



Outre la détermination de la dose adéquate à apporter à la culture, une gestion correcte de la fertilisation comprend l'optimisation des modalités d'apport des engrais azotés. Dans ce cadre, **la quantité de pluie reçue dans les jours qui suivent l'intervention est un facteur déterminant.**

Quels sont les seuils de pluie et les délais entre l'apport et la pluie pour que l'azote apporté soit bien valorisé ? Quelles sont les conséquences sur les périodes optimales d'apport d'engrais azotés ?



## Dispositif des « abris mobiles » du Magneraud Différents scénarios expérimentés

- Effet de la pluie sur l'efficacité de l'engrais ammonitrate en 1995 et 1996

- Effet de la pluie sur l'efficacité de deux engrais (ammonitrate et solution azotée) en 1997



*Expérimentation sous les abris mobiles*

*Station Arvalis du Magneraud (17)*

ARVALIS  
Institut du végétal

Des expérimentations ont été menées par Arvalis-Institut du végétal sous les abris mobiles du Magneraud (17) en 1995 et en 1996 avec le même protocole. En 1997, l'essai a également servi à caractériser les pertes avec la solution azotée.

### **Conditions expérimentales :**

Argilo-calcaires – groie profonde

Le dispositif a permis de tester différents scénarios de pluie grâce à une irrigation par aspersion et à la couverture de la culture par les abris mobiles afin de s'affranchir de la pluie. Les scénarios ont comporté différentes quantités de pluie, délais entre apport d'azote et pluie, humidités de la couche de surface au moment de l'apport et moments d'apport dans la journée.

## 1995 et 1996 : évaluer l'impact de la pluviométrie sur le troisième apport d'azote

### Protocole

- 3<sup>ème</sup> apport de 60 kg N/ha sous forme ammonitrate entre 2/3 nœuds
- Marquage d'une partie de l'engrais avec de l'azote 15 (permettant de calculer les Coefficient Réel d'Utilisation = CRU)

### Différents scénarios pluviométriques testés :

- Quantité de pluie entre l'apport d'azote et le stade floraison (0, 10, 20 et plus de 60 mm)
- Délai entre l'apport et la pluie : 1 à + 25 jours
- Humidité de la couche de surface
- Type de pluie : 2 fois 10 mm ou 4 fois 5 mm

### Les conditions expérimentales :

Sol de groie - En 1995 et 1996, les essais ont été réalisés avec de l'**ammonitrate**.

Semis fin octobre – dose d'azote optimum diminuée de 40 kg N/ha

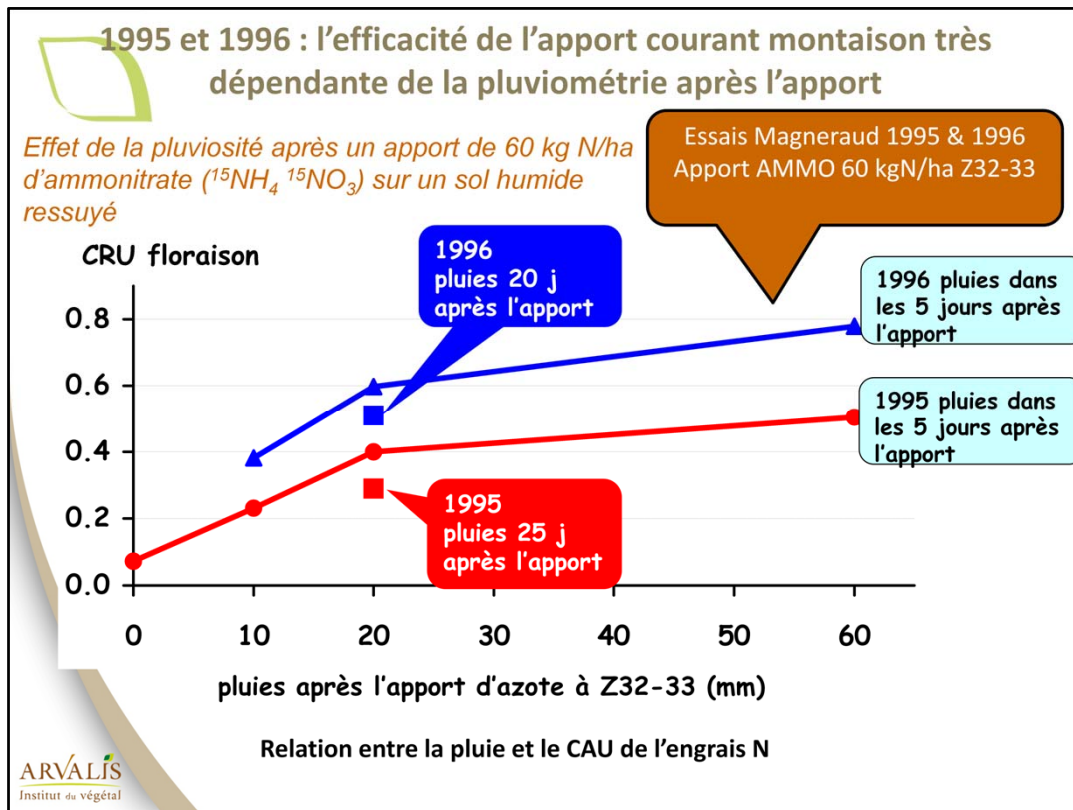
Apport début tallage de 40 kg N/ha

3<sup>ème</sup> apport 60 kg N/ha

Le marquage de l'engrais avec de l'azote 15, isotope stable de l'azote, a permis de mesurer la part de l'azote absorbé par le blé provenant de l'engrais, à la floraison puis à la récolte (coefficient réel d'utilisation noté CRU). La quantité d'azote absorbé par les parties aériennes a été réalisée à ces mêmes stades.

Les scénarios pluviométriques testés se différençaient par :

- la quantité de pluie entre l'apport d'azote et le stade floraison : 0, 10, 20 et plus de 60 mm,
- le délai entre l'apport d'azote et la pluie : de quelques jours après l'apport à plus de 25 jours,
- l'humidité de la couche de surface au moment de l'apport d'azote.



#### Synthèse des 2 années d'expérimentation 1996 et 1997 :

L'efficacité de l'azote apporté courant montaison sur un sol ressuyé en surface apparaît très dépendante de la pluviométrie après l'apport.

L'efficacité maximum, mesurée à la floraison, est obtenue sur les traitements les mieux arrosés entre l'apport et le stade floraison, mais **l'augmentation la plus importante se situe entre 0 et 20 mm de pluie.**

Le délai entre la pluie et l'apport détermine également des différences d'utilisation à la floraison. L'efficacité diminue avec une pluie survenant plus de 15 jours après l'apport. Dans ces conditions, la culture dispose de peu de temps (moins de 15 jours) pour absorber l'azote entre la pluie et le stade floraison.

La quantité totale d'azote absorbé par les parties aériennes (graphique non présenté) à la floraison montre des résultats cohérents avec le Coefficient Réel d'Utilisation (CRU) du 3<sup>e</sup> apport. Les écarts d'absorption plus importants (graphique non présenté) et les écarts de CRU entre la pluie de 20 mm et celle de 60 traduisent probablement une fourniture en azote, par minéralisation, plus importante (liée à l'humidité plus élevée du sol).

Ces résultats montrent également une efficacité de l'azote très variable entre années, sans explications évidentes. (Toutefois, en 1995, la culture présentait au moment de l'apport, une croissance et un développement foliaire plus faibles qu'en 1996).



## 1997 : évaluer l'impact de la pluviométrie sur l'efficacité de la solution azotée

### Protocole

- 2<sup>ème</sup> apport de 130 kgN/ha sous forme ammonitrate ou solution azotée à épi 1 cm.
- Efficacité mesurée par l'écart d'absorption par rapport à une situation hydrique non limitante

### Différents scénarios pluviométriques testés :

- Délai entre l'apport et les pluies : J+1, J+7, J+23
- Humidité de la couche de surface
- Moment d'apport dans la journée

Objectif année 1997 :

L'expérimentation a servi à mesurer l'impact de différents scénarios de pluie sur l'efficacité de la solution azotée 390 (en comparaison à l'ammonitrate). L'efficacité a été mesurée par l'écart d'absorption par rapport à une situation hydrique et azotée non limitante.

### Conditions expérimentales :

Groie profonde – semis 28/10/1996 – variété Soissons

Apport début tallage de 40 Kg N/ha

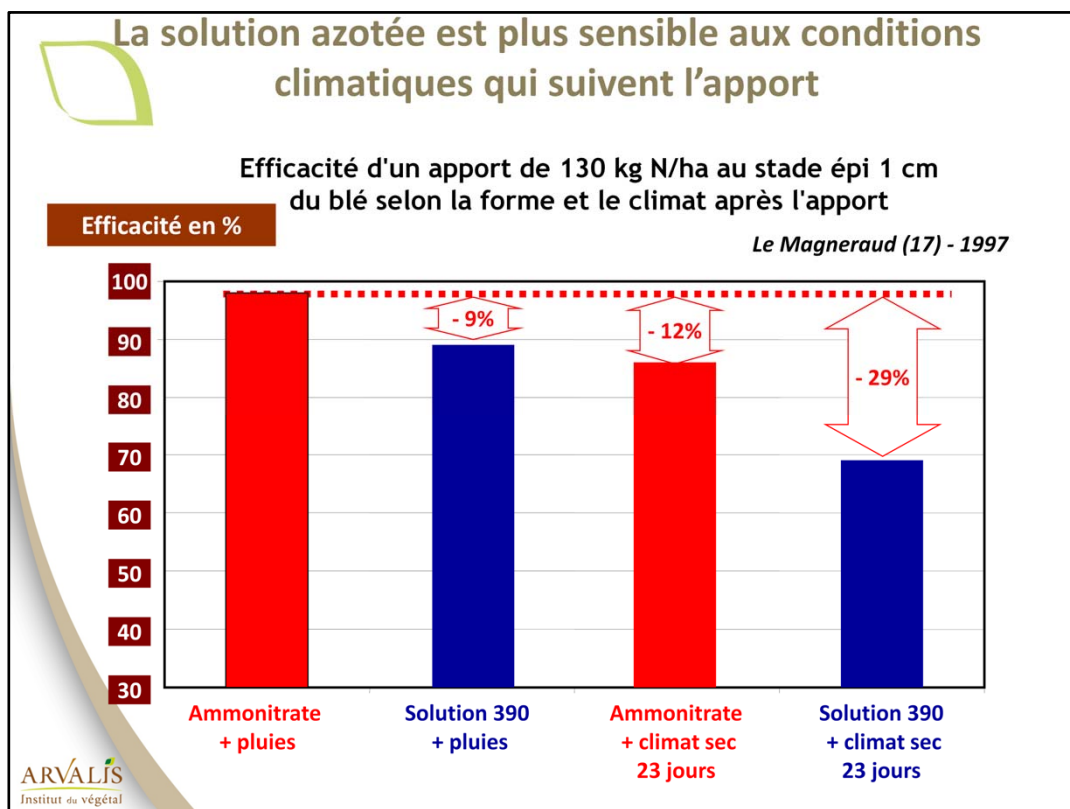
2<sup>ème</sup> Apport au stade épi 1 cm de 130 Kg N/ha (dose X-40)

### Différentes variables étudiées :

Délai entre apport et pluies (J+7 et J+23)

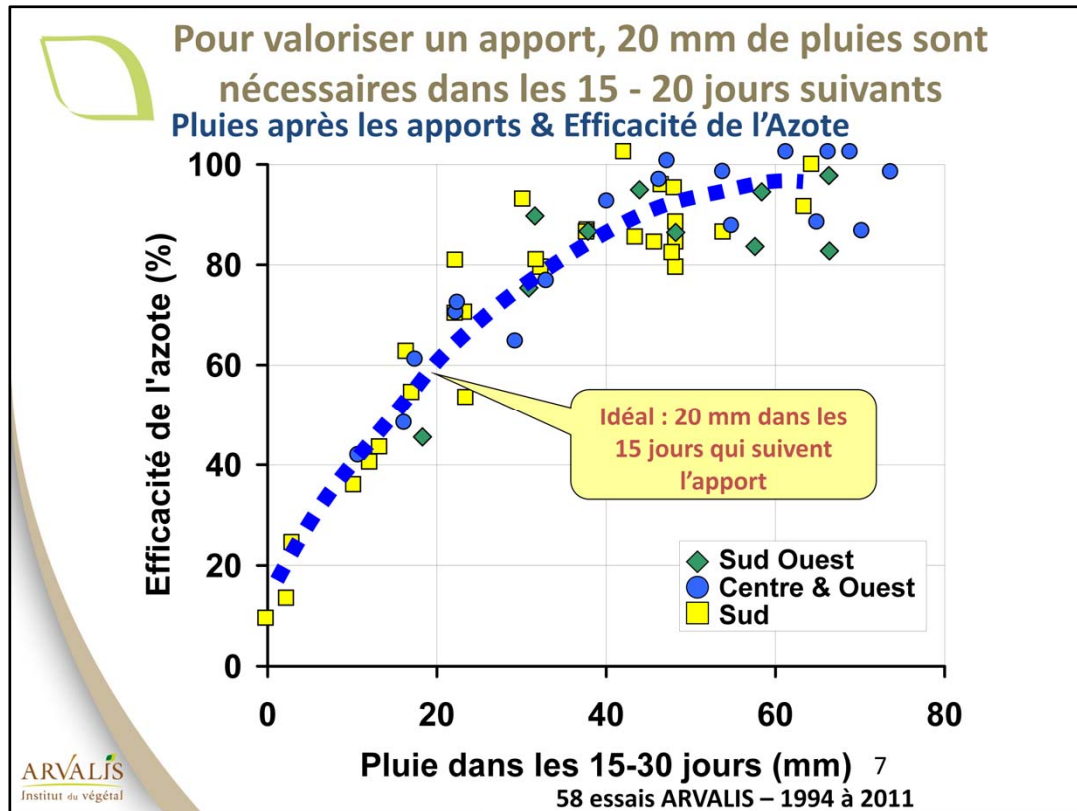
Humidité du sol en surface (sol sec ou humide en surface le jour de l'apport)

Moment d'apport dans la journée (midi ou soir)



Les résultats obtenus en 1997 montrent l'impact de la pluie sur l'efficacité de 2 engrais testés (ammonitrate et solution azotée).

Par ailleurs, ces résultats illustrent aussi la moindre efficacité de la solution azotée sous contraintes de pluie par rapport à la forme ammonitrate.



### **Conditions expérimentales :**

Ce sont des essais azote avec témoin zéro azote. Les essais Sud Ouest sont principalement sur blé dur.

Les essais Centre et Ouest sont sur blé dur + 1 essai Orge.

Apports d'azote à épi 1cm et Dernière Feuille Etalée, après un 1<sup>er</sup> apport de 0 à 40 Kg /ha selon reliquats.

Nabs = Azote absorbé par la plante entière = parties aériennes x 1.25 (coefficient racines).

Lorsque l'azote absorbé par les pailles n'a pas été mesuré (cas général), il est estimé en multipliant l'azote absorbé par le grain par 1.31 (dose optimale) ou 1.25 (témoin 0).

Les essais où des problèmes d'échaudage ou pathologiques (furarioses, rouilles ..), grêle ... ou essais qui ne sont pas à l'optimum sont écartés.

Les pluies sont comptées ainsi :

- À 100% les 15 jours suivant l'apport
- À 25% de J+15 à J+30
- Plus du tout au-delà

S'il y a 2 apports, la moyenne des 2 indices est calculée.

Dans ces essais, l'efficacité de l'azote est calculée par rapport à une dose jugée optimale (Rendement maxi et 13 à 14.5 % de protéines)

Toutefois, lorsque plusieurs doses autour de l'optimum étaient présentes, leurs CAU étaient de fait très proches.



## Valorisation des apports d'azote

# Analyse fréquentielle de la probabilité de rencontrer des conditions favorables

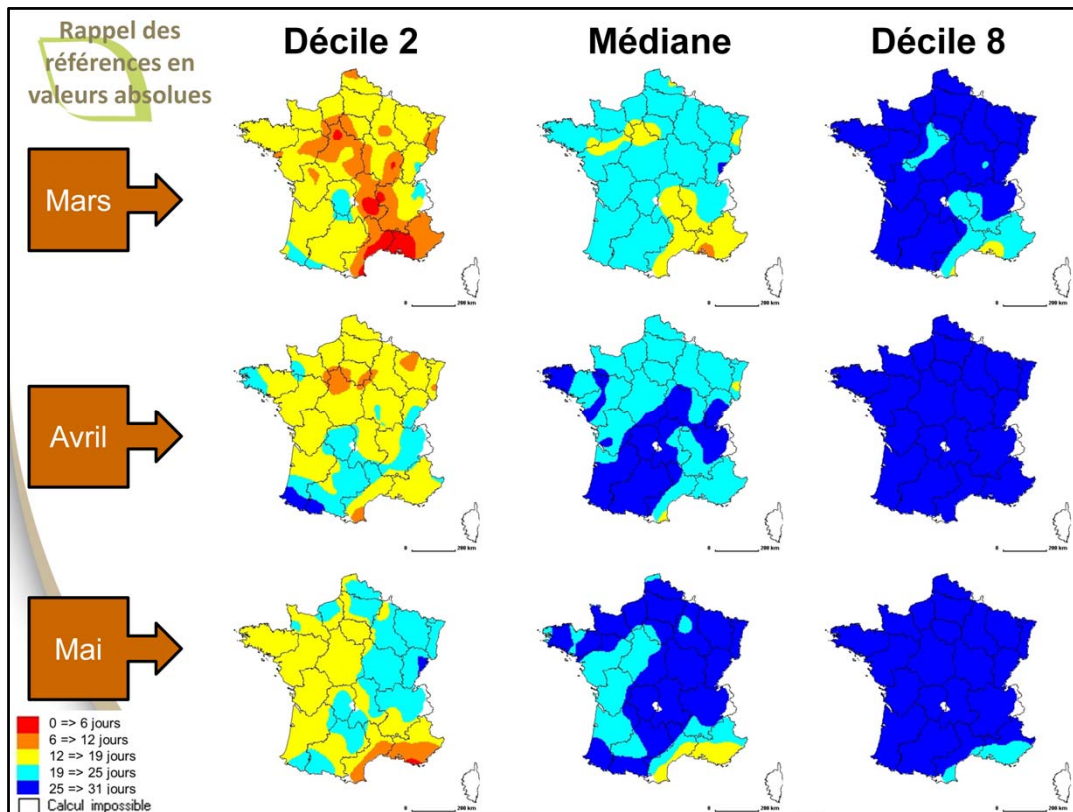
### Cartographie des jours propices à un apport d'azote considérant la pluviométrie suivant l'apport

Nombre de jours suivis par au moins 15 mm de pluie dans les 15 jours suivants. Analyses fréquentielles sur 20 ans (1991-2010). 422 postes météo (METEO-France, SRPV, CETIOM, INRA, ARVALIS). Années sèches = décile 2, années pluvieuses = décile 8. Méthode d'interpolation : inverse de la distance (puissance 2, 5 voisins). SIG CARTAM V2 (Arvalis/ESRI).

Sur la base d'un seuil de 15 mm de pluie dans les 15 jours suivant l'apport azoté, il est possible de déterminer le nombre de jours par mois *a priori* propices pour réaliser un apport d'engrais azoté dans de bonnes conditions concernant le facteur pluie.

Le calcul a été réalisé pour deux scénarios pluviométriques (année « médiane » et année sèche) déterminés à partir des historiques de données météorologiques disponibles.

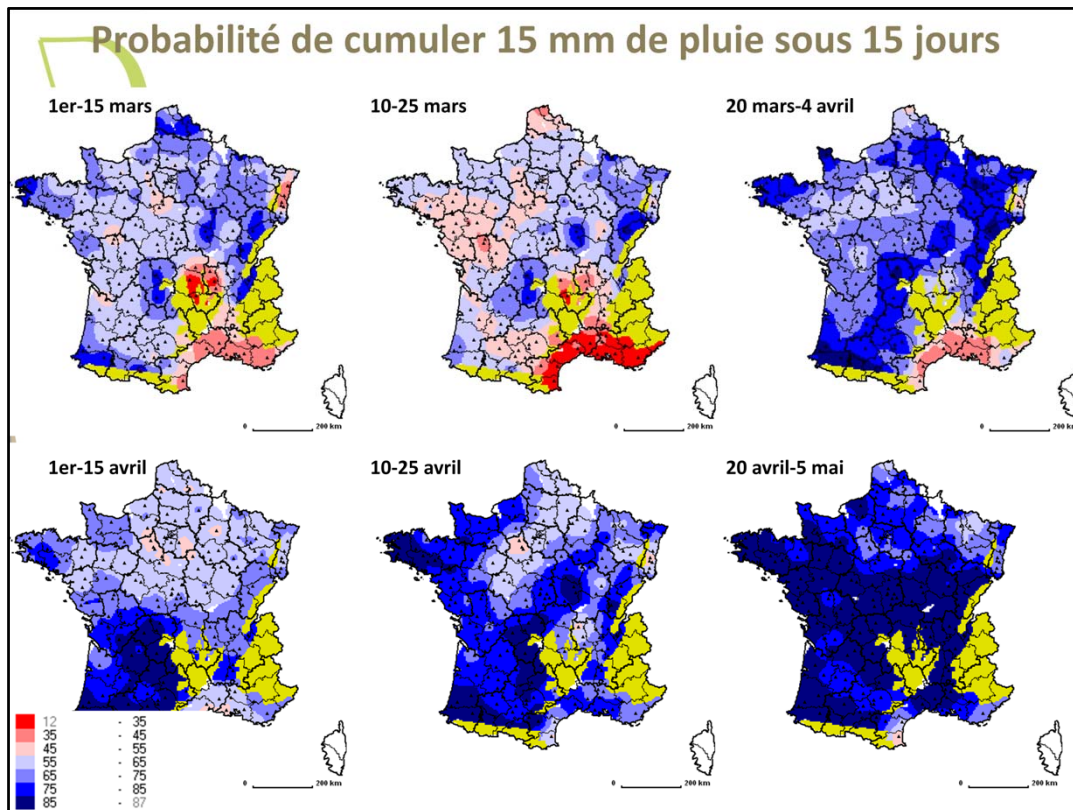




### Nombre de jours suivis par au moins 15 mm de pluie dans les 15 jours suivants – analyse fréquentielle

En année médiane (ou normale saisonnière), la valorisation des apports d'engrais par la pluie ne pose pas réellement de problème à l'échelle nationale, excepté en mars dans certaines régions (pourtour méditerranéen est notamment).

Finalement, c'est le risque de sécheresse ou de mauvaise valorisation de l'apport azoté à « épi 1 cm » qui est en tendance supérieur. Cette analyse mérite d'être regardée dans chacune des régions.



**Probabilité de cumuler 15 mm de pluie sous 15 jours – analyse fréquentielle**