



APPI-N, une nouvelle méthode de fertilisation azotée : Réflexions sur la gestion des risques par le pilotage intégral

Jean-Marc Meynard, Marie-Hélène Jeuffroy,
Anne Brunet, Arthur Lenoir, Bertrand Omon
INRA Grignon ; CRA Centre-Val-de-Loire et Normandie



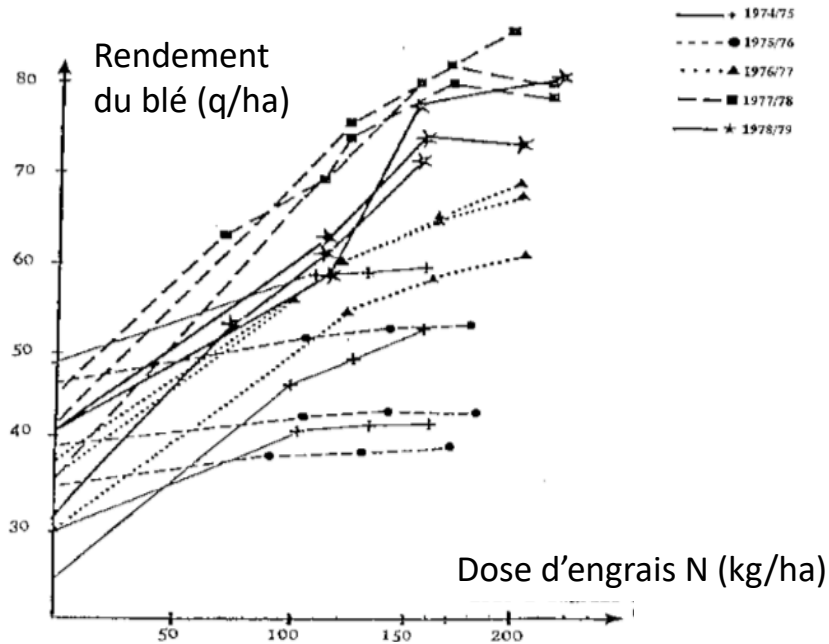
Fertilisation N: Réflexions sur la gestion des risques

La fertilisation azotée, une question de gestion de risques :

- Ex du **choix de l'objectif de rendement**: Entre le risque de perte de rendement, le risque de teneur en protéines insuffisante et le risque de pollution → espérance de rendement (moyenne des 5 dernières années) ou rendement espéré (potentiel)?
- Ex de **l'avancement continu des apports** depuis Coïc (1956, apport « tallage », apport « montaison »): entre le risque d'apport trop précoce (CAU faible) et le risque de sécheresse (carence due au sol sec) → aujourd'hui le second apport est fait à la date à laquelle Coïc préconisait de faire le premier !



Fertilisation N: Réflexions sur la gestion des risques



Variabilité des courbes de réponse du rendement du blé à l'engrais: même sol, même précédent, 5 années d'expérimentation

Fertiliser, c'est **définir un équilibre entre les risques acceptés** :

trop ou trop tôt (pertes d'azote et pollutions) **vs** pas assez ou trop tard (pertes de production et de rentabilité) →

- quel compromis ?
- qui est légitime pour le définir ?

La question des risques renvoie à celle de l'autonomie de décision des agriculteurs

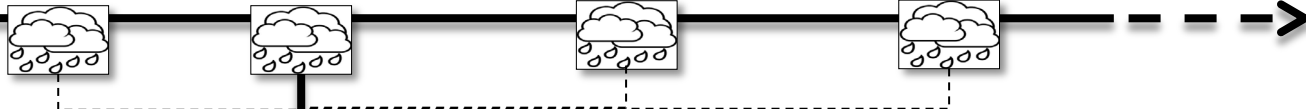


- **1= Le pilotage intégral, une manière innovante de gérer les risques: exemple de la méthode APPI-N**
- **2= Le monitoring de l'état de nutrition N de la culture : vers une autonomisation des agriculteurs dans la gestion des risques**
- **Conclusion**



Principe de la méthode APPI-N

Semis Sortie hiver Epi 1cm Deux nœuds Dernière feuille Floraison Récolte



1. Décision date de contrôle

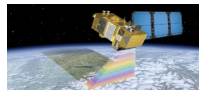


Jour favorable :

- 15 jours depuis dernier apport
- Humidité du sol suffisante pour éviter perte N



2. Estimation INN

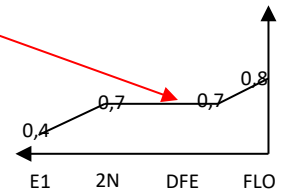


Liberation.fr

INN	1 ^{er} - 15 mars	15 - 31 mars	1 ^{er} - 15 avril	...
0.4	40			
0.5	40	60		
0.6	40	60		
0.7	40	60	100	
0.8	0	40	80	
0.9	0	40	60	
1	0	40	40	
> 1	0	0	0	

3. Décision d'apport,

dose permettant d'éviter une carence préjudiciable, d'ici le prochain jour favorable à un apport





Développement de la méthode APPI-N

- APPI-N est basée, comme CHN, sur les résultats de la thèse de Clémence Ravier (2017)
- Evaluation en cours dans le cadre d'un PEI Région Centre-Val-de-Loire (SOLINAZO)
- Ambition de mettre en place un réseau France entière, favorisant son déploiement, mais pas de budget pour l'instant
- Premiers résultats (Solinazo 2018, résultats indicatifs, à préciser et approfondir): Baisse de dose moyenne de 33 kgN/ha, mais pas systématique, CAU toujours augmenté (donc pertes toujours réduites)
 - Cas avec baisse d'apport / bilan → rendement en général équivalent
 - Cas avec augmentation de l'apport → gain de rendement



D'une logique de planification (Bilan) à une logique de gestion adaptative (APPI-N)

Planification :

- dose et stades d'apport planifiés à l'avance;
- **intérêt** = anticipation de l'organisation; groupage des interventions;
- **Inconvénient** = difficulté d'adaptation à l'aléa (période sèche, accident de végétation...)



Gestion adaptative: adaptation en temps réel à la situation ; prise en compte des aléas, l'année donnée, et monitoring continu, permettant de rectifier les erreurs

Abaque pour Eure et Loir, Loiret, Loir-et-Cher

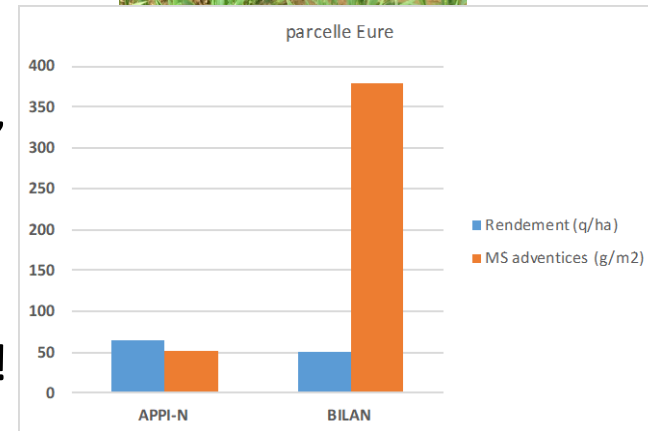
	15 - 28 février	1 - 15 mars	15 - 30 mars	1 - 15 avril	15 - 30 avril	1 - 15 mai	15 - 31 mai
INN seuil=	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,73	0,76
INN							
< 0.6	40	60	80	100			
0.6 - 0.7	0	40	80	80	80	60	
0.7 - 0.8	0	0	80	60	60	40	40
0.8 - 0.9	0	0	60	40	40	40	40*
0.9 - 1.0	0	0	40	0	0	0	0
1.0 - 1.1	0	0	0	0	0	0	0
1.1 - 1.2	0	0	0	0	0	0	0

*= apport d'N à réaliser uniquement si la date de floraison est prévue dans plus d'une semaine



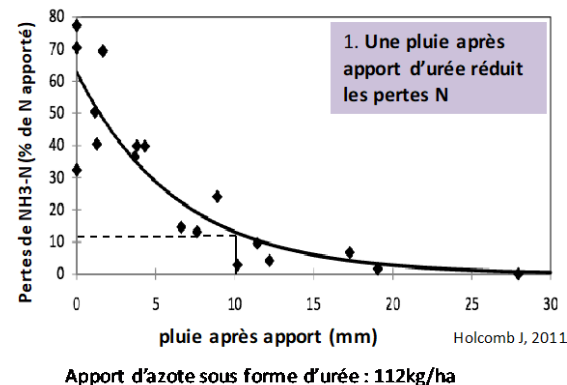
De la suppression des carences (Bilan) au pilotage des carences (APPI-N)

- Le fractionnement associé au Bilan vise à **éviter toute carence**; les outils de pilotage actuels sont calés pour **maintenir l'INN à 1 tout au long du cycle cultural**
- APPI-N: Une **économie d'azote en début de cycle** (carences tolérables → premier apport retardé, voire supprimé, sans perte de rendement) → **contribution décisive à l'augmentation du CAU**
- Une culture **moins sensible** aux maladies (septoriose, oïdium), à la verse et au stress hydrique (économie d'eau)
- La carence précoce = un moyen de **réduire le développement de mauvaises herbes** (*ici ray-grass*) !

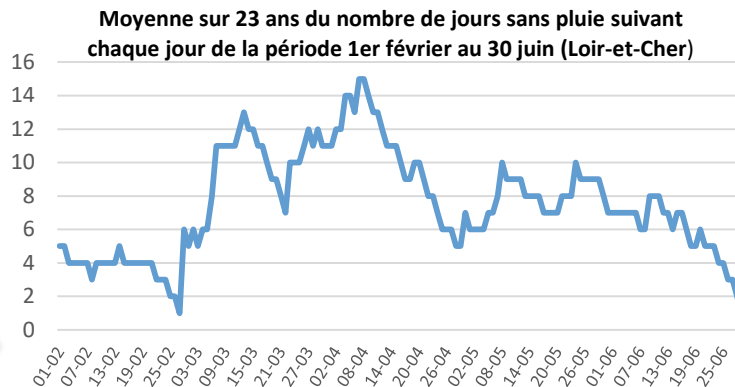


D'une prise en compte empirique du risque de sécheresse de surface (Bilan) à une rationalisation des critères de date d'apport (APPI-N)

- Situations classiques:
 - apports d'engrais sur sol sec
→ baisse de CAU;
 - Ou anticipation des apports, par crainte du risque de sécheresse
→ baisse du CAU



- APPI-N: Définition d'un critère permettant de n'apporter l'engrais qu'en conditions favorables à l'absorption. Et objectivation des risques de sécheresse





Le pilotage intégral, une manière innovante de gérer les risques

- ❖ Le pilotage intégral permet de réduire à la fois les risques de faible CAU (source de nuisances environnementales) et de manque d’N préjudiciable à la production: **permet de dépasser l’opposition classique entre production et respect de l’environnement**
- ➔ Question ouverte: **quelle robustesse de cette mise en synergie selon les climats?**
- ❖ Le pilotage intégral permet aussi de **réduire les risques d’effets secondaires de la fertilisation sur les autres sources de limitation du rendement**, ce qui a été négligé jusqu’ici par les autres manières de gérer la fertilisation
- ➔ Question ouverte: **quelle robustesse d’APPI-N face à la diversité des systèmes, yc ceux qui n’existent pas encore ?**



Association blé-
féverole



- 1= Le pilotage intégral, une manière innovante de gérer les risques: exemple de la méthode APPI-N
- **2= Le monitoring de l'état de nutrition de la culture : vers une autonomisation des agriculteurs dans la gestion des risques**
- Conclusion

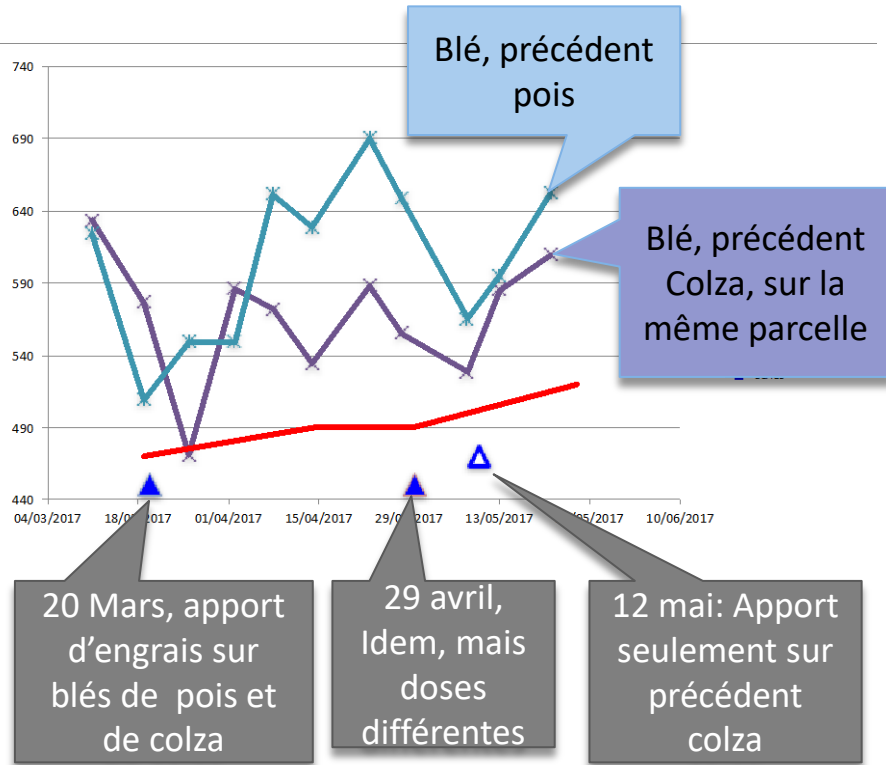


Le monitoring de l'état de nutrition de la culture : vers une autonomisation des agriculteurs dans la gestion des risques

- L'indicateur de nutrition azotée rend l'agriculteur **autonome pour déclencher ses apports d'engrais**
- L'indicateur de nutrition azotée permet à l'agriculteur **d'auto-évaluer ses décisions**
- L'indicateur de nutrition azotée contribue à **l'animation de groupes** et à la **formation par le conseiller et l'enseignant**
- L'indicateur facilite le **diagnostic des effets précédent**



L'indicateur de nutrition azotée rend l'agriculteur autonome pour déclencher les apports



- L'indicateur permet de maximiser l'efficacité de l'engrais, mais aide aussi à grouper les apports pour faciliter l'organisation du travail: *exemple de regroupements d'apports sur un blé de pois et un blé de colza dans la même parcelle.*
- Etape suivante: traduire les dynamiques de l'indicateur en pertes possibles si on avance ou si on retarde la date d'intervention.



L'indicateur de nutrition azotée permet à l'agriculteur d'auto-évaluer ses décisions

Des usages inattendus (d'après C Ravier, 2017)

- ❖ Suivre la dynamique de l'azote
- ❖ Interpréter la fourniture en azote du sol
- ❖ Apprendre

« C'est intéressant d'avoir plusieurs mesures parce que ça montre si l'INN monte ou descend et comment est-ce que ça évolue »

« Je n'ai pas apporté d'engrais sur la bande test mais finalement l'INN n'a pas chuté, ça veut dire qu'il y avait de l'azote dans le sol »

« L'avantage de cette méthode c'est qu'elle permet d'apporter des éléments techniques. La mesure de l'INN c'est concret et la trajectoire d'INN est une bonne référence technique pour l'interpréter »

APPI-N: APprendre à PIloter la nutrition N



L'indicateur de nutrition azotée contribue à l'animation de groupes et à la formation par le conseiller et l'enseignant

L'utilisation d'indicateurs de nutrition comme supports d'animation de groupes et de formation, une longue histoire : Depuis les années 90, tours de plaine collectifs, basés sur Jubil[®], des réseaux de témoins non fertilisés, le suivi des couverts d'interculture

- L'indicateur de nutrition azotée, source d'apprentissages conjoints agriculteurs-conseillers, et d'apprentissages d'étudiants en formation initiale → support d'un changement de normes techniques et professionnelles (nouveaux repères visuels, nouveaux objectifs d'état nutritionnel...)
- La difficulté d'un tel changement de normes, illustrée par les erreurs de mise en œuvre d'APPI-N dans les essais de test d'APPI-N :
 - Le premier apport trop précoce par rapport aux besoins
 - Un défaut de suivi de l'indicateur de nutrition après les stades 2-3 nœuds.



Tour de plaine des couverts d'interculture



L'indicateur de nutrition azotée facilite le diagnostic des effets précédents

- Se servir de l'indicateur pour mieux caractériser la fourniture d'azote par deux précédents différents
- Se servir de la placette sur-fertilisée (HNTester relatif) comme témoin bénéficiant de plus d'azote que le reste du champ.

Ici, le colza pousse lentement dans le champ, à cause d'une carence azotée, moins sévère derrière la placette sur-fertilisée du blé de l'année précédente





Le monitoring de l'état de nutrition de la culture : vers une autonomisation des agriculteurs dans la gestion des risques

- Deux types d'attentes des agriculteurs vis-à-vis de la R&D:
 - **Attente de conseils optimisés** (OAD classiques, agriculture de précision, ...) : quasi-délégation de décision au conseiller (ou à l'outil)
 - **Attente d'appui dans l'autonomisation des décisions**: indicateurs d'aide aux apprentissages; références sur ce que l'on gagne et ce que l'on perd en intervenant de telle ou telle manière : l'agriculteur décide, le conseiller accompagne.
- CHN et APPI-N explorent respectivement ces 2 voies; intérêt de suivre les modalités d'appropriation de ces outils par les agriculteurs et les conseillers pour mieux appréhender ces 2 familles d'attentes (en cours dans le PEI Solinazo)



Pour conclure, un plaidoyer pour l'innovation

- **Innover dans le raisonnement:** Mettre en œuvre le même principe sur d'autres cultures (colza, vigne...?): plutôt que de rechercher des compromis (ex entre production et environnement) qui ne satisfont personne, concevoir des solutions qui permettent de concilier des objectifs initialement contradictoires
- **Innover dans des indicateurs** de nutrition azotée fiables et faciles d'utilisation: télédétection, capteurs embarqués, appli sur smartphone?
- **Innover dans l'accompagnement des changements en agriculture**, dans un autre schéma d'interactions Agriculteurs- Développement-Recherche
- **Innover dans la réglementation:** Passer de réglementations basées sur des obligations de moyens à des réglementations basées sur des objectifs de résultat ?



Merci !



*Cette opération est cofinancée par l'Union Européenne.
L'Europe investit dans les zones rurales.*