

Les ressources P-K du sol peuvent-elles être des facteurs limitant la pérennité des prairies ?

François Gastal¹, Claire Jouany², Marie-Laure Decau¹

¹ : UE FERLUS, Lusignan

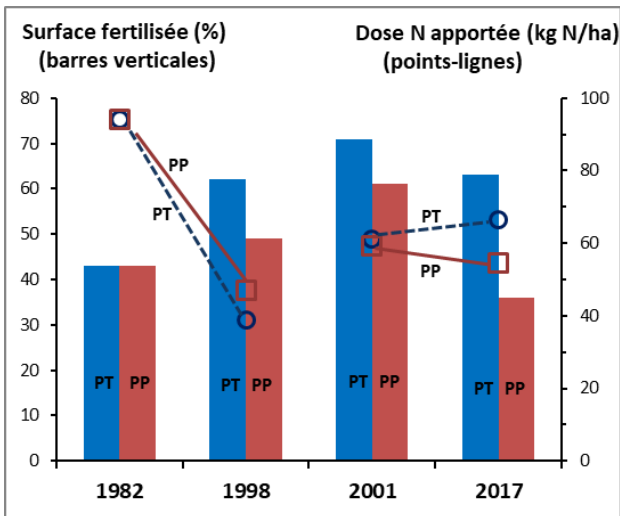
² : UMR AGIR, Castanet-Tolosan

The logo for INRAE (Institut National de la Recherche Agronomique) is displayed in a bold, teal, sans-serif font.

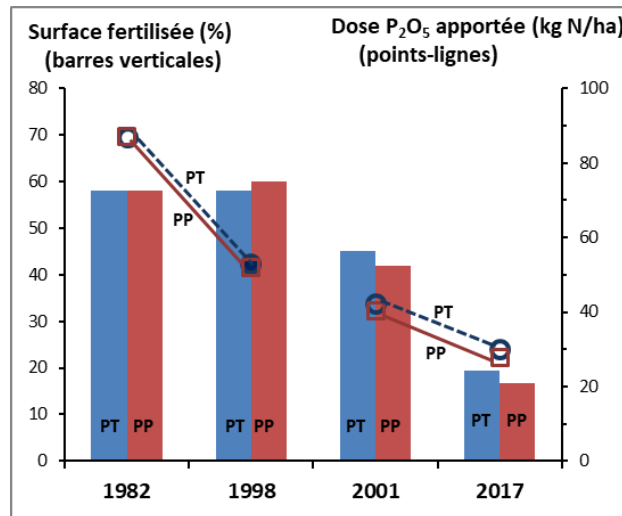
Evolution des pratiques de fertilisation N-P-K sur la prairie Française durant les 40 dernières années

Evolution des surfaces (%) (barres verticales) et doses (lignes) de fertilisation à l'échelle nationale

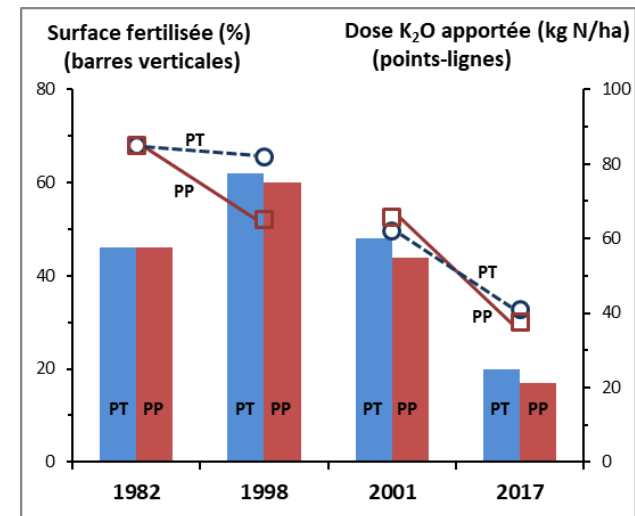
N min



P



K



Forte réduction des surfaces et des doses de P et K entre 2001 et 2017

Sources:

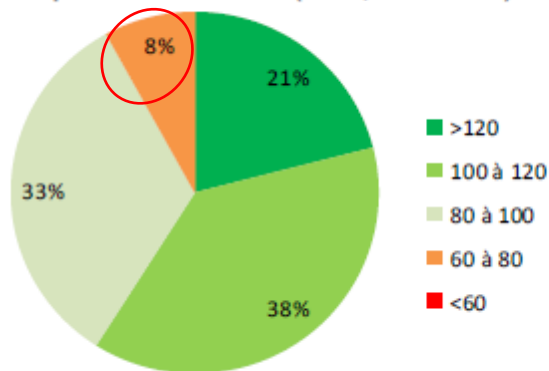
enquêtes prairies SCEES 1982, 1998

enquête pratiques culturales 2001, 2017

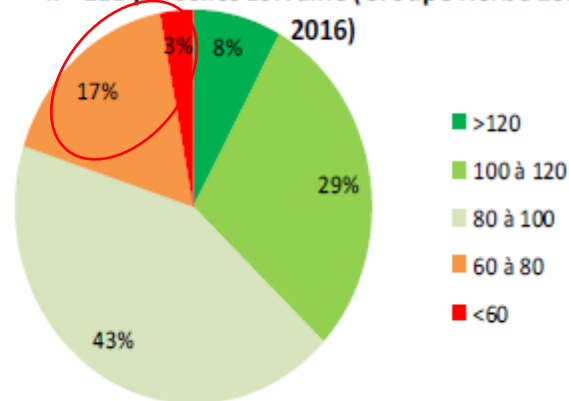
Nutrition P-K des prairies de l'Est: une situation qui s'est dégradée entre le milieu des années 1990 et le milieu des années 2010

Indice de nutrition P

IP- 61 parcelles Grand Est (Idele, 1994-2001)

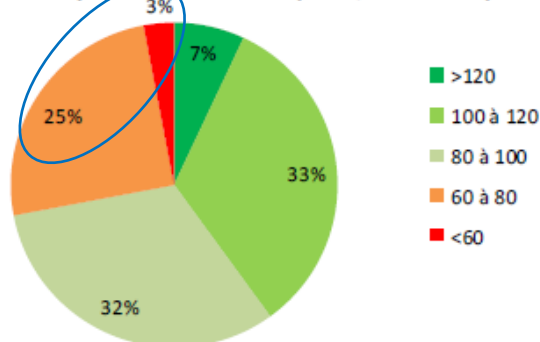


IP- 121 parcelles Lorraine (Groupe Herbe 2014-2016)

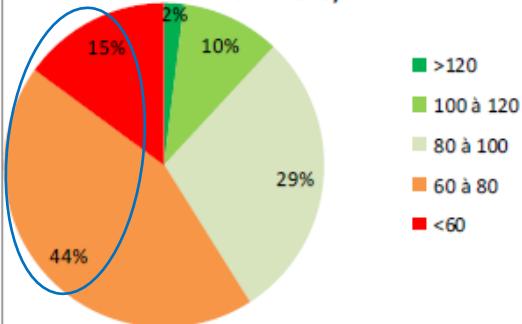


Indice de nutrition K

IK - 61 parcelles Grand Est (Idele, 1994-2001)



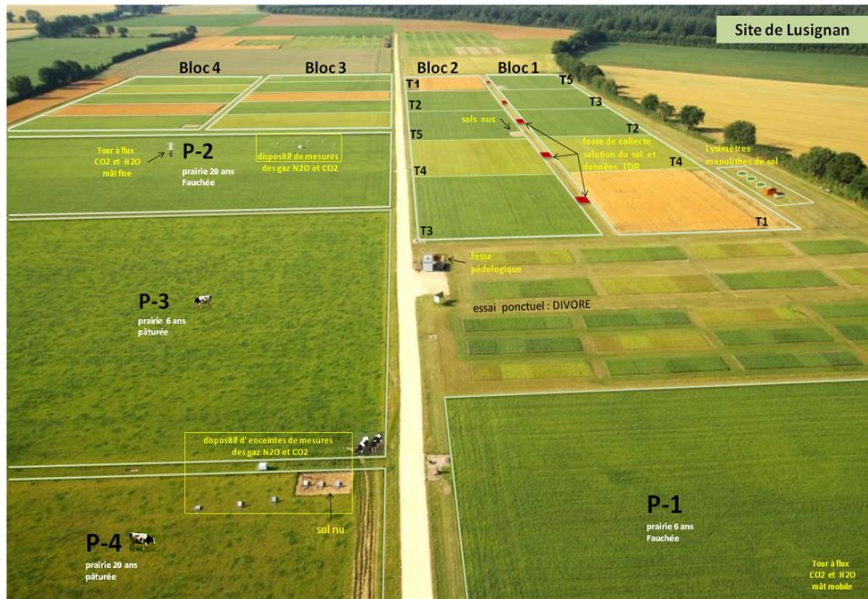
IK - 121 parcelles Lorraine (Groupe Herbe 2014-2016)



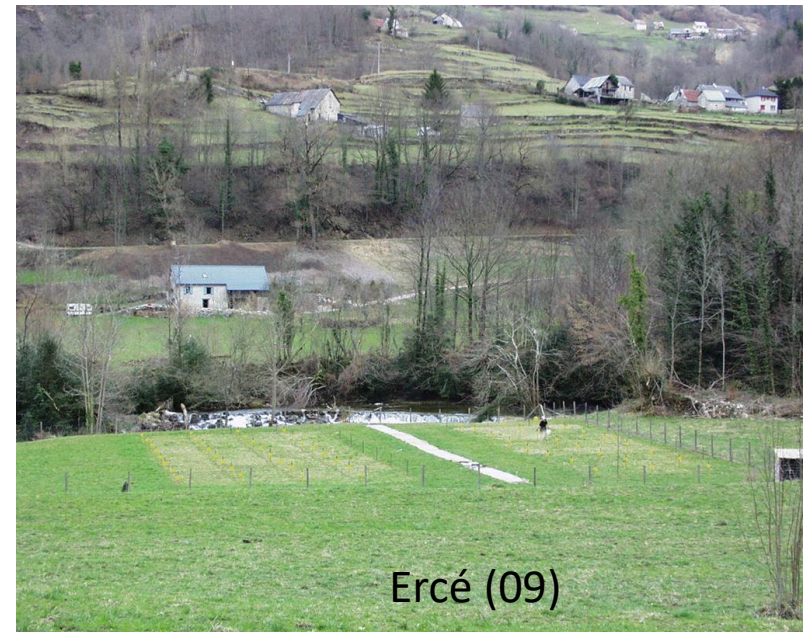
Source: *fiche_techinique_herbe_2018 CA et CRA du Grand Est*

1- Rappel sur les outils disponibles: indices de nutrition (plante), analyses de sol

2- Evolution de la fertilité P-K et de la production de rotations prairies-culture : dispositif ACBB de Lusignan

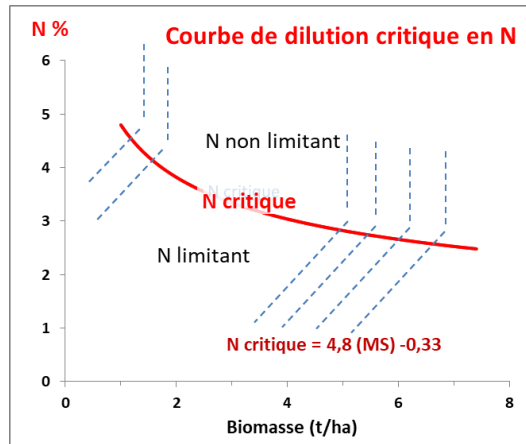


3- Réponses à P et à N en prairie permanente: dispositifs de longue durée Ercé (09), Gramond (12)



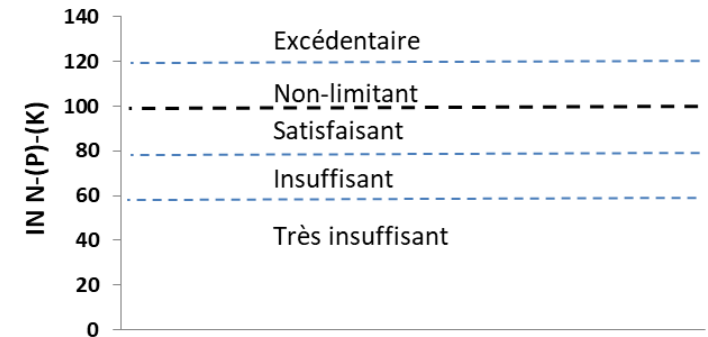
Les outils disponibles pour caractériser la disponibilité (N)-P-K des prairies

A- Les indices de nutrition (plante)

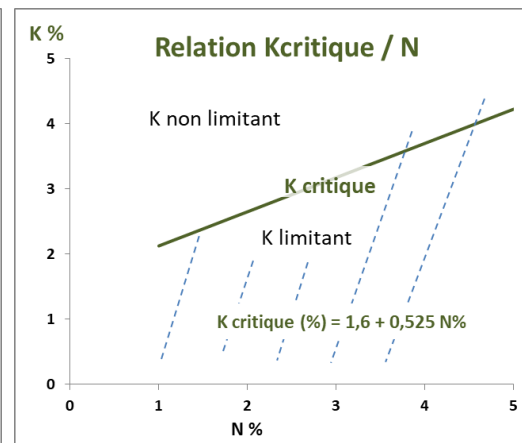
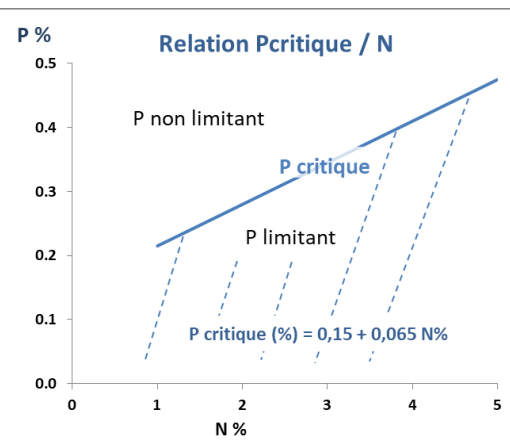


Indice de nutrition IN-N(P)(K)

$$IN - N(P)(K)\% = \frac{\text{teneur } N(P)(K) \text{ mesurée}}{\text{teneur } N(P)(K) \text{ critique}} \times 100$$



Gastal et al 1992; Duru et Ducros, 1997; Farruggia et al 2000



Salette et Huché 1991; Duru et Théliier-Huché 1995; Théliier-Huché et al 1999; Farruggia et al 2000

Les outils disponibles pour caractériser la disponibilité (N)-P-K des prairies

B- Les analyses de sol, la méthode Comifer (PT, Comifer 2019)

Stratégie de fertilisation P et K basée sur plusieurs critères :

- Niveau d'exigence de la culture
- Positionnement de la teneur du sol / 2 seuils de l'analyse de terre:
 - T impasse et T renforcée
- Passé récent de fertilisation sur les quatre dernières années
- Restitution ou non des résidus du précédent cultural

La combinaison de ces critères → une stratégie de fertilisation P et K

	Nb. d'années sans apport depuis la dernière fertilisation	Teneur du sol						
		Positionner la teneur par rapport aux seuils						
		Teneur faible	Timp. -10%	Timp.	Timp. +10%	2x Timp.	3x Timp.	Teneur élevée
Cultures très exigeantes Betterave sucrière Colza - Luzerne Pomme de terre	0	2.2	1.5	1.2	1.0	0.8	0	0
	1 an	3.3	2.0	1.5	1.2	1.0	0	0
	2 ans ou +	3.7	2.7	2.0	1.5	1.2	0.8	0
Moyennement exigeantes Blé / Blé - Blé dur Maïs fourrage - Pois Orge - R.G. - Sorgho	0	1.6	1.0	1.0	0	0	0	0
	1 an	1.8	1.2	1.0	1.0	0.8	0	0
	2 ans ou +	2.0	1.7	1.5	1.2	1.0	0.6	0
Cultures peu exigeantes Avoine - Blé tendre Maïs grain - Seigle Soja - Tournesol	0	1.3	1.0	0.8	0	0	0	0
	1 an	1.6	1.0	1.0	0	0	0	0
	2 ans ou +	1.6	1.2	1.0	1.0	0.8	0	0



$$\begin{aligned}
 &\text{Apport P (ou K)}^* \\
 &= \\
 &\text{Coefficient multiplicatif} \\
 &\times \\
 &\text{rendement prévisionnel} \\
 &\times \\
 &\text{teneur de la récolte}
 \end{aligned}$$

* kg de P₂O₅ ou de K₂O/ha

Prairies en rotation : dispositif d'observation ACBB de Lusignan

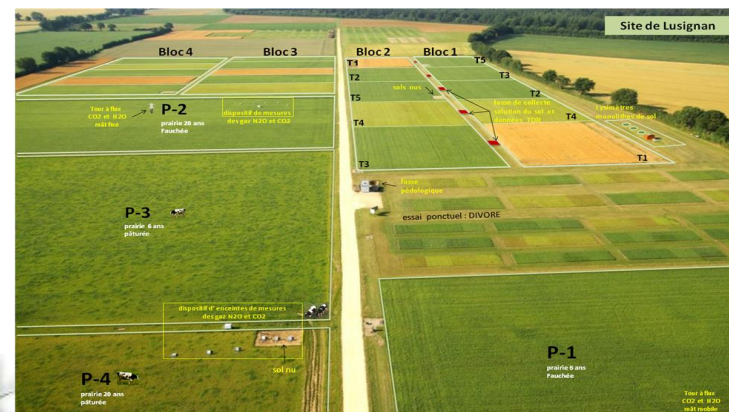
		Année																	
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Sous-dispositif Fauche																			
T1	Rotation cultures (Maïs-Blé-Orge)	Maïs	Blé	Orge	M	B	O	M	B	O	M	B	O	M	B	O	M	B	O
T2	Prairie 3 ans/ cultures 3 ans, N+	M	B	O	Prairie 3 ans			M	B	O	Prairie 3 ans			C1	C2	C3	Prairie 3 ans		
T3	Prairie 6 ans/ cultures 3 ans, N+	Prairie 6 ans						M	B	O	Prairie 6 ans						M	B	O
T4	Prairie 6 ans/ cultures 3 ans, N-	Prairie 6 ans						M	B	O	Prairie 6 ans						M	B	O
T5	Prairie permanente, N+	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Sous-dispositif Fauche/Pâturation																			
P1 (=T3)	Prairie 6 ans, fauche, N+	Prairie 6 ans						M	B	O	Prairie 6 ans						M	B	O
P2 (=T5)	Prairie permanente, fauche, N+	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
P3	Prairie 6 ans, pâturage, N+	Prairie 6 ans						M	B	O	Prairie 6 ans						M	B	O
P4	Prairie permanente, pâturage, N+	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Début du dispositif en 2005:

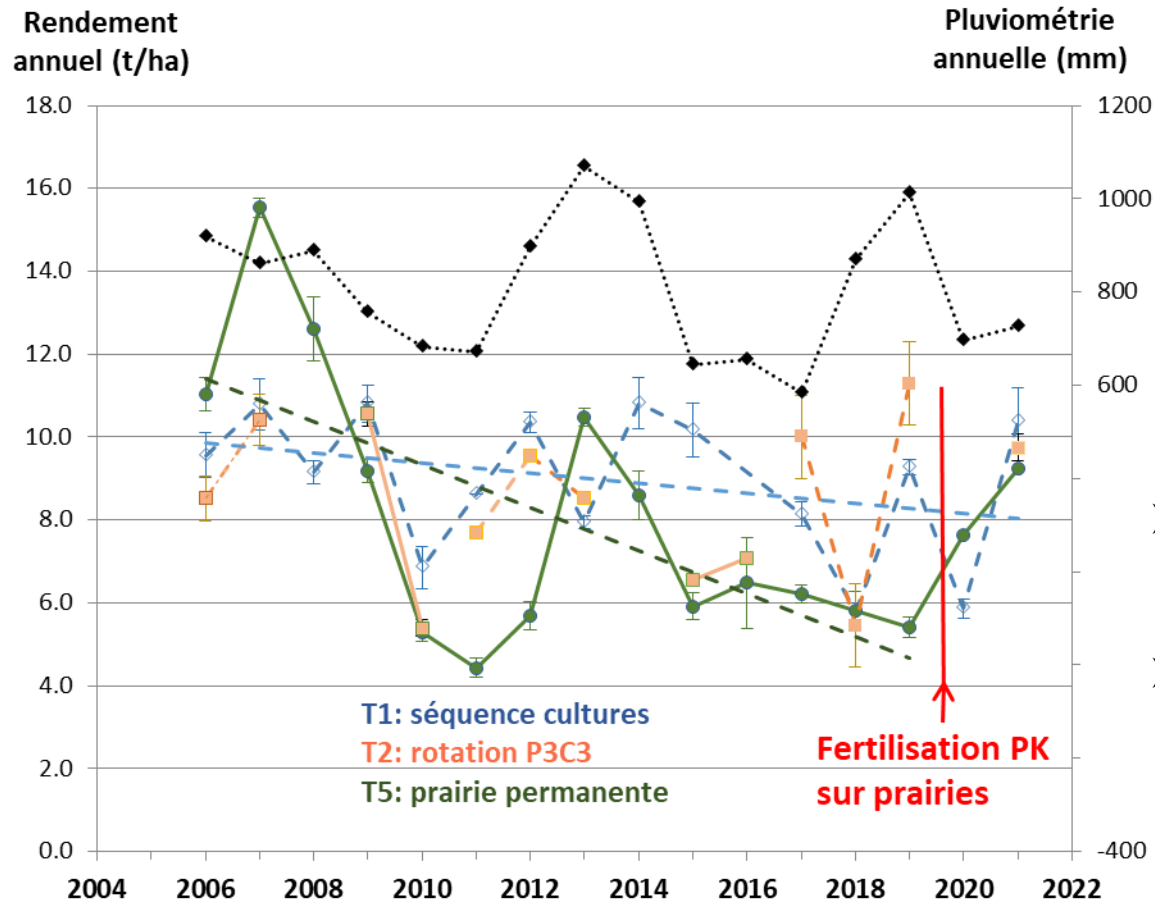
P et K largement excédentaires

(INP et INK 120-130%)

→ aucun apport P K entre 2005 et 2019



Evolution de la production annuelle - Dispositif Lusignan

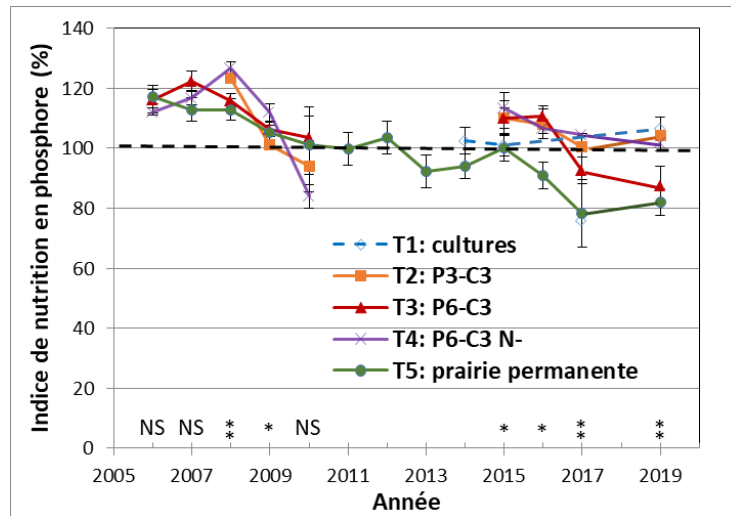


- Diminution progressive du rendement des prairies
- Récupération (au moins partielle) suite à apport PK fin 2019

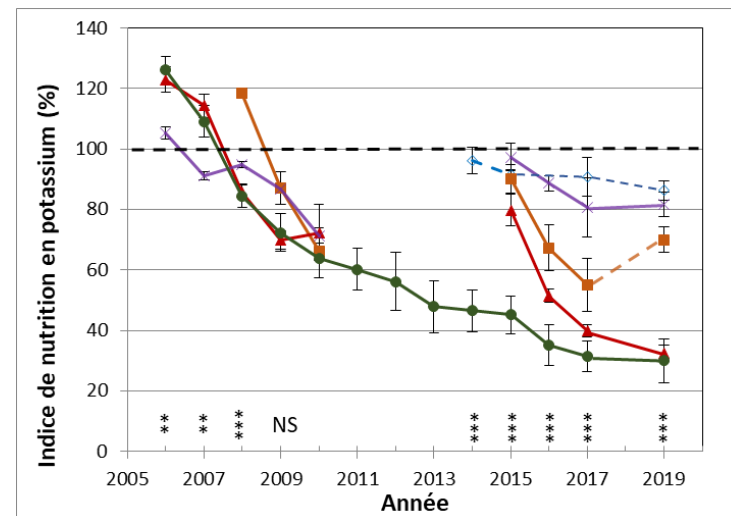
Evolution des indices de nutrition P et K - Dispositif Lusignan

Rotations prairies de fauche

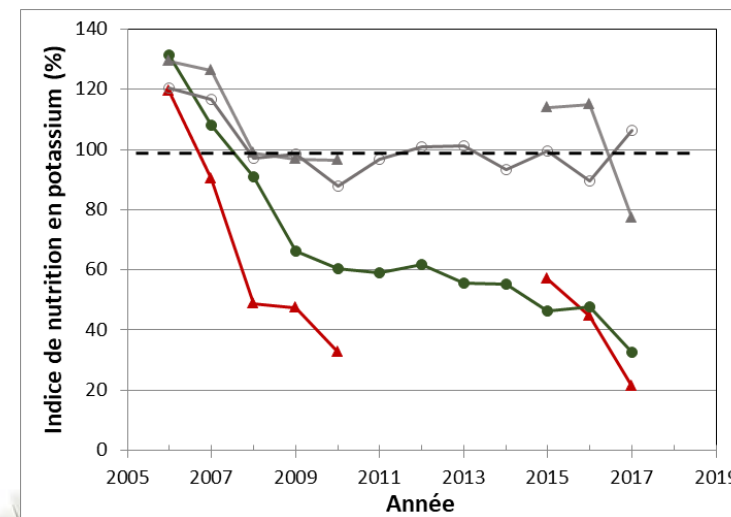
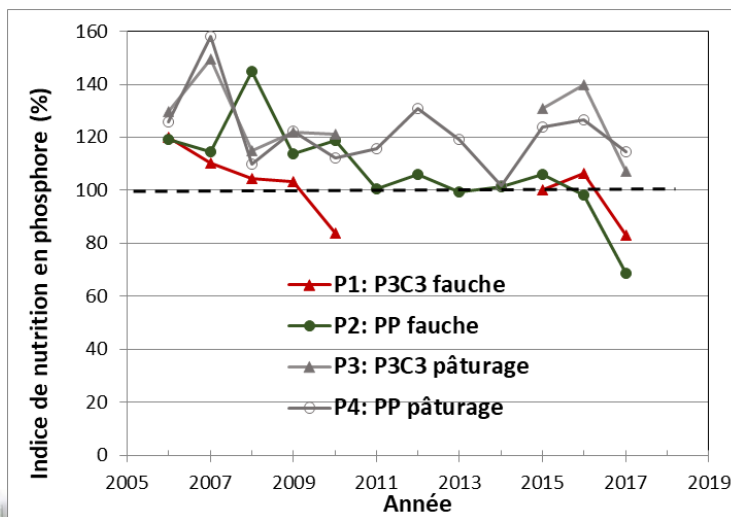
Indice IN-P



Indice IN-K

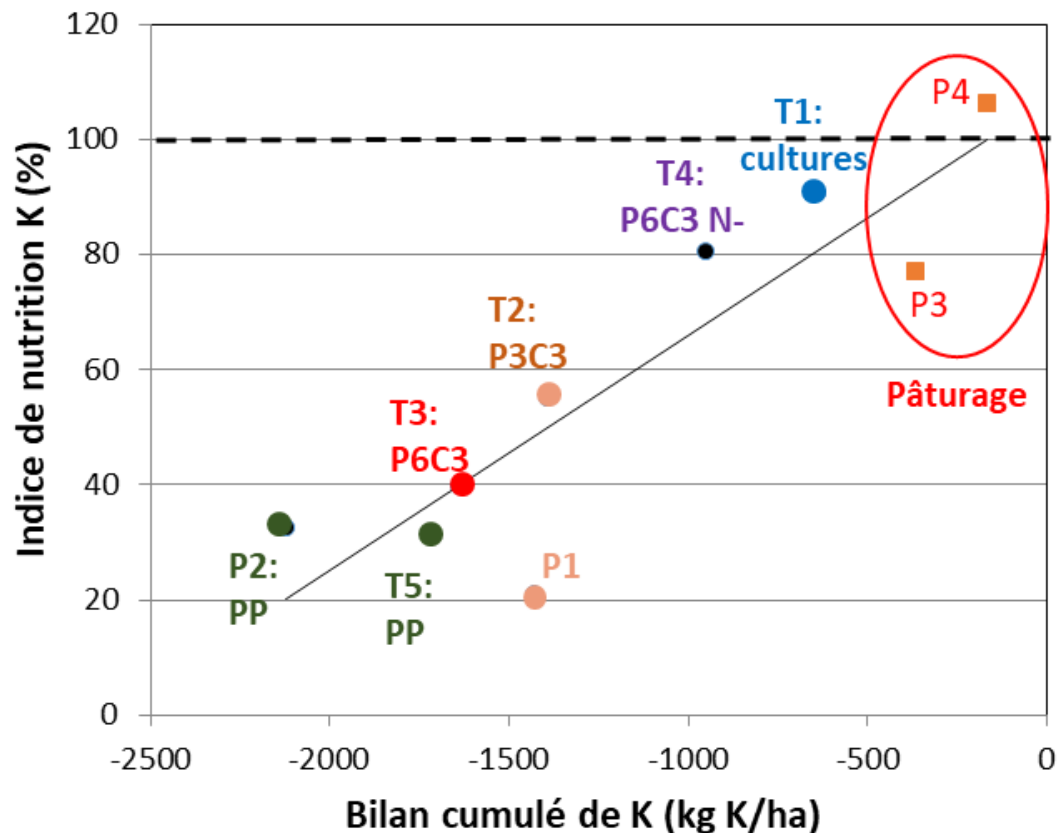


Fauche vs pâturage



Relation entre indice de nutrition K (2018) et bilan K cumulé (2005-18)

Dispositif Lusignan



- Une évolution de l'indice IN-K largement déterminée par le bilan cumulé de K
- Effet majeur des modes de gestion de la prairie (rotations, fauche vs pâturage, fertilisation N)

Réponses à P et à N: dispositifs de longue durée en prairie permanente

Objectifs

- Analyser la réponse à P et à N en prairie permanente:
 - Production de fourrage
 - Composition des communautés végétales
 - Stocks de C et P du sol
- Tester et valider les approches de diagnostic sol et plante (indices de nutrition)
- Tester et valider la typologie fonctionnelle développée par Cruz et al (2010)

➤ Régime de fauche (3-4 par an)

- 2 niveaux de N: N=0 (N0) et N=100+60 (+60) U/an (N1)

- 2 niveaux de P: P=0 (P0) et P= 50U/an (P1)

soit 4 traitements: NOP0, NOP1, N1P0, N1P1

➤ INP tous les ans sur la première fauche

➤ Analyse de sol tous les 5 ans sur 0-5, 5-10 et 10-20cm.

➤ 2 sites :

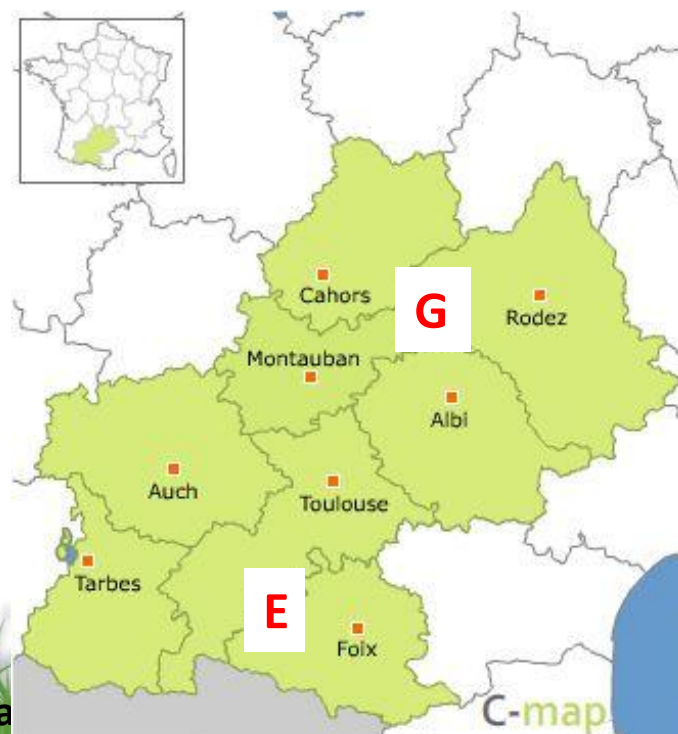
- Ercé (09) 1999 à 2018

sol argilo-limoneux sur alluvions;

P_{Olsen} initial=15 mg/kg

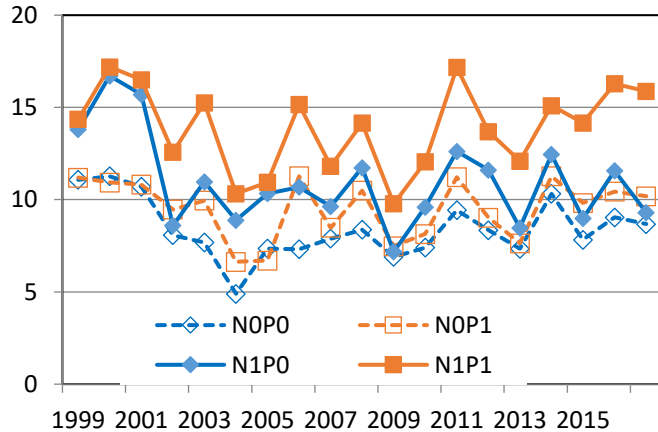
- Gramond (12) 1998 à 2014

sol limono-sableux; P_{Olsen} initial=100 mg/kg

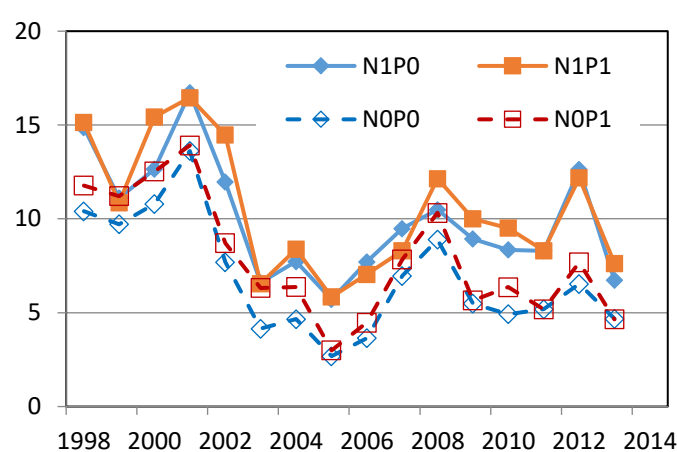


Evolution de la production annuelle – Dispositifs Ercé et Gramond

Rendement Ercé (t ha⁻¹)

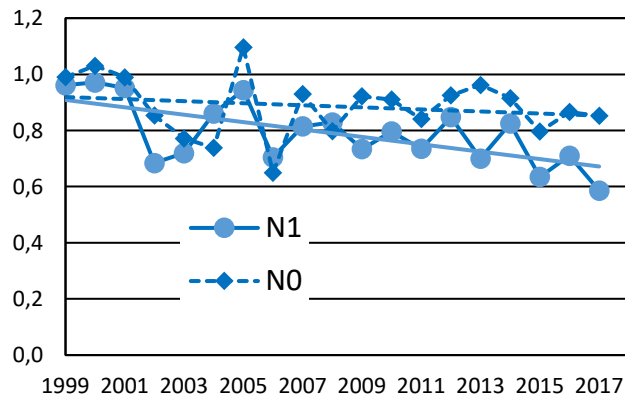


Rendement Gramond (t ha⁻¹)

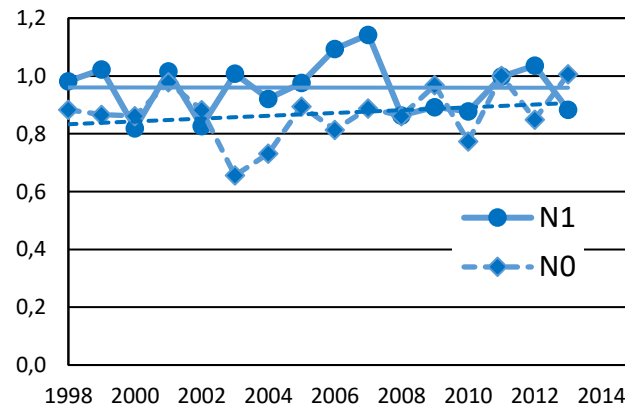


Variabilité inter annuelle en lien avec le climat (pluviométrie et Σ température)

Rdt P0:P1 Ercé

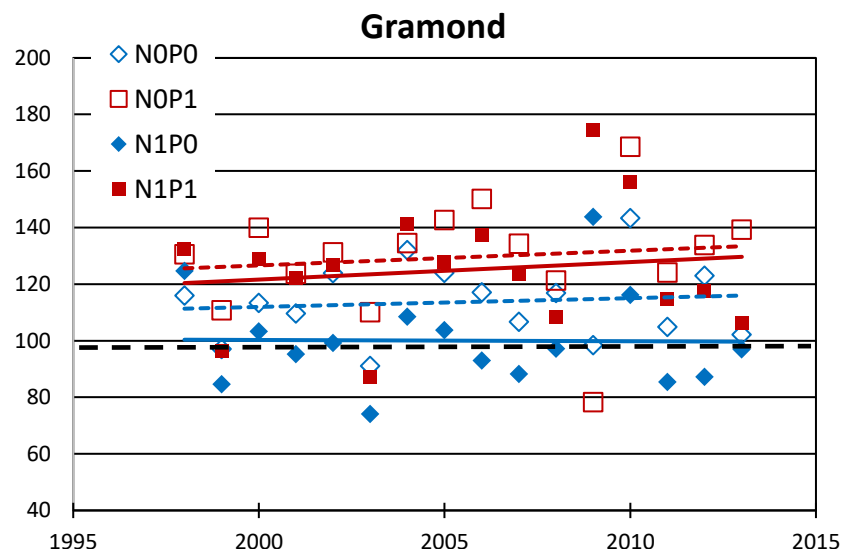
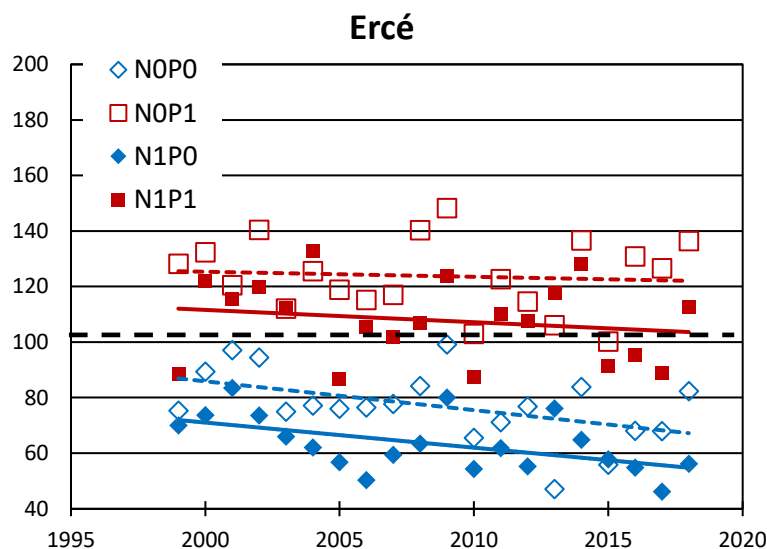


Rdt P0:P1 Gramond



- Ercé: Rdt P0:P1 < 1 diminue notamment en N1
- Gramond: Rdt P0:P1 stable; le manque de P affecte plus N0
Hypothèse: l'apport de P favorise les légumineuses en N0

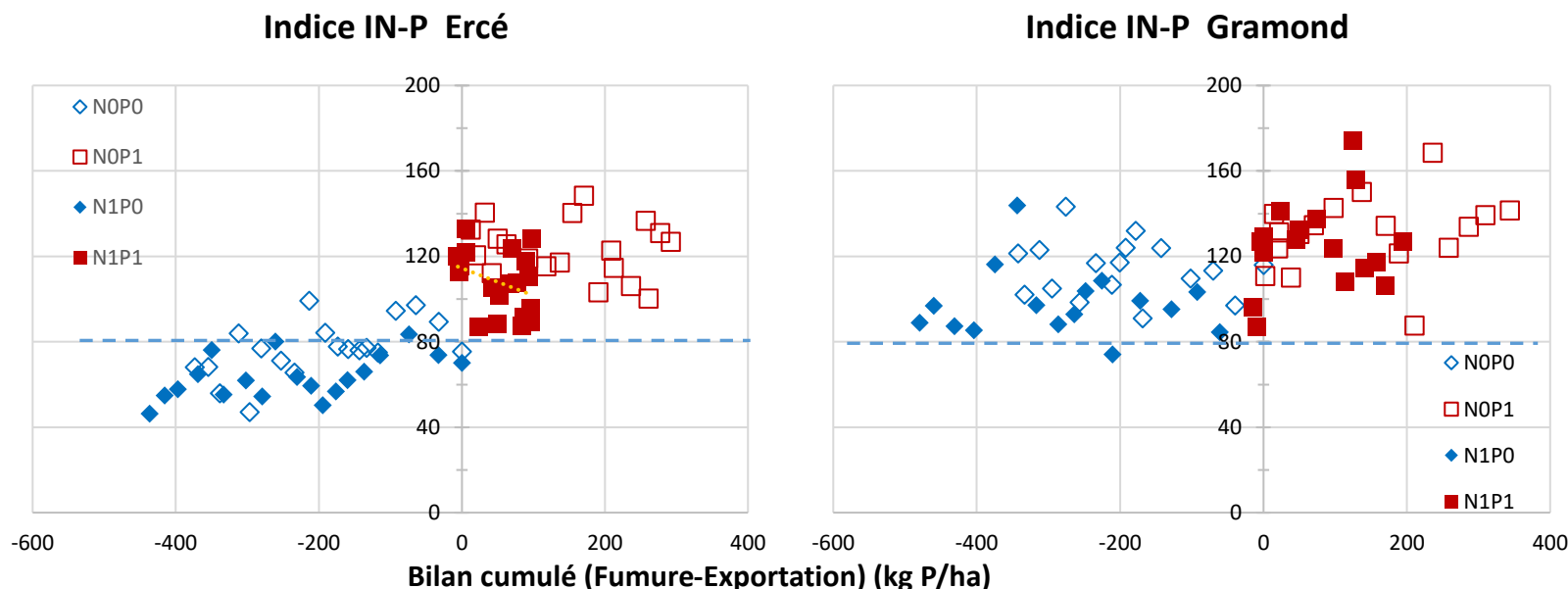
Dynamique des indices de nutrition P – Dispositifs Ercé et Gramond



- Ercé:
 - INP de P1 reste stable et > 100; INP de P0 reste < 80 et diminue avec le temps
- Gramond:
 - INP reste stable dans le temps et supérieur à 100 quel que soit le régime P
 - pas de limitation en P0
- Pour un régime P donné, l'indice P est plus faible en N1 qu'en N0
→ l'apport de N accélère l'épuisement des réserves P du sol

Relation entre indice de nutrition P et bilan cumulé de P

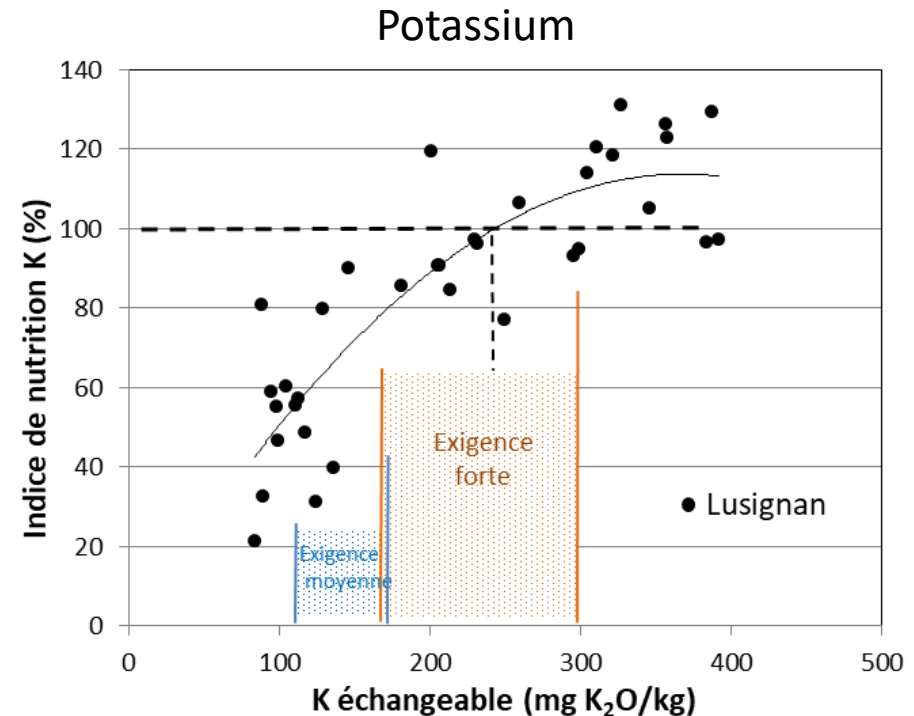
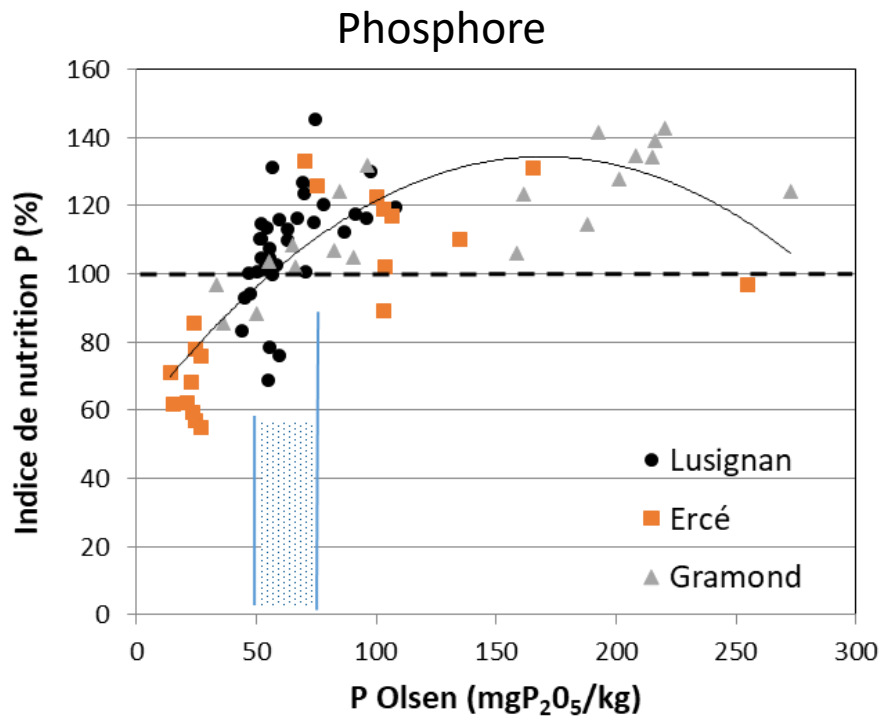
Dispositifs Ercé et Gramond



La dynamique de l'indice IN-P est différente entre les deux sites:

- En situation d'appauvrissement (bilan P négatif):
 - Ercé: faible P disponible, INP proportionnel au bilan de P et de plus en plus négatif
 - Gramond: fort P disponible, INP stable et >80
- En situation d'enrichissement, les indices augmentent avec le bilan de P pour les 2 sites.
 - La dynamique à long terme de l'indice IN-P dépend du niveau des ressources initial et du bilan P à la parcelle

Relations entre indices P-K sur végétation et teneurs P-K sol ensemble des dispositifs Lusignan-Ercé-Gramond



- Des bonnes relations semblent exister entre les approches de diagnostic plante et sol
- Les données de nos dispositifs semblent valider des seuils de réponse 'sol' pour P et K, en considérant les prairies comme des cultures exigeantes en K

Conclusion

- Depuis une vingtaine d'années on observe une nette tendance de réduction de la fertilisation P-K sur prairies
- Dans ce contexte, les disponibilités en P ou/et K sont susceptibles d'affecter le maintien de la productivité et du % de légumineuses des prairies (temporaires et permanentes)
- On dispose d'outils opérationnels pour diagnostiquer les situations en P-K, soit les indices végétation soit les teneurs sol
- Les indices végétation sont plutôt adaptés à un diagnostic *a posteriori*, sur PT et PP, l'analyse sol permet plutôt un pronostic sur PT (zones de polyculture)
- L'état initial des réserves, la nature des sols mais aussi le mode de gestion (fertilisation N-P-K) et le mode d'exploitation (fauche/pâturage) affectent fortement la dynamique P-K et l'impact sur la productivité
- Limites actuelles des outils:
les références actuelles, essentiellement établies sur graminées, sont-elles valables pour les légumineuses?

Merci de votre attention

