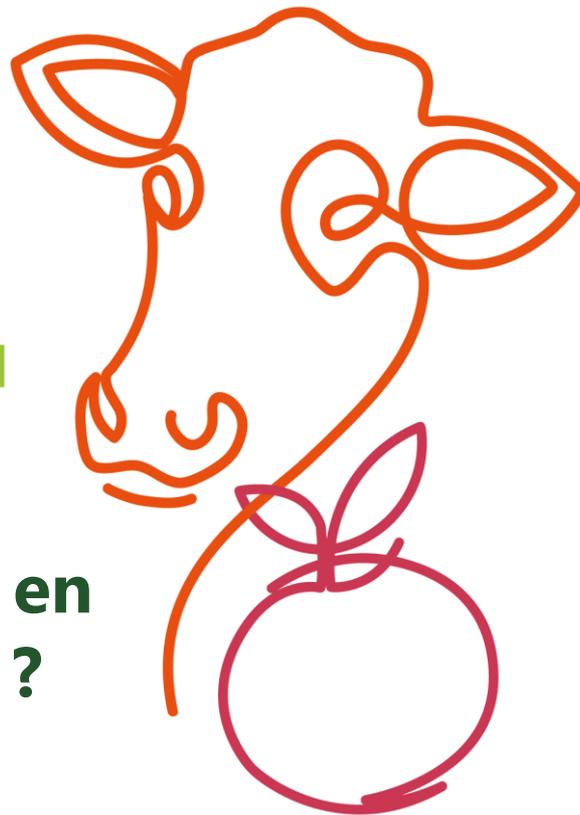




**TECH&BIO,
LE MEILLEUR
DES TECHNIQUES
AGRICILES BIO
DANS VOTRE RÉGION**



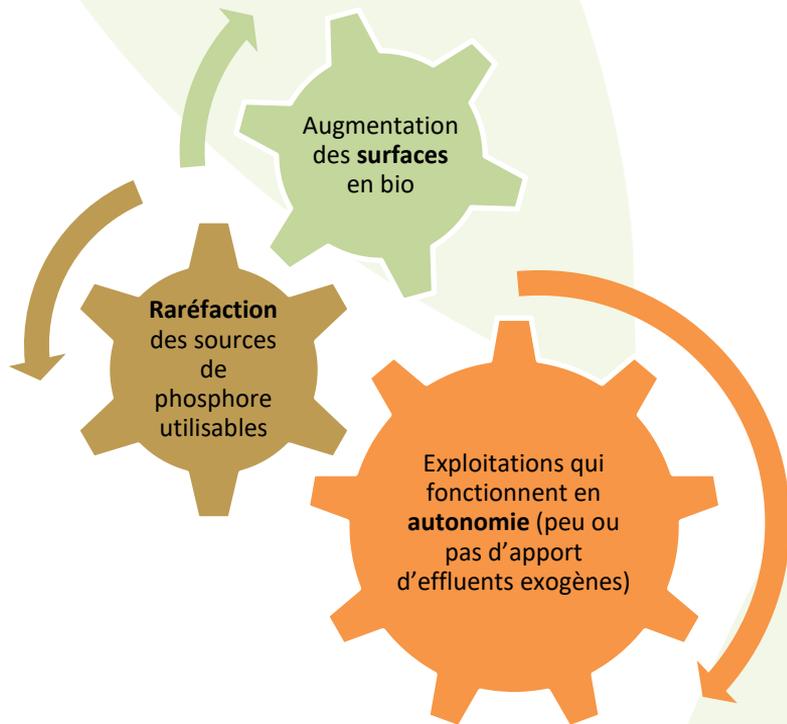
**Le Phosphore : est-on déficitaire en
système polyculture-élevage bio ?**

Commes, 29&30 juin 2022

tech&bio



CONTEXTE

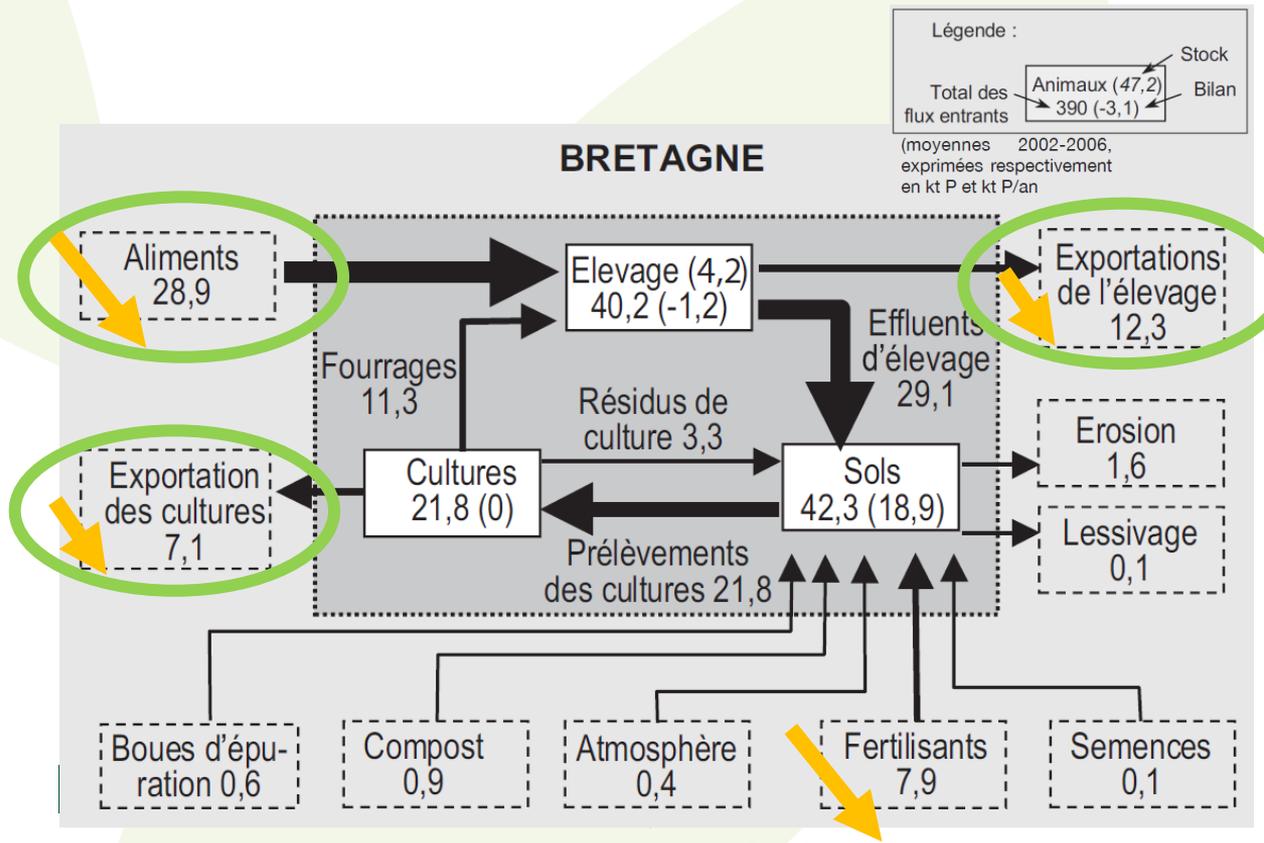


- Quelles conséquences d'un manque de phosphore ?
- Que se passe-t-il au niveau des bilans phosphore ?
- Quel est l'état des lieux du phosphore ?
- Quelles pistes d'amélioration ?



Approche globale des flux de P

- Les flux à l'échelle de l'exploitation
- Les conséquences de la recherche d'autonomie en système AB
→ Baisse forte des flux d'entrées





L'essai système biologique de la ferme expérimentale des Bordes (36)





L'essai-système biologique de la Ferme expérimentale des Bordes (36)



Début de conversion :	octobre 1998
Certification AB :	octobre 2001
Atelier d'élevage :	Système naisseur-engraisseur _ 23 vaches limousines
Atelier végétal :	63.5 ha 30ha prairies permanentes ; 23.5ha prairies temporaires ; 10 ha culture
Chargement :	1,1 à 1,2 UGB/ha d'herbe

Objectif initial = viser l'autonomie protéique pour limiter les charges

- autonomie fourragère (**110 t MS/an**)
- autonomie en concentrés = céréales – protéagineux (**25 t /an**)



La fertilisation organique

En moyenne de 2007 à 2016

175 T de fumier composté épandu/an

70 T sur 7 ha de culture
(dose moyenne 10 T/ha)

105 T sur 50 ha d'herbe
(dose moyenne 2,1 T/ha)

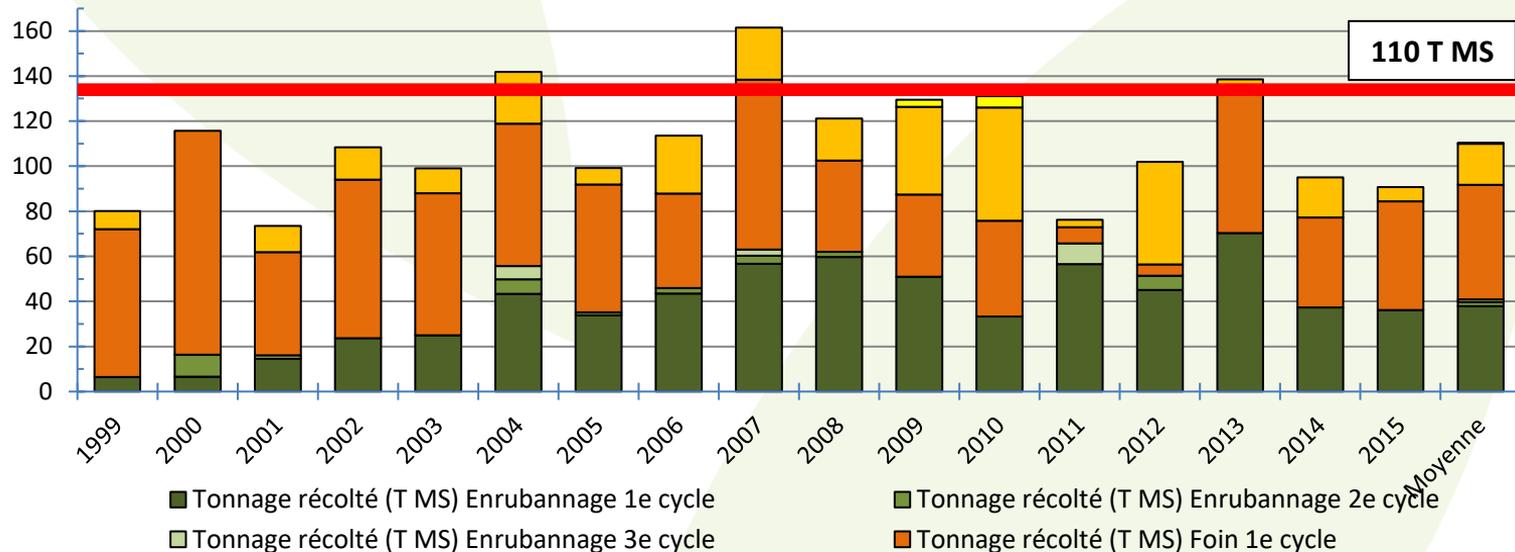
➔ Sur herbe : épandage à 8 T/ha tous les 4 ans pour chaque parcelle





Autonomie fourragère massive

Tonnage annuel récolté par cycle et par mode de conservation

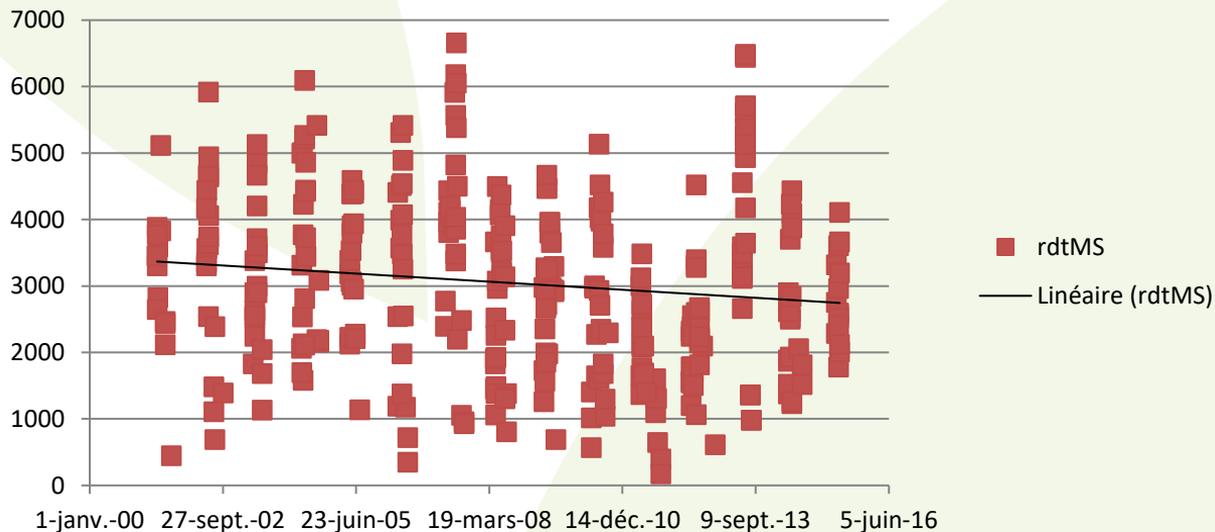


- de 1999 à 2015 : autonomie atteinte 9 années / 17
- sur 2011-2015 : autonomie atteinte 1 année / 4



Autonomie fourragère massive

Evolution du rendement en kg de MS des prairies biologiques de 2001 à 2015

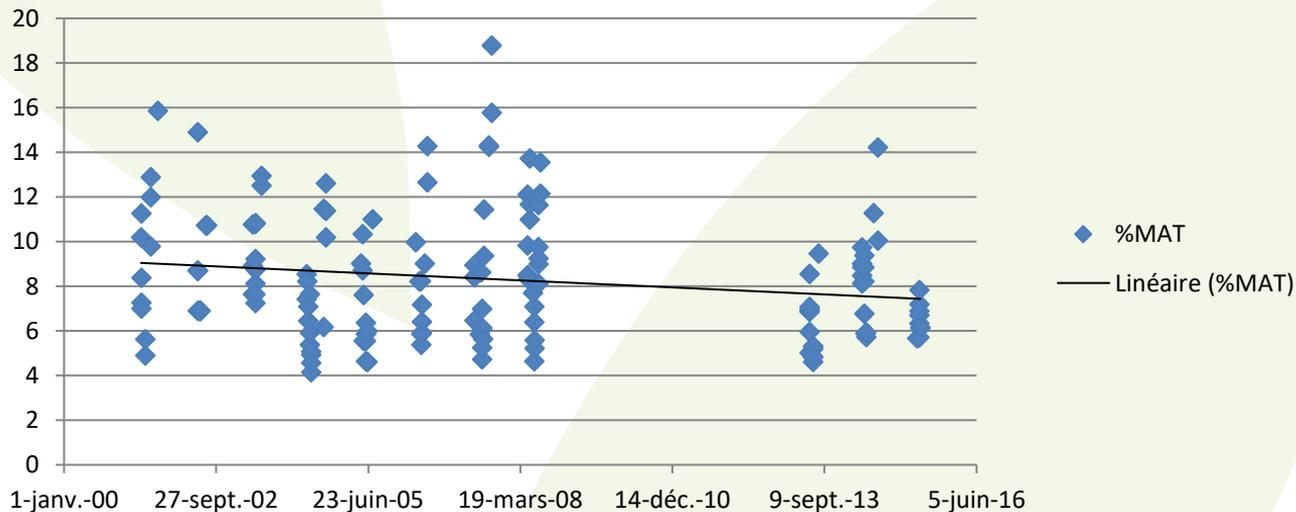


⇒ Une tendance de productivité des prairies à la baisse



Autonomie protéique

Evolution du % de Matière Azotée Totale des fourrages issus des prairies en AB



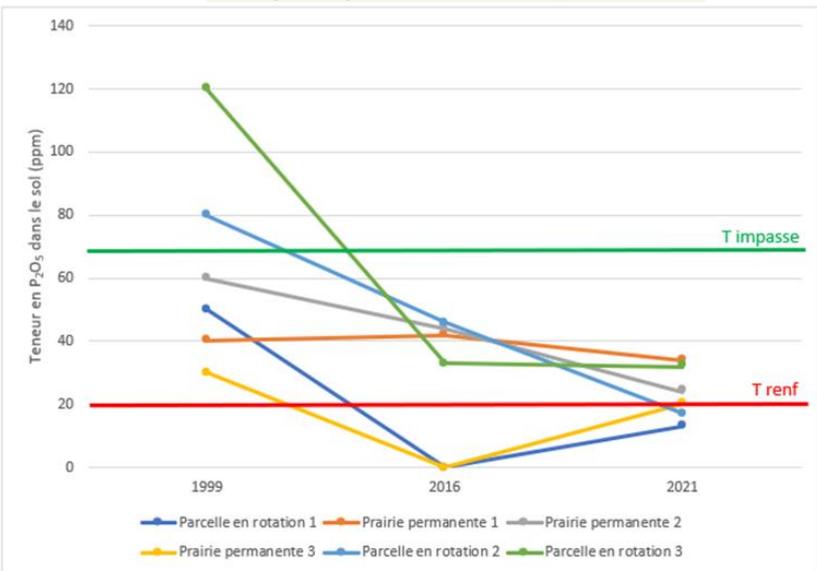
⇒ Une diminution de la teneur azotée des prairies

⇒ Plus fort besoin de concentrés pour la croissance des animaux

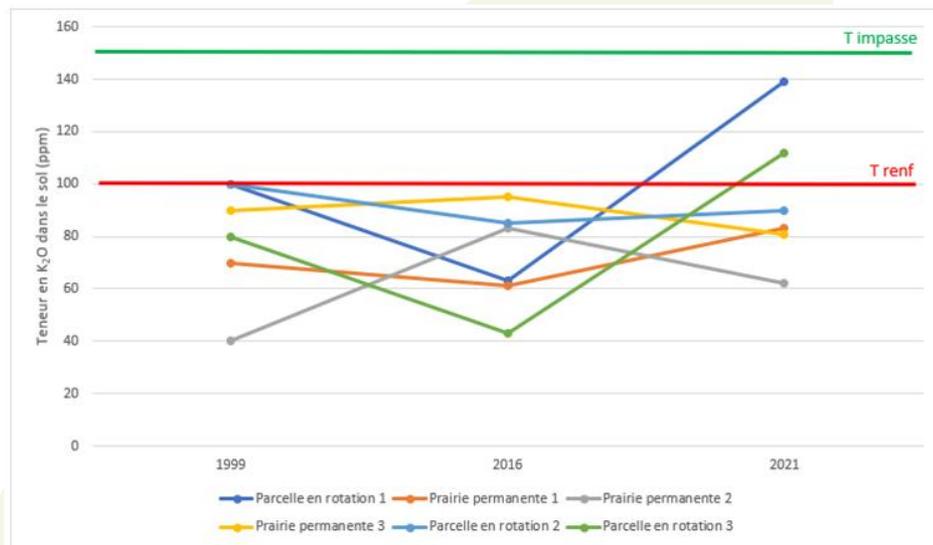


Diminution importante des teneurs en P et K des sols

Teneur en **phosphore** en 1999, 2016 et 2021



Teneur en **potassium** en 1999, 2016 et 2021



- ➔ Des bilans fumures – Exportations déficitaires entre 1999 et 2016
- ➔ L'achat d'effluent d'élevage extérieur (fumier de volaille composté et/ou lisier de porc) ont permis pour certaines parcelles de remonter la pente (données 2021)



Des 1^{ères} observations sur le terrain...

Embourbement
épandeur quelques
années auparavant...



- ⇒ Des légumineuses peu pérennes
- ⇒ Des prairies temporaires qui peinent à s'implanter

→ Une altération de la productivité qui semble pouvoir être palliée par l'apport de fertilisant

Tests en pots pour hiérarchiser les éléments limitants la croissance

- Échantillons de sols prélevés sur les parcelles de la ferme
- Des éléments fertilisants simples sous forme minérale (non UAB) ont été apportés sur trèfle violet

Sol de prairie permanente A



T0 TF P Sol. P Insol. K S B



Sol de prairie permanente B

T0 = sol sans apport (témoin)

TF = sol + fertilisation complète (P, K, S, B)

PS = sol + Phosphore soluble (NaH_2PO_4)

PI = sol + Phosphore insoluble (« Physalg »)

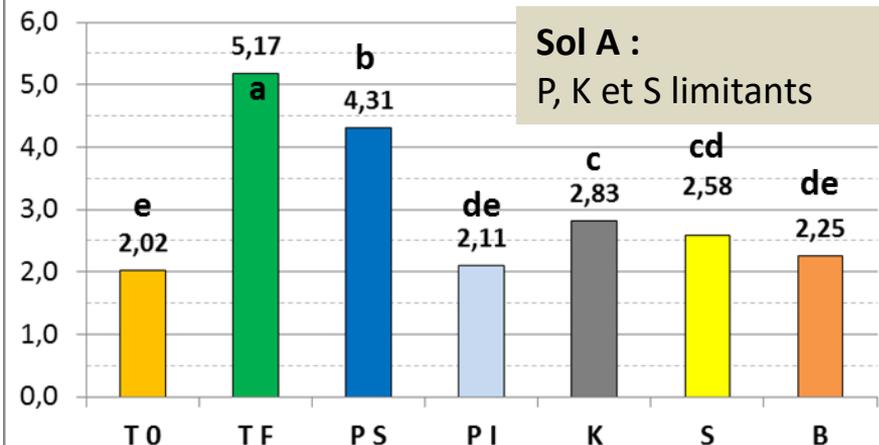
K = sol + Potassium (KCl)

S = sol + Soufre (Na_2SO_4)

B = sol + Bore (H_3BO_3)

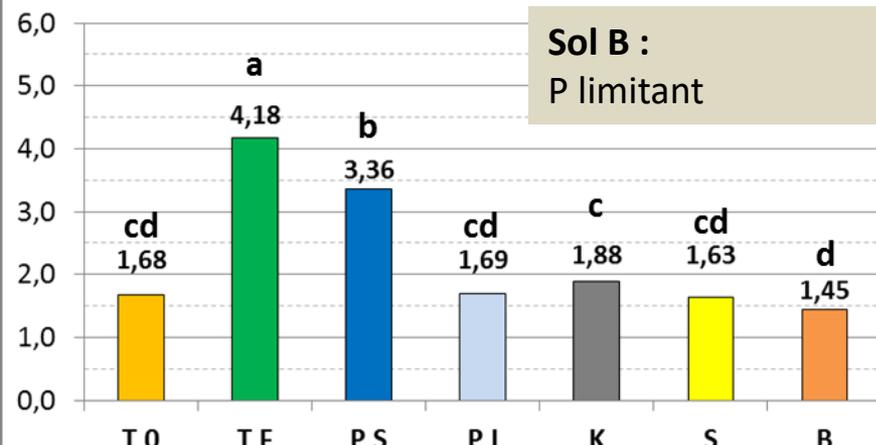
Des facteurs limitants bien présents !

Poids frais moyen (en g) - Sol A



Sol A :
P, K et S limitants

Poids frais moyen (en g) - Sol B



Sol B :
P limitant

T0 = sol sans apport (témoin)

TF = sol + fertilisation complète (P, K, S, B)

PS = sol + Phosphore soluble (NaH_2PO_4)

PI = sol + Phosphore insoluble (« Physalg »)

K = sol + Potassium (KCl)

S = sol + Soufre (Na_2SO_4)

B = sol + Bore (H_3BO_3)

- ➔ Effet très positif du P soluble, mais très faible efficacité à court terme du phosphate naturel
- ➔ Léger effet potassium et soufre



L'étude du phosphore en Bretagne

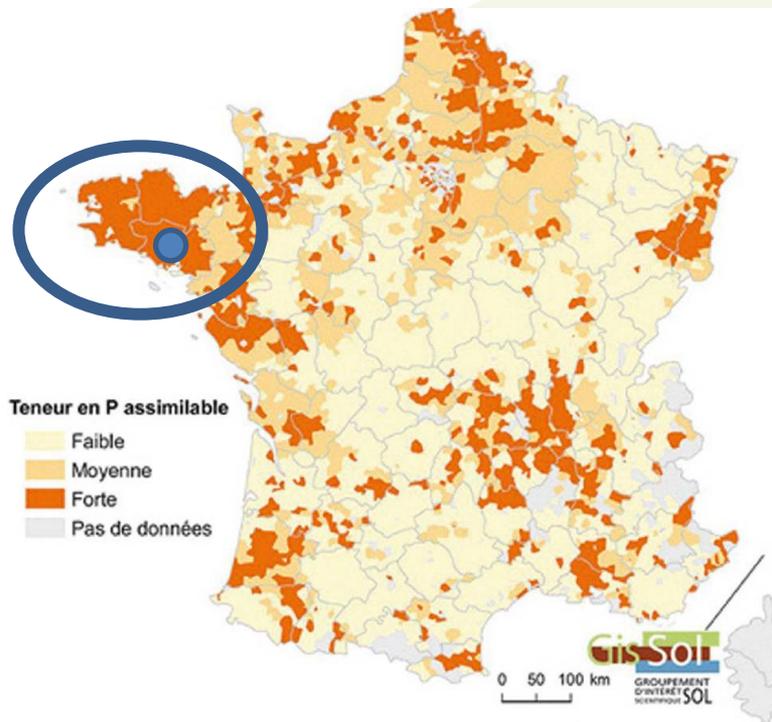
Essai système en grandes cultures bio

Les cas-types



Approche système

- Historique d'apport (scories puis animal, notamment hors-sol)
→ Forte variabilité entre parcelles selon les pratiques, la structure
- 1^{ère} approche : en rotation de cultures annuelles

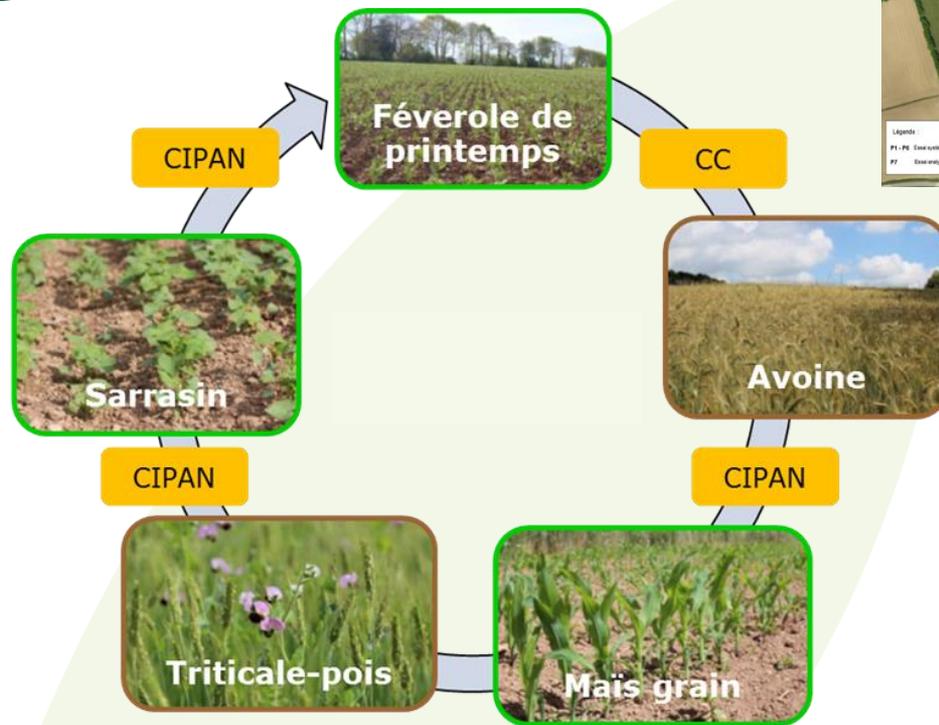


Teneur en P assimilable des sols en France métropolitaine (Gis Sol, 2011).



Bilan essai système

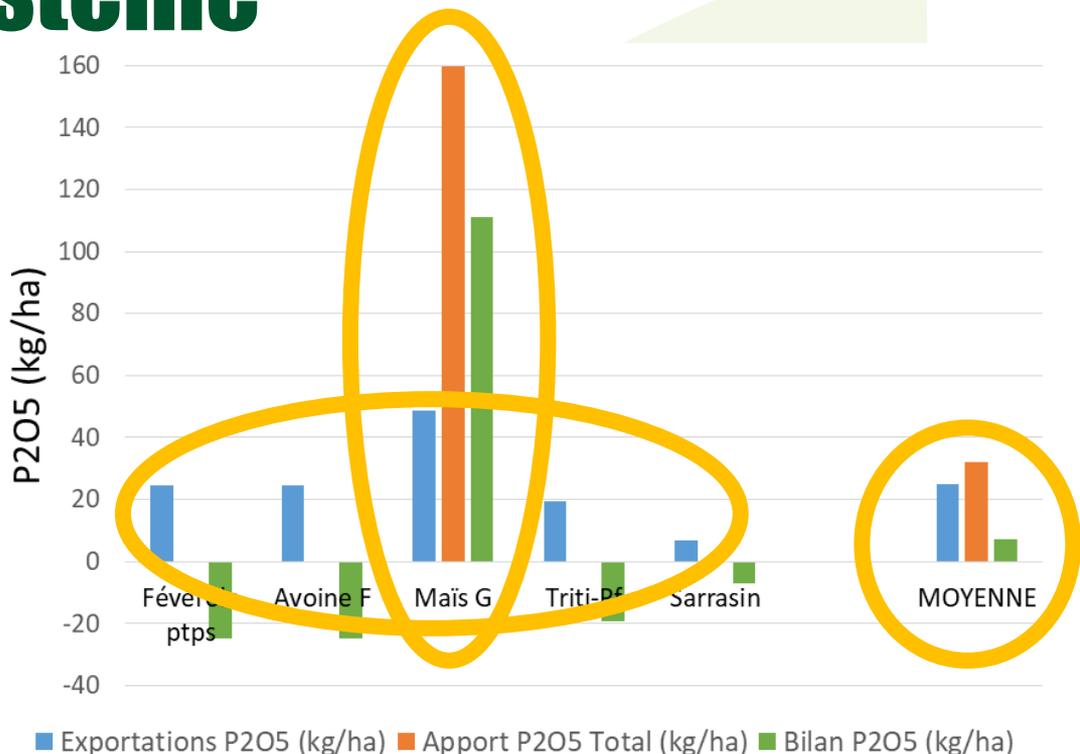
- **Caractéristiques :**
 - Quelle gestion des adventices et de la fertilité en grandes cultures ?
 - Sans pérenne
 - Depuis 2013
 - Toutes les cultures chaque année
 - 1 apport de fumier de volailles tous les 5 ans (représentatif d'une exploitation moyenne BZH en élevage volailles)





Bilan essai système

- 1^{ère} approche : en rotation de cultures annuelles
- Les cultures consommatrices
→ Bilan neutre





Systeme de culture avec fourrages

- L'impact de cultures de fauche dans le bilan
 - Blé à 35 q/ha
 - $35 \times 0.65 = 23 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$
 - Luzerne à 9 t MS/ha
 - $9 \times 6 = 54 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$

Luzerne

déshydratée	5.8
ensilage	6.0
foin	6.3

Espèce	Organe	% Mat. Sèche récolte ⁽¹⁾	Unité de teneur ⁽²⁾	P ₂ O ₅
● Avoine	grain	85	kg / q	0.75
	paille ⁽³⁾	86	kg / t	3.00
● Betterave sucrière	racine	16% sucre	kg / t	0.50
● Blé dur	grain	85	kg / q	0.85
● Blé tendre	grain	85	kg / q	0.65
● Blé	paille	88	kg / t	1.70
● Chicorée	racine	20	kg / t	0.80
● Colza	grain	91	kg / q	1.25
	paille	88	kg / t	1.70
● Féverole	grain	86	kg / q	1.20
● Lentille	grain	86	kg / q	0.90
● Lin	grain	91	kg / q	1.35
	tige rouie	100	kg / t	2.05
● Lupin	grain	86	kg / q	0.75
● Maïs	épi entier	81	kg / q	0.65
	grain	85	kg / q	0.60

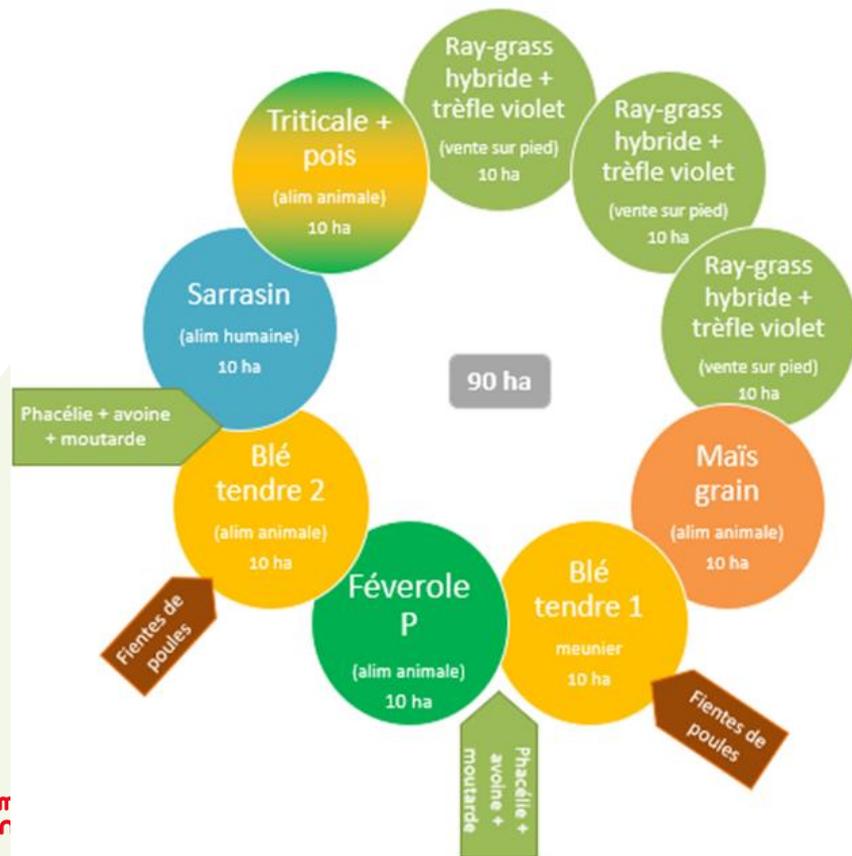
La fertilisation P – K – Mg | Les bases du raisonnement | Groupe PKMg COMIFER | Septembre 2019





Systeme de culture avec fourrages

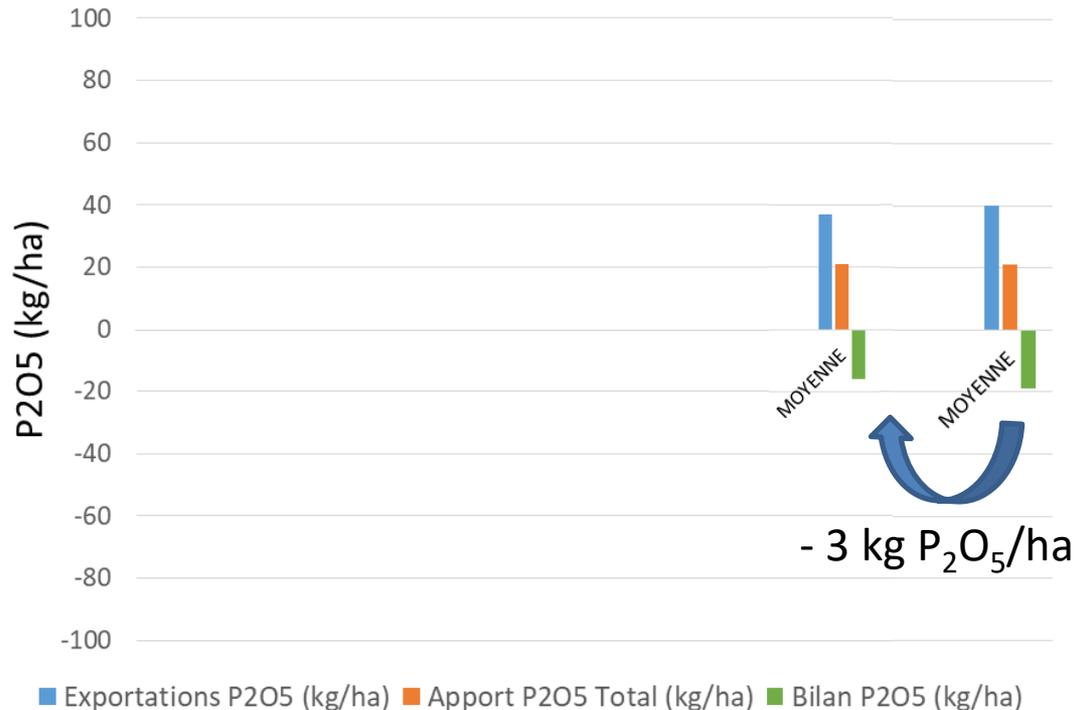
- Simulations à l'échelle d'une exploitation (35)
- Cas-types représentant :
 - Systeme en grandes cultures avec prairies
 - Îlots avec prairies de fauche à distance des bâtiments





Systeme de culture avec fourrages

- Apport de **2 fientes**
- 2013-2021
- Les rendements
 - RG-TV : 8, 10.5, 10.5 t MS/ha
 - Maïs g : 74 q/ha
 - Blé : 36 q/ha
 - Féverole p : 29 q/ha
 - Sarrasin : 12 q/ha
 - Triticale-pois f : 41 q/ha



CRA Bretagne





Système de culture avec fourrages

- Apport de **3 fumiers**
- 2013-2021
- Les rendements
 - RG-TV : 8, 10.5, 10.5 t MS/ha
 - Maïs g : 74 q/ha
 - Blé : 30 q/ha
 - Féverole p : 29 q/ha
 - Sarrasin : 12 q/ha
 - Triticale-pois f : 41 q/ha



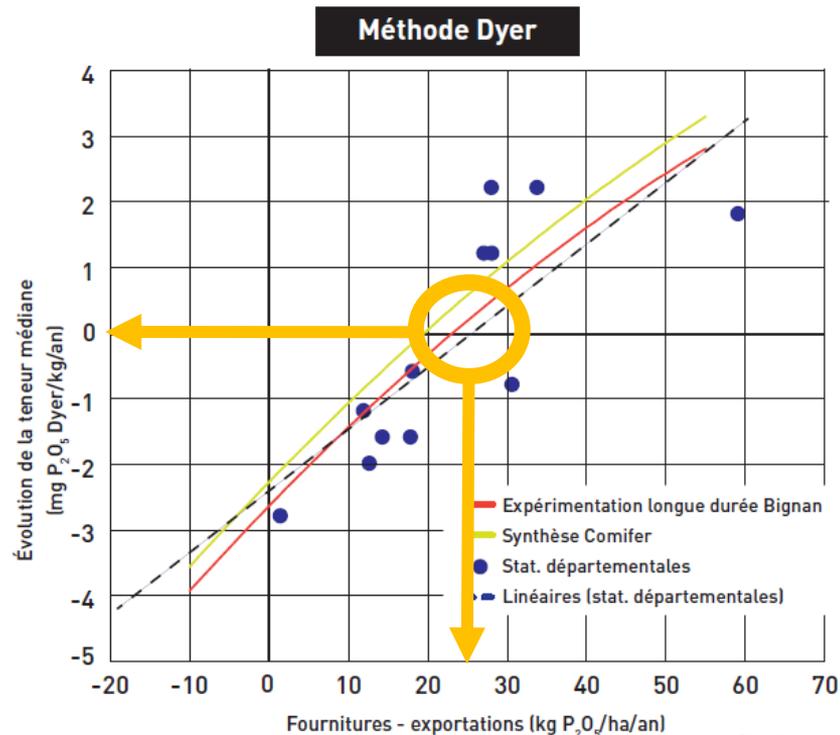
CRA Bretagne



Quelles conséquences ?

- Le maintien d'un bilan légèrement positif semble nécessaire au maintien du P assimilable dans un sol

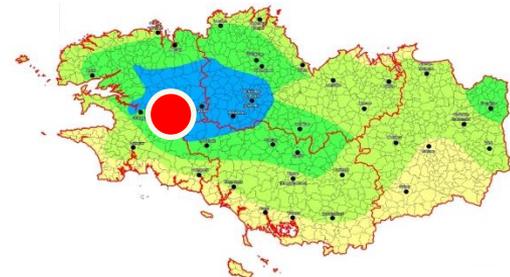
→ En lien avec les différents compartiments du sol



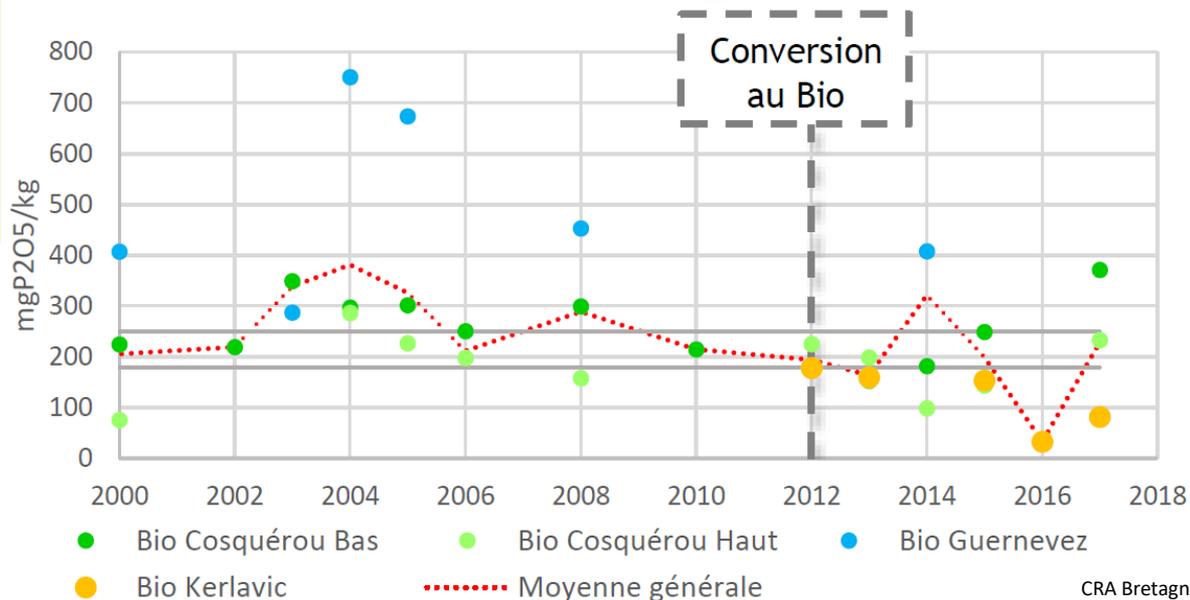
CRA Bretagne



Quelles conséquences ?



- Cas de Trévarez
 - Des situations contrastées en fonction des îlots (et de leur utilisation : pâturage vs fauche)
- Un raisonnement de la fertilisation centrée sur l'azote

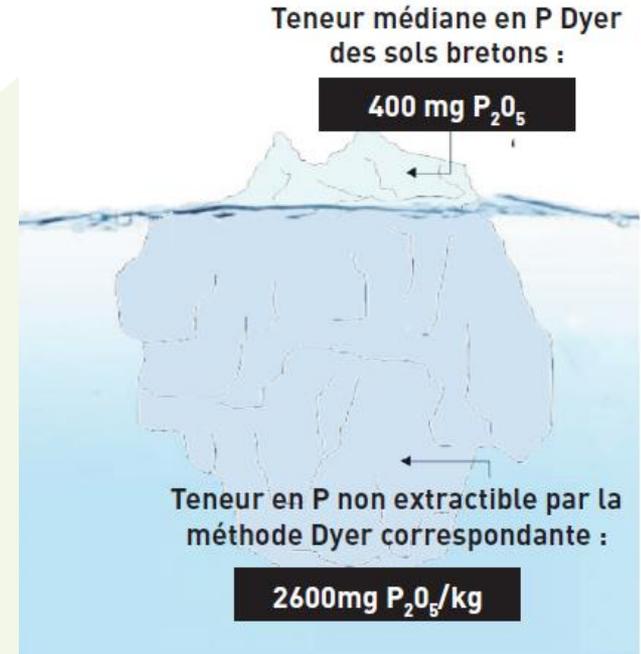


CRA Bretagne



Quelles conséquences ?

- Lors d'un bilan, il faut regarder :
 - D'où on part (parcelle +/- pourvue, selon l'historique)
 - Quels sont les niveaux d'exportations ?
 - Quels apports sont faits (extérieur, pâturage, ...) ?
 - Pour quels effets ?
 - Une baisse de disponibilité rapide
 - Si manque de MO pour le sol, attention au bilan carbone
- Fonctionnement biologique du sol à surveiller



CRA Bretagne

Projet PhosphoBio

Le **Phosphore** comme élément clé de la fertilité des sols en Agriculture **Biologique** (AB) :
conception d'outils de diagnostic et évaluation de leviers d'action pour l'améliorer et la gérer durablement



Projet CASDAR IP

1^{er} octobre 2020 – 31 mars 2024

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR


MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
Liberté Égalité Fraternité

ARVALIS
Institut du végétal

INRAE
la science pour le site, l'humain, la terre

AGR **ISPA**

aurea
Agrosciences

BORDEAUX SCIENCES AGRO

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE PAYS DE LA LOIRE

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE DE REGION ÎLE-DE-FRANCE

CREABio

La CAZOTTE
SAINT-AFFRÈRE

Chartres
La Saussaye
Lycée OPA OPA Equitair

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE AVEYRON

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE DRÔME

Terres Inovia
l'agronomie en mouvement

comifer
Comité Français d'Etude et de Développement de la Fertilisation Raisonnée

BOUCLAGE
Recyclage, l'éducation, l'impact Environnemental

3 ACTIONS PRINCIPALES

1. FAIRE L'ETAT DES LIEUX DE LA FERTILITE P DES SOLS EN AB
2. TESTER ET ADAPTER LES OUTILS DE DIAGNOSTIC DE CARENCE EN P ET LEURS REFERENCES AU CONTEXTE DE L'AB
3. PREVOIR L'IMPACT DES PRATIQUES SUR LE STATUT PHOSPHATE DES SOLS

Quentin GIRARD, Arvalis– 29&30 juin 2022

tech&bio

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE NORMANDIE

Champs d'innovation

NORMANDIE

Cofinancé par
l'Union européenne

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR


MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
Liberté Égalité Fraternité


RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté Égalité Fraternité

AGENCE eau seine NORMANDIE

Calvados
LE DÉPARTEMENT

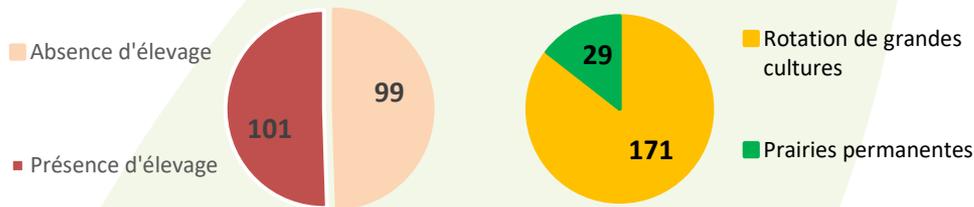
Observatoire _ Etat des lieux de la fertilité P des sols en AB

Objectifs

- ✓ Faire l'état des lieux du statut P des sols en AB
- ✓ Evaluer l'impact des pratiques agricoles sur les stocks de P des sols en AB pour identifier les situations à risque

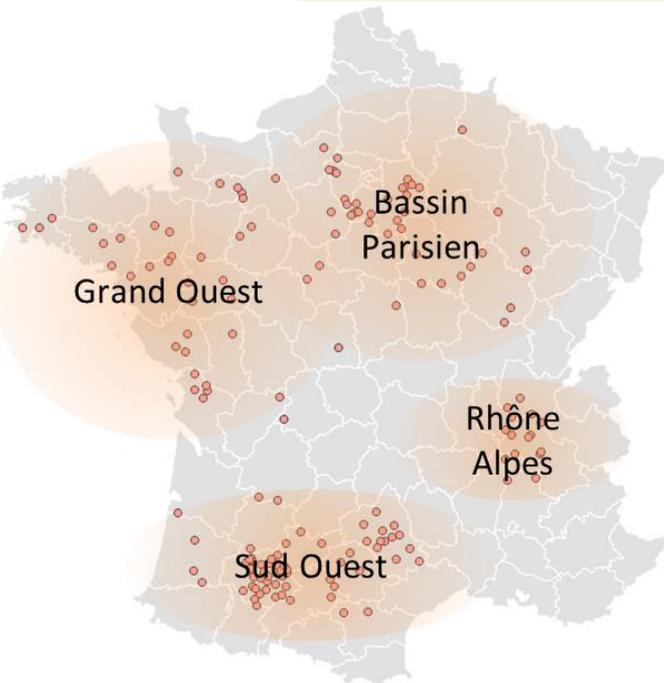
→ 200 parcelles sélectionnées pour 158 agriculteurs

➤ 4 territoires offrant des modes de productions et contextes pédoclimatiques contrastés



→ Campagne d'analyse de terre

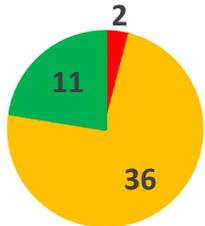
→ Enquêtes pratiques culturelles



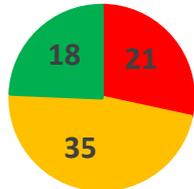
Nombre de parcelles réparties selon le positionnement de leur teneur en P₂O₅ Olsen par rapport aux seuils d'impasse et de renforcement de la fertilisation (norme COMIFER) pour des cultures à faible exigence (blé,...)

■ Inférieur au T renf ■ Compris entre T renf et T imp ■ Supérieur au T imp

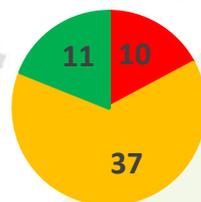
Grand Ouest



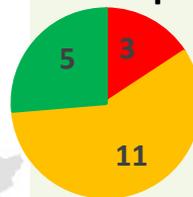
Sud Ouest



Bassin Parisien



Rhône Alpes



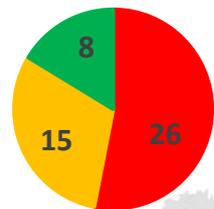
➔ Des bassins de productions plus confrontés que d'autres



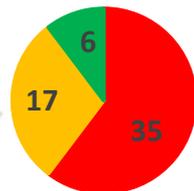
Nombre de parcelles réparties selon le positionnement de leur teneur en P2O5 Olsen par rapport aux seuils d'impasse et de renforcement de la fertilisation (norme COMIFER) pour des cultures à **moyenne exigence (maïs, prairies,...)**

■ Inférieur au T renf ■ Compris entre T renf et T imp ■ Supérieur au T imp

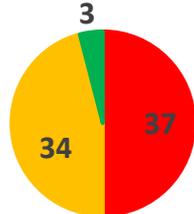
Grand Ouest



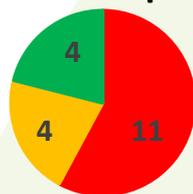
Bassin Parisien



Sud Ouest



Rhône Alpes

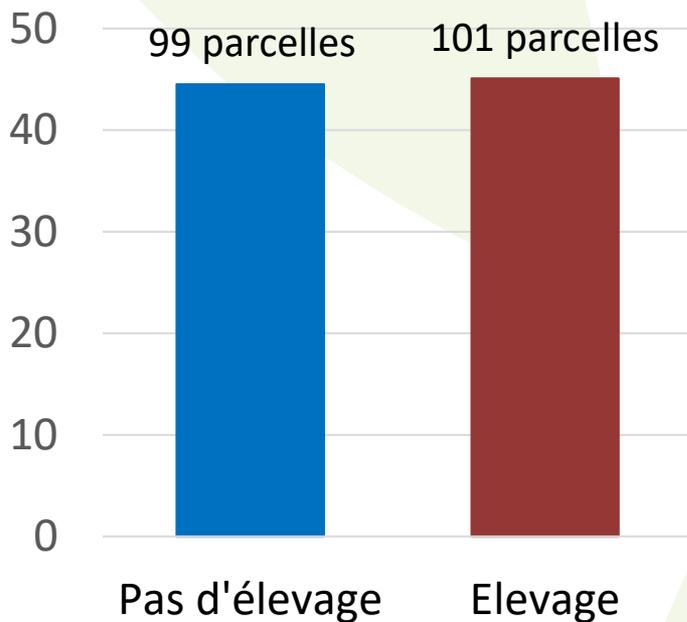


➔ A relativiser avec le niveau d'exigence de chaque espèce

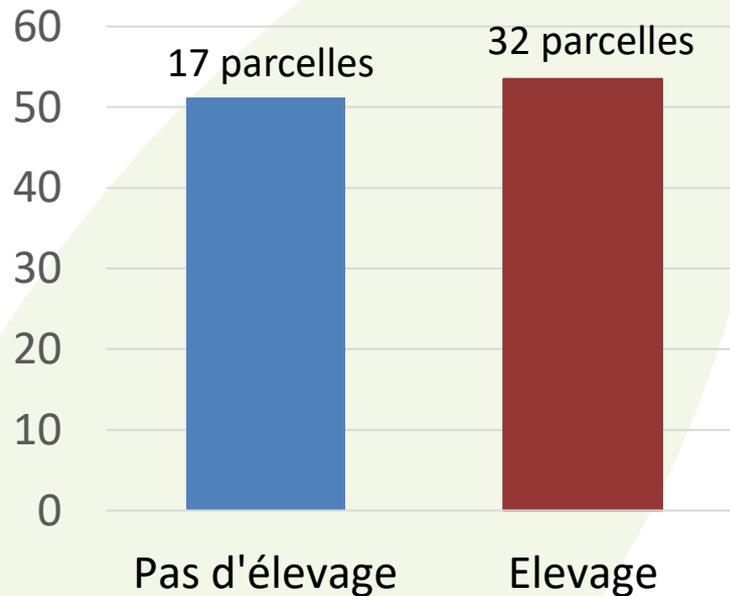


Les systèmes avec élevage ont des teneurs en P₂O₅ Olsen plus élevés → hypothèse non vérifiée

Teneur moyenne de P₂O₅ Olsen (mg/kg) en FRANCE



Teneur moyenne de P₂O₅ Olsen (mg/kg) en GRAND OUEST





Quelles pistes pour maintenir les teneurs en phosphore des sols ?

Anticipations
Précautions





Quels leviers ?

- Connaître les besoins
 - Cultures annuelles (analyses de sol) et prairies (analyse d'herbe)
- Intérêt des déjections animales (coût, efficacité)
- Rôle de la répartition de la ressource
- Disponibilité vs accessibilité :
 - Le phosphore est peu mobile dans le sol
 - Zone d'exploration des racines (tassement)
 - Mycorhizes
- Il n'y a pas que le P, mais aussi le K, S, ... à prendre en compte pour une bonne fertilité !



Cultivar



Merci de votre attention
A vos questions !





Annexes

Tableau 55 : Bilan apparent du phosphore dans les élevages spécialisés lait des zones vulnérables de l'Ouest de la France pour les 2 périodes de suivi - données Inosys Réseau d'Elevage 2000-2004 et 2009-2013

En kg P ₂ O ₅ / ha SAU	Tous systèmes		Systèmes maïs > 30 % de la SFP		Systèmes herbe-maïs	
	Période 1	Période 2	Période 1	Période 2	Période 1	Période 2
	Entrée P ₂ O ₅ aliments concentrés	22	26	26	30	19
Entrée P ₂ O ₅ fertilisation minérale	12	8	14	9	11	7
Entrée: P ₂ O ₅ fourrages	2	2	1	2	2	3
Entrée: P ₂ O ₅ déjections importées	11	6	14	4	8	9
TOTAL ENTREE	47	42	56	46	40	39
Sortie P ₂ O ₅ lait	11	12	12	13	10	12
Sortie P ₂ O ₅ végétaux	12	11	15	15	9	8
Sortie P ₂ O ₅ viande	4	5	4	5	4	5
Sortie P ₂ O ₅ déjections	0	0	0	0	0	0
TOTAL SORTIES	27	29	31	32	23	24
BILAN	21	14	25	13	18	15

Les bilans du phosphore et les pressions phosphatées dans les exploitations laitières de l'Ouest

Systèmes de production laitière	> 30 % maïs SFP	10 à 30 % maïs SFP	< 10 % maïs SFP
Nbre d'exploitations étudiées	39	49	20
SAU moyenne (ha)	67	72	70
Chargement moyen UGB/ha SFP	1,74	1,4	1,2
% maïs/SFP	39	19	3
Bilan du P₂O₅			
Entrées kg/ha SAU	48	32	9
dont engrais minéraux	14	9	1
dont alimentation	23	16	6
dont déjections animales importées	11	7	0
Sorties kg/ha SAU	30	22	14
dont lait	11	9	7
dont viande	4	4	3
dont cultures de vente	15	9	4
Solde entrées-sorties (kg/ha SAU)	17	10	-5
Pression P ₂ O ₅ organique/ha SAU	44	46	38
Pression P ₂ O ₅ organique + minérale/ha SAU	58	54	39
Exportations des cultures et prairie (kg P ₂ O ₅ /ha)	60	49	42
Apports - exportations de phosphore	-2	5	-3

Dans les exploitations de l'ouest, le bilan phosphore est modéré (10-17 kg), il est même négatif dans les systèmes herbagers (- 5)

Source : Réseau d'élevage bovin lait 2002 - Traitement Institut de l'Elevage.

Annexes



© ARVALIS - Institut du végétal



© ARVALIS - Institut du végétal



Annexes

Exigence des cultures		P ₂ O ₅ : Préconisation selon teneurs du sol et années d'imпасse												
		Sans impassse				1 an impassse				2 ans impassse				
Forte	teneur P Dyer (mg P ₂ O ₅ /kg)	190 250 400				190 250 400				190 250 400 700				
	betteraves	110	75	40	0	150	100	50	0	150	135	60	40	0
	pdt	105	70	40	0	150	95	50	0	150	130	55	40	0
	colza grain	95	65	35	0	145	90	45	0	150	120	60	35	0
	luzerne	150	105	55	0	150	140	70	0	150	150	85	55	0
Moyenne	teneur P Dyer (mg P ₂ O ₅ /kg)	170 250				170 250 400				170 250 400 700				
	pois prot.	65	40		0	70	50	30	0	80	70	40	25	0
	maïs fourr.	80	50		0	90	60	40	0	100	85	50	30	0
	orge	60	40		0	70	45	30	0	80	65	40	25	0
	RG	90	55		0	100	65	45	0	110	95	55	35	0
Faible	teneur P Dyer (mg P ₂ O ₅ /kg)	170 240				190 240				170 240 400				
	blé, triticale	65	50		0	80	50		0	80	60	40		0
	maïs grain	70	50		0	85	50		0	85	60	40		0
	choux colza	65	50		0	80	50		0	80	60	40		0

Source : COMIFER 2009

Exemple 1

- => colza grain suivant un blé (sans apport de phosphore) après maïs fertilisé avec du lisier de porcs à l'équilibre.
- => pas d'apport de phosphore sur blé = 1 année d'imпасse.
- => teneur du sol en P₂O₅ Dyer : 200 mg/kg.
- => la dose d'apport est de 90 kg P₂O₅/ha sous la forme de lisier ou engrais minéral.

Exemple 3

- => maïs grain suivant un blé et une orge fertilisés uniquement avec de l'ammonitrate : 2 années d'imпасse.
- => teneur du sol en P₂O₅ Olsen : 90 mg/kg.
- => conversion en P₂O₅ Dyer : environ 280 mg/kg Dyer (cf page 23).
- => la dose d'apport est de 40 kg P₂O₅/ha : soit environ 20 t/ha de fumier de bovins.

Annexes

Seuils nécessaires à l'interprétation des analyses de terre

Trois analyses sont couramment pratiquées par les laboratoires : Dyer (la plus utilisée), Joret Hébert (pour les sols pH > 6,5) et Olsen (qui n'extrait qu'une faible partie du P du sol). Il n'y a pas de lien entre ces trois méthodes. Une valeur de 200 mg P₂O₅ Dyer /kg peut être considérée comme une teneur optimale.

En Bretagne, les seuils ont été calculés avec la méthode Dyer. Pour passer d'une méthode à l'autre, le tableau ci-dessous est proposé à titre indicatif.

Correspondance des seuils selon les méthodes d'analyse (en mg de P₂O₅ /kg de terre sèche)

Méthode Dyer	170	250	300	400	500	700
Méthode Olsen	55		100		150	210
Méthode Joret-Hébert	120	185	210	250	300	380

Une teneur de 300 mg/kg, donnée avec la méthode Dyer, correspond à une teneur de 100 mg/kg avec la méthode Olsen et 210 mg/kg avec la méthode Joret-Hébert.

Unités repères

- P en mg/kg x 2,291 = P₂O₅ en mg/kg.
- P₂O₅ en mg/kg x 0,436 = P en mg/kg.
- 1 ha de terre, selon la profondeur et la densité retenue, « pèse » 3000 à 3500 t de terre sèche.

CRA Bretagne