

Rénovation de la grille de raisonnement PK COMIFER

Où en est-on, où va-t-on ?

Pascal DENOROY ; INRAE UMR ISPA

Petit rappel (pour les étudiants voire au-delà ...) : *diagnostic*

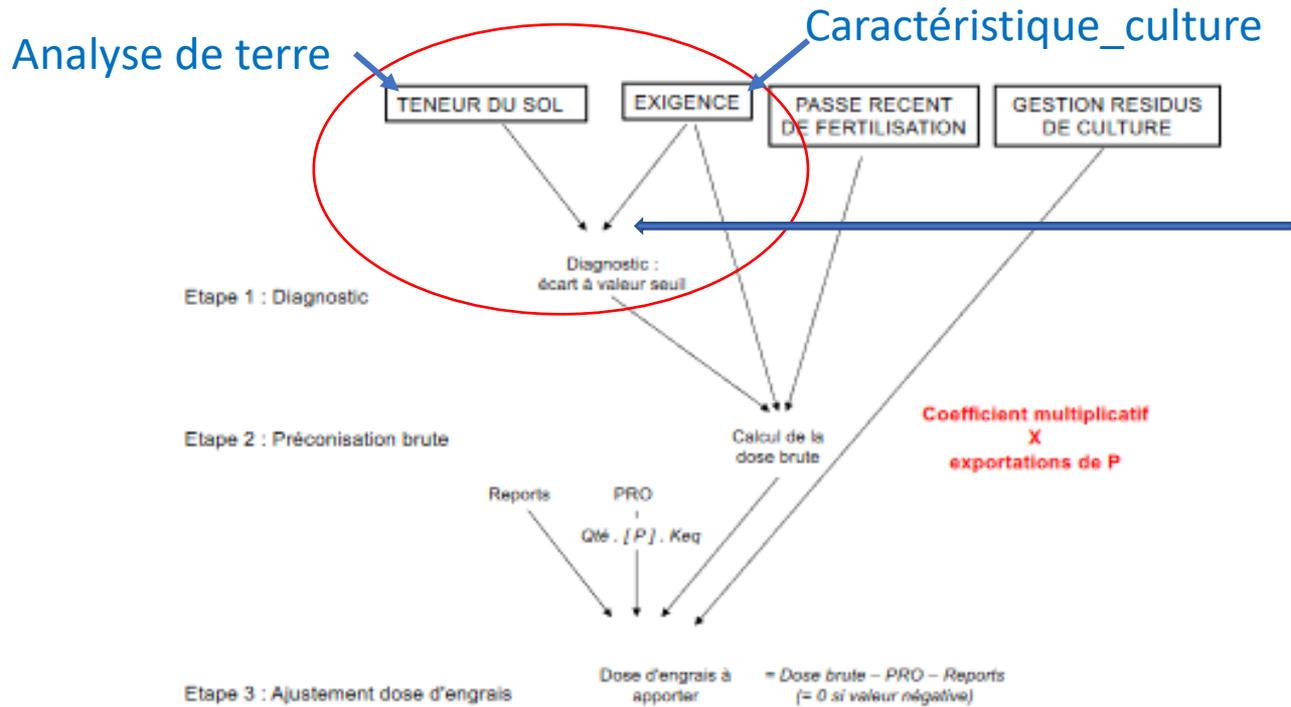


Figure 4 : représentation schématique du raisonnement COMIFER de la fertilisation P K. PRO : Produits Résiduaire organiques - Qté : masse de PRO apportée - [P] : concentration de P dans le PRO - [K] : concentration de K dans le PRO - Keq : coefficient équivalent engrais du P (celui du K est considéré égal à 1) Report = éventuelle quantité excédentaire de fertilisant apportée les années précédentes ; cf. § 2.7

(Comifer, 2019, LA FERTILISATION P-K-Mg Les bases du raisonnement)

<https://comifer.asso.fr/fr/publications.html>

Voir aussi : 2017 : le Guide Comifer de la Fertilisation Raisonnée (La France Agricole)

Petit rappel

Facteurs intervenant dans le diagnostic à partir d'analyse de terre :

- Deux types de « seuil » de référence
 - « **seuil d'impasse** » : en dessous, perte de rendement si pas d'apport de fertilisant
 - « **seuil de renforcement** » : en-dessous, une dose de fertilisation égale à l'exportation par récolte n'est pas suffisante
- Le type d'analyse de terre (Dyer, Joret-Hebert, Olsen, ...)
- Le sol
- L'exigence de la culture ⇔ sensibilité à la déficience en P

➔ seuils par type d'analyse/ de terre/ de plante

Pourquoi une rénovation ...

Seuil actuels, basés sur :

- Travaux Comifer 1993 régionalisés par ITCF (Arvalis), analyse Dyer ou J-H
- Beaucoup d'essais mais réponses souvent faibles
- Des essais anciens (pas d'actualisation depuis les années 1990)
- Un modèle de détermination de seuil simple mais statistiquement discutable

➔ **Actualiser l'estimation des seuils d'impasse en valorisant l'acquis expérimental récent (anticiper une approche européenne ?)**

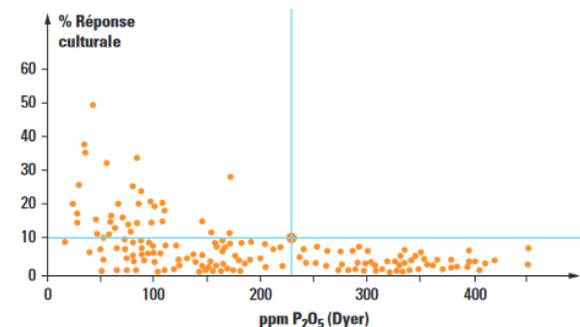
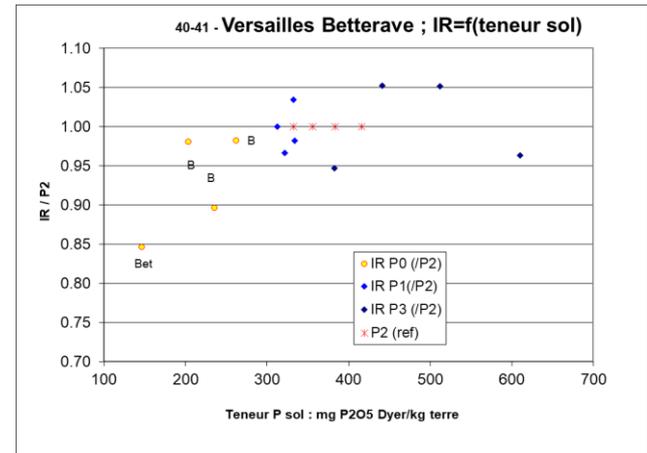
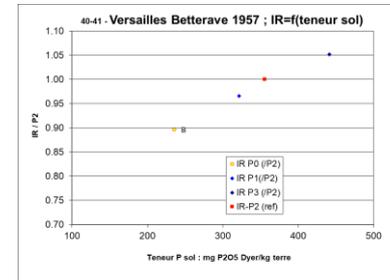


Figure 8 : représentation de la procédure de détermination du seuil d'impasse pour la grille COMIFER. Cas de cultures peu exigeantes en sol limoneux. Le % de réponse culturale représente la perte du rendement du traitement P0 relativement au rendement maximum de l'essai P2.

(Comifer, 2019, LA FERTILISATION P-K-Mg Les bases du raisonnement) <https://comifer.asso.fr>

Rappel des épisodes précédents ...

(Réunion 02 juin 2022 ⇔ pas abordé)

Réunion du 4 décembre 2021 (clôture du projet « JUSTE P »)

→ Voir le CR de cette réunion dans les archives du groupe Comifer PKMg

- Indicateur : P_Olsen
- Essais longue durée (ELD) ou annuels (CASDAR-RIP 2007-2010)
- une gamme de sol pas très diversifiée (limoneux, neutres à alcalins)
- 4 modèles de réponse testés
- Sans *a priori* sur l'exigence des espèces végétales (question qui reste à clarifier) ⇔ travail espèce par espèce sans regroupement par classe d'exigence
- Souci de traçabilité

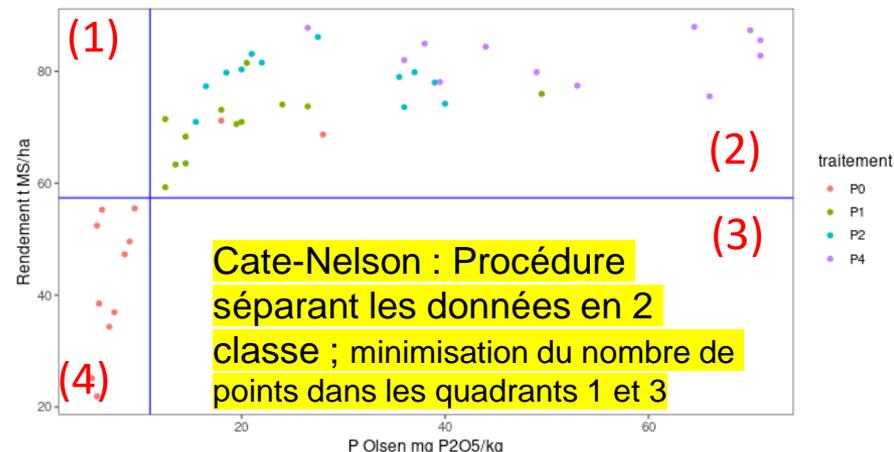
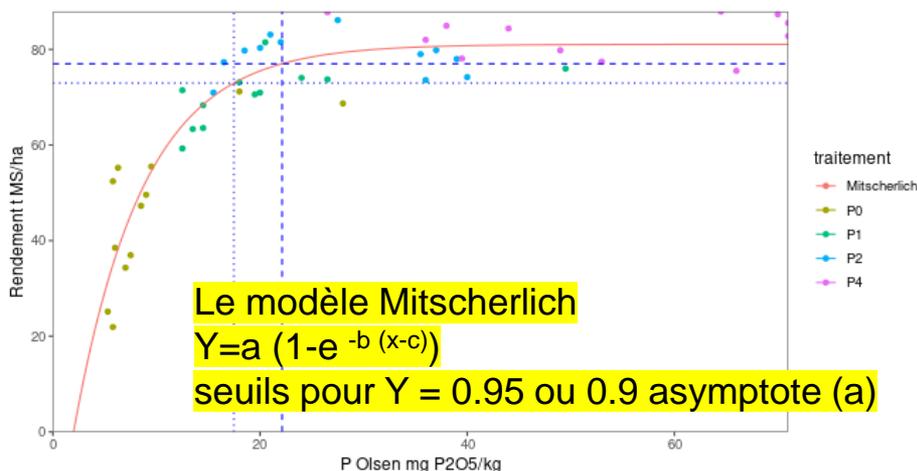
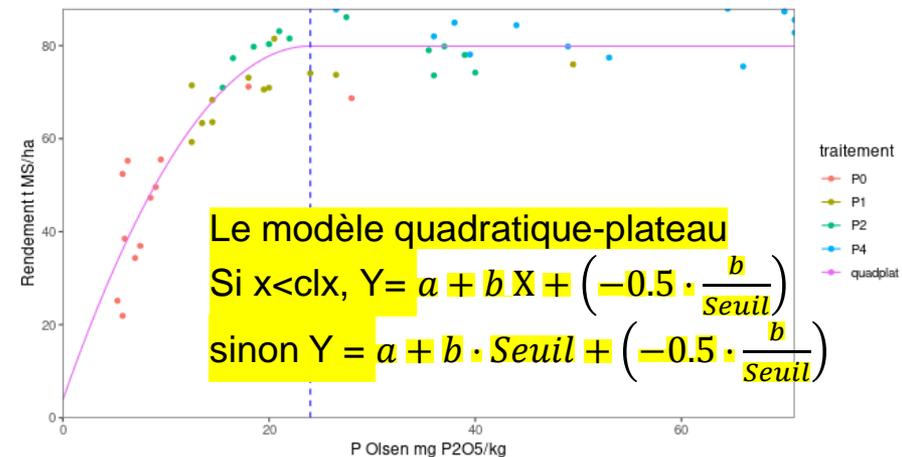
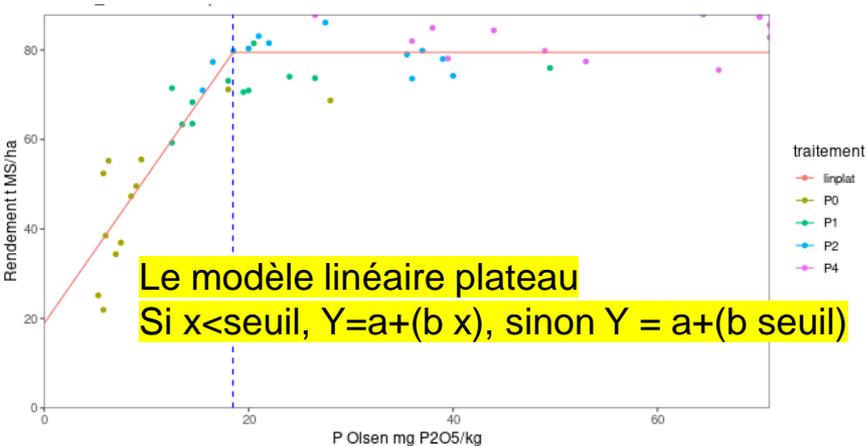
→ Principaux résultats

- Collection de seuil d'impasse (119 années –essai traitées) , toujours inférieurs aux seuils actuels
- Ajustement des modèles parfois mal adaptés aux réponses expérimentales
- Effets modèle / année / culture / site : pas de hiérarchie claire => typologie à construire pour un nouveau référentiel de seuils
- Peu de corrélation entre modèles pour les seuils ; RMSE peu discriminante

Rappel des modèles utilisés

Tableaux des valeurs brutes – Seuils d'imposte

Caractéristiques de sites d'essais et des échantillons sol / plante							Modèles statistiques - Seuils P ₂ O ₅ Olsen										
							Lineaire-plateau			Quadratique-plateau			Mitscherlich			Cate-Nelson	
Site	Essai	Année	Espèce	variété	Horizon	Rdt ou IR	Seuil	plateau	RMSE	Seuil	plateau	RMSE	a ajusté	RMSE	Seuil 0.95	Seuil 0.90	Seuil
Auzeville	P	2014	blé dur	Fabulis	0-30	Rdt	18,46	79,47	6,47	24	79,9	6,249	81,06	6,31	22,13	17,47	11



Objectifs 2022 suite aux résultats 2021

- Sélectionner objectivement une méthode d'ajustement de seuils à partir des ELD (essais de longue durée) ⇔ répétition des mêmes cultures, traités par année (robustesse,...)
 - ➔ Approfondissement de la comparaison inter-modèles
 - ➔ Méthode pour application ultérieure aux essais annuels
- Homogénéiser les jeux de données entre essais
- Proposer des jeux plus complets de seuils réponse / espèce*sol

Ce qui a été fait depuis fin 2021

- Mise en forme unifiée des données en vue de dépôt en entrepôt de données.
Homogénéisation des jeux de données et fichier de traitement sur un modèle unifié ; estimation explicite des données manquantes (ex. interpolation ou extrapolation d'analyses de terre)
- Accent sur les essais de longue durée pour fixer la méthode (Auzeville, Miermaigne, Kerguehennec, Folleville, ...): ne conserver qu'un modèle qui sera appliqué aux essais annuels → Ajustement des modèles (tentative) pour chaque année d'essai, accumulation de résultats sur cas diversifiés
- Identification des cas de Jeux de données ou ajustement « posant problème » ⇔ Proposition de critères objectifs pour validation/exclusion de jeux de données ou résultats de certains modèles (traçabilité)
- Comparaison du comportement des modèles pour choix qualité/défaut

Les travaux faits en 2022 :

Essais longue durée

Site	années traitées	cultures traitées	années restantes	remarques	argile (%), pH_eau & CaCO3 (%)
Folleville (78) (5 soles)	2007 à 2020 (*5)	blé tendre, blé dur, orge printemps, escourgeon hiver, maïs, colza, betterave,	1958 à 2006	analyses avant 2006 rares à inexistantes	arg.=29, pH=8.1 ; CaCO3=1.8
Auzeville (31)	1991-2020	maïs grain, blé tendre, tournesol, soja, blé dur, sorgho,	1969 à 1990	voir archives "1993"	arg.=28, pH=8.0 ; CaCO3=2
Miermaigne (28)	1978-2021	maïs fourrage, blé tendre, blé tendre de blé (BTH2), orge hiver, pois printemps, colza, féverole, triticale, lin, soja, betterave	1976 & 1977		arg.= ?, pH= neutre ? ; CaCO3= 0 ?
Kerguehenec (56)	1985-2021	pois, maïs, blé, orge, colza	terminé		arg.= ?, pH= ? ; CaCO3= 0 ?
Feuges (10)	2008 à 2010	orge, betterave, blé tendre	?	disponibilité autres données ?	arg.=22, pH=8.2 ; CaCO3=75
Seuil	2011 à 2019	colza,orge ptps, betterave sucre, blé, escourgeon, luzerne	-	données moyennes	arg.= ?, pH= ? ; CaCO3= élevé ?
Maizières la grande Paroisse	2009 à 2017	colza, orge hiver, blé, escourgeon	-	données moyennes	arg.= ?, pH= ? ; CaCO3= élevé ?
Colombé le Sec	2009 à 2017	colza, orge hiver, blé, escourgeon	-	données moyennes	arg.= ?, pH= ? ; CaCO3= ?

Essais Vivescia
à détailler

Les travaux à faire (2023):

Essais de longue durée encore à traiter

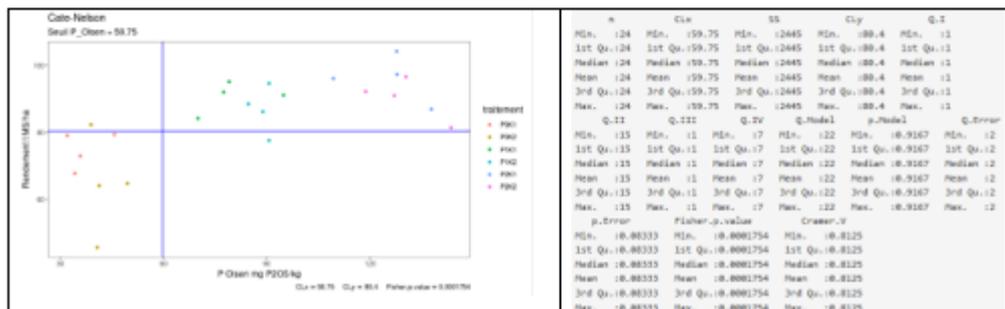
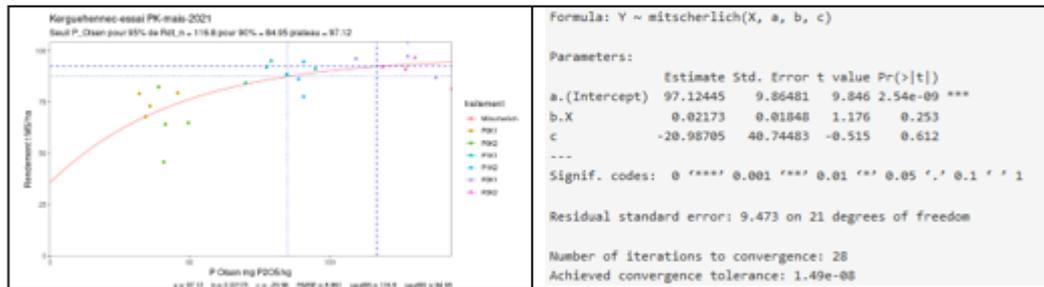
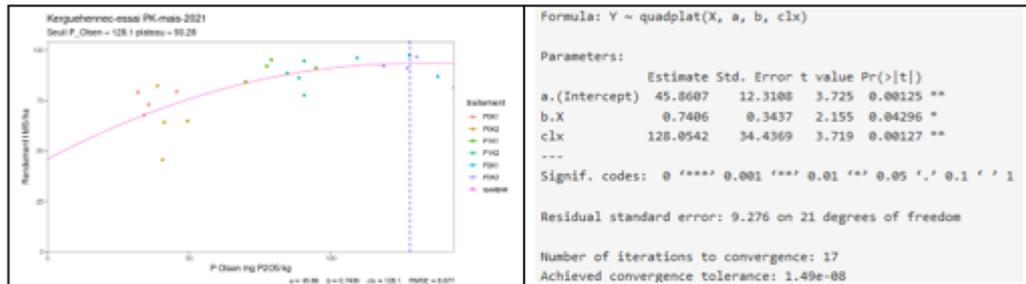
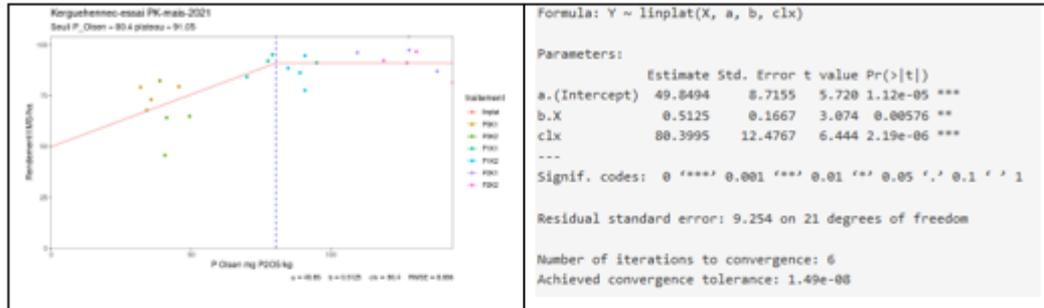
Site	années traitées	cultures traitées	années restantes	remarques	argile (%), pH_eau & CaCO3 (%)
Pierroton (33)	-	maïs, carotte, haricot vert	1995-2015		arg.= 5, pH= 5.8 ; CaCO3= <1
Saint Félix (17)	-	orge, blé tendre, maïs	2006-2010	plus ancien : analyses disponibles ?	arg.= 45, pH= 8.1 ; CaCO3= 27
Mant (40)	-	maïs	1975-1992		arg.= 12, pH= 7.3 ; CaCO3 < 1
Carcaraes Ste Croix (40)	-	maïs	1991-2004		arg.= 6, pH= 5.9 ; CaCO3= <1
Presly (18)	-	maïs	2001 - 2003	autres années ?	arg.= 5, pH= 5.8 ; CaCO3= <1

Reprendre le traitement des essais annuels « RIP »

Responsable	Sites & années	cultures	Remarques
Arvalis	Vraux 2008, Manosque 2009, Cailhau-1 2010, Cailhau-2 2010, Cailhau-3 2010, Noilhan 2010, Odars 2010, Quemigny 2010	blé dur, orge printemps	Plusieurs essais sans reponse
ITB	Ferte-Chevresis 2008, Barenton 2009, Aumenancourt 2010, Bellefontaine 2010, Bourgogne 2010	betterave à sucre	Des essais sans reponse
CETIOM	Lagardelle 2009, Montagnac 2009, Vaudremont 2009, Payra sur l_Hers 2010, Vaux-sous-Aubigny 2010, Villey Saint Etienne 2010	colza	Des essais sans reponse

Essais longue durée : réseau « Comifer 1993 »

Pas de détail au niveau parcelle individuelle ⇔ traiter multi annuel regroupé par culture, exprimé en indice



Un traitement d'essai (1 site * 1 culture)

(paramètres initiaux « automatique »)

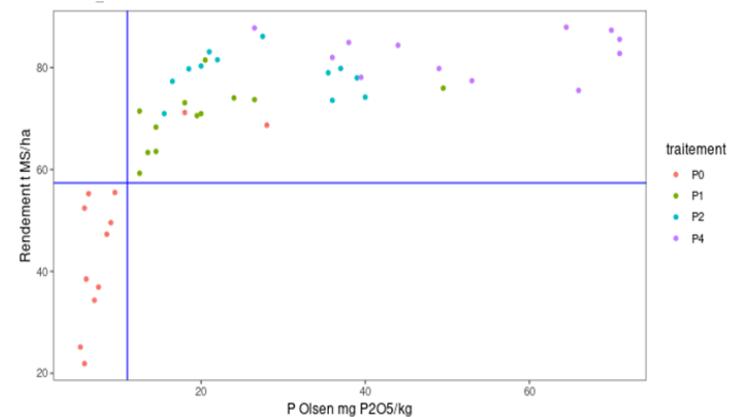
Quelques résultats 2022

(1) Il faut des essais anciens pour réponse nette des cultures

- Ex. : Kerguehenec : essai débuté en 1985, réponses nettes depuis 2010 env.
(depuis 1987 avec orge)

(2) Procédure Cate-Nelson peu satisfaisante :

- résultat sans signification agronomique stable ⇔ difficile à justifier



Ajustement C-N ; Y en % du Rdt plateau ; blé tendre

Site	min-Max	moyenne	Ecart-type
Folleville	75 - 92	84	5
Miermaigne	69 - 97	89	6
Kerguehenec	74 - 93	82	8

➔ *On se concentrera plutôt sur les autres modèles dont les « seuils » ont un sens agronomique ?*

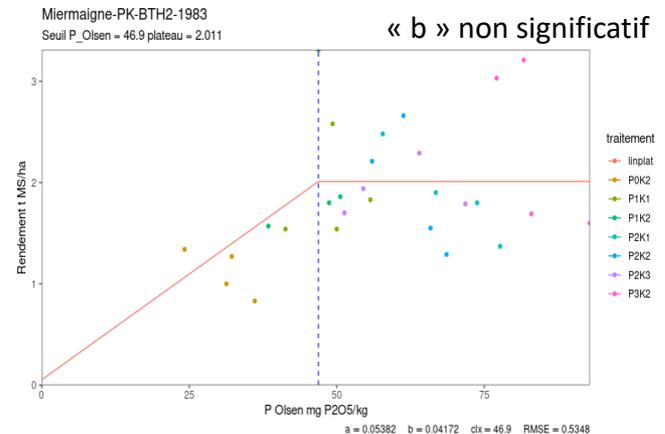
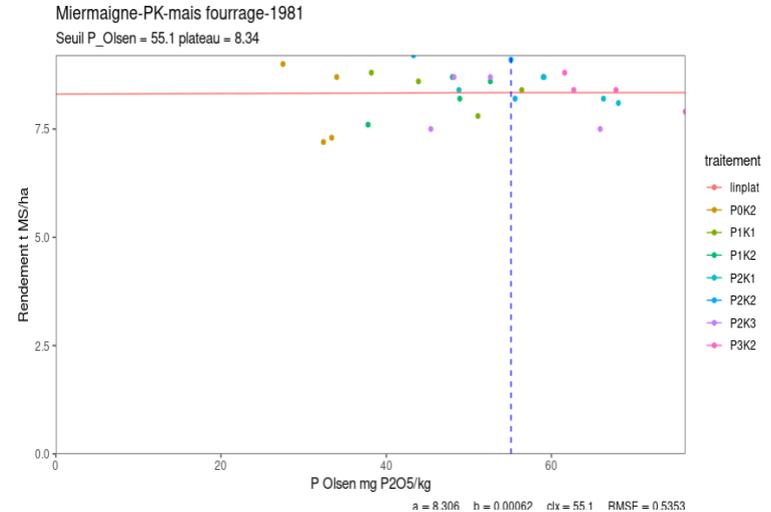
Quelques « résultats » 2022

(3) Interrogation sur les jeux de données à exclure : ⇔ **vos avis ??**

Critère pour exclusion de jeux de données (année)

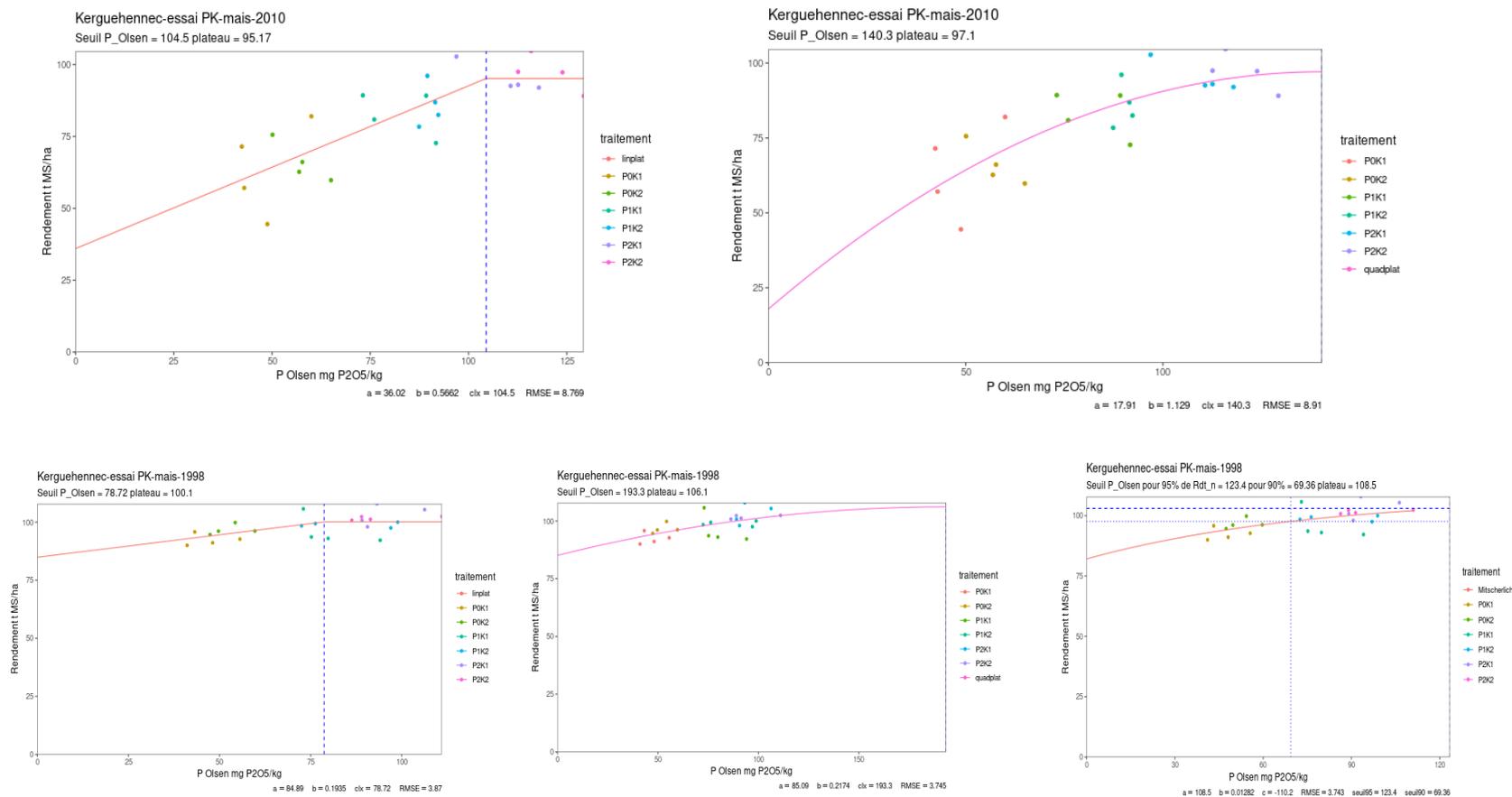
➔ **Privilégier le nombre de « réponses » ou leur « qualité » ?**

- Pas de réponse ⇔ valeur « b » (\approx pente) non significative, pour tous modèles ?
➔ *Mais on arrive à ajuster des réponses avec « b » non significatif*
- Rendement « trop faible » ← autre facteur décisif ⇔ *quelle définition objective ?*
- Variabilité intra-traitement « excessive » ?
 - Comment l'évaluer ? (modele C-N, nb pts quadrants 1 & 3)
 - Peut-on se passer de ces cas ?



Quelques « résultats » 2022

(4) Interrogation sur les ajustements à exclure ... ou exclut-on un jeu de données (=une année d'essai) dès lors qu'un ajustement ne marche pas (1 sur les 4) ?

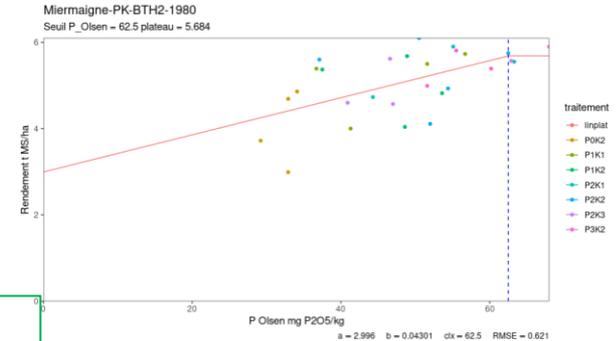


Quelques « résultats » 2022

(4) Interrogation sur les ajustements à exclure ...

➔ Proposition : imposer un % minimal de points de chaque côté du seuil pour s'assurer que le modèle statistique est bien pertinent

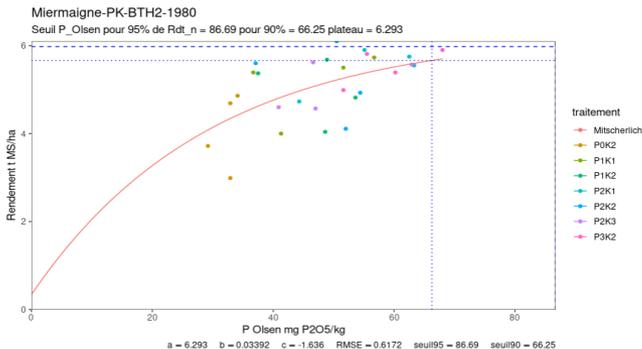
Si moins de 10% des points expérimentaux d'un côté du seuil calculé
 ⇔ le modèle ne colle pas à l'expérience
 ➔ exclusion de cet ajustement seulement (pas du jeu de données)



modèle acceptable

Mêmes données

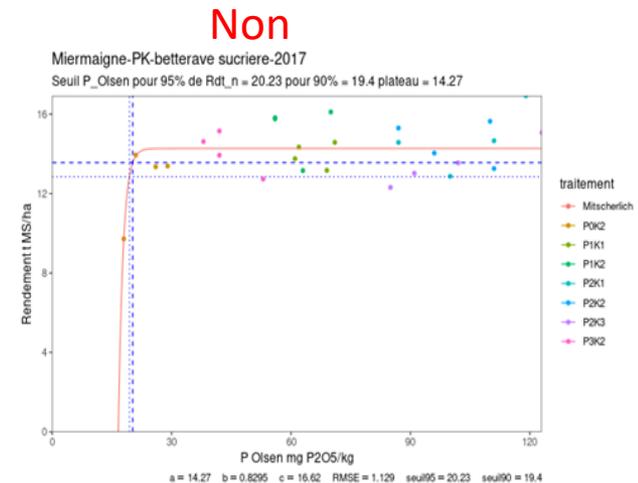
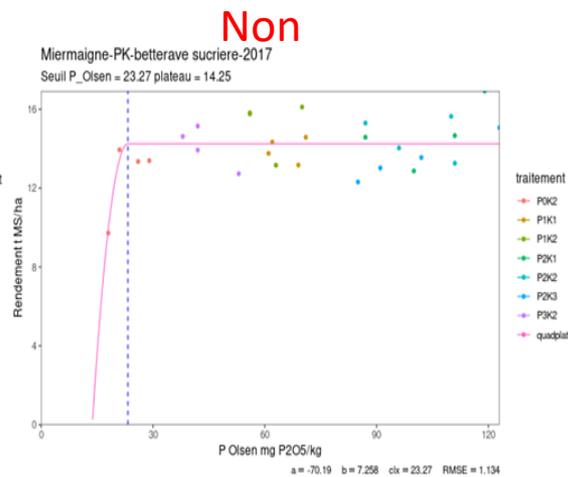
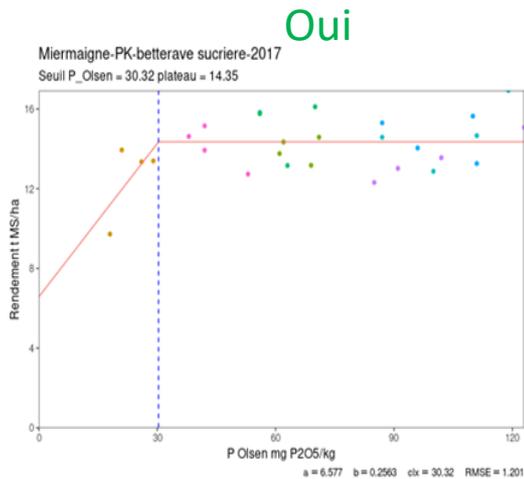
modèle rejeté



Quelques « résultats » 2022

(4) Interrogation sur les ajustements à exclure ...

➔ Proposition : imposer au moins 10 % de points de chaque côté du seuil pour s'assurer que le modèle statistique est bien pertinent



site	Linéaire-plateau		Quadratique-plateau		Mitscherlich		Cate-Nelson
	non convergence	moins 10% /seuil	non convergence	moins 10% /seuil	non convergence	moins 10% /seuil	
Kerguehenec ; 37 ans	3	+3	2	+20	4	+18	2
Miermaigne ; 43 ans	3	+0	3	+6	1	+13	0

➔ Critère de choix d'un modèle ?

(5) Quelques chiffres (toujours provisoires) issus des ELD

Especies pour lesquelles on dispose de résultats assez nombreux et multilocaux : blé tendre, maïs, orge hiver, colza, betterave ...

Calculs sur les cas « validés » seulement

culture	site	seuil actuel*	modele LP		modèle QP		modèle Mitscherlich		Modele Cate-Nelson	
			moyenne	σ	moyenne	σ	moyenne	σ	moyenne	σ
blé tendre	Folleville	70	28.5	8.3	45.7	27.7	35.1	16.5	19.5	5.2
	Kerguehennec	70	72.7	10.4	99.5	25.6	71.7	24.9	57.6	13.7
	Miermaigne	70	44.3	14	49	12.1	30.2	11.6	33.3	6.4
blé de blé	Miermaigne	80	48.8	7.3	62.6	19	56.9	15.8	33.3	4.7
orge hiver	Folleville	80	31.6	7.4	41.5	17.4	37.1	17.1	21.8	6.9
	Kerguehennec	80	80.7	3	110.3	16.7	103.6	31.2	65.8	4.2
	Miermaigne	80	57.5	8.2	59.9	23.2	44.8	9.7	39.9	15.7
colza	Folleville	80	33.1	21.9	25.2	2.8	25.2	3.2	15.5	3.5
	Kerguehennec	80	75	-	-	-	-	-	61	-
	Miermaigne	80	33.7	13.9	37.7	14.3	27.5	6.8	29.5	7.2

* : Seuils PK régionaux ITCF-Arvalis ; actualisation 17/03/2009

Autres questions méthodologiques encore en suspend et leur traitement à court terme

- Profondeur de prélèvement de terre (en lien avec travail du sol)
 - Labour (25-30 cm) / Non Labour avec prélèvement dans horizon superficiel travaillé (5-10 cm) + parfois horizon en dessous jusqu'à 25-30 cm ⇔ calculs de DPS sur « h.labour » teneurs pondérées *masse terre
 - ➔ On traite ensemble d'une part les profondeurs travail > 10 cm et d'autres part les < 10 cm
- Prélèvement terre avant ou après fertilisation ? pas différenciés à cette étape du travail (et pas toujours connu) ➔ sera abordé pour estimer effet seulement quand on peut le faire
- Description des types de sols ➔ quand on n'a pas mieux, homogénéiser la classification des sols sur la base de la carte des sols « Geoportail »
- Données douteuses (points) dans un jeu annuel ➔ pas d'exclusion pour le moment (faute de critère objectif)
- Interpolation des analyses de terre ➔ linéaire en fonction du temps.
Une interpolation sur la base des bilans P nécessiterait de connaître la teneur des récoltes ... qui est un enjeu du projet

Perspectives (1)

Continuation du travail en cours

- Apurement des jeux de données ⇔ suppression des cas « inutilisables »
- Reprendre « manuellement » des cas où l'ajustement « automatique » semble imparfait (⇔ *quelle justification objective ?*)
- Continuation du traitement des données : (après élimination des cas aberrants)
 - ELD non (completely) traités
 - Quelques essais annuels à reprendre
 - base des essais « 1993 » (mais donnée à échelle traitement ⇔ peu de points)
 - * & Equivalence Dyer & J-H → Olsen
- Comparer ajustement multiannuel sur indice à la moyenne des ajustement annuels ⇔ traiter toutes les années ensemble ne permet-il pas de « réintégrer » des « jeux annuels » ne répondant pas ?

Perspectives (2)

Un point aux rencontres Comifer-Gemas 2023

- Poster méthodo ⇔ critères pour choix d'un modèle stat et/ou modalité de fixation d'un seuil
- Exposé oral
 - Seuils obtenus avec méthode choisie (cf. poster) ; comparaison aux seuils obtenus avec « méthode 1993 »
 - Question sur modalités de références publiables « Comifer » : ajout de marge de sécurité, d'approche « probabilité »

➔ Un an pour aboutir à un référentiel de seuils à faire tester ?
(2024-2025...) ; *avec typologie sols et cultures (exigence)*

