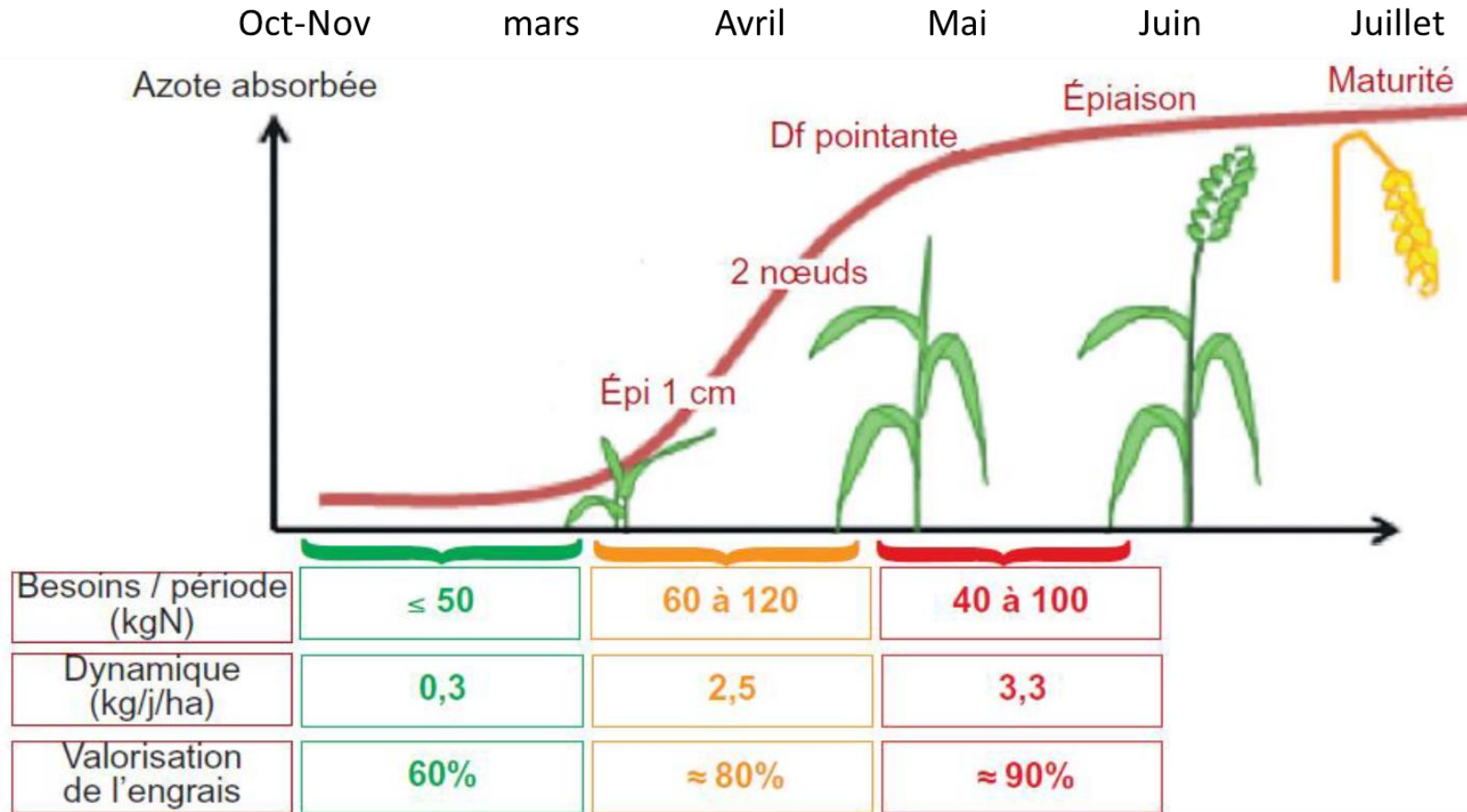


Efficacité d'utilisation de l'azote par le blé tendre : variabilité et progrès génétiques

Jacques Le Gouis UMR INRAE-Université Clermont Auvergne
Génétique Diversité et Ecophysiologie des céréales



Fertilisation du blé



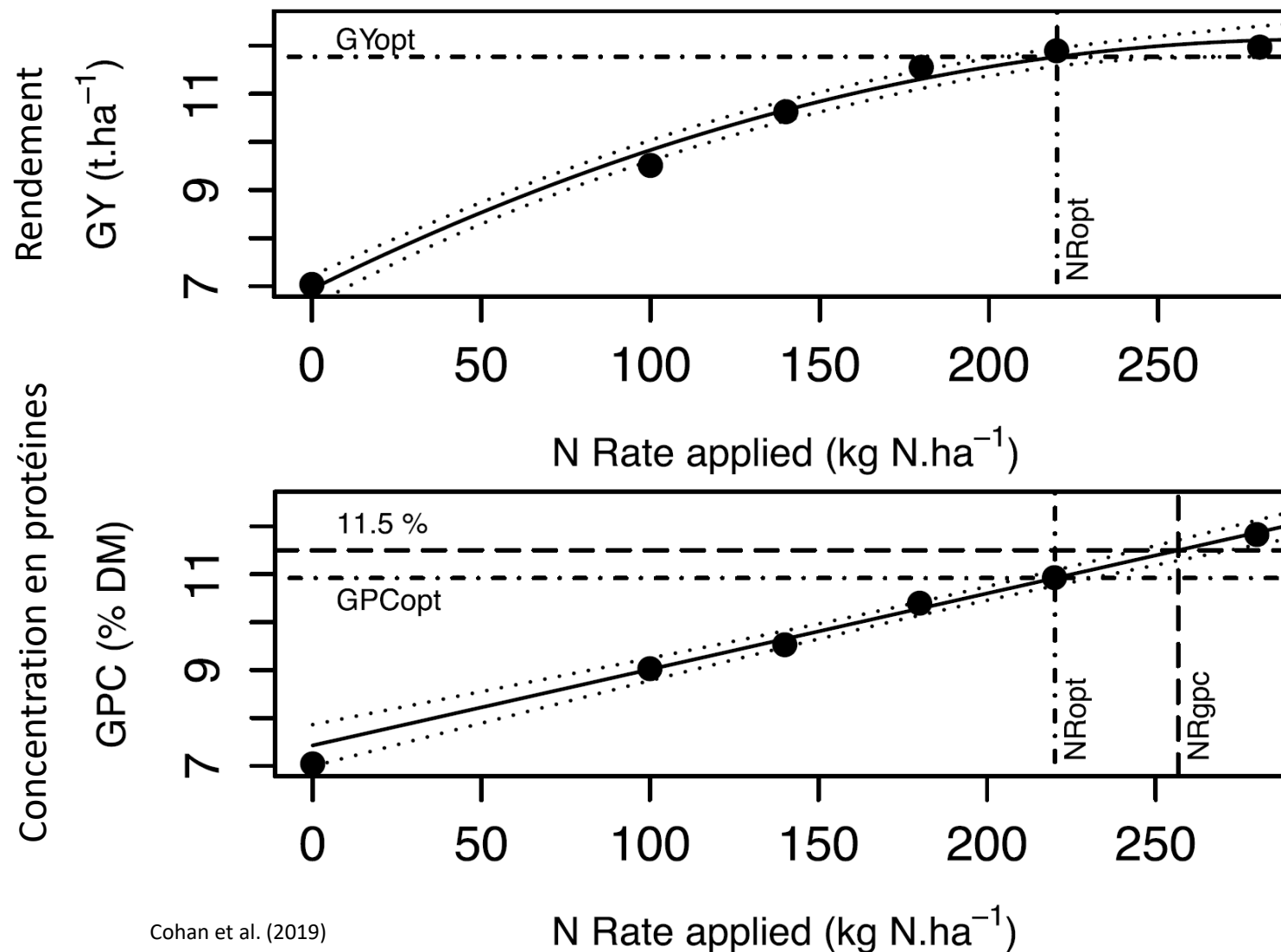
Source Arvalis-Institut du végétal

Enquête pratiques culturales en grandes cultures 2017

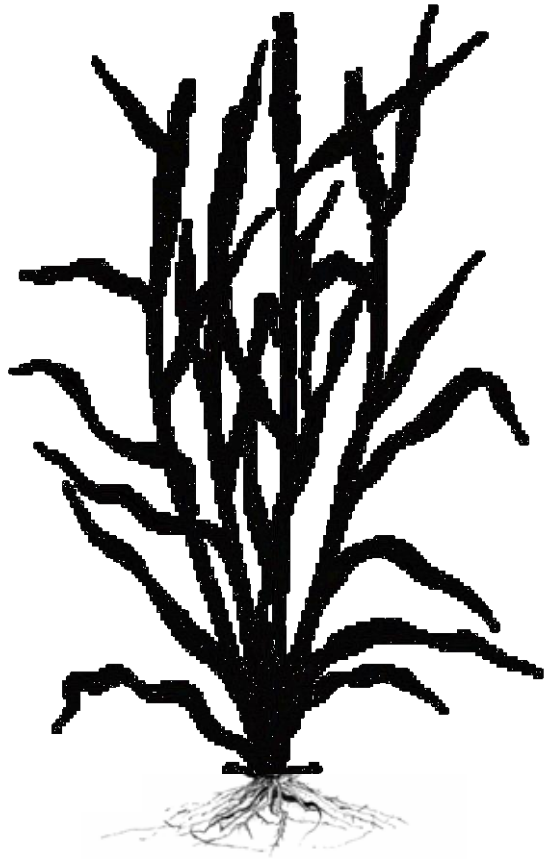
- 98 % de la surface de blé tendre a bénéficié d'un apport d'azote minéral
- la quantité moyenne d'azote minéral apportée est de 164,1 kg/ha
- la quantité moyenne d'azote organique apportée est de 9,5 kg/ha
- 77% de la surface a bénéficié d'une méthode de calcul de bilan azoté
- 2-3 dates d'apport

Agreste (2020)

Valorisation de l'azote



Efficacité d'utilisation de l'azote



Rendement en grain
(rendement en protéines)

Azote absorbé par la plante
(parties aériennes et
racinaires)

Allard et al 2013 - Racines :
Floraison : 8 – 16 kg N / ha (~8%)
Maturité : 5 – 11 kg N / ha (~4%)

Azote disponible pour la
plante
(sol + apport)

Efficacité d'utilisation de l'azote

- Rendement / azote disponible

-> Efficacité de conversion de l'azote

- Rendement / azote absorbé

-> Efficacité d'absorption de l'azote

- Azote absorbé / azote disponible

Moll et al. (1982)

Valeurs indicatives

Valeurs moyennes

	Rdt _{MS} t ha ⁻¹	Prot %	NHI %	N sol kg ha ⁻¹	N fert. kg ha ⁻¹
Fra	5.93	11.9	75	80	165
UK	6.70	11.0	75	80	187
Chine	5.80				325

NHI = indice de récolte de l'azote = azote grain / azote plante

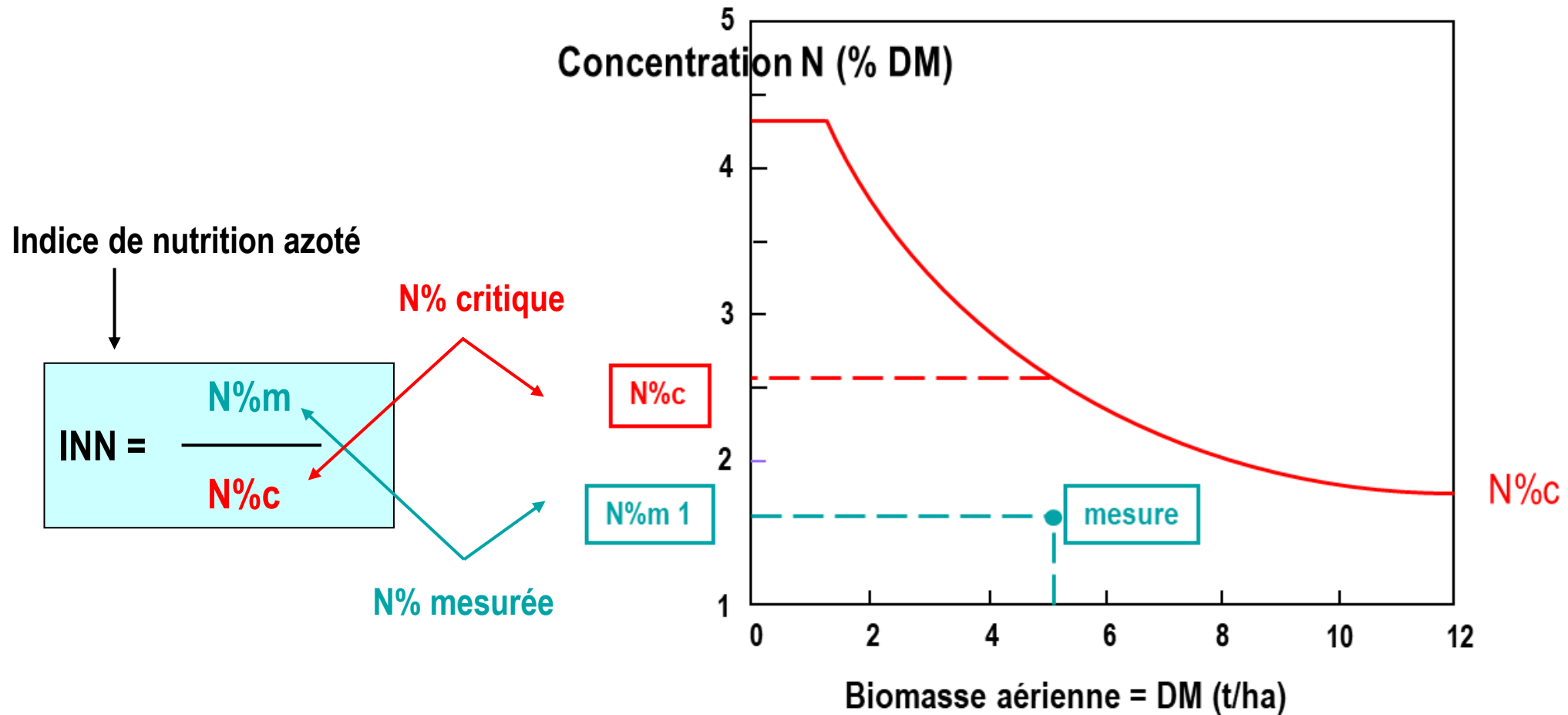
Fra : moyenne 2004-2008

UK : Sylvester-Bradley et Kindred (2009)

Chine : Meng et al. (2016)

Efficacités	Fra	UK	Chine
Utilisation Rdt kg Rdt kg ⁻¹ N disp.	24	25	~12
Utilisation Prot kg Prot kg ⁻¹ N disp.	4.3	4.3	
Conversion kg Rdt kg ⁻¹ N abs.	36	39	
Absorption %	67	65	~30

Indice de nutrition azoté



(Justes et al 1994)

La corrélation négative rendement – concentration en protéines

Connue depuis longtemps

(Grant and McCalla 1949)

Existe pour toutes les graminées

(Simmonds 1995)

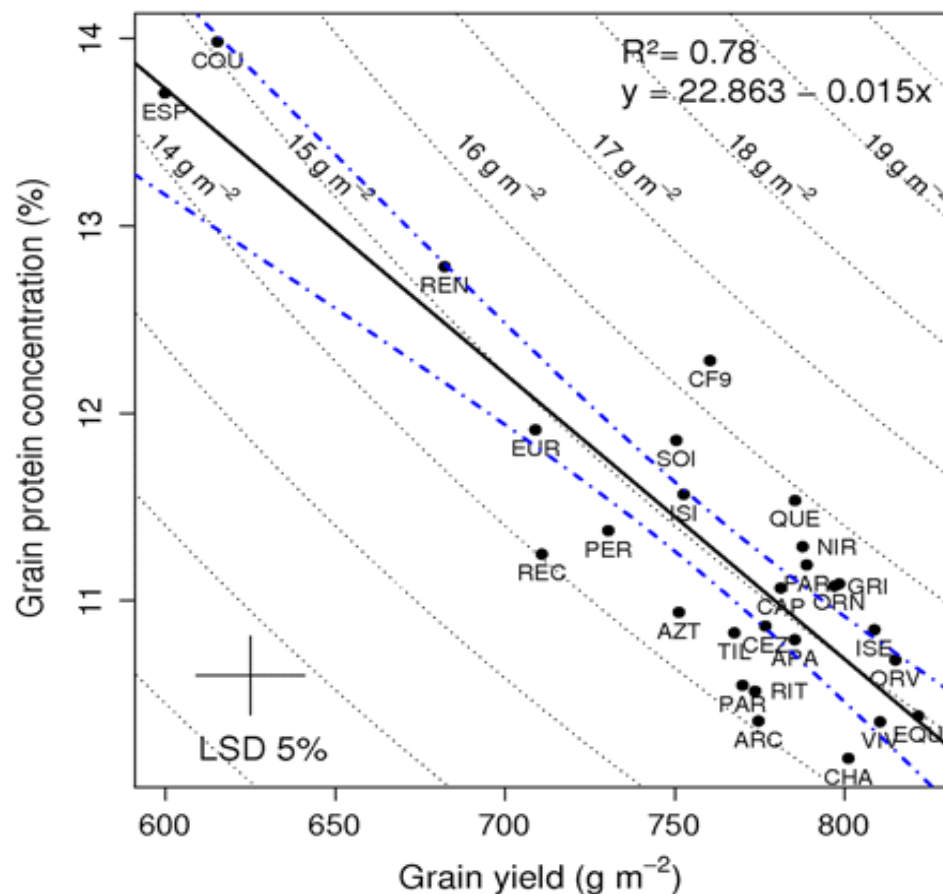
Mais aussi d'autres espèces et composants

Ex colza ou tournesol (Triboï et Triboï-Blondel 2002)

Pour le blé tendre

- $R^2 \sim 0.5$: 50% de la variabilité de la concentration en protéines expliqués par le rendement

- pente ~ 0.1 : progrès génétique de 1 t/ha se traduit par une baisse de 1 point de protéines



Bogard et al. (2010)

Oury et Godin (2007)

La notion de GPD

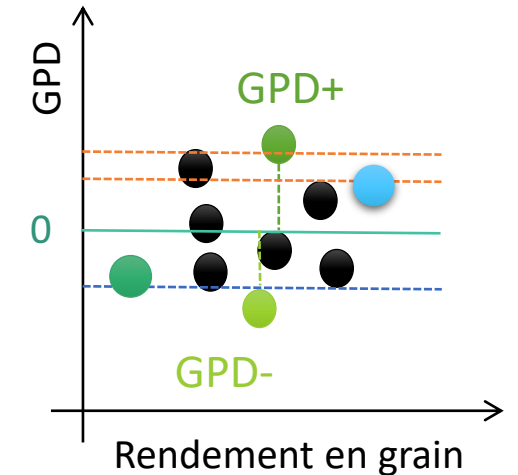
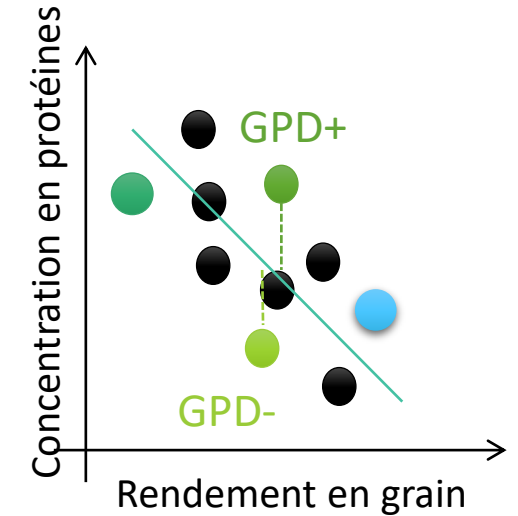
GPD: « **Grain protein deviation** »
(Monaghan et al. 2001)

GPD = **dévi**ation par rapport à la droite de régression (positive ou négative)

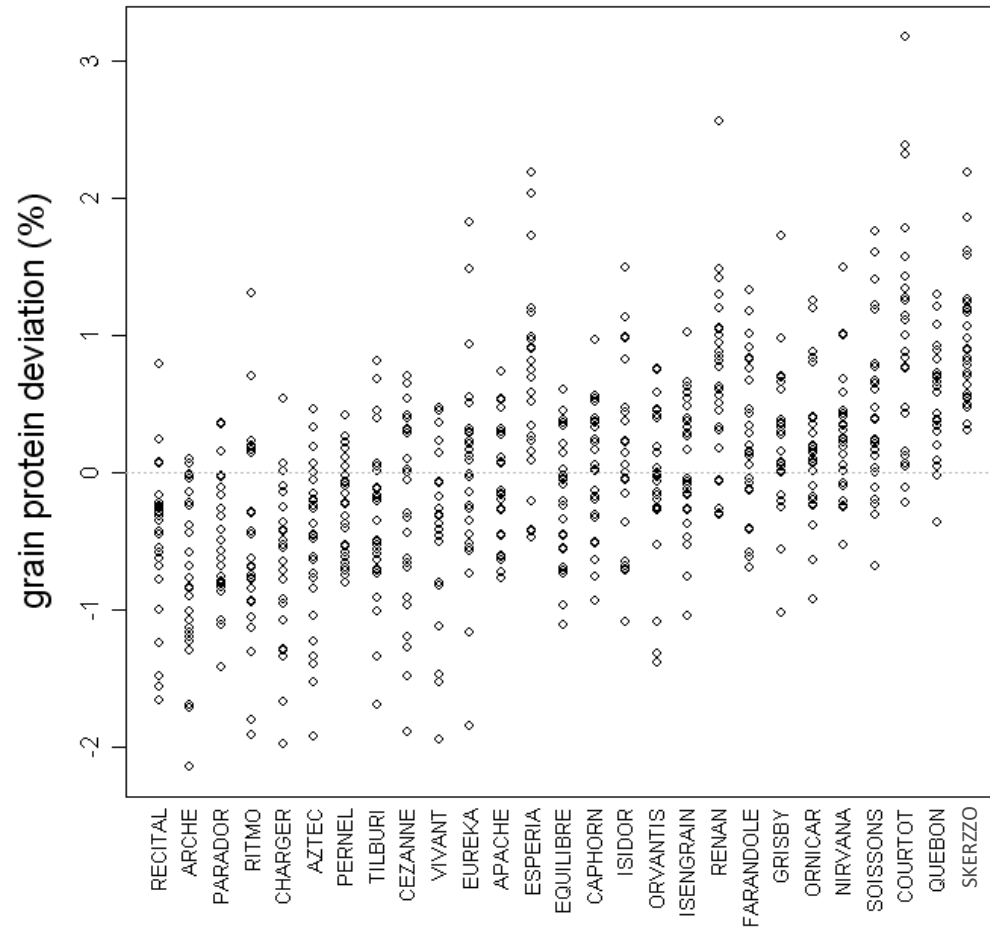
Estimation demande des essais multilocaux et pluriannuels (5 lieux × 2 années)
(Oury et Godin 2007)

GPD > **~+0.6** → **bonus à l'inscription** (depuis 2007)

GPD < **~-0.6** → **malus à l'inscription** (depuis 2019)



Variabilité génétique pour le GPD



(GPD estimés dans 27 combinaisons lieu x année,
FSOV Azote, INRA-Arvalis-CETAC)

Extrêmes GPD- ou GPD+ stables

Recital / Arche : GPD-

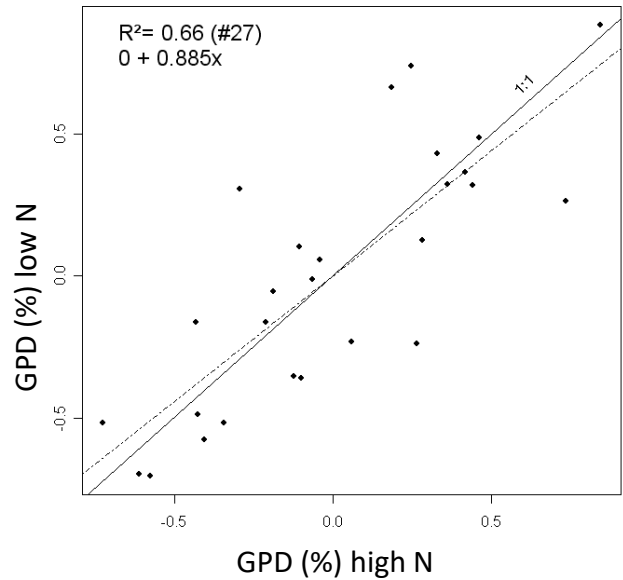
Skerzzo / Quebon : GPD+

Gamme de variation

Max : -2% à +2%

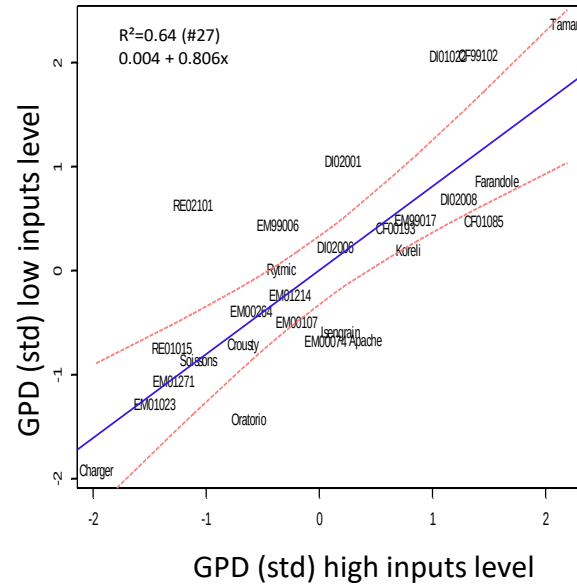
En moyenne : -1% à +1%

Stabilité du GPD entre systèmes de production



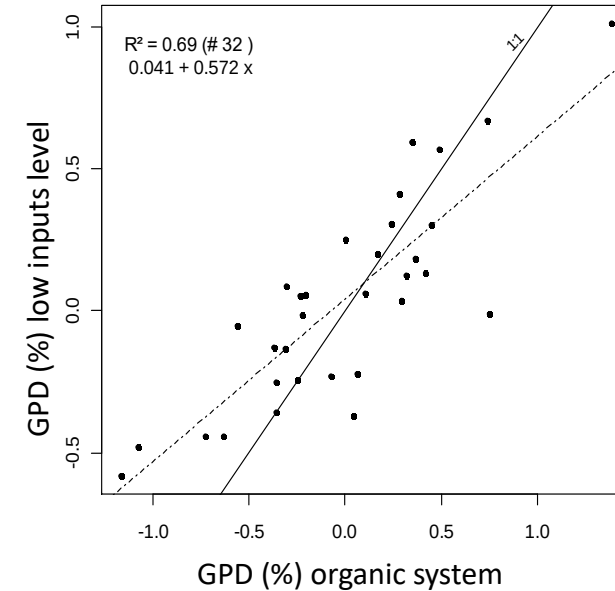
Effet fertilisation azotée

(Bogard et al. 2010)



Effet techniques culturales

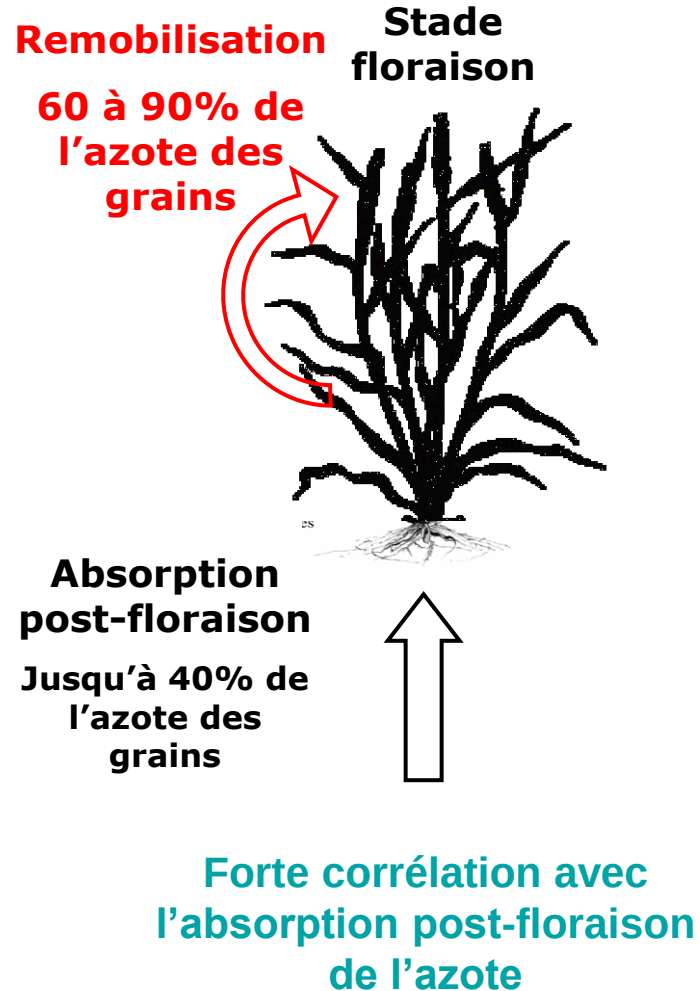
(Oury et al., non publié)



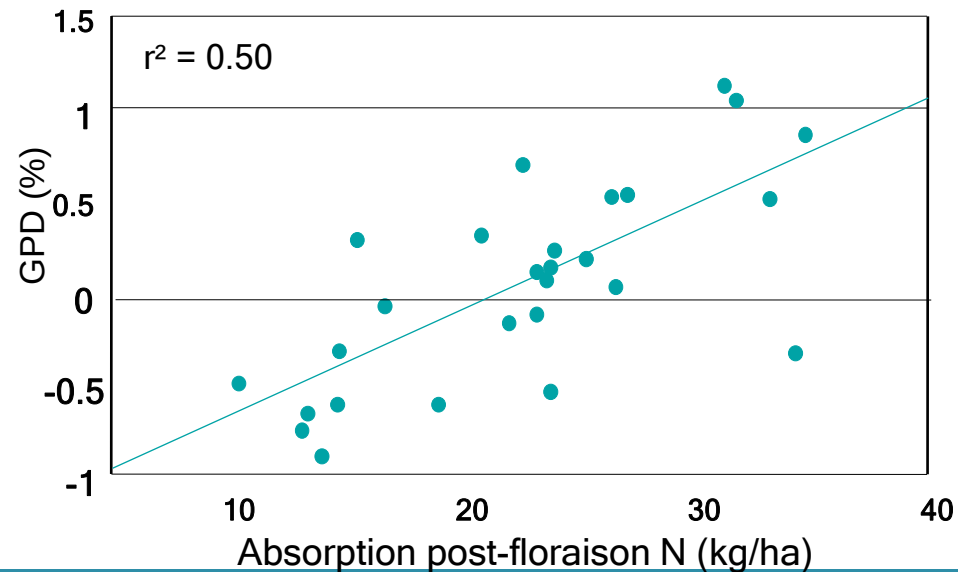
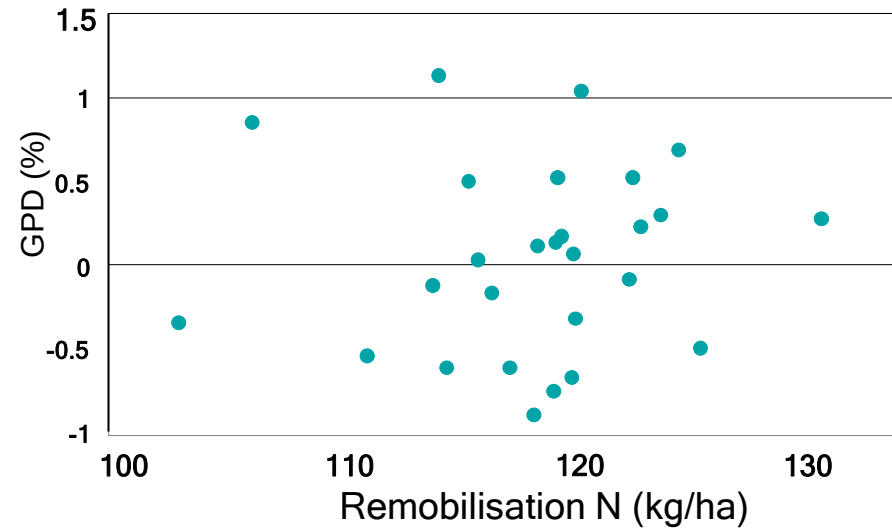
Effet systèmes de culture

(Rolland et al., non publié)

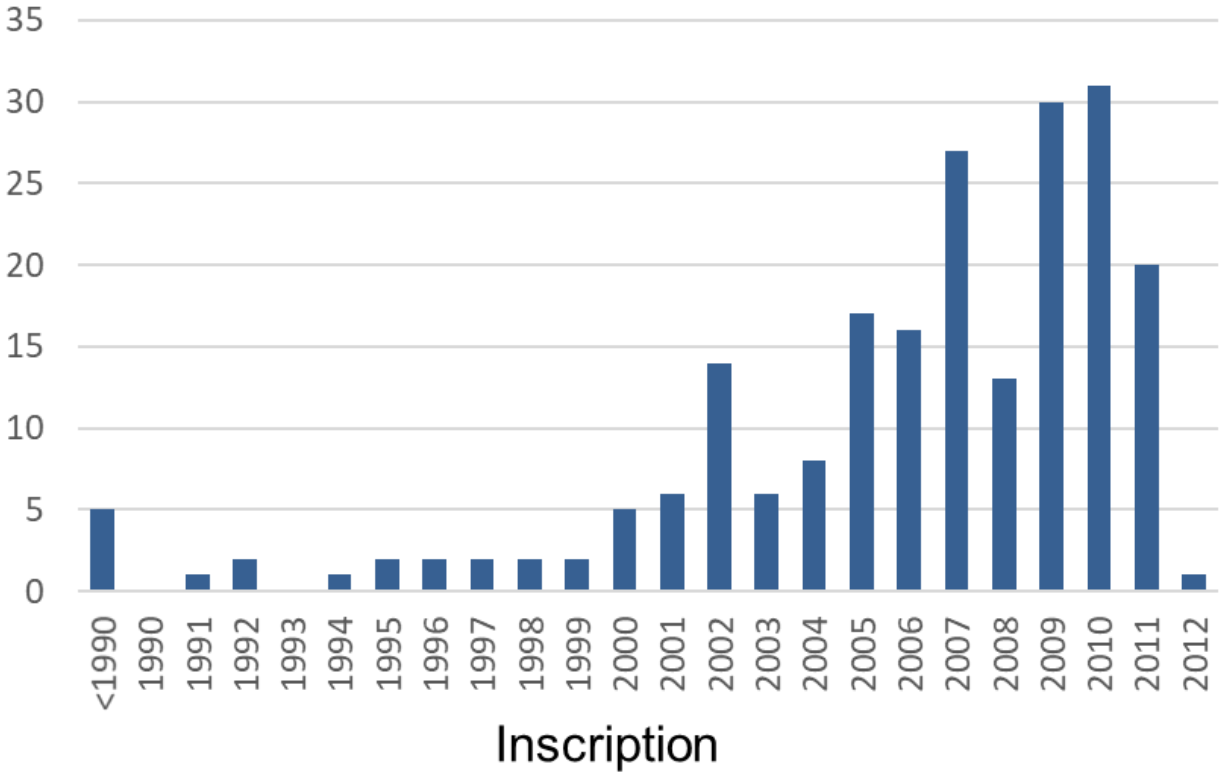
Absorption et remobilisation de l'azote



(Bogard et al 2010)

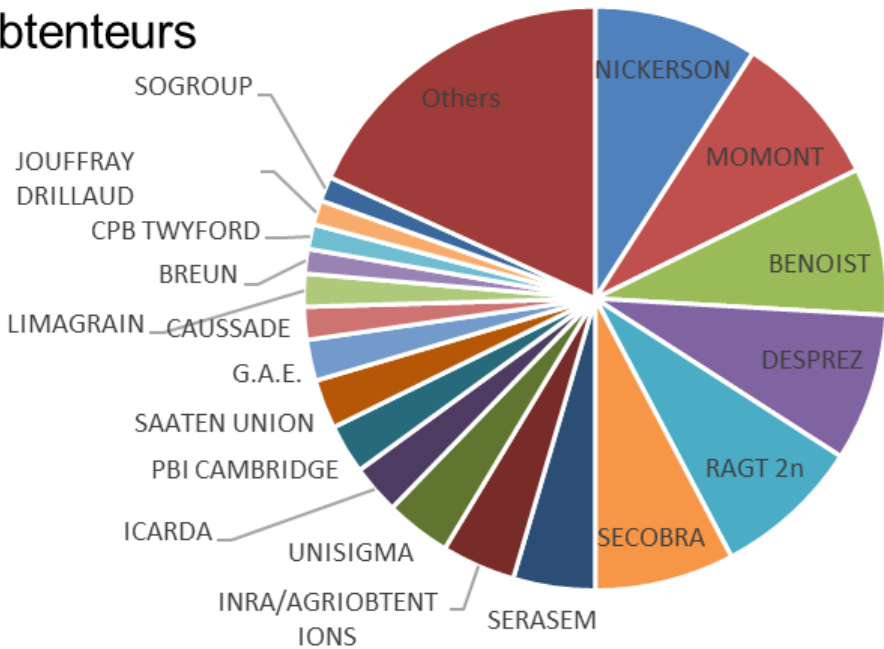


Progrès génétique – Panel



Cormier et al 2014

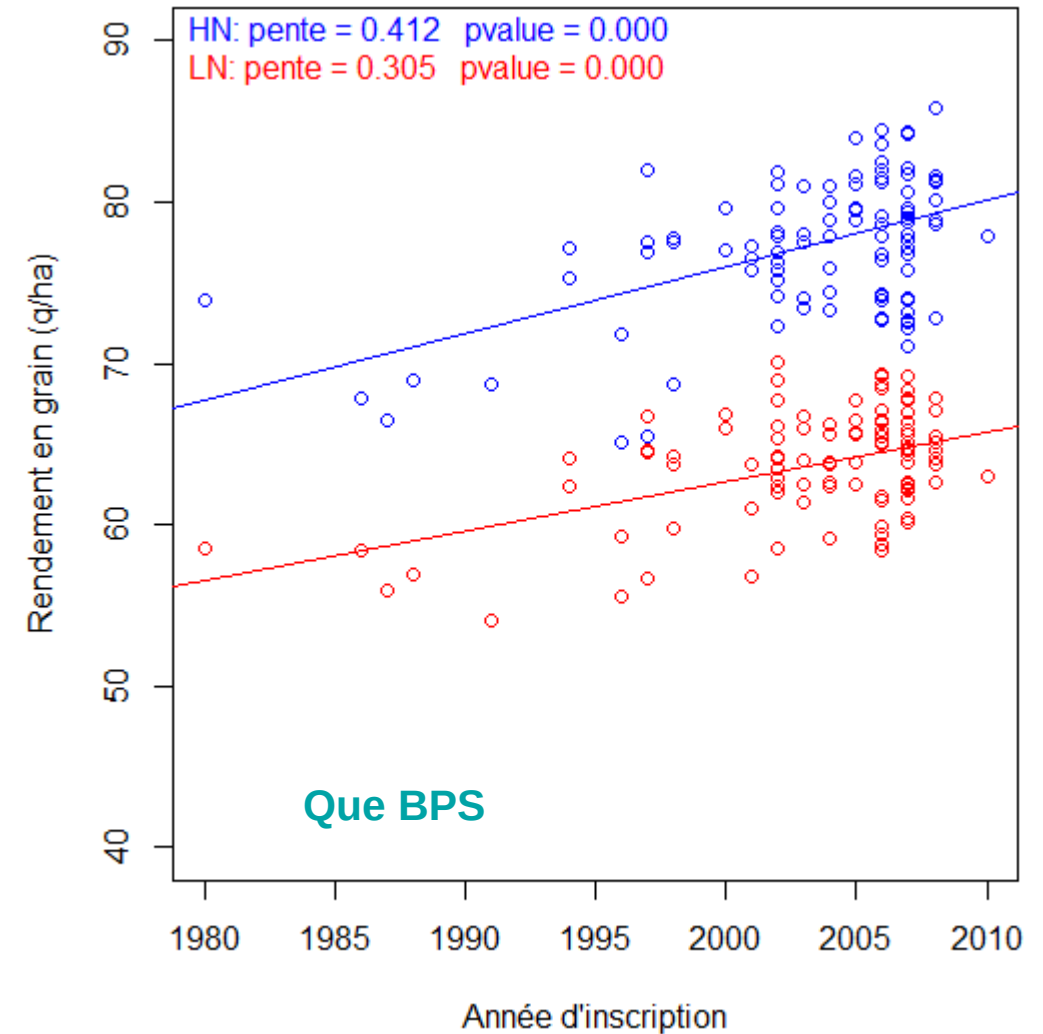
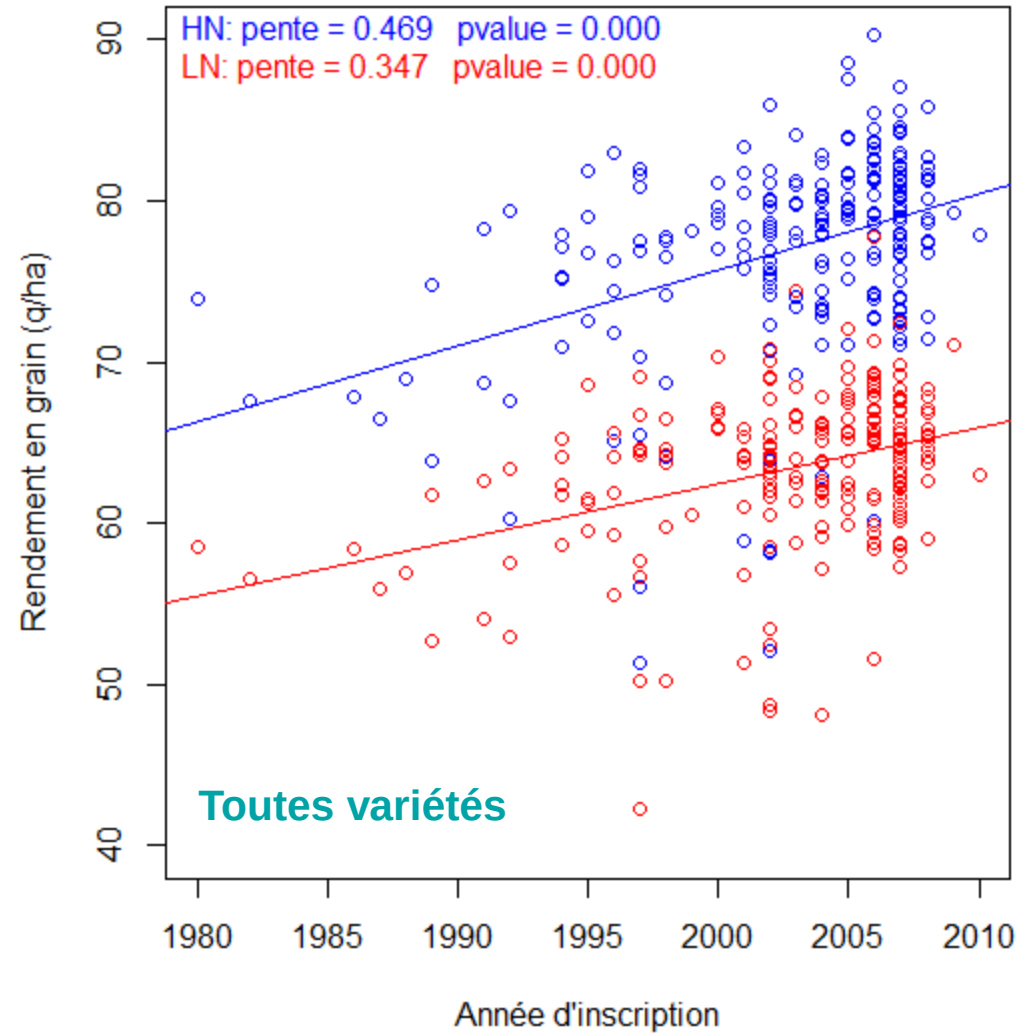
Obtenteurs



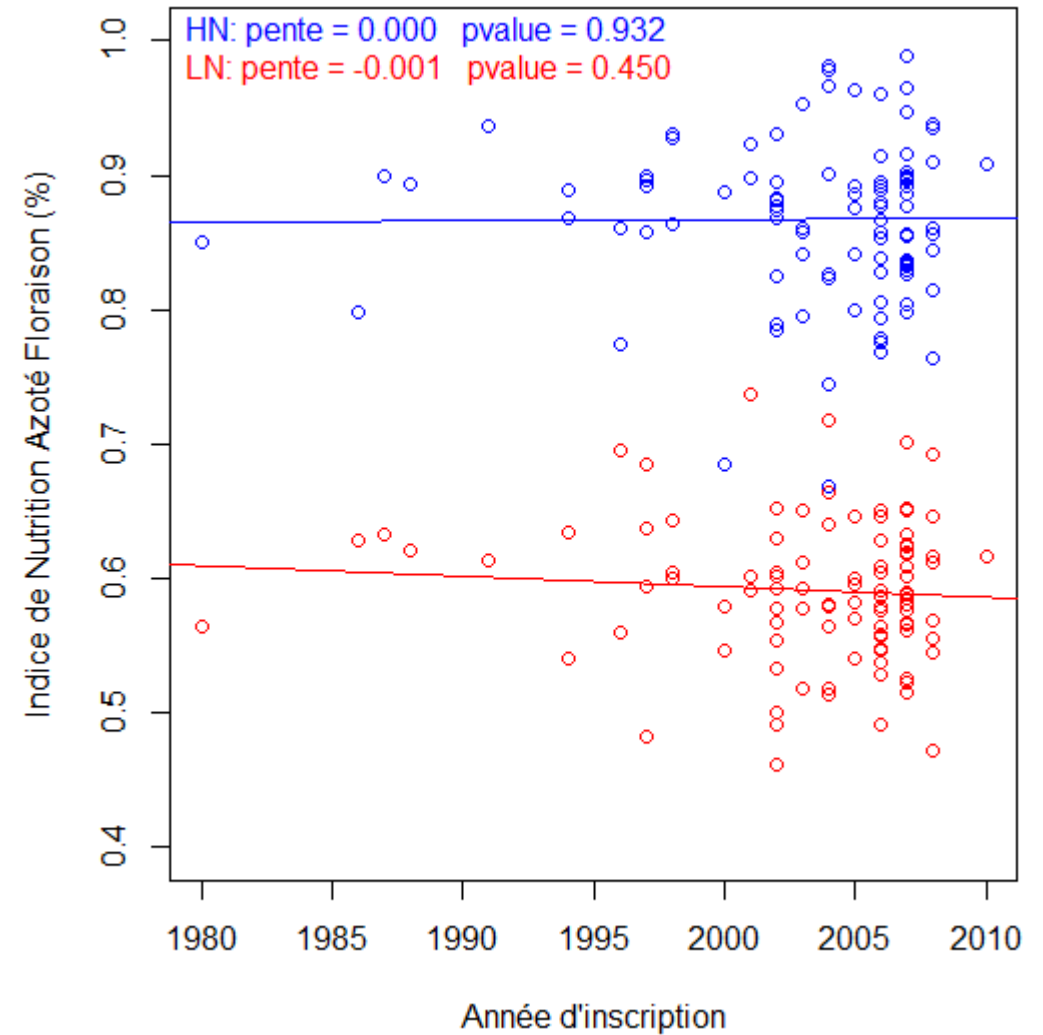
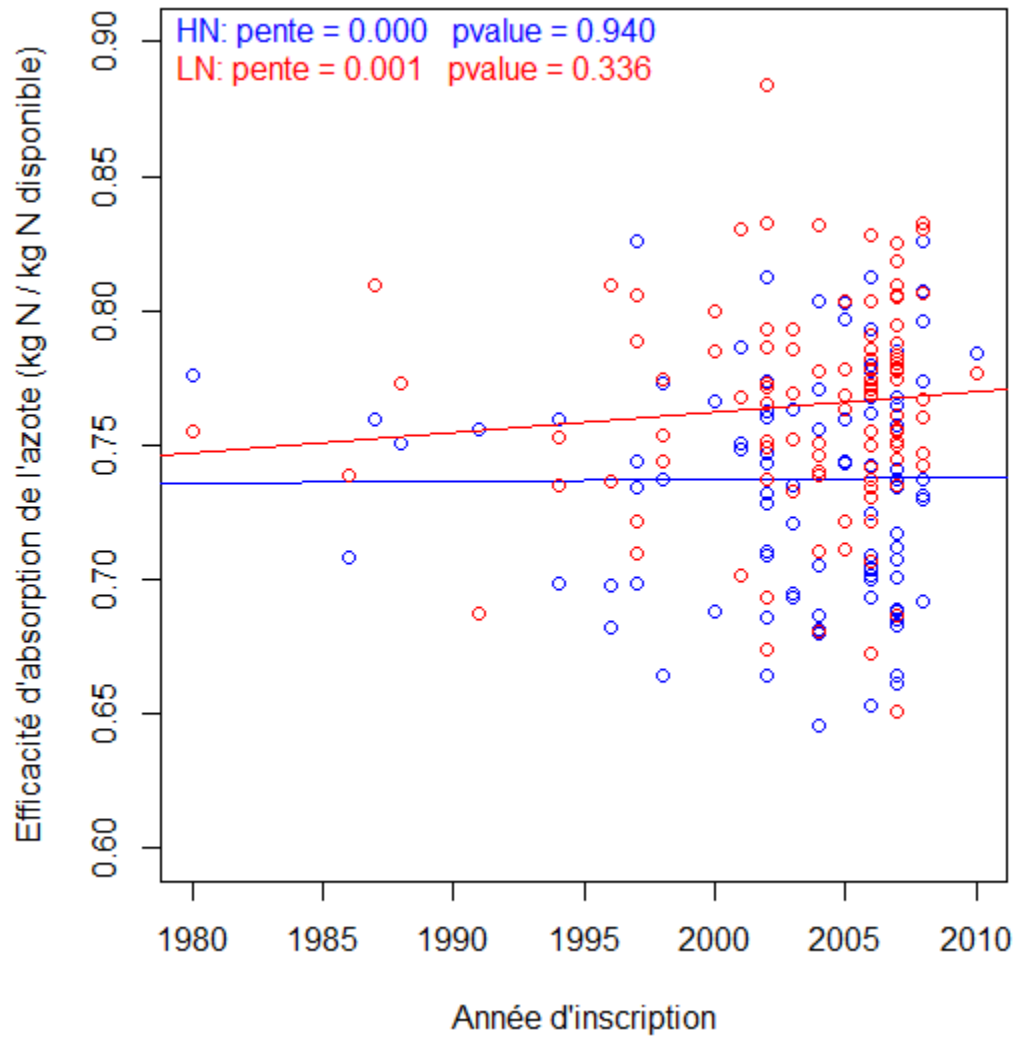
Comparaison par classe de qualité

Classe qualité	Nb	% Protéines	
BAF	12	12.11	a
BPS	104	9.95	b
BP	50	9.81	b
BB	7	9.79	b
BAU	7	9.20	c

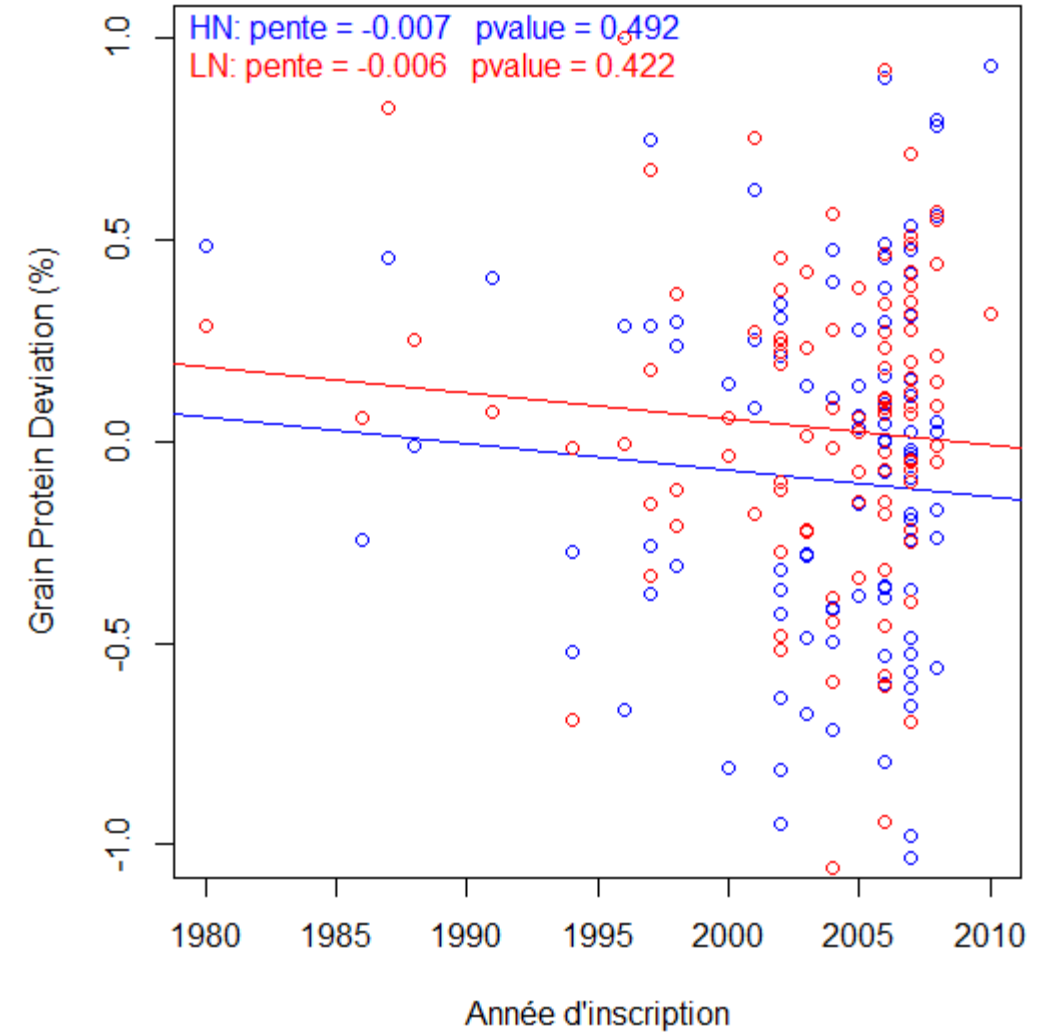
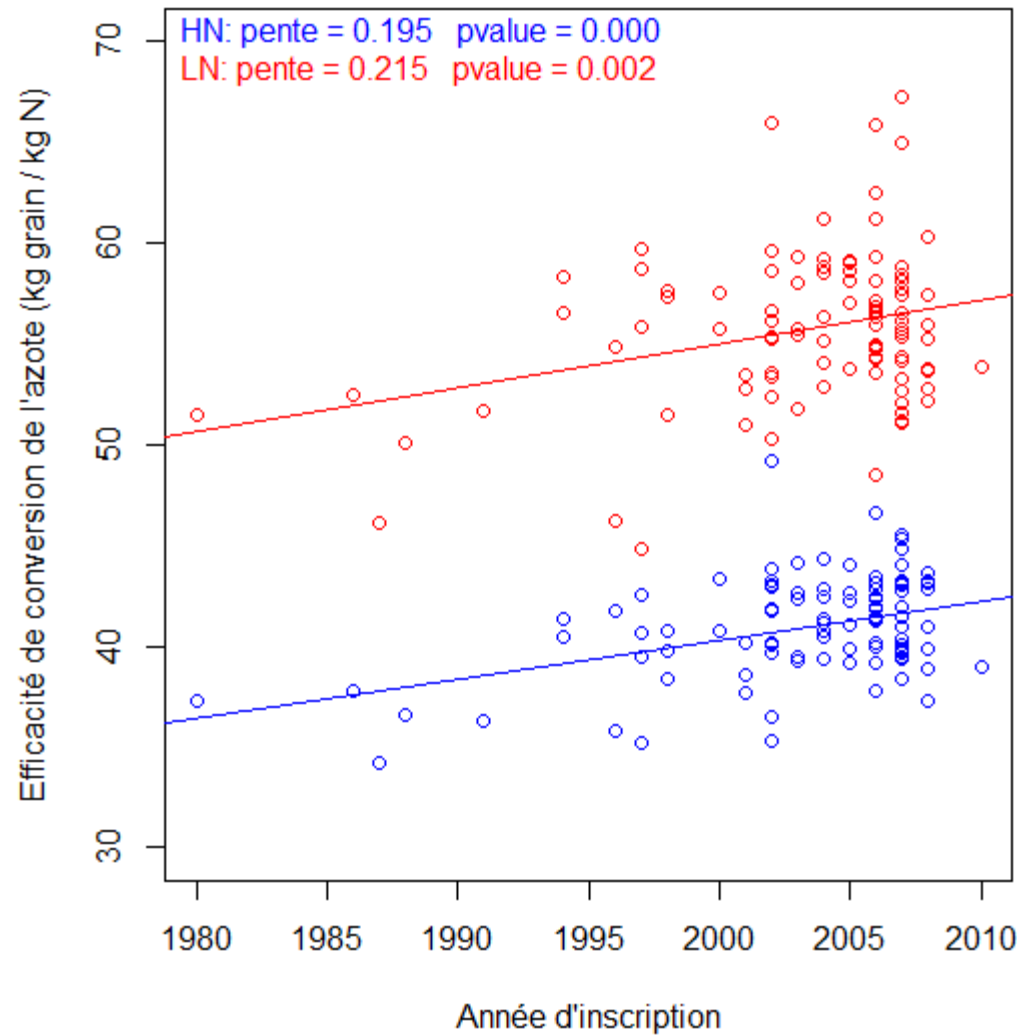
Progrès génétique - rendement



Progrès génétique – N absorbé



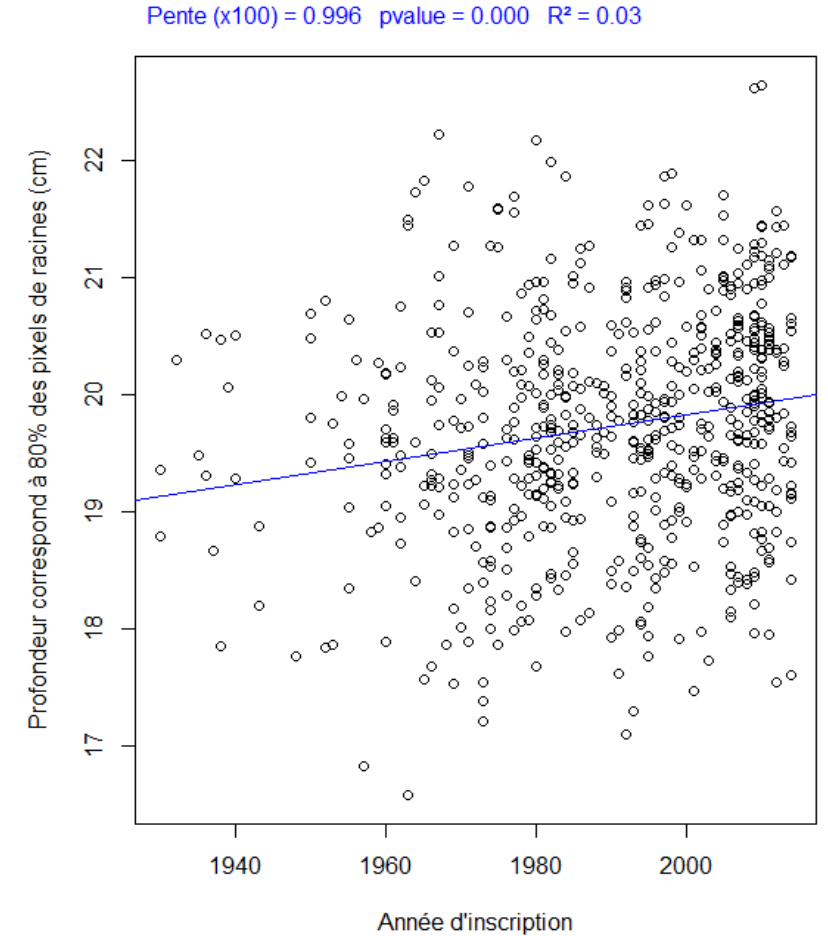
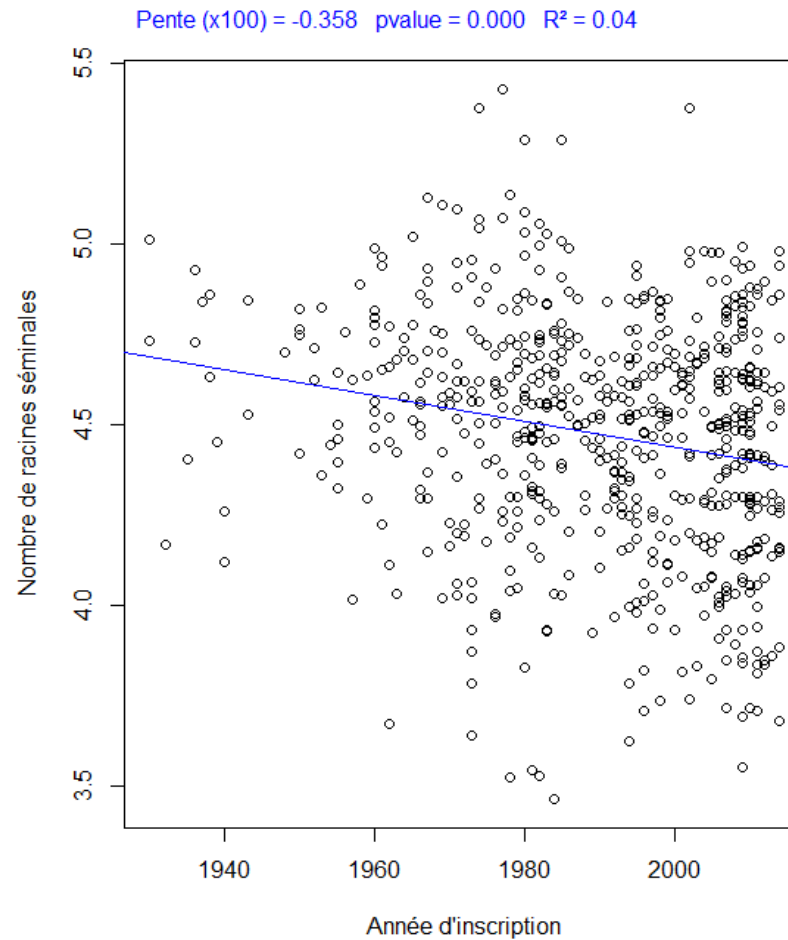
Progrès génétique – Conversion N



Progrès génétique – Racine (stade plantule)



Plateforme 4PMI Dijon
Christophe Salon
Christian Jeudy
Mickael Lamboeuf
(UMR Agroécologie)



Colombo et al 2022

Conclusions

La plupart des études montrent un **progrès génétique continu sur le rendement** en grain du blé (et d'autres grandes cultures)

Dans notre étude, nous n'avons **pas mis en évidence de progrès pour l'efficacité d'absorption de l'azote** (quantité d'azote ou INN)

Le progrès a eu lieu sur la production de grains / la quantité d'azote absorbé = **efficacité de conversion et efficacité de remobilisation de l'azote**

La biomasse aérienne et la quantité d'azote absorbé **sont très difficile à mesurer en sélection** (effectif trop important). Apport du phénotypage haut-débit ?

De même l'architecture et le fonctionnement du système racinaire

Discussion en cours avec Gilles Lemaire et Ignacio Ciampitti pour renouveler les analyses de l'efficacité de l'utilisation de l'azote

Merci de votre attention

