

Orge de printemps

Adapter la dose d'azote aux

Pour combiner rendement et qualité, la fertilisation azotée de l'orge de printemps nécessite une plus grande précision que toute autre céréale. Une étude réalisée par ARVALIS – Institut du végétal met en évidence l'incidence du milieu, de la variété ou de l'irrigation sur l'efficacité des apports.



La gestion de la fertilisation azotée de l'orge de printemps est un exercice délicat. Elle doit répondre à plusieurs exigences spécifiques et parfois difficiles à concilier : viser un objectif de rendement, souvent supérieur à 70 q/ha, et une teneur en protéines (TP) comprise entre 9,5 et 11,5, pour répondre à la demande des malteurs et brasseurs. L'un et l'autre de ces critères reposent sur des motifs économiques : le résultat économique est certes lié au rendement mais il est également indexé sur la teneur en protéine prise en compte, avec le calibrage, dans les grilles de paiement des organismes stockeurs. Supérieure à 11,5 %, la teneur en protéine d'un lot sera pénalisante pour l'agriculteur. Or, celle-ci croît linéairement avec la dose d'azote, à raison de 0,22 % de TP pour 10 kg d'azote/ha, moyenne observée sur 164 essais dose d'azote. Un excès d'azote peut donc faire dépasser la borne supérieure de TP et entraîne le déclassement du lot.

Dès lors, et contrairement au blé tendre, en matière

d'orge, on craint plus souvent l'excès que le déficit de fertilisation azotée.

Au final, pour combiner rendement optimum et teneur en protéines dans la norme de qualité brassicole la fertilisation azotée se doit d'être calculée encore plus précisément que sur blé.

Calcul de la dose : ajuster en 2 temps

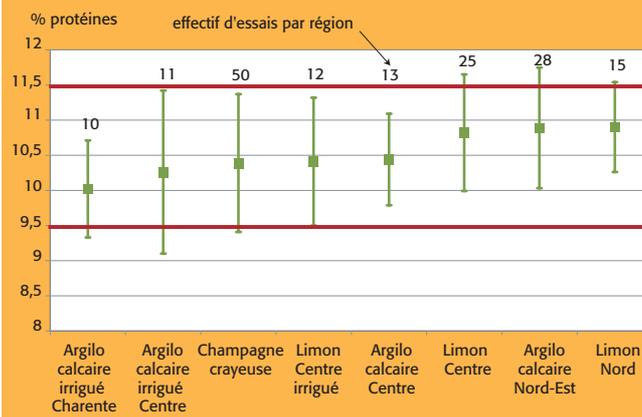
Pour cela, le calcul de la dose d'azote se fait en 2

Le premier apport sera positionné entre le semis et le stade 2 feuilles et le complément au stade plein tallage.

étapes. La première est basée sur un calcul d'une dose prévisionnelle pour atteindre l'objectif de rendement à l'aide d'une méthode basée sur le bilan de masse, ou dans certaines régions, d'une méthode "CAU". Le calcul, effectué en fonction

Teneurs en protéines moyennes et écarts type, à la dose d'azote optimale pour le rendement

164 essais doses d'azote réalisés entre 1993 et 2003
(synthèse ARVALIS 2004)



Alain Bouthier
a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

avec la collaboration de :
Fabien Masson (mémoire de fin d'étude,
élève ingénieur 2004)

Objectifs de qualité

du rendement visé, se fonde sur un besoin de 2,5 kg d'azote par quintal. L'estimation de la fourniture du sol en azote est plus précise si elle se base sur une mesure du reliquat d'azote minéral en sortie d'hiver (RSH). Ceci explique la politique volontariste de nombreux organismes stockeurs qui organisent des campagnes de mesure du RSH pour faciliter l'ajustement des doses.

Sur ce point, et au vu de résultats d'essais, il faut noter qu'une mesure du reliquat effectuée par un prélèvement jusqu'à 90 cm permet des résultats beaucoup plus précis qu'un prélèvement à 60 cm, qui sous-estime la fourniture en azote du sol. En effet, l'orge est une céréale de printemps mais rappelons que son enracinement peut coloniser le sol jusqu'à 1 mètre de profondeur.

La dose prévisionnelle "rendement" ainsi calculée doit être ensuite ajustée pour se situer plus sûrement dans la gamme de protéines exigée. C'est la seconde étape de calage de la dose qui aboutit à la dose prévisionnelle "qualité".

L'ajustement pourra être compris entre 0 et -30 kg N/ha en fonction de la région (type de sol/climat), de la variété, et de la situation irriguée ou non.

En d'autres termes, dans certains milieux comme les sols de craie et les argilo-calcaires irrigués, la dose prévisionnelle "rendement" est parfaitement indiquée pour viser l'objectif "protéines". Ailleurs, selon la région, le type de sol, la variété, il faudra baisser cette dose prévisionnelle "rendement".

A la dose d'azote optimale pour le rendement, on a en effet constaté des écarts de teneur en protéines. Ainsi, l'effet terroir joue sur 1,2 point (*figure*). Les sols de type argilo-calcaires et craies minéralisent moins et ont tendance à afficher des teneurs en protéines plus faibles que des sols limoneux. De même, les situations irriguées induisent des teneurs en protéines plus faibles que les situations non irriguées.

Le fractionnement est la technique d'apport à privilégier sur orge de printemps au moins pour les dates de semis précoces ou normales.

Côté variété, un groupe comprenant les variétés Astoria, Cork, Optic et Sabel affiche une TP moyenne inférieure de 0,6 à 1 % à celle des autres variétés comme Scarlett.

Dans les situations où l'ajustement est proposé, celui-ci sera de 0 à 20 kg N/ha

pour les variétés à plus faible teneur en protéines et de 10 à 30 kg N/ha pour les autres variétés.

Une seconde méthode de calcul de la dose prévisionnelle "qualité", réalisée par certains organismes, consiste à ajuster le besoin en azote par quintal de grains, de 2,5 à 2,2. Cette façon de procéder revient à diminuer la dose de 15 à 25 kg N/ha selon l'objectif de rendement, et aboutit à un résultat peu différent de la méthode précédente.

Le *tableau 1* présente à titre d'illustration les doses optimales observées sur quelques situations courantes.

Une efficacité très variable des apports d'engrais

L'efficacité des apports d'engrais azotés sur l'orge de printemps se situe en moyenne à 70 %. Elle est donc inférieure à celle observée sur blé tendre qui dépasse le plus souvent 80 %. Cette moindre performance s'explique par

la précocité des apports sur cette culture, généralement réalisés entre le semis et la fin du tallage, période du cycle où la croissance est encore peu active.

Cette moyenne de 70 % cache en fait une importante variation d'efficacité des apports (de 40 à 90 %). Une synthèse de 182 essais "doses d'azote" réalisée par ARVALIS en 2004 a mis en évidence les facteurs susceptibles de faire varier l'efficacité de l'azote.

Le type de sol joue sur 12 % avec une moindre efficacité mise en évidence dans les sols de craie, ceci indépendamment de la forme d'engrais azoté employée.

Les modalités d'apport font également varier l'efficacité sur une amplitude de 12 % avec une efficacité significativement plus faible de l'apport unique avant le stade 2 feuilles (en moyenne de 63 %) par rapport aux autres modalités (un apport unique à partir de 2-3 feuilles ou deux apports dont le second après début tallage dégagent des efficacités comparables, de l'ordre de 68 à 75 %).

La forme d'azote intervient également : la solution azotée pénalise l'efficacité de 7 % en moyenne par rapport à l'ammonitrate.

Le rendement explique aussi pour partie les variations observées : ainsi l'efficacité diminue de 7 % lorsque

Exemples de doses optimales pour le rendement et la qualité, calés sur la base de résultats d'essais "courbe de réponse"

Type de sol	Fourniture du sol en azote (RSH*+ minéralisation MO** + effet précédent)	Objectif de rendement (q/ha)	Dose optimale pour le rendement et la qualité brassicole (kg N/ha) pour une variété de type Scarlett
Craie	Faible (50 - 60 kg N/ha)	75	160
	Moyenne (70 - 80 kg N/ha)	75	140
Limon (Centre et Nord Bassin Parisien)	Faible (60 - 70 kg N/ha)	75	140
	Moyenne (80 - 90 kg N/ha)	75	120
Argilo calcaire irrigué (Poitou - Charentes et Centre)	Faible (50 - 60 kg N/ha)	75	150
Argilo calcaire sec (Poitou - Charentes et Centre, Lorraine)	Faible (50 - 60 kg N/ha)	65	120

*RSH = Reliquat azoté Sortie d'Hiver

**MO = Matières Organiques



L'enjeu lié au fractionnement ou à l'apport unique début tallage est particulièrement fort en sols de craies, argilo-calcaires et caillouteux.

le rendement passe de 70 q/ha à 60 q/ha. Les conditions de croissance favorables à l'obtention d'un rendement correct déterminent aussi une efficacité d'absorption plus élevée.

Les différents modes de calcul de la dose évoqués précédemment, ne prennent pas en compte cette variabilité d'efficacité de la dose d'azote sur orge de printemps : ainsi on a pu montrer que sur les essais où l'efficacité de l'engrais avait été faible, la dose d'azote avait été sous estimée.

L'adaptation des modalités

d'apport constitue le principal moyen à disposition du producteur pour améliorer l'efficacité de sa fertilisation azotée.

Le fractionnement des apports constitue un bon compromis efficacité - qualité

C'est ce que mettent en évidence les résultats de 22 essais conduits par ARVALIS entre 2001 et 2004 dans les différents bassins de production de l'orge de printemps. Ces essais comparaient 3 modalités d'apport à deux doses :

- apport unique avant 2 feuilles,
- apport unique début tallage,
- apport fractionné avec 50 kg N/ha avant 2 feuilles et le complément au tallage.

Les résultats moyens de ces essais sont présentés dans le *tableau 2*. Globalement, les modalités " apport unique début tallage " et " fractionnement ", apparaissent plus performantes que l'apport unique précoce, tant sur le rendement (+ 3 q/ha) que sur le CAU (+10 %) et dégagent pour ces deux critères des résultats très proches. Ces deux modalités induisent aussi une augmentation de la teneur en protéines, qui reste toutefois dans les normes de qualité brassicole. On notera cependant que l'apport unique début tallage conduit un peu plus souvent à une teneur en protéines dépassant 11,5 % que le fractionnement (32 % des cas contre 20 %), alors que ce dernier ne modifie pas de manière significative la répartition des teneurs en protéines par rapport à un apport unique précoce.

Par ailleurs, on a identifié les situations où l'enjeu lié au fractionnement ou à l'apport unique début tallage était le plus important : il s'agit des sols argilo-calcaires caillouteux et des sols de craie, des semis précoces, et des situations à potentiel élevé (>75 q/ha).

Le fractionnement est donc la technique d'apport à privilégier sur orge de printemps au moins pour les dates de semis précoces ou normales.

Un premier apport de 50 kg N/ha sera positionné entre le semis et le stade 2 feuilles, puis le complément sera apporté au stade plein tallage (soit à peu près 15 jours après le début du tallage). Le premier apport précoce, bien que peu efficace, permet d'assurer les besoins de l'orge jusqu'au deuxième apport, surtout en cas de période sèche en début de cycle. Ce dernier fournit l'azote à un stade où son efficacité est bonne.

Toutefois, si la dose totale est inférieure à 100 kg N/ha, situation qui correspond souvent à un reliquat d'azote minéral en sortie d'hiver (RSH) plus élevé, il est possible de réaliser un apport unique à partir de 3 feuilles. Le stade d'apport, entre 3 feuilles et plein tallage dépendra du niveau du RSH. Si le reliquat se révèle plus important, l'apport pourra être décalé vers le tallage dans la mesure où le RSH assure l'alimentation azotée de la culture au début du cycle. ■

Rendement, teneur en protéines et CAU de l'azote engrais selon la modalité d'apport, à dose d'azote identique (22 essais ARVALIS de 2001 à 2004)			
	Apport unique avant 2 feuilles	Apport fractionné	Apport unique début tallage
Rendement brut (q/ha)	66,2	69,2	68,9
Rendement calibré (q/ha)	63,1	65,3	64,2
% protéines	10,5	10,8	11,0
Répartition des teneurs en protéines	Effectif par classe de teneur en % du total		
> 9,5 et < 11,5	64 %	68 %	61 %
< 9,5	19 %	11 %	7 %
> 11,5	17 %	20 %	32 %
Efficacité d'absorption de l'azote engrais (CAU)	0,69	0,79	0,82