

# Fractionnement de l'azote minéral sur blé tendre

## Acquis et applications des Chambres d'agricultures de Normandie

D. LEDUC

Chambre d'agriculture de la Seine-Maritime - 76232 Bois-Guillaume

[david.leduc@seine-maritime.chambagri.fr](mailto:david.leduc@seine-maritime.chambagri.fr)

Suite à la généralisation des premiers outils de pilotage de l'azote (Jubil, N tester...) et d'un troisième apport sur blé, les Chambres d'agriculture de Normandie se sont intéressées de près à l'apport au tallage et aux apports de fin de cycle. Depuis 2000, c'est plus de 70 essais qui ont été conduits dans l'objectif d'optimiser le fractionnement de l'azote sur blé. Une synthèse de ces essais, réalisée en 2007, a permis de comprendre le déterminisme et les clefs pour réaliser un conseil sécurisé et efficace sur le fractionnement.

### Caractéristique du réseau d'essai

Les essais sont en grande majorité mis en place chez des exploitants, donc dispersés à travers la région. Ils ont été réalisés sur la base de microparcelles mesurant de l'ordre de 80 m<sup>2</sup> avec trois ou quatre répétitions. Les 66 essais utilisés dans la synthèse de 2007 ont été réalisés principalement dans trois départements : l'Eure (26 essais), la Seine-Maritime (20 essais) et l'Orne (15 essais). Pour évaluer l'effet du choix variétal et comparer les stratégies de fractionnement, seuls les essais les plus précis ont été retenus, au nombre de 52. Tous les essais comportaient systématiquement une courbe de réponse à l'azote et un bilan azoté calculé à partir de la mesure d'un reliquat d'azote sortie hiver. En terme de dose préconisée, la moyenne se situe à 177 u (unités = kg/ha) avec un minimum à 120 u et un maximum à 245 u.

Au niveau des protocoles mis en place, chaque essai ne comportait pas l'ensemble des modalités utilisées dans cette synthèse. Les modalités et les protocoles ont largement évolué au cours des années au fil de l'évolution de nos connaissances. En conséquence, seule une partie des modalités a été valorisée (les plus représentées) et lors des comparaisons, il ne s'agit pas strictement des mêmes essais. Cependant, on considère que le nombre d'essais limite l'impact de ces imprécisions.

La modalité de référence est la suivante : 40 u au tallage, 40 u à la sortie de la dernière feuille et solde de la dose à épi 1 cm. Pour les modalités expérimentées, la logique a été de tester des reports d'azote en fin de cycle (40 u au stade 2 nœuds, sortie de la dernière feuille ou épiaison) en prélevant cette dose soit au tallage (impasse au tallage), soit au stade épi 1 cm (stratégie avec apport au tallage). Pour les situations avec impasse, le regroupement des deux premiers apports au stade épi 1 cm a aussi largement été testé. Chacune de ces modalités a été réalisée dans au moins 23 essais.

L'analyse de cette base a été effectuée en deux étapes. La première est une approche globale permettant de déterminer les éléments influençant l'optimisation du fractionnement. Une fois ces éléments identifiés, la seconde étape a été d'évaluer l'intérêt technique des modifications du conseil.

### Analyses des résultats : approche globale

Cette première étape a consisté à évaluer l'impact de différents éléments sur les résultats, donc d'identifier et de quantifier les facteurs permettant d'adapter le fractionnement à la parcelle. Sans surprise, le type de sol est discriminant ; notre synthèse a cependant révélé que la variété de blé implantée est très importante et que le reliquat sortie hiver n'est pas un indicateur fiable dans nos conditions pédoclimatiques pour la réalisation de l'impasse au tallage. Concernant l'état de la parcelle en sortie d'hiver, nous ne disposons pas de l'ensemble des éléments pour trancher dans notre synthèse. Nous verrons cependant qu'en Seine-Maritime, c'est un indicateur fondamental du conseil (voir paragraphe Prise en compte de l'état de la parcelle à la sortie de l'hiver).

### ***Beaucoup moins de marges de manœuvre en sols superficiels***

On s'y attendait mais encore fallait-il le quantifier, l'impasse au tallage et les reports d'azote en fin de cycle sont beaucoup plus intéressants dans les sols moyens à profonds (limons ou limons argileux) que dans les sols les plus légers. A noter que dans cette synthèse, les sols superficiels sont des

limons superficiels (8 essais), des sols argilo-calcaires (3 essais) ou des sables de la Vallée de Seine (3 essais).

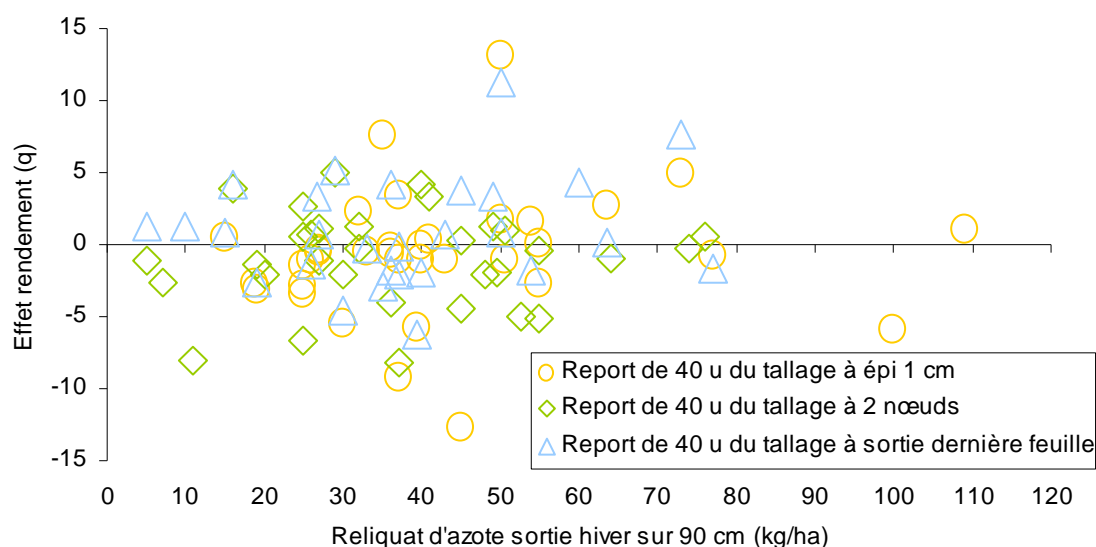
**Tableau 1** : Effet du type de sol sur le fractionnement

Classe de sol	Nombre d'essais	Effet rendement (q)		
		Impasse tallage avec report à épi 1 cm	Impasse tallage avec report à 2 Nœuds	% d'essais avec perte > 2 q
Sols moyens et profonds	54	- 0,2	0,1	22
Sols superficiels	14	- 3,2	- 2,7	56

Malgré des modalités de fractionnement avec des reports précoces, les effets sur les rendements sont en tendance largement négatifs dans les sols superficiels. Les capacités de compensations (tallage et remplissage) sont trop limitées pour permettre de se passer d'un apport au tallage. De même la fréquence des stress hydriques en fin de cycle incite à modérer les reports à ce stade. Dans ces sols une modification du conseil paraît, en l'état actuel des connaissances, beaucoup trop risquée.

### ***Le reliquat sortie hiver n'est pas déterminant dans la gestion de l'impasse au tallage***

Dans notre contexte pédoclimatique, le reliquat sortie hiver (réalisé en général sur 90 cm) ne s'est pas révélé d'une grande aide pour évaluer la pertinence d'une impasse au tallage. Dans la gamme de valeurs présente dans les essais (5 à 109 kg/ha) aucune tendance ne s'est dégagée : à niveau de reliquat équivalent, on observe des gains aussi bien que des pertes de rendements, même à des niveaux très faibles.



**Graphique 1** : Effet du reliquat sortie hiver sur la réussite d'une impasse au tallage (58 essais)

Ces résultats confirment que les besoins du blé sont faibles jusqu'à épi 1 cm, puisque même avec peu de réserve l'impasse au tallage est réalisable. A l'inverse, même avec des niveaux de reliquats plus conséquents, on n'a aucune garantie de maintenir le rendement en reportant l'azote plus tard dans le cycle. Nous n'avons cependant pas beaucoup de valeurs élevées de reliquats dans notre réseau et du fait de la pluviométrie de notre région les nitrates sont souvent concentrés sous les 30 premiers centimètres du sol. Toutefois, cela n'enlève rien à l'intérêt du reliquat pour évaluer la dose d'azote totale à apporter, et donc déterminer le fractionnement le plus adapté à la parcelle.

### ***La variété, élément déterminant du choix de la stratégie de fractionnement***

Au fil des essais, ce sont 20 variétés de blé qui ont été testées dans notre réseau. Pour permettre d'évaluer l'impact du choix de la variété sur le fractionnement, elles ont été regroupées dans un premier temps par précocité. Il est apparu que les variétés précoces ont été fréquemment pénalisées par les impasses au tallage, alors que les variétés tardives les supportent aisément.

**Tableau 2 :** Effet de la précocité sur l'impasse au tallage (modalité avec report de 40 u à 2 nœuds dans 25 essais)

Classe de sol	Précocité de la variété	Nombre	Effet rendement	% d'essais avec perte > 2 q
Sols moyens et profonds	Tout type	25	0,1	24
	Intermédiaire ou tardive	17	0,4	12
	Précoce	8	- 0,6	50

Concernant les reports de fin de cycle, la précocité n'est pas suffisamment discriminante, les résultats des variétés de précocité intermédiaire étant trop variables pour être utiles au conseil. A la lumière des échanges avec ARVALIS-Institut du Végétal et des résultats de leurs travaux sur le comportement des variétés, nous avons pu redistribuer les variétés dans trois classes de sensibilités beaucoup plus discriminantes, comme l'indique le tableau 3. A noter que les variétés tolérantes aux carences précoces valorisent bien les apports tardifs, et inversement pour les variétés sensibles.

**Tableau 3 :** Effet des reports d'azote en fin de cycle selon la sensibilité des variétés aux carences précoces (42 essais)

Stratégie de fractionnement de fin de cycle	2 nœuds	Sortie de la dernière feuille	Sensibilité variétale aux carences précoces		
			Sensible	Intermédiaire	Tolérante
Rendement de la stratégie de référence (q)		40	92,5	92,1	91,7
Effet d'un report de 40 u à 2 nœuds (q)	40	40	- 2,4	1,6	- 0,2
Effet d'un report de 40 u à la sortie de la dernière feuille (q)		80	- 2,5	0,4	0,7

Il apparaît donc clairement que c'est le comportement de chaque variété qui conditionne le choix de la stratégie de fractionnement. Même si ce comportement est en partie lié à la vitesse de croissance (précocité), les capacités de compensation (tallage, fertilité épi...) de certaines variétés les prédisposent à valoriser les impasses au tallage et des apports d'azote importants en fin de cycle.

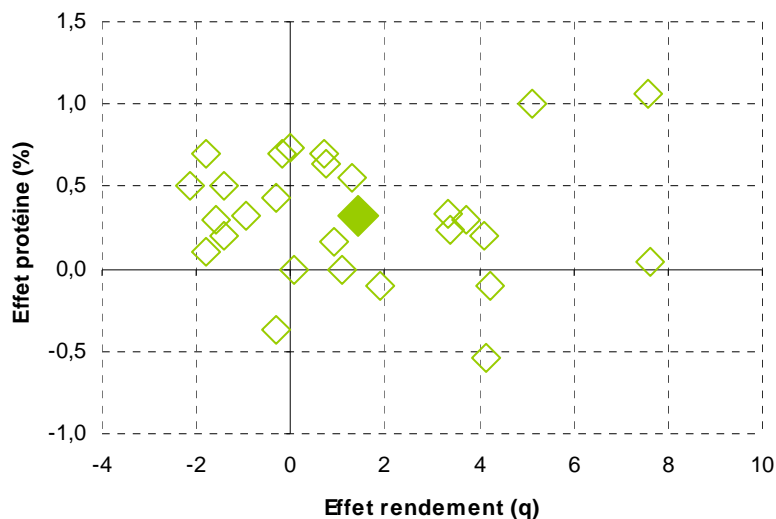
### Transfert de ces résultats aux agriculteurs

L'ensemble de ces résultats a d'abord pour vocation d'améliorer la rentabilité et la valorisation de l'azote. Suite à une évaluation de l'intérêt de ces références nous avons constitué des outils d'aide à la décision pour les agriculteurs

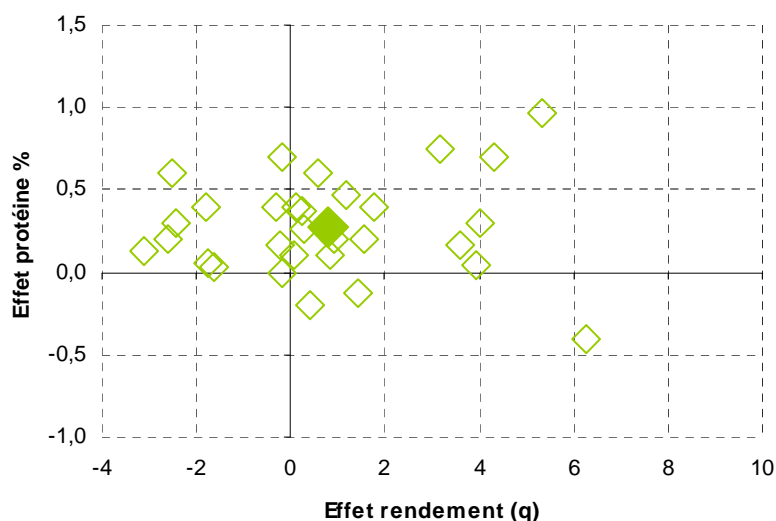
#### **Evaluation du conseil**

Pour évaluer l'intérêt de ces références dans le conseil, nous avons repris dans chaque essai les modalités avec ou sans apport au tallage qui s'approchaient le plus de la stratégie de fractionnement optimale. Pour les variétés tolérantes aux carences précoces, on reporte 40 unités à la sortie de la dernière feuille, alors que pour les variétés intermédiaires, le report s'effectue à 2 nœuds. A noter que l'on s'est aperçu que dépasser 80 u à la sortie de la dernière feuille ne présente pas d'intérêt. Dans cette synthèse les modalités retenues ne correspondaient pas stricto facto à un conseil adapté à la parcelle, les gains étant probablement légèrement sous-évalués.

Ce travail n'a été réalisé que sur les sols moyens ou profonds car ils permettent de comparer les deux modes de conseil. Les deux graphiques suivants illustrent les résultats obtenus.



**Graphique 2 :** Résultats d'un conseil avec **impasse** au tallage, en moyenne (point plein) + 1,4 q et + 0,3 % de protéine (27 essais)



**Graphique 3 :** Résultats d'un conseil avec **apport** au tallage, en moyenne (point plein) + 0,8 q et + 0,3 % de protéine (30 essais)

En moyenne l'impact sur le rendement est faible, alors que le gain de protéine est fréquent et significatif. On s'aperçoit aussi que, contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'impasse au tallage sécurise du conseil ! Lorsque l'on reporte une quantité équivalente d'azote en fin de cycle, l'apport au tallage, moins bien valorisé qu'au stade épi 1 cm, pénalise dans certains cas la culture (4 essais avec apport au tallage où l'on perd plus de 2 q contre 1 seul lorsque l'on réalise l'impasse). Cependant ces résultats varient aussi en fonction des départements puisque dans l'Eure l'effet rendement est nul (11 essais), alors qu'en Seine-Maritime les stratégies avec impasse au tallage permettent des gains moyens de 2,5 q (13 essais). Cet écart s'explique principalement par les conditions climatiques de fin de cycle souvent plus difficiles dans l'Eure (stress hydrique, échaudage) en particulier dans le sud du département.

Même si le rendement n'est pas fortement modifié, l'ajustement du fractionnement permet d'améliorer gratuitement le taux de protéine et, dans le cas d'une impasse au tallage, de limiter les excès de biomasse (maladies, verse) et d'économiser un passage sur la parcelle.

## Diffusion du conseil

L'ensemble des références a été transposé en conseil et transféré par différentes voies aux agriculteurs normands (conseil direct, articles, fax techniques...). Le tableau 4, diffusé dans les cinq départements, résume nos préconisations même si des ajustements locaux existent.

**Tableau 4** : Tableau de préconisations diffusé dans la presse agricole Normande

	Condition habituelle de fin de cycle	Tallage (à partir de fin-février)	Décollement de l'épi **	Epi 1 cm **	1-2 nœuds	DF pointante	DF étalée - gonflement
Sols superficiels, hydromorphes, blé sur blé ou variété précoce	Séchante/échaudante	40		Solde*	40		
	Humide et douce	40		Solde*		40	
Variété intermédiaire	Séchante/échaudante	40		Solde*		50	
	Humide et douce	Impasse possible	Solde*		40		40-60
Variété tardive	Séchante/échaudante	Impasse possible	Solde*			60	
	Humide et douce	Impasse possible		Solde*			60-80

\* Solde de la dose du bilan prévisionnel calculé à partir d'une méthode du bilan.

\*\* Si la dose dépasse les 100-120 unités à ce stade, il est préférable de fractionner avec un apport à 1-2 nœuds. Pour les doses faibles, il faut privilégier les apports à épi 1 cm (moins de 80-100 unités, tout mettre à épi 1 cm). Si vos parcelles sont très claires ou très développées en sortie hiver, demander l'avis de votre technicien habituel. Dans tous les cas, il est préférable d'utiliser un outil de pilotage sur vos parcelles (Farmstar, Jubil, GPN, N tester, RAMSES).

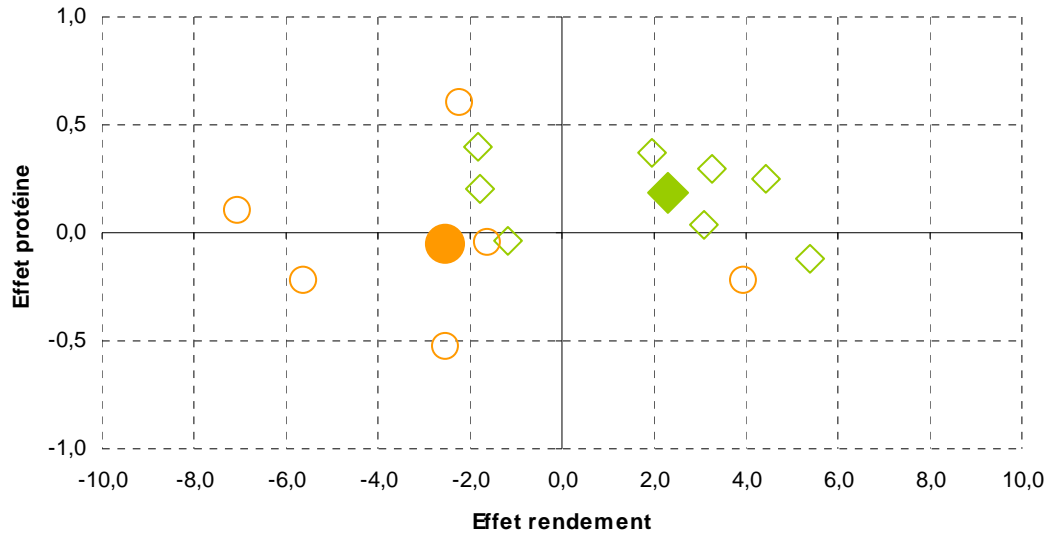
Lorsqu'un apport au tallage est conseillé on préconise toujours l'usage des bandes doubles densités pour améliorer l'efficacité des deux premiers apports. La seule réserve étant le cas de parcelles ou le blé, très développé, va entrer rapidement en carence alors qu'il serait préférable d'attendre le stade épi 1cm pour ne pas accentuer l'excès de biomasse.

## Prise en compte de l'état de la parcelle à la sortie de l'hiver

Comme on l'a vu précédemment, la Seine-Maritime est un département très propice aux ajustements de fractionnement, et à l'impasse au tallage en particulier. Le niveau des rendements (moyenne départementale régulièrement au-dessus de 90 q), la grande proportion de sols profonds et la pluviométrie généreuse permettent de valoriser sans difficulté des apports d'azote même jusqu'à épiaison. Ce conseil a donc fait l'objet d'un développement informatique adossé à l'interprétation des reliquats sortie hiver et à la réalisation d'un outil sur Excel. Il ne s'agit pas là de faire de la publicité mais plutôt d'insister sur l'importance d'un critère fondamental pour le fonctionnement de ce type d'outils, c'est-à-dire l'appréciation de l'état de la parcelle à la sortie de l'hiver. Pour cela on évalue le nombre de talles au mètre carré (Nombre de pieds/m<sup>2</sup> x nombre de talles par pied) pour sécuriser le conseil. Grâce à cet indicateur, on évite les situations où l'impasse tallage est risqué et à l'inverse les cas où remettre de l'azote accentuerait des biomasses déjà en excès. Des seuils mini et maxi ont donc été fixés, permettant de cadrer le conseil pour chaque groupe de sensibilité à la carence précoce. Ils sont à rapprocher des niveaux de densité d'épis nécessaires pour atteindre l'optimum de rendement d'une parcelle. Par exemple, pour les variétés tolérantes aux carences précoces, il s'agit de 300 et 500 talles/m<sup>2</sup>. On ne réalise pas d'impasse en dessous de 300 talles/m<sup>2</sup> alors que même en sol superficiel on réalise une impasse si le nombre de talles au m<sup>2</sup> dépasse 500. Malgré le manque de référence pour alimenter cette notion, l'expérience montre que c'est un garde-fou très efficace qui sécurise le conseil et donc les utilisateurs.

## Perspective

Ces travaux montrent que l'amélioration du fractionnement de l'azote minéral sur blé peut être intéressante dans certains secteurs mais ne révolutionne pas les résultats technico-économiques. Ces dernières années les essais ont cependant prouvé qu'en ajustant le fractionnement cela nous permettait d'optimiser le rendement avec des doses d'azotes minérales plus modérées qu'auparavant (Une quantification sera possible dans quelques campagnes). Ils ont aussi confirmé la pertinence de ces approches avec des gains nous encourageant à maintenir ce conseil.



Graphique 4 : Résultats de la réalisation d'une impasse au tallage lorsqu'elle est conseillée (point vert, en moyenne +2.3 q de rendement et + 0.2 % de taux de protéines) ou déconseillée (point orange, en moyenne - 2.5 q, pas d'effet sur le taux de protéine) dans 14 essais.

Nos travaux s'orientent maintenant sur l'amélioration de l'articulation de ces connaissances avec l'usage des outils de pilotage et sur l'adaptation du fractionnement à des doses réduites (bilan moins 40 u et 80 u). Par ailleurs pour que ce conseil se développe il faut améliorer la caractérisation des variétés, clef de voûte du conseil à la parcelle.