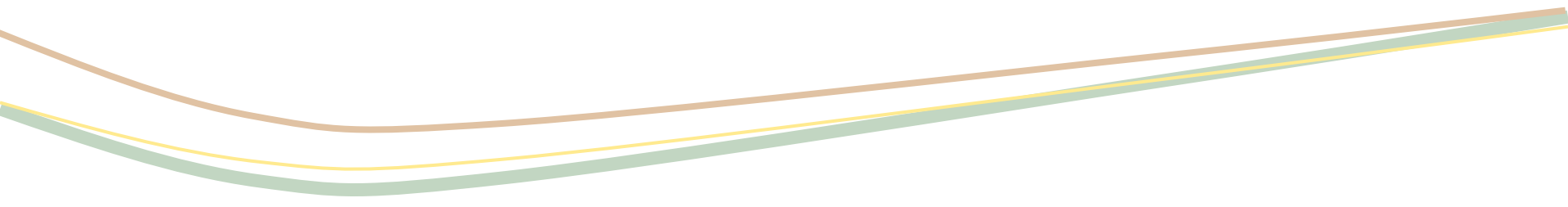


Nouvelle Réglette azote colza[®] :

évolution de la règle de décision pour le calcul
de la fertilisation azotée du colza d'hiver

A. Baillet, L. Champolivier, F. Flenet, D. Wagner
CETIOM - Novembre 2014



Plan

- Evolutions attendues
- Formalisme et paramétrage
 - Ecriture de la méthode du bilan
 - Paramètres
- Evaluation multicritère et choix des paramètres en fonction du niveau de risque
- Récapitulation des paramètres

Pourquoi faire évoluer la règle de décision sur le calcul de la fertilisation azotée du colza d'hiver mise au point en 1998 ?

Evolutions attendues

- **1998 : Première Réglette azote colza**
 - De gros atouts dans le contexte de l'époque...
 - Originalité : prise en compte de la quantité d'azote absorbé à l'ouverture du bilan
 - Simplicité : peu de postes pris en compte et des valeurs forfaitaires
 - ...Mais des lacunes qu'il convenait de combler compte tenu de l'évolution du contexte ...
 - Réglementaire
 - Technique
 - Avec une philosophie inchangée
 - Outil gratuit à la libre disposition de tous les producteurs
 - Principe de la méthode du bilan prévisionnel sans calcul dynamique (tables de valeurs forfaitaires)

Evolutions attendues

→ **Actualiser un certain nombre de paramètres avec des bases de données récentes et étoffées.**

Ce travail de révision s'est appuyé sur :

- 68 essais courbes de réponses à l'azote conduits entre 2008 et 2012,
- 301 mesures d'azote absorbé par le colza à l'entrée de l'hiver (2006-2012) et 1 237 à la sortie de l'hiver (1994-2012),
- les bases de données de reliquats en sortie d'hiver sous colza mises à disposition par nos partenaires (SAS Laboratoire, 4 011 parcelles de 2009 à 2013 ; Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, 1 406 parcelles de 2007 à 2013 ; CAMA pour les craies de Champagne, 1 050 parcelles de 2005 à 2014),
- et les dernières publications du COMIFER (2013).

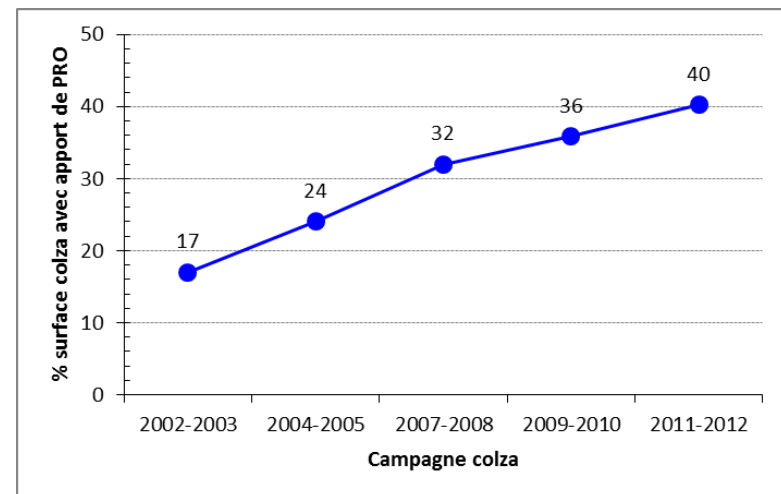
Evolutions attendues

→ Mieux prendre en compte les apports organiques en distinguant les apports réguliers de PRO sur la parcelle et les apports d'été ou d'automne sur le colza.

Près de 40 % des colzas français sont valorisés comme terre d'épandage (enquête CETIOM 2012). Cette évolution est donc majeure et indispensable.

Le groupe azote du COMIFER a publié de nouvelles références en 2013 que nous avons intégrées dans nos travaux.

Evolution de la part de surface de colza avec apport de PRO l'été et/ou l'automne encadrant le semis



Evolution attendues

- Réduire les différences de paramètres entre régions et justifier les différences.
- Intégrer les craies de Champagne dans le référentiel sol pour les départements concernés.
- Prendre en compte les situations particulières telles que le précédent pois protéagineux et les associations de légumineuses à l'implantation du colza (plantes compagnes).

Remarques sur les évolutions attendues

- Les points techniques controversés en régions ont fait l'objet d'une attention particulière. Ce travail de fond sur la révision du paramétrage apporte des réponses.
- Les postes pour lesquels nous n'avons pas de données nouvelles n'évoluent pas. Le paramétrage historique de la Réglette 1998 est conservé.

Révision du formalisme et du paramétrage de la règle de décision

Formalisme

Formalisme : méthode CAU ou additive



La répartition régionale des types d'écriture n'est pas modifiée.

- Dans le Nord-Est, en Auvergne et Rhône-Alpes, l'écriture d'efficacité dite « CAU » est préférée.
- Dans les autres départements, l'écriture du bilan de masse dite « additive » est utilisée.

Bilan additif

$$X = [(b \times y) + R_f] - (P_i + R_i + M + M_{ha} + M_{pro1} + F_{leg} + F_{ass})$$

X : dose d'azote à apporter (kgN/ha)

b : besoin unitaire en kgN absorbé à la fermeture du bilan / q de graines produites (/ha)

y : objectif de rendement (q/ha aux normes)

P_i : quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (kgN/ha)

R_f : quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (kgN/ha)

R_i : quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (kgN/ha)

M : minéralisation nette de l'humus et des résidus de récolte du précédent (kgN/ha) (M_h + M_r)

M_{ha} : fourniture d'azote liée à l'historique d'apport de PRO

M_{pro1} : minéralisation nette de l'azote organique des PRO apportés l'année de la culture avant l'ouverture du bilan (kgN/ha)

F_{leg} : supplément de fourniture d'azote lié à un précédent pois protéagineux (kgN/ha)

F_{ass} : supplément de fourniture d'azote lié à des cultures compagnes (kgN/ha)

*Principe de la méthode du bilan prévisionnel sans calcul dynamique
(tables de valeurs forfaitaires)*

Ecriture d'efficience dite CAU

$$X = (((b \times y) - (P_i + N_p)) / CAU) - (M_{ha} + M_{pro1} + F_{leg} + F_{ass})$$

X : dose d'azote à apporter (kgN/ha)

b : besoin unitaire en kgN absorbé à la fermeture du bilan / q de graines produites (/ha)

y : objectif de rendement (q/ha aux normes)

P_i : quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (kgN/ha)

N_p : fourniture d'azote par le sol pendant la période d'ouverture du bilan (kgN/ha) (P0)

CAU : coefficient apparent d'utilisation (0.8)

M_{ha} : fourniture d'azote liée à l'historique d'apport de PRO

M_{pro1} : minéralisation nette de l'azote organique des PRO apportés l'année de la culture avant l'ouverture du bilan (kgN/ha)

F_{leg} : supplément de fourniture d'azote lié à un précédent pois protéagineux (kgN/ha)

F_{ass} : supplément de fourniture d'azote lié à des cultures compagnes (kgN/ha)

*Principe de la méthode du bilan prévisionnel sans calcul dynamique
(tables de valeurs forfaitaires)*

Postes non pris en compte

Mhp : minéralisation nette due à un retournement de prairies (situation très rare avant colza)

MrCi : minéralisation nette de résidus de culture intermédiaire avant la culture (situation très rare)

Mpro2 : minéralisation nette de l'azote organique d'un PRO apporté après l'ouverture du bilan (pratique rare en colza)

Nirr : quantité d'azote apporté par l'eau irrigation (irrigation rare et avec de faibles volumes sur colza)

Xpro : quantité d'azote de la fraction minérale d'un PRO apporté après la date d'ouverture du bilan (pratique rare en colza)

Fs : fixation symbiotique d'azote atmosphérique par la culture (sans objet pour le colza)

A : apports atmosphériques (négligé)

Fns : fixation non symbiotique d'azote atmosphérique (postulat : perte faible et compensée par Gs)

lx : organisation par voie microbienne aux dépens de l'azote minéral apporté sous forme d'engrais de synthèse ou de fraction minérale du PRO (négligé)

Gx : pertes par voie gazeuse aux dépens de l'engrais minéral (X) et de la fraction minérale du PRO apporté après l'ouverture du bilan (Xpro) (remplacé pour les pertes à partir de X par une grille de risque de volatilisation et une correction de dose associée)

L : pertes par lixiviation du nitrate (négligé dans le cadre d'une fertilisation raisonnée)

Typologie de sols

- **2 types de sols partout en France :**
 - sols superficiels, caractérisés par une faible minéralisation au printemps et une réserve en eau faible, susceptible de limiter le rendement ;
 - sols profonds, caractérisés par une minéralisation moyenne à élevée au printemps et une bonne réserve en eau ne limitant pas (ou peu) le rendement.
- **Un troisième type de sols en Champagne-Ardenne**
 - sols de craie de Champagne, caractérisés par une minéralisation printanière moyenne et bonne réserve en eau ne limitant pas (ou peu) le rendement, même en situation de Pi faible

Objectif de rendement

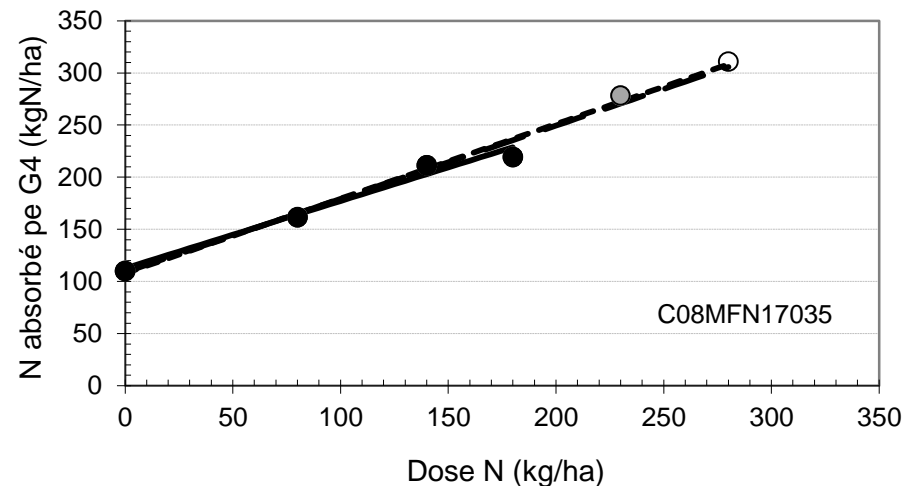
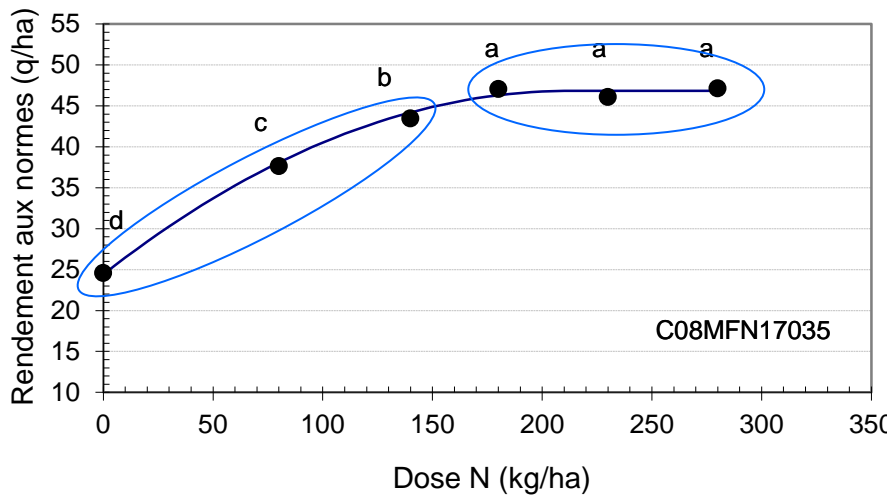
- Zones vulnérables : définition figurant dans les Arrêtés préfectoraux
- Ailleurs : moyenne des rendements réalisés en colza sur l'exploitation au cours des 5 dernières campagnes successives, si possible pour des conditions comparables de sol et de précédents de culture, en excluant la valeur minimale et la valeur maximale.

Plafonds d'objectif de rendement en fonction du poids de matière fraîche aérienne à la sortie de l'hiver (avertissement

Gamme de biomasse fraîche aérienne	Sols superficiels	Sols profonds	Sols de craie de Champagne
$PV \leq 200 \text{ g/m}^2$	$\leq 35 \text{ q/ha}$	$\leq 40 \text{ q/ha}$	$\leq 40 \text{ q/ha}$
$200 \text{ g/m}^2 < PV < 400 \text{ g/m}^2$	$\leq 40 \text{ q/ha}$	$\leq 45 \text{ q/ha}$	$\leq 45 \text{ q/ha}$
$PV \geq 400 \text{ g/m}^2$	pas de plafond autre que le besoin		

Besoin unitaire (b)

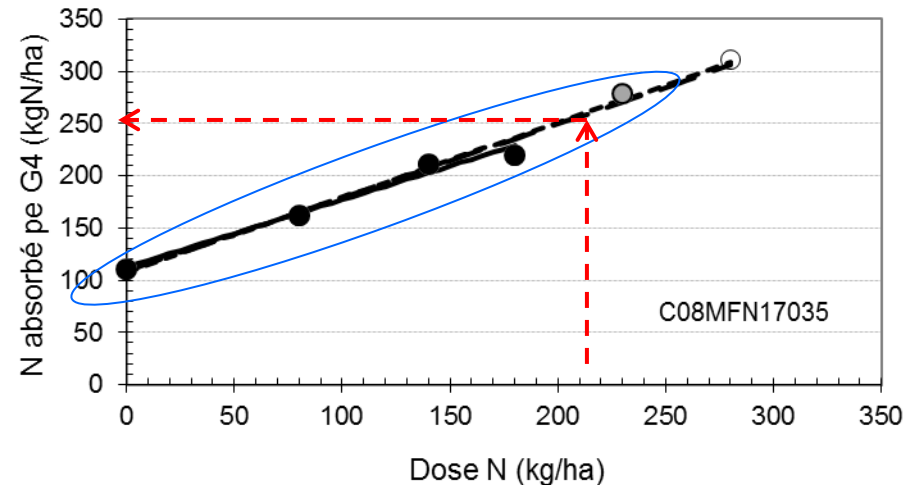
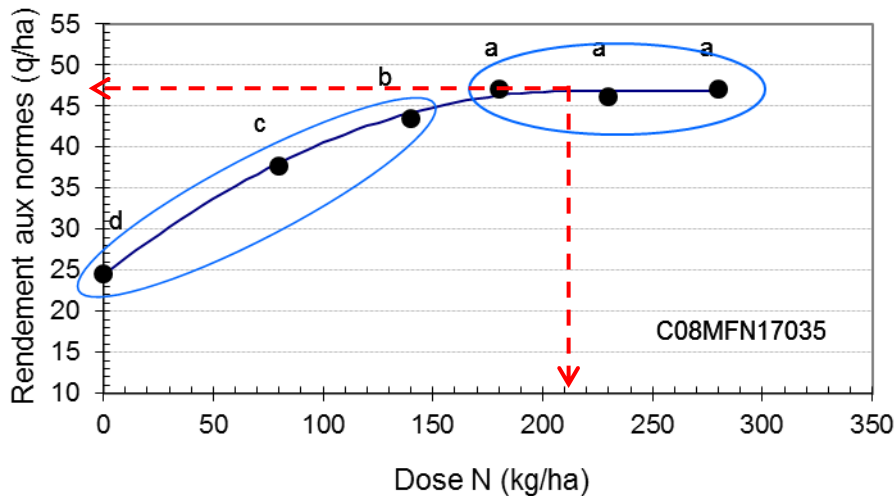
- Le besoin unitaire « b » correspond à la quantité d'azote que la culture doit absorber à maturité dans l'ensemble de ses organes (parties racinaires + parties aériennes dont graines) pour produire 1 q/ha de graines aux normes. Ce besoin unitaire est calculé à l'optimum de fertilisation azotée vis-à-vis du rendement.**



Test Student-Newman-Keuls au seuil de 10 %

Besoin unitaire (b)

- Le besoin unitaire « b » correspond à la quantité d'azote que la culture doit absorber à maturité dans l'ensemble de ses organes (parties racinaires + parties aériennes dont graines) pour produire 1 q/ha de graines aux normes. Ce besoin unitaire est calculé à l'optimum de fertilisation azotée vis-à-vis du rendement.



Test Student-Newman-Keuls au seuil de 10 %

Rendement max : 46,8 q/ha

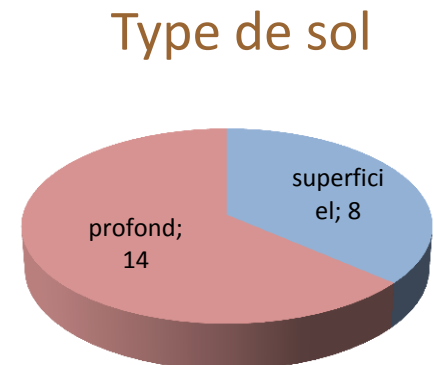
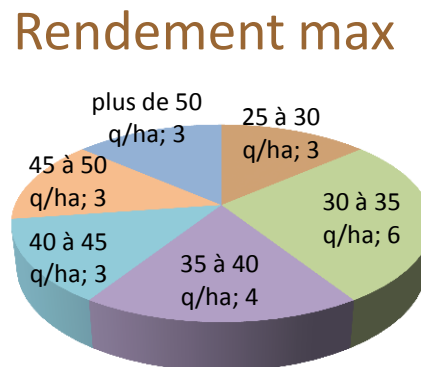
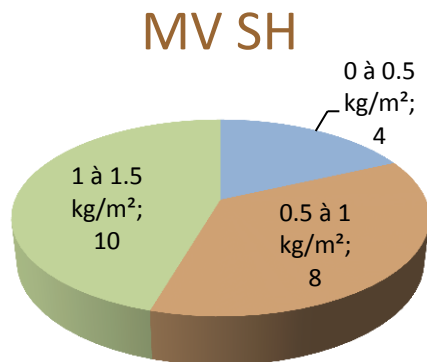
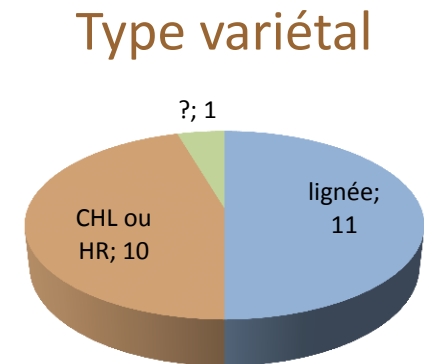
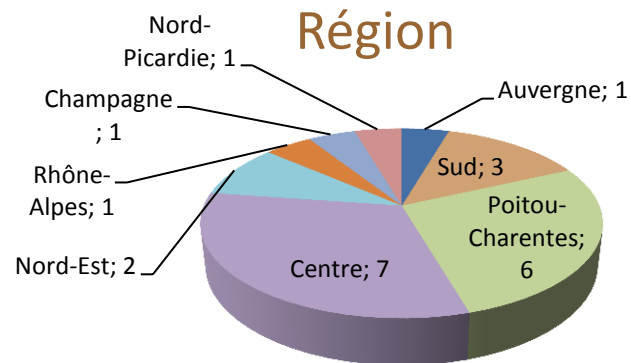
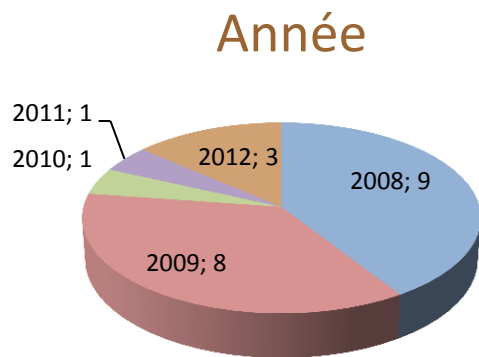
Azote absorbé plante entière à G4 pour atteindre le rendement max : 250 uN

Besoin unitaire : $250 / 46,8 = 5,3 \text{ uN} / \text{q}$

Besoin unitaire (b)

- 22 essais répondent aux exigences du calcul du besoin unitaire.

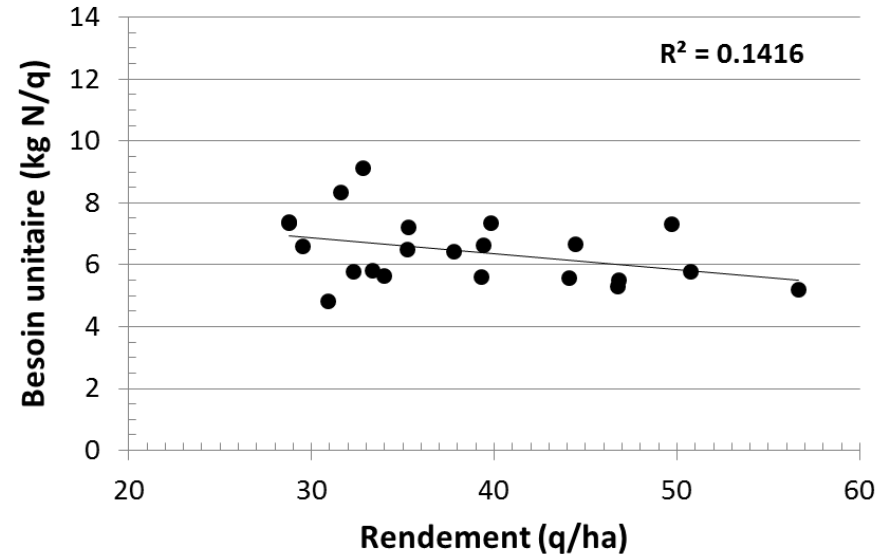
Effectifs pour quelques types de segmentation de la base de données retenue pour l'estimation du besoin unitaire



Besoin unitaire (b)

Une relation négative de « mauvaise qualité » entre le besoin unitaire et le rendement maximal :

- Le coefficient de détermination de la droite de régression est très faible (0,14).
 - La pente négative est très fortement influencée par 3 points (2 points à gauche dans la partie haute du nuage et le point plus à droite).
- **Nous préférons considérer que le besoin est indépendant du rendement.**



Pas d'identification d'un effet régional sur la valeur du besoin :

→ **Nous proposons une seule valeur nationale.**

Besoin unitaire (b)

Une variabilité de la valeur du besoin unitaire dont il faut tenir compte :

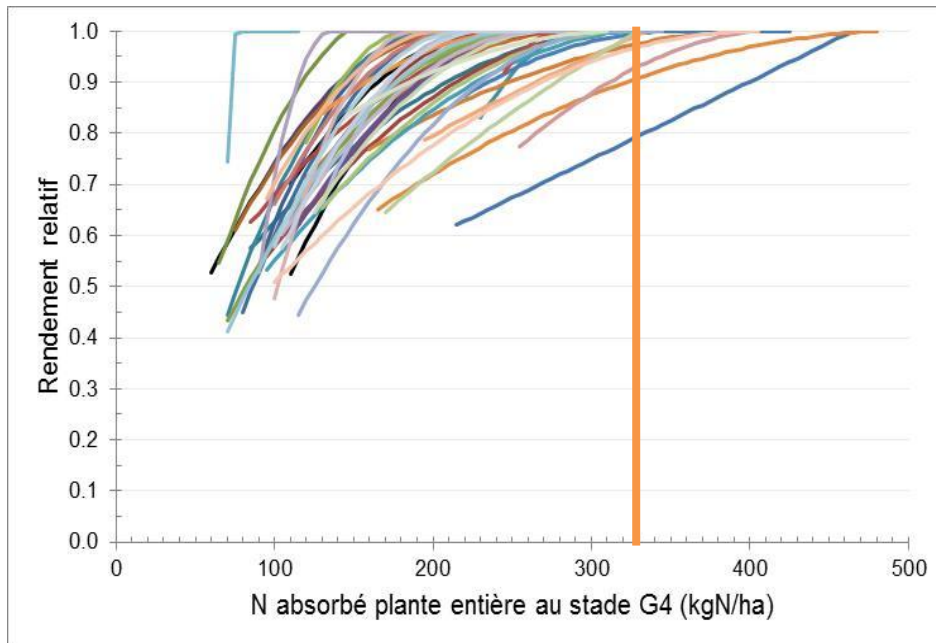
Les valeurs de besoin unitaire présentent une dispersion forte (4.82 à 9.13). Le choix de la médiane (décile 5) fait prendre un risque important de surestimation (50 %) ou de sous-estimation (50 %) de ce besoin. Différents niveaux de risque ont été testés en utilisant les déciles 1, 3, 5, 7 et 9 dans différents scénarios de paramétrages (voir partie évaluation).

A noter : Les valeurs des déciles 5 et 7 sont proches des valeurs de besoin diffusées jusqu'à maintenant (6,5 et 7).

	Besoin unitaire "b" (kgNabsG4/q)
décile 1	5.30
décile 3	5.68
décile 5	6.45
décile 7	7.05
décile 9	7.37

Plafonnement du besoin (b.y)

- **Au-delà d'une certaine quantité d'azote absorbé, le rendement ne progresse plus.** Il convient donc de définir un **plafond de besoin**.
- **45 essais sont valorisés** pour définir le plafond d'azote absorbé (mesure N absorbé au stade G4 et identification d'un rendement maximum par ajustement mathématique).



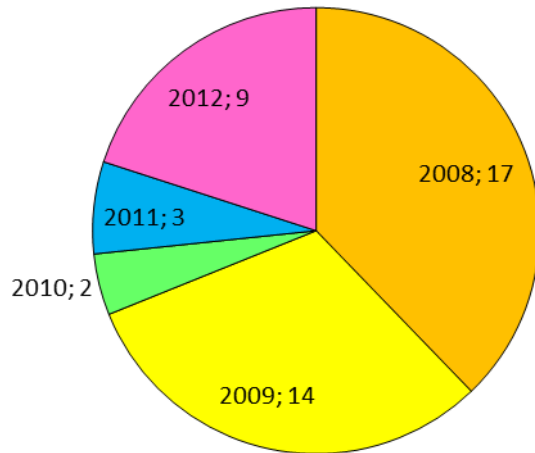
NabsG4 (kgN/ha)	Fréquence d'atteinte du rendement max
200	0.18
250	0.42
280	0.60
290	0.64
300	0.69
310	0.73
320	0.78
330	0.84
340	0.87
350	0.87
360	0.89

→ On retient **330 kgN/ha** comme valeur **plafond de besoin (b.y)**
si $b.y \leq 330$ kgN/ha alors besoin = b.y, sinon besoin = 330 kgN/ha

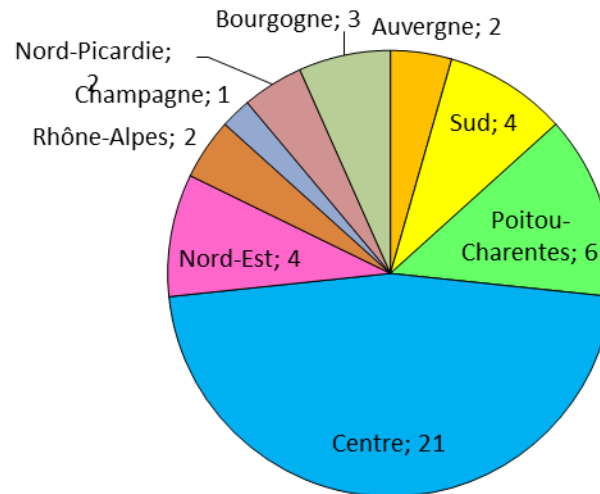
Plafonnement du besoin (b.y)

- Principales caractéristiques des 44 essais retenus

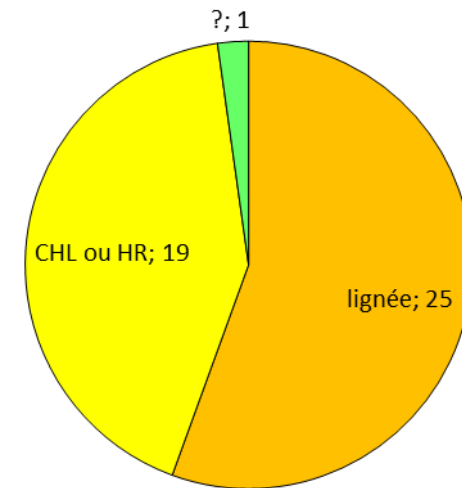
Année



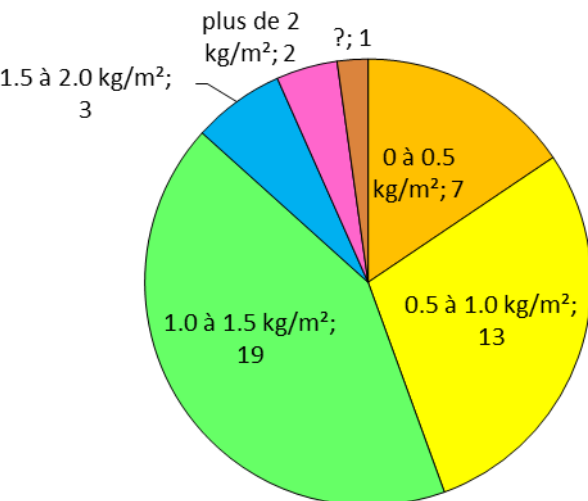
Région



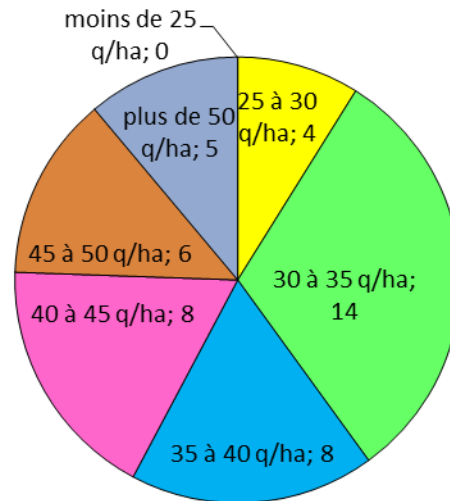
Type variétal



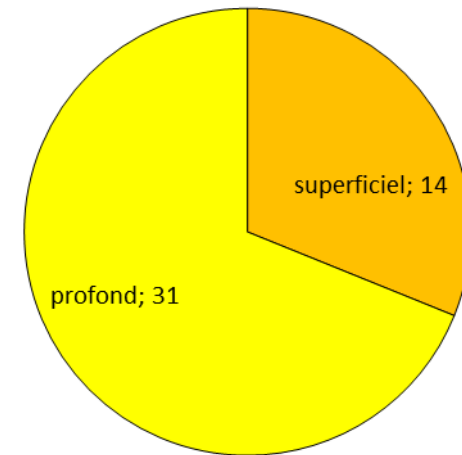
MV SH



Rendement max



Type de sol



Reliquat final (Rf)

- La révision du reliquat d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan s'appuie sur les références publiées par le COMIFER (2013) issues du paramétrage du logiciel AZOBIL (INRA, 2012).

Rf : Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (kgN/ha)

Épaisseur du sol	Sol léger	Sol limoneux	Sol argileux	Sol de craie
	Arg < 15 %	15 % < Arg < 30 %	Arg > 30 %	
	L < 45%	L > 45%		
	CaCO ₃ < 10 %	CaCO ₃ < 10 %		CaCO ₃ > 40 %
Sol superficiel (0 à 30 cm)	5	10	15	15
Peu profond (0 à 60 cm)	10	15	20	20
Profond (0 à 90 cm)	15	20	30	30
Très profond (0 à 120 cm)	20	30	40	40

Source : AZOBIL © INRA, 2012

- Pour s'adapter au formalisme de la Réglette, ce tableau est simplifié à dire d'expert de la façon suivante :
 - ✓ sols superficiels = sols légers peu profonds à très profonds et sols argileux superficiels
 - ✓ sols profonds = sols argileux profonds et sols limoneux très profonds
 - ✓ sols de craie de Champagne = sols de craie peu profonds à très profonds.

Reliquat final (Rf)

On retient les valeurs médianes suivantes :

Région	Valeurs forfaitaires de Rf en kg N /ha		
	Sols superficiels	Sols profonds	Sols de craie de Champagne
France (hors CAU)	15	30	30

Remarque : Il n'est pas introduit de déclinaison régionale

Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

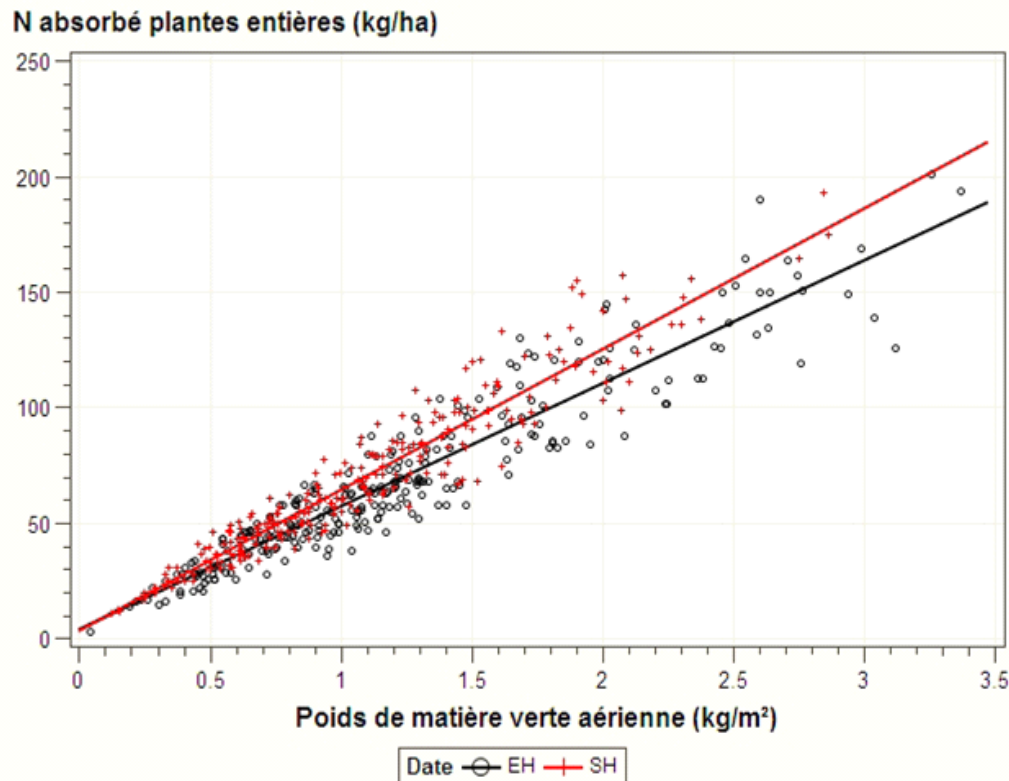
- L'estimateur « poids de matière fraîche aérienne » (*autres dénominations : poids vert, matière verte, biomasse*) est conservé.
- Les coefficients de conversion de la biomasse en azote absorbé par la plante entière (Coeff) ont fait l'objet d'un important travail d'analyse
- Le formalisme de calcul de Pi est modifié pour tenir compte des changements de coefficients et corriger l'ancien formalisme qui considère qu'une partie de l'azote perdu au cours de l'hiver provient des racines.

Différenciation des Coeff EH & SH

La relation entre la quantité d'azote absorbé et la biomasse est différente à l'entrée et à la sortie de l'hiver :

Quelles que soient l'année ou la région, la pente est significativement supérieure à la sortie de l'hiver par rapport à l'entrée de l'hiver.

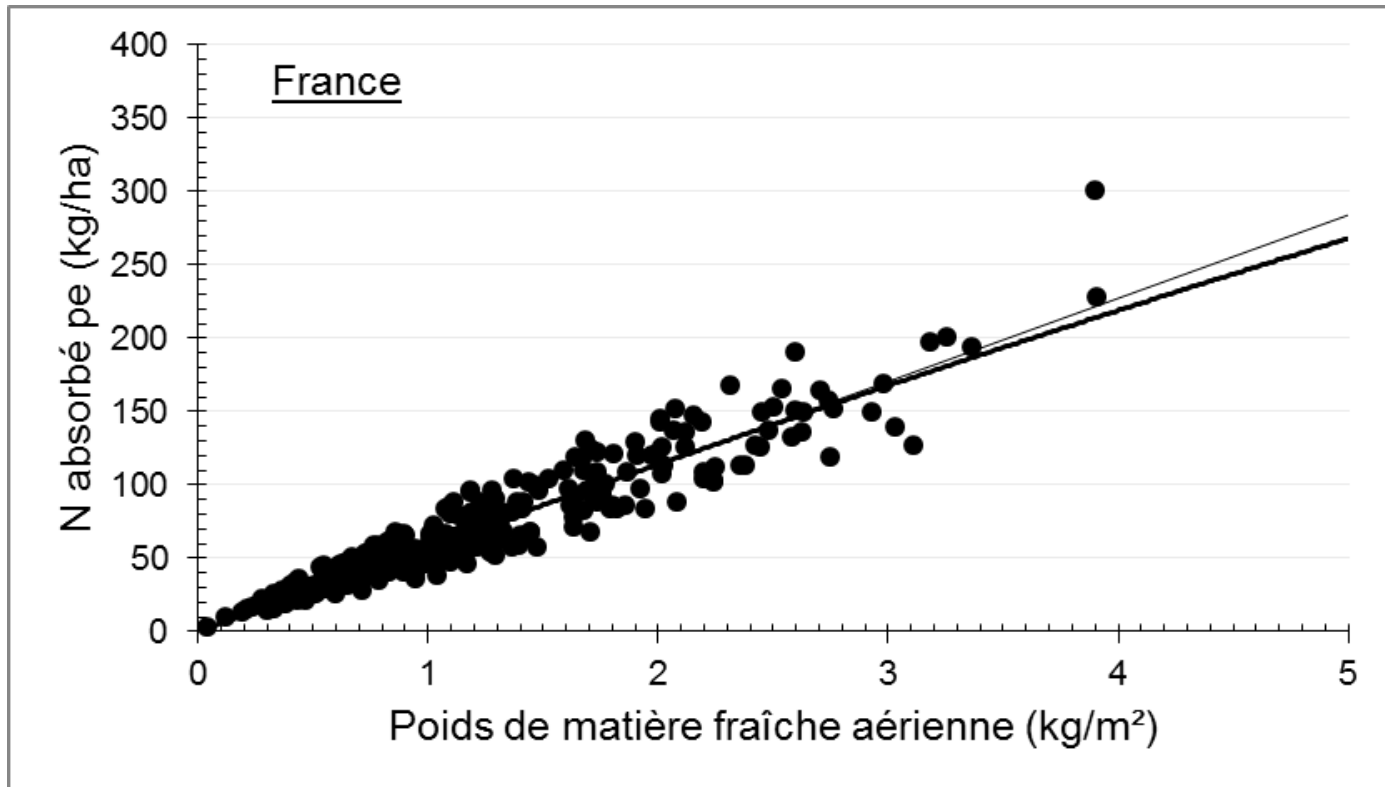
→ Cela nous amène à proposer des coefficients différents à l'entrée et à la sortie de l'hiver, avec $\text{Coeff SH} > \text{Coeff EH}$.



257 parcelles avec
mesures EH et SH
(2006 à 2009)

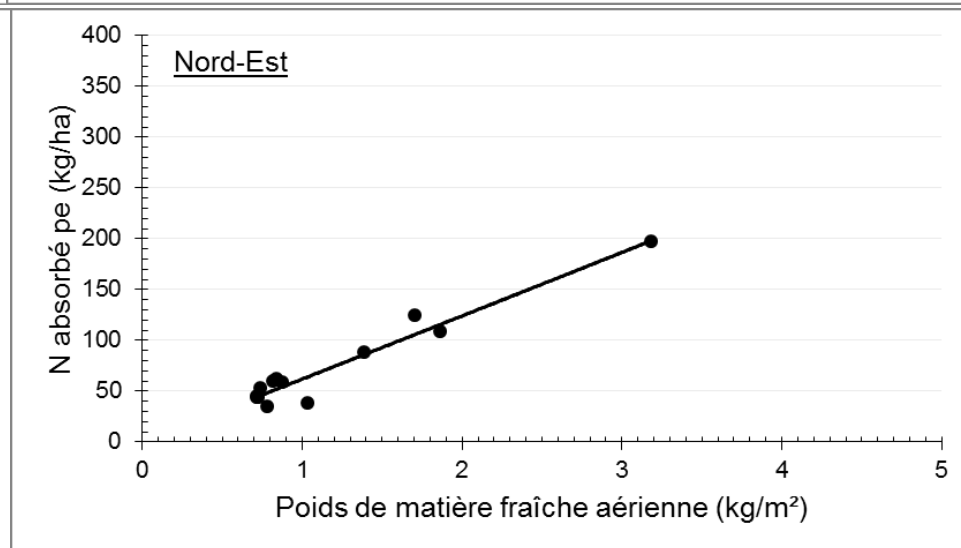
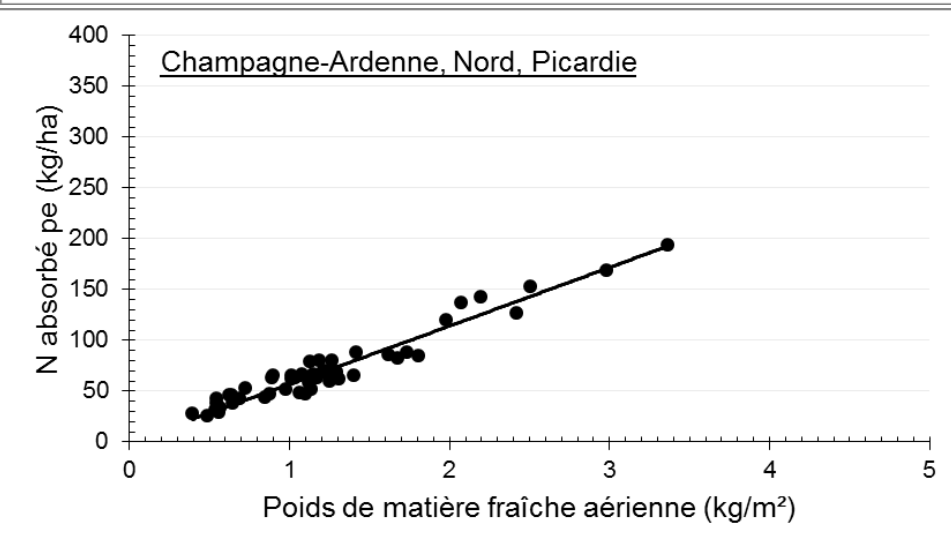
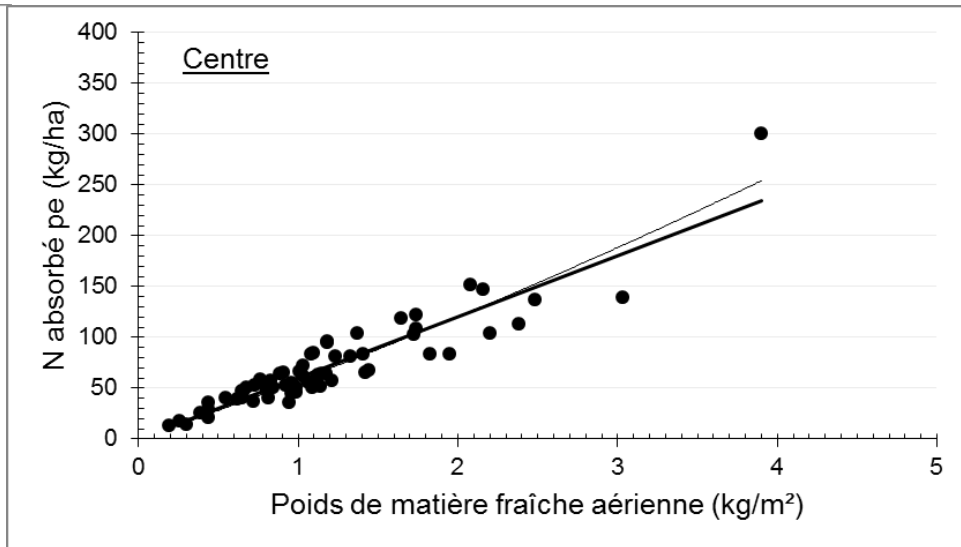
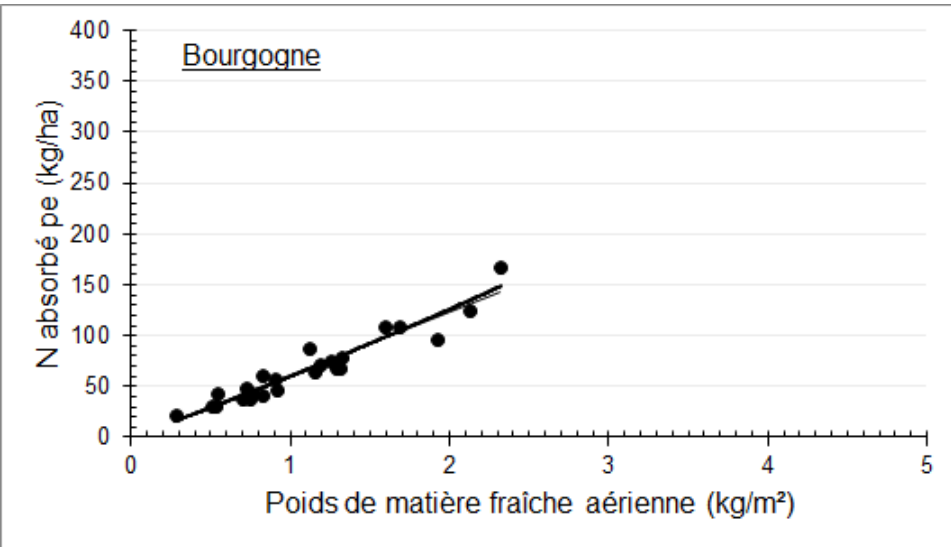
Existe-t-il un phénomène de dilution de l'azote chez les gros colzas qui justifierait une adaptation du Coeff ?

Entrée hiver



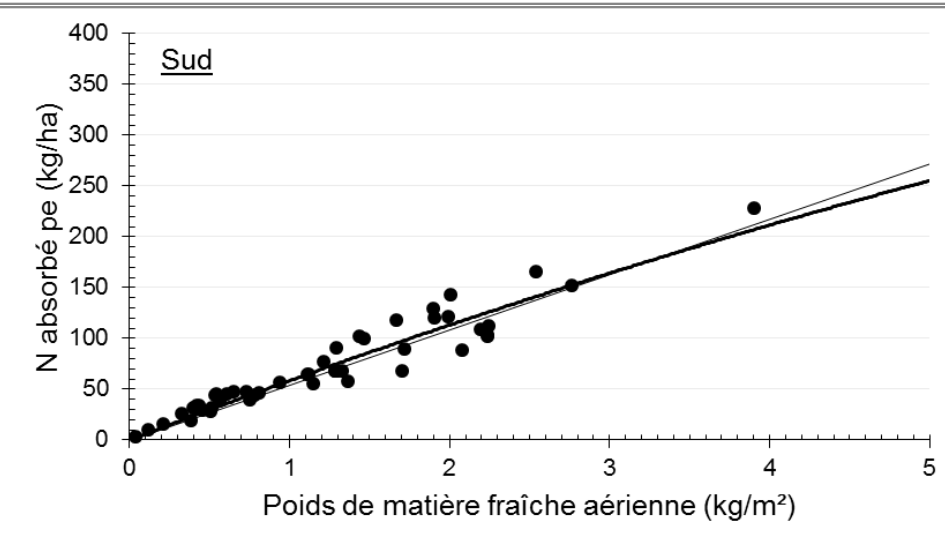
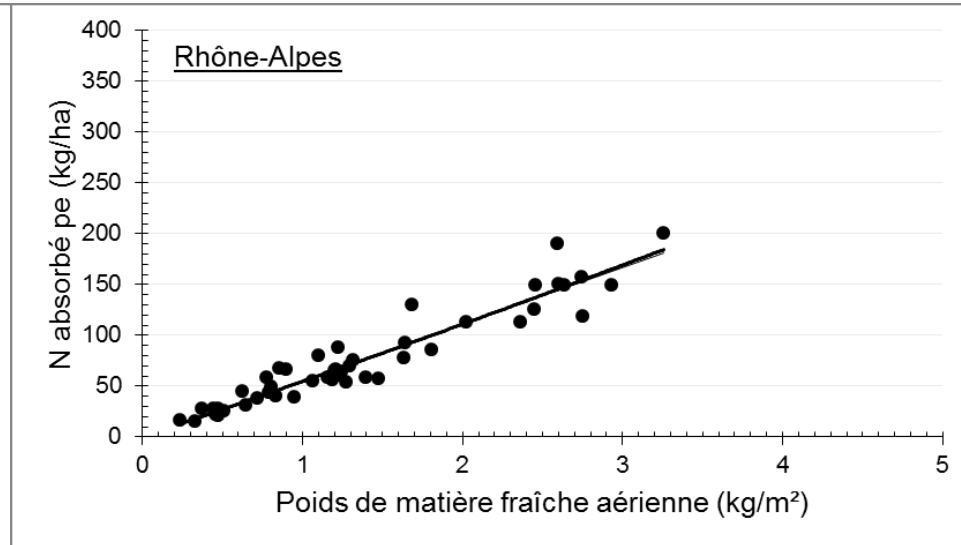
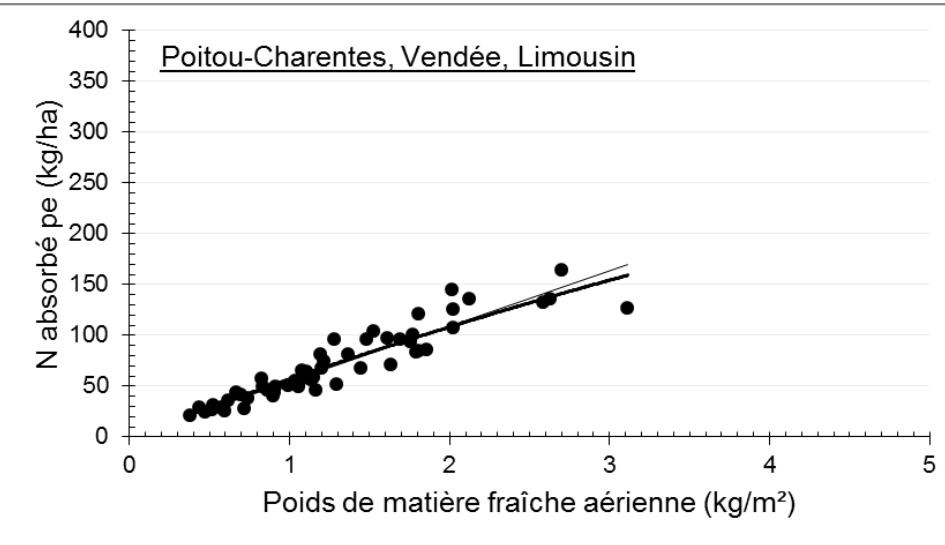
Existe-t-il un phénomène de dilution de l'azote chez les gros colzas qui justifierait une adaptation du Coeff ?

Entrée hiver



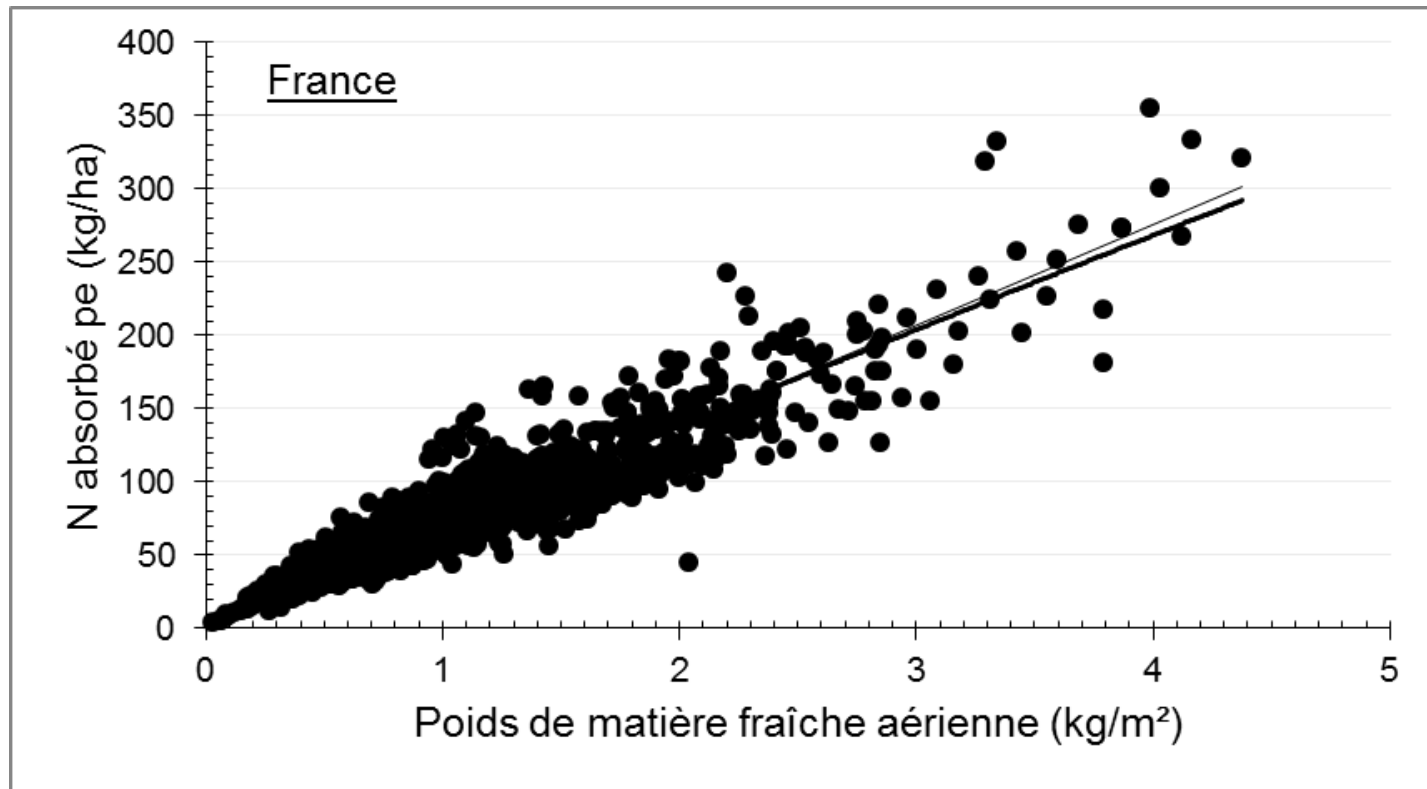
Existe-t-il un phénomène de dilution de l'azote chez les gros colzas qui justifierait une adaptation du Coeff ?

Entrée hiver



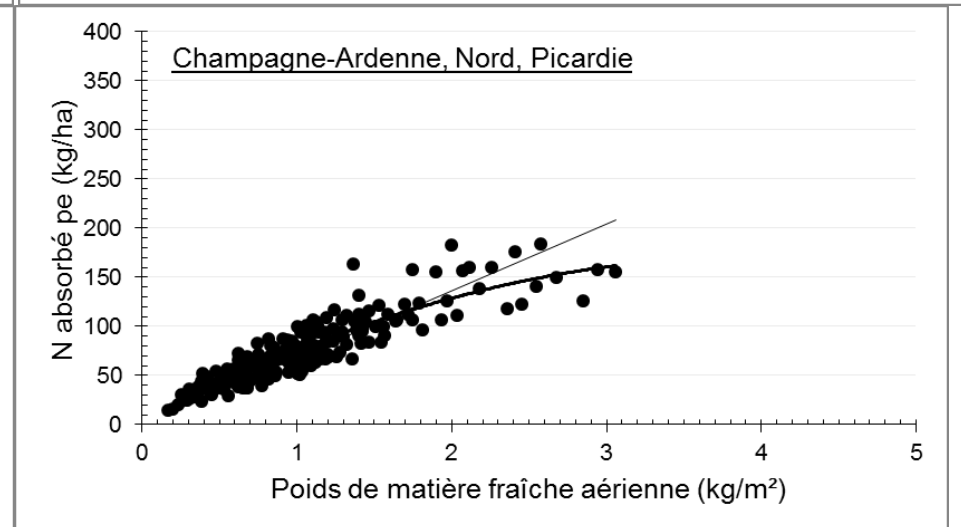
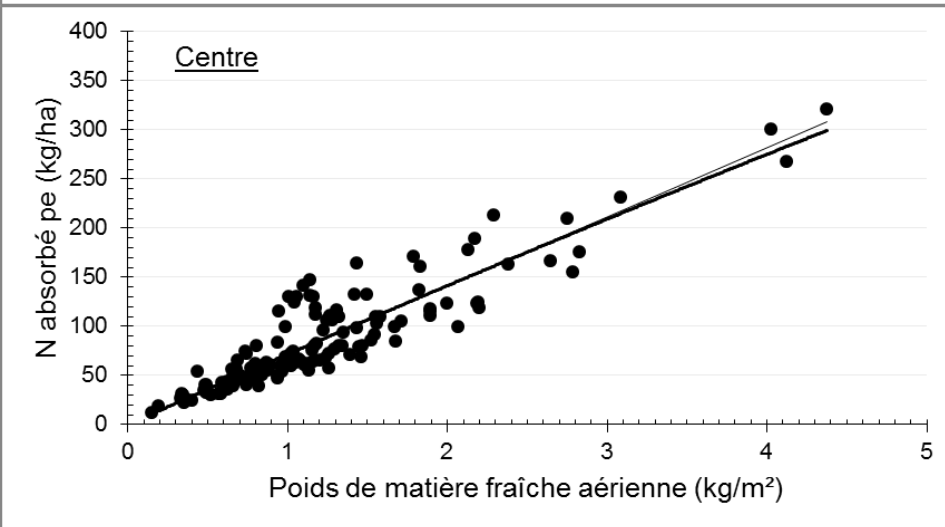
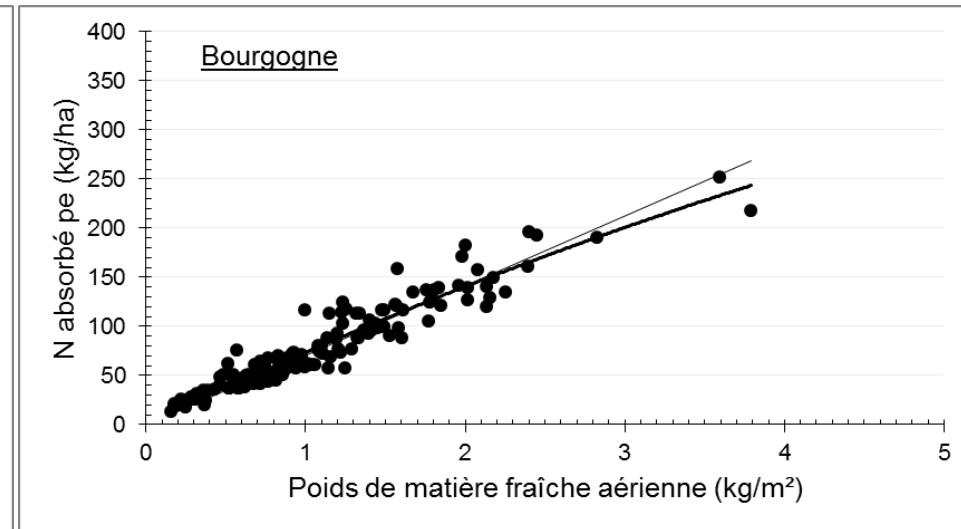
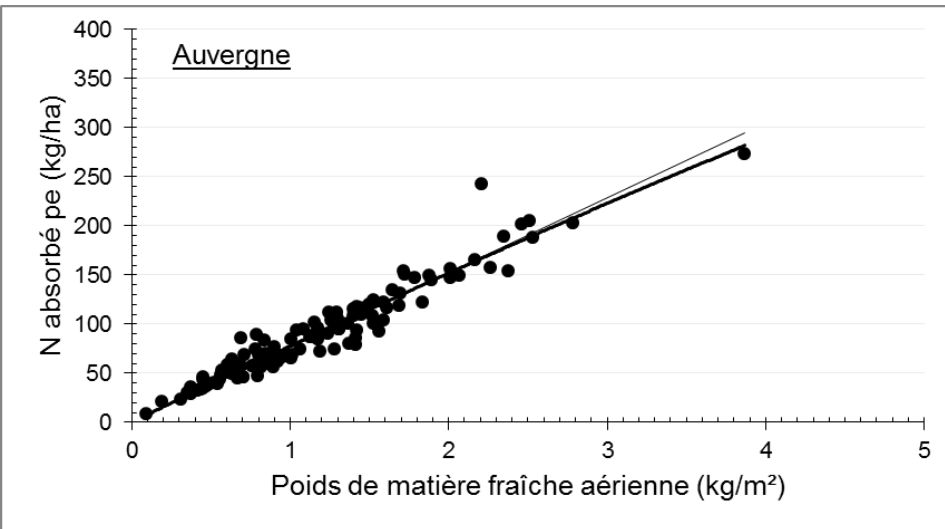
Existe-t-il un phénomène de dilution de l'azote chez les gros colzas qui justifierait une adaptation du Coeff ?

Sortie hiver



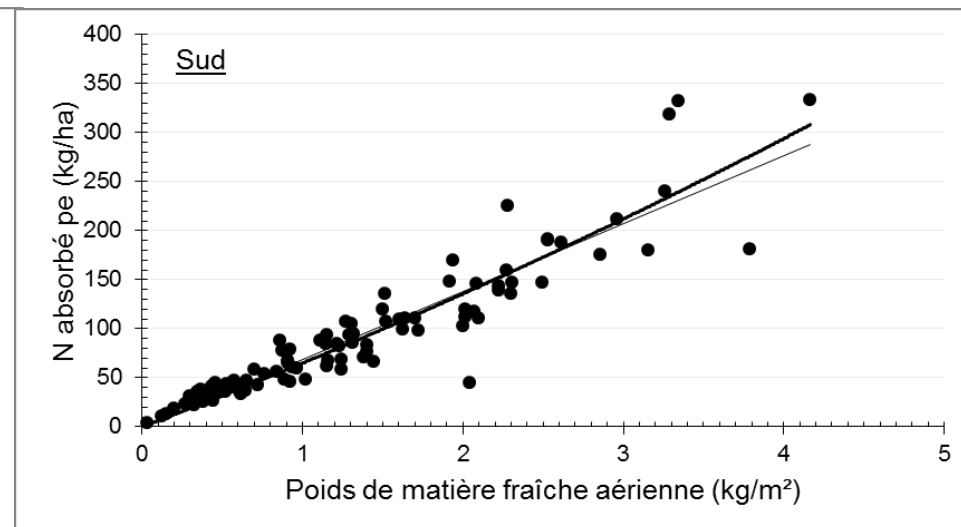
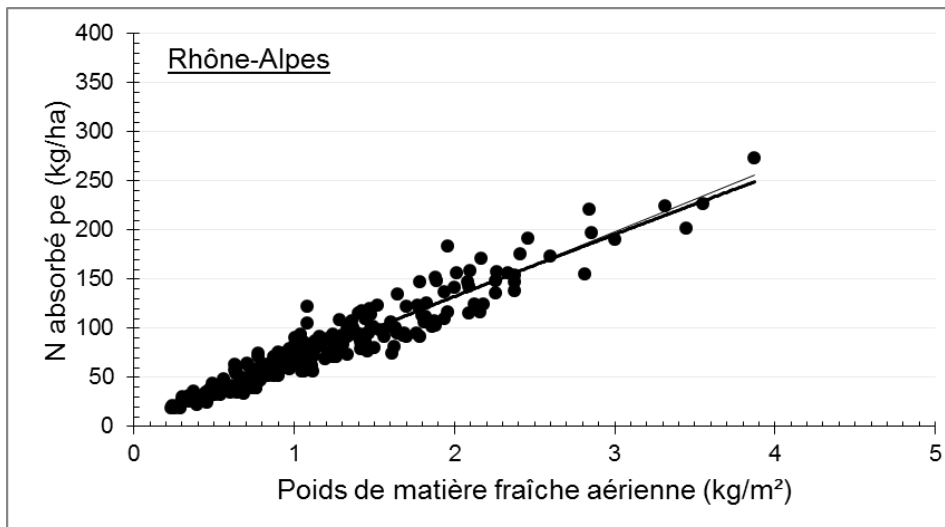
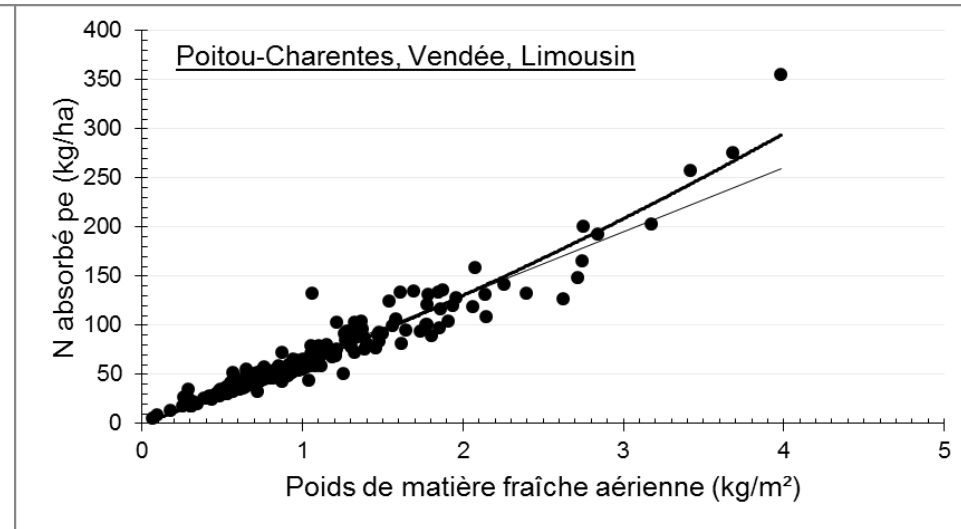
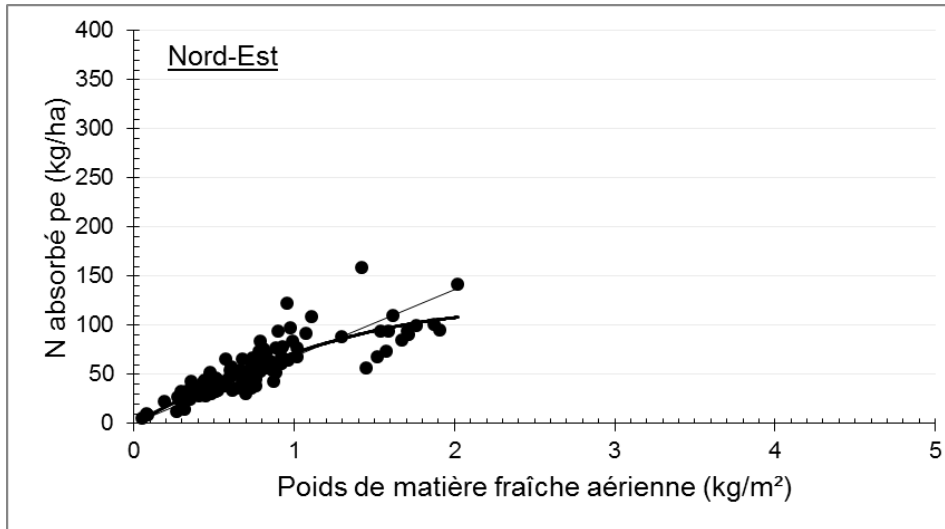
Existe-t-il un phénomène de dilution de l'azote chez les gros colzas qui justifierait une adaptation du Coeff ?

Sortie hiver

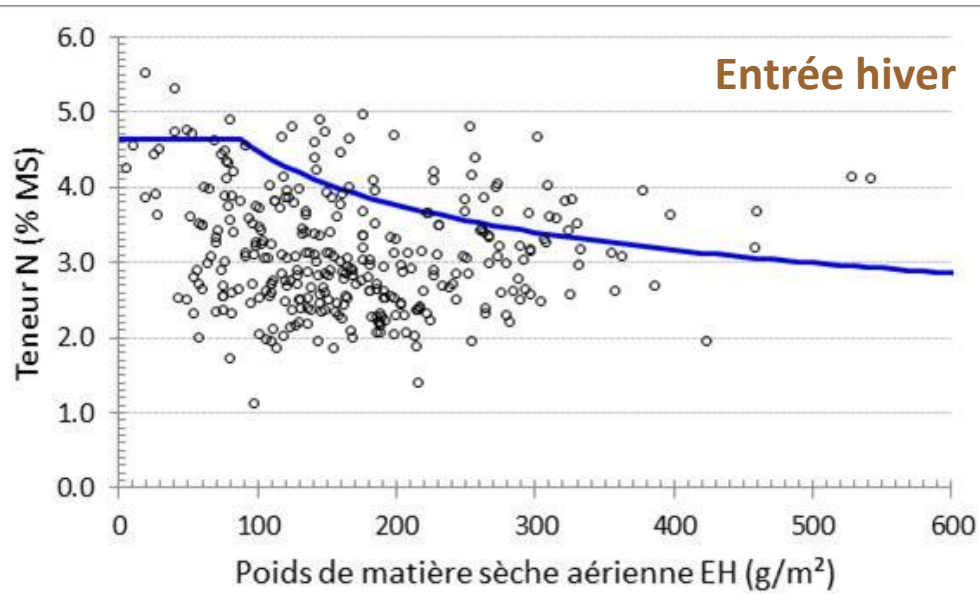


Existe-t-il un phénomène de dilution de l'azote chez les gros colzas qui justifierait une adaptation du Coeff ?

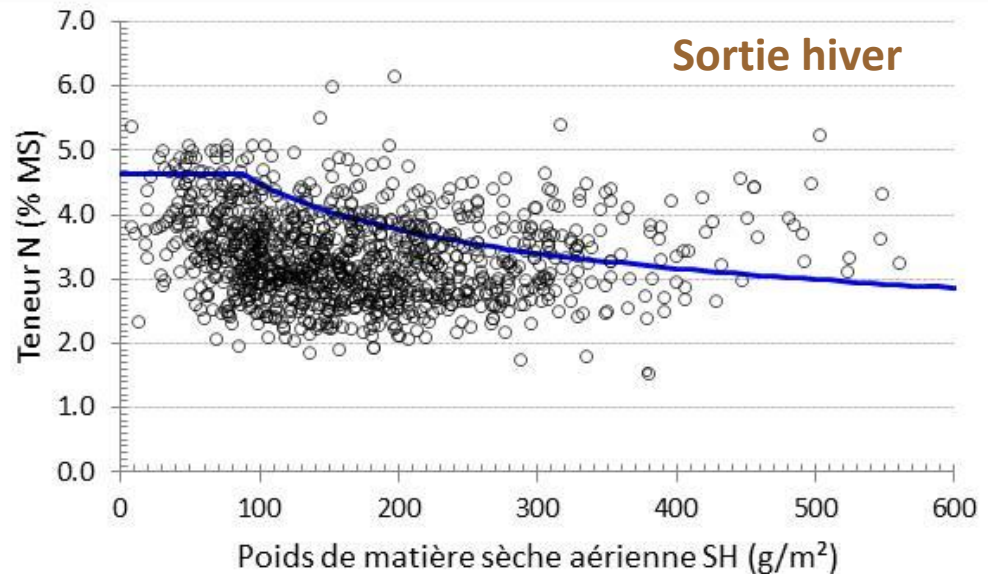
Sortie hiver



Existe-t-il un phénomène de dilution de l'azote chez les gros colzas qui justifierait une adaptation du Coeff ?



Les « petits » colzas sont plus carencés en azote que les « gros » colzas.



Existe-t-il un phénomène de dilution de l'azote chez les gros colzas qui justifierait une adaptation du Coeff ?

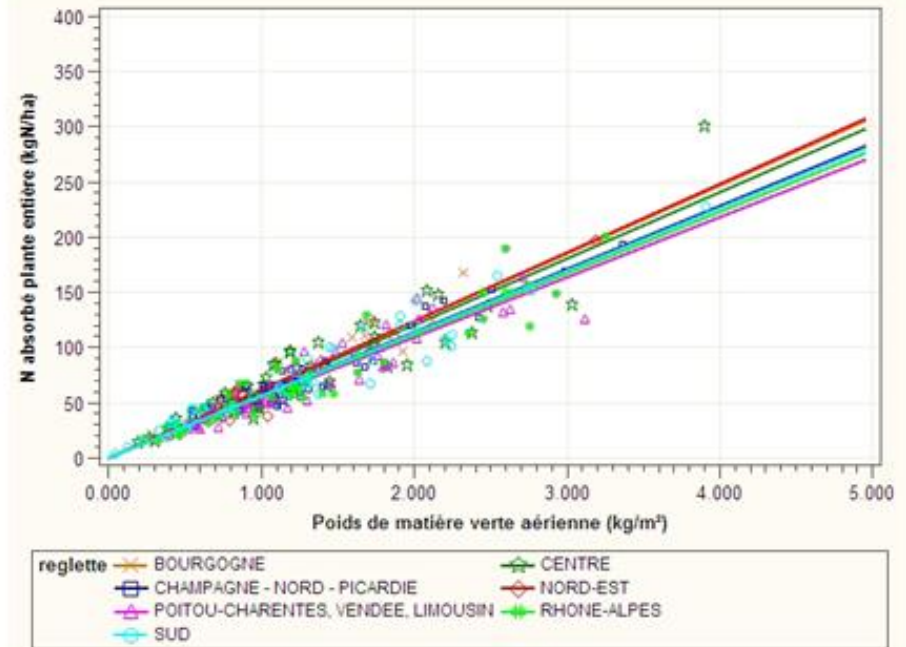
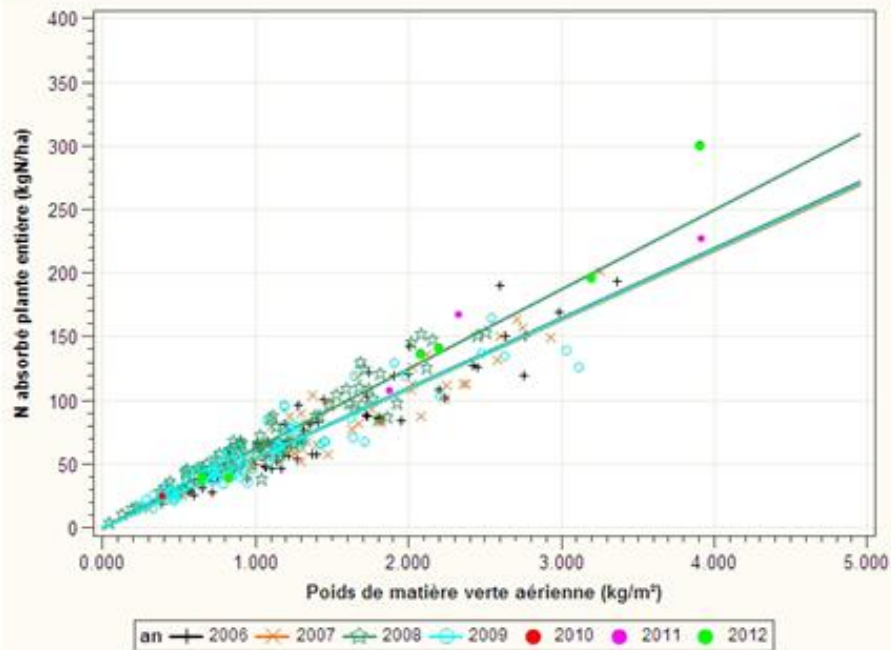
Région	coefficient de détermination (r^2) ENTREE HIVER		coefficient de détermination (r^2) SORTIE HIVER	
	modèle linéaire $y = ax$	modèle quadratique $y = ax^2 + b$	modèle linéaire $y = ax$	modèle quadratique $y = ax^2 + b$
France	0.8916	0.894	0.8643	0.8648
Auvergne	-	-	0.9234	0.9248
Bourgogne	0.9097	0.9131	0.8979	0.9048
Centre	0.8483	0.8547	0.8220	0.8230
Champagne, Nord, Picardie	0.9346	0.9336	0.7414	0.8101
Nord-Est	0.9414	0.9414	0.6453	0.7278
Poitou-Charentes, Vendée, Limousin	0.8664	0.8720	0.9111	0.9238
Rhône-Alpes	0.9042	0.9047	0.9096	0.9103
Sud	0.9272	0.9392	0.8610	0.8650

- Cette absence d'effet de dilution pour les biomasses élevées est confirmée par le positionnement des données sur un graphique qui met en relation la teneur en azote et la biomasse sèche (courbe de dilution de Colnenne, 1998). La stabilité de la teneur en azote observée dans nos données s'explique par des petits colzas davantage carencés en azote que les gros.
- Au vu de ces résultats, **nous préférons la représentation linéaire : le coefficient de conversion de la biomasse aérienne en azote absorbé plante entière est invariable quel que soit le poids vert.**

Coeff EH

Les analyses de variance et les comparaisons de moyennes mettent en évidence une interaction « année x région » qu'il est impossible de prévoir. Le classement régional varie fortement d'une année à l'autre. La variabilité interannuelle est aussi importante que l'effet régional.

→ Cela nous amène à proposer une seule valeur nationale pour le Coeff EH

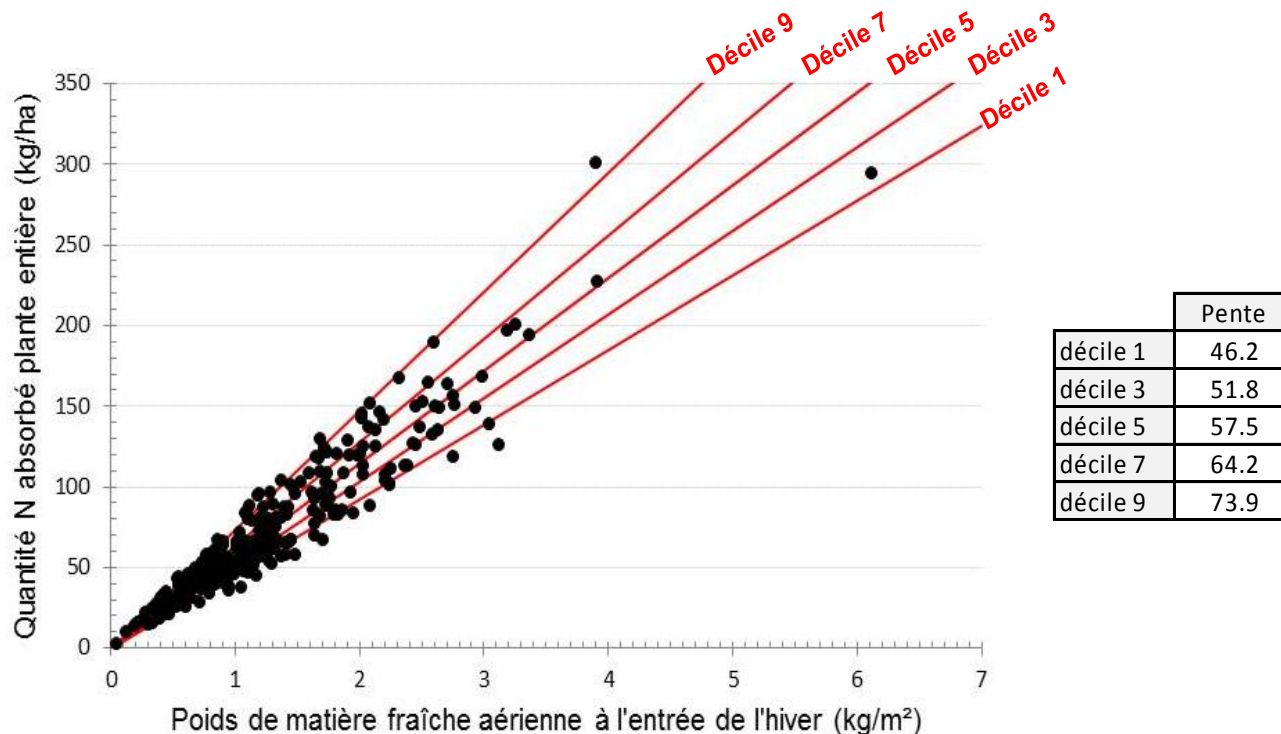


Coeff EH

Une variabilité de la valeur du Coeff EH dont il faut tenir compte :

Compte tenu de la variabilité observée et des différents niveaux de risque de surévaluer ou sous-évaluer la quantité d'azote absorbé à l'entrée de l'hiver, 5 valeurs (déciles) sont retenues pour l'évaluation.

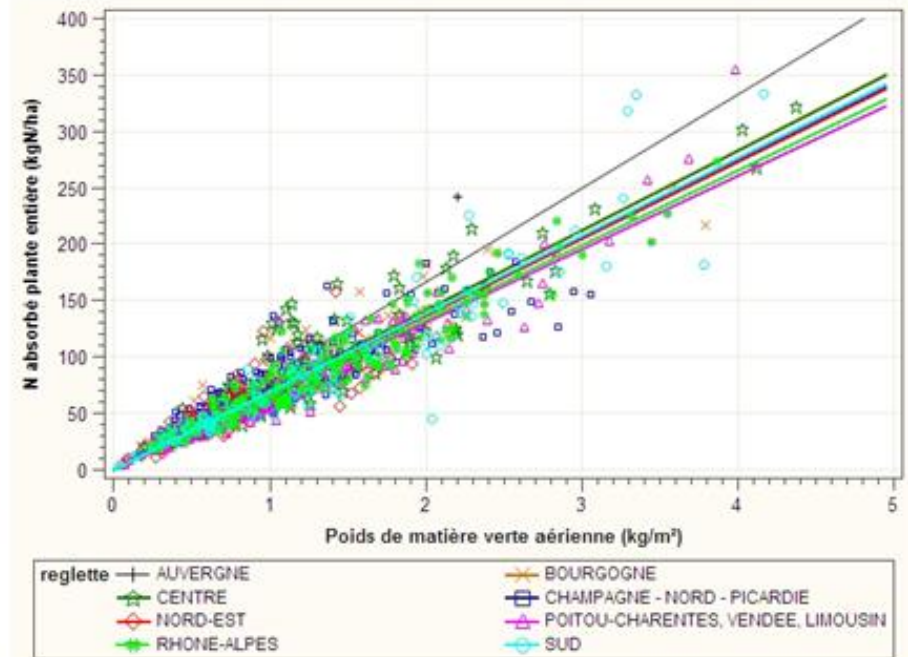
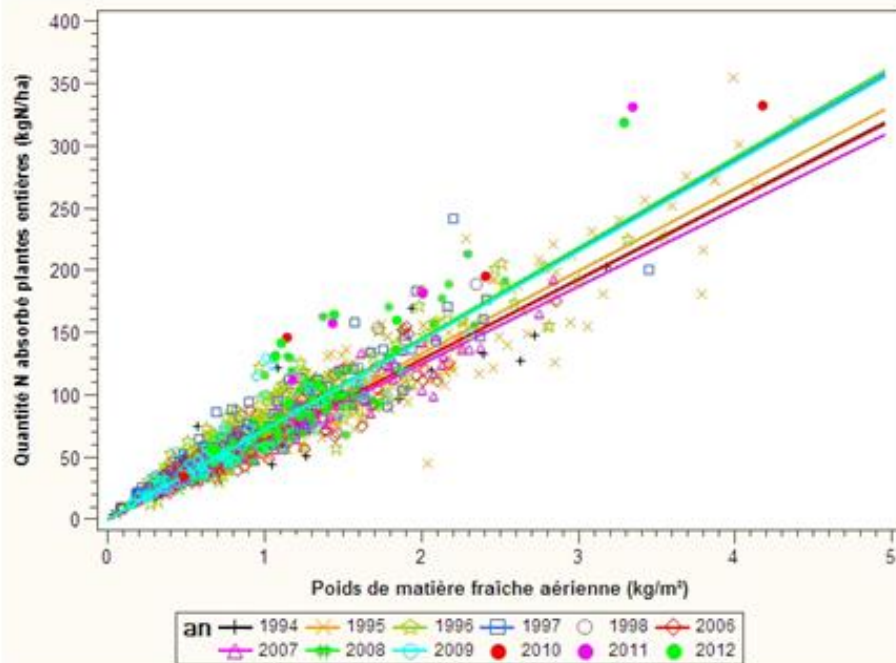
A noter : La valeur médiane est inférieure aux valeurs de Coeff utilisées jusqu'à présent (65, 70, 75)



Coeff SH

Comme pour le Coeff EH, les analyses de variance et les comparaisons de moyennes mettent en évidence une interaction « année x région » qu'il est impossible de prévoir. Le classement régional varie fortement d'une année à l'autre. La variabilité interannuelle est aussi importante que l'effet régional.

→ Cela nous amène à proposer une seule valeur nationale pour le Coeff SH

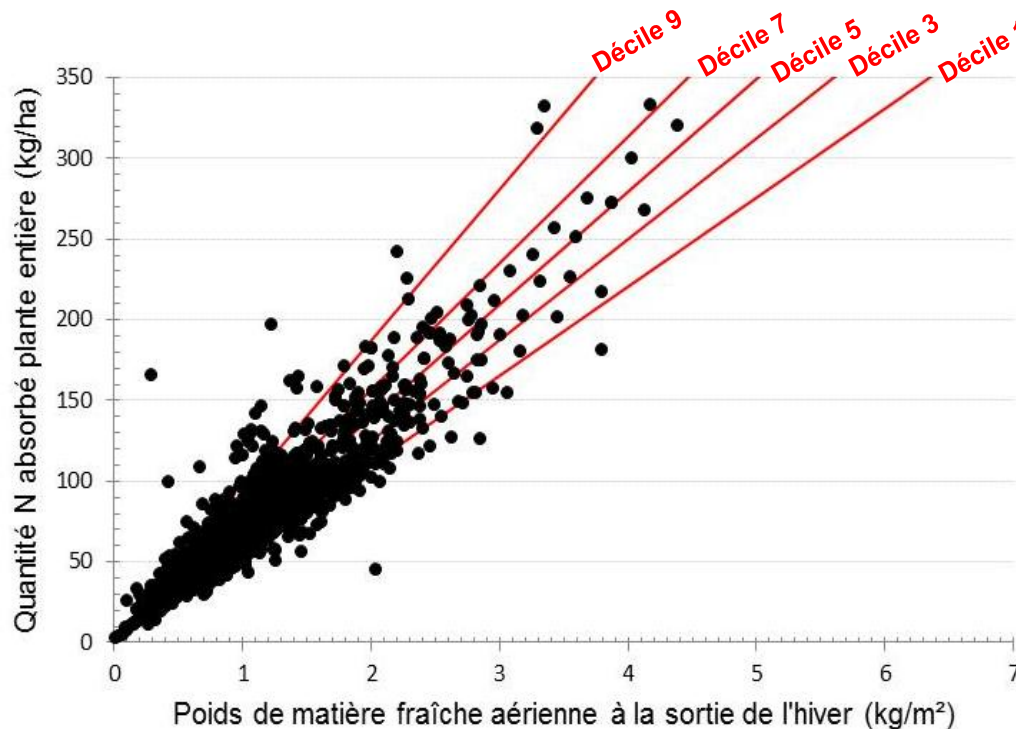


Coeff SH

Une variabilité de la valeur du Coeff SH dont il faut tenir compte :

Compte tenu de la variabilité observée et des différents niveaux de risque de surévaluer ou sous-évaluer la quantité d'azote absorbé à la sortie de l'hiver, 5 valeurs (déciles) sont retenues pour l'évaluation.

A noter : Les valeurs des déciles 5 et 3 sont proches des valeurs de Coeff diffusées jusqu'à maintenant (65 et 70)



	Pente
décile 1	55.3
décile 3	62.7
décile 5	70.0
décile 7	78.6
décile 9	93.8

Pi : prise en compte des feuilles gelées

- La part de l'azote issu des feuilles vertes tombées pendant l'hiver réabsorbée par le colza au printemps reste estimée à 50 % (pas de nouvelles données).
- Le coefficient EH étant inférieur au coefficient SH, la condition du calcul de Pi (azote absorbé plante entière à l'ouverture du bilan) doit porter sur l'azote absorbé ($N_{abs} = MV \times Coeff$) et non plus sur la biomasse (MV) car la perte de poids vert pendant l'hiver n'implique pas nécessairement une diminution de Pi.

Pi : prise en compte des feuilles gelées

- Le formalisme de la Réglette 1998 doit être modifié pour ne prendre en compte que la part de l'azote issu des feuilles vertes tombées pendant l'hiver. Seules les parties aériennes sont prises en compte grâce à la division par 1,35 de l'écart d'absorption sur plantes entières.
- D'où le formalisme suivant, avec $N_{abs} = MV \times \text{Coeff}$:

Si $N_{abs} SH > N_{abs} EH$, alors $Pi = N_{abs} SH$

Sinon $Pi = N_{abs} SH + (1/2 (N_{abs} EH - N_{abs} SH) / 1.35)$

Part de l'azote réabsorbé
(50 %)



Ecart d'absorption dans les
parties aériennes

1,35 = coefficient racinaire

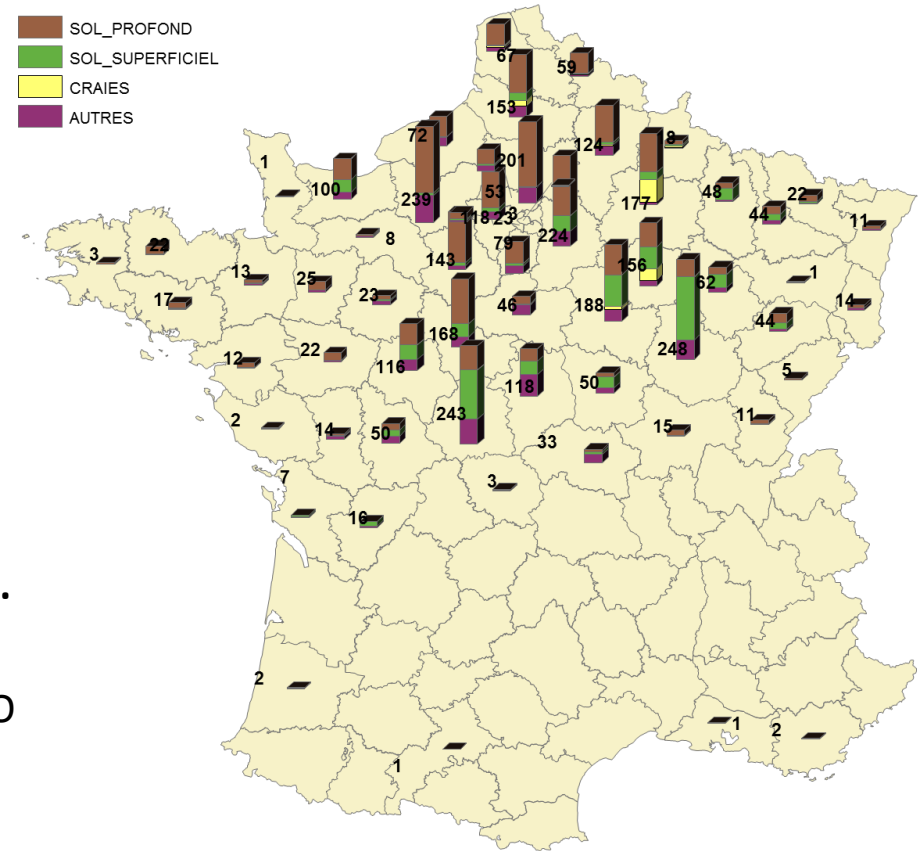
Reliquat initial (Ri)

Trois bases de données mobilisées :

SAS Laboratoire (4 011 parcelles - 2009 à 2013), CA 28 (1 406 parcelles – 2007 à 2013), CAMA (1 050 parcelles sols de craie de Champagne – 2005 à 2014)

Le traitement statistique des données met en évidence :

- Un effet région → **On retient un découpage en 2 zones (Ouest et Reste France hors CAU).**
- L'absence d'effet des apports réguliers de PRO sur la valeur du reliquat SH.
- Un faible effet des apports organiques sur la culture (+ 3kg N /ha)
→ **L'effet des PRO est négligé dans les valeurs forfaitaires.**

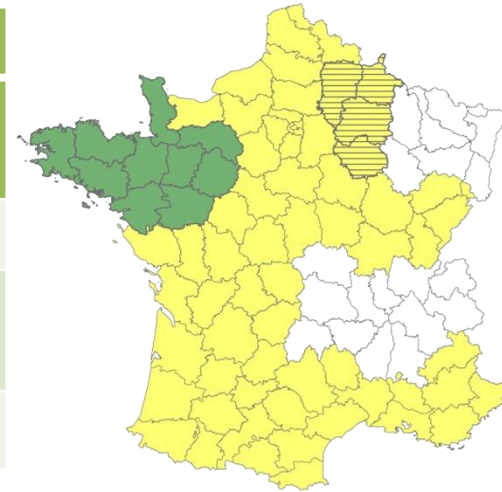


Représentation des données SAS Laboratoire mobilisées : les zones de production de colza sont couvertes (peu de références RSH sous colza dans le sud de la France).

Reliquat initial (Ri)

On retient les valeurs médianes suivantes :

Région	Valeurs forfaitaires de Ri en kg N /ha		
	Sols superficiels	Sols profonds	Sols de craie de Champagne
Grand Ouest	30	40	s.o.
Champagne-Ardenne, Aisne	20	30	40
Reste France (hors CAU)	20	30	s.o.



Remarque : La médiane est préférée à la moyenne car celle-ci est fortement influencée par les valeurs hautes des échantillons.

→ Nous n'avons pas cherché à optimiser ce paramètre par rapport à un risque de surestimation ou de sous-estimation, car l'utilisateur peut substituer une valeur de reliquat mesurée (mesure sur la parcelle ou issue d'un réseau régional) à la valeur forfaitaire.

Minéralisation de l'humus et des résidus de récolte (M)

- En l'absence de références nouvelles, le référentiel des valeurs de minéralisation nette (M) de la Réglette 1998 est reconduit.
- Le découpage régional est homogène avec celui proposé pour les reliquats d'azote minéral du sol à l'ouverture du bilan.
- Les valeurs de M proposées correspondent aux situations avec un précédent céréale à paille (92 % des surfaces), pailles enlevées ou enfouies.
- Pas d'introduction de l'effet « apport historique de PRO » qui est pris en compte dans Mha.

→ On retient les valeurs forfaitaires de minéralisation de l'humus et des résidus de récolte suivantes :

Région	Valeurs forfaitaires de M en kg N /ha		
	Sols superficiels	Sols profonds	Sols de craie de Champagne
Grand Ouest	30	50	s.o.
Champagne-Ardenne, Aisne	20	40	20
Reste France (hors CAU)	20	40	s.o.

Fourniture d'azote par le sol (Np ou P0)

En l'absence de références nouvelles, le référentiel des valeurs de fourniture d'azote par le sol (Np) de la Réglette 1998 est reconduit.

→ On retient les valeurs forfaitaires de fourniture d'azote par le sol suivantes :

Région	Valeurs forfaitaires de Np en kg N /ha	
	Sols superficiels	Sols profonds
Nord-Est	30	50
Auvergne, Rhône-Alpes	40	60

Effets des apports organiques

- Les effets des PRO dépendent du type de produit, de la quantité apportée, de la date d'apport ou de la fréquence d'apport.
- On distingue 2 postes liés aux apports de PRO : Mpro1 et Mha
- Les effets des PRO sur la biomasse (P_i) et éventuellement sur le reliquat sortie hiver (R_i) sont pris en compte par ailleurs dans la règle de décision.



Mpro1

Fourniture d'azote par un PRO apporté sur la culture avant l'ouverture du bilan



Mha

Fourniture d'azote liée à l'historique d'apport de PRO aussi appelé « arrière effet »

Fourniture d'azote issue d'un apport de PRO à l'automne sur colza (Mpro1)

- **Choix de mettre à disposition une table avec des valeurs par défaut** pour calculer Mpro1 : **$M_{pro1} = \text{teneur N PRO (kg/t ou m}^3\text{)} \times \text{quantité PRO épanchée (t ou m}^3\text{/ha)} \times \text{Keq bilan colza}$**
- **20 références de PRO qui couvrent 85 % des pratiques d'apport** (étude de la représentativité et estimation des quantités moyennes épanchées réalisées sur les BDD SAS, CA 28, SSP)
- **Les teneurs en azote des produits et Keq** (fourniture d'azote pendant la période d'ouverture du bilan du colza) **sont extraits des références COMIFER (2013)**, lorsqu'elles existent. *Autres sources consultées : Base de données PRO ARVALIS - Institut du végétal (juillet 2013), arrêtés préfectoraux établissant le référentiel de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation (été 2012), Guide des Matières Organiques Tome 2 édité par l'ITAB (2001).*
- **Possibilité de modifier les valeurs proposées par défaut** (teneur en azote et quantité de produit apporté) pour **tenir compte de la variété des compositions de produits et des pratiques d'épandage**. Keq est non modifiable.
- Possibilité de saisir un produit d'une autre nature (nature, quantité, teneur N) pour couvrir 100 % des situations d'apport (Keq par défaut = 0,1).

Table Mpro1

Produit Résiduaire Organique	Teneur en azote total (kg N / t ou m ³)	Quantité de produit épandue par hectare	Unité (t ou m ³ / ha)	Coefficient d'équivalence engrais (Keq) <u>sur la période du bilan colza</u>	Mpro1 (kg N / ha)
Fumiers					
Fumier de bovins	5.8	20	t / ha	0.1	12
Fumier de volailles	25	5	t / ha	0.2	25
Fumier de porcs	8	20	t / ha	0.1	16
Fumier de cheval	8	20	t / ha	0.1	16
Fumier d'ovins	7	20	t / ha	0.1	14
Lisiers					
Lisier de porcs à l'engrais	5.8	20	m ³ / ha	0.05	6
Lisier de porcs mixtes	3.5	30	m ³ / ha	0.05	5
Lisier de bovins	4.5	30	m ³ / ha	0.15	20
Lisier de bovins dilué	1.6	30	m ³ / ha	0.15	7
Lisier de canards	7.7	20	m ³ / ha	0.05	8
Fientes					
Fientes de volailles sèches (80 %MS)	40	5	t / ha	0.05	10
Fientes de volailles (60 %MS)	24	5	t / ha	0.05	6
Boues urbaines					
Boues urbaines liquides	3	30	m ³ / ha	0.15	14
Boues urbaines pâteuses (20 %MS)	10	10	t / ha	0.1	10
Boues urbaines séchées (90 %MS)	40	10	t / ha	0.1	40
Composts					
Compost de déchets verts	10	10	t / ha	0.05	5
Compost de fumier de bovins	6.3	15	t / ha	0.12	11
Compost de fumier de volailles	23	3	t / ha	0.12	8
Autres					
Vinasse de betterave concentrée	20	3	t / ha	0.15	9
Ecumes de sucreries surpressées	4	10	t / ha	0	0
Autre produit organique	"champ libre"	"champ libre"	t / ha	0.1	

Fourniture d'azote liée à l'historique d'apport de PRO (Mha)

Choix de mettre à disposition une table pour estimer Mha, adaptée du référentiel breton « Contribution des apports organiques des années précédant le semis (Mha) ».

- Cette table a l'avantage de s'intégrer facilement dans le formalisme de la Réglette, de prendre en compte les apports très fréquents et les produits à C/N élevé de type boues et composts qui représentent près d'un quart des apports de PRO sur colza.
- Les adaptations réalisées pour une utilisation nationale ont consisté à élargir la gamme des PRO avec les 20 références précédentes (collaboration ARVALIS – Institut du végétal) et à pondérer les effets en fonction des pratiques moyennes d'apport (quantités apportées et teneurs en azote de la table Mpro1).

Fourniture d'azote liée à l'historique d'apport de PRO (Mha)

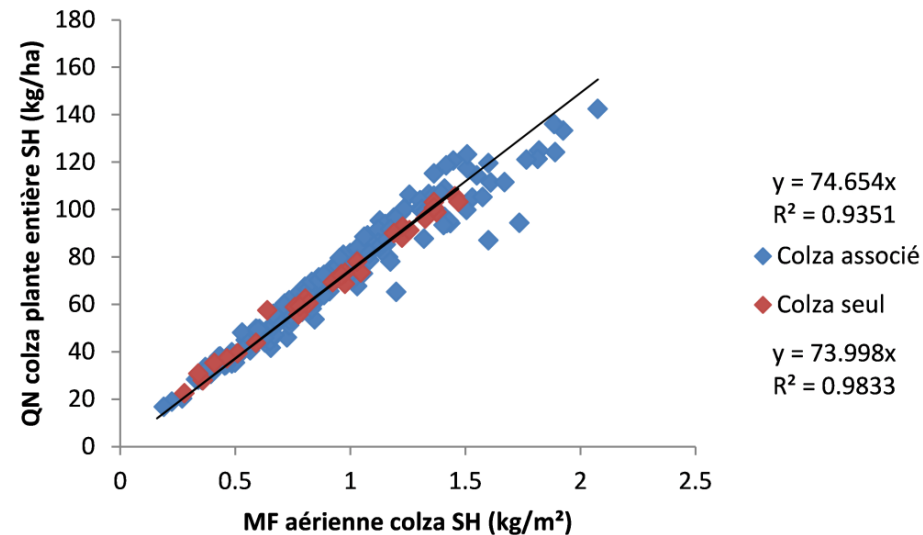
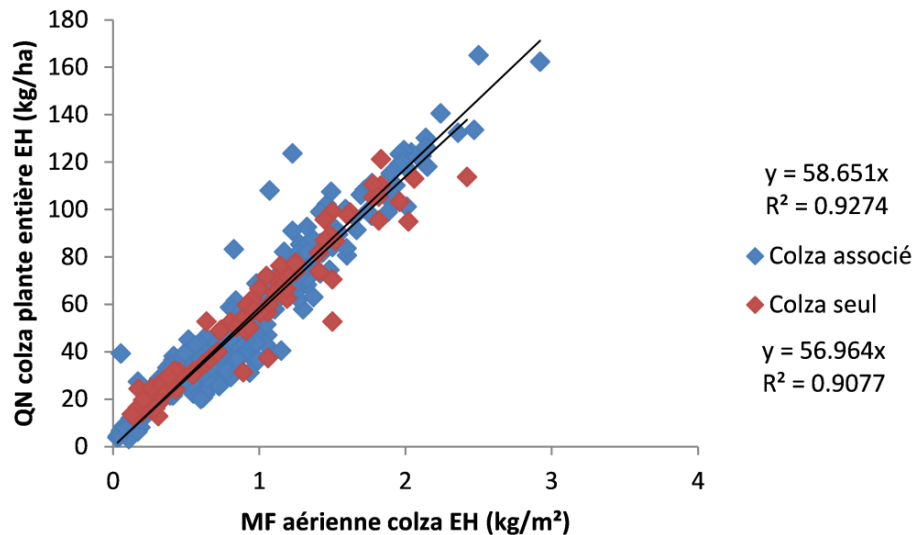
Type PRO	Fourniture d'azote au colza (kgN/ha) en fonction de la fréquence d'apport			
	tous les ans	2 années sur 3	tous les 2 ans	tous les 3 ans et +
Fumier de bovins	30	20	15	5
Fumier de volailles	15	10	5	5
Fumier de porcs	20	15	5	0
Fumier de cheval	40	25	20	10
Fumier d'ovins	35	20	15	10
Lisier de porcs	20	15	10	5
Lisier de bovins	25	15	10	5
Lisier de bovins dilué	10	5	5	0
Lisier, fientes de volailles (≤ 60 %MS)	10	5	5	0
Fientes de volailles sèches (80 %MS)	20	10	10	0
Boues urbaines liquides et pâteuses (≤ 20 %MS)	15	15	10	5
Boues urbaines séchées (90%MS)	100	60	50	25
Compost de déchets verts	30	20	15	10
Compost de fumier de bovins, boues STEP + déchets verts	30	20	15	5
Compost de fumier de volailles	25	15	10	10
Vinasse de betterave concentrée	0	0	0	0
Ecumes de sucreries surpressées	5	5	5	0

Supplément de fourniture d'azote lié à une culture précédente légumineuse (Fleg)

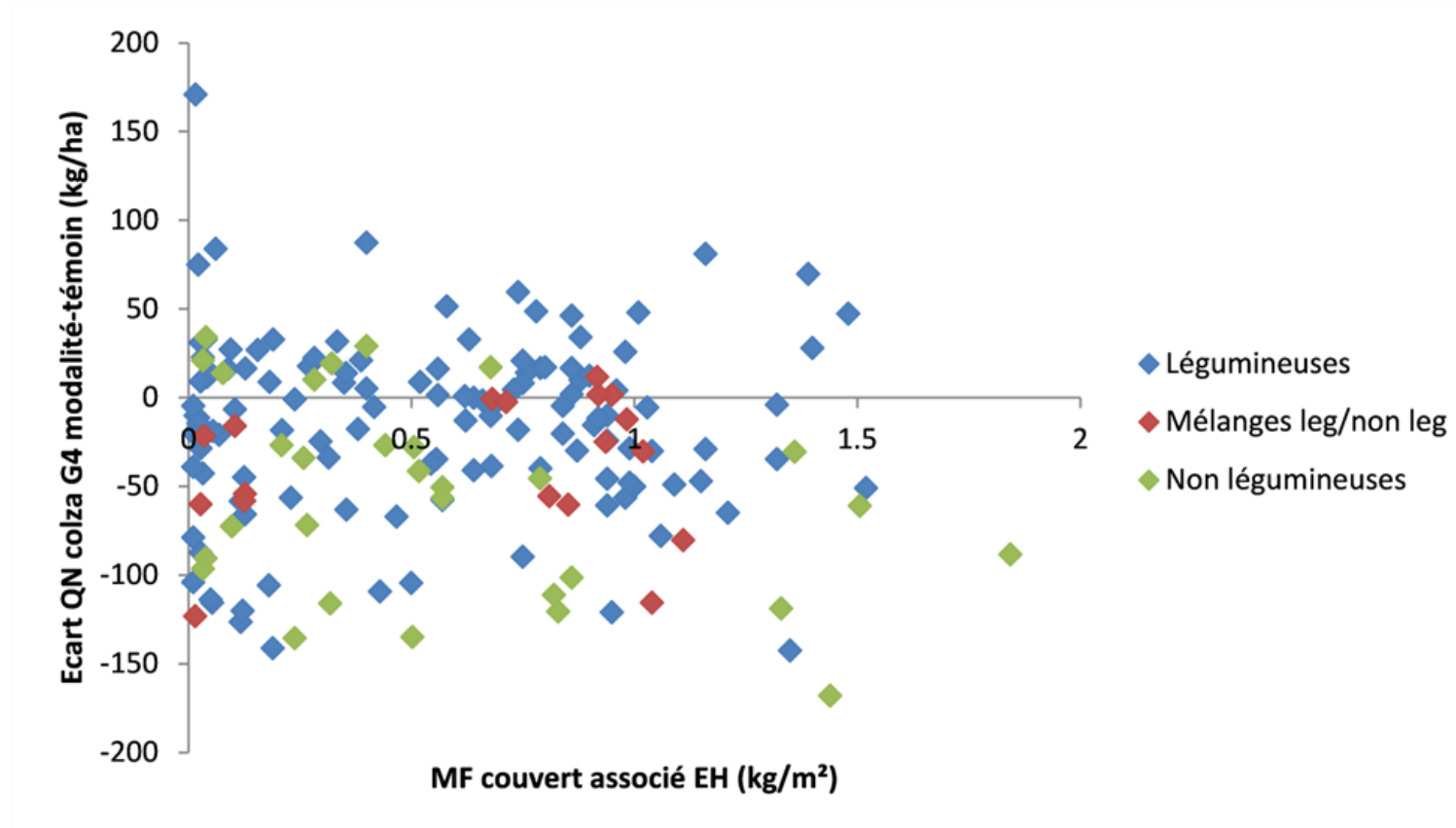
- 8 essais conduits par le CETIOM et les Chambres d'Agriculture de la Mayenne, de la Moselle, de la Nièvre et de l'Yonne dans le cadre d'un projet CASDAR coordonné par l'UNIP.
- Comparaison des courbes de réponse du rendement du colza à la dose d'engrais N minéral en fonction du précédent cultural (pois protéagineux vs. céréale à pailles).
- **En moyenne, le pois protéagineux permet de réduire la fertilisation azotée du colza d'environ 40 kgN/ha :**
 - 15 kgN/ha (pris en compte dans Pi)
 - 25 kgN/ha (supplément de fourniture d'azote lié au précédent pois par rapport au précédent céréale à pailles = Fleg).
- Essais « courbe de réponse précédents pois protéagineux, féverole, céréale à paille » en cours. → **La valeur du paramètre est susceptible d'évoluer et le paramétrage sera prochainement étendue au précédent féverole.**

Cas particulier des colzas associés à un couvert de légumineuses gélif

- Coefficients de conversion de la biomasse en azote absorbé plante entière (Coeff EH et SH) similaires, que le colza soit seul ou associé.
→ Pas de Coeff EH et SH spécifiques aux colzas associés



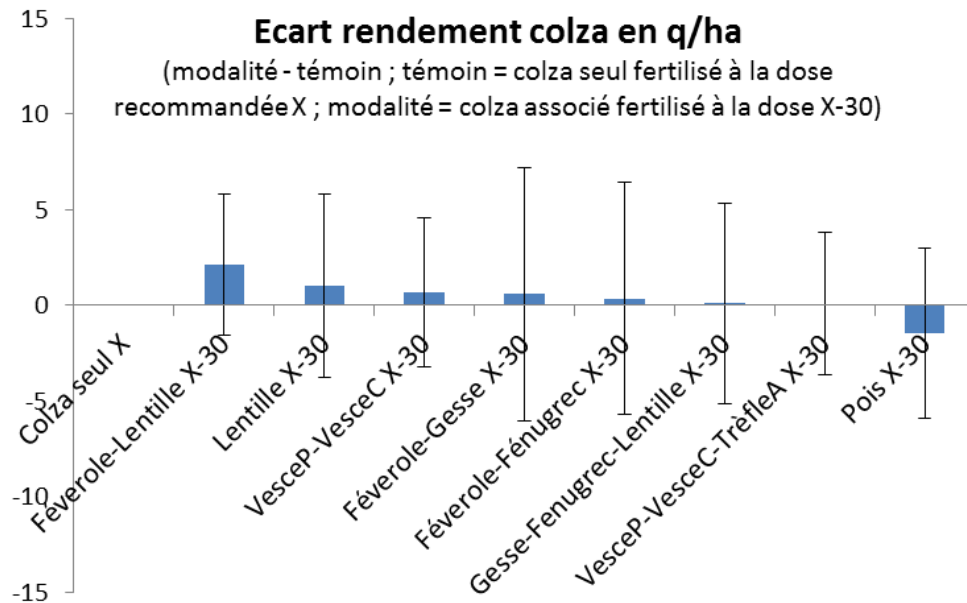
Cas particulier des colzas associés à un couvert de légumineuses gélif



- **Pas de relation entre la biomasse du couvert associé et l'écart d'azote absorbé par le colza, quelle que soit la composition de l'association.** L'effet « quantité d'azote accumulé dans le couvert » est masqué par d'autres phénomènes au moins aussi importants.
→ **Nous préférons considérer que l'effet du couvert de légumineuses est indépendant de sa composition et de sa biomasse à l'entrée de l'hiver** : informations coûteuses à récupérer pour une incidence nulle.

Cas particulier des colzas associés à un couvert de légumineuses gélif

- Le rendement des colzas associés fertilisés à la dose X-30 est équivalent (+0,9 q/ha ns) au rendement des colzas seuls fertilisés à la dose X (10 essais, dose recommandée X non surévaluée).
→ On retient un abattement forfaitaire de 30 kgN/ha si le colza est associé avec un couvert de légumineuses gélif.



Rappel : l'association avec du pois est déconseillée.

L'effet de l'association sur la fertilisation azotée du colza est lié à :

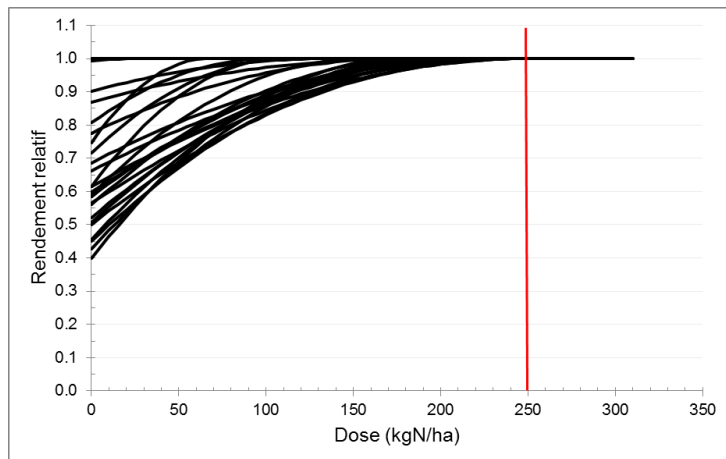
- la restitution de l'azote contenu dans les résidus du couvert associé,
- l'amélioration du fonctionnement de la culture : dans sa thèse, M. Lorin met en évidence une amélioration du CRU de l'engrais avec les colzas associés.

- Les références pour comprendre les phénomènes en jeu et leur variabilité sont en cours d'acquisition. → Le paramétrage est susceptible d'évoluer.

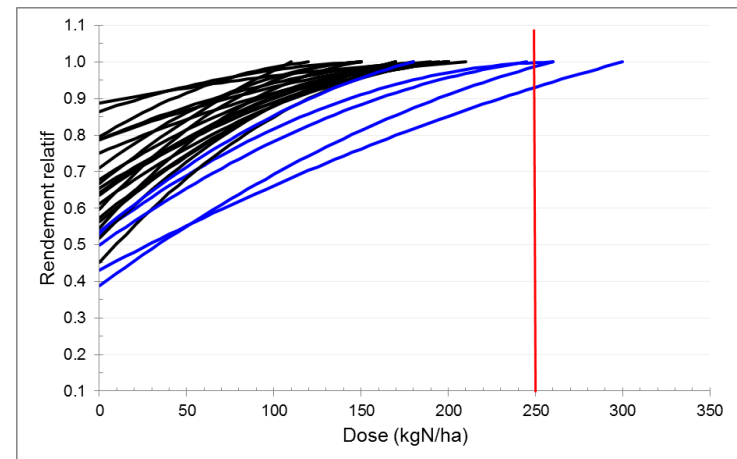
Plafonnement de la dose d'azote

Le calcul de la dose d'azote peut conduire à des valeurs très élevées. Il est donc judicieux d'introduire une notion de dose d'azote plafond.

Parmi les essais avec plateau de rendement (43 essais), le rendement maximal est obtenu avec 230 kgN/ha dans tous les cas.



Parmi les essais qui n'atteignent pas le plateau de rendement (25 essais), 5 présentent un plafond de rendement modélisé au-delà de 250 kg/ha.



Pour tenir compte de tous les types de réponse et de la surreprésentation des colzas moyens ou gros en sols profonds dans notre BDD, nous choisissons un plafond de dose relativement élevé. → **On retient la valeur du plafond de dose N = 250 kgN/ha**

Choix des paramètres plante grâce à une approche d'évaluation multicritère

Méthode de paramétrage

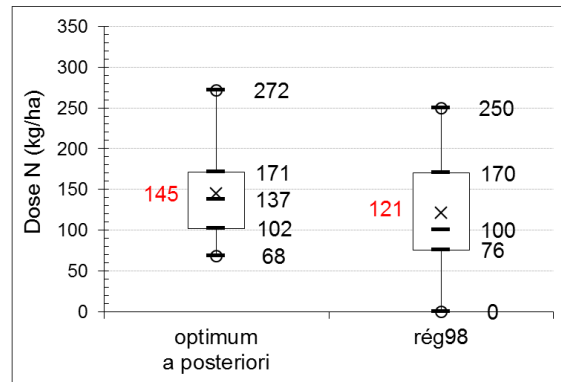
- Paramètres déterminés **indépendamment** les uns des autres à partir de bases de données différentes.
- Pour certains postes spécifiques au colza, test de différentes valeurs (choisies selon des critères statistiques) correspondant à des **niveaux de prise de risque variables**.
- Choix finaux de paramètres lors d'une phase **d'évaluation multicritère** de l'ensemble de la nouvelle règle de décision
 - critères économiques : marge brute avec et sans prise en compte de la valorisation liée à la teneur en huile
 - critères de production : dose d'azote, rendement, teneur en huile
 - critères environnementaux : solde azoté, réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) de la filière biodiesel par rapport à la filière pétrole.
- **Confrontation du modèle de prévision de la dose d'azote à une base de données de 68 essais « courbes de réponse du rendement à la dose d'azote »** (mobilisation de la BDD complète et par segment en fonction du besoin unitaire (selon Réglette 98) et de l'azote absorbé (Pi).

Remarque sur l'évaluation d'un segment de la base d'essais « besoins 1998 » : 6,5 vs 7,0

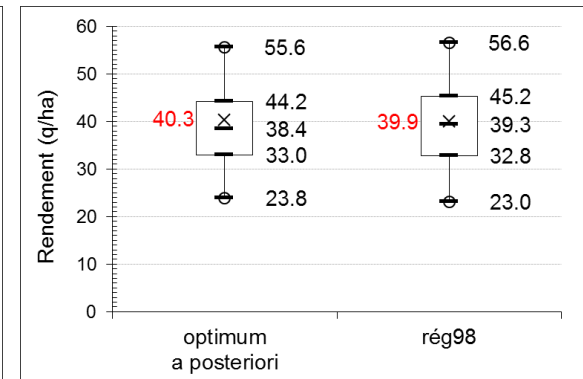
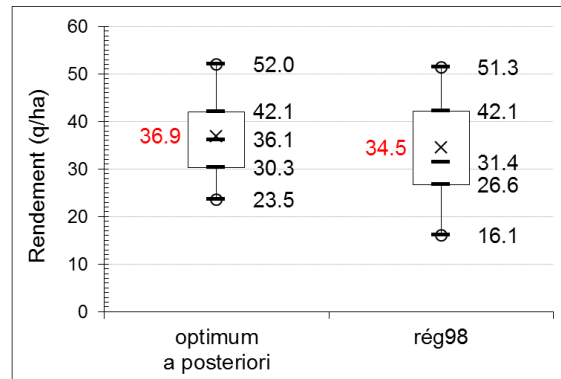
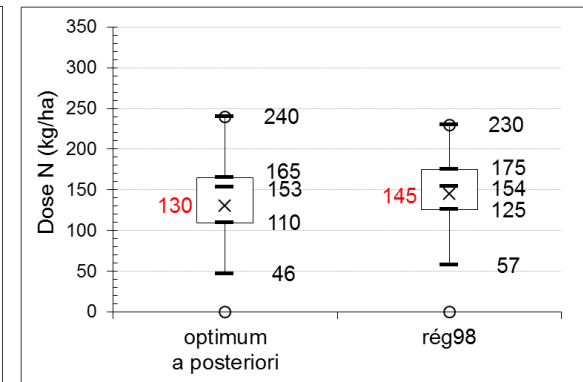
Distribution des doses d'azote et des rendements en fonction de différents scénarios de paramétrage : Réglettes 1998 paramétrées avec un besoin unitaire de 6,5 ou 7 comparées à l'optimum déterminé *a posteriori* grâce à la modélisation des courbes de réponse des essais.

→ L'évaluation par segment met en évidence une moindre performance du modèle initial (rég98) paramétré avec un besoin de 6,5.

«b » (1998) = 6,5 (23 essais)



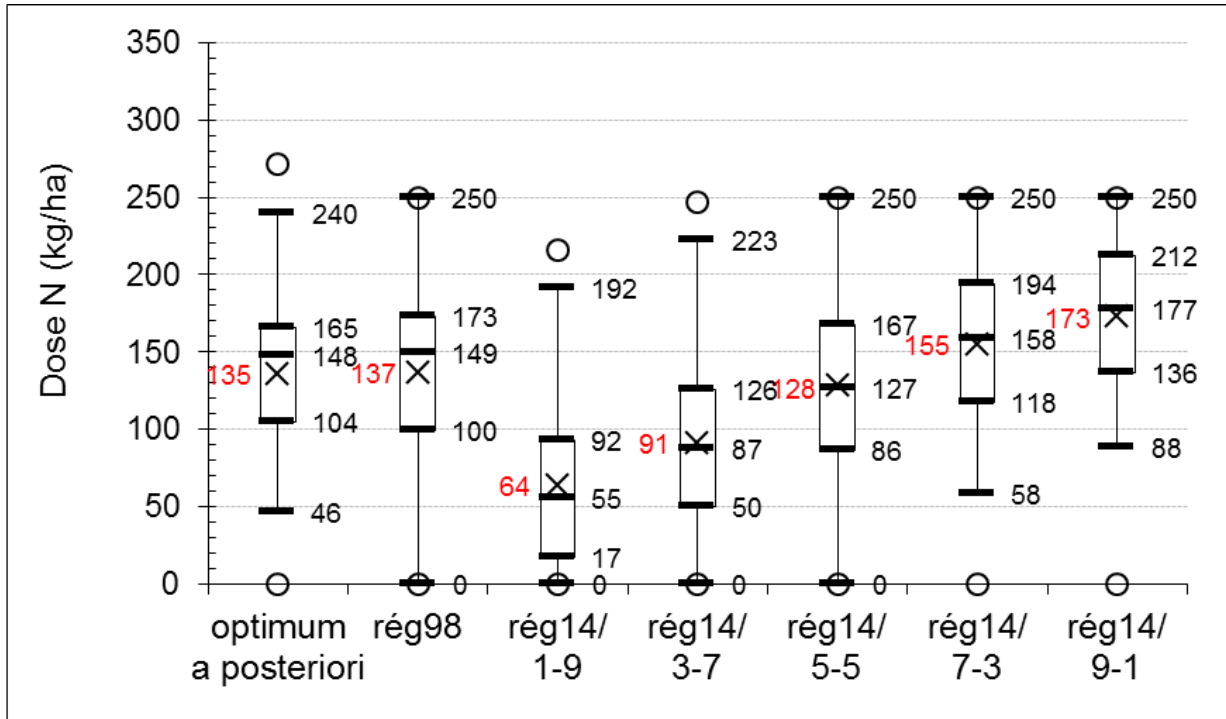
«b » (1998) = 7,0 (45 essais)



Evaluation multicritère des différents scénarios de paramétrage

Critère « Dose d'azote »

Objectif de rendement = optimum de rendement *a posteriori*

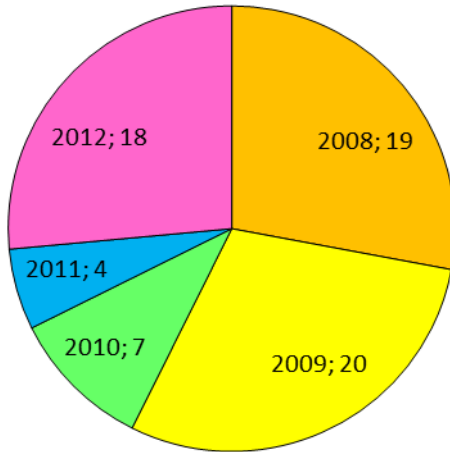


	Besoin unitaire "b" (kgNabsG4/q)		Coeff de conversion de MV aérien en Nabs plantes entières		
				Coeff EH	Coeff SH
rég14 / 1-9	décile 1	5.30	décile 9	73.9	93.8
rég14 / 3-7	décile 3	5.68	décile 7	64.2	78.6
rég14 / 5-5	décile 5	6.45	décile 5	57.5	70.0
rég14 / 7-3	décile 7	7.05	décile 3	51.8	62.7
rég14 / 9-1	décile 9	7.37	décile 1	46.2	55.3

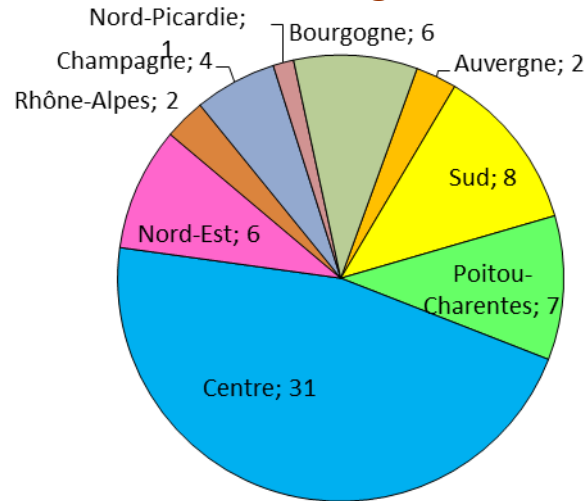
Evaluation multicritère

- Principales caractéristiques des 68 essais retenus

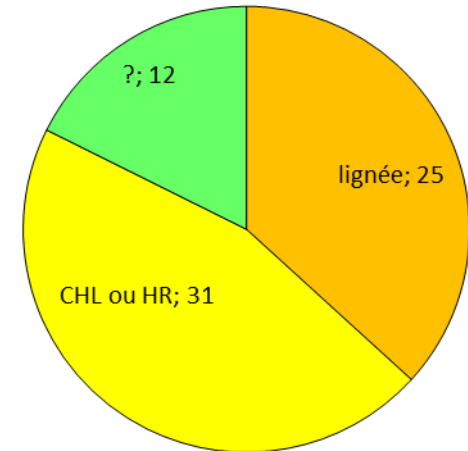
Année



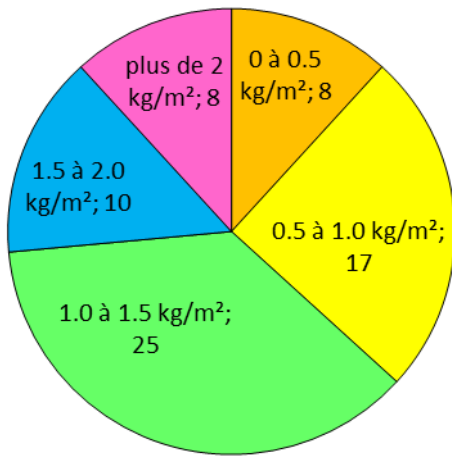
Région



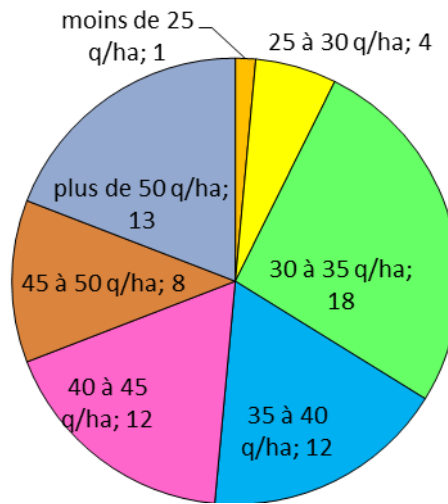
Type variétal



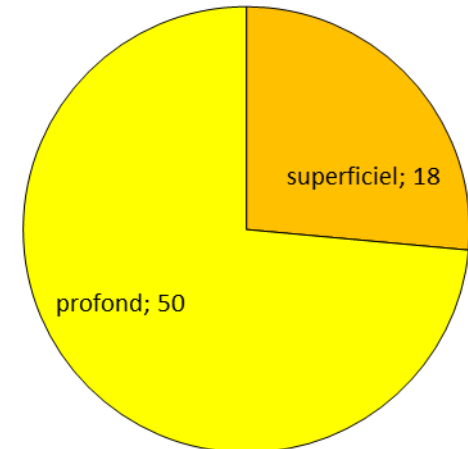
MV SH



Rendement max



Type de sol

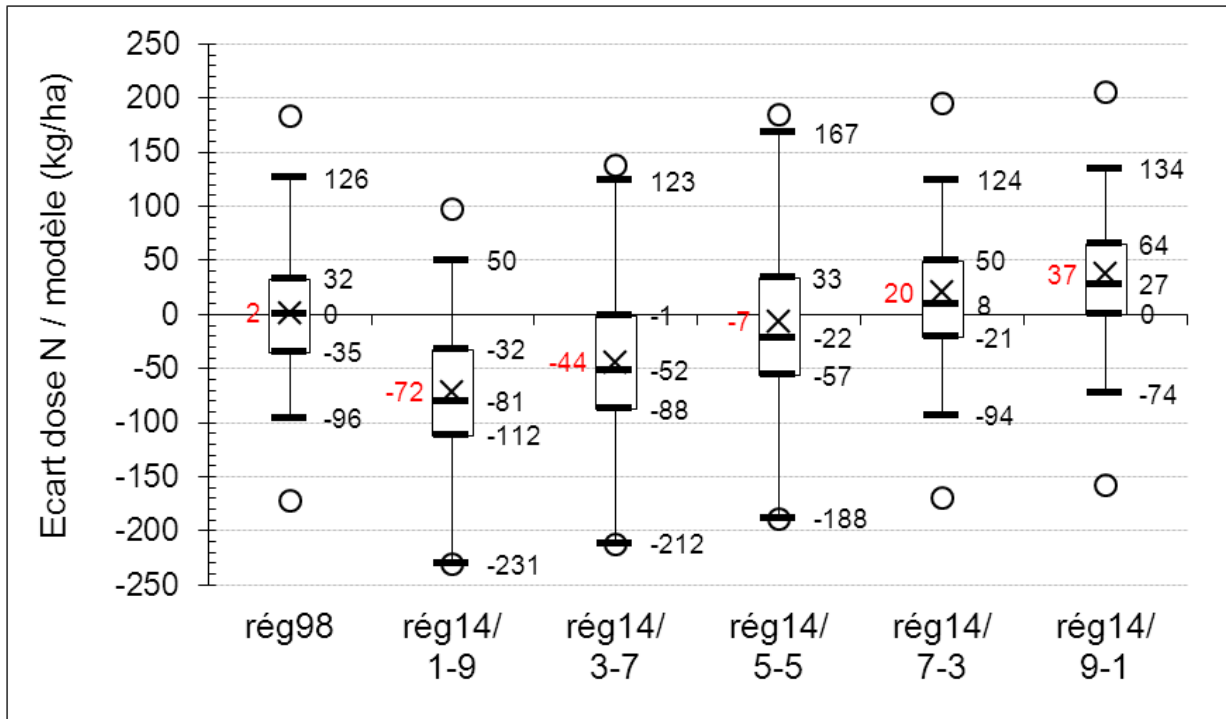


Evaluation multicritère

des différents scénarios de paramétrage

Critère « Dose d'azote »

Objectif de rendement = optimum de rendement *a posteriori*

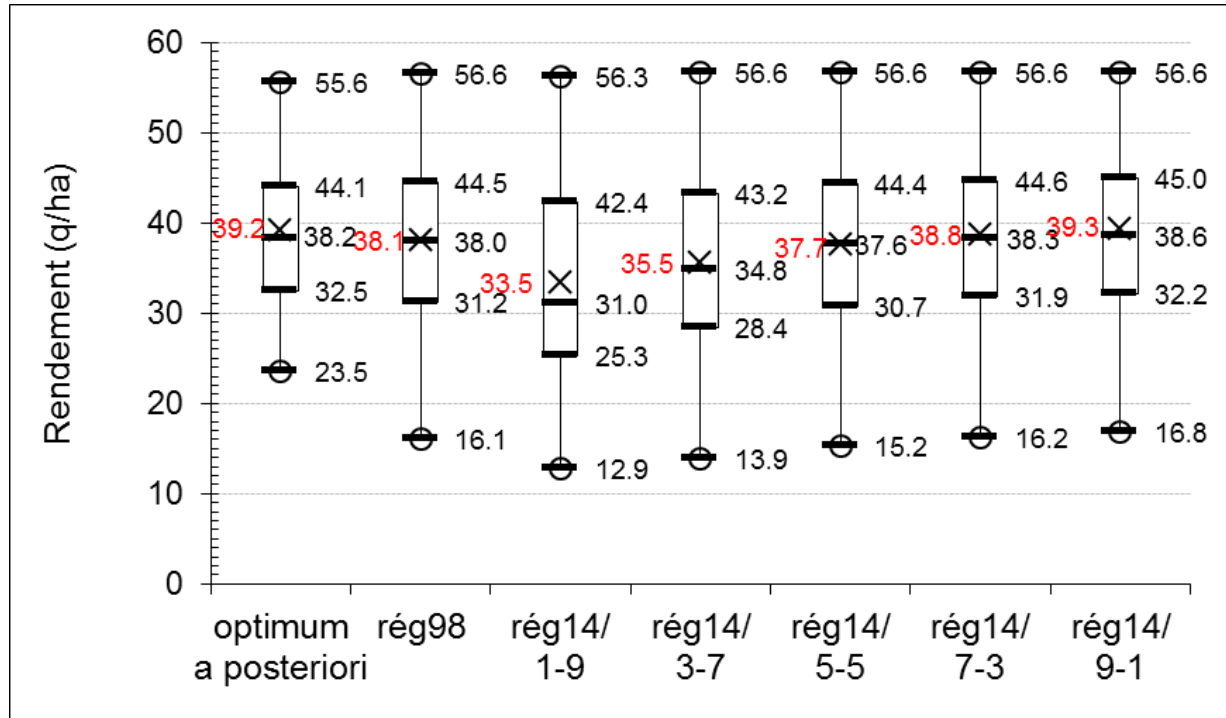


	Besoin unitaire "b" (kgNabsG4/q)		Coeff de conversion de MV aérien en Nabs plantes entières		
				Coeff EH	Coeff SH
rég14 / 1-9	décile 1	5.30	décile 9	73.9	93.8
rég14 / 3-7	décile 3	5.68	décile 7	64.2	78.6
rég14 / 5-5	décile 5	6.45	décile 5	57.5	70.0
rég14 / 7-3	décile 7	7.05	décile 3	51.8	62.7
rég14 / 9-1	décile 9	7.37	décile 1	46.2	55.3

Evaluation multicritère des différents scénarios de paramétrage

Critère « Rendement »

Objectif de rendement = optimum de rendement *a posteriori*

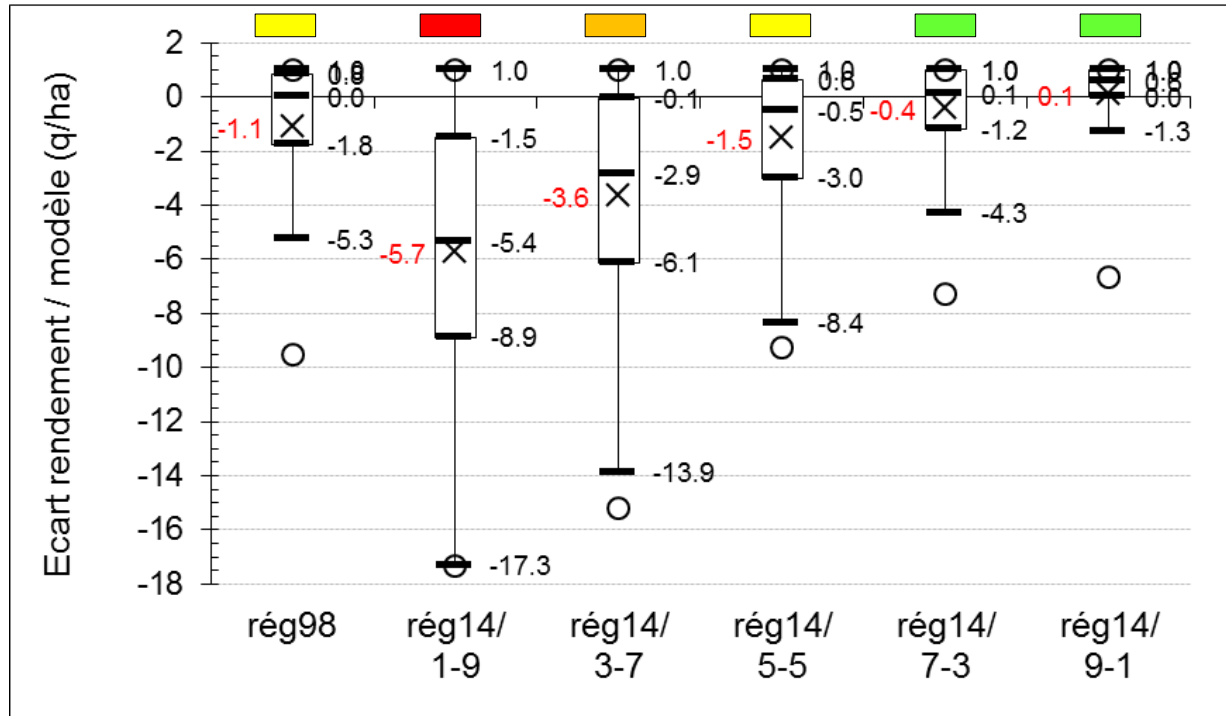


	Besoin unitaire "b" (kgNabsG4/q)		Coeff de conversion de MV aér en Nabs plantes entières		
				Coeff EH	Coeff SH
rég14 / 1-9	décile 1	5.30	décile 9	73.9	93.8
rég14 / 3-7	décile 3	5.68	décile 7	64.2	78.6
rég14 / 5-5	décile 5	6.45	décile 5	57.5	70.0
rég14 / 7-3	décile 7	7.05	décile 3	51.8	62.7
rég14 / 9-1	décile 9	7.37	décile 1	46.2	55.3

Evaluation multicritère des différents scénarios de paramétrage

Critère « Rendement »

Objectif de rendement = optimum de rendement *a posteriori*

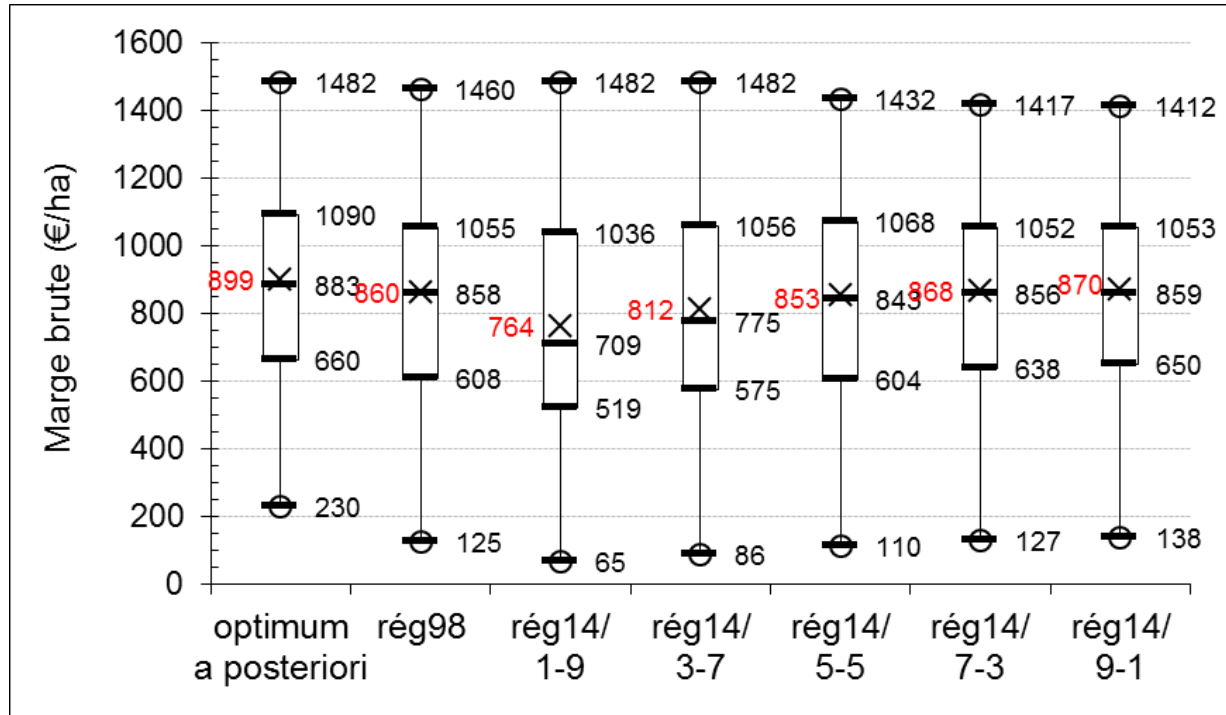


	Besoin unitaire "b" (kgNabsG4/q)		Coeff de conversion de MV aérien en Nabs plantes entières		
				Coeff EH	Coeff SH
rég14 / 1-9	décile 1	5.30	décile 9	73.9	93.8
rég14 / 3-7	décile 3	5.68	décile 7	64.2	78.6
rég14 / 5-5	décile 5	6.45	décile 5	57.5	70.0
rég14 / 7-3	décile 7	7.05	décile 3	51.8	62.7
rég14 / 9-1	décile 9	7.37	décile 1	46.2	55.3

Evaluation multicritère des différents scénarios de paramétrage

Critère « Marge brute »

Objectif de rendement = optimum de rendement *a posteriori*



Hypothèses :
Graines : 35 €/q
N : 0,9 €/u

Charges fixes : 350 €/ha

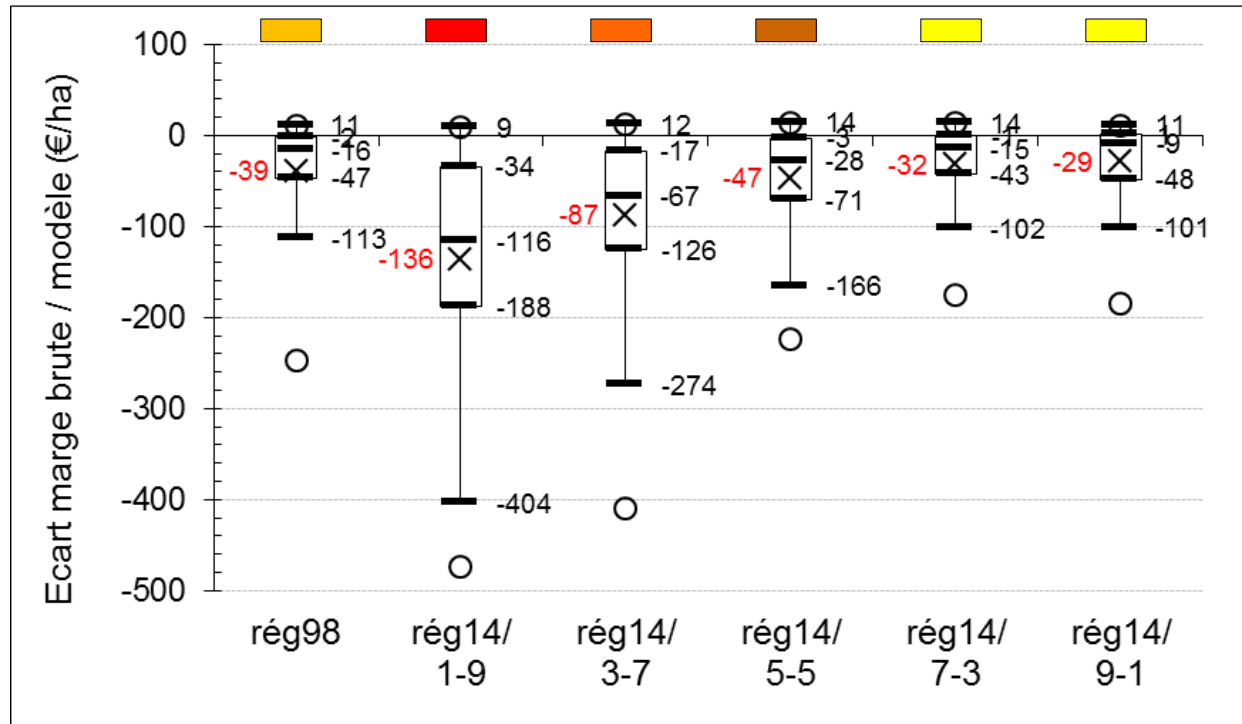
	Besoin unitaire "b" (kgNabsG4/q)		Coeff de conversion de MV aér en Nabs plantes entières		
				Coeff EH	Coeff SH
rég14 / 1-9	décile 1	5.30	décile 9	73.9	93.8
rég14 / 3-7	décile 3	5.68	décile 7	64.2	78.6
rég14 / 5-5	décile 5	6.45	décile 5	57.5	70.0
rég14 / 7-3	décile 7	7.05	décile 3	51.8	62.7
rég14 / 9-1	décile 9	7.37	décile 1	46.2	55.3

Evaluation multicritère

des différents scénarios de paramétrage

Critère « Marge brute »

Objectif de rendement = optimum de rendement *a posteriori*



Hypothèses :

Graines : 35 €/q

N : 0,9 €/u

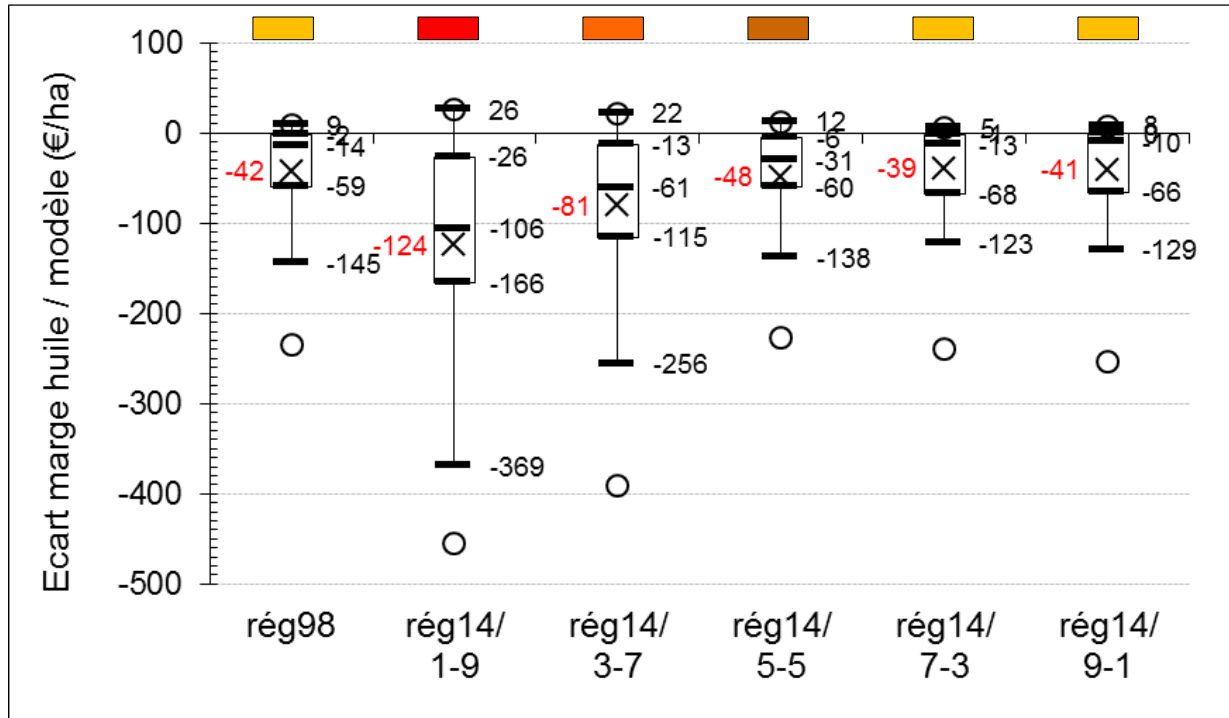
Charges fixes : 350 €/ha

	Besoin unitaire "b" (kgNabsG4/q)		Coeff de conversion de MV aér en Nabs plantes entières		
				Coeff EH	Coeff SH
rég14 / 1-9	décile 1	5.30	décile 9	73.9	93.8
rég14 / 3-7	décile 3	5.68	décile 7	64.2	78.6
rég14 / 5-5	décile 5	6.45	décile 5	57.5	70.0
rég14 / 7-3	décile 7	7.05	décile 3	51.8	62.7
rég14 / 9-1	décile 9	7.37	décile 1	46.2	55.3

Evaluation multicritère

des différents scénarios de paramétrage

Critère « Marge brute avec valorisation de la teneur en huile »
Objectif de rendement = optimum de rendement *a posteriori*



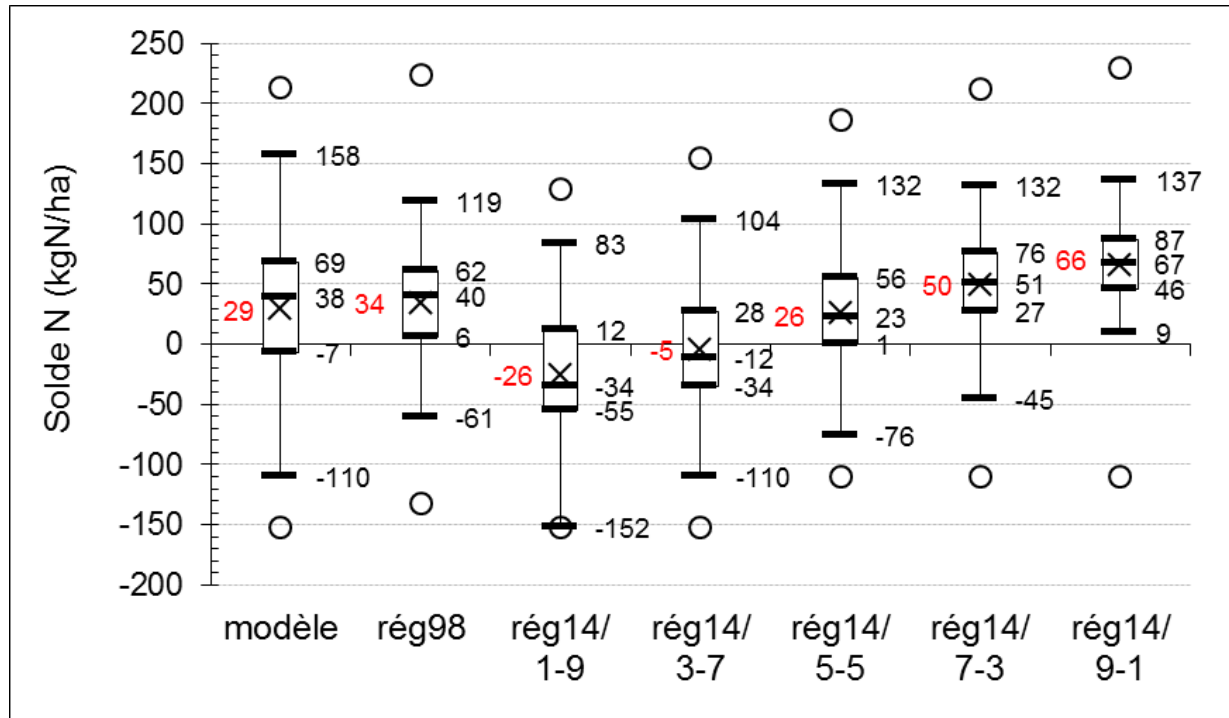
Hypothèses :
Graines : 35 €/q
N : 0,9 €/u
Charges fixes : 350 €/ha

	Besoin unitaire "b" (kgNabsG4/q)		Coeff de conversion de MV aérien en Nabs plantes entières		
				Coeff EH	Coeff SH
rég14 / 1-9	décile 1	5.30	décile 9	73.9	93.8
rég14 / 3-7	décile 3	5.68	décile 7	64.2	78.6
rég14 / 5-5	décile 5	6.45	décile 5	57.5	70.0
rég14 / 7-3	décile 7	7.05	décile 3	51.8	62.7
rég14 / 9-1	décile 9	7.37	décile 1	46.2	55.3

Evaluation multicritère des différents scénarios de paramétrage

Critère « Solde N »

Objectif de rendement = optimum de rendement *a posteriori*



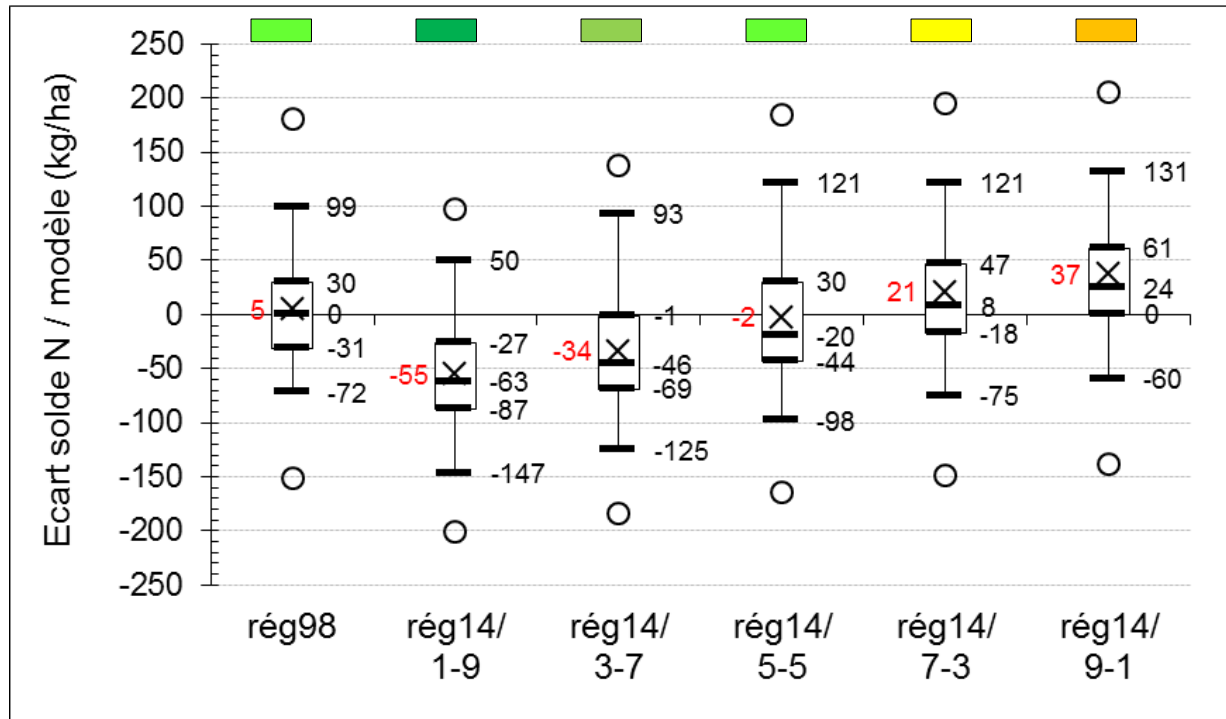
	Besoin unitaire "b" (kgNabsG4/q)		Coeff de conversion de MV aérien en Nabs plantes entières		
				Coeff EH	Coeff SH
rég14 / 1-9	décile 1	5.30	décile 9	73.9	93.8
rég14 / 3-7	décile 3	5.68	décile 7	64.2	78.6
rég14 / 5-5	décile 5	6.45	décile 5	57.5	70.0
rég14 / 7-3	décile 7	7.05	décile 3	51.8	62.7
rég14 / 9-1	décile 9	7.37	décile 1	46.2	55.3

Evaluation multicritère

des différents scénarios de paramétrage

Critère « Solde N »

Objectif de rendement = optimum de rendement *a posteriori*



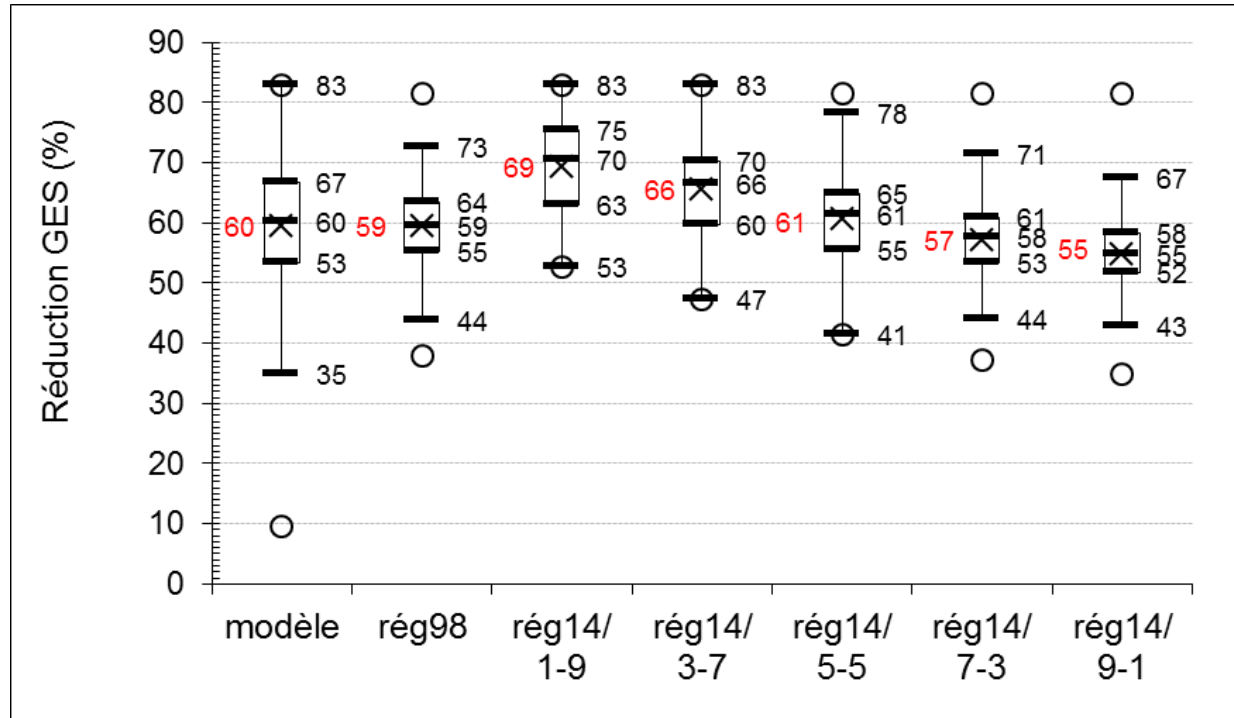
	Besoin unitaire "b" (kgNabsG4/q)		Coeff de conversion de MV air en Nabs plantes entières		
				Coeff EH	Coeff SH
rég14 / 1-9	décile 1	5.30	décile 9	73.9	93.8
rég14 / 3-7	décile 3	5.68	décile 7	64.2	78.6
rég14 / 5-5	décile 5	6.45	décile 5	57.5	70.0
rég14 / 7-3	décile 7	7.05	décile 3	51.8	62.7
rég14 / 9-1	décile 9	7.37	décile 1	46.2	55.3

Evaluation multicritère

des différents scénarios de paramétrage

Critère « Réduction des émissions de gaz à effet de serre »

Objectif de rendement = optimum de rendement *a posteriori*



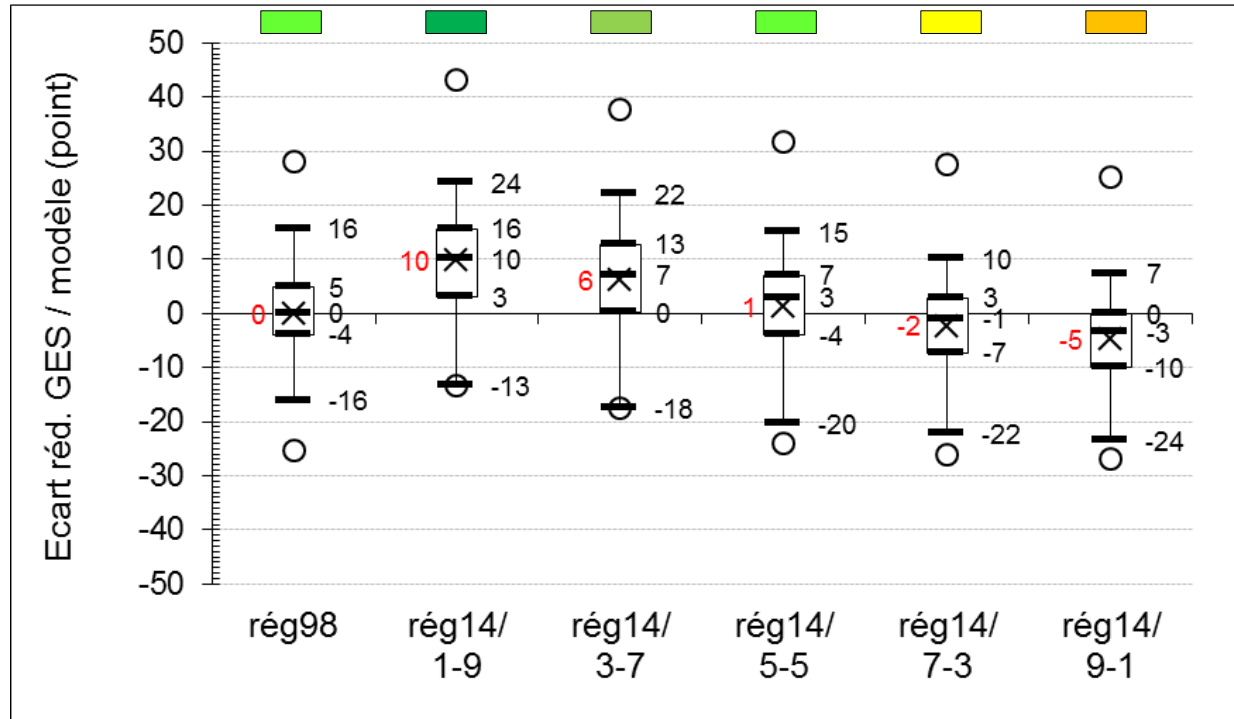
	Besoin unitaire "b" (kgNabsG4/q)		Coeff de conversion de MV air en Nabs plantes entières		
				Coeff EH	Coeff SH
rég14 / 1-9	décile 1	5.30	décile 9	73.9	93.8
rég14 / 3-7	décile 3	5.68	décile 7	64.2	78.6
rég14 / 5-5	décile 5	6.45	décile 5	57.5	70.0
rég14 / 7-3	décile 7	7.05	décile 3	51.8	62.7
rég14 / 9-1	décile 9	7.37	décile 1	46.2	55.3

Evaluation multicritère

des différents scénarios de paramétrage

Critère « Réduction des émissions de gaz à effet de serre »

Objectif de rendement = optimum de rendement *a posteriori*



	Besoin unitaire "b" (kgNabsG4/q)		Coeff de conversion de MV aérien en Nabs plantes entières		
				Coeff EH	Coeff SH
rég14 / 1-9	décile 1	5.30	décile 9	73.9	93.8
rég14 / 3-7	décile 3	5.68	décile 7	64.2	78.6
rég14 / 5-5	décile 5	6.45	décile 5	57.5	70.0
rég14 / 7-3	décile 7	7.05	décile 3	51.8	62.7
rég14 / 9-1	décile 9	7.37	décile 1	46.2	55.3

Evaluation multicritère

des différents scénarios de paramétrage

Critère « Réduction des émissions de gaz à effet de serre »
Objectif de rendement = optimum de rendement *a posteriori*

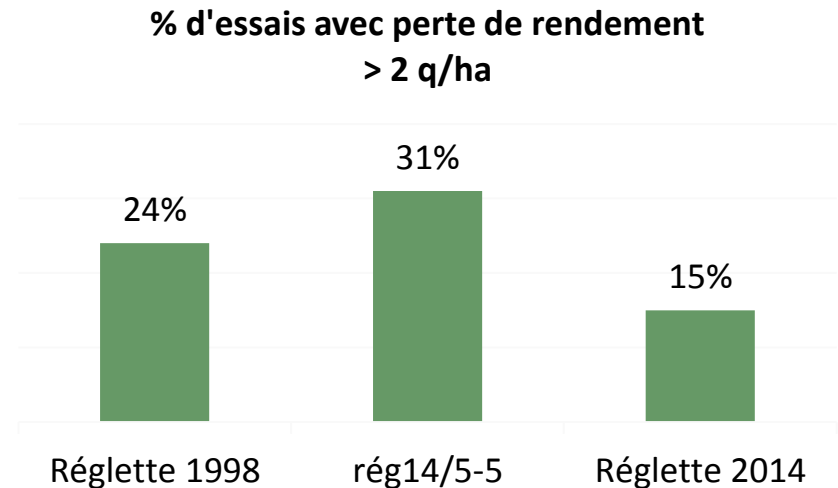
	Modèle courbe réponse	Réglette 1998	Réglette 2014				
			1-9	3-7	5-5	7-3	9-1
Dose N (kgN/ha)	135	137	64	91	128	155	173
Rendement (q/ha)	39,2	38,1	33,5	35,5	37,7	38,8	39,3
Ecart teneur huile (point)	0	0	0,9	0,5	0,1	-0,2	-0,4
Marge brute (euros/ha)	899	860	764	812	853	868	870
Ecart marge huile (euros/ha)	0	-42	-124	-81	-48	-39	-41
Solde N (kgN/ha)	29	34	-26	-5	26	50	66
Réduction GES émis (%)	60	59	69	66	61	57	55

	Besoin unitaire "b" (kgNabsG4/q)		Coeff de conversion de MV aérien en Nabs plantes entières		
				Coeff EH	Coeff SH
rég14 / 1-9	décile 1	5.30	décile 9	73.9	93.8
rég14 / 3-7	décile 3	5.68	décile 7	64.2	78.6
rég14 / 5-5	décile 5	6.45	décile 5	57.5	70.0
rég14 / 7-3	décile 7	7.05	décile 3	51.8	62.7
rég14 / 9-1	décile 9	7.37	décile 1	46.2	55.3

Conclusion de l'évaluation multicritère

- Le risque de sous-fertiliser, de perdre du rendement et de ne pas optimiser la marge brute est jugé trop important avec les valeurs médianes (5-5).
« L'écart au rendement maximal est supérieur à 2 q/ha dans 31 % des essais. »
- Les déciles 7-3 et 9-1 présentent les meilleures performances économiques. Parmi ces 2 niveaux de risque, le décile 7-3 présente les critères environnementaux les plus favorables.
- **On retient finalement les valeurs arrondies des déciles 7-3 :**
b = 7,0 ; coeff EH = 50 ; coeff SH = 65

Evaluation du risque
de ne pas atteindre
le rendement maximal



Récapitulatif des paramètres

Paramètres	Réglette 2014	Réglette 1998
b	7,0	6,5 ou 7,0 selon régions
Plafond besoin	330 (b.y)	330 (b.y + Rf)
Rf (sup / prof / craie)	15 / 30 / 30	20 ou 30 / 30 ou 40 / -
Coeff EH	50	-
Coeff SH	65	65 à 75 selon régions
Recyclage N feuilles vertes gelées	50 %	50 %
Prise en compte feuilles vertes gelées dans Pi	Si Nabs SH < Nabs EH Alors Pi = Nabs SH + (0,5 x (Nabs EH – Nabs SH) / 1,35)	Si MV SH < MV EH Alors Pi = (MV SH + (0,5 x (MV EH – MV SH))) x coeff SH
Ri (sup / prof / craie)	Grand Ouest : 30 / 40 / - Reste France : 20 / 30 / 40	10 ou 20 / 20 ou 30 / -
M (sup / prof / craie)	Grand Ouest : 30 / 50 / - Reste France : 20 / 40 / 20	20 ou 30 / 40 ou 50 / -
P0 (sup / prof)	30 ou 40 / 50 ou 60	30 ou 40 / 50 ou 60

Récapitulatif des paramètres

Paramètres	Réglette 2014	Réglette 1998
Mpro1	qté PRO x teneur N x keq	-
Mha	Table	40 ou 60
Fleg	25	-
Fass	30	-
CAU	0,8	0,8
Plafond dose	250	-

Perspectives

- L'amplitude des écarts entre les doses estimées avec les OAD et la dose optimale modélisée reste forte, même lorsque l'on connaît le rendement maximal des essais
- la méthode des bilans prévisionnels est insuffisante car les incertitudes sur la fourniture l'azote par le sol, la capacité de la culture à absorber l'azote disponible et sur les pertes N sont très forte
- Cela doit nous inciter à travailler sur d'autres pistes et en particulier sur les méthodes de pilotage en cours de période d'ouverture du bilan.

Nous vous remercions de votre attention

Le CETIOM remercie tous les organismes qui l'ont aidé à mettre en place des essais (coopératives, CA...) et qui lui ont fourni des bases de données et des références (Arvalis, SAS, CA28, CAMA)

Paramètres de la réglette 1998

Région	Ecriture	b	Coeff	M (Mh + Mr) ou Np		Rf		Ri		effet PRO	
				sols sup.	sols prof.	sols sup.	sols prof.	sols sup.	sols prof.	sols sup.	sols prof.
Bourgogne	bilan	6.5	70	20	40	20	30	10	30	40	40
Bretagne	bilan	6.5	70	30	50	20	30	20	30	40	60
Centre	bilan	7.0	65	20	40	20	30	10	20	40	40
Champagne	bilan	6.5	70	20	40	30	40	10	30	40	40
PC	bilan	7.0	65	20	40	30	40	10	30	40	40
Sud	bilan	7.0	65	20	40	30	40	10	30	40	40
Auvergne	CAU	6.5	75	40	60					30	30
Nord-Est	CAU	6.5	70	30	50					30	30
Rhone	CAU	6.5	65	40	60					30	30