

ITADA - Projet 2

RAPPORT DE SYNTHÈSE 1994 - 1995

Maïs : mise au point d'une méthode de bilan simplifié pour le calcul de la dose d'azote, compte tenu du potentiel de rendement des milieux.

ORGANISMES REALISATEURS

CHEF DE PROJET : Marie-Line BURTIN - ARAA - SCHILTIGHEIM

PARTENAIRE ALLEMAND : Georg KANSY - Regierungspräsidium - Freiburg

ORGANISMES ASSOCIES :

France : -Chambres d'Agriculture du Bas-Rhin et du Haut-Rhin,
- ITCF, AGPM, Lycées agricoles d'Obernai et de Rouffach,
- Comptoir agricole, Coopérative agricole céréales,
- Ets Gustave Muller, Ets Armbruster Frères.

Allemagne : -IFUL Müllheim

POSITIONNEMENT DU PROBLEME

En Alsace comme dans le Bade Wurtemberg, la préservation de la qualité "nitrates" de la nappe phréatique rhénane passe, entre autres, par une meilleure gestion de la fertilisation azotée des cultures et en particulier du maïs.

OBJECTIFS

En Alsace, des références sur ce sujet ont été construites depuis 1987 : elles concernent aussi bien les doses d'azote minéral à appliquer, que les formes d'engrais et les rythmes d'apport. Ces références permettent de diffuser largement des conseils fiables, en fonction des systèmes de culture et des types de sol.

Les expérimentations menées actuellement visent essentiellement à vérifier à moyen terme la solidité et la stabilité des références.

Dans le Bade Wurtemberg, on cherche à mettre au point la meilleure méthode de calcul de la dose d'azote afin de promouvoir un système de conseil informatisé à l'agriculteur. Les recherches sont

basées sur la méthode du bilan et la mesure de l'azote nitrique du sol avant semis (alternativement un mois après le semis), et après récolte.

RETOMBEES ET EFFETS INDUITS DANS LA PRATIQUE

En Alsace, les références construites alimentent des opérations de conseil aux agriculteurs : celles-ci ont pour objectif de sensibiliser et de responsabiliser les agriculteurs pour qu'ils adoptent des pratiques de fertilisation azotée du maïs plus respectueuses de la nappe phréatique.

Dans le Bade Wurtemberg, les références servent à mettre au point un logiciel de calcul de fumure azotée du maïs.

METHODOLOGIE

La mise au point de méthode de calcul de la juste dose d'azote se base sur une équation de bilan.

En Alsace, la juste dose d'engrais à apporter au maïs est calculée selon la formule.

$$X = bY + (Rf - Rf0) - FS$$

avec : X = dose d'engrais azoté

b= 2,3 U/kg de grain de maïs

Y = niveau de rendement

Rf - Rf0 = augmentation de reliquat après récolte entre une parcelle fertilisée à l'optimum et une parcelle non fertilisée

FS = fournitures du sol

La mise au point de la méthode nécessite de paramétrer les différents postes Y, (Rf-Rf0) et FS.

Y est observé sur les réseaux "potentialités", FS sur les réseaux "témoin zéro" et (Rf-Rf0) dans les essais doses d'azote.

Dans le Bade Wurtemberg, en 1994 coexistaient :

. une équation du bilan, NID

La dose NID est calculée selon la méthode du bilan.

$$X = bY - Rh - Mh - Mr - Ma$$

avec : X = dose d'engrais minéral azoté à apporter

b = 2,2 kg N/q de grain

Y = objectif de rendement

Rh = reliquat d'azote minéral 10 jours avant le semis

Mh = minéralisation nette de l'humus

Mr = minéralisation nette des résidus de récolte

Ma = minéralisation nette des amendements organiques.

. des méthodes plus ou moins empiriques

* Netto-Entzug

Cette dose est calculée en déduisant des exportations (1,5 kg N/q x rendement objectif) le reliquat mesuré au moment du semis diminué de 40 unités.

$$X = 1,5 \times Y - (N \text{ mi-avril} - 40).$$

* Projet pilote

Cette dose est calculée en déduisant d'un besoin forfaitaire de 200 kg d'azote à l'hectare, la quantité d'azote apportée au semis et la quantité d'azote nitrique mesurée dans le sol fin mai.

$X = 200$ - dose 1er apport - N-N03 fin mai
(le 2ème apport d'azote n'est réalisé que début juin).

En 1995, une méthode globale de fertilisation en 2 apports est testée :

- un premier apport, D1, de 30 à 40 kg/ha, est réalisé au semis,
- la dose du 2ème apport est basée sur une équation du bilan

$$X = bY + 20 - R6f - D1/2 - Mh - Mr - Ma - Mci$$

avec X = dose d'engrais minéral azoté à apporter

$b = 2,2$ kg N/q de grain

Y = objectif de rendement

$R6f$ = quantité d'azote nitrique présent dans le sol au stade 6 feuilles du maïs

$D1/2$ = moitié de la dose apportée au semis

Mh = minéralisation nette de l'humus

Mr = minéralisation nette des résidus de récolte

Ma = minéralisation nette des amendements organiques.

Mci = minéralisation nette due à une culture intermédiaire

Dans les 2 régions, des expérimentations sur maïs sont menées en parallèle. Leurs résultats sont analysés en commun selon les mêmes principes.

Tableau 1 - Expérimentations réalisées

Types d'expérimentations	En Alsace		Dans le Bade-Wurtemberg	
	en 1994	en 1995	en 1994	en 1995
Témoins zéro	46	40	6	6
Témoins double zéro	26	12	0	2
Potentialités	14	24	6	6
Essais dose N	0	0	3	6
Démonstrations dose N	0	0	3	0
Essais doses N permanents	2	1	0	0

RESULTATS

En Alsace

* Les parcelles conduites sans fertilisation azotée (**témoin zéro**) ont produit des résultats conformes à la grille des fournitures minimales dans 3 cas sur 4. C'est dans les sols limoneux, et dans les sols très filtrants en 1995, que la grille a été mise en défaut.

* Les parcelles conduites sans fertilisation azotée pour la deuxième année consécutive (**double témoin zéro**) ont fourni moins d'azote que les simples témoins zéro. La différence est toutefois peu importante. Elle ne s'explique pas de façon satisfaisante par la différence de reliquat d'azote minéral avant le semis du maïs.

* **Le réseau "potentialités"** a permis de créer 38 nouvelles références, qui s'ajoutent à celles collectées depuis 1991. Leur analyse se fera dans le cadre d'une synthèse pluriannuelle, qui est en cours de réalisation avec les spécialistes de l'AGPM.

* **Les essais permanents doses croissantes d'azote** ont apporté les renseignements suivants:

- en sol profond (Obernai), la dose d'azote conseillée reste suffisante, après 3 années d'application, pour atteindre le niveau de rendement prévu ; l'essai pose néanmoins la question du choix judicieux de cet objectif de rendement. L'essai n'a pu être poursuivi en 1995 car le lycée agricole d'Obernai avait perdu la parcelle où cet essai permanent était implanté.

- en sol superficiel caillouteux (Meyenheim), la dose d'azote conseillée s'est révélée insuffisante pour atteindre le rendement maximal. En 1995, cet essai a permis de chiffrer a posteriori la quantité d'engrais perdue en raison des fortes pluies du printemps, soit environ 30 unités.

. Dans le Bade-Wurtemberg

* **Les parcelles "témoin zéro"** ont révélé des fournitures du sol élevées en particulier après jachère ou dans les systèmes avec déjections animales. Il semble que les méthodes d'analyse de la teneur en azote des végétaux des 2 laboratoires alsacien et badois ne donnent pas des résultats identiques. Cela conduirait à une surestimation systématique des teneurs en azote des plantes dans les résultats allemands.

* **Les parcelles "potentialités"** montrent une variabilité importante des rendements suivant les régions et les types de sol. Le nombre limité de références et l'absence de données sur le poids de 1000 grains ne permettra sans doute pas des analyses plus fines des résultats.

* **Les essais doses d'azote**

- En 1994, le dispositif expérimental comprenait 3 essais et 3 démonstrations. Or, pour pouvoir analyser précisément les résultats d'un essai, il faut qu'il y ait des répétitions (au moins 3). Sur une démonstration (essai sans répétition), on ne peut en général pas conclure avec certitude. Cela a été corrigé en 1995 : 6 essais avec répétitions ont été mis en place.

- Dans les essais menés en 1994, on a superposé 2 effets : un effet dose d'azote appliquée selon un protocole standard quel que soit le type de sol, et un effet date d'apport.

Le protocole "dose d'azote" conduisait à apporter tout l'azote au moment du semis ; en sol filtrant, l'azote a parfois été lessivé en mai, ce qui ne permet pas de conclure sur la dose optimale.

Le projet pilote qui testait à la fois une dose et une date d'apport différentes n'était pas comparable directement aux autres traitements. Lorsque le rendement produit était inférieur à l'optimum, il était souvent impossible de savoir si cela était dû à une dose insuffisante ou à une application trop tardive de l'azote. Le protocole a été modifié en 1995 : l'azote a été apporté sur tous les traitements aux mêmes dates.

- La comparaison des méthodes testées en 1994

* Aucune des méthodes utilisées ne permet à coup sûr de calculer la juste dose.

* La dose habituelle pratiquée est généralement trop élevée.

* Aucune des méthodes utilisées ne permet de déterminer la dose optimale en périmètre de captage ; chacune d'elles surestime cette dose.

* Les méthodes NID et Netto-Entzug ne calculent la juste dose technique ou économique que dans 1 cas sur 4. Elles ont tendance toutes deux à sous-estimer la dose d'azote nécessaire à l'obtention du rendement optimal.

* La dose calculée par le projet pilote ne permet pas d'atteindre le rendement optimal : on ne peut pas distinguer si c'est la dose ou la date d'apport qui sont en cause. Sa mise au point nécessiterait d'analyser les 2 effets séparément.

* Par rapport au reliquat après récolte, aucune méthode n'est plus fiable que les autres, les essais se répartissant en 2 catégories (inférieur ou supérieur à 45 kg de N/ha), quelle que soit la dose d'azote appliquée. Cela tendrait à remettre en cause la date à laquelle le contrôle est effectué ou la validité même de la mesure selon les types de sol.

- Les essais de 1995

On constate que, dans 5 cas sur 6, la dose NID (calculée avec le reliquat d'azote du sol mesuré au stade 6 feuilles du maïs) limite le rendement et la marge de l'agriculteur. Ce résultat est en partie imputable à la climatologie particulière de 1995 : printemps très pluvieux ayant provoqué des pertes d'azote dans les sols filtrants ou fortement retardé les apports dans les sols lourds (région du Bodensee). Les hypothèses de calcul de la dose NID mériteraient d'être réexaminées (incidence du type de sol et du précédent).

Cette dose NID permet, dans 5 cas sur 6, de respecter la limite de 45 kg/ha pour le reliquat après récolte. Mais dans 3 cas sur 6, la dose maximale d'azote qui permet de respecter la limite de 45 kg/ha pénalise l'agriculteur en lui faisant perdre du rendement.

CONCLUSIONS / PERSPECTIVES

En Alsace, les expérimentations menées en 1994 et 1995 ont en général consolidé les références déjà acquises. Les mises en défaut de la grille de prévision des fournitures du sol continueront à être analysées, de même que l'adaptation du fractionnement des engrais dans les sols superficiels.

Dans le Bade-Wurtemberg, les 2 années d'expérimentation ont permis des améliorations des protocoles d'essais :

- en montrant l'intérêt des essais avec répétitions,

- en permettant de choisir des dates d'apport d'engrais plus adaptées aux sols filtrants. Des modulations sont sans doute encore nécessaires pour éviter les apports trop tardifs dans les sols profonds.

- en utilisant des écarts de doses d'azote testées égaux entre eux, ce qui permet une réelle interprétation de la réponse de la culture à l'azote.

Les résultats obtenus montrent qu'il existe encore une marge de progrès dans le calcul de la juste dose d'azote à apporter au maïs, pour satisfaire à la fois les exigences de revenu de l'agriculteur et la préservation des eaux souterraines.

RESUME

En Alsace et dans le Bade-Wurtemberg, la préservation de la qualité "nitrates" de la nappe phréatique passe par la maîtrise de la fertilisation azotée du maïs. Celle-ci s'appuie sur la mise au point d'une méthode de bilan simplifié pour le calcul de la dose d'azote.

En Alsace, le test des différents paramètres de la méthode proposée montre que celle-ci est bien adaptée dans la majorité des cas. Néanmoins, la méthode surestime le plus souvent la dose d'azote nécessaire, ce qui n'est pas encore optimal pour la qualité de l'eau.

Il reste à vérifier si certaines mises en défaut sont accidentelles, et à mettre au point une méthode plus fiable pour fixer le niveau de rendement objectif.

Dans le Bade-Wurtemberg, parmi les méthodes de calcul proposées, aucune ne se révèle complètement fiable et elles tendent à sous-estimer la dose d'engrais à apporter.

La nouvelle méthode NID nécessite encore des adaptations, en particulier pour la prise en compte d'événements climatiques exceptionnels. De plus, les modalités d'apport de l'engrais en fonction du type de sol restent à préciser ainsi que les dates d'apport.

Le reliquat après récolte mesuré en novembre semble indépendant de la méthode de calcul retenue pour le calcul de la dose d'engrais azoté. L'objectif d'un niveau de reliquat après récolte (mesuré en novembre) inférieur à 45 kg/ha n'est pas toujours compatible avec le maintien du rendement maximum du maïs.

