

# Premiers apports d'azote sur blé

## Méthode double densité : validée et opérationnelle !

**La méthode « double densité » offre des performances intéressantes. Facile à mettre en œuvre, efficace et sécurisant, cet outil permet de mieux valoriser les deux premiers apports d'azote. Le rendement et la teneur en protéines sont le plus souvent maintenus voire améliorés, tout en réduisant les risques environnementaux. A partir d'essais, voici des conseils pratiques pour l'optimiser !**

Les travaux de la Chambre Régionale d'Agriculture (CRA) de Lorraine ont permis de dégager deux points clés sur la fertilisation azotée du blé :

**Myriam Laurent,**  
Agrotransfert  
Poitou-Charentes  
**François Limaux,**  
Chambre Régionale  
d'Agriculture de Lorraine

► l'efficacité d'un apport d'azote est d'autant plus grande que la vitesse de croissance du peuplement à ce moment est élevée (*Limaux et al, 1999*);

► l'azote non utilisé dans les 20-25 jours après le 1<sup>er</sup> apport n'est plus disponible pour la culture. En effet, cet azote est organisé par la biomasse microbienne ou perdu par voie gazeuse ou par lessivage (si pluviométrie importante et sol superficiel).

A partir de 1998, en collaboration avec Agrotransfert Poitou-Charentes, la CRA de Lorraine a mis au point la méthode « double densité » (MDD) en testant différentes règles de décision (*Perspectives Agricoles, Limaux et al, n°273 et Bouthier n° 286*). Depuis 2000, la MDD est testée à l'échelle nationale.

### Un outil simplificateur mais non simpliste

Son principe est de semer une Bande en « Double Densité » (BDD) en repassant le semoir (dans le même sens ou en travers) sur une longueur d'environ 20 m. Le peuplement de cette BDD va prélever et épuiser plus rapidement l'azote du sol, il entrera en carence azotée avant la densité simple. Cela s'observe par une décoloration de la BDD par rapport au reste de la parcelle. On dispose alors d'environ une semaine pour réaliser le 1<sup>er</sup> apport en toute sécurité. Pour décider de la date du 2<sup>e</sup> apport, on considère que l'azote apporté a été absorbé, ou n'est plus disponible, après 200°C jour depuis le 1<sup>er</sup> apport. Cela correspond à un délai d'environ 25 jours (3 à 4 semaines

suivant les régions et les années).

Cette méthode permet ainsi d'intégrer les différentes dynamiques en jeu :

- l'évolution des besoins de la plante et de sa capacité à prélever l'azote du sol,
- la disponibilité dans le sol, la minéralisation printanière s'ajoutant au reliquat sortie hiver (plus ou moins en profondeur).

### Poitou-Charentes : le cap des essais est franchi

La MDD a conduit à un décalage moyen du 1<sup>er</sup> apport de 22 jours (entre 0 et 40 jours) par rapport à la MC, avec un effet année (*tableau 1*):

► en 2001, les carences se sont manifestées assez tôt (en moyenne le 9 février au lieu du 19-22 février en moyenne habituellement) à cause de reliquats très faibles et d'une pluviométrie hivernale très importante;

► en 2002, l'apport en méthode classique a été un peu plus tardif (en moyenne le 5 février au lieu du 23-26 janvier en moyenne les autres années) à cause de précipitations fin janvier.

En tendance, la MDD est d'autant plus favorable au rendement ou à la protéine



## Méthodes et partenaires

1

Il s'agit de comparer la méthode « double densité » (MDD) à la méthode classique (MC) à même dose totale d'azote. La MC correspond au conseil: 1<sup>er</sup> apport plein tallage, 2<sup>e</sup> apport à épi 1 cm, 3<sup>e</sup> apport entre 2 nœuds et dernière feuille.

### • En Poitou-Charentes :

De 1998 à 2002, les Chambres d'Agriculture, Arvalis (ex-ITCF) et l'INRA ont conduit des essais (54 situations) coordonnés par Agrotransfert Poitou-Charentes.

### • En Lorraine :

Après une phase de mise au point, les Chambres d'Agriculture, les coopératives agricoles, l'INRA et Arvalis (ex-ITCF) ont suivi 62 essais en 2000 et 2001. Les deux méthodes de fractionnement sont comparées à dose d'azote égale et à nombre d'apports égaux (deux apports pour 38 essais et trois apports pour 24 essais).

### • A l'échelle nationale :

En 2000 et 2001, des essais ou des comparaisons en bandes ont été conduits par des Chambres d'Agriculture, Arvalis (ex-ITCF), des organismes économiques, l'INRA et coordonnés par le Secrétariat Technique de Ferti-Mieux. Mis en place dans 13 régions couvrant les 2/3 nord de la France, ces essais regroupent 184 situations (118 en 2000 et 66 en 2001).



Pour déclencher le 1<sup>er</sup> apport, on observe la décoloration globale de la Bande « Double Densité » (ici semée en travers) par rapport au reste de la parcelle, sans attendre qu'elle soit jaune.

**« Dès l'apparition de la décoloration, un délai d'une semaine est possible pour réaliser le 1<sup>er</sup> apport »**

que leur niveau en MC est faible, sauf lorsqu'il y a un autre facteur limitant (2001). Ainsi, en 1999 (rendements plutôt faibles), la MDD permet de gagner 4,5 q/ha, mais seulement 0,2 % de protéines. En 2000 (rendements assez élevés), le gain est de 0,9 % de protéines, mais seulement de 1 q/ha. En 2001, avec des potentiels et un enracinement limités par un hiver et un

printemps très humides, la MDD n'a pas amélioré les rendements, mais les protéines (+ 0,4 %). En 2002, au contraire, avec des potentiels très élevés aussi bien en rendements qu'en protéines, la MDD n'a pas permis de gain significatif.

Dans aucun cas (figure 1), le rendement et les protéines ne sont pénalisés. Dans 10 cas sur 54, on perd uniquement

en protéines, souvent explicable par une période de sécheresse au moment ou suite à l'apport. Le dernier cas correspond à un 1<sup>er</sup> apport en MDD décalé de 40 jours, et un 2<sup>e</sup> apport, deux semaines après, probablement trop tôt.

### En Lorraine, les résultats sont concluants

Le tableau 2 montre :

- un décalage moyen du 1<sup>er</sup> apport de 19 jours et du 2<sup>e</sup> apport de 23 jours. Il est moins important en 2001 pour cause de reliquats azotés plus faibles qu'en 2000,
- des différences importantes entre les années sur le gain de protéines :

- un gain de 0,4 point en 2000 pour la MDD avec un niveau moyen en MC supérieur à 11 % ;
- un gain de 0,9 point en 2001 pour la MDD avec un niveau moyen en MDD inférieur à 11 %.

La MDD semble d'autant plus intéressante que les conditions de l'année sont défavorables à l'expression d'une haute teneur en protéines. La même

**En moyenne, en Poitou-Charentes, la méthode double densité engendre un gain de 2,1 q/ha et 0,5 % de protéines en plus par rapport à la méthode classique**

**Comparaison de la méthode classique (MC) et de la méthode double densité (DD) en Poitou-Charentes sur les années 1998 et 2002 (tableau 1)**

Années	Nombre de comparaisons (nbre de sites)	Décalage 1 <sup>er</sup> apport	Rendement (q/ha)		% Protéines		dose* moyenne d'azote (kg N/ha)
			MC	DD	MC	DD	
1998	3 (3)	27 jours	74,8	80,0	8,9	9,8	164
1999	14 (8)	25 jours	78,0	82,4	10,7	10,9	160
2000	22 (15)	26 jours	89,9	90,9	10,1	11,0	182
2001	7 (7)	14 jours	87,1	87,5	10,9	11,3	198
2002	8 (8)	17 jours	92,7	93,6	11,6	11,5	166
Moy. 5 années	54 (41)	22 jours	86,0	88,1	10,5	11,0	175

(\*) les comparaisons entre les 2 méthodes sont faites à même dose d'azote

↳ constatation avait été faite sur l'augmentation des Coefficients Apparents d'Utilisation (CAU), la méthode « double densité » permettant de l'augmenter d'autant plus que les CAU sont faibles en MC (*Perspectives Agricoles n°286*). Dans 1 cas sur 62 (*figure 2*), la perte de rendement est supérieure à 10 q/ha, avec une légère baisse en protéines. Les observations trop tardives sur cette situation en sol superficiel n'ont pas permis de repérer une décoloration précoce. La différence de couleur s'estompant avec l'augmentation de la carence, le 1<sup>er</sup> apport en MDD n'a été réalisé qu'au stade épi 1 cm, donc beaucoup trop tard.

## Le réseau national confirme ces résultats

Malgré beaucoup de sols argilo-calcaires superficiels, la méthode « double densité » a fait ses preuves dans des contextes climatiques contrastés, en Lorraine et en Poitou-Charentes. Une évaluation à l'échelle nationale confirme ces résultats régionaux et sa validation sur l'ensemble du territoire est envisageable (*tableau 3*).

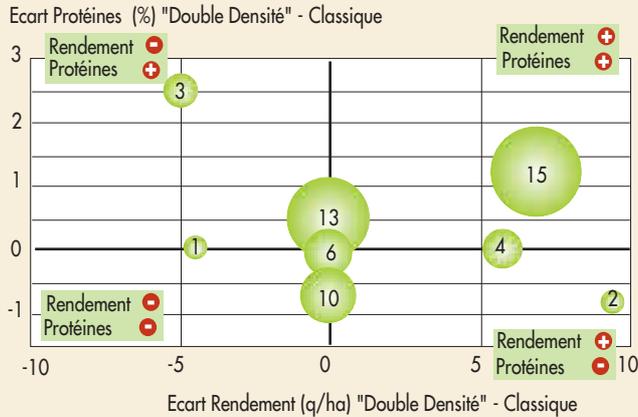
Sur le réseau de 184 parcelles, le décalage est en moyenne de 19 jours tant pour le 1<sup>er</sup> que pour le 2<sup>e</sup> apport, avec une très forte variabilité. Pour le 1<sup>er</sup> apport, cela va d'un apport avancé de 22 jours à un report de 58 jours. Pour le 2<sup>e</sup> apport, on passe d'une anticipation de 4 jours à un report de 62 jours.

## Pratique : observer régulièrement et ne pas s'affoler

Ces essais permettent de préciser certaines conditions d'application de la méthode. Pour avoir une densité homo-

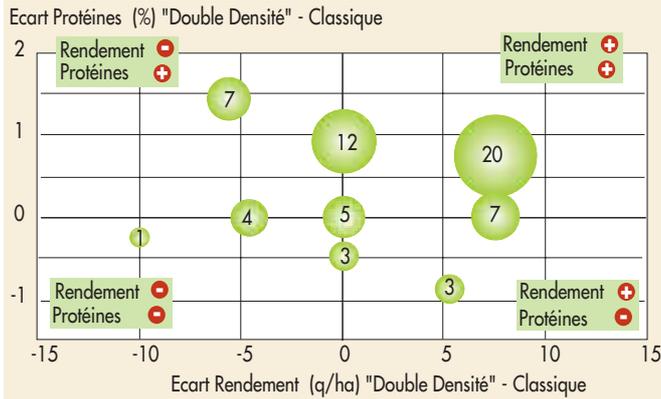
**En Poitou-Charentes, 38 situations sur 54 (70 %) ont vu leur rendement et leur teneur en protéines maintenus ou améliorés avec la MDD**

**Réseau « Double Densité » Poitou-Charentes 1998 à 2002 (*figure 1*)**



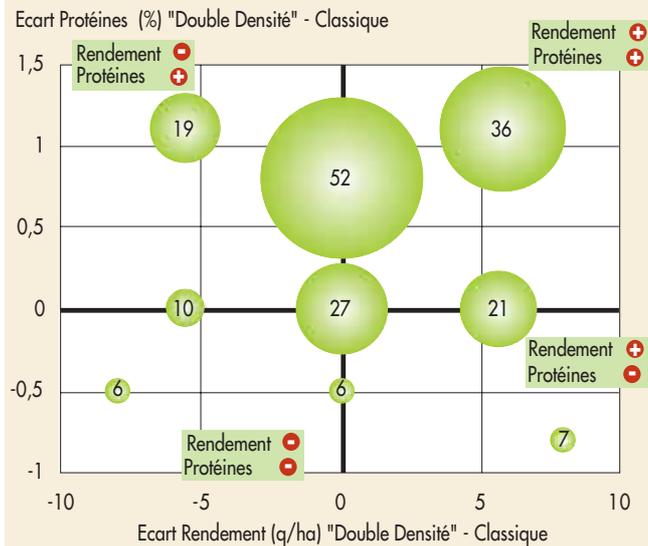
**En Lorraine, la MDD offre des taux de protéines dans 44 cas sur 62 (71 %) égaux ou supérieurs**

**Réseau « Double Densité » Lorraine 2000 et 2001 (*figure 2*)**



**A l'échelle nationale, 74 % des 184 essais de MDD ont conduit à un rendement et un taux en protéines égal ou supérieur par rapport à la MC**

**Réseau National « Double Densité » 2000 et 2001 (*figure 3*)**



## Jusqu'où peut-on décaler les apports?

2

Dans quelques cas, en Poitou-Charentes, la MDD a pu aboutir à supprimer le 1<sup>er</sup> apport en reportant sa dose sur les suivants. La règle de décision pour le 2<sup>e</sup> apport étant en cours de mise au point, le décalage de cet apport était très variable.

On a ainsi constaté que le décalage des deux premiers apports a finalement une incidence plus limitée que le décalage des trois apports. Toutefois, dans cette situation (décalage des trois apports), les résultats sont les plus variables, avec quelques situations où l'on gagne en rendement et perd en protéines ou l'inverse. Aussi, le 2<sup>e</sup> apport doit se faire entre le stade épi 1 cm et le stade 2 nœuds. Il faut surtout éviter les carences fin montaison.

Il reste à expliquer les situations où la méthode n'a pas eu des résultats aussi probants.

Un modèle de simulation, AZODYN, devrait permettre de mieux comprendre la dynamique azotée du blé et les délais d'attente possibles pour chaque apport. Son utilisation aidera aussi à prendre en compte les périodes de sécheresse fréquentes dans la région et pénalisantes pour la valorisation des apports.

Les agriculteurs de Poitou-Charentes sont de plus en plus nombreux à utiliser cette méthode, avec toutefois l'habitude de réaliser l'apport sur toutes les parcelles de blé à la même date. Pourtant, la méthode est surtout intéressante quand ces dates sont différenciées entre parcelles afin de tenir compte des facteurs agronomiques, climatiques et techniques.

**En 2000 et 2001, en Lorraine, la méthode double densité a permis d'améliorer en moyenne le rendement de 2 q/ha et le taux de protéines de 0,6 % par rapport à la méthode classique**  
**Comparaison de la méthode classique (MC) et de la méthode double densité (DD) en Lorraine sur les années 2000 et 2001 (tableau 2)**

Années	Nombre d'essais	Décalage 1 <sup>er</sup> apport	Décalage 2 <sup>e</sup> apport	Rendement (q/ha)		Protéines (%)		dose moyenne d'azote (kg N/ha)
				MC	DD	MC	DD	
2000	39	21 jours	24 jours	78,6	80,8	11,1	11,5	166
2001	23	16 jours	21 jours	79,6	81,4	9,9	10,8	157
Moy 2000, 2001	62	19 jours	23 jours	79	81	10,6	11,2	163

**Pour les trois réseaux, dans près de 3/4 des situations, la méthode DD maintient ou améliore le rendement et la teneur en protéines (tableau 3)**

	Poitou-Charentes Sur 54 cas (fig. 1)	Lorraine Sur 62 cas (fig. 2)	National Sur 184 cas (fig. 3)
Rendement maintenu ou amélioré	50 cas (93 %)	50 cas (81 %)	149 cas (81 %)
Protéine maintenue ou améliorée	42 cas (78 %)	55 cas (89 %)	165 cas (90 %)
Rendement et protéine maintenus ou améliorés	38 cas (70 %)	44 cas (71 %)	136 cas (74 %)
Rendement et protéine améliorés	15 cas (28 %)	20 cas (32 %)	36 cas (20 %)

On considère que l'écart est significatif s'il dépasse 3 % pour le rendement et 0,2 point pour la teneur en protéines.

\* Rdt = Rendement et Prot = teneur en protéines

plus tard au stade épi 1 cm même si l'on n'a pas encore vu de pâlisement de la BDD. De toute façon, la croissance s'accélère à ce stade.

Lorsqu'on observe une décoloration, l'apport n'est pas urgent au point d'oublier les autres facteurs d'efficacité de l'engrais azoté. Si le temps est trop sec, l'azote sera mal valorisé. Il est préférable d'attendre l'annonce de pluie. Si le sol est gorgé d'eau, la carence sur la BDD peut être accentuée sans conséquence pour la densité normale.

Pour le 2<sup>e</sup> apport, on attend environ 25 jours après le 1<sup>er</sup> apport (200°C jour), tout en sachant qu'il est recommandé de le faire entre le stade épi 1 cm et le stade 2 nœuds. Pour être vraiment intéressante, la méthode suppose de ne pas faire les apports sur toutes les parcelles de blé le même jour. ■



**Observer les BDD chaque semaine à partir du 15 janvier en se mettant au moins à 20 m et dos au soleil.**

gène sans perturber la dynamique de l'azote sur la Bande Double Densité par rapport au reste de la parcelle, il faut relever l'outil de travail du sol et/ou le tasse-avant et éviter les fourrières et les zones tassées.

L'observation doit être précoce et régulière (chaque semaine) et commencer d'autant plus tôt (dès le 15 janvier) que la BDD se trouve dans une

parcelle à risque de carence précoce : précédent laissant peu d'azote, sol filtrant et/ou pluviométrie hivernale importante, système de culture expliquant une faible minéralisation, semis dense et/ou précoce...

Pour observer, il faut être au moins à 20 m et dos au soleil. La différence de couleur doit être globale (voir photo), mais rester dans une teinte vert

pâle. Attention à ne pas confondre avec le jaunissement des feuilles par septoriose ou excès d'eau. Il ne faut pas toujours s'attendre à voir s'accroître la décoloration car, sous l'effet de la carence, la croissance de la BDD va ralentir et progressivement les deux densités peuvent retrouver le même statut azoté. Par prudence, il est donc recommandé de faire le 1<sup>er</sup> apport au



**Pour en savoir plus**

■ Agrotransfert, Chambres d'Agricultures de Poitou-Charentes, INRA, ITCF, 2000. « BDD : Méthode visuelle simple pour déclencher le 1<sup>er</sup> apport d'azote sur blé », Plaquette disponible auprès d'Agrotransfert – Les Verrines – 86600 Lusignan.

■ Bouthier A. 2003. Un outil de pilotage simple et performant en vue. *Perspec. Agric.*, 286, p 64-68.

■ Limaux F., Recous S., Meynard J.M., Guckert A., 1999. Relationship between rate of crop growth at date fertiliser N application and fate of fertiliser N applied to winter wheat. *Plant Soil*, 274, 49-59.

■ Limaux F., Meynard J.M., Recous S., 2001. Déclencher la fertilisation azotée du blé : le témoin double densité, bases théoriques et principes généraux. *Perspec. Agric.*, 273, 62-70.