



Efficiences de l'azote et variétés de blé tendre :

Principaux enseignements d'un réseau de 3 années

Christine LE SOUDER

Coline GUICHERD

Jean-Pierre COHAN

Josiane LORGEOU

Philippe DU CHEYRON

Michel BONNEFOY

Alexis DECARRIER

et tous les autres expérimentateurs


Institut du végétal



Contexte - Objectif

Recherche d'optimisation des apports de fertilisants

Réponse à la demande des marchés

- Pour le conseil en fertilisation azotée, dans le cadre du bilan d'azote prévisionnel statique, besoin de précision pour ajuster la dose à la variété, si l'effet variété est confirmé ;
- Pour les sélectionneurs, besoin d'indicateurs et de méthodes, en plus de la GPD (Grain Protein Deviation), pour caractériser leurs variétés.

Objectifs du programme de recherche :

→ mieux comprendre, et caractériser les variétés par rapport à la fertilisation azotée pour la production, en rendement et teneur en protéines

→ définir des indicateurs de caractérisation de l'efficacité en N



Définitions

(variables « récolte » uniquement)

Nitrogen Use Efficiency

Rdt / N disponible

= NUE

Nitrogen Uptake E

N abs. / N dispo.

Nitrogen Utilization E

Rdt / N abs. = 1/b

Sélectionneurs :

Sur 1 dose N

Agronomes :

CRN*, et à la dose optimale

Efficacité de l'engrais

Qté N absorbé / Qté N apporté

= CAU

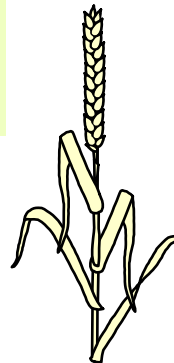
(Coeff Apparent d'Utilisation)

Efficience interne en N

Qté N absorbé / Rendement

= b

(besoin unitaire kgN/q)



Quantité d'N apporté

Quantité d'N absorbé
à la récolte

Rendement
Teneur en protéines

*CRN : courbe de réponse à l'azote



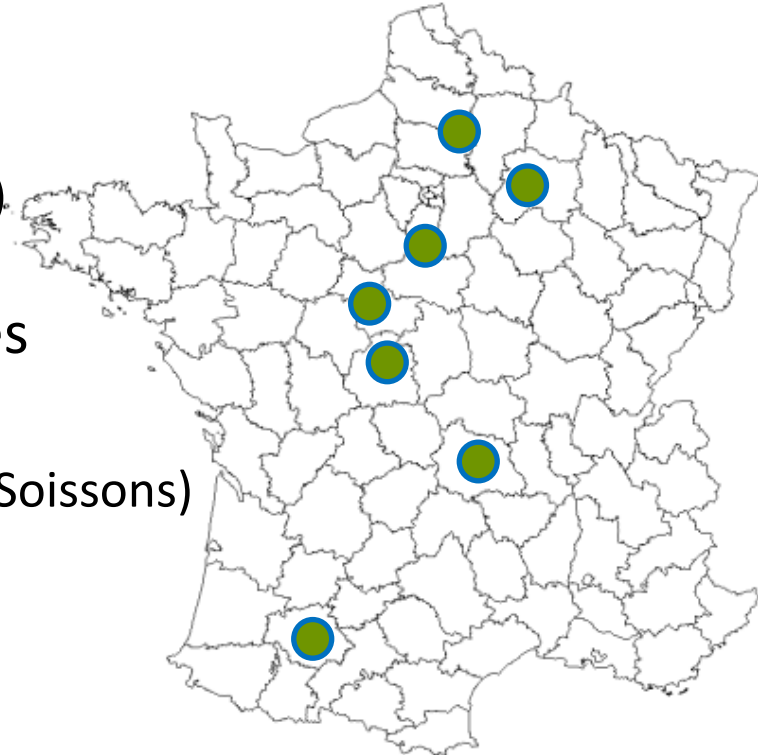
Dispositif expérimental

12 essais 2014-2015-2016

Dose d'azote : 6 doses N (Témoin, 5 niveaux)
fractionnement identique en 3 apports)

X Variété de blé tendre d'hiver : 17 variétés

(tronc commun au départ de 6 variétés,
présentes systématiquement : Pakito, Rubisko, Soissons)



2014 :
BINAS (41)
MALIN.(63)
MOURM.(51)
ST-AUBIN.(36)
ST-CHRISTIE (32)

2015 :
BINAS (41)
FORESTE (02)
MONTAUT.(32)
THIZAY (36)
VRAUX (51)

2016 :
THIZAY (36)
BUNO-BONNEVAUX (91)

projet N-BT, soutien financier du FSOV*

*FSOV : Fonds de Soutien à l'Obtention Végétale



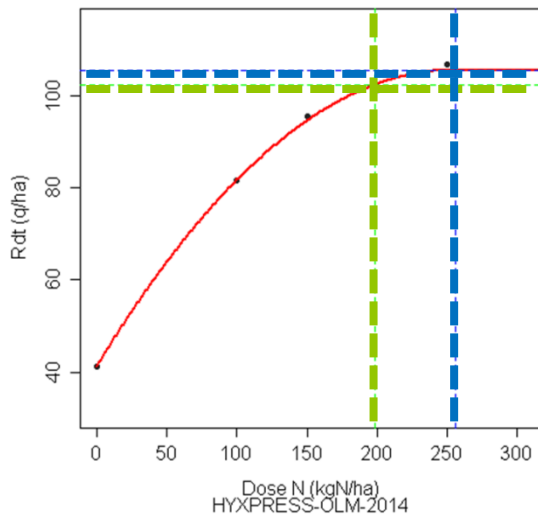
Analyse des résultats

Ajustement de la relation $RDT = f(\text{Dose N})$:

Détermination des optima dose N et RDT sous 2 hypothèses :

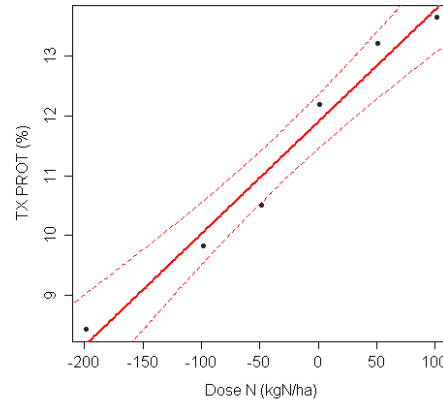
1. RDT opti = 97 % du Rdt plateau
2. %Protéines = 11,5%

RDT=f(N)



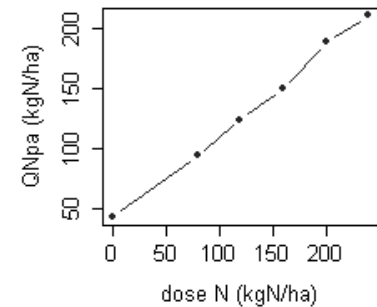
Détermination TX PROT à l'optimum et de la variation de dose N pour atteindre 11.5% TX PROT

LINEAIRE AFFINE

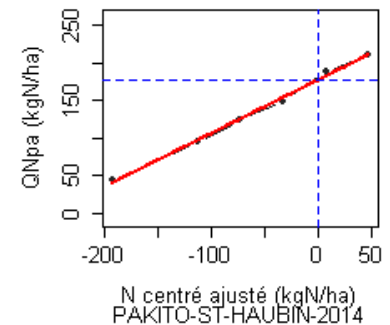


Détermination QN abs à l'optimum (besoin) et du surplus QN abs pour 11.5% PROT

QN=f(N)



QN=f(Ncentré ajusté)



Calcul du besoin unitaire
 $b = \text{Qté N abs optimum} / \text{Rdt}$
 $bq = \text{Qté N abs à 11,5\% prot} / \text{Rdt}$
 Calcul du CAU

Evaluation des Reliquats Post-Récolte (RPR) à la
 - dose optimale par variété
 - dose optimale et 11,5%prot

→ Analyse de variance



Résultats : Impact de la dose N et de la variété sur les variables « Récolte »

Doses N : toutes
Variétés : toutes

	Variété	Dose N	Interaction Variété x Dose N
Rendement	***	***	***
Teneur en protéines du grain	***	***	***

* = significatif à 5% ; ***=significatif à 0.1 %

→ pertinence de prendre en compte la variété pour la gestion de l'azote selon un double objectif rendement/teneur en protéines

Synthèse de 12 essais 2014-2015 -2016 (6 doses N x 17 variétés de blé tendre d'hiver)
Analyse de variance en modèle mixte (avec effet environnement en facteur aléatoire)
Projet N-BT, soutien financier du FSOV



Effets variétaux à l'optimum de rendement (1)

Variétés : toutes
Dose N : optimale seule

	Moy. aj à l'opt	Effet moyen de la variété (E.T.)	Effet aléatoire du SITE (E.T.)
EFFET VARIÉTAL SUR			
Rendement *** p-val = $6.5 \cdot 10^{-7}$	91 q/ha	5 q/ha	21 q/ha
Taux Protéines *** p-val = $2.2 \cdot 10^{-11}$	11.5 %	0.85 % de prot.	0.6 % de prot.
QNabs p.e recolte* p-val = 0.025	260 kg N/ha	19 kg N/ha	57 kg N/ha

Modèle mixte, facteur fixe : Variété, facteur aléatoire : Site.



Effets variétaux à l'optimum de rendement (2)

Efficienne interne

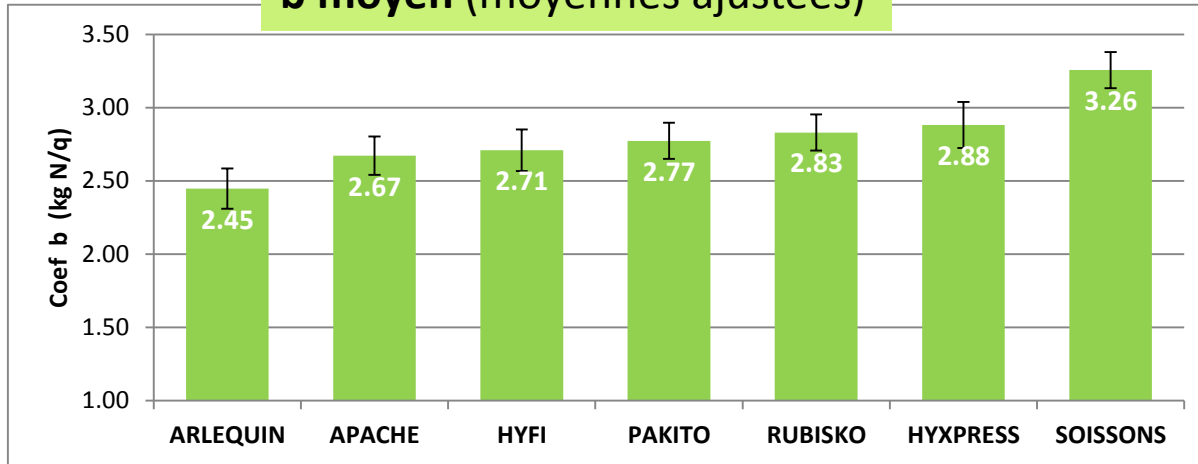
	Moy. aj à l'opt	Effet moyen de la variété (E.T.)	Effet aléatoire du SITE (E.T.)
EFFET VARIÉTAL SUR b *** p-val = $1.05 \cdot 10^{-7}$	2.9	0.3 pt de b	0.4 pts de b
bc *** p-val = $4.9 \cdot 10^{-13}$	0.3	0.3 pt de bc	0.1 pt de bc
bq ** p-val = 0.002	3.1	0.2 pt de bq	0.3 pt de bq

$$bq_{11.5\%} = b + bc$$



Effets variétaux à l'optimum de rendement (2)

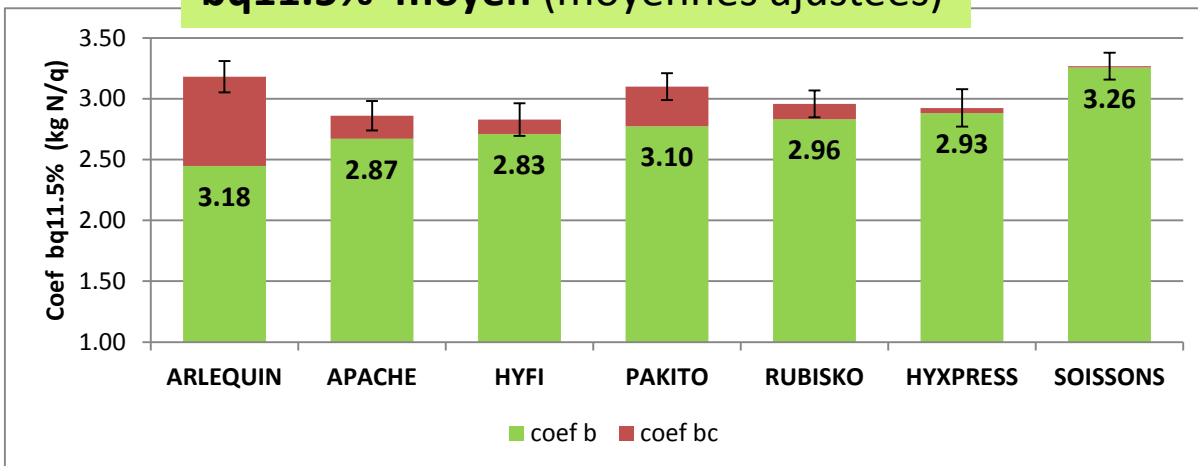
b moyen (moyennes ajustées)



+/- Ecart-type

Valeur de b
en étiquette

bq11.5% moyen (moyennes ajustées)



+/- Ecart-type

Valeur de bq
en étiquette

**Les classements variétaux sont
différents pour b et bq11.5%**



Effets variétaux à l'optimum de rendement (3)

Efficacité d'absorption de l'azote engrais

**EFFET
VARIÉTAL
SUR**

CAU ***
p-val = $2.5 \cdot 10^{-5}$

Moy. aj

0.82

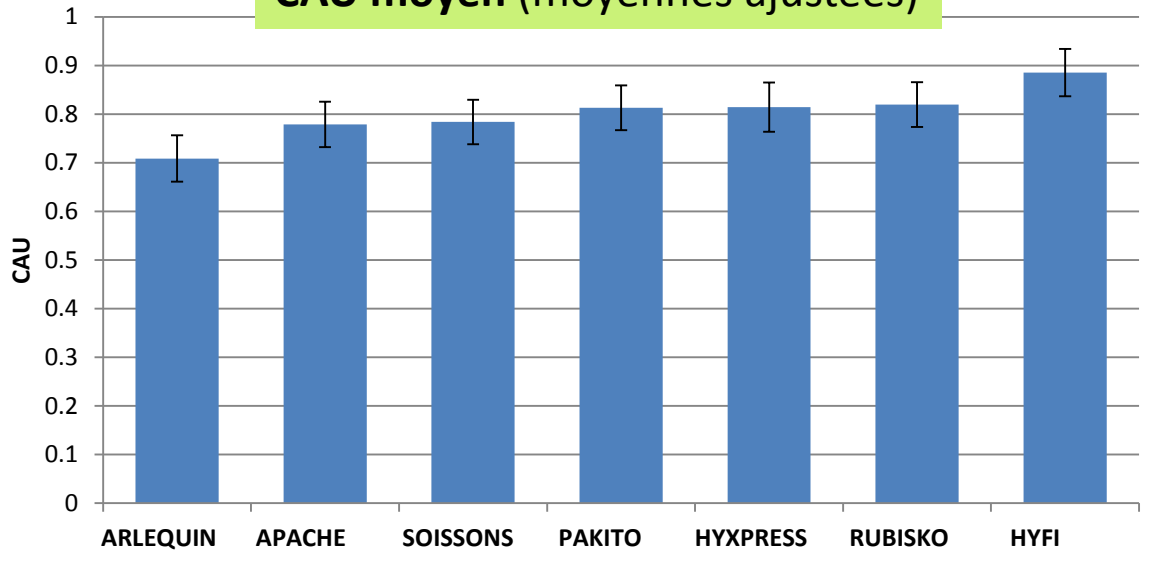
Effet moyen de
la variété (E.T.)

0.05 pt de CAU

Effet aléatoire
du SITE (E.T.)

0.15 pt de CAU

CAU moyen (moyennes ajustées)



+/- Ecart-type

Effet variétal significatif
Peu d'écart entre variétés

Seules les variétés aux extrêmes de
la plage de variation se distinguent



Pas d'effet variétal à l'optimum de rendement (4)

**PAS
D'EFFET
VARIÉTAL
SUR**

	Moy. aj à l'opt	Effet moyen de la variété (E.T)	Effet aléatoire du SITE (Ecart-type)
RPR 0-60cm p-val = 0.62	46 kg N/ha	8 kg N/ha	20 kg N/ha
RPR 0-90cm p-val = 0.60	54 kg N/ha	3 kg N/ha	28 kg N/ha
Dose N optimale p-val = 0.24	185 kg N/ha	16 kg N/ha	45 kg N/ha

→ A l'optimum de fertilisation, les reliquats post-récolte ne dépendent pas de la variété

→ Quantités d'azote apportées identiques entre variétés mais forte variabilité liée au site



Valorisation des résultats

1 – Efficience interne des variétés, ou b , bq

Lancement d'une procédure d'attribution de référence en routine des besoins b et $bq_{11,5\%}$ par variété (automne 2016)

- utilisation du réseau d'essais « Variétés » Post-Inscription
- données d'entrée : rendement et %protéines

Sous réserve de conditions :

- Le classement des « b » n'est pas modifié par le régime de fertilisation de chaque essai : vérifié, sous réserve d'un tri des essais, proches optimum (test sur rendement, protéines et INN)
- La variété n'a pas d'influence sur la relation de passage entre l'azote absorbé plante entière et absorbé grain (NHI) : pas vérifié, faux, mais néanmoins l'effet est faible sur la valeur du b et bq .

CLASSEMENT DES VARIÉTÉS SELON LEUR BESOIN EN AZOTE (COEFFICIENTS b ET bq_{11,5%})

2017

CLASSES DE b	VARIETES	CLASSES DE bq _{11,5%}	Modalités de fractionnement à respecter en utilisant bq _{11,5%}	
			bc _{11,5%}	Mise en réserve minimale conseillée pour la fin de montaison
2.8	Addict, Adhoc, Advisor , Aigle , Ambition, Arlequin, Armada, Atoupic, Basmati, Bermude, Boisseau, Complice , Costello , Creek , Diderot, Fairplay, Folklor, Garcia, Granamax, Hybello, Hybery, Hybiza, Hyclick, Hydrock , Hyguardo , Hyking , Hystar, Hysun, Hyteck, Hywin, JB Diego, Kundera, Lear, Lithium, Lyrik, Modern, Popeye , RGT Mondio , RGT Texaco , Salvador , Sokal, Stadium, Stereo, Trapez, Tremie, Viscount, Zephyr	3	0.2	60 kg N (40*+20)
	Glasgow, Istabraq, Sobred, Torp	3.2	0.4	70 kg N (40*+30)
3	Accor, Alhambra, Allez Y, Altigo, Andino, Apache, Apanage , Aplomb , Aprilio, Arezzo, As De Coeur, Aubusson, Bagou, Bonifacio, Boregar, Brentano, Buenno, Calabro, Calcio, Calisol, Calumet, Cellule, Cezanne, Chevalier, Comilfo, Compil, Descartes, Diamento, Distinxion, Ephoros, Euclide, Fluor, Forblanc, Foxyl , Galactic, Galopain, Goncourt, Gotik , Hyfi, Hyxo, Hyxpress, Illico, Interet, Isengrain, Kalystar, Koreli, Lavoisier, LG Abraham, LG Absalon , LG Altamont , Memory, Musik, Nucleo, Numeric, Oregrain, Paledor, Pibrac, Prevert, Reciproc, RGT Ampiezzo , RGT Cesario , RGT Kilimanjaro, RGT Tekno , RGT Velasko , RGT Venezia, Rochfort, Rubisko, Rustic, Saint Ex, Samurai, Scenario, Silverio, Sirtaki, Sobbel, Solehio, Sollario, Solognac, Solveig, Sothys CS , Sponsor, Starway, Syllon , Vyckor	3	0	40* kg N
	Accroc, Alixan, Andalou, Aristote, Arkeos, Ascott, Auckland , Barok, Belepi, Bergamo, Chevron, Collector , Expert, Fructidor, Gallixe, Grapeli, Hyxtra, Ionesco, Laurier, Matheo, Milor , Nemo , Oxebo, Pakito, Pr22r58, RGT Celesto, RGT Libravo, RGT Sacramento, Ronsard, Sherlock , SY Mattis, SY Moisson, System , Terroir, Thalys, Tobak, Triumph , Valdo, Waximum	3.2	0.2	60 kg N (40*+20)
3.2	Aerobic, Altamira, Ambello, Athlon, Atlass, Bienfait , Camp Rémy, CCB Ingenio, Centurion, Exelcior, Exotic, Falado, Graindor, Hendrix, Lazaro, Lukullus, Manager, Nogal, Scipion, Soissons, Sorrial, Tulip	3.2	0	40* kg N



2 – Efficacité d'utilisation de l'azote apporté par l'engrais

- L'effet de la variété est beaucoup plus faible que celui du milieu
- Pas de dispositif permettant d'évaluer cet indicateur (CAU) facilement

Remarque :

- Effet significatif de la variété sur le CAU de l'azote de l'engrais
- Mais effet non significatif sur la Qté N absorbé par le témoin 0 !

Relation entre b et CAU par variété ?

Absence de compensation systématique entre un « mauvais » (faible) CAU et une « bonne » (faible) efficacité, b, et vice-versa

- Soissons : CAU moyen et b élevé
- Arlequin : CAU faible et b faible
- Hyfi : CAU élevé et b faible



Confirmation des différences variétales sur leur efficacité, à la fois composante Efficacité d'utilisation, et la composante Efficience interne

→ valorisation de ces résultats dans la construction d'une procédure de définition du besoin d'azote variétal, pour la préconisation de dose totale d'azote à la parcelle

→ meilleure compréhension des différences variétales

→ enseignements utilisables aussi dans le cadre des nouvelles approches de gestion de la fertilisation azotée

→ partage d'indicateurs d'efficacité avec les sélectionneurs dans le cadre du projet FSOV N-BT 2014-J