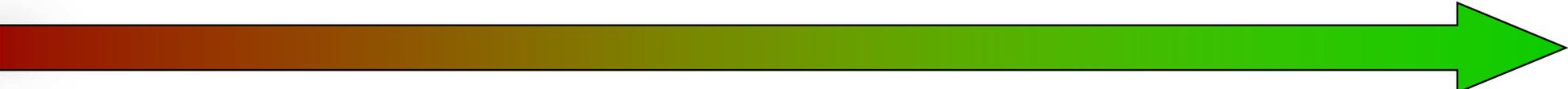




Raisonnement de la fertilisation = Diagnostic de nutrition



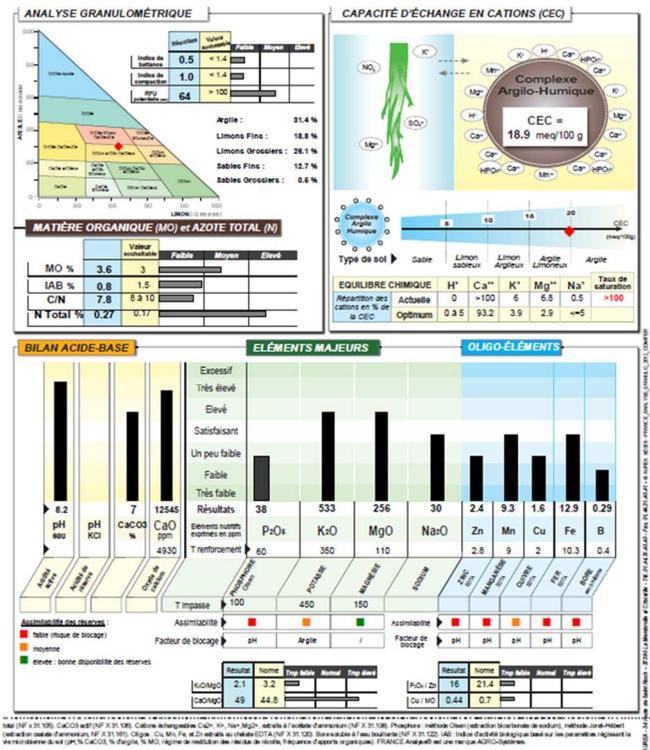
Etape 1 : FOURNITURE



L'élément minéral est-il présent au sol ?
Si oui, est-il disponible ?



Analyse de terre (richesse en P et
facteurs d'assimilabilité)



Raisonnement de la fertilisation = Diagnostic de nutrition



Etape 1 :
FOURNITURE



Etape 2 : APPROVISIONNEMENT



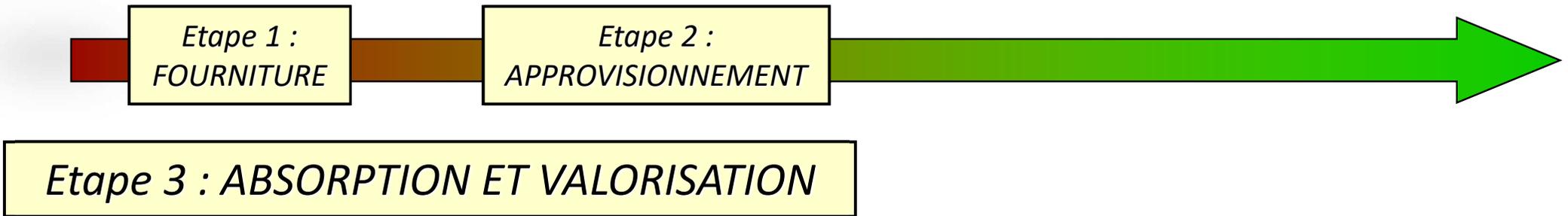
Les racines sont-elles capables
de valoriser le potentiel du sol ?



Itinéraire technique, Observation
racinaire, Profil cultural, test bêche



Raisonnement de la fertilisation = Diagnostic de nutrition



L'élément minéral est-il entré dans le végétal et a-t-il joué son rôle ?

Analyse de végétaux, résultats techniques

**PLANTES
ENTIÈRES**



FEUILLES



**EXTRAIT
VEGETAL**



Quelles avancées pour une gestion durable du phosphore en AB ?
BORDEAUX, 21 novembre 2024



Qu'est-ce qu'un indicateur ?

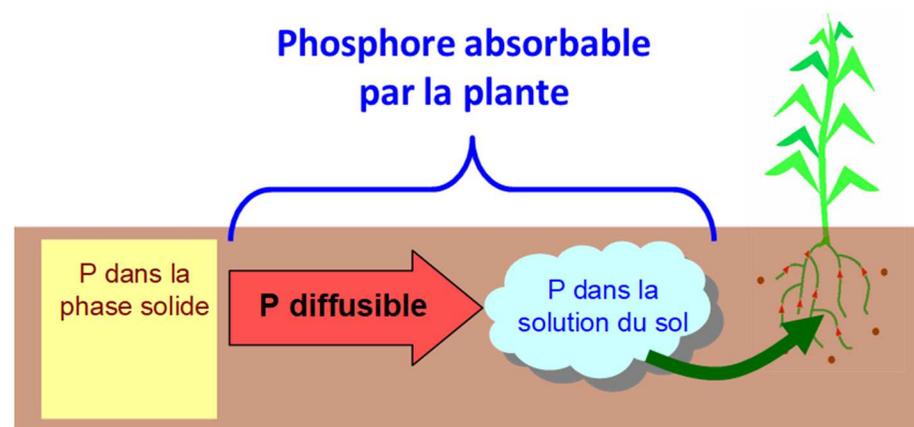
1. **Méthodes** pour mesurer la richesse en phosphore et sa disponibilité, **sensibles, reproductibles**, (*normalisées*)
2. **Indicateurs** = méthodes disposant de **référentiels** et **liens avec les fonctions du sol** permettant de poser un **diagnostic**
3. **Outils de conseil** = agrégation d'indicateurs avec **mise en œuvre opérationnelle** pour maintenir, améliorer, la nutrition des cultures



Méthodes de mesure du phosphore du sol

Objectif : savoir si l'offre en phosphore dans le sol (quantité, disponibilité) est suffisante pour atteindre l'objectif de rendement

Idéal : mesure du stock prélevable par la culture pour pouvoir raisonner par bilan comme pour l'azote (dose fertilisant = besoin culture – fournitures du sol)



→ Les méthodes de mesure actuelles ne permettent pas cette vision dynamique mais proposent un raisonnement basé sur le lien entre un niveau de richesse en P du sol et la réponse de la culture

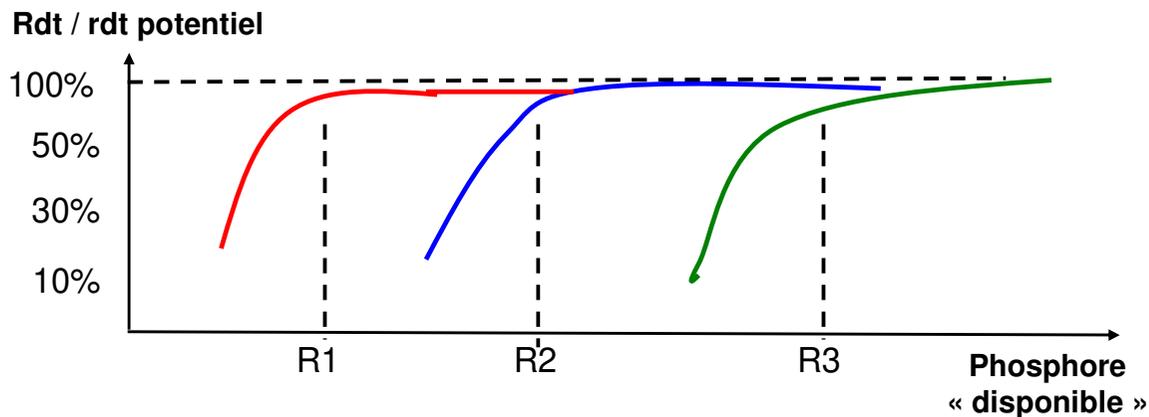
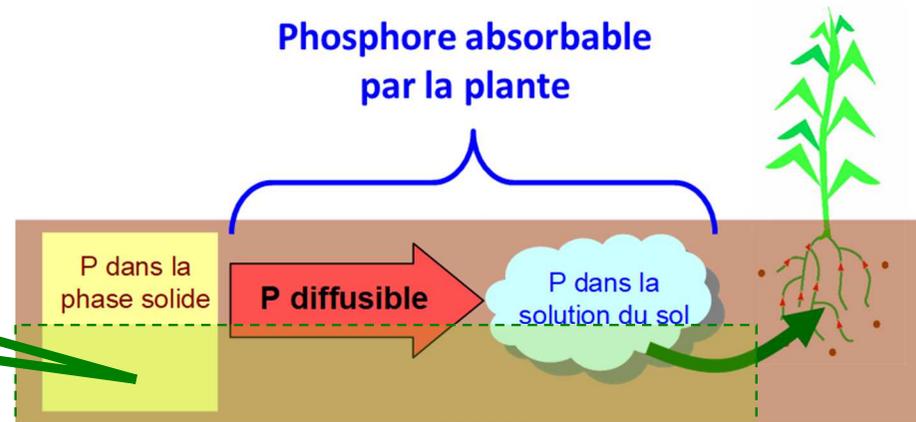


Méthodes de mesure du phosphore du sol

Extraction d'une fraction de phosphore dite assimilable

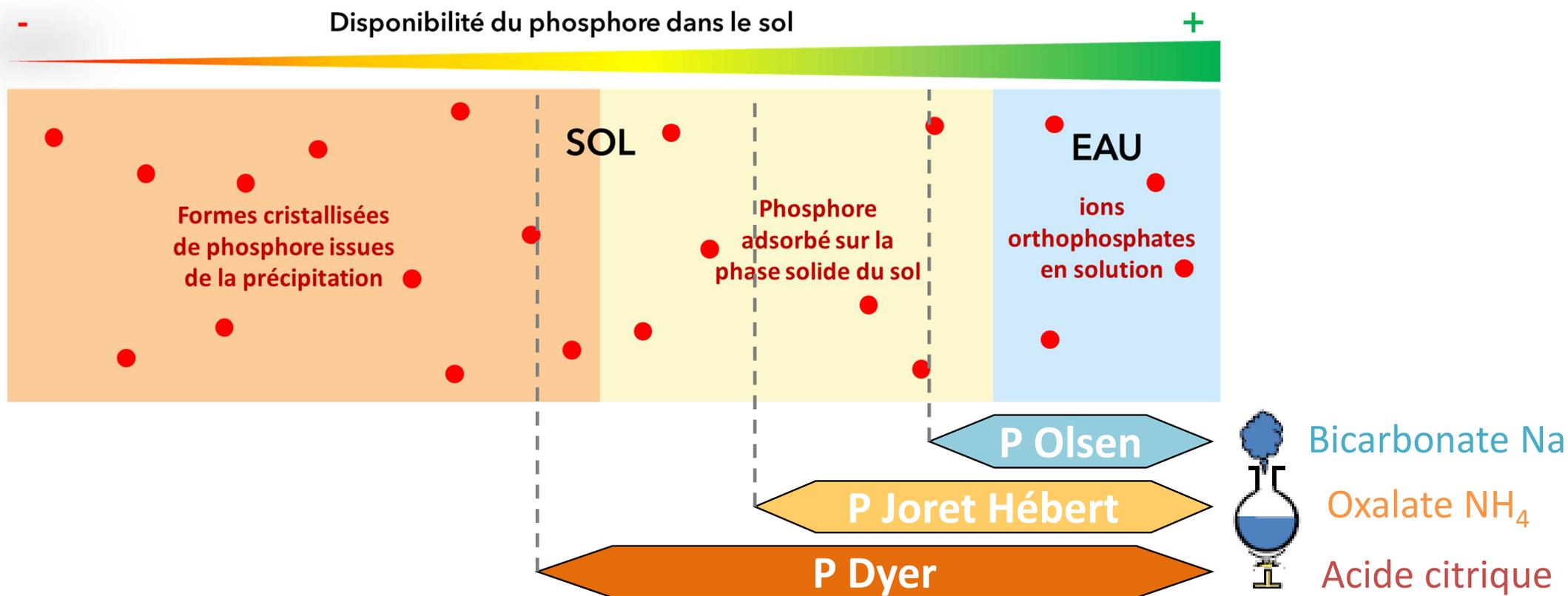


Établissement de seuil critique en dessous duquel le P devient limitant pour le rendement





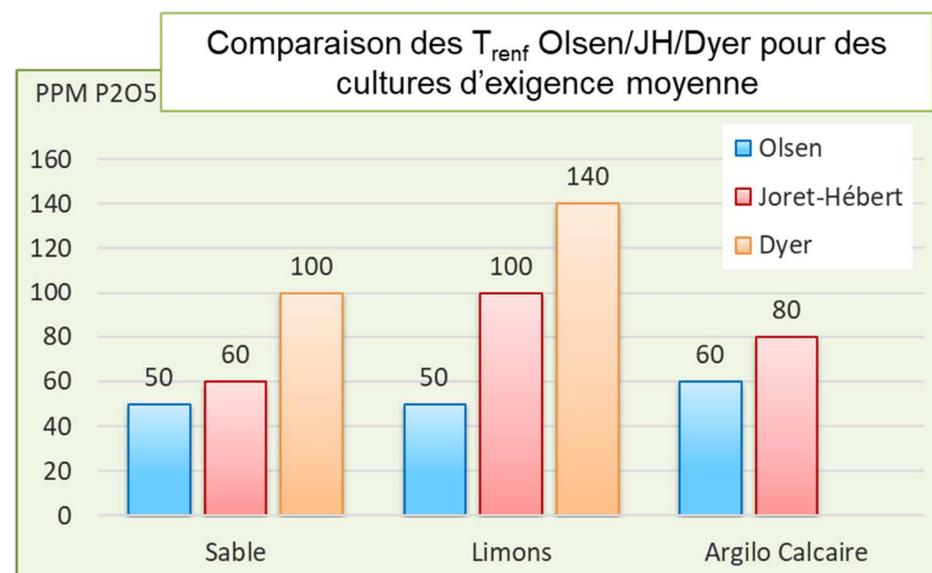
Méthodes de mesure du phosphore du sol





Méthodes de mesure du phosphore du sol

Les résultats d'analyse diffèrent mais chaque méthode de mesure dispose de son référentiel d'interprétation adapté



- + : Méthodes simples, sensibles aux pratiques de fertilisation, avec des référentiels issus de compilations de données depuis plus de 50 ans
- : n'informent pas sur l'assimilabilité à un instant t ni sur la dynamique de mise en solution, référentiel dépendant du type de sol



Référentiels d'interprétation et conseil de fertilisation en phosphore

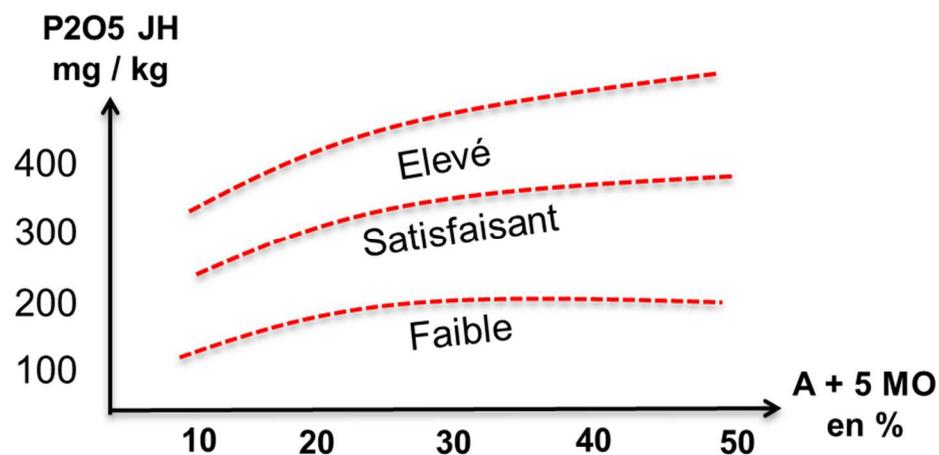
LIAT
INRA

Interprétation selon des paramètres de sol
Calcul de la fertilisation pour enrichir le sol



1980

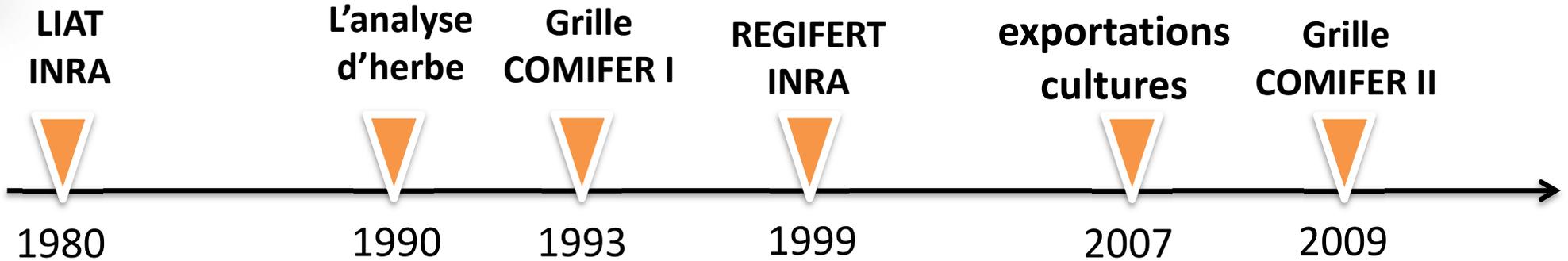
Exemple d'abaque d'interprétation
P2O5 Joret Hébert
INRA Laon 1985





Référentiels d'interprétation et conseil de fertilisation en phosphore

Nouvelles tables



TENEURS EN P, K et Mg des organes végétaux récoltés pour les cultures de plein champ et les principaux fourrages

Le COMIFER propose un tableau de référence relatif au moment et à la dose de récolte des cultures de plein champ et des principaux fourrages. Ce tableau est basé sur les données de la littérature scientifique et sur les résultats de nos propres travaux. Il est destiné à servir de référence pour les agriculteurs et les conseillers agricoles. Les données sont exprimées en mg/kg de matière sèche (MS) et sont relatives à la teneur en P, K et Mg des organes récoltés. Les données sont exprimées en mg/kg de matière sèche (MS) et sont relatives à la teneur en P, K et Mg des organes récoltés. Les données sont exprimées en mg/kg de matière sèche (MS) et sont relatives à la teneur en P, K et Mg des organes récoltés.



FERTILISATION PK GRILLE DE CALCUL DE DOSE

Coefficients à appliquer aux quantités d'éléments exportés prévisibles pour déterminer les quantités d'éléments à appliquer

Le COMIFER propose une grille de calcul de la dose de P et de K à appliquer en fonction de la teneur en P et de K des cultures de plein champ et des principaux fourrages. Cette grille est basée sur les données de la littérature scientifique et sur les résultats de nos propres travaux. Elle est destinée à servir de référence pour les agriculteurs et les conseillers agricoles. Les données sont exprimées en mg/kg de matière sèche (MS) et sont relatives à la teneur en P et de K des cultures de plein champ et des principaux fourrages.

Quelles avancées pour une gestion durable du phosphore en AB ?
BORDEAUX, 21 novembre 2024



Référentiels d'interprétation et conseil de fertilisation en phosphore : méthode COMIFER

Compilation des résultats des essais longue durée PK

→ Définition de la notion d'exigence des cultures

→ Définition de teneurs seuils selon le type de sol et l'exigence de la culture

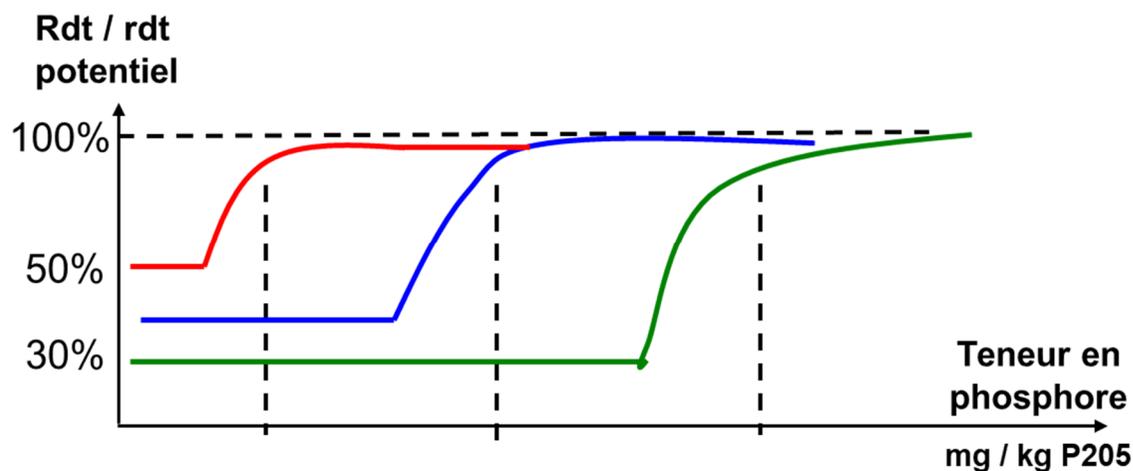
→ Définition du mode de calcul de la fertilisation





Méthode COMIFER : exigence des cultures

Exigence = sensibilité de la culture au manque de phosphore = perte de rendement sous limitation en P / rendement maximum



Exigence \neq besoin (quantité exportée)

Exigence faible	Exigence moyenne	Exigence élevée
<p>Mais grain Blé tendre Avoine Tournesol Soja</p>	<p>Orge Blé dur Blé de blé Maïs ensilage Pois protéagineux Féverole Prairies</p>	<p>Betterave Colza Luzerne Pomme de terre Oignon carotte</p>

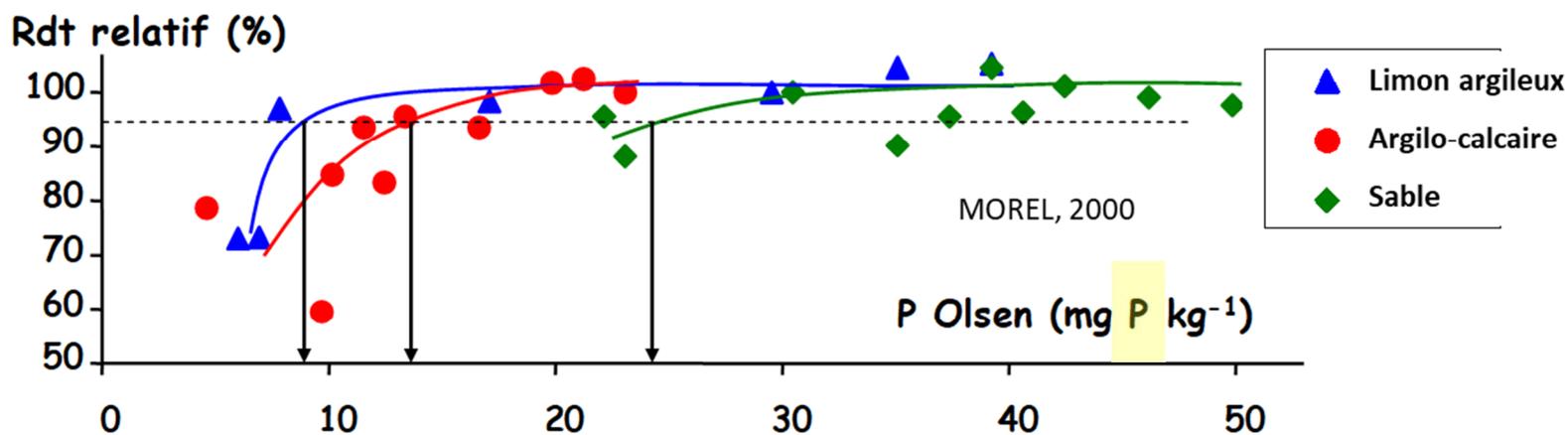


Méthode COMIFER : richesse du sol en P

Teneur impasse (Timp) : niveau d'offre du sol en P₂O₅ au-delà duquel l'absence de fertilisation n'induit aucune perte sensible de rendement

→ Valeur dépendant du type de sol et de la culture

Ex : Seuil critique de disponibilité en phosphore pour le maïs





Méthode COMIFER : richesse du sol en P

		METHODES PHOSPHORE					
Types de sol	Classe d'exigence de la culture	pH < 7,0		4,5 < pH < 8,5		pH > 7,0	
		DYER		OLSEN		JORET HEBERT	
		t renf	t imp	t renf	t imp	t renf	t imp
Sable	faible	70	200	20	70	40	130
	moyenne	100	280	50	80	60	160
	élevée	100	280	50	80	60	160
Limon	faible	110	210	20	70	70	150
	moyenne	140	220	50	80	100	160
	élevée	160	220	50	80	100	160
Argile	faible	110	210	20	70	70	150
	moyenne	140	220	50	80	100	160
	élevée	160	220	50	80	100	160
Craie et sols calcaires	faible			60	135	200	260
	moyenne			130	150	250	300
	élevée			145	210	280	400



Méthode COMIFER : calcul de la dose de P

1. Exigence de la culture

2. Teneur du sol

Calcul de la dose PK

3. Résidus du précédent

4. Passé récent de fertilisation



Méthode COMIFER : calcul de la dose de P

Basée sur la compensation des exportations des cultures

Espèce	Organe	% Mat. Sèche récolte ⁽¹⁾	Unité de teneur ⁽²⁾	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Avoine	grain	85	kg / q	0.75	0.45	0.12
	paille ⁽³⁾	86	kg / t	3.00	12.0	1.00 ⁽⁴⁾
Betterave sucrière	racine	16% sucre	kg / t	0.50	1.80	0.35
Blé dur	grain	85	kg / q	0.85	0.45	0.19
Blé tendre	grain	85	kg / q	0.65	0.50	0.12
Blé	paille	88	kg / t	1.70	12.3	0.85
Chicorée	racine	20	kg / t	0.80	4.50	0.30
Colza	grain	91	kg / q	1.25	0.85	0.35
	paille	88	kg / t	1.70	14.5	0.75
Féverole	grain	86	kg / q	1.20	1.30	0.23
Lentille	grain	86	kg / q	0.90	-	-
Lin	grain	91	kg / q	1.35	0.80	0.55
	tige rouie	100	kg / t	2.05	7.20	1.30
Lupin	grain	86	kg / q	0.75	1.05	0.25
Maïs	épi entier	81	kg / q	0.65	0.45	0.14
	grain	85	kg / q	0.60	0.55	0.13

<https://comifer.asso.fr/wp-content/uploads/2015/03/tablesexportgrillescomifer2009.pdf>



Méthode COMIFER : calcul de la dose de P

... pondérée selon le niveau de richesse du sol et le passé de fertilisation

P ₂ O ₅	Nb. d'années sans apport depuis la dernière fertilisation	Teneur du sol						
		Positionner la teneur par rapport aux seuils						
		Teneur faible	Trenf.	Timp. -10%	Timp.	Timp. +10%	2x 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

<https://comifer.asso.fr/wp-content/uploads/2015/03/tablesexportgrillescomifer2009.pdf>



Méthode COMIFER : calcul de la dose de P

**Dose PK = Exportations (P ou K) X Coefficient multiplicateur
 + Equivalent (P ou K) de la paille ramassée du précédent (si T < T imp)**

Exemple : Tournesol à 2.5 t/ha → Exportations : 25 x 1.2 = 30 kg P₂O₅ / ha

Espèce	Organe	% Mat. Sèche récolte ⁽¹⁾	Unité de teneur ⁽²⁾	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Tournesol	grain	91	kg / q	1.20	1.05	0.45

type de sol: limon

Analyse: 37 ppm P₂O₅ Olsen (t renf = 20 / timp = 70)

pas d'impasse de P en n-1

Cultures peu exigeantes		Timp.					
		Trenf.	-10%	Timp.	+10%	2x Timp.	3x Timp.
Avoine - Blé tendre Maïs grain - Seigle Soja - Tournesol	0	1.3	1.0	0.8	0	0	0
	1 an	1.6	1.0	1.0	0	0	0
	2 ans ou +	1.6	1.2	1.0	1.0	0.8	0

X

30 kg P₂O₅ / ha

Précédent : Blé paille ramassée

+

report des pailles du précédent (8 kg/ha)

Dose = 40 kg P₂O₅ / ha

Quelles avancées pour une gestion durable du phosphore en AB ?
 BORDEAUX, 21 novembre 2024



Un diagnostic opérationnel mais perfectible

- Méthode issue d'un consensus entre tous les acteurs, basée sur des données solides ...
- ... mais acquises pour des conditions climatiques et des systèmes de culture plus totalement représentatifs de la diversité actuelle
- Améliorations possibles
 - Adapter / mettre à jour les seuils à la diversité des systèmes de culture et conditions pédoclimatiques (adapter / maintenir les essais longue durée)
 - Améliorer la mesure du phosphore disponible (?)
 - Mieux intégrer le diagnostic végétal