

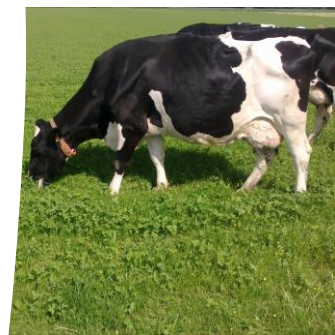
Analyse comparée de services écosystémiques directement ou indirectement liés aux flux azotés des systèmes avec légumineuses à graines



Anne SCHNEIDER,



**Terres
Inovia**
l'agronomie en mouvement



Finalité recherchée ?



Mieux caractériser les **effets pluriannuels des légumineuses à graines** au sein des agrosystèmes français et mieux comprendre les **facteurs de leur variabilité**

➔ A terme, **faciliter leur prise en compte dans les stratégies de production de protéines végétales avec des systèmes à bas intrants**

Essais
Terres
Inovia

Essais
d'autres
partenaires

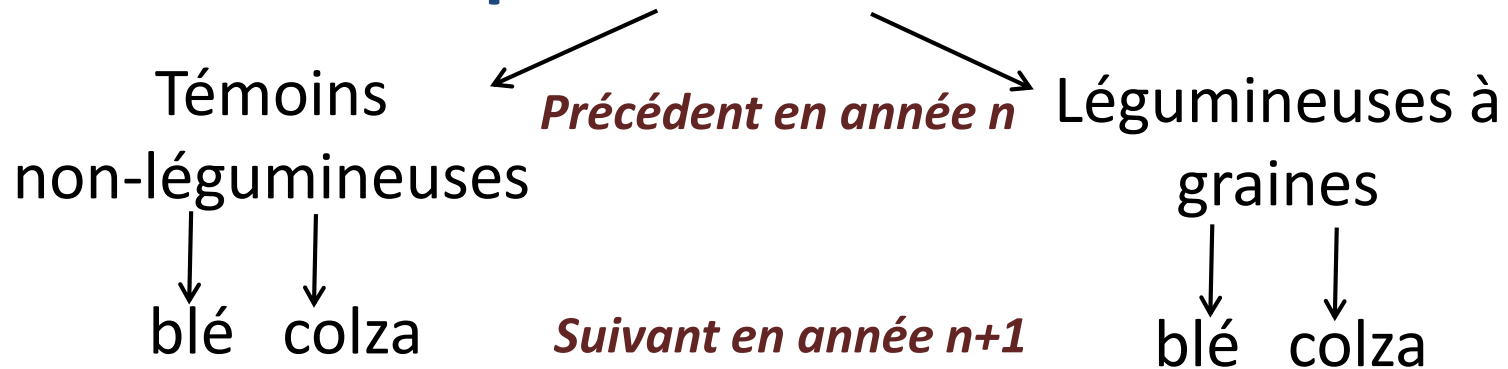
Méta-
analyses

Données de
réseaux
d'agriculteurs



Objectifs de l'expérimentation Terres Inovia

1. Comparer sur un même lieu



2. Comparer selon plusieurs situations

Lieu x Année

- (i) **Quantification** de l'effet, a minima en valeurs relatives
- (ii) Exploration de la **variabilité** de l'effet, et des facteurs explicatifs majeurs
(en cumulant, à terme, avec le plus grand nombre de données)



Matériels et méthodes

Des couples 'précédent-suivant' (X 4 blocs)

Année n	4 modalités LAG		2 témoins Non-leg	
Berry (2016, 2017) Grignon (2017, 2018)	Pois h, Féverole h, Poish+Blé, Lentille		Colza, Blé	
	Pois h, Poish+Blé, Féverole p, Pois p		Colza, Blé	
Année n+1	Blé 0N N1		Colza 0N N2	
Berry (2017, 2018) Grignon (2018, 2019)			Blé 0N N1	
			Colza 0N N2	

Sur 2 sites pédoclimatiques avec 2 séries climatiques pour chacun

Berry
(Indre, 36)

Récoltes 2016 et 2017
Récoltes 2017 et 2018

Sols argilo-calcaires superficiels
Matière organique à 3,1%

Grignon
(Yvelines, 78)

Récoltes 2017 et 2018
Récoltes 2018 et 2019

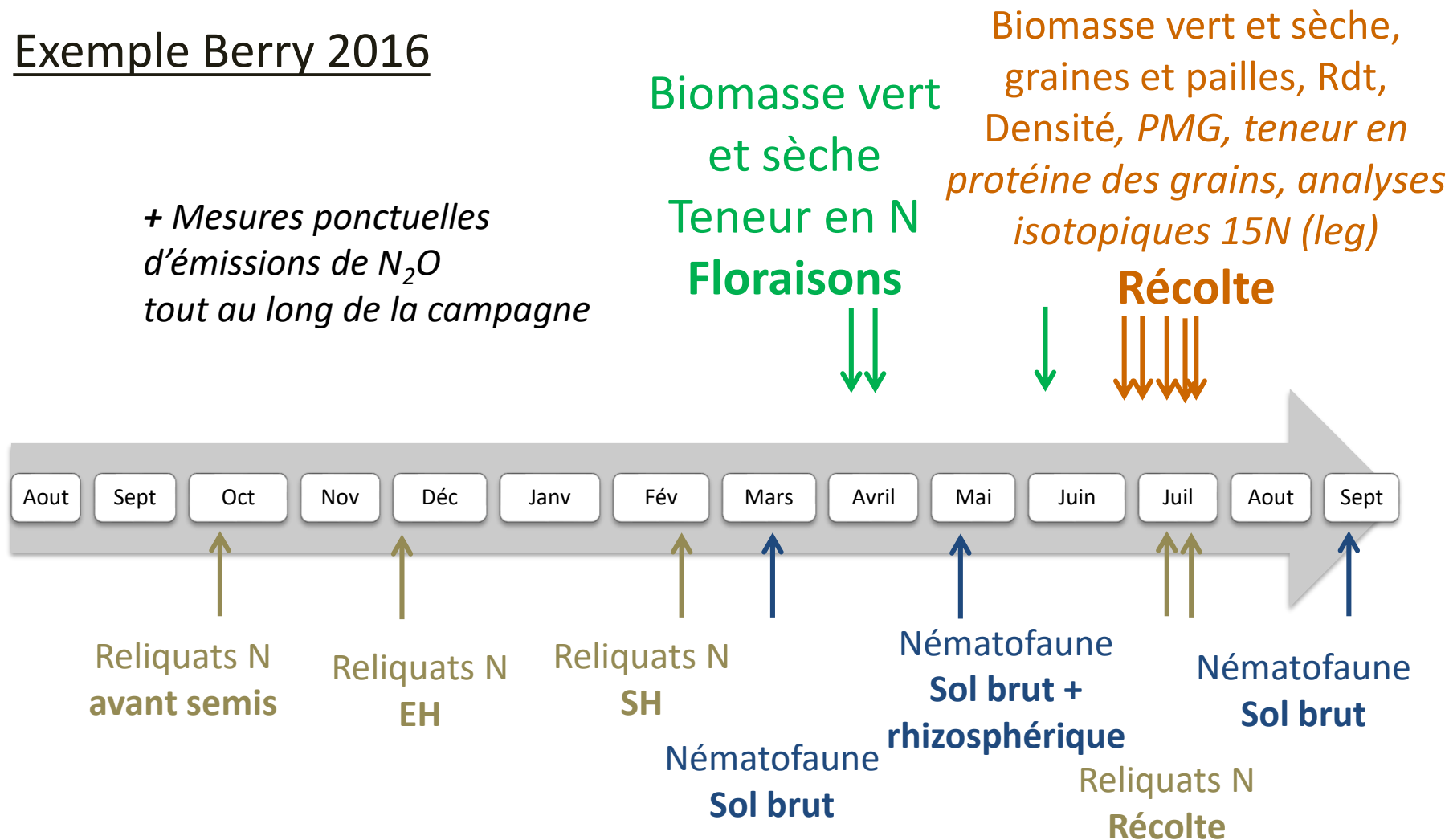
Sols limoneux profonds
MO entre 1,3 et 1,9%



Prélèvements et variables étudiées

Exemple Berry 2016

+ Mesures ponctuelles
d'émissions de N_2O
tout au long de la campagne





1ers résultats des essais analytiques

« effets LEG »



2015-2018 Berry et 2016-2019 Grignon

(expérimentation et analyses en cours)



ProLeg
(PSDR-IdF, 2016-2019)



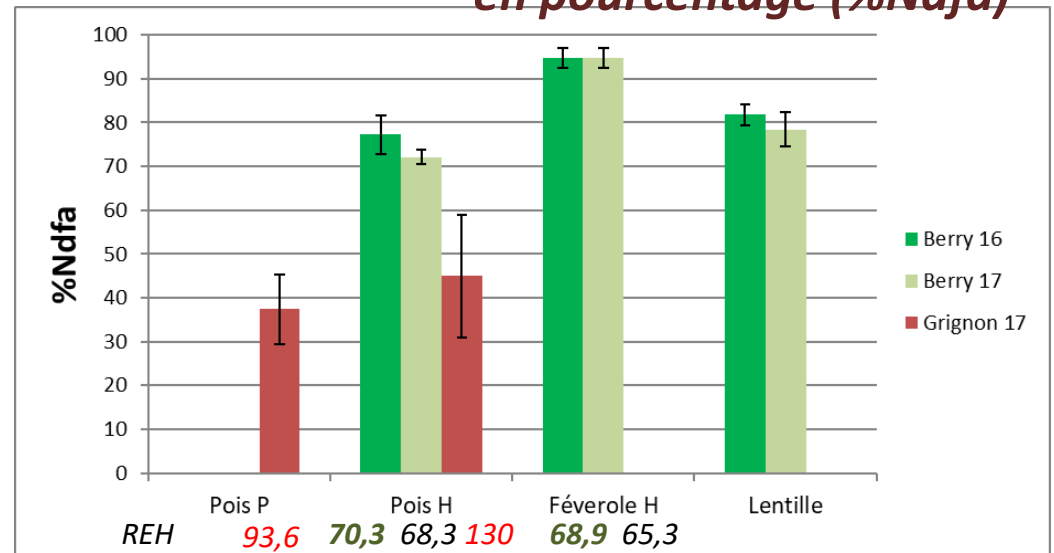
**Entrée d'azote symbiotique
(*hors intrants*)
pour le système de culture**



Fixation symbiotique selon espèces et situations

en pourcentage (%Ndfa)

Azote issu de la fixation pour 5 modalités LAG sur 3 situations (site x année)
(suite à enrichissement du sol en 15N)



✓ **Variabilité interspécifique**

✓ **Pour une espèce donnée :**

Indépendant de l'année

Facteur déterminant

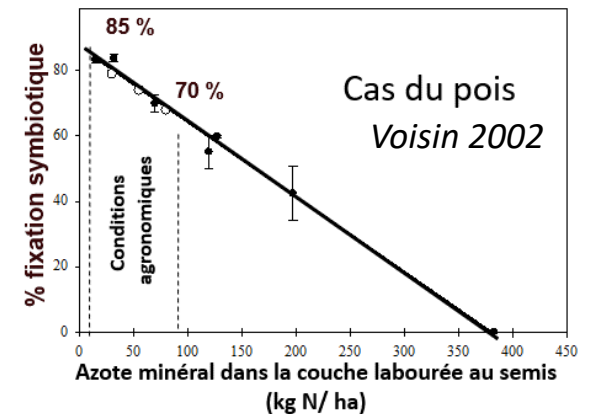
= **Teneur en azote minéral du sol disponible** pour la légumineuse lors de son cycle de culture

Cas du Pois d'hiver

Berry REH 0-30 cm à **30kgN/ha** : Ndfa = **77%**

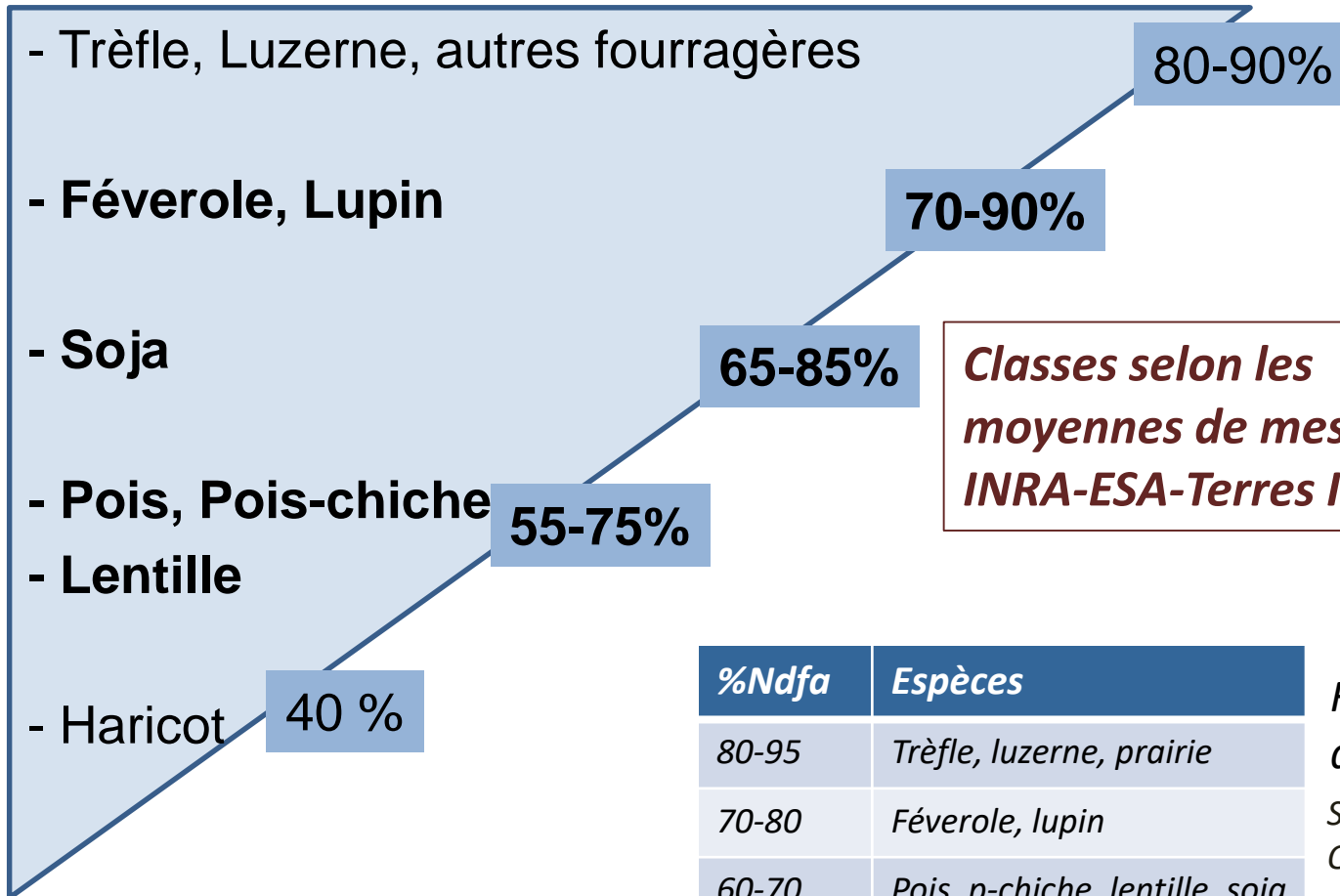
Grignon REH 0-30 cm à **70kgN/ha**: Ndfa = **45%**

ET tendances confirmées par les résultats de l'expérimentation de Dijon analysée par Guinet (2016) qui compare plusieurs espèces en un même lieu avec 4 conditions d'azote minéral au semis (70-370kgN/ha).



Alimente la révision des classes de référence par espèce de légumineuse

%Ndfa



Classes selon les moyennes de mesures INRA-ESA-Terres Inovia



%Ndfa	Espèces
80-95	Trèfle, luzerne, prairie
70-80	Féverole, lupin
60-70	Pois, p-chiche, lentille, soja
40	Haricot

RAPPEL: Références antérieures (2015) Schneider et Huyghe Quae 2015



Quantité fixée selon espèces et situations

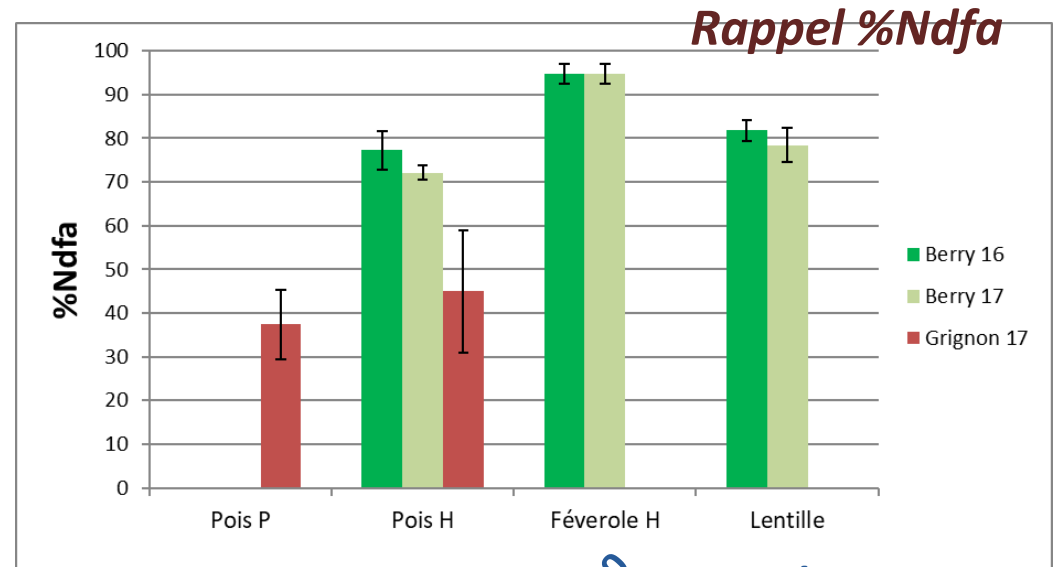
- ✓ Pour une espèce: la quantité est en partie déterminée par le %Ndfa lié au site

Pois h :

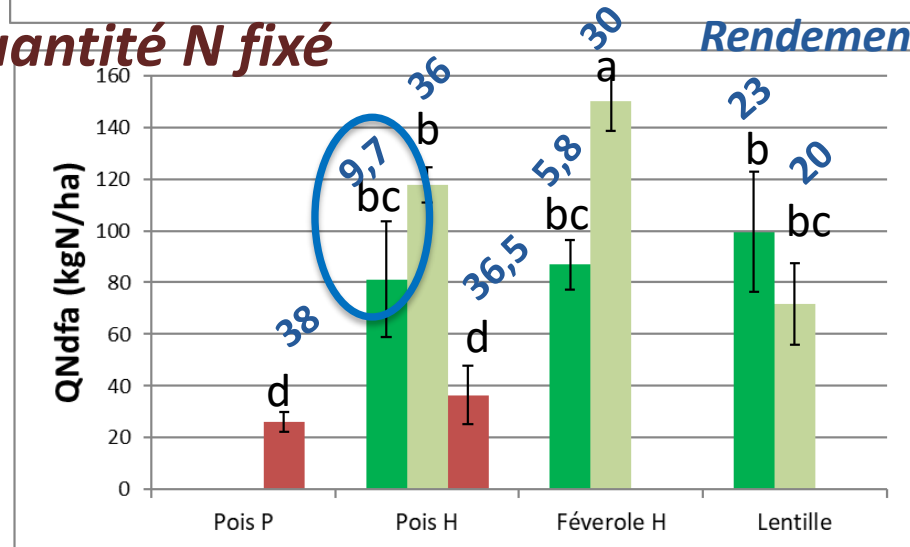
*faible pour Grignon
forte pour Berry*

- ✓ En un lieu: la quantité variable selon la performance de la LAG

2016 et 2017: quantités moindres par espèces en 2016 car les maladies de fin de cycle ont anéanti les rendements de Pois H et Féverole H malgré un bon déroulement de croissance (contrairement à la lentille)



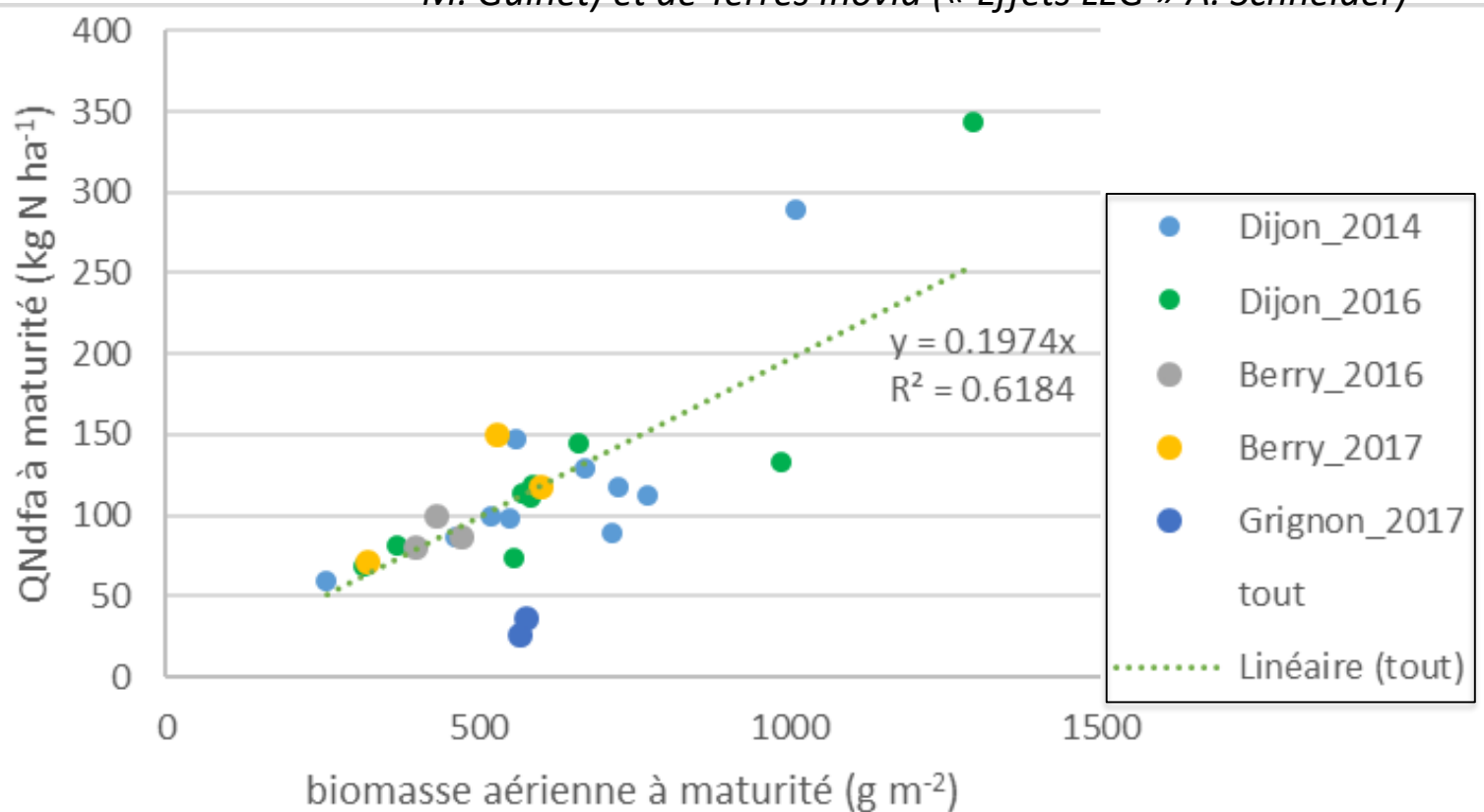
Quantité N fixé **Rendements**



Quantité fixée sur un ensemble de situations

Sources : données expérimentales d'essais de l'INRA (« 10 LEG » M. Guinet) et de Terres Inovia (« Effets LEG » A. Schneider)

Une corrélation assez forte avec la biomasse aérienne à maturité



Un indicateur à confirmer : plus facile d'accès pour les estimations en situations agricoles

A décliner par espèce et contexte de la campagne



Amélioration des performances du suivant

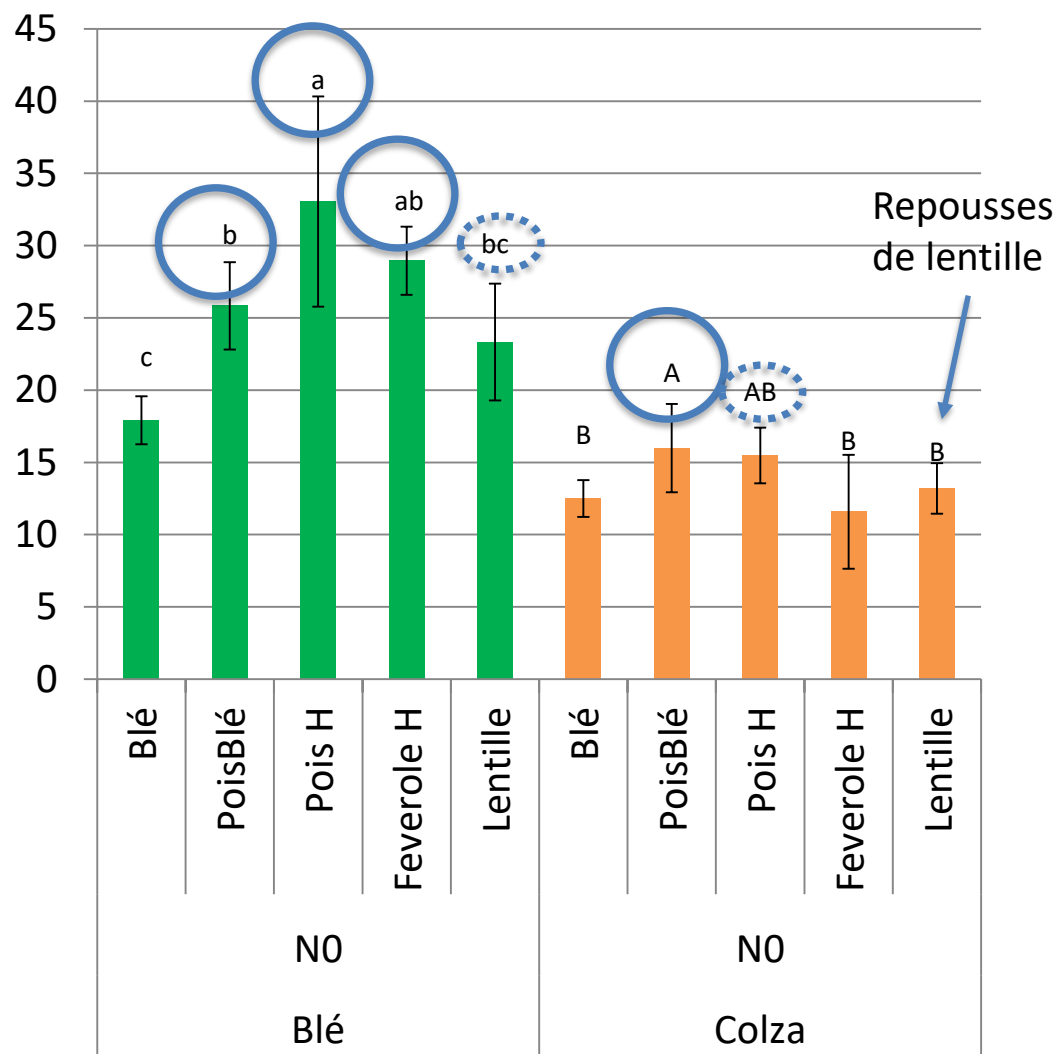


Service « variation du rendement du suivant »

Rendements du blé et colza
(Berry 2017) non fertilisés en
fonction des différents
précédents culturels de 2016
(en q/ha)

→ **Blé ON** : les effets du pois,
de la féverole et de
l'association pois-blé
(composé surtout de pois) se
différencient de ceux du blé

→ **Colza ON** : l'effet de
l'association pois-blé se
différencie de ceux du blé, de
la féverole et de la lentille



Résultats à confirmer par la suite (ici 1 seul couple « prec-suiv »)



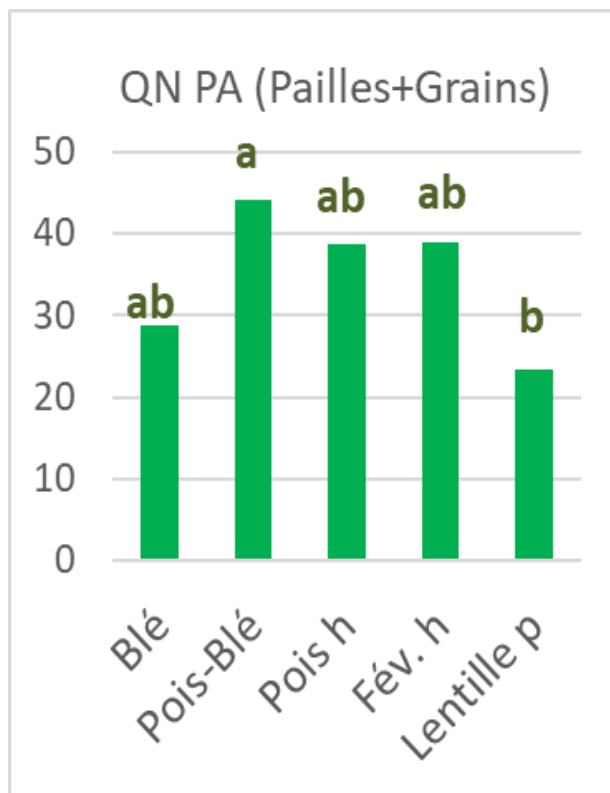
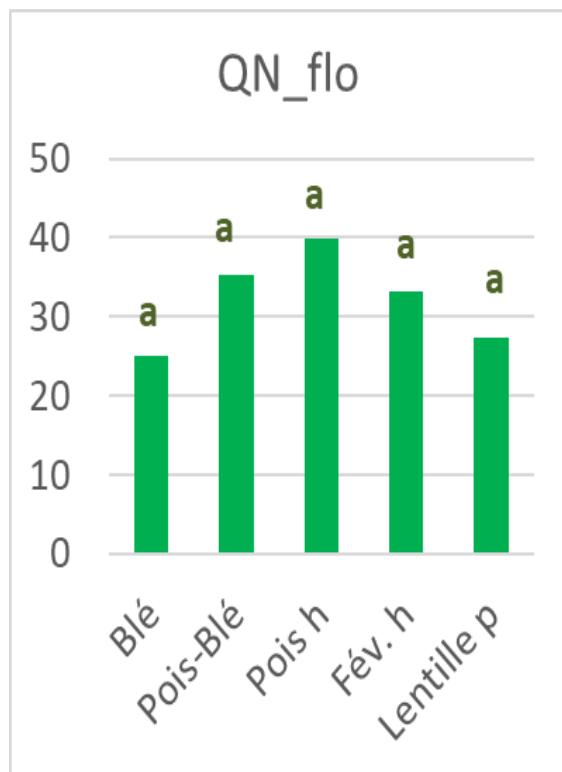
Facteurs de l'effet précédent ? Azote absorbé

Berry 2017 – Blé ON

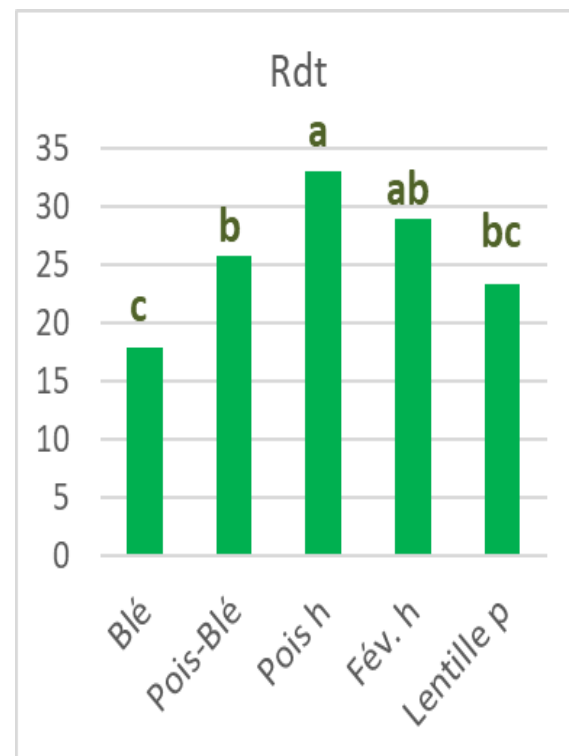
en fonction des différents précédents culturaux de 2016

Les écarts de quantité N absorbé selon le précédent n'expliquent pas entièrement les écarts de rendement du Blé à ON

Quantité N absorbé (en kg/ha)



Rendement (en q/ha)



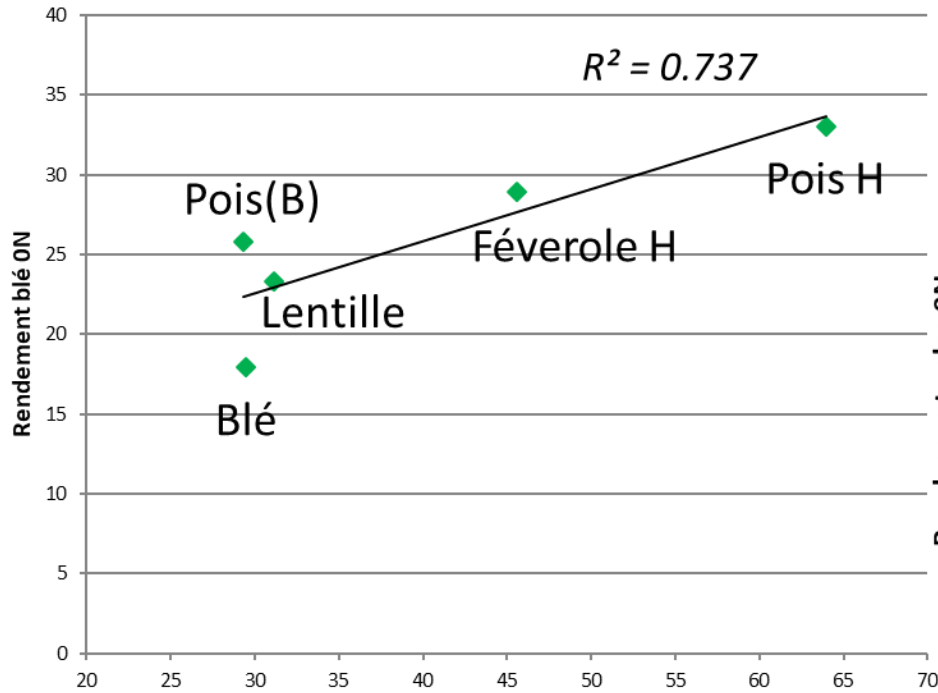
Lettres = Groupes significativement différents avec alpha de 5%



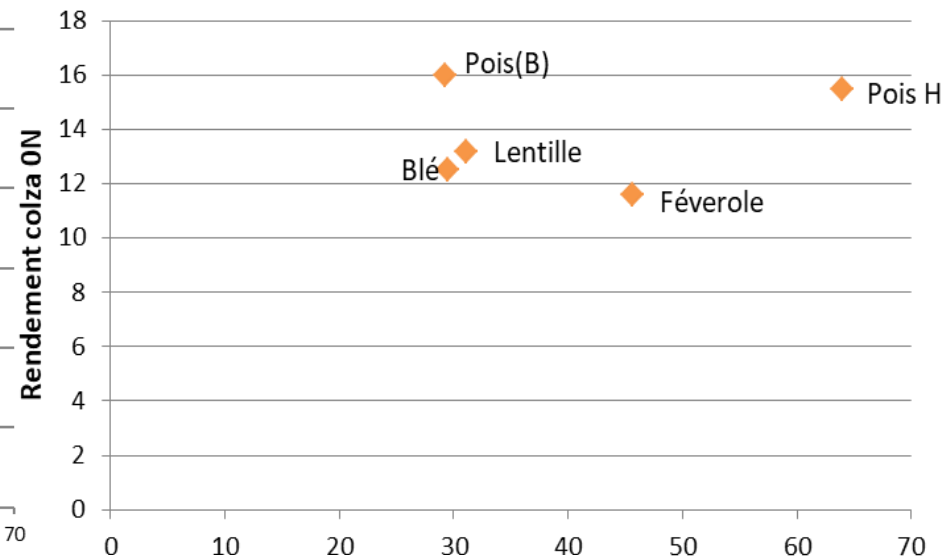
Facteurs explicatifs ? Pailles du précédent

Berry 2017

Rendement du Blé 0N (q/ha)



Rendement du Colza 0N (q/ha)

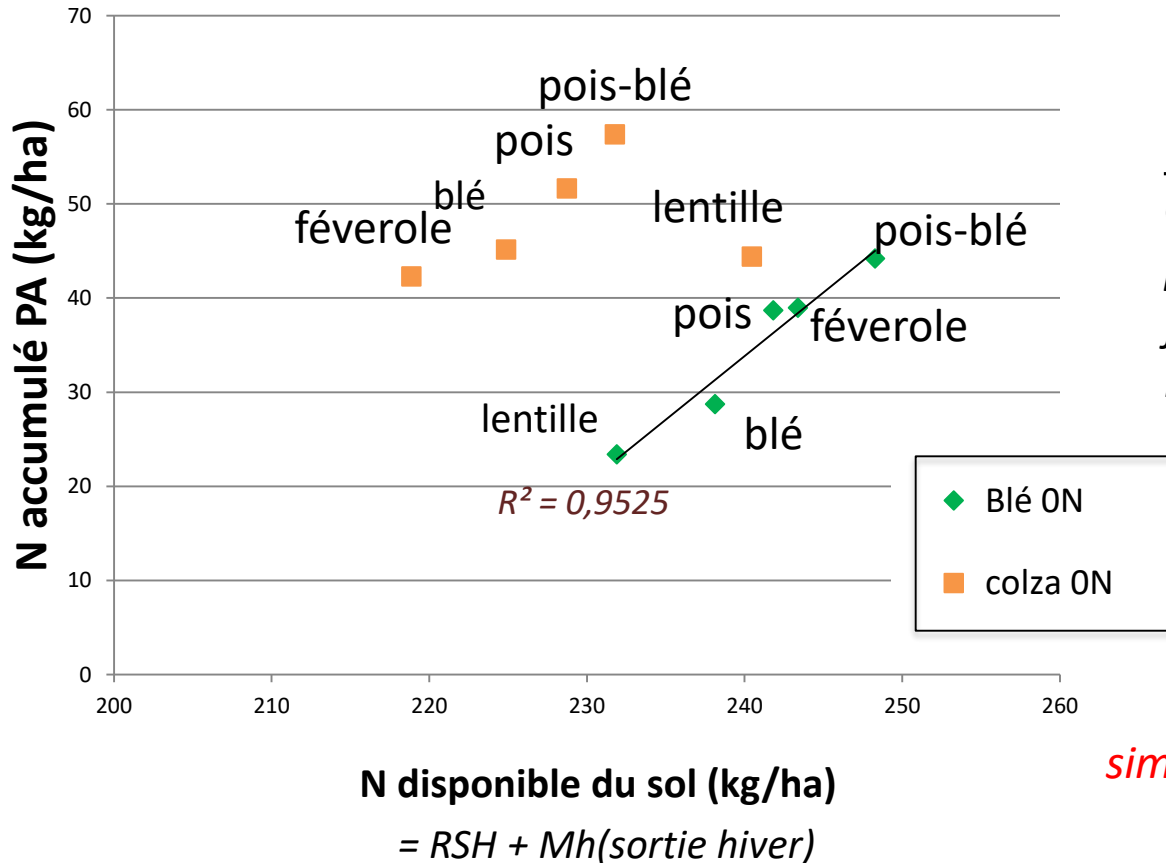


Quantité N des résidus aériens de la culture précédente

Facteurs explicatifs ? N fourni par le sol

Berry 2017

Azote accumulé dans les cultures à la récolte en fonction du type de précédent et de l'azote disponible dans le sol (*calculé théoriquement*)



En non fertilisé :
Relation linéaire pour le blé,
et pour le colza *hormis avec le précédent lentille dont les fortes repousses ont gêné la levée du colza*

A confirmer avec des simulations sous STICS en cours

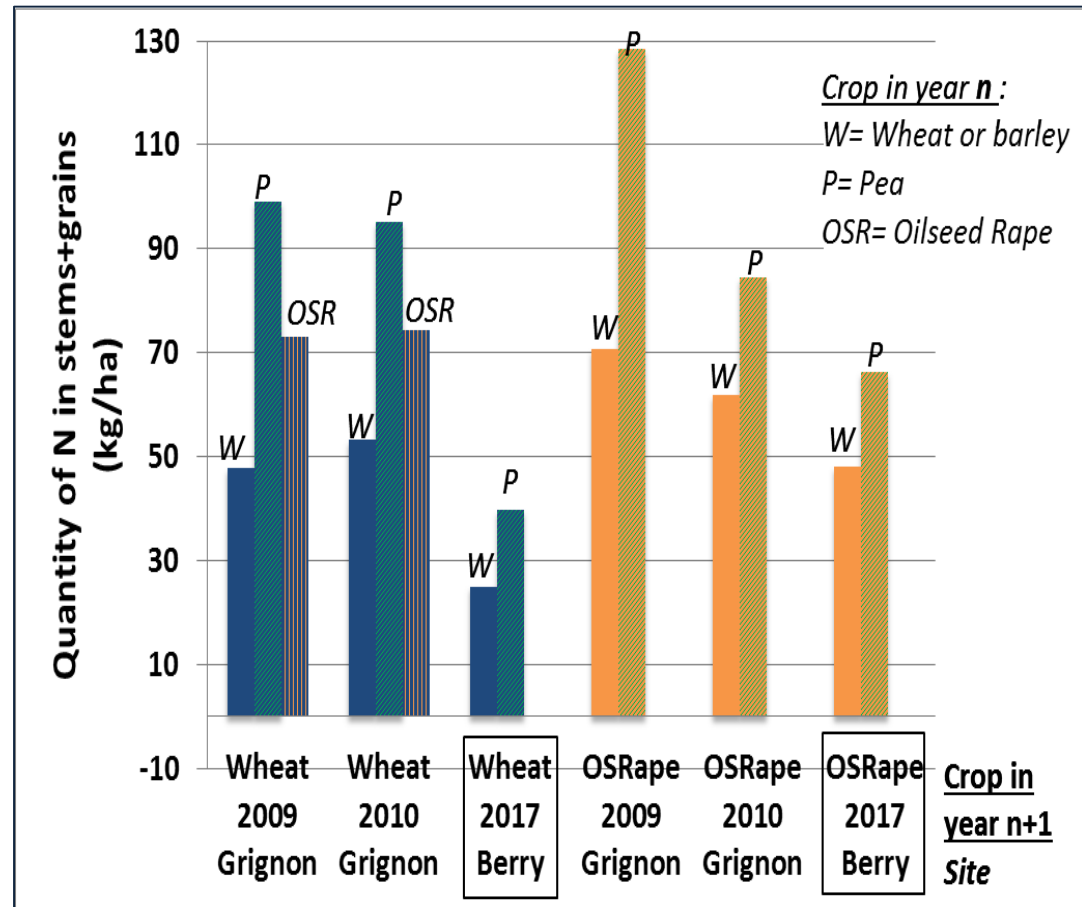


Renforcement des références précédentes

Effet sur la composante du rendement « azote absorbé »

Compilation données LEG Berry 2017 et données d'essais précédents à Grignon en 2009 et 2010 (Jeuffroy et al 2015)

Après la culture de pois d'hiver, la quantité d'azote absorbé par la culture (blé ou colza sans fertilisation) est **significativement plus élevée** par rapport à d'autres précédents (blé ou colza), toutes choses étant égales par ailleurs



Convergence des gains selon le précédent du blé / autres publications

... malgré l'année atypique de 2016 (cycle de LAG d'hiver très correct jusqu'à floraison puis attaques maladies et rendements catastrophiques)

Comparaison avec une Méta-analyse (Cernay 2016) avec 33 articles publiés dans 6 régions du monde et comprenant 16 espèces de LAG

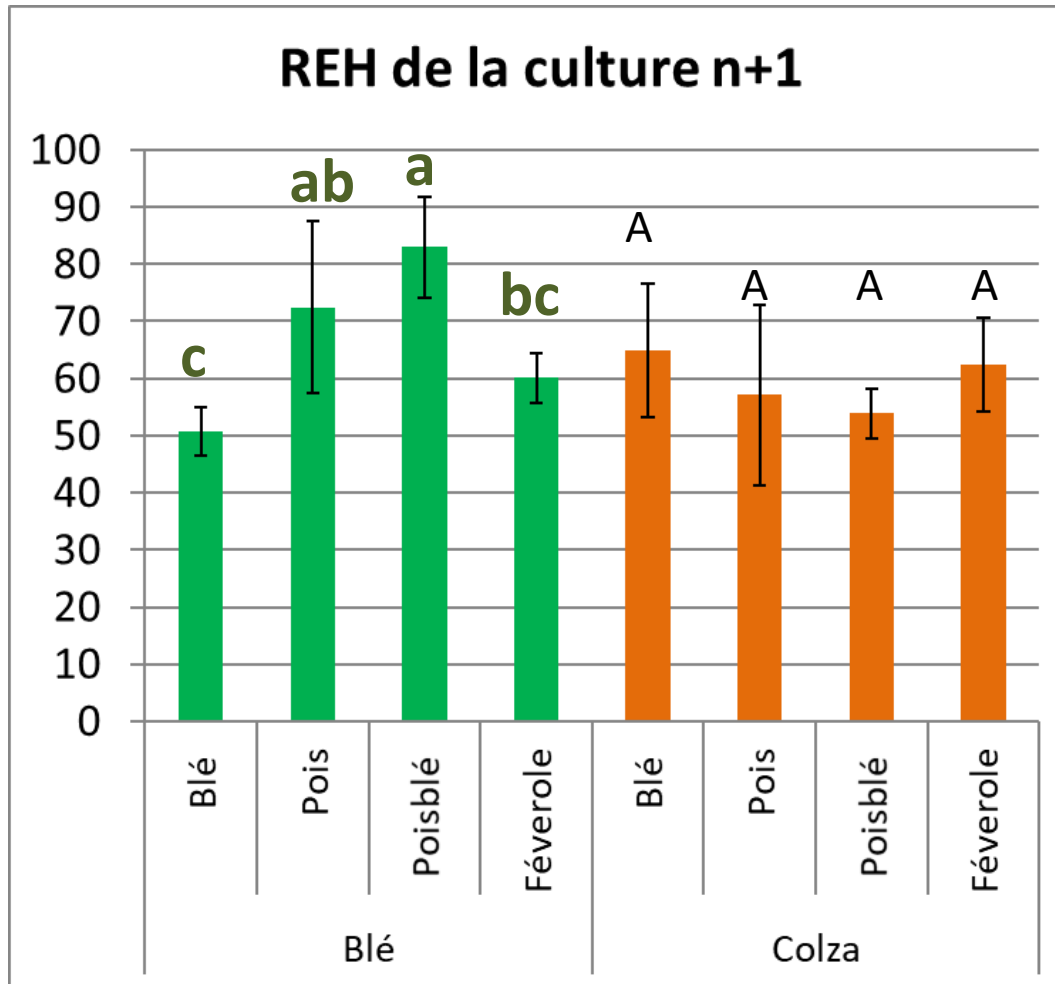
	Précédent cultural			
	Pois		Féverole	
Culture suivante : Blé	Non fertilisé	Fertilisation suboptimale (<i>dose</i>)	Non fertilisé	Fertilisation suboptimale (<i>dose</i>)
	Berry17: +45%	Berry17: +23% (77kgN/ha)	Berry17: +38%	Berry17 : +24% (83kgN/ha)
	MétaAnalyse : +35%	MétaAnalyse : +19% (80kgN/ha)	MétaAnalyse : +37%	MétaAnalyse : +26% (80kgN/ha)



Risque de fuites en nitrate



Risques de lixiviation l'hiver suivant



Blé: indicateur de risque REH plus élevé avec les précédents « pois »

Colza: pas de différence significative selon le précédent cultural

**Emissions du protoxyde
d'azote N₂O**
principal GES des grandes cultures



Emissions N₂O sur 3 années

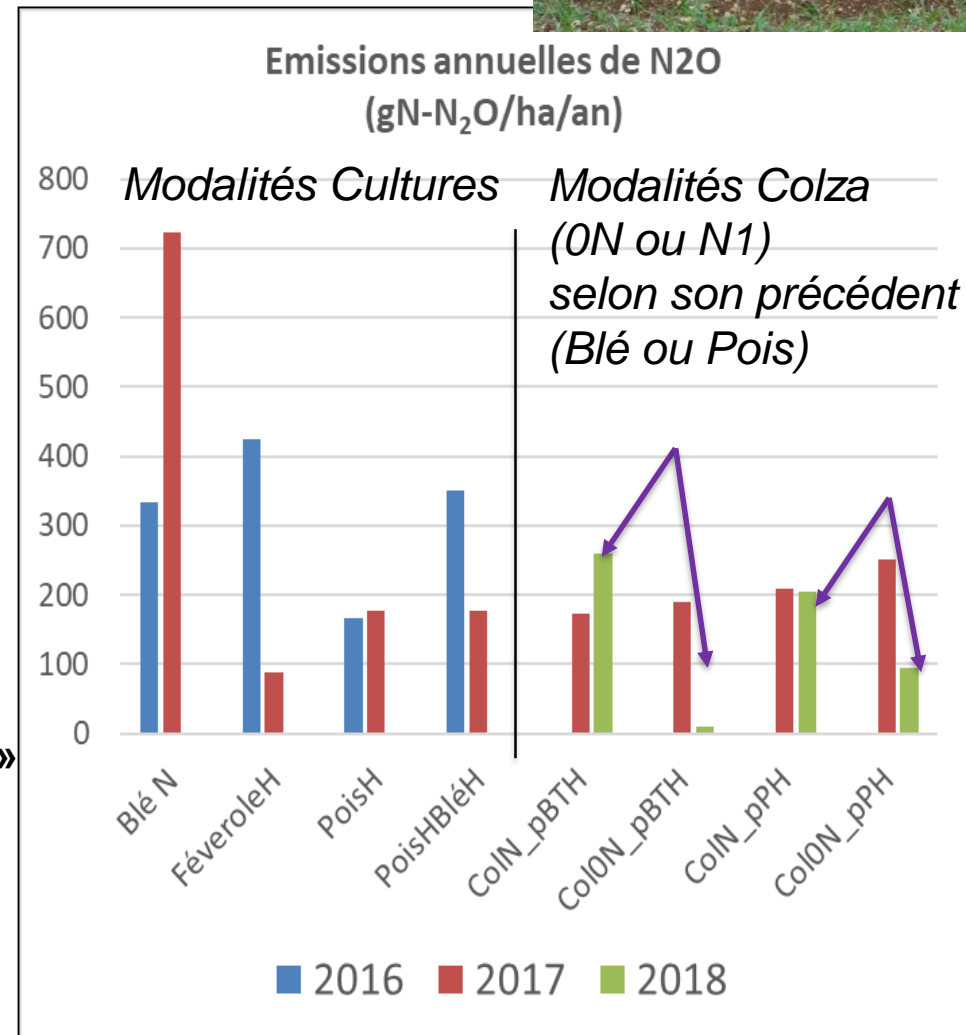


Berry

2016, 2017, 2018

Mesures en chambres manuelles
et interpolation à l'année

- ✓ **Faible flux sur ces sols**
- ✓ **Effets cultures « grillées » en 2016**
Avril Mai juin : pluies+maladies cult hiver
!! Exportations très faibles des protéag en 2016
- ✓ **Effet « Apport engrais azoté »**
N sur blé en 2017
Dose N2 sur colza/ Co 0N en 2018
- ✓ **Pas d'effet visible « précédent pois »**
sur Colza en 2017 et 2018

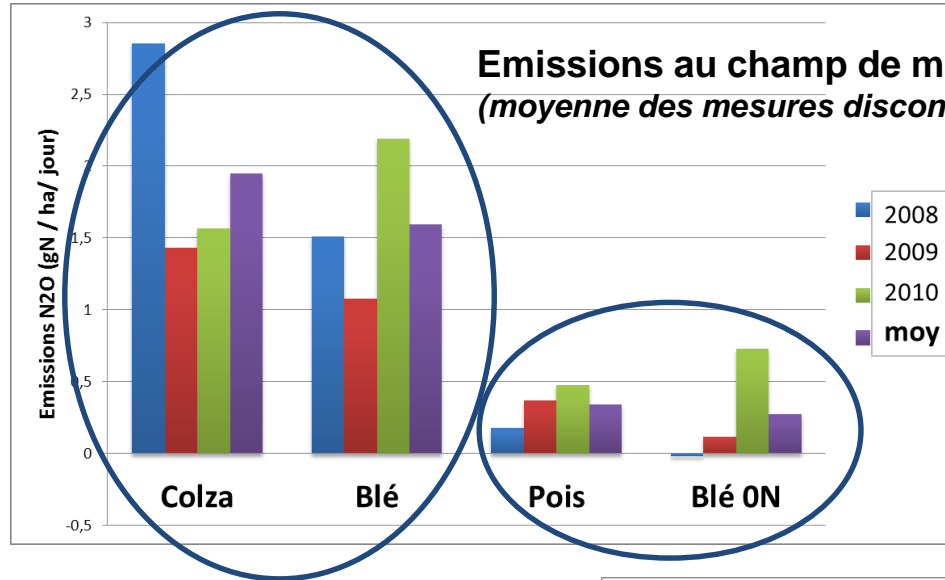


Emissions N2O : Résultats antérieurs

Mesures en expérimentation au champ à Grignon (78) pendant 3 ans

Un effet fort de la fertilisation N de la culture en place sur les émissions printanières

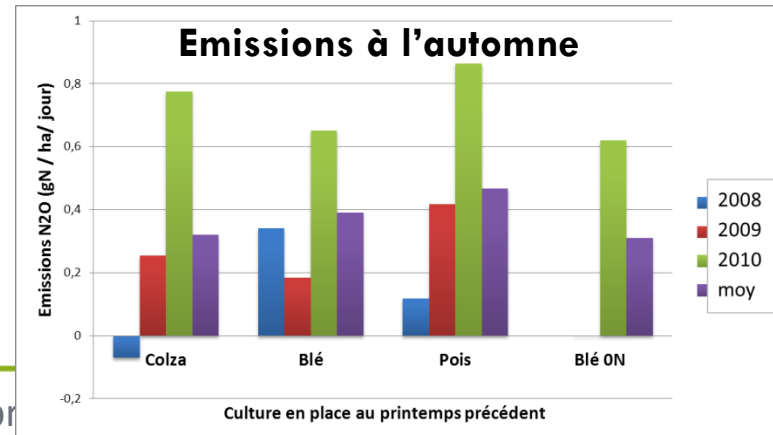
Le pois se comporte comme le blé non fertilisé



(Jeuffroy et al., 2013; BioGeoSciences)

Pas d'effet significatif du précédent cultural sur les émissions à l'automne

Toutes : < 0,8gN/ha/j



Perspectives

1. Analyses des résultats complémentaires de l'expérimentation de Terres Inovia

- 1 série de « précédents »

Grignon 2018

- 2 séries de couples « précédents-suivants »

Berry 2017-2018

Grignon 2017-2018

- 1 série à venir de couples « précédents-suivants »

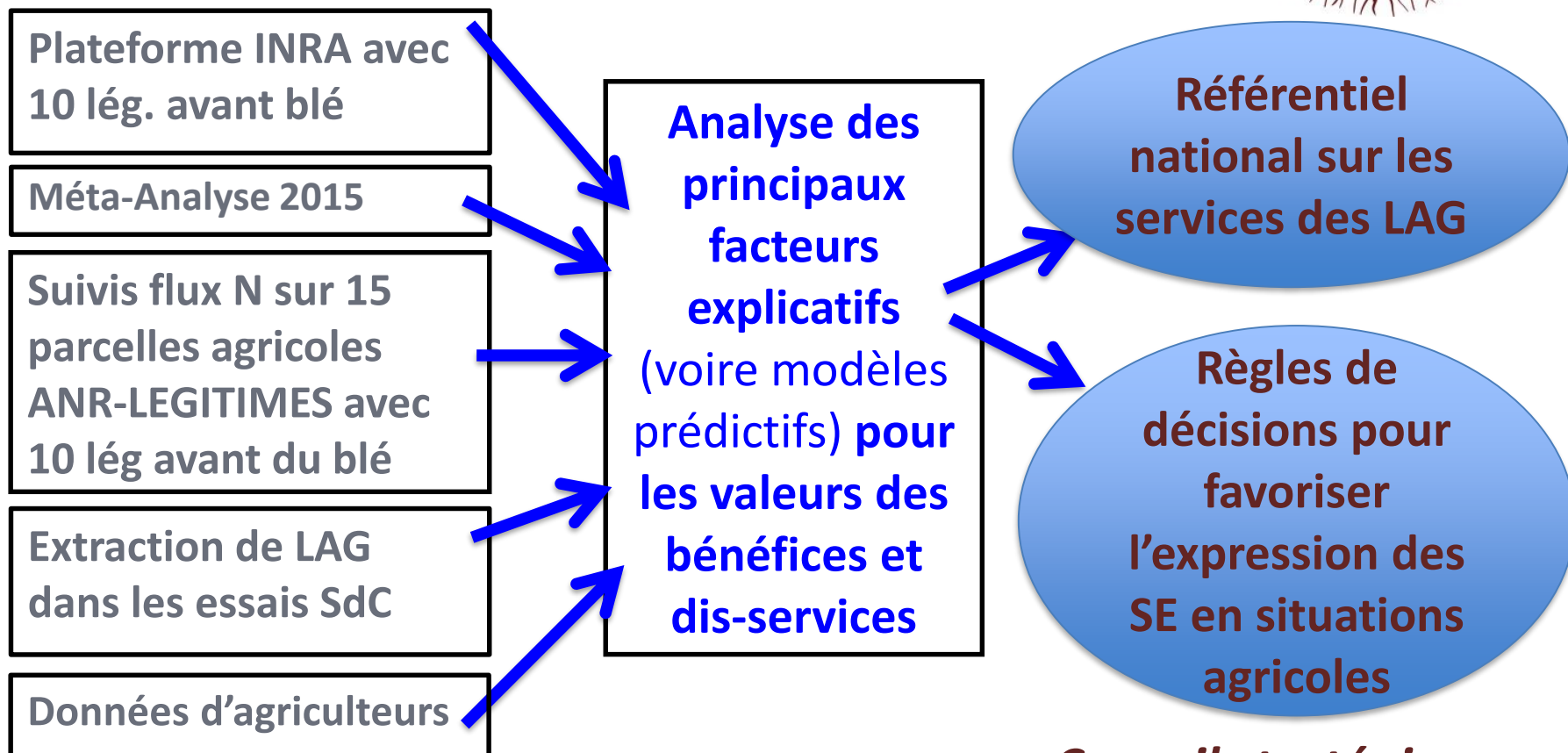
Grignon 2018-2019



Perspectives



2. Cumuler les données pour une analyse des facteurs majeurs de variation des services liés aux LAG



Conseil stratégique



Merci

- **aux collègues de Terres Inovia** (*expé et données*)

Jean-Claude Lacotte et David Poisson

Florian Nourry et Grégory Nourrisson

Léna Oddos, AS Perrin, Cécile Le Gall

Dominique Wagner et Célia Pontet

- **aux collègues de la recherche**

Elise Pelzer, Marie-Hélène Jeuffroy (INRA Agronomie)

Maé Guinet, Anne-Sophie Voisin (INRA Agroécologie)

Guénaëlle Hellou (ESA Angers LEVA)



- ***... Et merci à vous pour votre attention !***

