

# Exploration de nouveaux paradigmes pour le raisonnement de la fertilisation azotée: application au blé d'hiver

Thèse CIFRE de Clémence Ravier (Démarrage 09/2013)

Projet associant INRA Grignon (M.H. Jeuffroy, J.-M. Meynard) et Arvalis Institut du végétal (J.-P. Cohan)

Financement du fonctionnement: ADEME REACCTIF

# Problématique de thèse

- Revoir les principes de raisonnement de la fertilisation azotée
- Constats:

Procédure de raisonnement consensuelle

- ◆ Dose X bilan (Hébert, 1969)
- ◆ Fractionnement dates/stades (Rémy, 1975, Arvalis, 2013)
- ◆ Nutrition azotée non limitante
- ◆ Structuration de la production de connaissances, références..
- ◆ Fertilisation raisonnée = calcul du bilan

Gestion de l'azote au cœur de nombreux enjeux

- ◆ Environnement:  $\text{NO}_3$ ;  $\text{N}_2\text{O}$ ;  $\text{NH}_3$
- ◆ Coefficient d'utilisation faibles
- ◆ Dépendance énergétique; Gestion des ressources
- ◆ Protéines
- ◆ Stagnation des rendements

# Objectif

- Passer d'un raisonnement qui repose sur un calcul de dose *a priori* à des trajectoires de fertilisation permettant de **maximiser l'efficience de l'azote**
- Valoriser les acquis des 40 années de recherche structurées sur la méthode du bilan
- Valoriser des « nouvelles » connaissances, jusque là non intégrées:
  - ◆ Scénarios économiques (Makowski et al., 2001)
  - ◆ Prévisions météorologiques et climatiques
  - ◆ Trajectoires avec carences (Jeuffroy et Bouchard, 1999; Jeuffroy, Gate, Machet, Recous, 2014)
  - ◆ Vitesse de croissance / CAU (Limaux et al., 2001)
  - ◆ Raisonnement des agriculteurs (Felix et Reau, 1995)
  - ◆ ...

➤ Tester une méthode de conception en 3 étapes (Cerf et al., 2012)

1. Diagnostic des usages des méthodes et outils de raisonnement de la fertilisation azotée

Analyser

- ◆ La diversité des raisonnements
- ◆ Les limites des méthodes et outils actuels
- ◆ Les innovations nées sur le terrain

Matériel

- ◆ Travaux des GREN
- ◆ Enquêtes acteurs secteur agricole (conseillers, agriculteurs, ingénieurs, membres des GREN)

Identifier

- ◆ Controverses
- ◆ Points faibles
- ◆ Les besoins pour les propositions à venir

- Tester une méthode de conception en 3 étapes (Cerf et al., 2012)

## 2. Construction d'un (ou plusieurs) prototype(s) de méthode de fertilisation

### Explorer

- ◆ Conception innovante
- ◆ La théorie C-K (*Le Masson et al., 2006*)
  - ◆ Expansion conjointe de l'espace des concepts (C) et des connaissances (K)
  - ◆ Relancer le dialogue entre C et K

Se réinterroger  
sur les C et les K

Mobiliser C & K  
pour déverrouiller

### Dispositif

- ◆ Ateliers participatifs - Diversité de compétences/connaissances/expériences:
- ◆ Analyse des données passées (Arvalis, INRA)
- ◆ Utilisation d'un modèle de culture (Azodyn)

### Principe

- ◆ Réflexion collective organisée autour d'un concept projecteur
  - 1) K disponibles & partagées
  - 2) Nouveaux attributs au concept
  - 3) Explicitation des moyens de mettre en œuvre les propositions
  - 4) Aller-retour C-K

- Tester une méthode de conception en 3 étapes (Cerf et al., 2012)

## 3. Test du (ou des) prototypes de méthode

Mise à l'épreuve en conditions d'usages, confrontation aux utilisateurs

Si indicateurs  
disponibles

- Prise en main par les utilisateurs
- Test des prototypes en situation d'usage
- Débriefing collectif

Prototypes non  
opérationnels

- Echange avec des utilisateurs potentiels
- Faisabilité / pertinence

Validation  
expérimentale

- *Test expérimental / Validation au champ*
- *Comparaison avec d'autres méthodes (courbe de réponse)*

- Tester une méthode de conception en 3 étapes (Cerf et al., 2012)

## Cohérence de la démarche

- ◆ Diagnostic des usages pour :
  - ◆ Montrer les principes à revoir
  - ◆ Elaborer les concepts projecteurs pour démarrer les ateliers
  - ◆ Intégrer dès la conception les modes de raisonnement des agriculteurs
- ◆ Mise à l'épreuve en situation d'usage:
  - ◆ Boucle d'amélioration
  - ◆ Aller-retour conception - test

# Résumé des acquis du diagnostic

- Plusieurs points mis en avant par le diagnostic (sur les termes du bilan, l'objectif de rendement, la mesure du RSH, besoin en indicateurs de déclenchement des apports, inscription du bilan dans la réglementation et son usage pour le conseil...)
- La controverse sur l'objectif de rendement

## Règle de fixation (5 ans – 2 extrêmes)

« La majorité des membres du GREN affirme que cette méthode annule les gains du progrès génétique » (GREN Centre)

« un objectif de rendement calculé selon cette méthode pourrait, dans le cas des bonnes années climatiques, empêcher l'expression d'un fort potentiel par limitation d'azote » (GREN Rhône Alpes)

« se baser sur la moyenne est une méthode sclérosante sur le développement technique d'un agriculteur » (entretien Bretagne)

## Perception de l'objectif de rendement

«Le rendement c'est autour de 70-80 quintaux, je mets souvent 90, je l'ai déjà atteint » (Agriculteur Bourgogne)

« Je mets 100 quintaux là où je sais que je peux les faire » (Agriculteur, Eure)

«L'objectif de rendement c'est une moyenne à l'ilot qui correspond au rendement espéré, celui des bonnes années » (Agriculteur PACA)

## Espérance de rendement versus rendement espéré?

- Inadéquation du concept
- Exigence de niveau de précision = source d'erreur (surestimation/sous estimation)



# Travaux en cours

## ➤ 1<sup>er</sup> atelier INRA/Arvalis

### ➤ Identifier les concepts à explorer dans le cadre de la thèse

#### Objectif

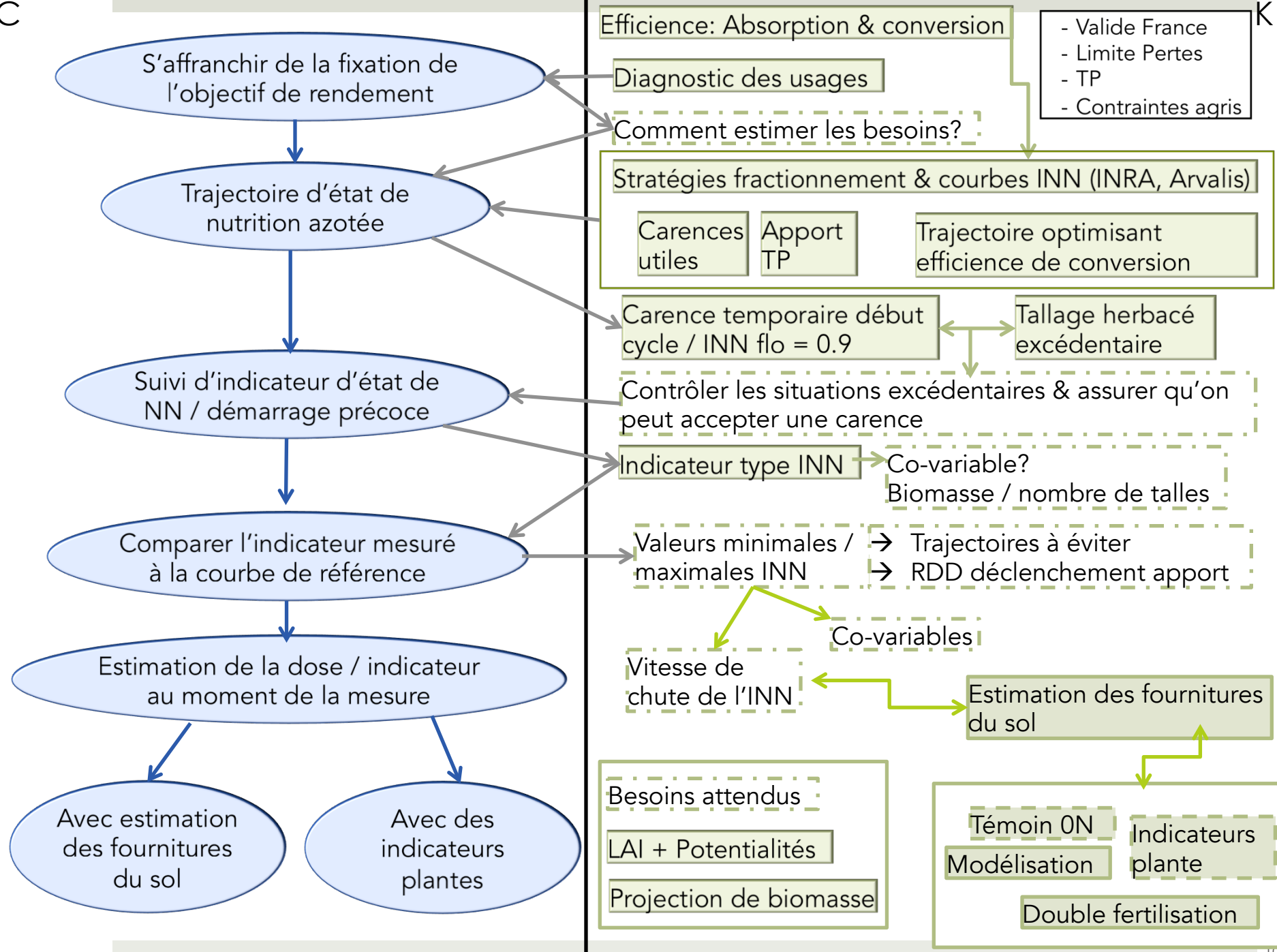
- ◆ Optimiser rendement et teneur en protéine et limiter les pertes vers l'environnement
- Maximiser l'efficacité des engrais
- ◆ Intégrer les connaissances sur les carences temporaires non préjudiciables au rendement (Jeuffroy & Bouchard, 1999; Meynard et al., 2002, Arvalis, non publié)

#### Concepts projecteurs

Découlent du diagnostic des usages

- ◆ Raisonnement de la dose d'engrais sans objectif de rendement *a priori*
- ◆ Des outils d'auto-apprentissage : être capable d'évaluer ses pratiques de fertilisation, pour les améliorer d'année en année

C



## C0: Prendre en compte la capacité d'apprentissage des agriculteurs

- **Principe:** Gestion adaptative – boucle d'apprentissage – évolution sur du pluriannuel
- **Fonctions de l'outil:**
  - Analyser la trajectoire de fertilisation (date et dose) a posteriori.
  - Fournir des indicateurs pertinent à regarder à la fin de la campagne pour améliorer les pratiques
- **Indicateurs:** bilan de fin de cycle / calcul a posteriori – besoin d'info complémentaire en cours de cycle pour savoir à quel moment on a eu un problème
- **Questions clés de la conception :**

Quels utilisateurs ?

Usage individuel / collaboratif, à destination de groupe

Prise en main / observatoire par les conseillers / les agriculteurs

⇒ a priori, en groupe : nature des données sur lesquelles on fait le raisonnement  
= + riche

## Suite des travaux

- Prochain atelier INRA/Arvalis : 16 Juin
  - Exploration des connaissances à produire
  - Evolution des concepts → prototypes +/- opérationnels
- Autres ateliers avec différents groupes
  - Développer le concept outil de gestion adaptative avec des ateliers regroupant des acteurs différents: agriculteurs / acteurs coopératives
- Formaliser la méthode de conception
  - Utilisation de la théorie C-K en agronomie → comment cet outil nous permet de faire émerger des innovations?
  - Retour sur le test de la démarche de Cerf et al., (2012)
    - Avantage, intérêt des différentes étapes..
    - Améliorations?