



Quelles pratiques de  
**fertilisation**  
pour accompagner la **diversité**  
des systèmes de culture ?



# Quelles recommandations pour la gestion du fractionnement des apports d'azote en agriculture de conservation des sols ?

Grégory Véricel

Arvalis



AGRICULTURES  
& TERRITOIRES  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
AUBE & HAUTE-MARNE



AGRICULTURES  
& TERRITOIRES  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
SOMME


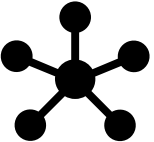



AGRICULTURES  
& TERRITOIRES  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
NORD-PAS DE CALAIS



Comité Français d'Étude et de Développement  
de la Fertilisation Raisonnée



-  ■ **Abandon (au moins partiel) du fractionnement par de nombreux agriculteurs en ACS**
  - Interrogation des organismes stockeurs de l'impact sur la teneur en protéines du blé
-  ■ Mise en place d'un réseau d'essais « fractionnement de l'azote sur blé en ACS » en 2022 et 2023
-  ■ Construction du protocole en concertation avec l'animateur technique de l'APAD et quelques agriculteurs membres de ce réseau





# Choix des parcelles



Parcelles en ACS **depuis au moins 5 ans** (10 ans idéal)



**Absence de travail du sol** ou travail très superficiel, sans retournement (*semis direct, strip-till voire déchaumage très superficiel réservé à l'implantation des couverts d'interculture*)



**Couverture quasi permanente** du sol tout au long de la rotation (*culture de vente, repousses, cultures intermédiaires, résidus de précédents mulchés, couverts « relais » ou couverts permanents*)

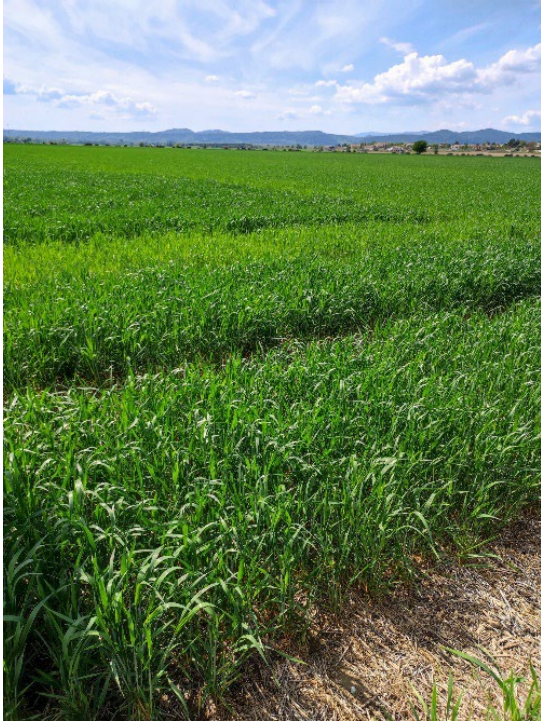


**Rotation diversifiée** (*au moins 4 ans, alternance périodes d'implantation et de familles botaniques*)



# Questions posées

30 ans



## ➤ **Peut-on se passer de fractionnement en ACS ?**

- Impacts d'un solde des apports d'azote avant montaison ?
- Impacts d'un apport qualité en fin de cycle ?

## ➤ **Autres pratiques de fractionnement : lesquelles privilégier ou éviter en ACS ?**

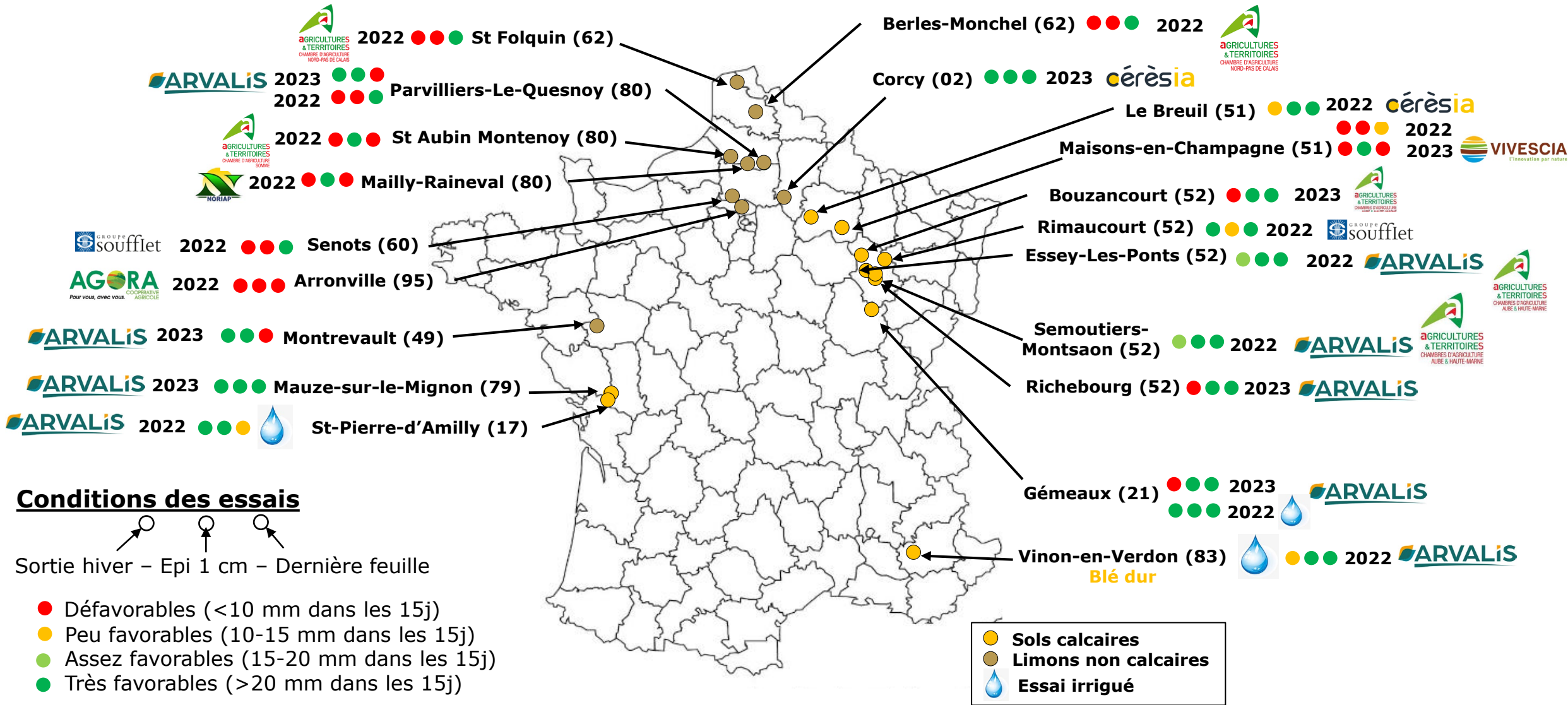
- Renforcement de la dose au tallage (sortie hiver) ?
- Renforcement de la dose vers dernière feuille ?
- Impasse de l'apport au tallage (sortie hiver) ?

## ➤ **Quelle forme d'azote privilégier en ACS ?**

- L'urée est-elle plus intéressante en ACS que l'ammonitrate ?
- Y'a-t-il une interaction entre la forme d'azote et le mode fractionnement ?



# Présentation des essais





# Modalités testées



Modalité	Apport "sortie hiver" (du 03/02 au 11/03 selon les essais)	Apport "fin tallage" (du 21/02 au 08/04 selon les essais)	Apport "début montaison" (du 07/03 au 14/04 selon les essais)	Apport "qualité" (du 11/04 au 26/05 selon les essais)	Nombre d'essais
<b>Fractionnement "classique"</b>	<b>40</b>		<b>100</b>	<b>40</b>	22 essais (17 avec ammonitrate, 3 avec solution azotée et 2 dont la forme d'azote n'est pas précisée)
<b>Tout avant montaison</b> <i>(déclinée en 3 variantes possibles selon les essais)</i>	<b>180</b>				6 essais (ammonitrate)
	<b>90</b>	<b>90</b>			9 essais (7 avec ammonitrate, 2 avec solution azotée)
	<b>90</b>		<b>90</b>		7 essais (4 avec ammonitrate, 1 avec solution azotée et 2 dont la forme d'azote n'est pas précisée)

Exemple de répartition des apports pour une dose totale de 180 kg N/ha (variable de 150 à 220 kg N/ha selon les essais)



# Peut-on se passer de fractionnement en ACS ?



- Quel impact sur le rendement et les protéines d'un solde des apports d'azote avant montaison ?



Désavantage de la stratégie  
« Tout avant montaison » par  
rapport au fractionnement classique.

Impact sur :	«Tout avant montaison» vs « Fractionnement classique »
<b>RENDEMENT</b>	<b>- 1.4 q/ha **</b>
<b>PROTEINES</b>	<b>- 0.25 % **</b>
<b>Nb essais</b>	<b>22 essais</b>





# Peut-on se passer de fractionnement en ACS ?



## ➤ Quel impact sur le rendement et les protéines d'un solde des apports d'azote avant montaison ?



Désavantage de la stratégie  
« Tout avant montaison » par  
rapport au fractionnement classique.

Effet plus marqué  
lorsque la dose totale est apportée  
avant la montaison en une seule fois

Impact sur :	«Tout avant montaison» vs « Fractionnement classique »	«Tout avant montaison» =		
		un seul apport en sortie d'hiver	un apport sortie hiver + un apport fin tallage	un apport sortie hiver + un apport épi 1 cm
<b>RENDEMENT</b>	- 1.4 q/ha **	- 1.9 q/ha *	- 0.8 q/ha NS	- 1.7 q/ha NS
<b>PROTEINES</b>	- 0.25 % **	- 0.54 % **	- 0.16 % NS	- 0.11 % NS
<b>Nb essais</b>	<b>22 essais</b>	6 essais	9 essais	7 essais



# Faut-il conserver un apport qualité en fin de cycle ?



Modalité	Apport "sortie hiver" (du 03/02 au 11/03 selon les essais)	Apport "fin tallage" (du 21/02 au 08/04 selon les essais)	Apport "début montaison" (du 07/03 au 14/04 selon les essais)	Apport "qualité" (du 11/04 au 26/05 selon les essais)	Nombre d'essais
<b>Fractionnement "classique"</b>	<b>40</b>		<b>100</b>	<b>40</b>	22 essais (17 avec ammonitrate, 3 avec solution azotée et 2 dont la forme d'azote n'est pas précisée)
<b>Tout avant montaison</b> <i>(déclinée en 3 variantes possibles selon les essais)</i>	<b>180</b>				6 essais (ammonitrate)
	<b>90</b>	<b>90</b>			Comparaison sur 8 des 9 essais (6 avec ammonitrate, 2 avec solution azotée)
	<b>90</b>		<b>90</b>		Comparaison sur 4 des 7 essais (3 avec ammonitrate, et 1 avec solution azotée)
<b>Avant montaison + apport qualité</b> <i>(3 variantes selon les essais)</i>	<b>140</b>			<b>40</b>	6 essais (ammonitrate)
	<b>70</b>	<b>70</b>		<b>40</b>	8 essais (6 avec ammonitrate, 2 avec solution azotée)
	<b>70</b>		<b>70</b>	<b>40</b>	4 essais (3 avec ammonitrate, 1 avec solution azotée)

Exemple de répartition des apports pour une dose totale de 180 kg N/ha (variable de 150 à 220 kg N/ha selon les essais)



# Faut-il conserver un apport qualité en fin de cycle ?



- Quel impact sur le rendement et les protéines d'un solde des apports d'azote avant montaison ?
- Faut-il réserver une partie de la dose totale pour un apport qualité en fin de cycle ?



Désavantage de la stratégie  
« Tout avant montaison » par  
rapport au fractionnement classique.

« Avant montaison + 40 DFE » :  
permet d'améliorer  
rendement et qualité par rapport à  
« Tout avant montaison »

«Tout avant montaison» vs  
« Fractionnement classique »

« Avant montaison + 40 DFE » vs  
« Tout avant montaison »

Impact sur :

<b>RENDEMENT</b>	-1.4 q/ha **	+1.1 q/ha **
<b>PROTEINES</b>	-0.25 % **	+ 0.06 % NS
<b>Nb essais</b>	22 essais	18 essais



# Quelles autres pratiques de fractionnement privilégier ou éviter en ACS ?



Modalité	Apport "sortie hiver" (du 03/02 au 11/03 selon les essais)	Apport "fin tallage" (du 21/02 au 08/04 selon les essais)	Apport "début montaison" (du 07/03 au 14/04 selon les essais)	Apport "qualité" (du 11/04 au 26/05 selon les essais)	Nombre d'essais
Fractionnement "classique"	40		100	40	22 essais (17 avec ammonitrate, 3 avec solution azotée et 2 dont la forme d'azote n'est pas précisée)
Tallage renforcé (2 variantes selon les essais)	80		100	X	15 essais (13 avec ammonitrate et 2 dont la forme d'azote n'est pas précisée)
	80		60	40	7 essais (3 avec ammonitrate, 2 avec solution azotée et 2 dont la forme d'azote n'est pas précisée)
Dernière feuille renforcé (2 variantes selon les essais)	40		60	80	11 essais (9 avec ammonitrate, 2 en solution azotée)
	X		100	80	4 essais (2 avec ammonitrate, 2 avec solution azotée)
Impasse tallage	X		140	40	13 essais (10 en ammonitrate, 3 en solution azotée)

Exemple de répartition des apports pour une dose totale de 180 kg N/ha (variable de 150 à 220 kg N/ha selon les essais)



# Quelles autres pratiques de fractionnement privilégier ou éviter en ACS ?



- **Renforcement de la dose au tallage (au détriment des apports suivants) ?**
- **Renforcement de la dose à dernière feuille (au détriment des apports précédents) ?**
- **Impasse tallage (avec report sur les apports suivants) ?**



Désavantage de la stratégie « renforcement de l'apport tallage » par rapport au fractionnement classique, surtout en mauvaises conditions météo au tallage

Dernière feuille renforcé est avantageux pour la teneur en protéines par rapport à un fractionnement classique mais désavantageux pour le rendement

Une impasse de la fertilisation au tallage avec un report de la dose plus tard favorise le taux de protéines par rapport au fractionnement classique.

Impact sur :	« Tallage renforcé » vs « Fractionnement classique »	« Dernière feuille renforcée » vs « Fractionnement classique »	« impasse tallage » vs « Fractionnement classique »
<b>RENDEMENT</b>	-1.2 q/ha *	-1.2 q/ha *	-1.3 q/ha NS
<b>PROTEINES</b>	-0.21% ***	+ 0.29% **	+0.31% **
<b>Nb essais</b>	18 essais	11 essais	17 essais



# Quelle forme d'azote privilégiée ?



Modalité	Apport "sortie hiver" (du 03/02 au 11/03 selon les essais)	Apport "fin tallage" (du 21/02 au 08/04 selon les essais)	Apport "début montaison" (du 07/03 au 14/04 selon les essais)	Apport "qualité" (du 11/04 au 26/05 selon les essais)	Nombre d'essais
Fractionnement "classique"	40		100	40	Comparaison sur 11 des 22 essais (ammonitrate)
Tout avant montaison <i>(déclinée en 3 variantes possibles selon les essais)</i>	180				Comparaison sur 2 des 6 essais (ammonitrate)
	90	90			Comparaison sur 4 des 9 essais (ammonitrate)
	90		90		Comparaison sur 2 des 7 essais (ammonitrate)
Urée fractionnement "classique"	40		100	40	11 essais
Urée tout avant montaison <i>(3 variantes selon les essais)</i>	180				2 essais
	90	90			4 essais
	90		90		2 essais

- **L'urée est-elle plus intéressante que l'ammonitrate en ACS, en fractionnement classique ?**
- **Et lorsque les apports sont soldés avant montaison ?**
- **Il y a-t-il une interaction entre la forme d'azote et le mode de fractionnement ?**

Exemple de répartition des apports pour une dose totale de 180 kg N/ha (variable de 150 à 220 kg N/ha selon les essais)



# Quelle forme d'azote privilégier ?



- L'urée est-elle plus intéressante que l'ammonitrate en ACS, en fractionnement classique ?
- Et lorsque les apports sont soldés avant montaison ?
- Il y a-t-il une interaction entre la forme d'azote et le mode de fractionnement ?



En fractionnement « classique », Les performances de l'urée sont équivalentes à celles de l'ammonitrate

En soldant les apports d'azote avant montaison, l'utilisation de l'ammonitrate est plus avantageuse que l'urée pour le taux de protéines mais équivalente pour le rendement

L'ammonitrate en fractionnement classique est plus avantageux pour le taux de protéines que l'urée apportée en totalité avant la montaison.

Impact sur :	« Urée classique » vs « Ammonitrate classique »	« Urée tout avant montaison » vs « Ammonitrate tout avant montaison »	« Urée avant montaison » vs « Ammonitrate classique »
RENDEMENT	- 1.1 q/ha NS	+ 0.8 q/ha NS	- 1.1 q/ha NS
PROTEINES	- 0.03 % NS	- 0.56 % **	- 0.79 % ***
Nb essais	11	8	8



# Conclusions



- **En ACS, solder la totalité des apports d'azote avant la montaison :**
  - **Pénalise le rendement et le taux de protéines du blé en comparaison avec un fractionnement classique**, notamment lorsque l'apport ne se fait qu'en une seule fois
  - **Empêche toute possibilité d'adaptation de la dose en cours de campagne** (prise en compte du risque climatique, outil de pilotage).
  - **L'impact négatif sur le rendement et le taux de protéines** d'une stratégie d'apport avant montaison **peut être réduit en réservant environ 40 kg N/ha pour un apport qualité à DF**, qui pourrait également être piloté.
- **En ACS, renforcer l'apport d'azote :**
  - **en sortie d'hiver** au détriment des apports suivants (notamment l'apport « qualité ») **impacte négativement le rendement et le taux de protéines** par rapport à un fractionnement classique.
  - **à dernière feuille favorise la teneur en protéines mais défavorise le rendement** par rapport à un fractionnement classique (en particulier si on supprime l'apport tallage pour renforcer ce dernier apport).
- **Formes d'azote en ACS :**
  - **Dans ces essais (conditions de valorisation plutôt favorables), en fractionnement classique : l'urée ne sous-performe pas (rendement et protéines) par rapport à l'ammonitrate => Plus de références nécessaires dans d'autres conditions climatiques.**
  - **L'urée est en retrait pour le taux de protéines lorsque l'on réalise l'ensemble des apports avant la montaison.**





Quelles pratiques de  
**fertilisation**  
pour accompagner la **diversité**  
des systèmes de culture ?

**Merci !**