



La fertilité des sols dans les systèmes fourragers

Journées AFPF (8 - 9 avril 2015 – Paris)

Raisonnement de la fertilisation azotée du maïs fourrage : un levier pour améliorer sa production et sa qualité

B. Soenen¹, A. Bouthier²

1 Arvalis Institut du végétal, Baziège (31), b.soenen@arvalisinstitutduvegetal.fr

2 Arvalis Institut du végétal, Le Magneraud (17), a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr

Introduction

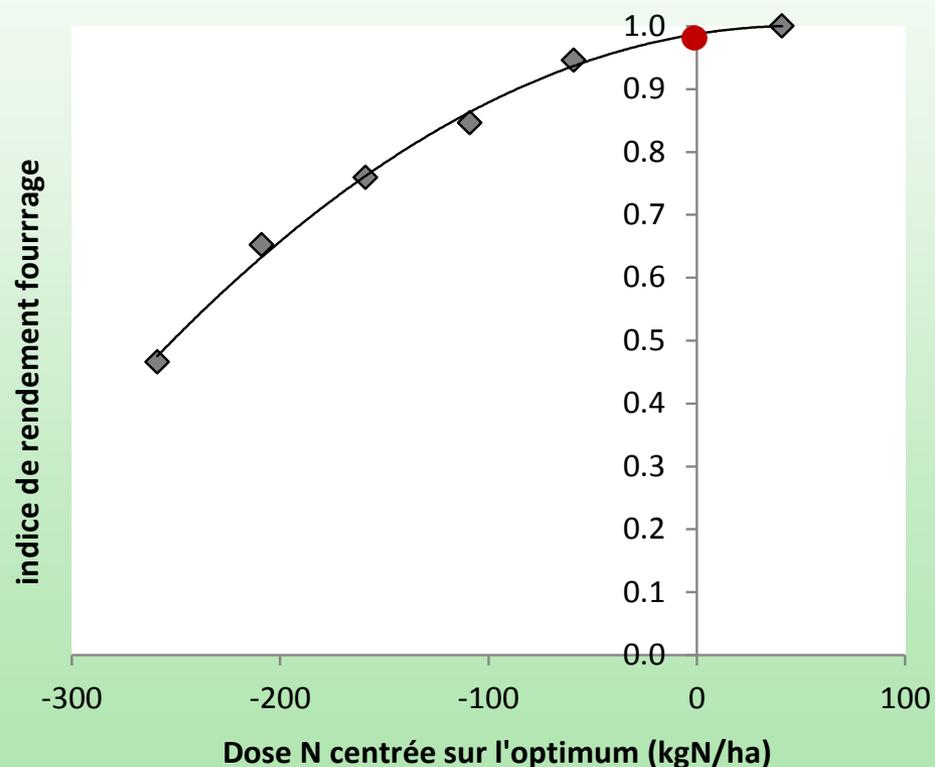
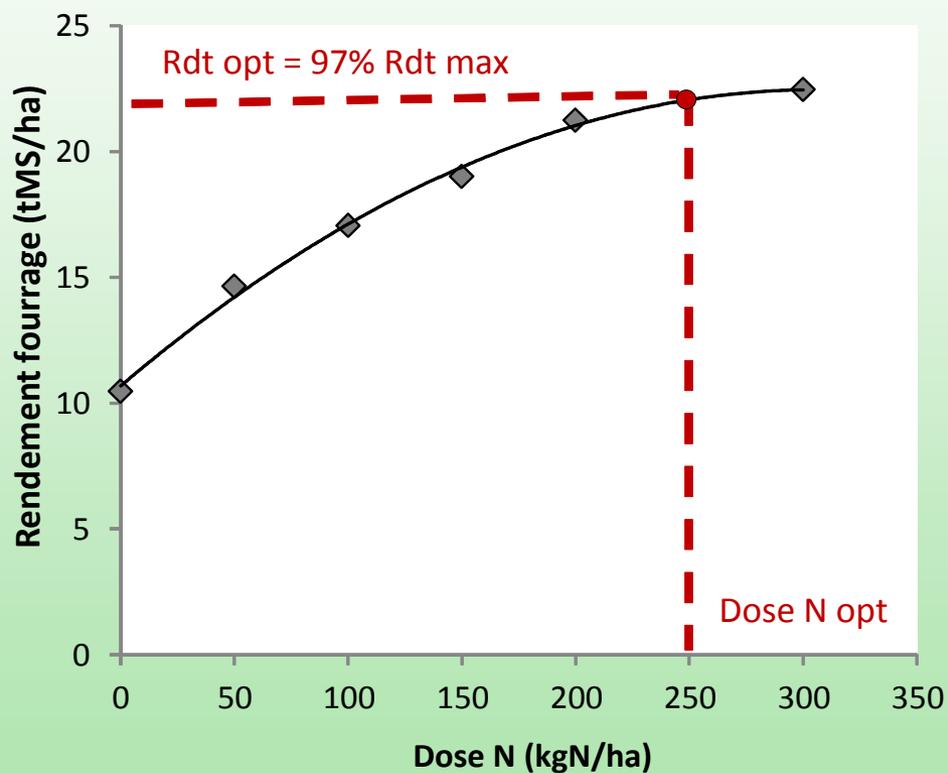
La fertilisation azotée est l'un des premiers facteurs de production du maïs fourrage, aussi bien en quantité qu'en qualité
-> le raisonnement de la fertilisation azotée du maïs doit permettre d'optimiser sa production en fourrage.

Cela passe par une démarche en 2 voire 3 temps :

- calcul des besoins en azote de la culture *a priori*,
- fractionnement de la dose prévisionnelle calculée en un, deux voire trois passages,
- un ajustement de la dose en cours de végétation est possible avec l'utilisation d'outils de pilotage, mais sous certaines conditions

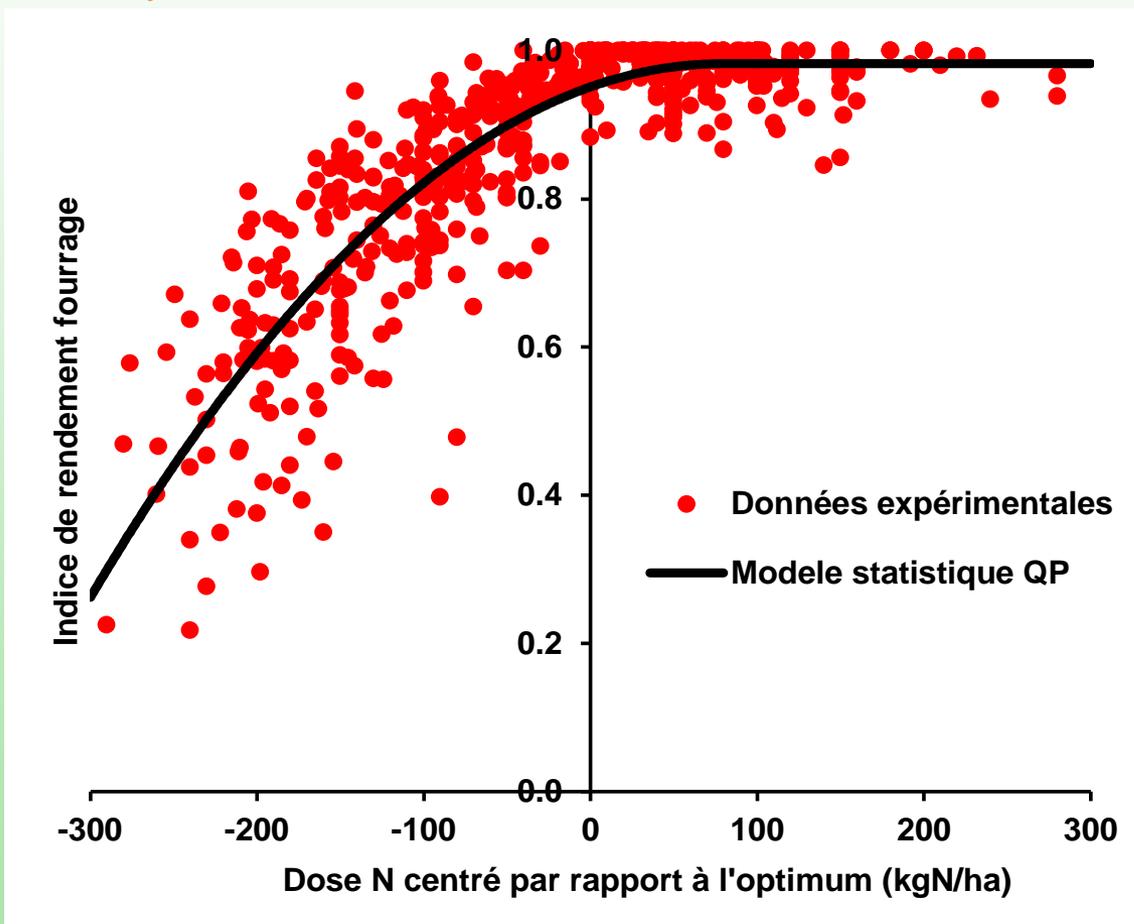
La fertilisation azotée du maïs fourrage : un facteur de production de premier ordre

Point méthodo sur l'utilisation des courbes de réponse



La fertilisation azotée du maïs fourrage : un facteur de production de premier ordre

La fonction de production du maïs fourrage à l'azote
Réponse du rendement

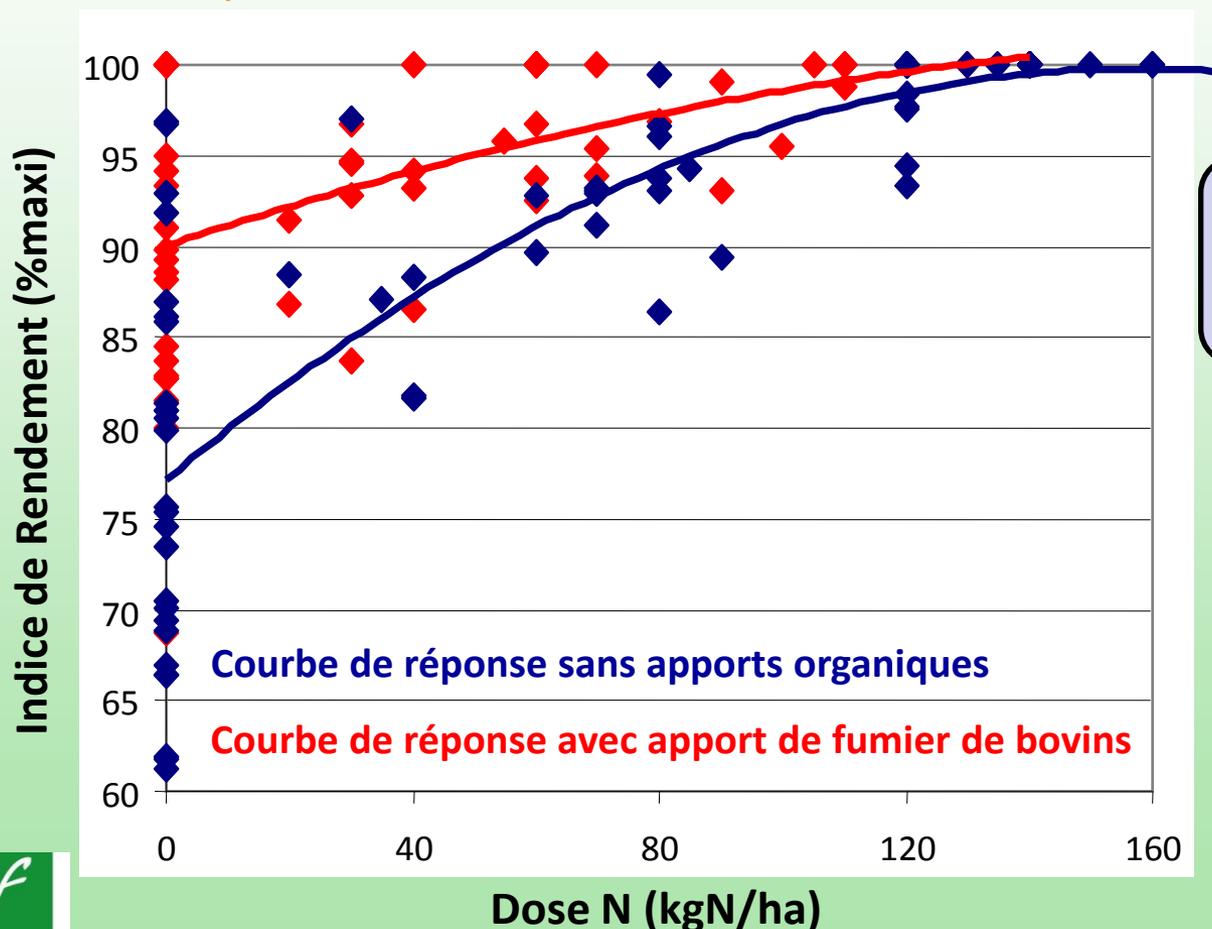


109 essais toute France,
entre 1983 et 2012

ARVALIS
Institut du végétal

La fertilisation azotée du maïs fourrage : un facteur de production de premier ordre

La fonction de production du maïs fourrage à l'azote
Réponse du rendement avec et sans apport de PRO

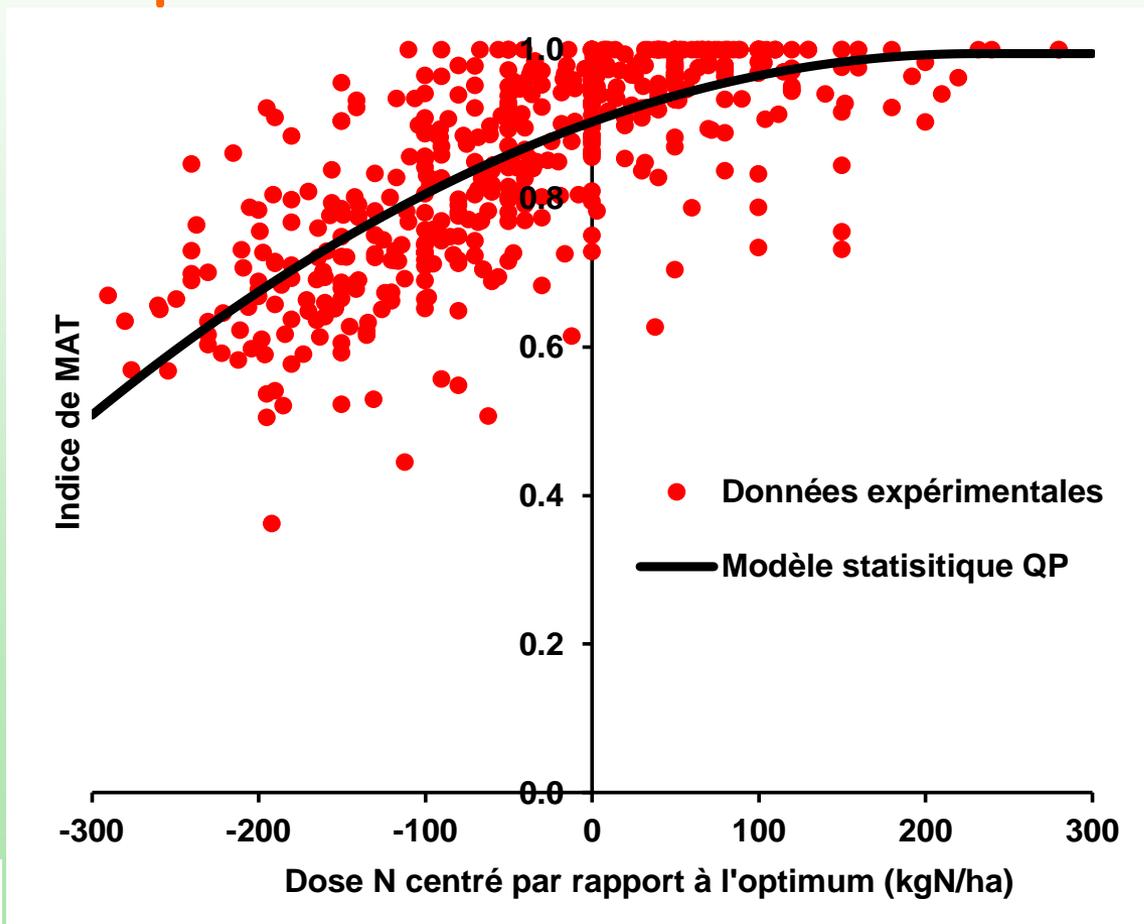


Source : pôle Agronomie
CRAB – ARVALIS
1988 - 2006

La fertilisation azotée du maïs fourrage : un facteur de production de premier ordre

La fonction de production du maïs fourrage à l'azote

Réponse de la MAT



109 essais toute France,
entre 1983 et 2012

ARVALIS
Institut du végétal

Le raisonnement de la fertilisation azotée du maïs fourrage

Calcul de la dose prévisionnelle (méthode des bilans COMIFER) à partir :

- **Des besoins en azote de la culture**
- Des fournitures en azote du sol
- Des apports de PRO
- ...

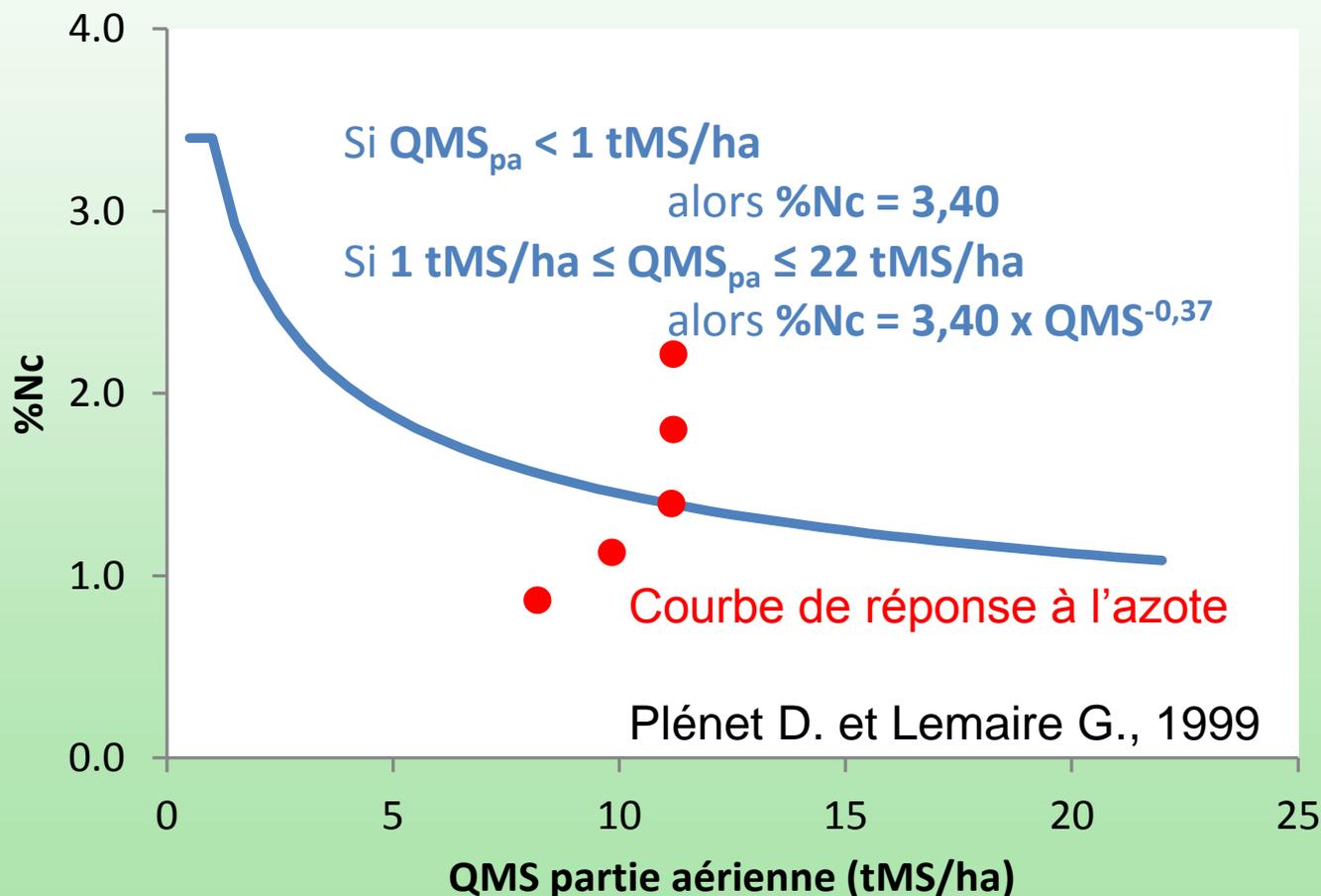
Choix d'un fractionnement

Pilotage d'un apport tardif ?

Le raisonnement de la fertilisation azotée du maïs fourrage

Le calcul des besoins en azote

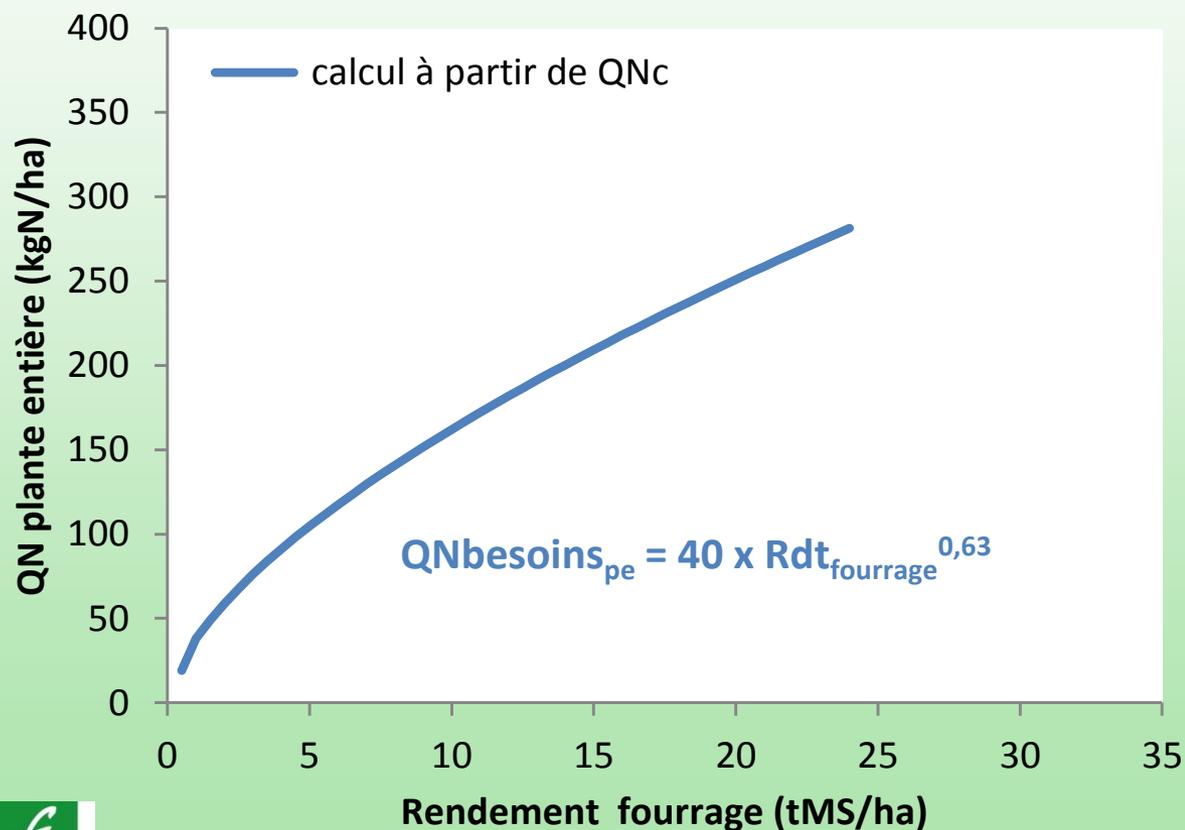
Utilisation de l'équation de l'azote critique (%Nc)



Le raisonnement de la fertilisation azotée du maïs fourrage

Le calcul des besoins en azote

Utilisation de l'équation de l'azote critique (%Nc)

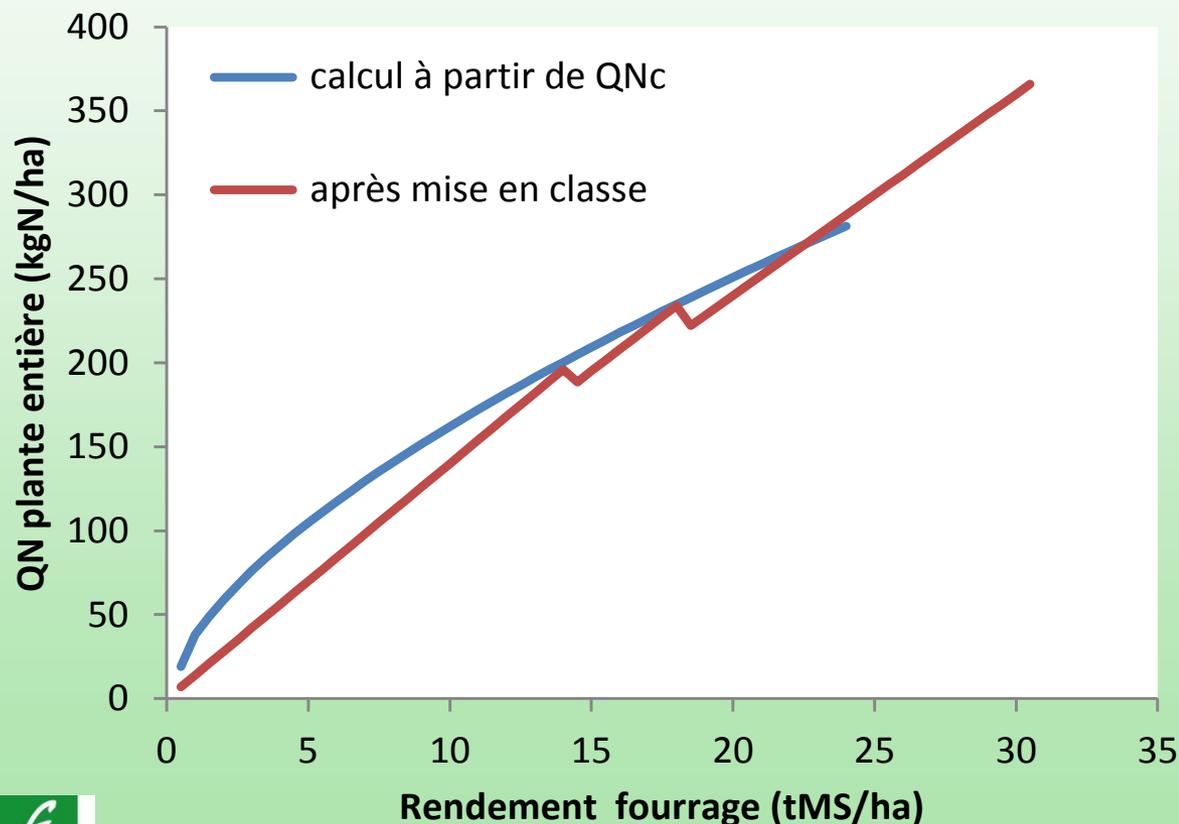


Hypothèse de calcul :

Au stade ensilage l'azote dans la rhizosphère représente 15% de l'azote absorbé par la plante entière

Le raisonnement de la fertilisation azotée du maïs fourrage

Le calcul des besoins en azote Mise en classes



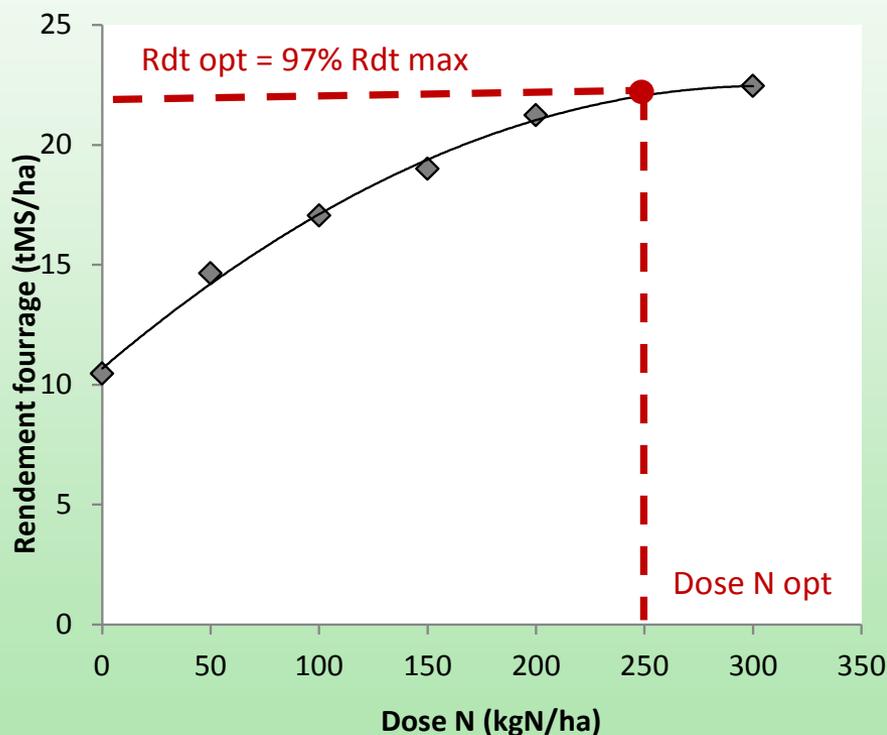
Rdt fourrage tMS/ha	b fourrage kgN/tMS
]0-14]	14
]14-18]	13
]18-..]	12

ARVALIS-Institut du végétal, 2012

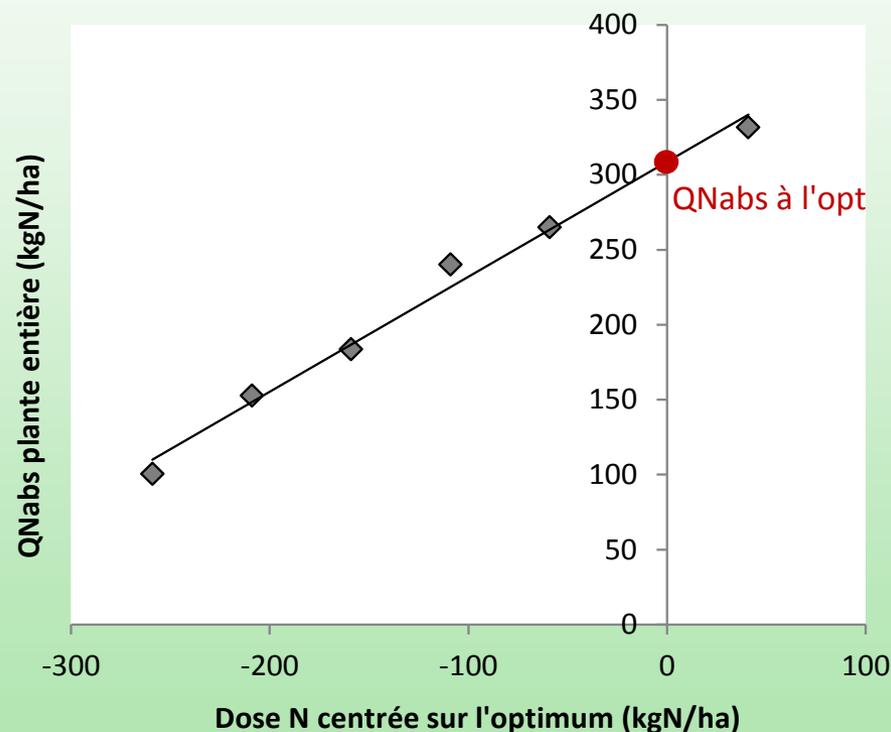
Le raisonnement de la fertilisation azotée du maïs fourrage

Le calcul des besoins en azote
Validation par l'expérimentation

Montans (81), 1999



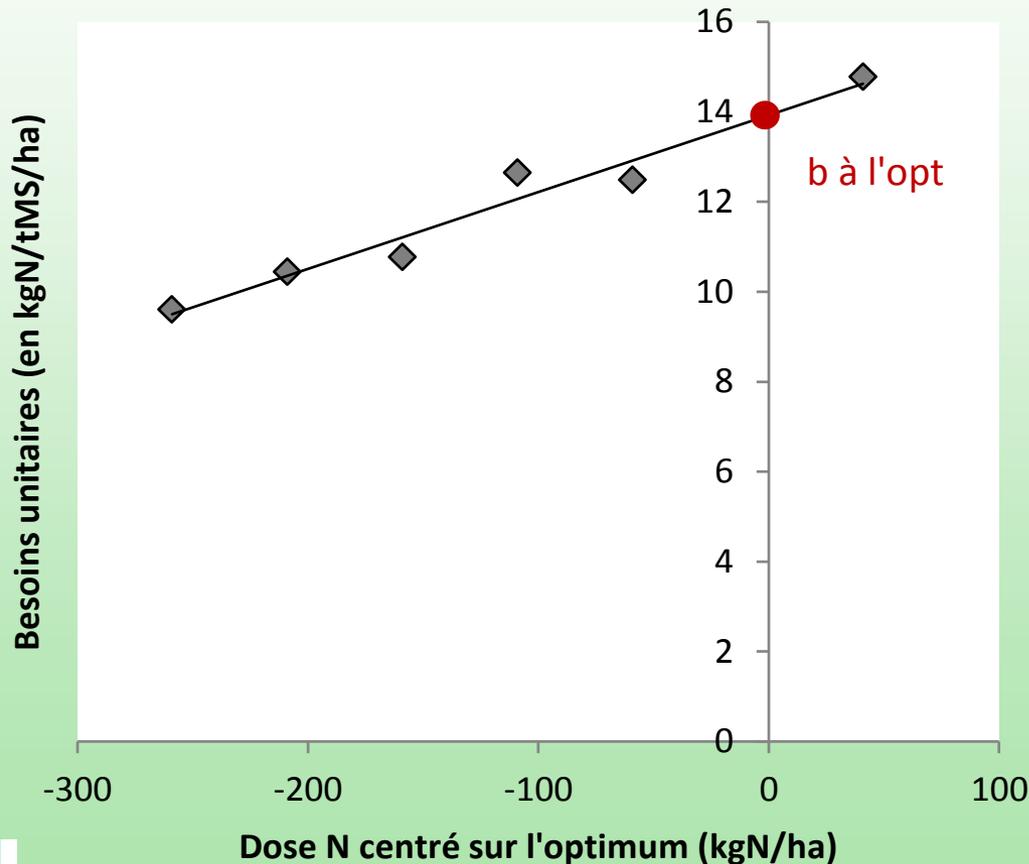
Ajustement statistique d'un modèle quadratique plateau



Ajustement statistique d'un modèle linéaire

Le raisonnement de la fertilisation azotée du maïs fourrage

Le calcul des besoins en azote Validation par l'expérimentation



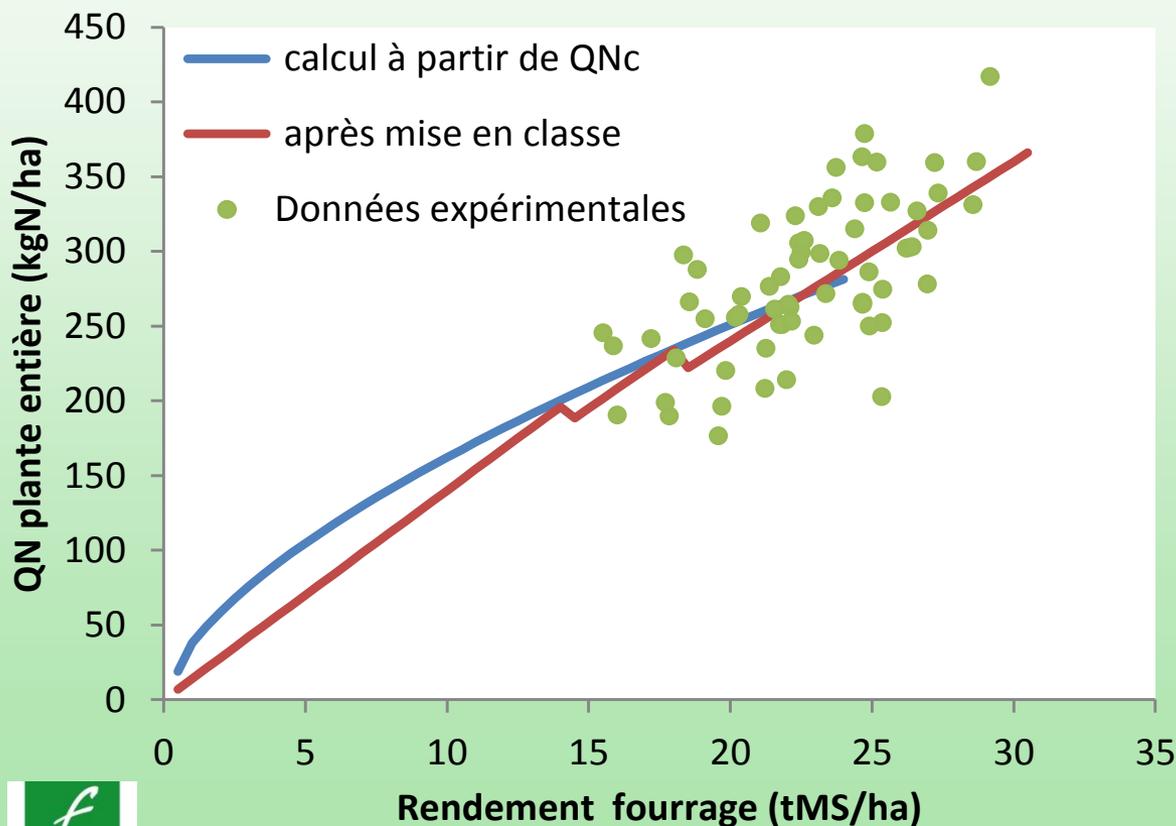
Montans (81), 1999

Les besoins unitaires en azote sont croissants en fonction du niveau de fertilisation azotée (et du rendement). Pour la validation, le « b » à l'optimum a été retenu

Le raisonnement de la fertilisation azotée du maïs fourrage

Le calcul des besoins en azote Comparaison Expe

66 essais toute France,
entre 1983 et 2012



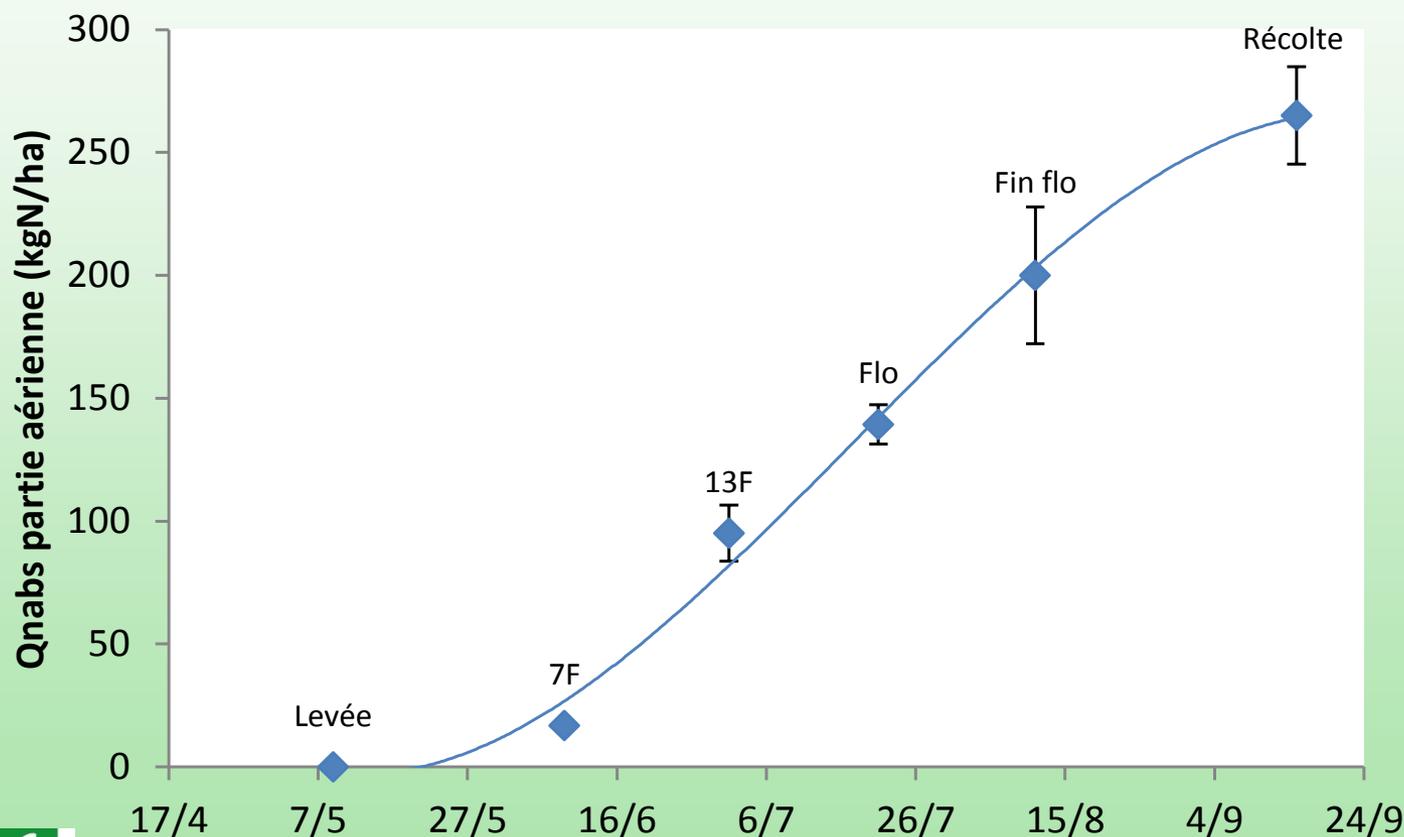
Statistiques :
Biais = -6,3 kgN/ha (2%)
RMSE = 38,9 kgN/ha (14%)
-> un bruit qui peut s'expliquer
par une variabilité génétique
ou environnementale

Limites :
Pas d'essais avec un
rendement optimal inférieur
à 15 tMS/ha

Le raisonnement de la fertilisation azotée du maïs fourrage

Le fractionnement des apports azotés La cinétique d'absorption de l'azote

Le Rheu (35), 2009



Le raisonnement de la fertilisation azotée du maïs fourrage

Le fractionnement des apports azotés

Synchroniser les apports aux besoins de la plante ...
... et aux contraintes techniques

Dose_{semis-4F} = 60 - Reliquats N

Le solde entre 8F (début de la phase d'absorption rapide de l'azote) et **12F**
(début des contraintes techniques pour rentrer dans la parcelle)

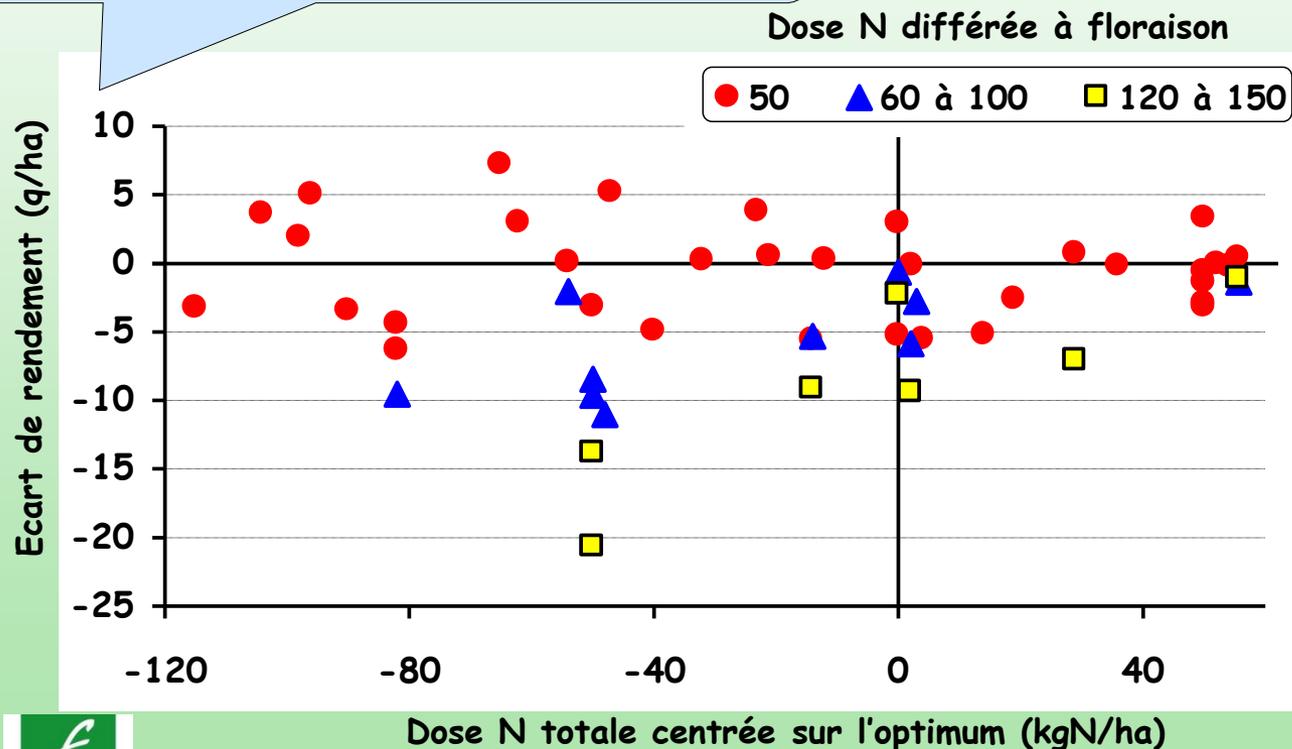
Fractionner les apports supérieurs à 100 kgN/ha

Quid des apports tardifs ?

Le raisonnement de la fertilisation azotée du maïs fourrage

Le pilotage des apports tardifs Intérêt des apports tardifs

écart pour une même dose entre N
« classique » (semis + 6-10 feuilles) et N
« différé » (semis, 6-10 feuilles et floraison)



L'apport d'azote tardif sur
maïs (à la floraison) ne
doit être conçu que
comme le moyen de
corriger une carence en
azote qu'il faut
diagnostiquer

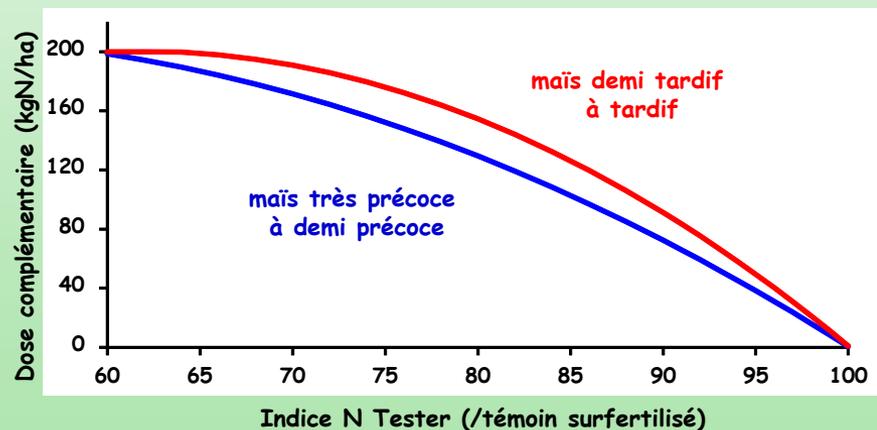
Le raisonnement de la fertilisation azotée du maïs fourrage

Le pilotage des apports tardifs

Les outils de pilotage utilisable sur maïs fourrage

Le N-Tester® :

- Diagnostic pertinent des situations carencées à partir de 15F
- Nécessité de disposer d'une surface étalon surfertilisé en azote
- Impossibilité de quantifier les excès de fertilisation N



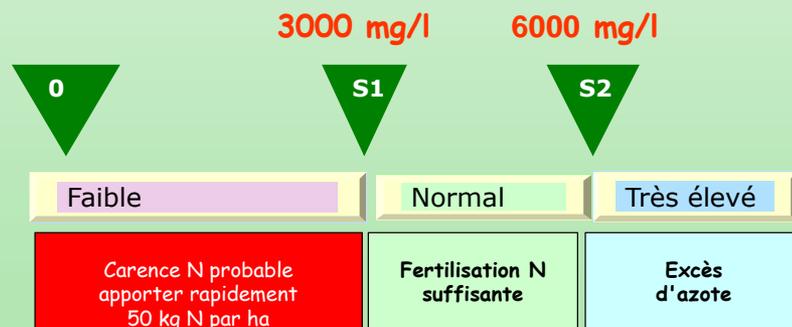
Le raisonnement de la fertilisation azotée du maïs fourrage

Le pilotage des apports tardifs

Les outils de pilotage utilisable sur maïs fourrage

JUBIL[®] :

- La teneur en nitrate du jus de base de tiges permet le diagnostic de l'état de nutrition azotée du maïs
- Diagnostic pertinent des situations surfertilisées
- Diagnostic moins fiable dans le domaine de la carence N
- Ne permet pas de moduler la dose N complémentaire



Conclusions

- **L'azote est un facteur de production de premier ordre pour le maïs fourrage** -> une sous-fertilisation de 50 kgN/ha entraîne en moyenne une perte de 5% du rendement et de 5% de la MAT
- **L'utilisation des références des besoins unitaires en azote (« b ») ont été validées** sur la base d'une synthèse pluriannuelle
- **Le fractionnement des apports d'engrais minéraux, doit permettre de synchroniser les apports avec les besoins de la culture**
- **Une fertilisation tardive** est possible, si fertigation ou enjambeur, mais qui ne **doit être conçue que comme le moyen de corriger une carence en azote qu'il faut diagnostiquer à l'aide d'outils de pilotage** (par exemple N-Tester ou Jubil)