



Effet de l'hydromorphie sur l'efficience de l'azote

Travaux récents sur ble tendre en Pays de la Loire

pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr



CHAMBRE
D'AGRICULTURE
PAYS DE LA LOIRE

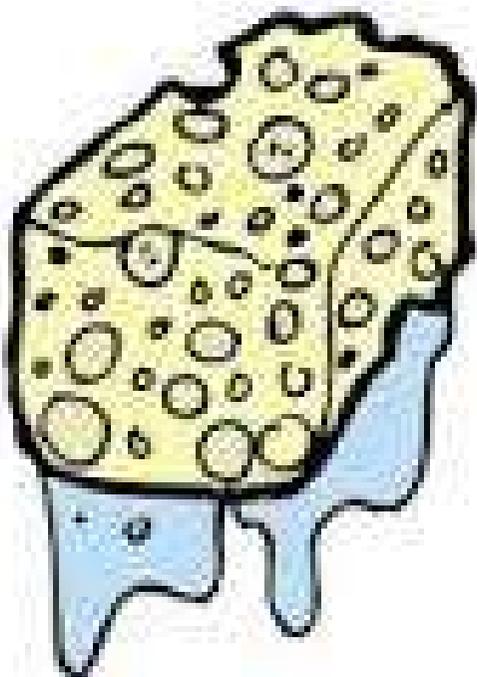
HYDROMORPHIE

- Campagne 2024 :
 - Pluviométrie (bilan météoFrance, rapport aux normales 30 ans) :
Automne + **30%**, Hiver + **10%**, Printemps + **45%**...
 - Surface en blé tendre * : - **14,3 %**
 - Rendement * : - **9,1 q, - 12,8%**
 - Production * : - **24,8%**
 - Alors oui il n'y a pas que l'azote ! **Mais...**

* par rapport aux 10 dernières campagnes (Agreste 28 août 2024)

HYDROMORPHIE

Sol humide # hydromorphie





Impact de l'hydromorphie sur la gestion de la fertilisation azotée du blé tendre

A.M. BODILIS, C. GUICHERD
Arvalis-Institut du Végétal

D. LEDUC

Chambre Agriculture Pays de la Loire

HYDROMORPHIE

- Le projet PROtéine du BIE était un projet de 3 ans avec trois objectifs :
 - Compléter les références techniques
 - Investiguer de nouveaux champs de connaissance
 - Harmoniser les messages techniques des opérateurs en matière de pilotage de la fertilisation azotée

Lien vers les productions du projet

Fiche réalisée dans le cadre du projet PROBE (Protéine Blé) avec la participation de



avec la participation financière de



HYDROMORPHIE

■ Trois axes de travail :

- Recherche appliquée

Synthèse historique + 15 essais sur 2 ans

- Analyse multi-données

acquisition de références par enquête terrain multi-critère

- Diffusion et transfert

production de fiches et de vidéos

Fiche réalisée dans le cadre du projet PROBE (Protéine Blé) avec la participation de



avec la participation financière de



HYDROMORPHIE



Photo au 8 novembre 2009 - Ste Pazanne
(44)
P Lemaire CAPDL



Photo au 15 février 2010 - Ste Pazanne
(44)
P Lemaire CAPDL



HYDROMORPHIE

- Analyse d'essais courbe de réponse conduits entre 1997 et 2017 en région Pays de la Loire
 - 86 essais soit 889 données expérimentales
 - Sensibilité à l'hydromorphie qualifiée par la texture et l'appréciation de l'expérimentateur
 - Traitement des données pluviométriques
 - Excès d'eau début d'hiver si pluie > 400 mm du 1/10 au 31/01
 - Excès d'eau sortie hiver si pluie > 130 mm du 1/02 au 31/03



Caractérisation de la base de données

PROBE AXE 1 : consolider les références régionales

 Analyse à posteriori de données expérimentales régionales, base de données de 86 essais CRN caractérisés, soient 889 modalités

1997	3
1999	9
2000	4
2001	5
2002	6
2003	2
2004	2
2005	1
2006	1
2008	2
2009	2
2010	1
2011	6
2013	3
2014	8
2015	13
2016	8
2017	10
Total général	86

	TOTAL ESSAIS	TOTAL MODALITES
AMC	2	27
ARVALIS	24	207
CA44	8	107
CA49	4	25
CA53	32	376
CA72	3	15
CALIANCE	1	10
CAM	3	40
HAUTBOIS	3	45
TERRENA	6	37
Total général	86	889



Type de sol

	Nombre de modalités
argilo-calcaire superficiel	14
limon moyen profond sableux sur grès	10
limon moyennement profond sur alterite de schiste	540
limon profond sain battant	98
Limon sableux	65
limon sableux peu profond	20
Limons argileux profonds	120
Sable	12
Sablo-argileux	10
Total général	889



Type de sol : sensibilité intrinsèque à l'hydromorphie

Caractérisation établie à partir de l'analyse de la texture et des appréciations de l'expérimentateur

sensibilité à l'hydromorphie	nulle	faible	moyenne	élevée	Total
nombre d'essais	26	2	27	31	86
nombre de modalités	290	25	278	296	889



Conditions hydriques

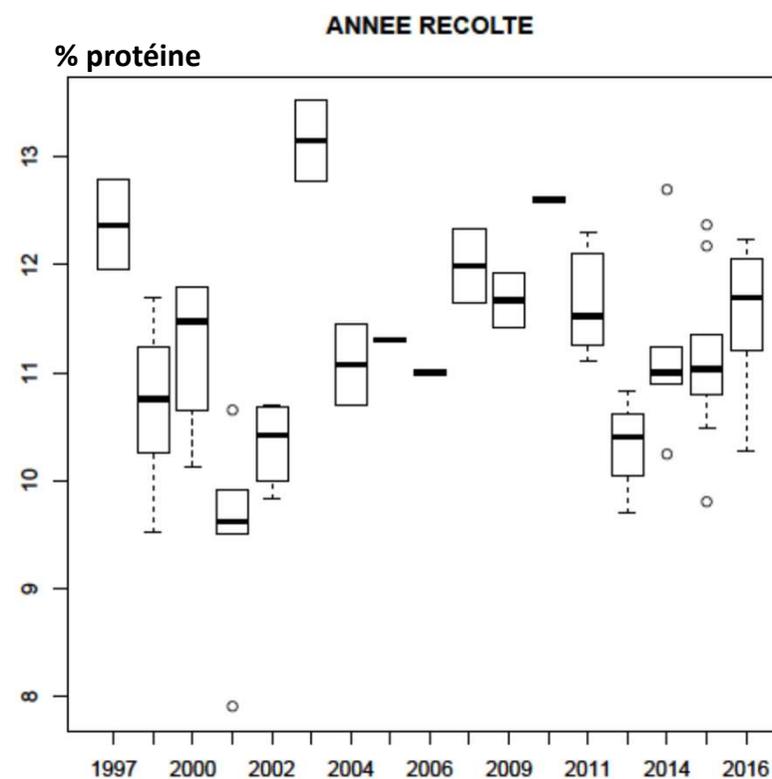
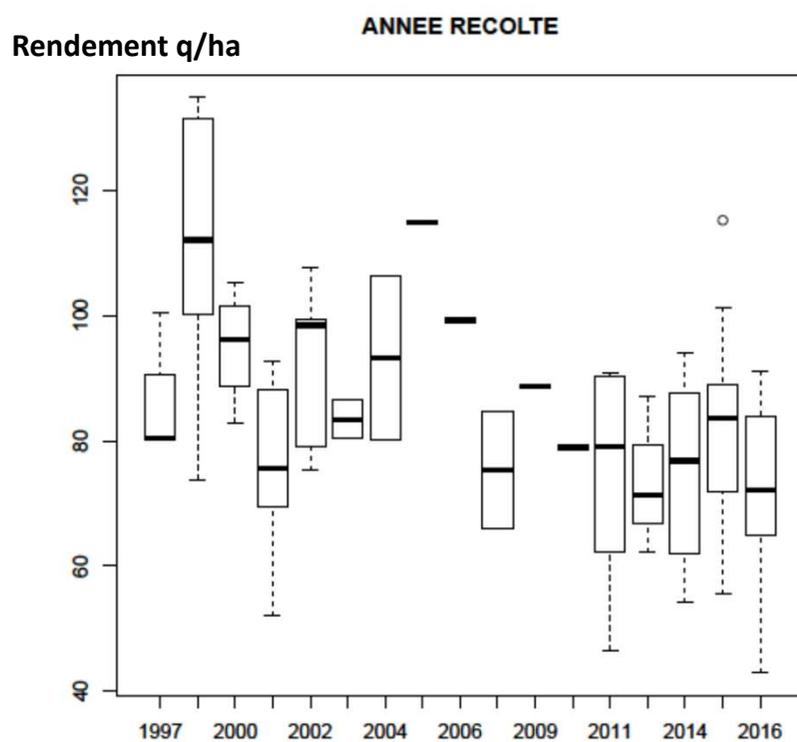
excès d'eau hivernal ? (> 400 mm 1/09-31/01)	non	oui	Total
nombre d'essais	55	31	86
nombre de modalités	652	237	889
excès d'eau sortie hiver ?	non	oui	Total
nombre d'essais	61	25	86
nombre de modalités	635	254	889

Caractérisation établie à partir de l'analyse de la texture et des appréciations de l'expérimentateur

valorisation apport DFE	Nombre de modalités
OK	525
SEC	115
sans objet	249
Total	889

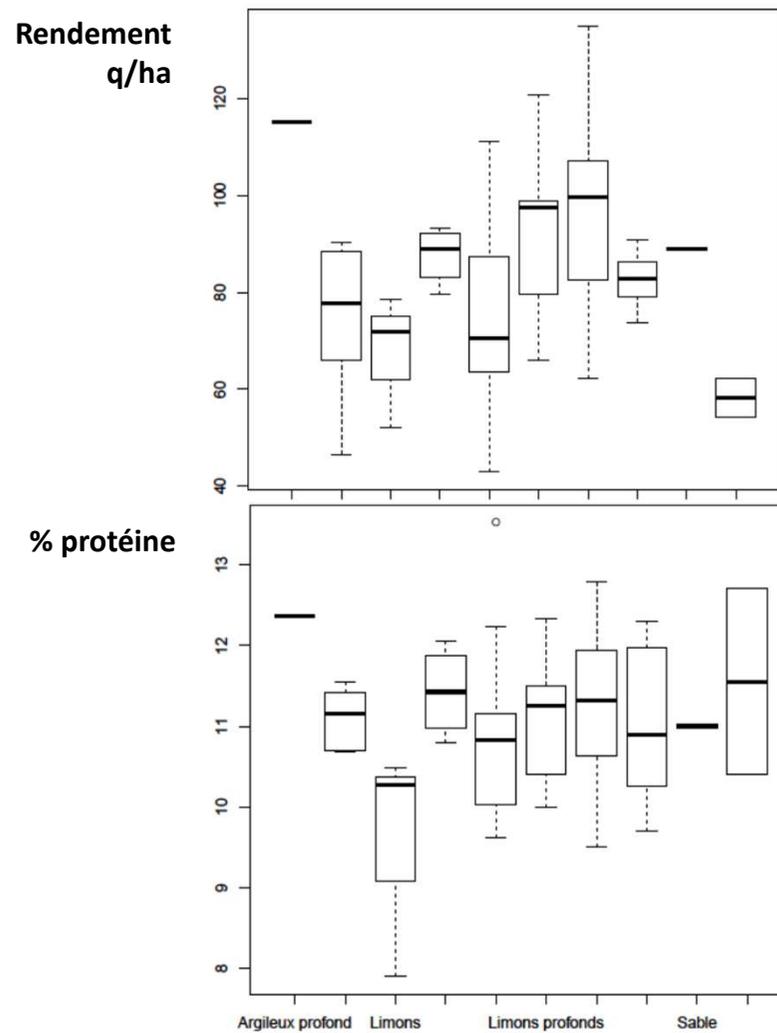


Effet année marqué



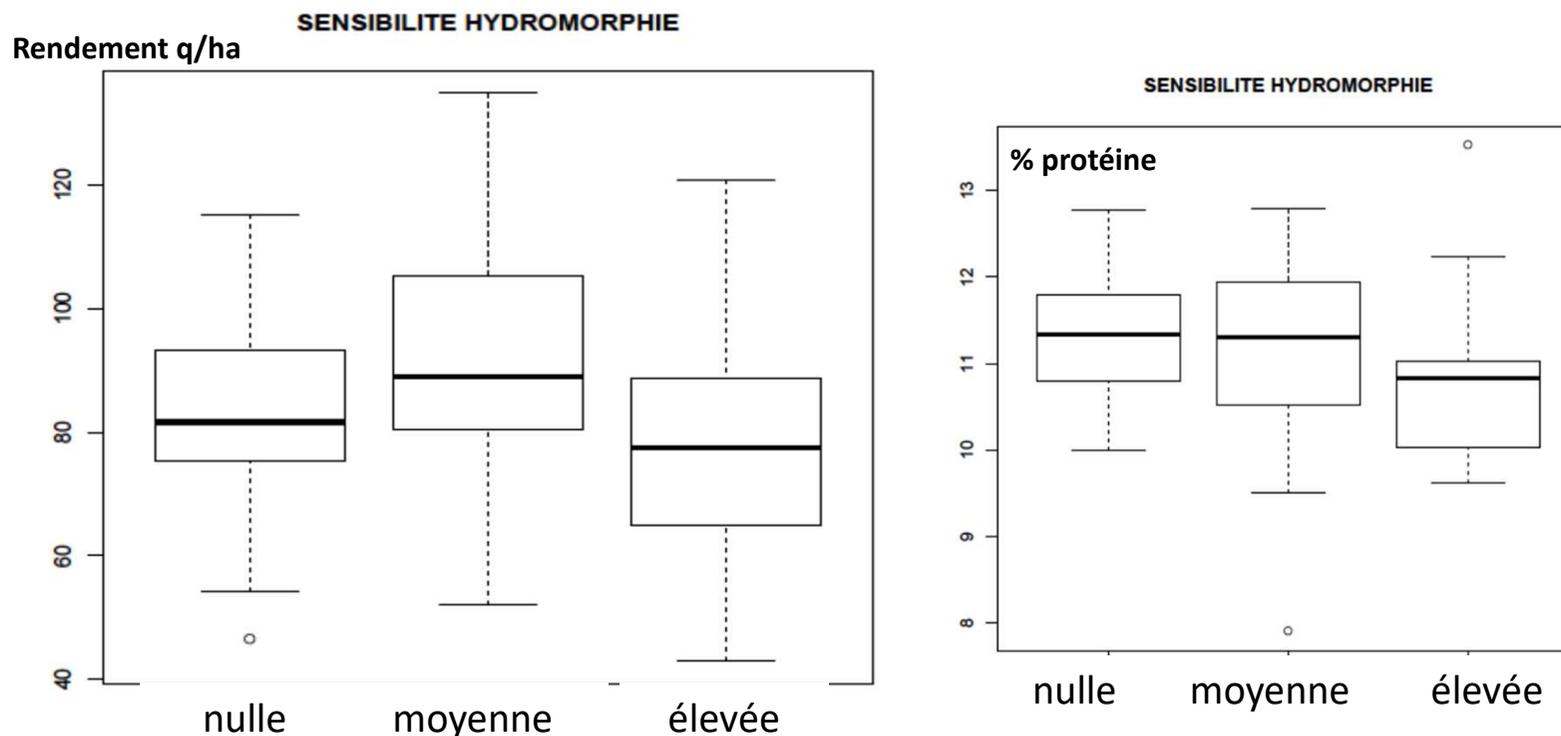


Impact du type de sol

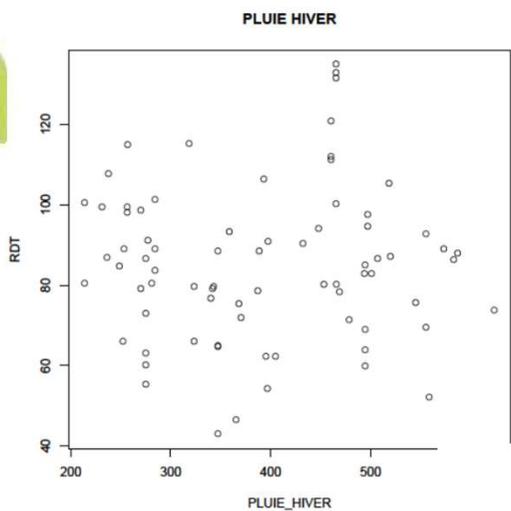




Impact de la sensibilité à l'hydromorphie du sol

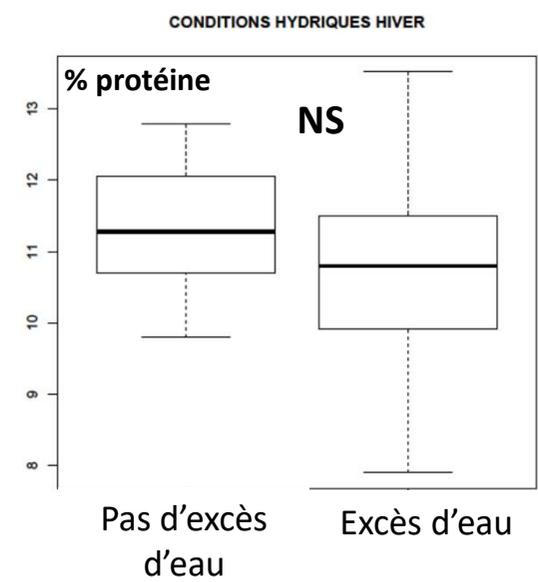
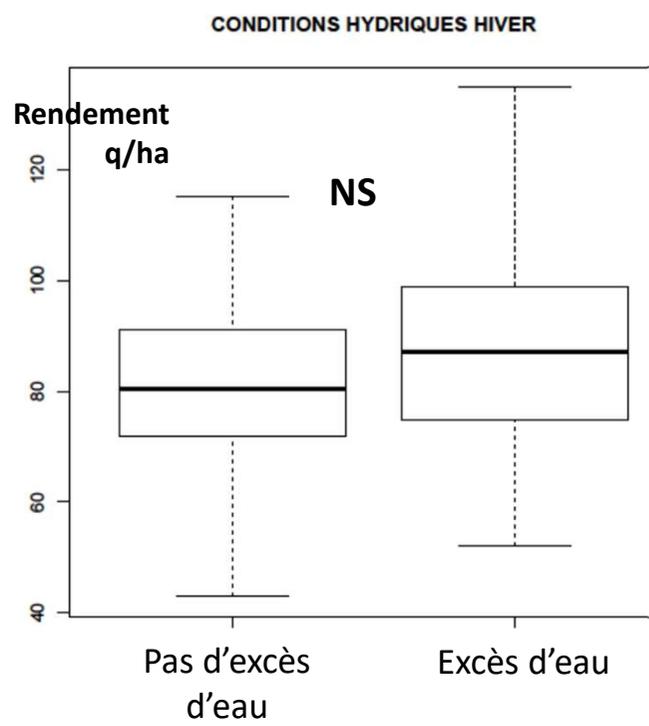


On ne parvient pas à mettre en évidence de différences significatives, toutefois, on note une tendance à avoir moins de rendement et moins de protéines dans les sols à caractère hydromorphe



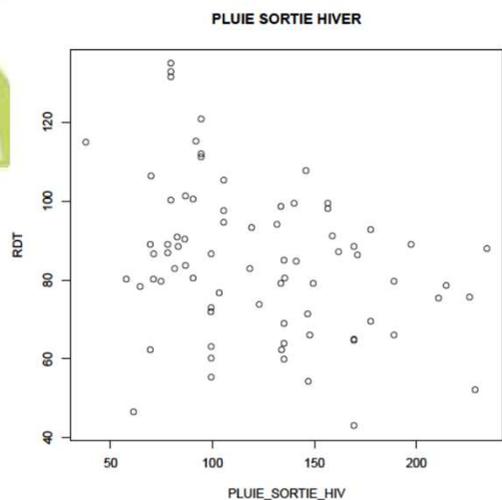
Impact de l'excès d'eau hivernal

Tendance dépressive sur la teneur en protéine

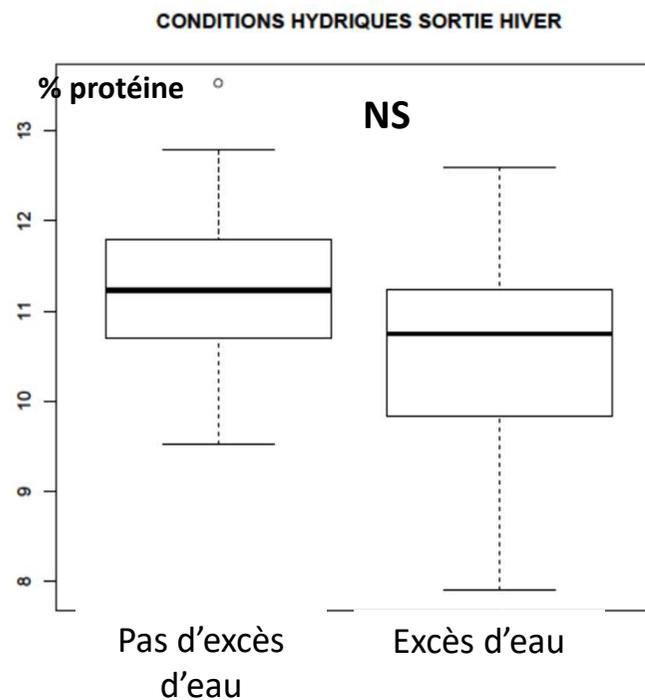
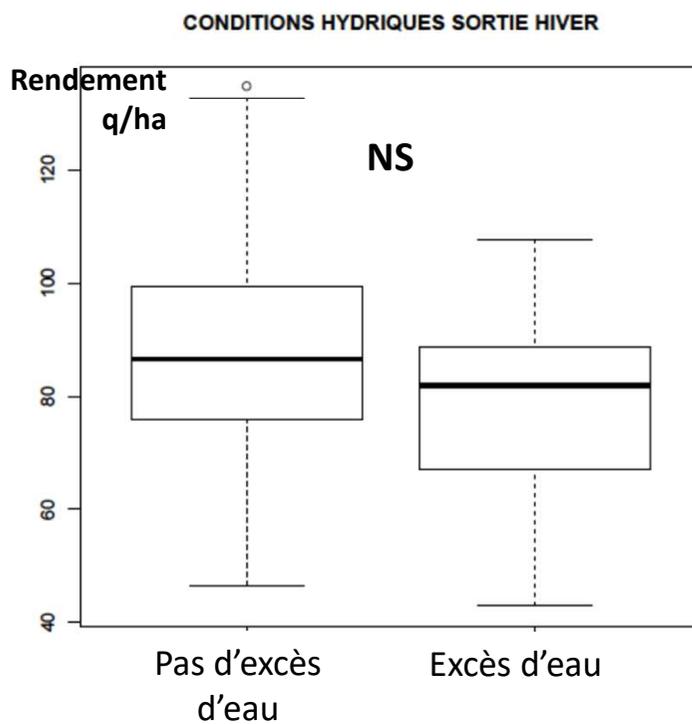




Impact de la pluie en sortie d'hiver



Ce sont surtout les excès d'eau en sortie d'hiver qui sont pénalisants



Facteurs explicatifs du rendement obtenu à la dose X prévisionnelle : modèle complet

Modèle protéine

Régime des pluies en hiver, sortie hiver et printemps en interaction avec type de sol

ANNEE_RECOLTE

N = Dose d'azote

TYPE_SOL_SPF

NB_APPORTS

PLUIE_3EME_APP

PLUIE_SORTIE_HIV

Pluie hiver (4 classes)

PLUIE_HIVER (mm)

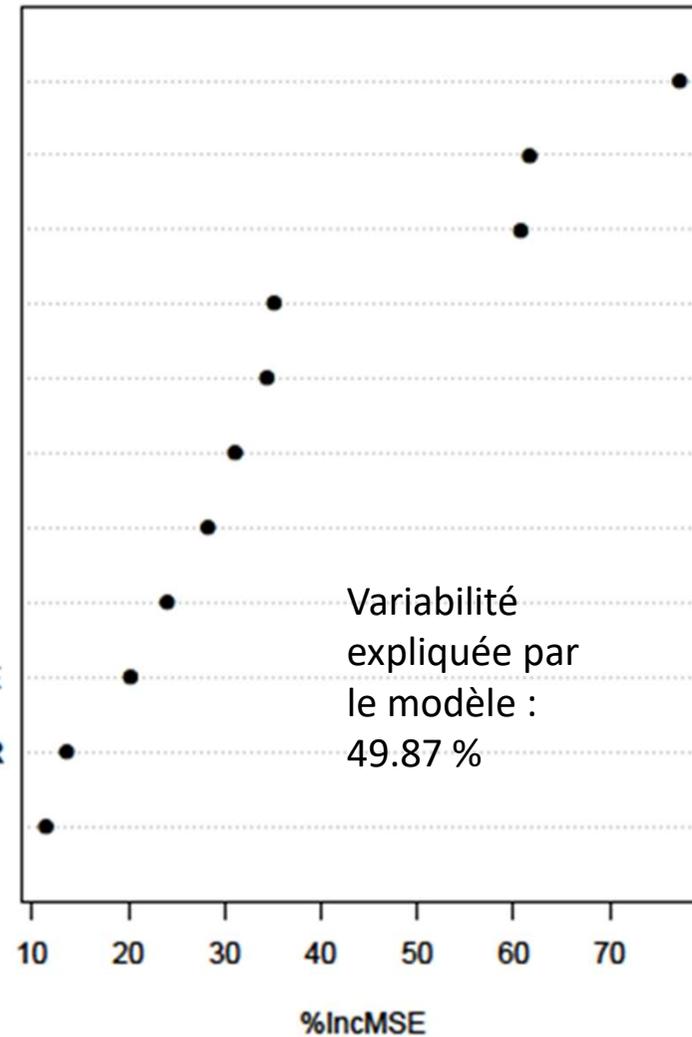
SENSIB_HYDROMORPHIE

CONDITIONS_HYD_HIVER

CONDITIONS_HYD_SH

Nb : les variables retenues sont celles qui sont les plus explicatives

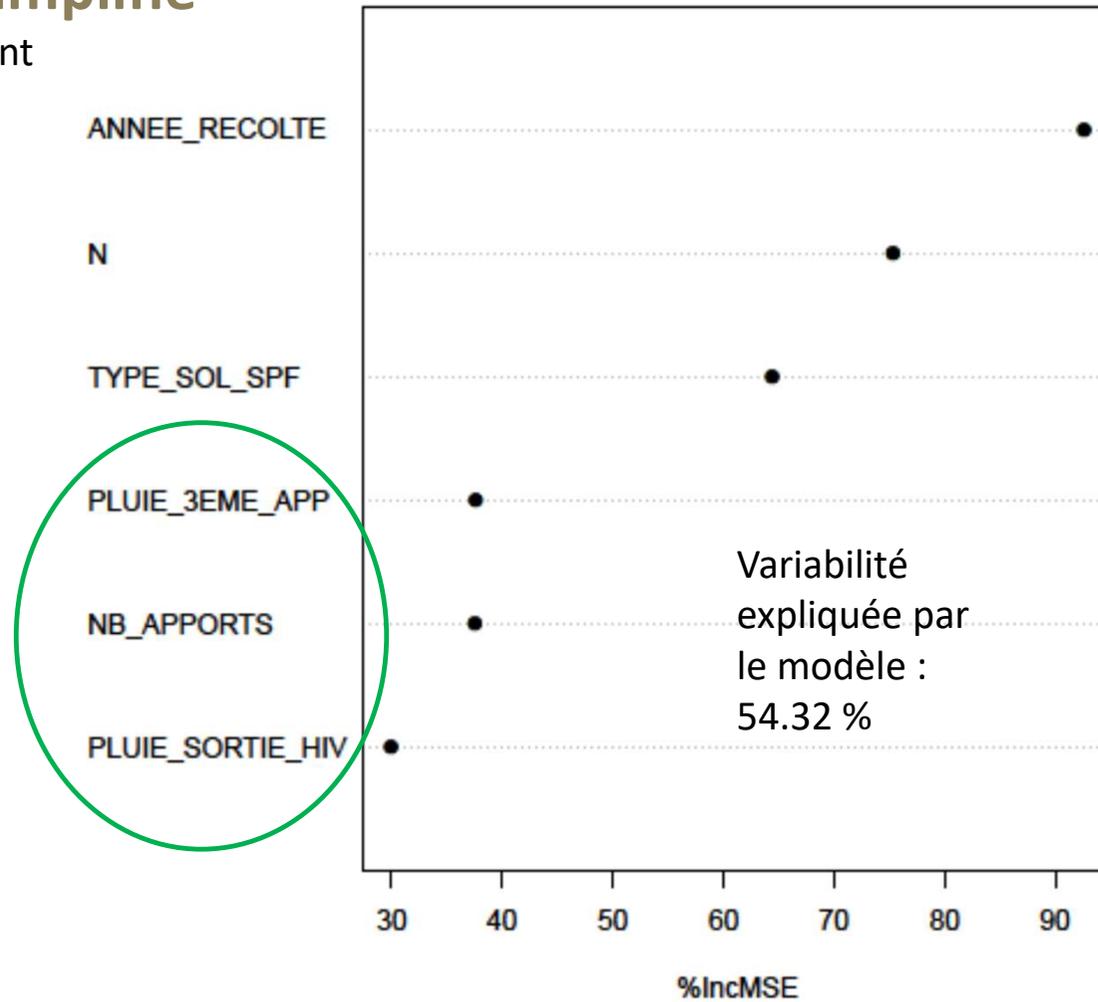
rdt.rf



Facteurs explicatifs du rendement obtenu à la dose X prévisionnelle : modèle simplifié

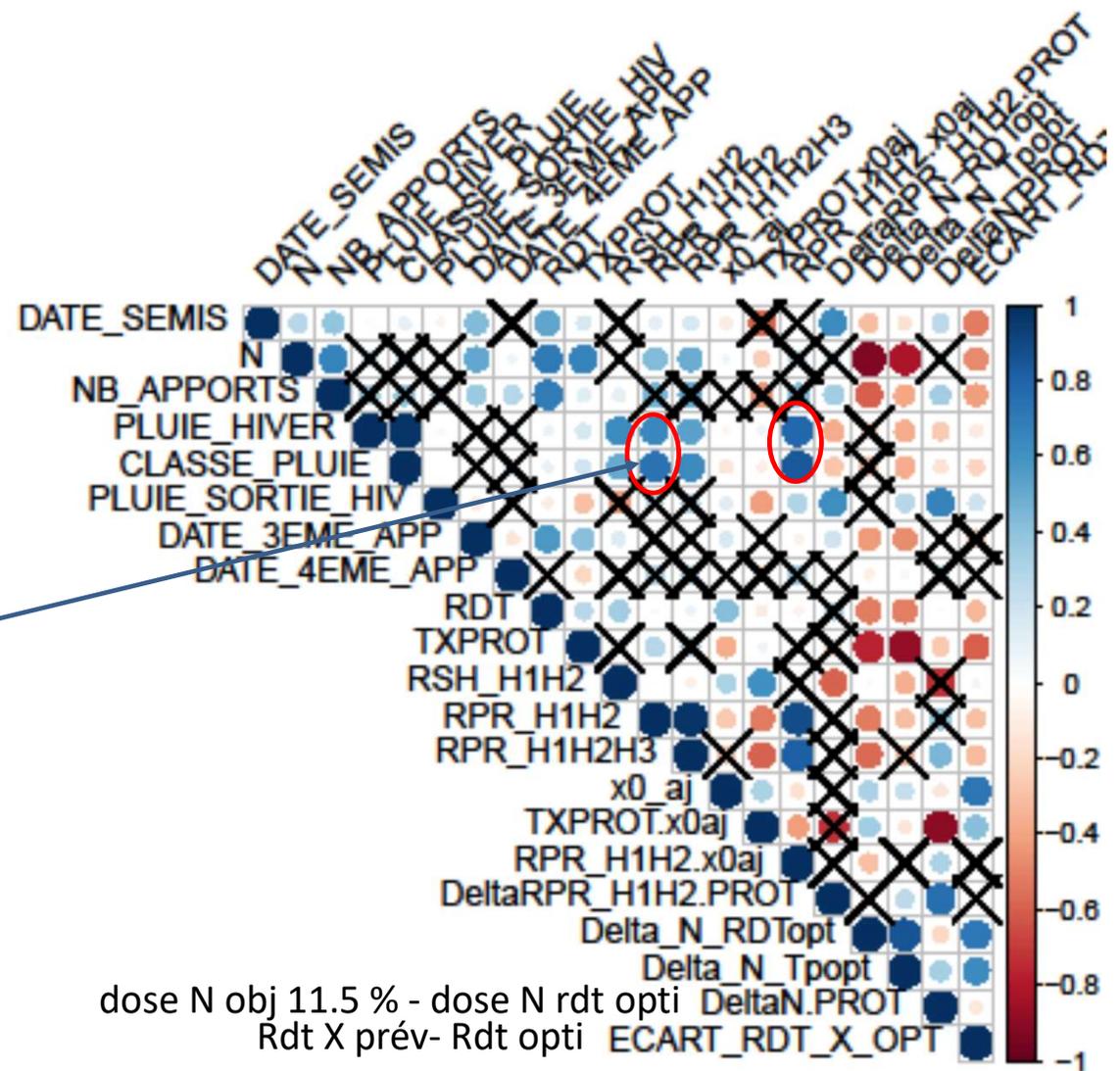
rdt.rf4

Sols de limon uniquement





RPR augmente avec excès d'eau hivernal : mauvais enracinement



dose N obj 11.5 % - dose N rdt opti
Rdt X prév- Rdt opti

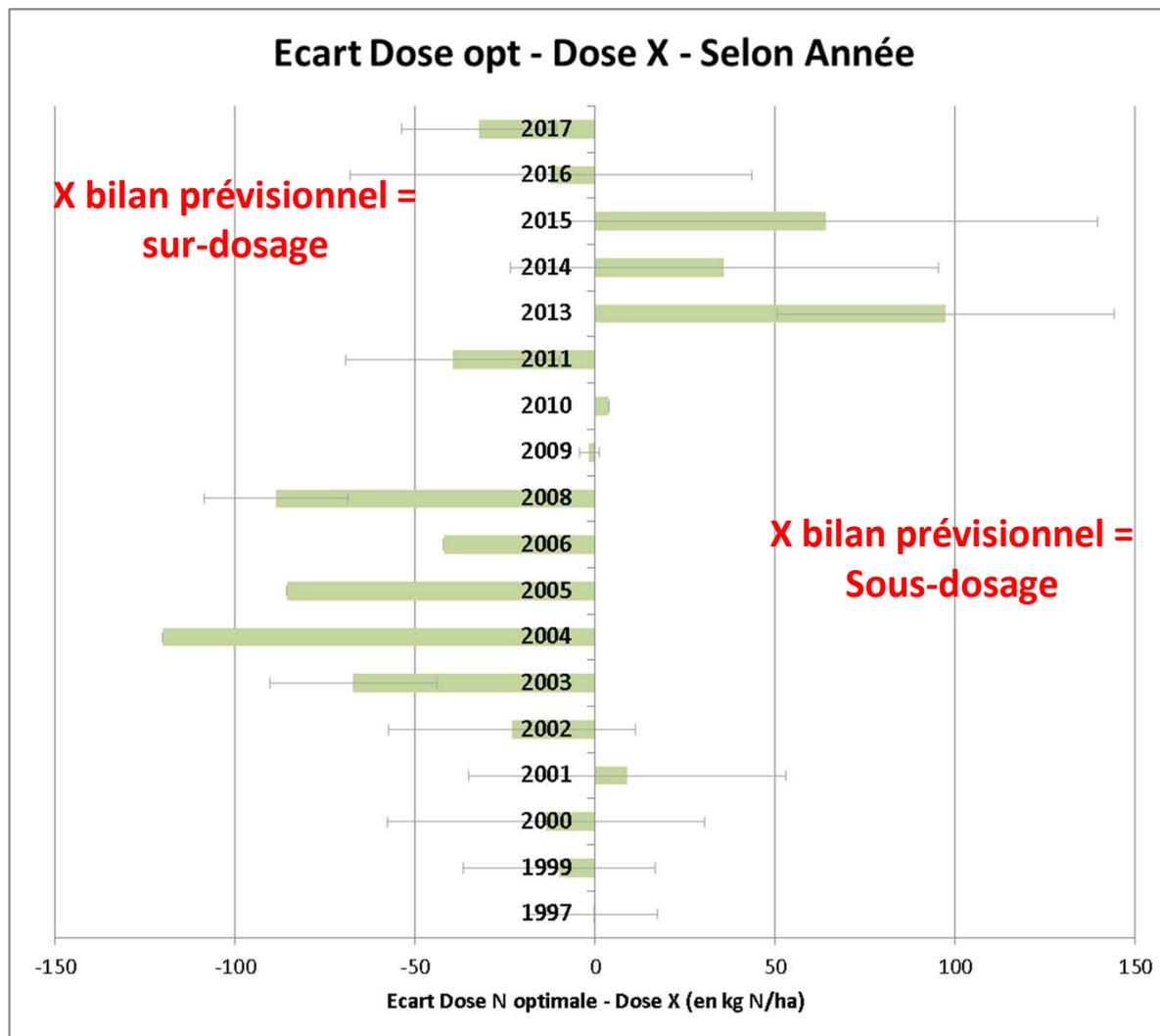
HYDROMORPHIE

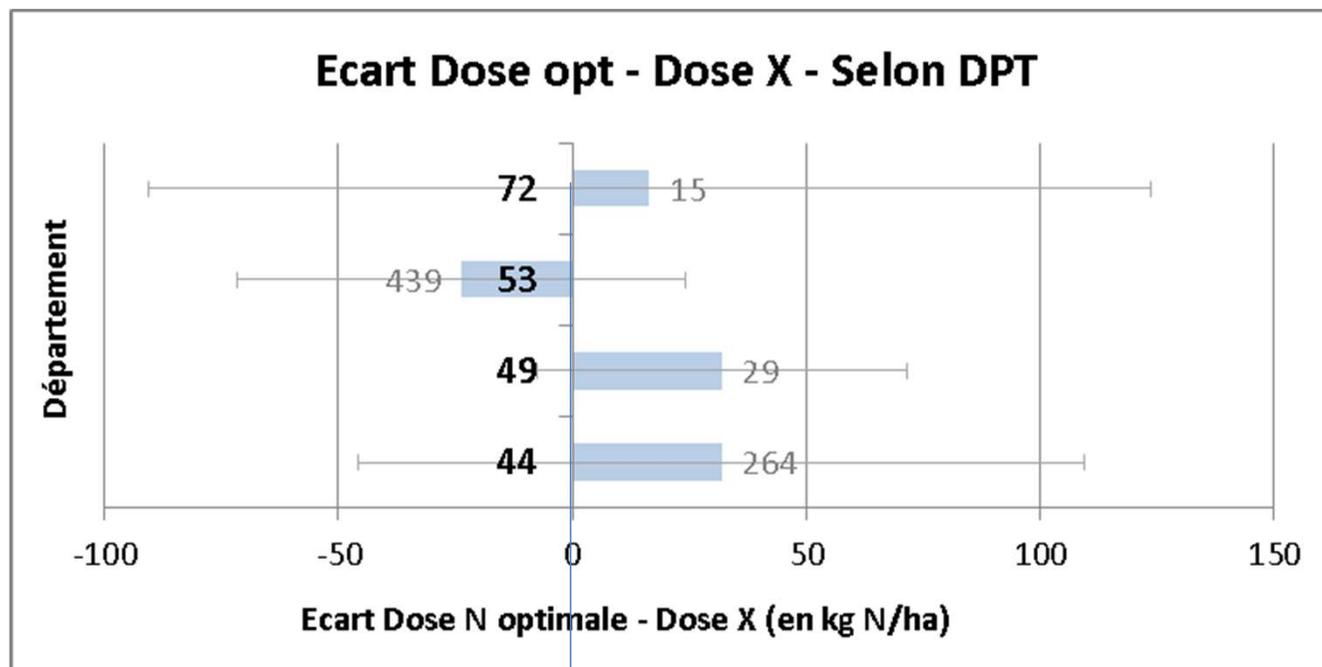
- Analyse d'essais courbe de réponse conduits entre 1997 et 2017 en région Pays de la Loire
 - Comparaison entre la dose du bilan et la dose optimale déterminé à postériori
 - Comparaison par groupe d'essai, par exemple :

Rendement moyen des essais conduit en sol sain

Vs

Rendement moyen des essais conduit en sol hydromorphe





**X bilan prévisionnel =
sur-dosage**

**X bilan prévisionnel =
Sous-dosage**



X prévu par bilan - X à l'optimum

médiane	5.64	
min	-197.51	Sous-dosage
moy	-1.14	
max	98.84	Sur-dosage

En moyenne ou médiane, bonne prévision

Hydromorphie hiver (14 points) :	
min	-147.44
moy	-21.74
max	90.69

Hydromorphie hiver + sortie hiver (9 points)	
min	-147.44
moy	-45.06
max	36.69

En conditions hydromorphes, tendance au sous dosage, intérêt renforcé du pilotage dans ces situations

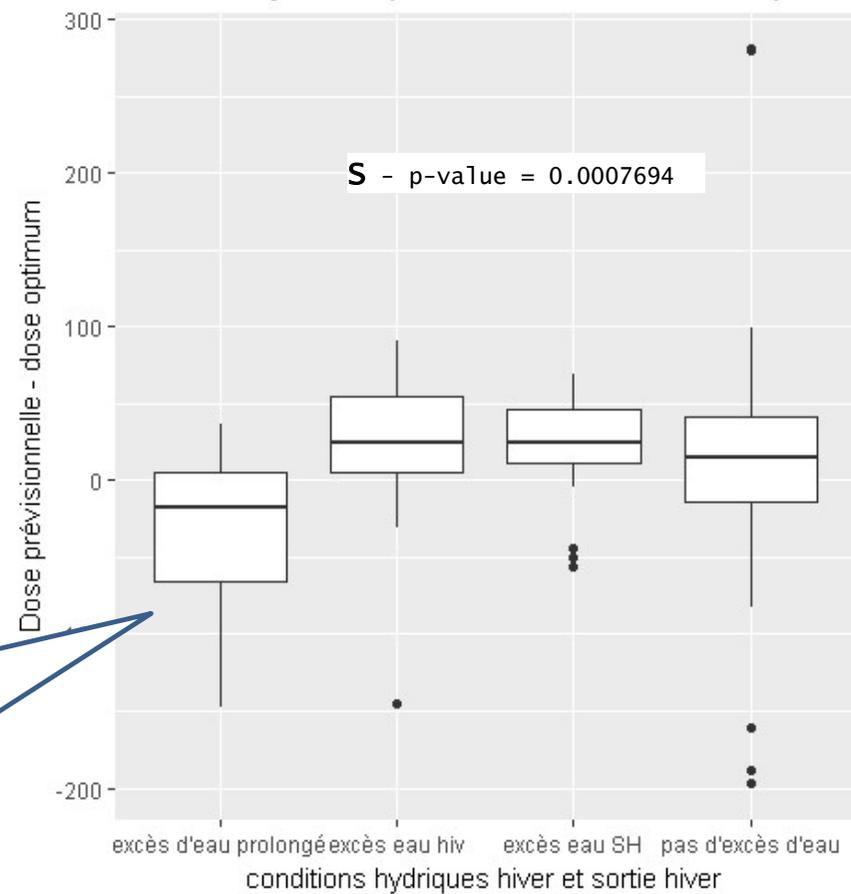


Ajout du
8 mars

X prévu par bilan - X à l'optimum

En conditions hydromorphes, tendance au sous dosage, intérêt renforcé du pilotage dans ces situations

Effet de l'hydromorphie sur l'écart à la dose optimum





X prévu par bilan - X à l'optimum

médiane	5.64	
min	-197.51	Sous-dosage
moy	-1.14	
max	98.84	Sur-dosage

En moyenne ou médiane, bonne prévision

Échaudage fin de cycle (22 points)	
min	-71.95
moy	28.41
max	98.84

Sols peu profonds (16 points)	
min	-71.95
moy	28.02
max	98.84

Sols profonds (6 points)	
min	2.90
moy	29.46
max	41.58

En fin de cycle échaudantes, tendance au sur dosage



X prévu par bilan - X à l'optimum

médiane	5.64	
min	-197.51	Sous-dosage
moy	-1.14	
max	98.84	Sur-dosage

En moyenne ou médiane, bonne prévision

Intéraction avec état hydrique du sol

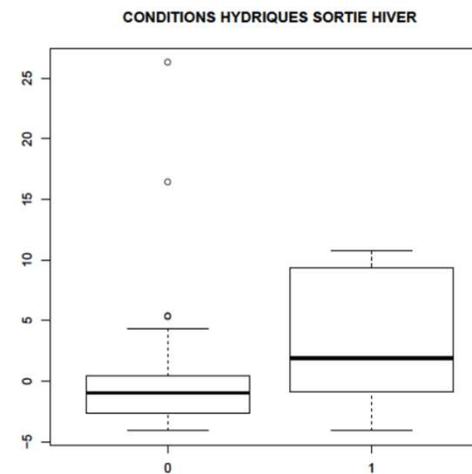
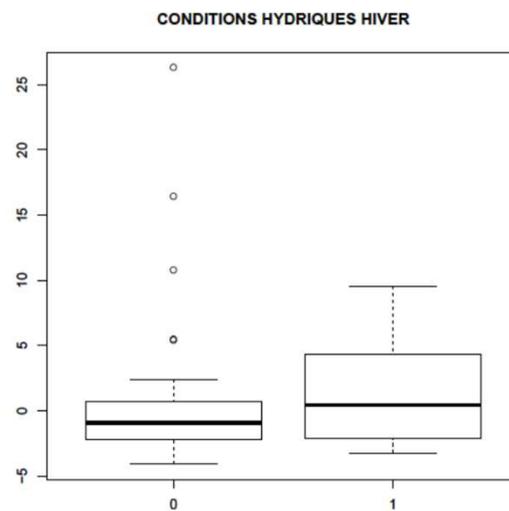
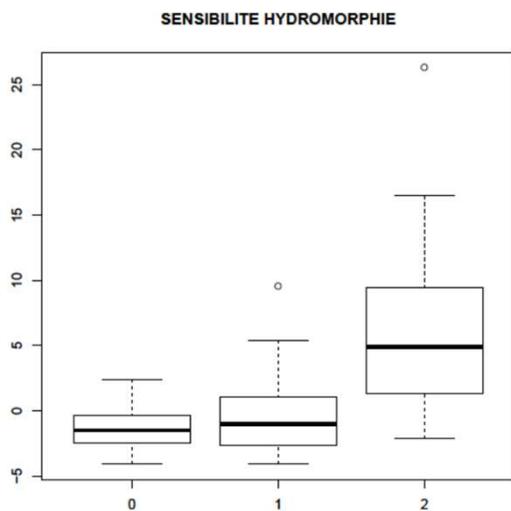
RSH < 80 kg N (28 essais)	
min	-188
moy	-30
max	91

RSH ≥ 80 kg N (9 essais)	
min	-3
moy	+27
max	55

Légère tendance au sur-dosage en cas de RSH élevé et au sous-dosage en cas de RSH faible



Incidence de l'hydromorphie sur l'écart : Rdt dose opt - Rdt permis par dose Xprévisionnelle

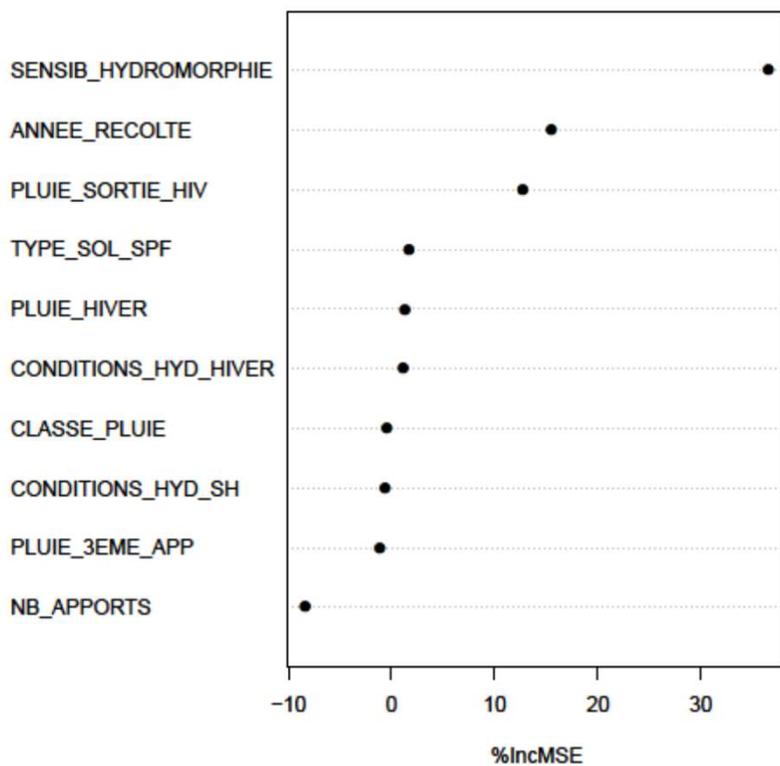


L'écart à l'optimum
augmente avec la
saturation des sols en
hiver et sortie d'hiver

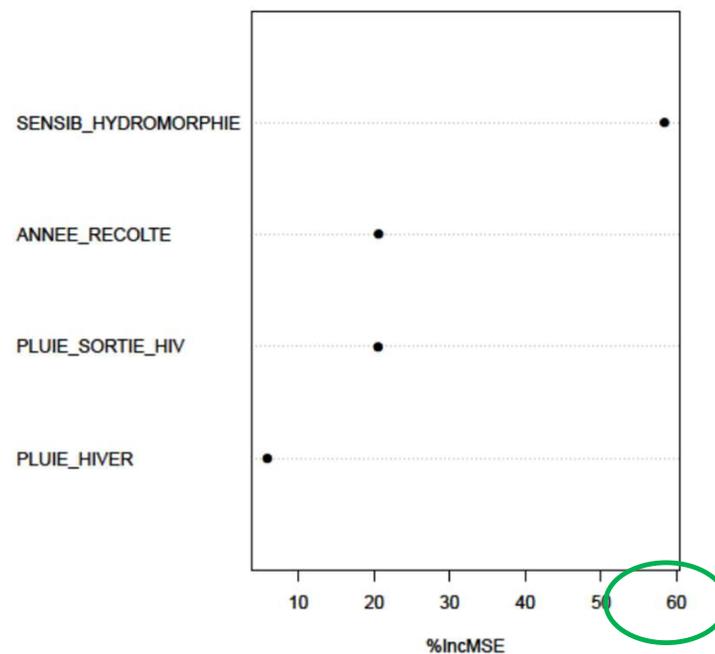


Écart optimum à posteriori –prévisionnel : facteurs explicatifs

Rdt à la dose opt - Rdt permis par dose
Xprévisionnelle



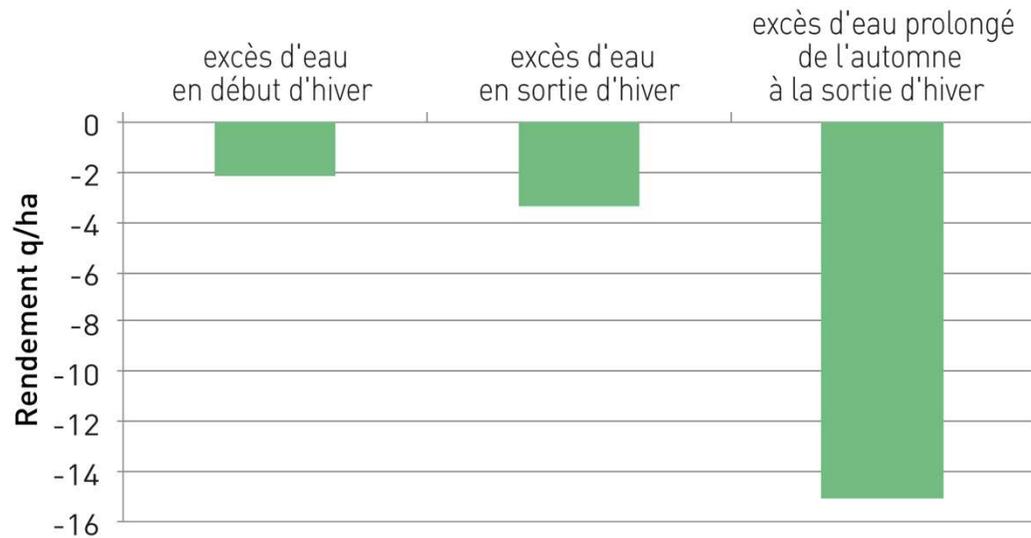
Modèle simplifié



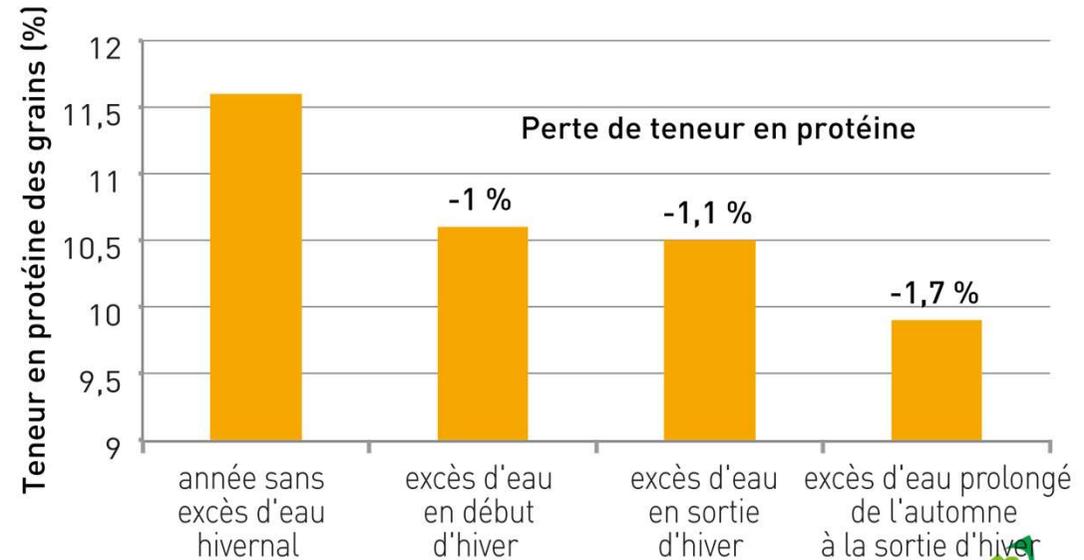
HYDROMORPHIE

- Des effets importants sur la productivité ET la qualité

Perte de rendement occasionnée par l'excès d'eau hivernal en sol sensible à l'excès d'eau (q/ha)

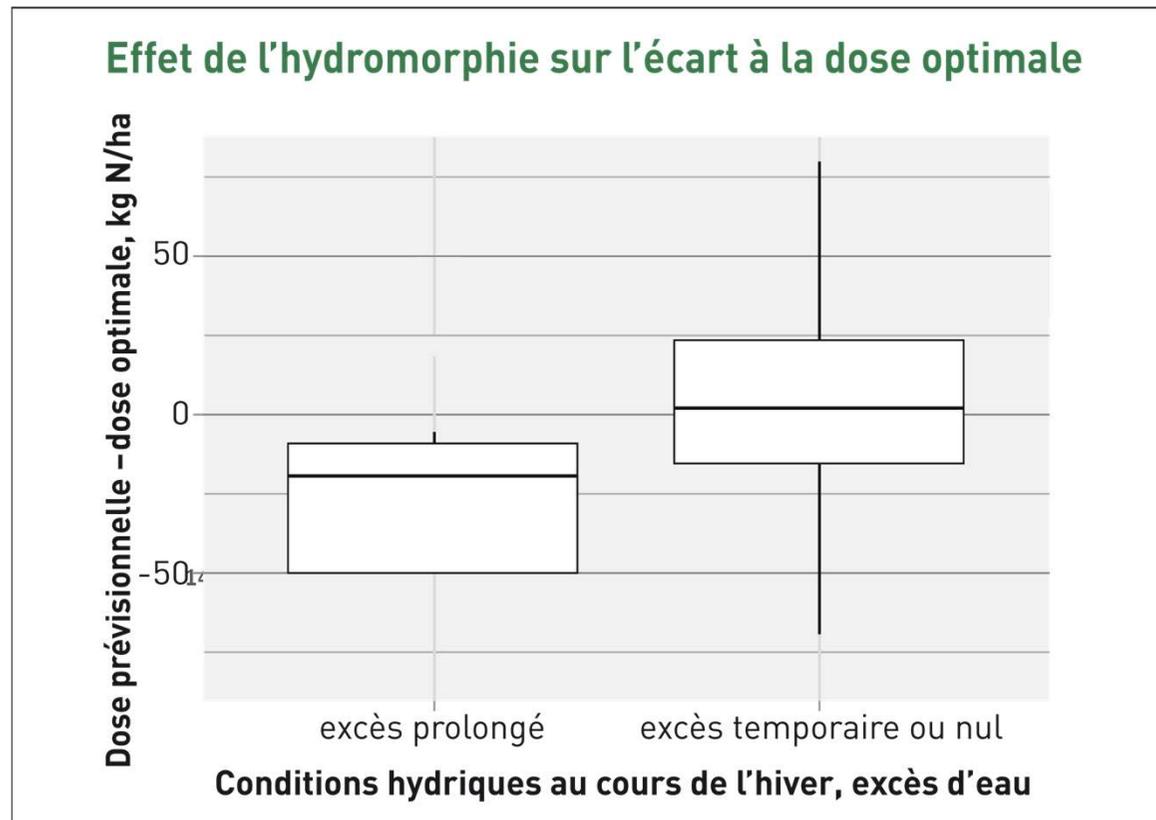


Impact de l'excès d'eau hivernal sur la teneur en protéine des grains en sol sensible à l'excès d'eau



HYDROMORPHIE

- Un « décrochage » moyen du bilan azoté de 28 kg/ha



HYDROMORPHIE

▪ Des résultats confortés :

- Par des analyses statistiques complémentaires
 - Avec la dose, l'état hydrique du sol est le principal facteur d'explication de la production et de la qualité des céréales
(modèles de forêt aléatoire - variabilité expliquée par le modèle : 54,32 %)
- par les enquêtes terrain (Campagne « sèche » 2017)
 - Détection d'une corrélation significative dans le Pays de Retz entre taux de protéine et temps de ressuyage de la parcelle, drainage et pH

Un enjeu fondamental à améliorer
la circulation de l'eau dans ces sols

Et à caractériser la sensibilité des variétés au stress azoté précoce !



HYDROMORPHIE

▪ Plusieurs pistes d'explication :

- une mauvaise valorisation des apports et des ressources disponibles

Baisse de CAU de l'ordre de 20 % - Meynard INRA 1988

- une sur estimation des fournitures du sol, la minéralisation étant pénalisée par l'excès d'eau
- des absorptions racinaires contrariées même après la floraison (cohérent avec les fortes pertes de teneur en protéine)

Le reliquat post récolte augmente avec l'excès d'eau hivernal