 1. Pourquoi les pratiques font système**
2. L'analyse des systèmes de culture
3. La conception de systèmes de culture
4. L'expérimentation système



Les actes techniques au cœur d'un réseau de déterminants



Le concept de système de culture

- **Système de culture** : l'ensemble des actes techniques mis en œuvre en pluriannuel sur une parcelle ou un ensemble de parcelles.
- **Itinéraire technique** : l'ensemble des actes techniques mise en œuvre sur une parcelle pendant un cycle de production;

Un regard d'agronome sur les pratiques agricoles

En employant ces concepts , les agronomes affirment qu'il est essentiel de s'intéresser à la logique systémique qui existe entre les actes techniques qui sont mis en œuvre successivement sur une parcelle agricole

(cf « combinaison logique et ordonnée » de la définition canonique de l'itinéraire technique)



La cohérence du système de culture:

Exemple de la monoculture intensive de bananes en Guadeloupe



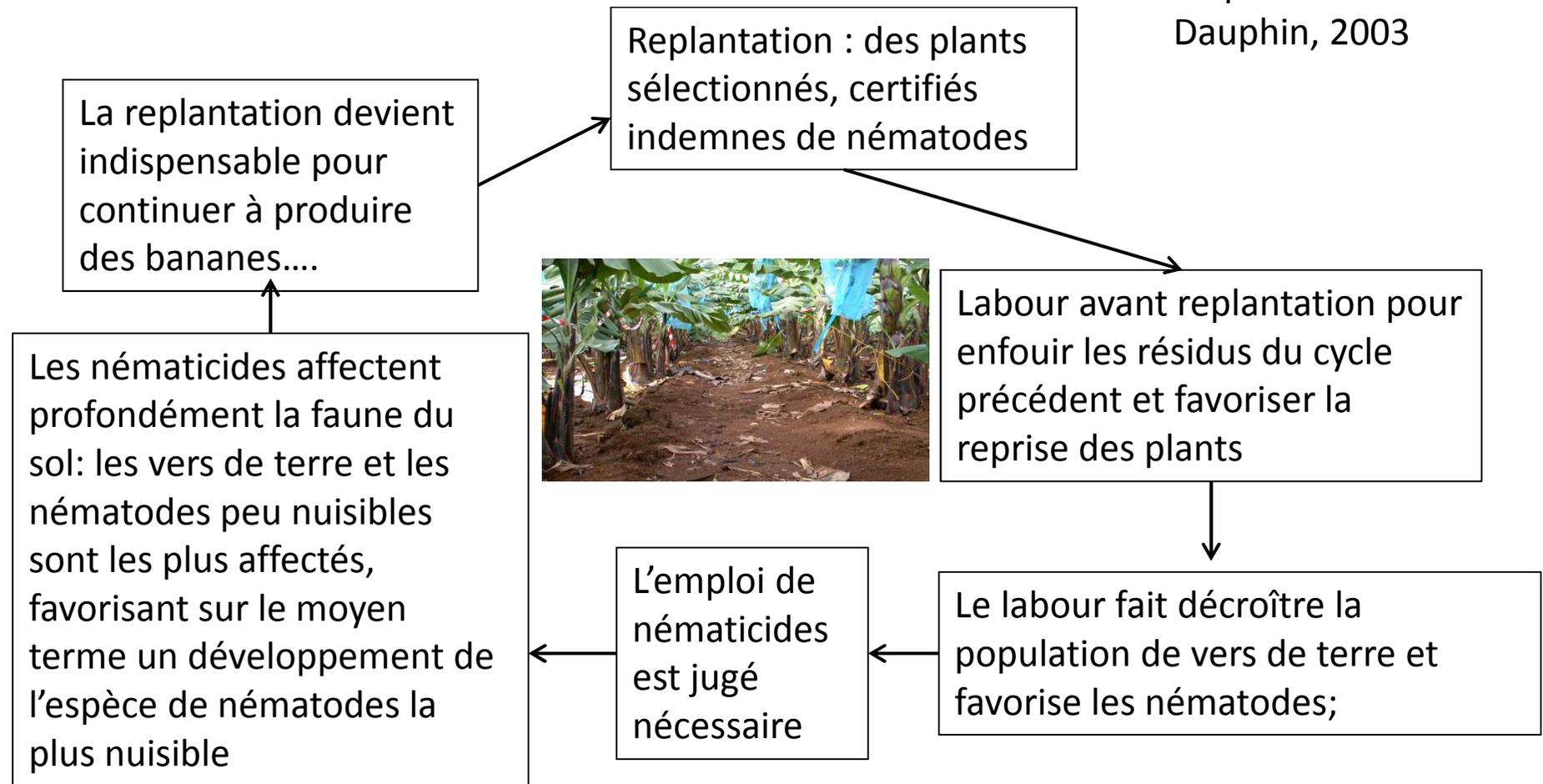
Photo C. Clermont-Dauphin

Des nématodes qui affectent gravement la production, et obligent à une replantation de plants indemnes tous les 3 ans
Un emploi fréquent de nématicides, qui polluent sols et eaux

La cohérence du système de culture:

Exemple de la monoculture intensive de bananes en Guadeloupe

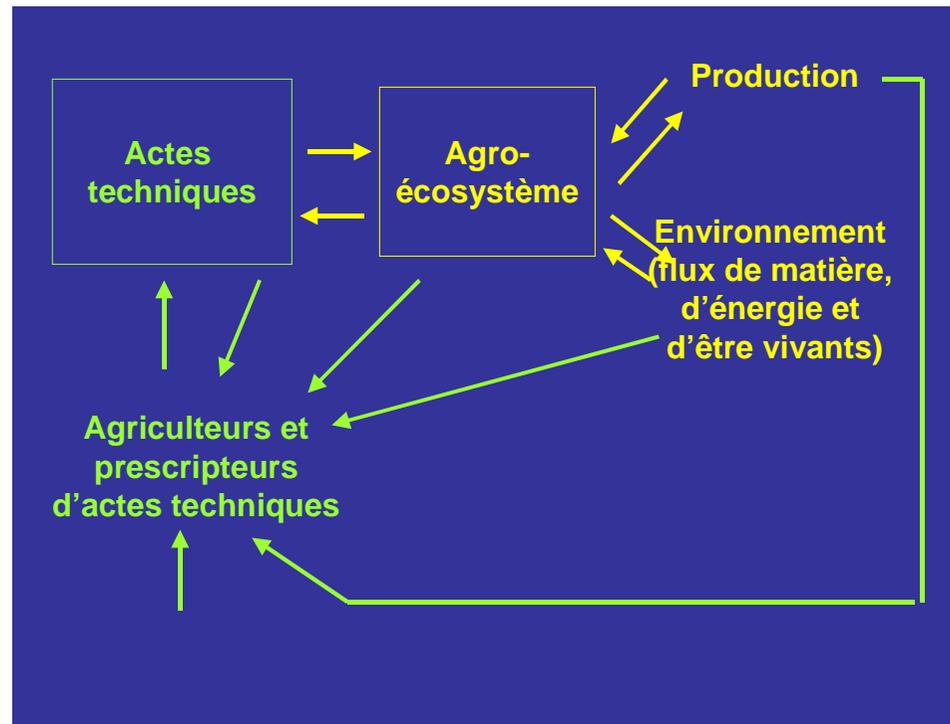
D'après C. Clermont-Dauphin, 2003



Cette vision systémique permet d'imaginer des solutions pour réduire les populations de nématodes et supprimer l'usage des nematicides : banane pérenne? Interculture ?

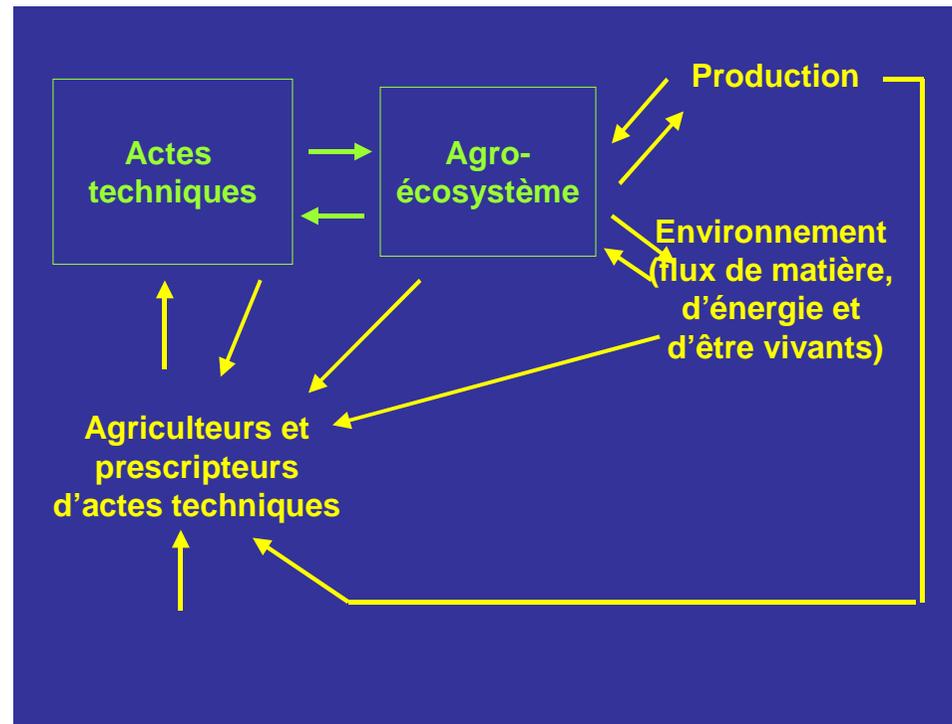
La cohérence des Systèmes de Culture a deux origines:

1- Les actes techniques mis en œuvre sur une même parcelle résultent de décisions fortement liées les unes aux autres: un décideur majeur (l'agriculteur) qui les raisonne tous dans un cadre unique défini par des objectifs de production, des ressources disponibles (travail, sol, trésorerie...) et des savoirs. Le recueil d'informations sur la parcelle, qui permet de tenir compte dans le raisonnement d'un acte technique des effets des actes antérieurs, crée un lien supplémentaire.



La cohérence des Systèmes de Culture a deux origines:

2- les différentes techniques agissent sur les mêmes composantes de l'agro-écosystème: une même technique joue sur plusieurs composantes; une même composante est influencée (contrôlable) par plusieurs techniques. Du fait de cette absence de relation bi-univoque, il existe de fortes interactions entre techniques



Comprendre cette cohérence nécessite des investigations à différents niveaux d'échelle:

Exemple de l'adoption des variétés de colza tolérantes à un herbicide au Canada (70% des surfaces en colza)

- d'après les expérimentations à la parcelle, pas d'intérêt manifeste (même marge / ha);
- au niveau de l'exploitation, changement d'organisation du travail



Comprendre cette cohérence nécessite des investigations à différents niveaux d'échelle:

Exemple de l'adoption des variétés de colza tolérantes à un herbicide au Canada (70% des surfaces en colza)

- d'après les expérimentations à la parcelle, pas d'intérêt manifeste (même marge / ha);
- au niveau de l'exploitation, changement d'organisation du travail

Exemple du développement de la culture intensive du blé en France (années 80);

- Au niveau de la parcelle (semis, fertilisation, variété, pesticides)
- Au niveau de l'exploitation (organisation du travail, équipement)
- au niveau de la filière (stratégies de l'appro et des sélectionneurs)



Conséquences de cette cohérence du système de culture:

- On ne peut pas étudier les effets d'une technique indépendamment des autres techniques;
- Un même objectif de production peut être atteint de différentes manières;
- Dès que l'on change d'objectif de production, il faut souvent modifier plusieurs techniques;
- L'impact d'une culture sur l'environnement ne peut être évalué indépendamment de la donnée de son itinéraire technique et de la succession dans laquelle elle s'insère;
- Une innovation ne peut être évaluée sans prise en compte de la manière dont elle s'insèrera dans les systèmes de culture



L'approche système en agronomie: Objectifs, intérêts, démarches

1. Pourquoi les pratiques font système
- 2. L'analyse des systèmes de culture**
3. La conception de systèmes de culture
4. L'expérimentation système



L'analyse des systèmes de culture

- **Les données de base: des pratiques d'agriculteurs sur leur exploitation**
- **Evaluation des systèmes par des indicateurs** (agri-environnementaux, de durabilité...)
 - **Evaluer les points forts et points faibles des pratiques d'un agriculteur, dans une dynamique de progrès**
 - **Identifier les systèmes innovants et performants (cf Réseau Ferme Ecophyto)**
 - **Identifier sources de nuisances environnementales**



Evaluation multicritère des systèmes par des indicateurs

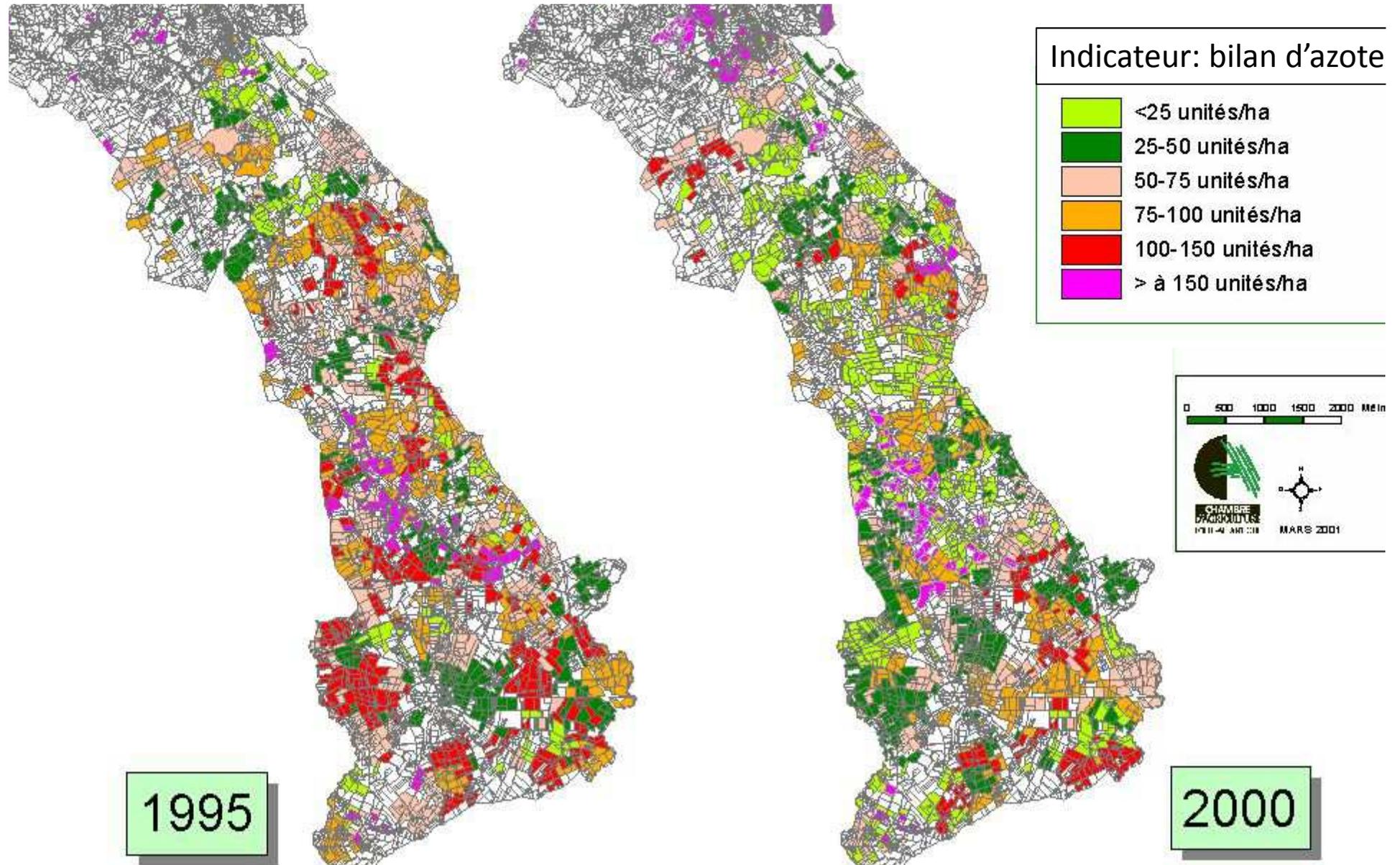
Utilisation de Masc par le RMT Systèmes de Culture Innovants

| Evaluation multicritère | |
|---|------------|
| Marge semi-nette | 754,5 €/ha |
| Risque de toxicité phytosanitaire pour les travailleurs (IFT des produits classés T, T+, Xn) | 0,07 |
| Consommation d'énergie | 8,4 MJ/ha |
| Efficiencce énergétique | 20,5 |
| IFT herbicides | 0,28 |
| IFT fongicides | 0,02 |
| IFT insecticides | 0 |
| Pertes de pesticides (lphy eaux profondes) | 9,8 |
| Pertes de pesticides (lphy eaux de surface) | 9 |
| Pertes de pesticides (air) | 9,8 |
| Pertes de NO ₃ ⁻ | 52,9 kg/ha |

| Durabilité : | | | | |
|--------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|
| très faible | faible | moyenne | élevée | très élevée |
| très faible | faible a moyenne | moyenne a élevée | très élevée | |
| faible | moyenne | | élevée | |

RMT SdCI, Petit et al, 2012)

Recherche des situations excédentaires en azote dans un bassin versant: exemple du travail réalisé sur le Bassin Versant de l'Ognon par la CA 44



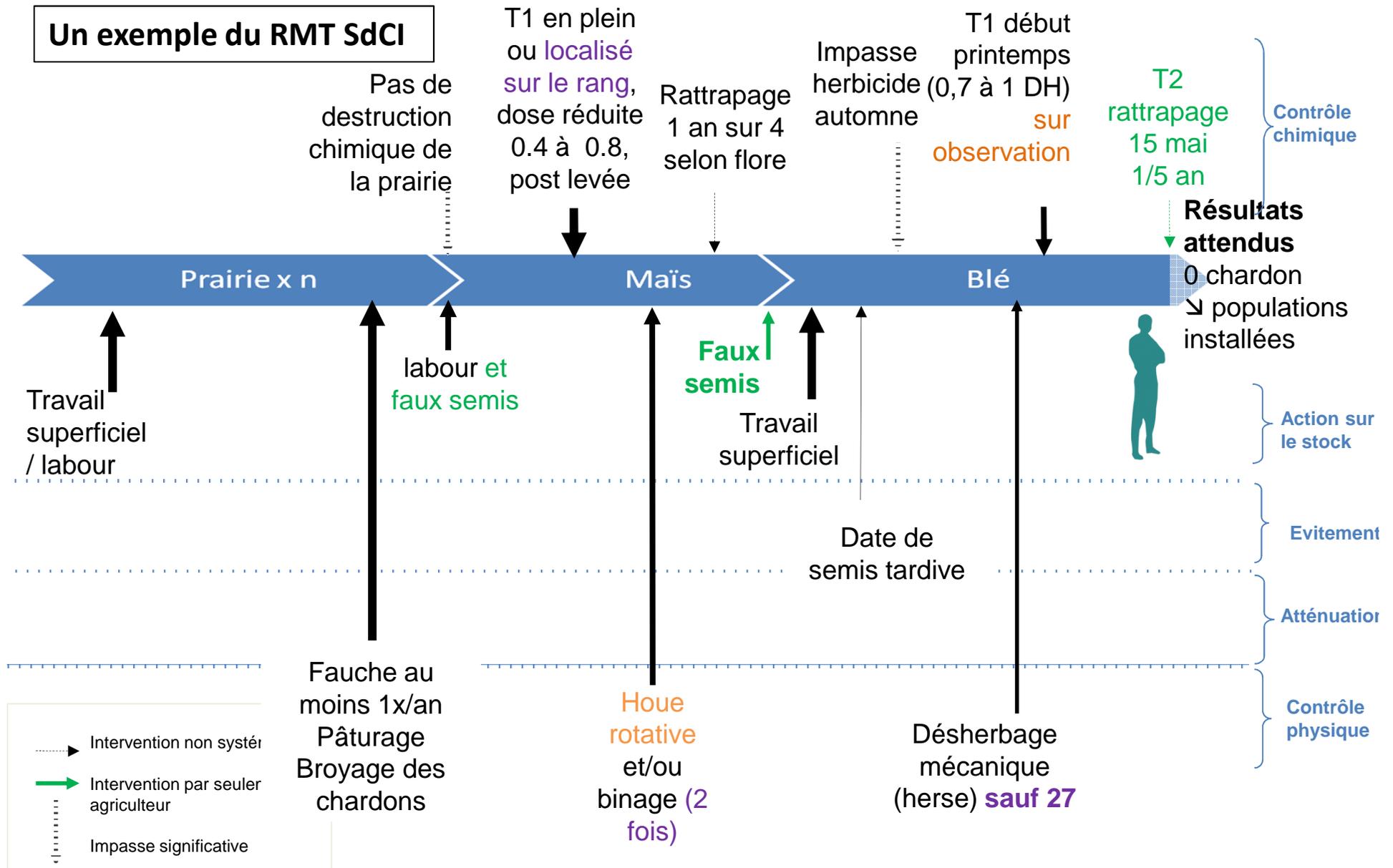
L'analyse des systèmes de culture: évaluer ne suffit pas

- **L'évaluation par les indicateurs permet de dire « ça va bien / ça ne va pas », mais :**
 - Comment savoir quelle pratique faire évoluer pour améliorer la situation?
 - Comment savoir quelle pratique est à l'origine des bonnes performances, pour transposer à d'autres situations?
- **Besoin de comprendre les relations entre pratiques, milieu et performances pour agir: analyse du système de culture**
 - Exemple d'un IFT élevé dans une exploitation de grande culture



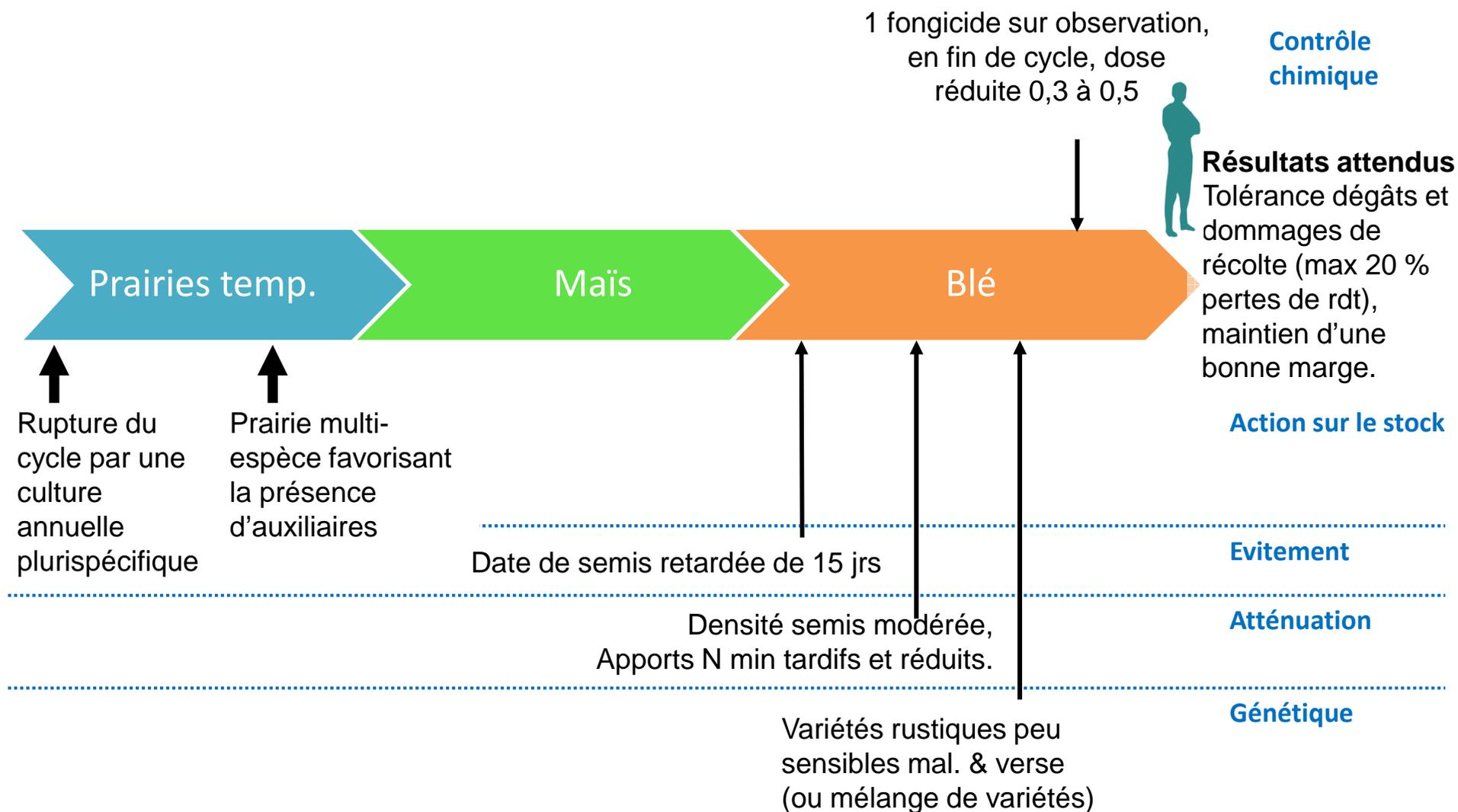
L'analyse de la cohérence d'un système de culture

« Prairies temporaire – Maïs – Blé », ouest de la France



L'analyse de la cohérence d'un système de culture « Prairies temporaire – Maïs – Blé », ouest de la France

Un exemple du RMT SdCI



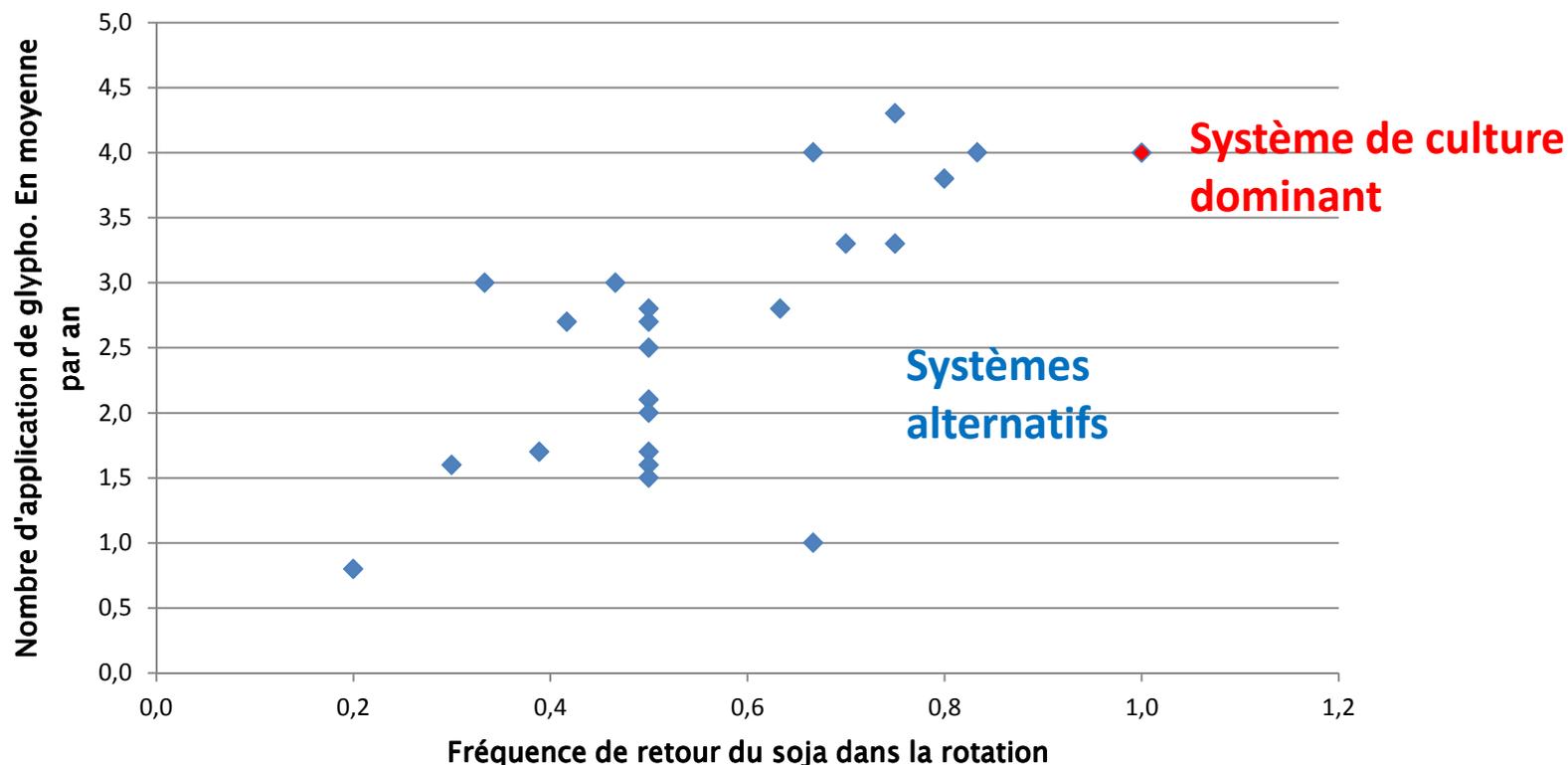
Quelques clés pour analyser la cohérence d'un système de culture

- **Comparer les pratiques entre parcelles, entre agriculteurs, entre régions; comparer à une référence pratiques courantes**
- **Explorer les « champs de cohérence » du système de culture, au niveau de la parcelle, de l'exploitation, du territoire:**
 - maîtrise des bioagresseurs (insectes, adventices, maladies...),
 - utilisation des ressources de l'exploitation (terrains de qualité variée, travail, compétences, trésorerie ...)
 - Atteinte des critères de satisfaction majeurs (satisfaction du client, retour sur investissement, impacts écologiques, lien social...)
- **Faire expliciter à l'agriculteur ses critères de satisfaction, ses contraintes, ses difficultés**
- **Caractériser les trajectoires d'évolution des pratiques, les ruptures et les apprentissages réalisés**



L'analyse de la cohérence d'un système de culture

Intérêt de la comparaison (exemple en Argentine)



L'utilisation du glyphosate en grande culture
dans la Pampa Argentine

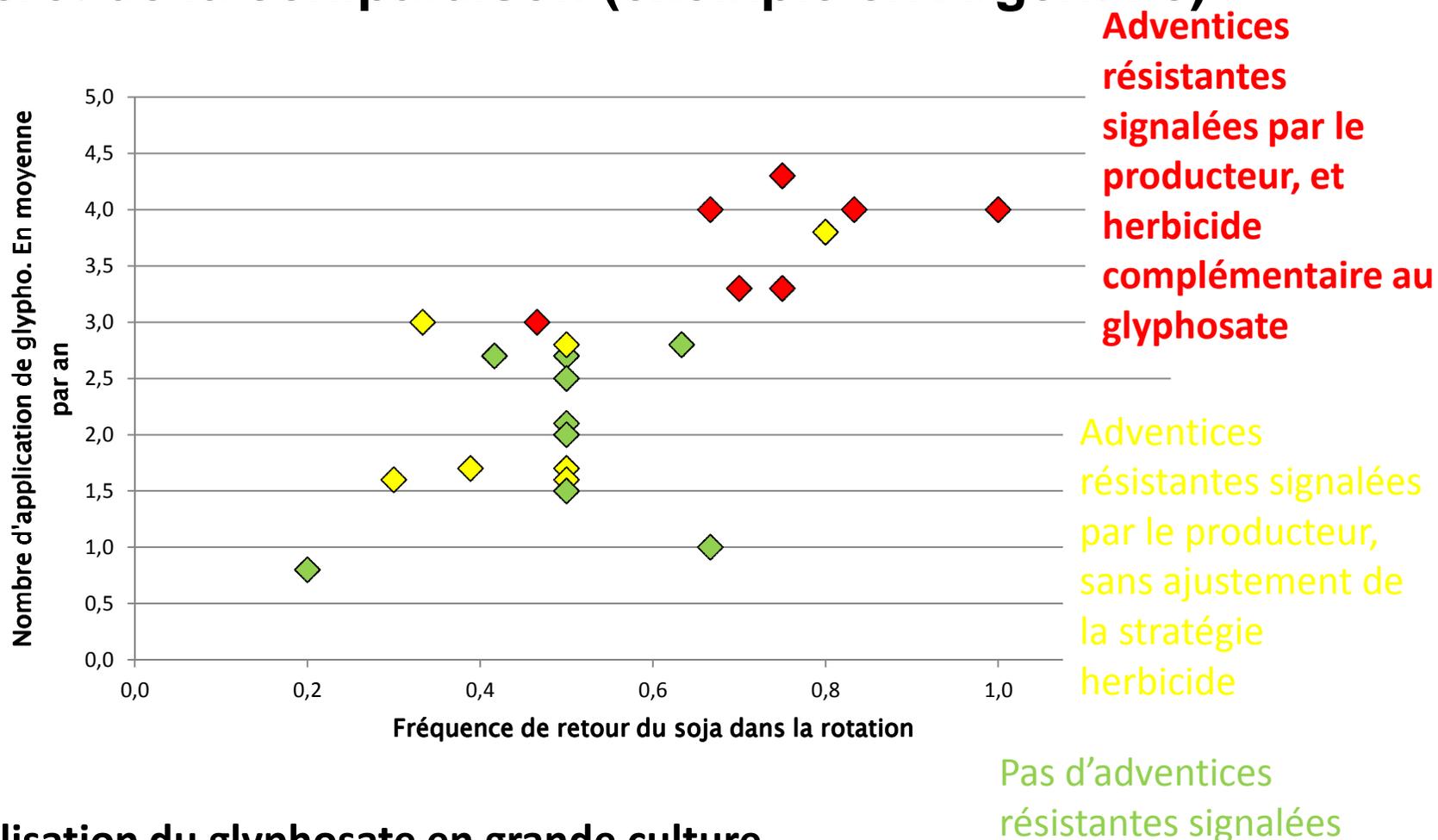
Salembier et Meynard, 2013



Journée thématique du GIS PIClég, 17 juin 2014 à l'Inra d'Alénya

L'analyse de la cohérence d'un système de culture

Intérêt de la comparaison (exemple en Argentine)



L'utilisation du glyphosate en grande culture dans la Pampa Argentine

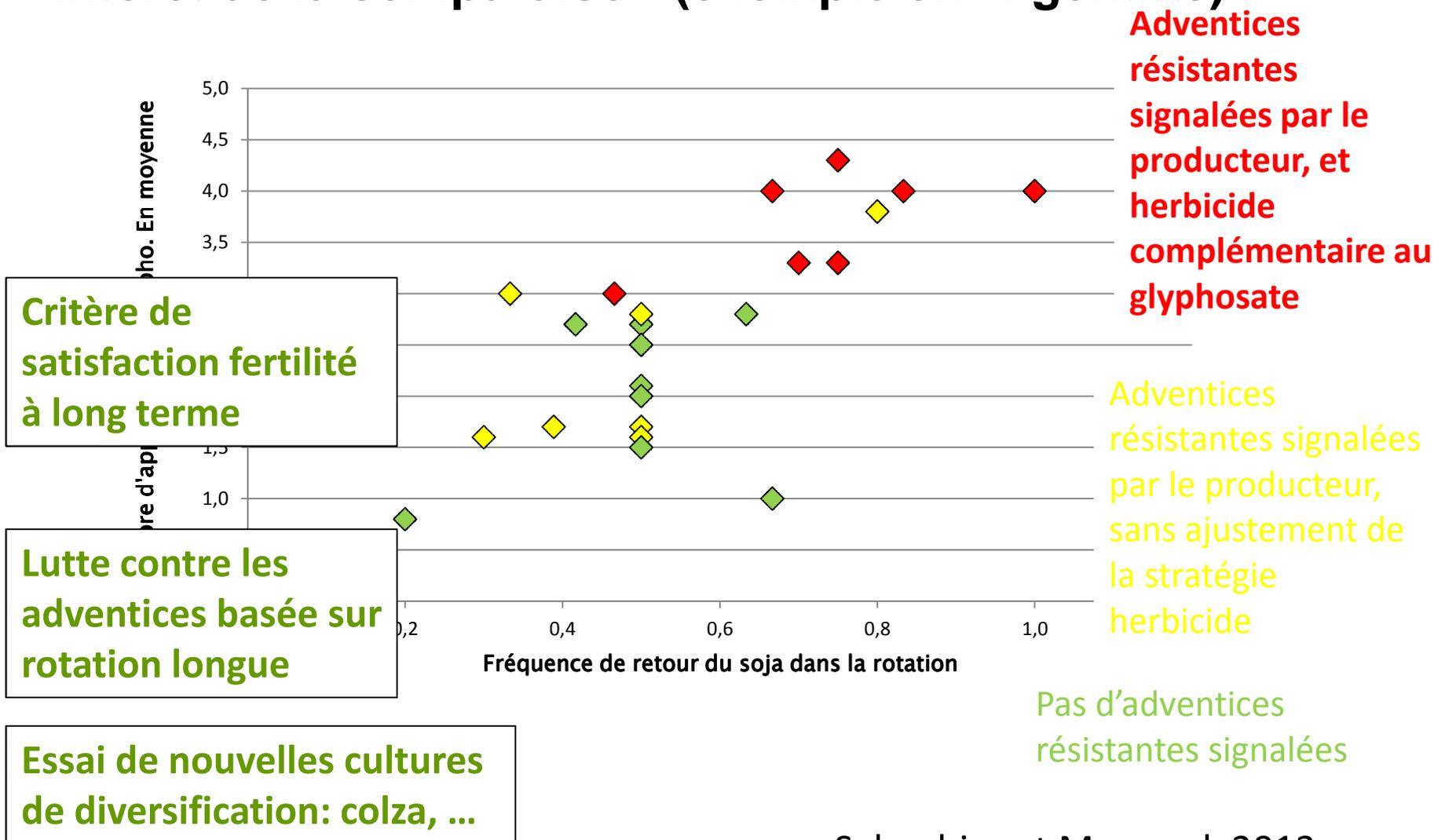
Salembier et Meynard, 2013



Journée thématique du GIS PIClég, 17 juin 2014 à l'Inra d'Alénya

L'analyse de la cohérence d'un système de culture

Intérêt de la comparaison (exemple en Argentine)



Salembier et Meynard, 2013



Journée thématique du GIS PIClég, 17 juin 2014 à l'Inra d'Alénya

L'enquête auprès de l'agriculteur

- **Les faits : recueillir d'abord l'ensemble des pratiques (habituellement, et variantes)**
- **Puis poser des questions pour comprendre**
 - **Pourquoi ne faites vous pas autrement ?** On voit plutôt telle autre manière de faire... Avez-vous essayé telle technique?
 - **Comment faites vous pour (maîtriser les adventices / satisfaire en continu votre clientèle...)?** N'avez-vous pas eu des problèmes de...? Comment les avez-vous résolus (ou pensez vous les résoudre)?
 - **Quelles innovations, quels changements, dans les dernières années ? Pourquoi ?** Avez-vous essayé de...? Avez-vous toujours fait comme cela? Avez-vous des essais en cours?
 - **Qu'est ce qui fait que vous êtes satisfait d'une innovation, et que vous la pérennisez dans l'exploitation ?** Prendre appui sur une innovation récente ou un essai en cours. Etes vous satisfait de votre système? Qu'est ce qu'il faudrait améliorer?



L'approche système en agronomie: Objectifs, intérêts, démarches

1. Pourquoi les pratiques font système
2. L'analyse des systèmes de culture
3. **La conception de systèmes de culture**
 - i. Conception *de novo* assistée par modèle
 - ii. Prototypage en atelier de conception
 - iii. Conception pas à pas
4. L'expérimentation système



La conception de systèmes de culture assistée par modèle

Une démarche de conception « *de novo* » : ouvrir le champ des possibles, sans se laisser brider par une dépendance au chemin (path dependency).

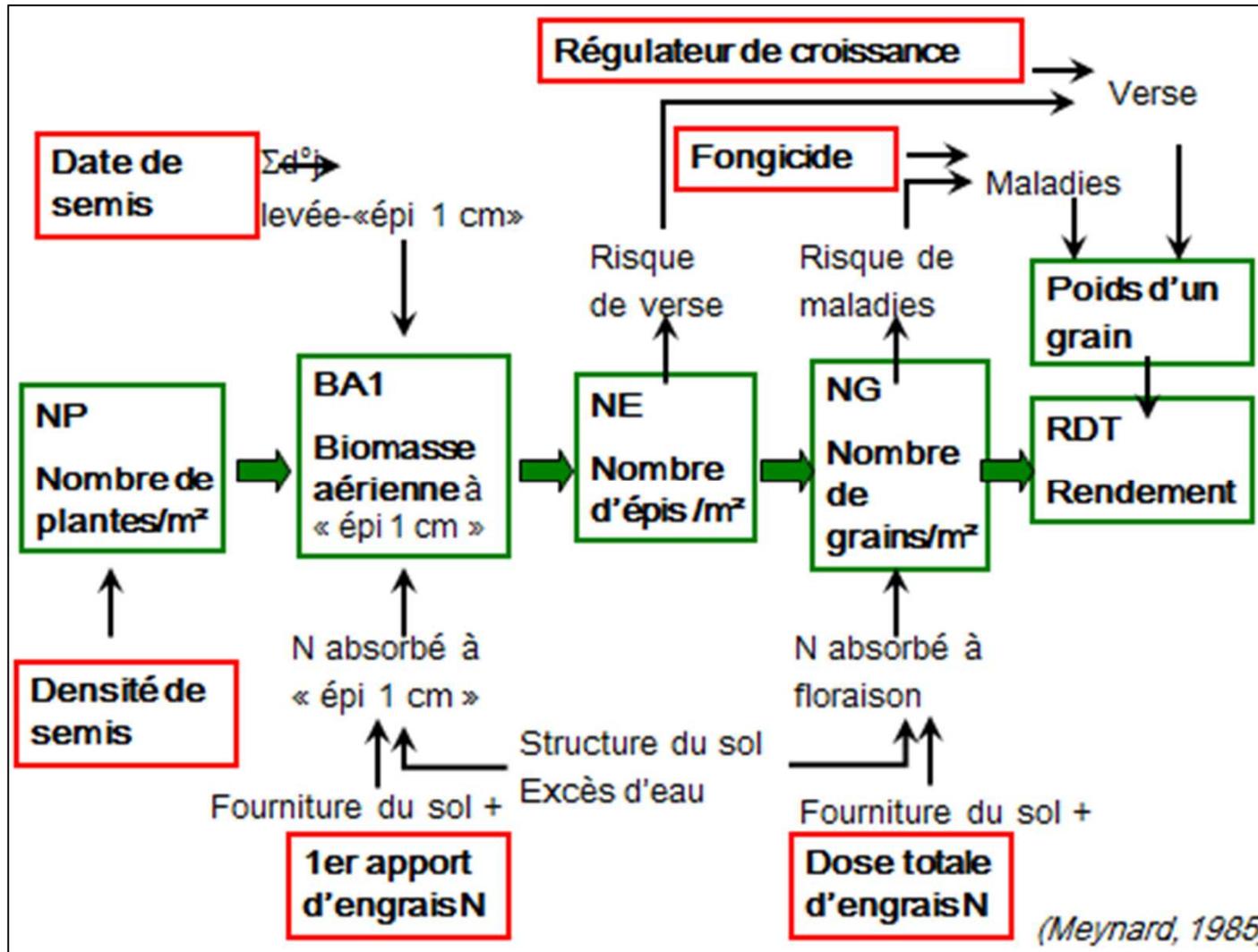
L'utilisation de modèles agronomiques constitue un moyen très efficace pour faire de la conception *de novo* :

- exploration très large des combinaisons de techniques; possibilité de coupler les modèles avec les méthodes automatisées d'analyse multicritère.
 - prédiction des effets à long terme des systèmes candidats
 - estimation d'impacts difficiles à mesurer
- **C'est la cohérence du modèle qui assure celle du système**



La conception de systèmes de culture assistée par modèle

Structure d'un modèle utilisé pour la mise au point d'itinéraires techniques du blé



Quatre conduites de culture contrastées, avec une décroissance cohérente des niveaux d'intrants, mises au point grâce à des modèles de culture

(Meynard 1985, Loyce et al., 2002)

| ITK | Variété | Dose de semis | Ferti N | fongicide | régulateur |
|--------------------------------------|------------------------------|----------------------|------------------|-----------|------------|
| 1 Intensif (rdt maxi) | Hautement productive | D | X + 30 | 2 ou 3 | 1 ou 2 |
| 2 raisonné (référence) | Hautement productive | D (dose recommandée) | X (calcul bilan) | 1 ou 2 | 1 |
| 3 intégré | Multirésistante aux maladies | D – 40% | X – 30 | 1 maxi | 0 |
| 4 extensif | Multirésistante aux maladies | D – 40% | X – 60 | 0 | 0 |



Journée thématique du GIS PIClég, 17 juin 2014 à l'Inra d'Alénya

La conception de systèmes de culture assistée par modèle

Cependant...

- **Peu de modèles prennent en compte l'ensemble des techniques (donc les possibilités d'action)**
 - Intégration de savoirs empiriques dans les modèles mécanistes
 - Développement de nouveaux types de modèles, dédiés à la conception, appropriables par les utilisateurs, paramétrés sur la base de leurs savoirs et évalués sur leur capacité à identifier une solution satisfaisante
- **Le modèle est souvent centré sur la dimension biophysique de la cohérence du SDC**
- **Le besoin de combiner la modélisation avec d'autres approches**

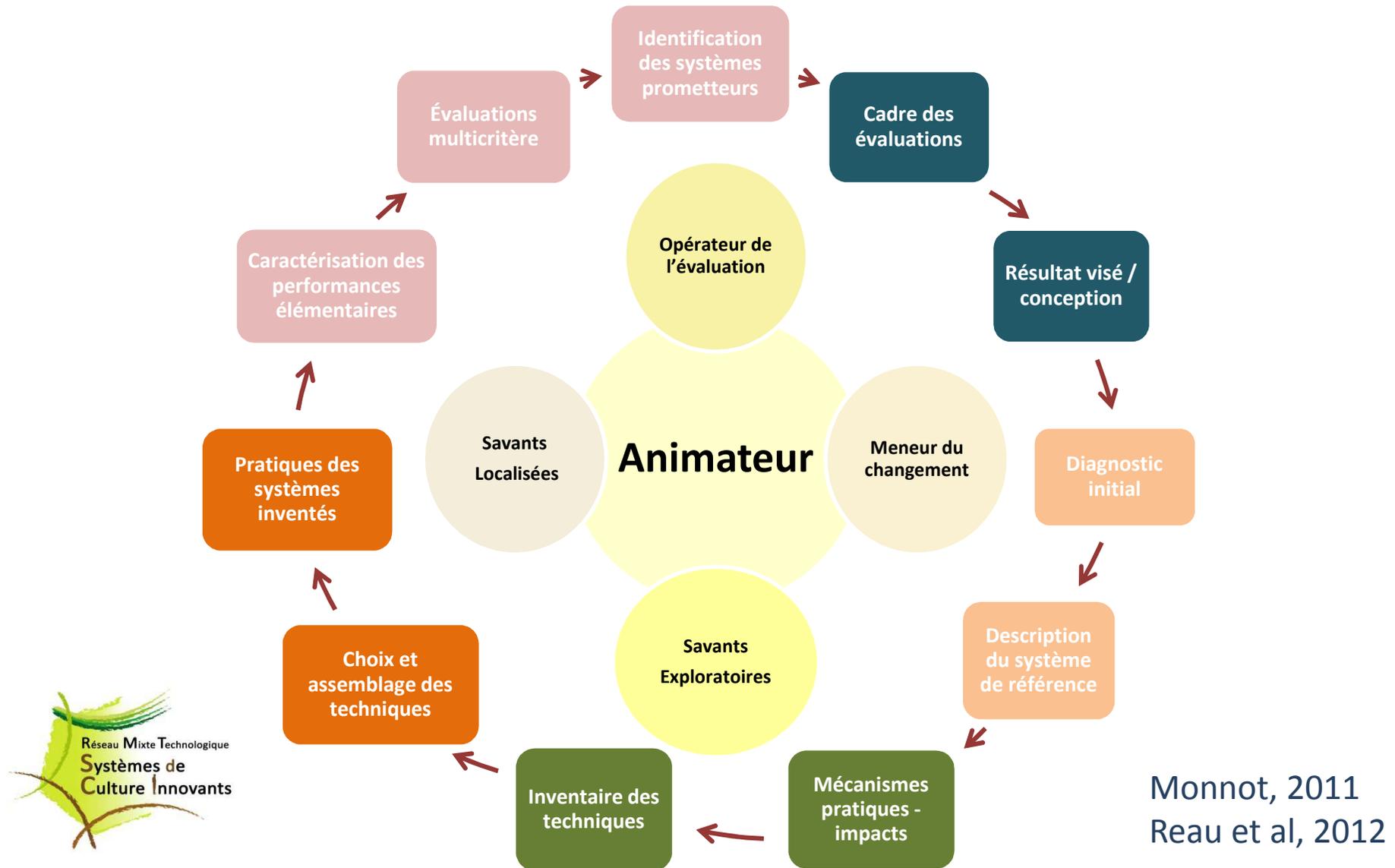


Le prototypage en ateliers de conception

- Une démarche de conception « de novo » : ouvrir le champ des possibles, sans se laisser brider par une dépendance au chemin
- Appuyée sur des savoirs hétérogènes (savoirs traditionnels, savoirs locaux issus d'apprentissages, connaissances scientifiques de différentes disciplines...)
- Des ateliers de conception collective, associant agriculteurs, techniciens, chercheurs, et selon les cas différentes parties prenantes (y c hors milieu agricole)
- Une animation visant à susciter l'exploration de solutions inédites



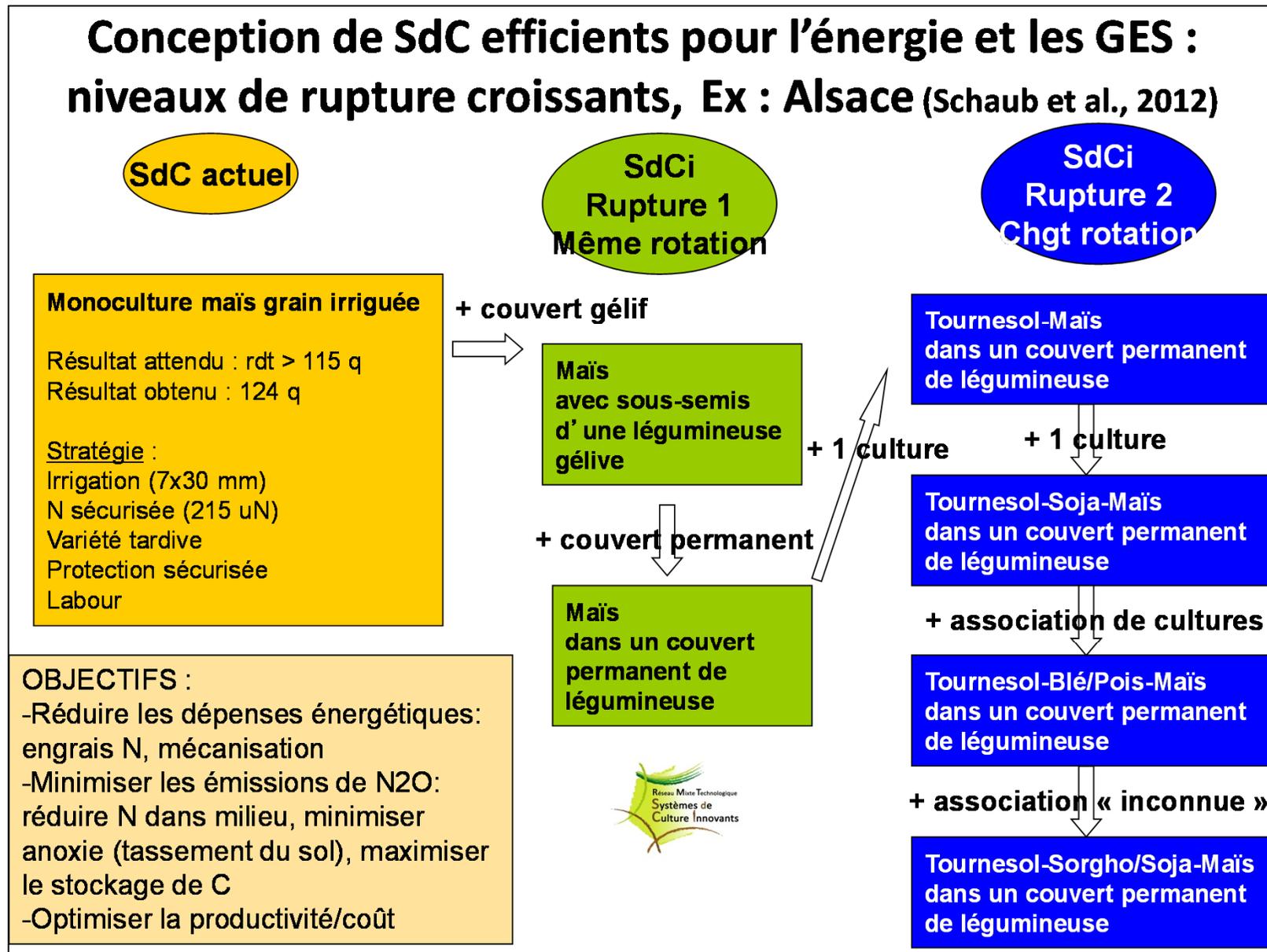
Le prototypage en ateliers de conception: le fonctionnement d'un atelier du RMT Systèmes de Culture Innovants (INRA, Ch. Agriculture, ITA, lycées):



Une capacité à prendre en compte les 2 dimensions de la cohérence du SDC

Construction progressive de nouvelles cohérences de systèmes de culture dans le cadre d'un atelier de conception

Conception de SdC efficaces pour l'énergie et les GES : niveaux de rupture croissants, Ex : Alsace (Schaub et al., 2012)



La conception de systèmes de culture “pas à pas”

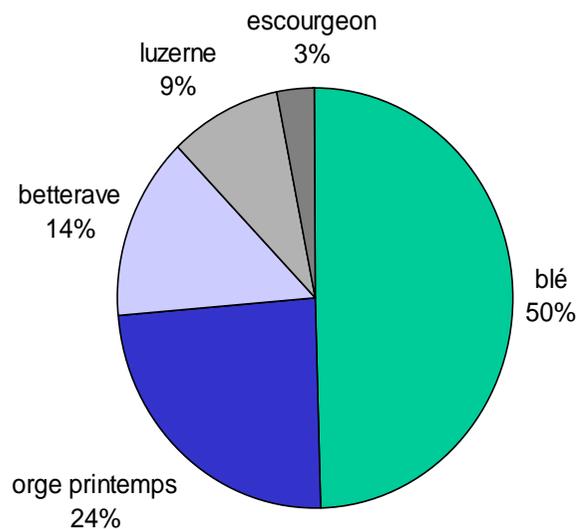
- **Conception «pas à pas» : améliorer progressivement les systèmes existants, pour les adapter à de nouveaux objectifs.**
 - **Le travail de conception débute par un diagnostic** : en quoi les systèmes actuels satisfont-ils aux nouveaux objectifs?
 - **Sur la base de ce diagnostic, des évolutions des systèmes de culture sont imaginées et mises en œuvre.**
 - Puis un nouveau diagnostic est pratiqué, de nouvelles évolutions des systèmes de culture s’ensuivent, etc., engageant ainsi **une véritable spirale d’amélioration continue (« boucle de progrès »)**
- **L’agriculteur met au point, année après année, son nouveau système, en même temps qu’il apprend à le piloter, se convainc de son intérêt, et réorganise progressivement son travail et ses moyens de production**



Conception pas à pas dans une exploitation picarde (réseau de 8 fermes Programme Protection Intégrée, Mischler et al.)

2002 : Diagnostic agronomique et environnemental

- IFT : 8.08
- 5 espèces cultivées
- Blé / blé : 16%



Evolution des pratiques : Diagnostic et boucle de progrès

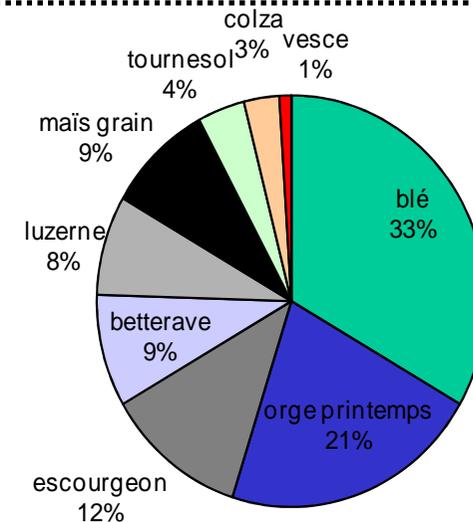
- Diversification
- variétés rustiques et ITK bas intrants
- Désherbage mécanique

- Combinaison de savoirs locaux et scientifiques
- Apprentissages



2008 Diagnostic agronomique et environnemental

- IFT : 3.65
- 9 espèces cultivées
- Blé / blé : 0%
- Pas de perte de revenu



La conception de systèmes de culture “pas à pas”

Les ressources pour la conception pas à pas

- Une bibliothèque de pratiques innovantes (conditions d'efficacité, synergies avec autres pratiques, conditions de mise en œuvre, performances)
- Des indicateurs d'évaluation simples à utiliser, pour un suivi des progrès
- Une capacité d'analyse de la cohérence des systèmes, pour définir les pratiques à faire évoluer
- Une participation à une dynamique de groupe d'agriculteurs : partage des diagnostics et des idées nouvelles, conception collective, réassurance



L'approche système en agronomie: Objectifs, intérêts, démarches

1. Pourquoi les pratiques font système
2. L'analyse des systèmes de culture
3. La conception de systèmes de culture
4. **L'expérimentation système**



L'expérimentation système

- **Objectif** = mettre en œuvre, évaluer en grandeur réelle et améliorer des prototypes de systèmes de production agricole.
≠ expérimentation factorielle = séparer les facteurs pour mieux en analyser les effets principaux et les interactions
- **Traitements expérimentaux** = des itinéraires techniques, des systèmes de culture, des systèmes d'élevage,
c'est-à-dire des « manières de produire », combinant différentes techniques élémentaires choisies de manière cohérente entre elles.
- **Résultats attendus** = évaluer des performances des prototypes de systèmes de culture, les améliorer, identifier les ressources nécessaires à leur mise en œuvre; acquérir de la connaissance sur des systèmes complexes et qui n'existent pas dans les fermes



Les difficultés méthodologiques de l'expérimentation système

- **La question de la reproductibilité du système de culture testé (entre essais, entre années, en milieu réel: Règles de Décision (Si... alors...))**
- **Stabilité ou évolution des RDD (en cas d'inadaptation) ?**
Intérêts des 2 solutions ; Comment conduire des apprentissages sur l'expérimentation système ?
- **Les 3 champs de l'évaluation, et la nature des traitements expérimentaux (Meynard et al, 1996)**
 - Évaluation globale
 - Évaluation agronomique (la cohérence prévue est elle réalisée)
 - Evaluation analytique des règles de décision



En définitive, quels sont les résultats d'une expérimentation système?

- La validation (l'amélioration) d'un système innovant;
- Des règles de décision, des options techniques originales, validées dans le cadre de ce système innovant;
- Un apprentissage de la conduite des systèmes innovants pour l'équipe en charge de l'expérimentation;
- Des questions nouvelles, qui aident à définir les priorités pour l'avenir;
- Des connaissances sur des processus que le travail de conception-évaluation a amené à approfondir;
- Un lieu de visite, support d'interactions avec des agriculteurs, des partenaires... (« plateforme d'échanges de savoirs »)



Conclusion

- **L'approche systémique, essentielle pour l'action sur les pratiques**
- **Deux dimensions imbriquées dans les « effets de système »:**
 - les interactions au sein de l'agroécosystème;
 - les cohérences décisionnelles
- **L'approche systémique se décline à différentes échelles, avec** souvent des aller-retour entre échelles
- **L'approche systémique se heurte à la facilité des raisonnements dominants:**
 - « décomposer un objet complexe en objets simples pour le comprendre »;
 - « 1 problème, 1 solution »,
 - « toutes choses égales par ailleurs »



Merci pour votre attention



Journée thématique du GIS PIClég, 17 juin 2014 à l'Inra d'Alénya