

Réunion du Groupe PKMg

Réunion du 20 novembre 2024

Clément FONTAINE (Eurofins Galys)

Lionel JORDAN-MEILLE (Bordeaux Sciences Agro)

Collège 3

Acteurs économiques (fournisseurs, distributeurs)

ALBETIS Johanna, Chouette Vision
BOUKRYM Brahim, OCP
BUROSSE Lionel, EVAGRO
DE REKENEIRE Justin, OXYANE
DRUESNE Marie-Anne, Chouette Vision
EL KANIT Abdelmonim, OCP
MEROUGE Isabelle, Consultante-formatrice
OURLIAC Benjamin, Fertinagro
PERCEVAL Marion, Fertinagro
PITRAT Thomas, Geocarta
RHETY Paul, Icosystème
TOURLIERE Pierre-Yves, Timac-Agro
VILLARD Géraud, Duroure

Collège 2

Organisations professionnelles agricoles, laboratoires privés, ...

FONTAINE Clément, Eurofins Galys
JARDEL Mathilde, Chambre Agriculture 33
VERICEL Grégory, Arvalis

Collège 1

Pouvoirs publics, enseignement, recherche

DENOROY Pascal
JORDAN-MEILLE Lionel, Bdx Sc Agro
RINGEVAL Bruno, INRAE

COMIFER

Khady Diedhiou
Sophie Droisier

Mercredi 20 novembre 2024

9h00 – 9h20 : **Accueil café**

9h20 - 9h45 : **Tour de table & actualités COMIFER** – Khady Diedhiou & Lionel Jordan-Meille, COMIFER

9h45 - 10h25 : **Limitation du P à l'échelle mondiale** – B. Ringeval, INRAE (40 min)

10h35 – 12h35 : **Nutrition de la vigne**

- 1) Rôle des minéraux sur la croissance de la vigne et la qualité des raisins – LJM, BSA (15 min)
- 2) Pilotage de la fertilisation de la vigne par analyse de sols et de baies – Lionel Burosse, EVAGRO (50 min)
- 3) Les capteurs embarqués au service du pilotage de la fertilisation de la vigne – Johana Albetis, Chouette Vision (50 min)

Repas

14h10 - 16h20 : **Optimisation de la fertilisation P** (solutions biotechniques de protection du P, résultats d'essais sur engrais starter, solubilisation des engrais par les thiosulfates ...)

- 1) Revue de la littérature sur les technologie liées aux engrais P (Weeks et al. 2019) – LJM, BSA (15 min)
- 2) Résultats d'essais - Justin De Rekeneire , OXYANE (35 min)
- 3) Efficience de la fertilisation phosphatée du TOP PHOS – Pierre-Yves Tourlière, Timac AGRO (35 min)
- 4) Fertilisation ultra-localisée / Additifs / Biostimulants – Marion Perceval, Fertinagro (35 min)

16h20 - 17h00 : Rencontres Etudiants - Professionnels

Informations diverses

Quoi de nouveau au Comifer depuis notre dernière réunion ?

Rénovation des seuils d'impasse P



Offre de stage niveau M2 / ingénieur ou de césure

Mise à jour des références relatives aux diagnostics de fertilité phosphatée des sols, en France, pour une fertilisation durable

FINALITE : proposer des seuils d'impasse pour la fertilisation phosphatée par type de sol et par type de culture en vue d'une adoption par la profession agricole

OBJECTIFS : se familiariser avec la démarche de calcul des seuils d'impasse, retravailler sur la typologie des sols et des cultures afin de minimiser l'incertitude autour des valeurs de référence à proposer, communiquer les résultats au groupe de travail, rédiger la méthode et en faire la promotion auprès des parties prenantes.

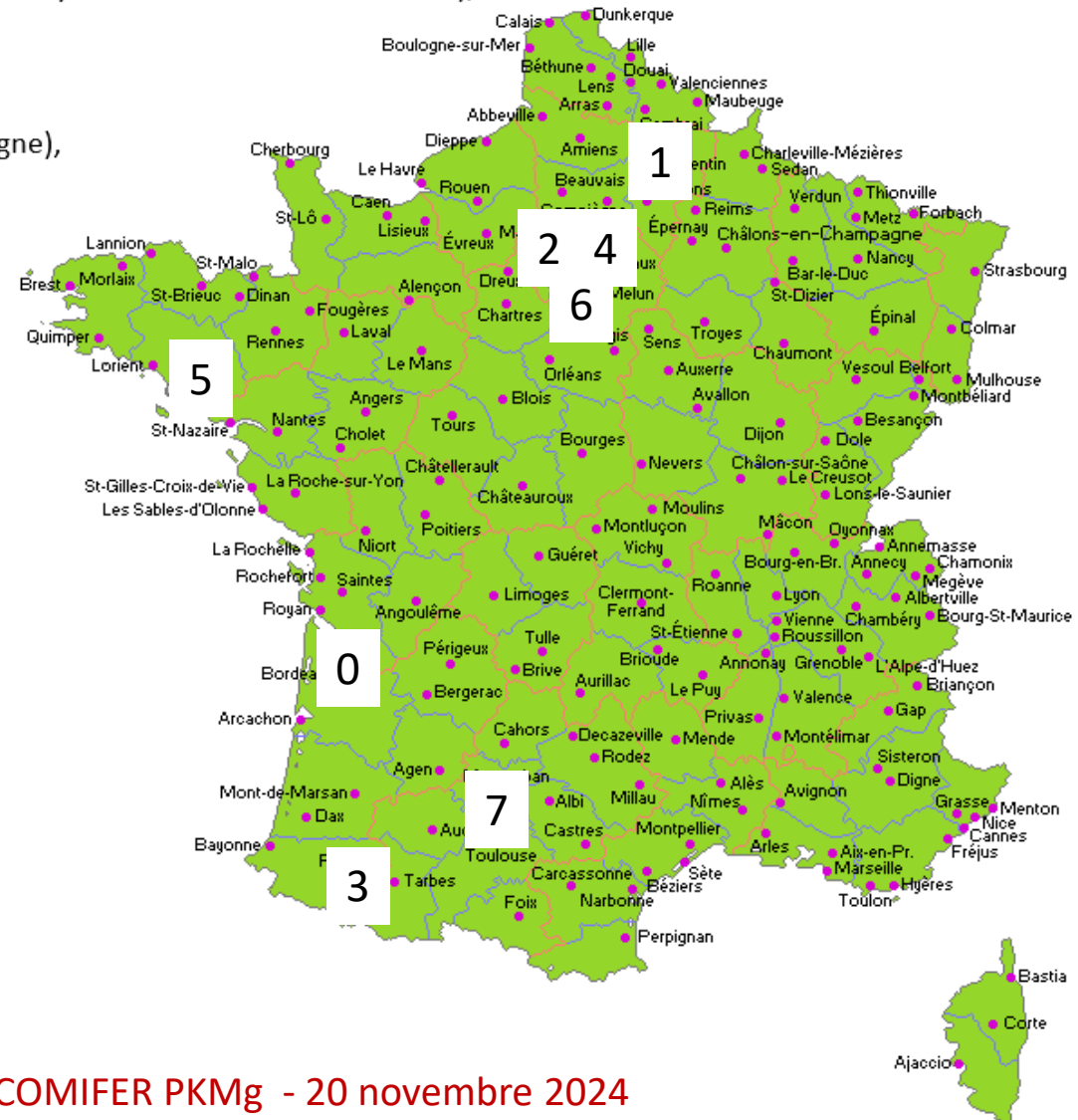
Rénovation des seuils d'impasse P

ENCADREMENT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Lionel JORDAN-MEILLE, Maître de Conférences UMR 1391 ISPA, Bdx Sc Agro, INRAE

Comité de suivi :

- Sarah ANOARISON (Laboratoire départemental d'analyses et de recherche de l'Aisne),
- Gildas COTTEN (UNIFA),
- Pascal DENOROY,
- Khady DIEDHIOU (COMIFER),
- Daniel HANOCQ (Chambre d'Agriculture de Bretagne),
- Paul TAUVEL (ITB),
- Grégory VERICEL (ARVALIS)



Evènements COMIFER

Journée thématique

→ **La valorisation agricole des produits organiques : une pratique traditionnelle qui répond à de nouveaux enjeux**

5 décembre 2024 / 09h30 – 17h / Institut Agro-Rennes / Inscriptions en lignes

- Programme en 4 parties
 - Partie I : Classification et réglementation de l'usage des produits organiques recyclés en agriculture
 - Partie II : Raisonner la nutrition des cultures et la fertilité des sols avec des produits organiques
 - Partie III : Effets non intentionnels et impacts environnementaux de l'utilisation des produits organiques
 - Partie IV : Place des produits organiques dans une diversification des pratiques vers davantage d'agroécologie

→ Appel à communication Rencontres COMIFER – GEMAS

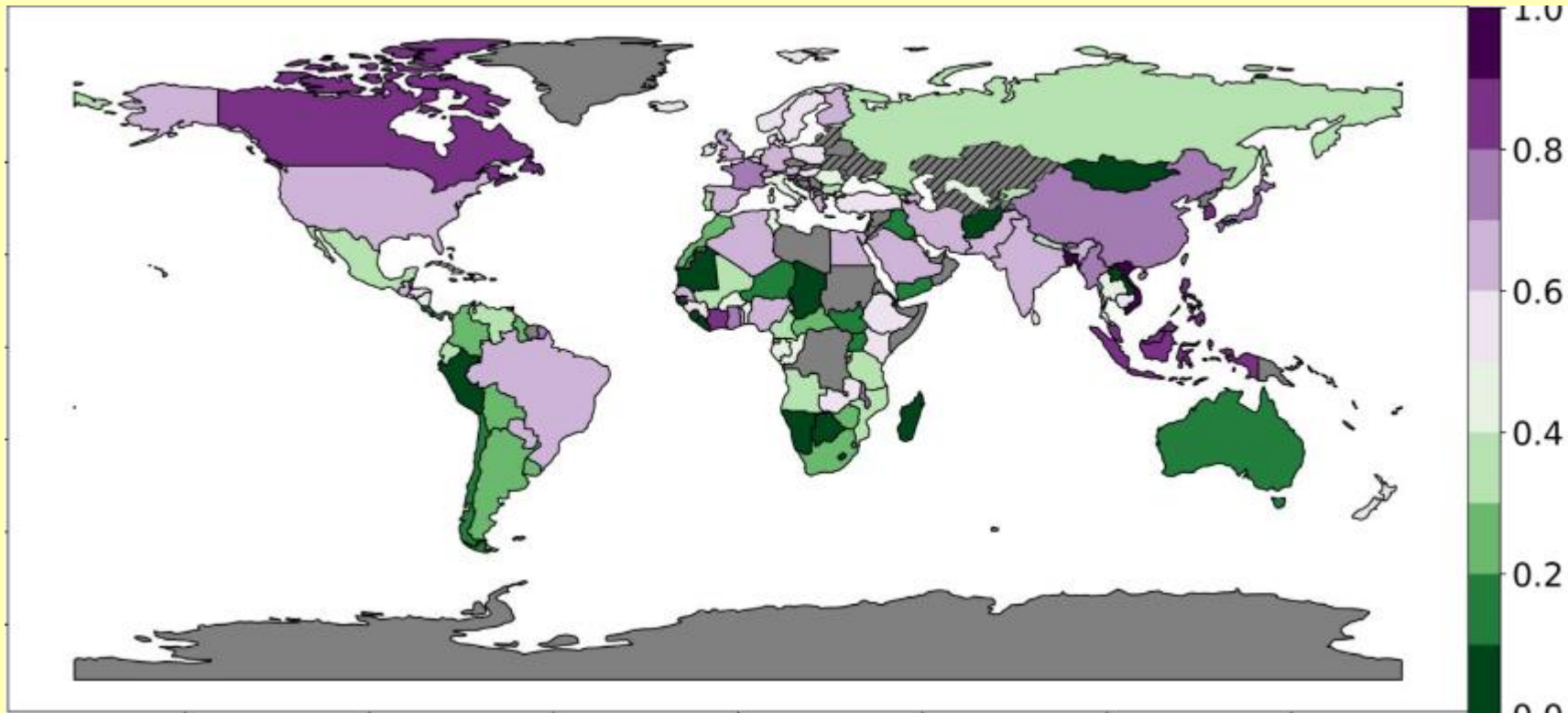
- Prochaine édition : 25 et 26 novembre 2025 - Centre des Congrès Robert Schuman - Metz
- Réception des propositions de communication (oral et/ou poster) **jusqu'au 18 décembre**
- Délibération par le comité d'organisation courant janvier 2025

Publications / Productions des autres GT

- Mise à jour de la liste des OAD pour le raisonnement de la fertilisation azotée (liste remobilisée dans le référentiel HVE)
- Mise à jour des références d'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver (APLSH) : intégration des avis du Comité Scientifique et technique du GENEM (CST GENEM / MASAF)
- Réunion de 2 GT : FOrBS et SAB
 - GT FOrBS
 - Etude Record (GINGER BURGEAP) « **Méthodes d'estimation du stockage de carbone dans les sols agricoles et forestiers** »
 - Présentation des travaux et processus d'élaboration de la **norme ISO sur la qualité des sols** (ISO TC 190)
 - Travaux de l'INRAE et échanges sur **l'indice MO/Argile** (indicateur du **statut organique et de la santé des sols** dans la Directive Européenne sur les sols)
 - GT SAB
 - Essai longue durée de Terrena sur le chaulage : **effet du chaulage et de la fertilisation azotée sur le rendement des cultures protéagineuses** (pois, féverole)
 - Travaux de l'IRD sur la **dynamique de dissolution des carbonates au sol**
 - **Chaulage et émissions de CO₂** : acquis scientifiques (travaux INRAE) et suites à donner (acquisition de données complémentaires pour consolider les premiers résultats)

Limitation du P à l'échelle mondiale

B. Ringeval, INRAE



Signature anthropogénique du compartiment de P labile des sols agricoles en 2017

Nutrition minérale de la vigne

1) Rôle des minéraux sur la croissance de la vigne et la qualité des raisins

LJM, BSA

2) Pilotage de la fertilisation de la vigne par analyse de sols et de baies

Lionel Burosse, EVAGRO

3) Les capteurs embarqués au service du pilotage de la fertilisation de la vigne

Johana Albetis, Chouette Vision



La vigne mérite-t'elle un traitement « à part » pour le raisonnement de sa fertilisation ?

Rôle des éléments et impacts de leur carence / excès sur la vigne

Prélèvements et exportations d'éléments

Outils de pilotage

Références usuelles

En quoi la vigne se distingue-t'elle de la plupart des plantes cultivées ?

Enracinement profond

Diversité des cépages et des porte-greffes

Développement végétatif sous contrôle

Terroirs contraignants

Fertilité biol. des sols potentiellement faible (Cu)

Croissance sub-optimale, facteurs limitant recherchés

Plante non irriguée

Equilibre qualité / quantité – Métabolisme 1^{aire} / 2^{aire}

Effets des excès ou carences en N et K sur des aspects qualitatifs et sanitaires de la vigne

Offre du sol	AZOTE		POTASSIUM	
	Faible	Large	Faible	Large
Vigueur				
Vitesse maturation				
Rendement récolte		=		
Dégats botrytis				
Dessèchement rafle				
Sucres des jus				
pH				
Composés phénoliques				
Intensité colorante				
Anthocyanes				
Tanins				
Précurseurs arômes (blancs)				
Tests gustatifs				

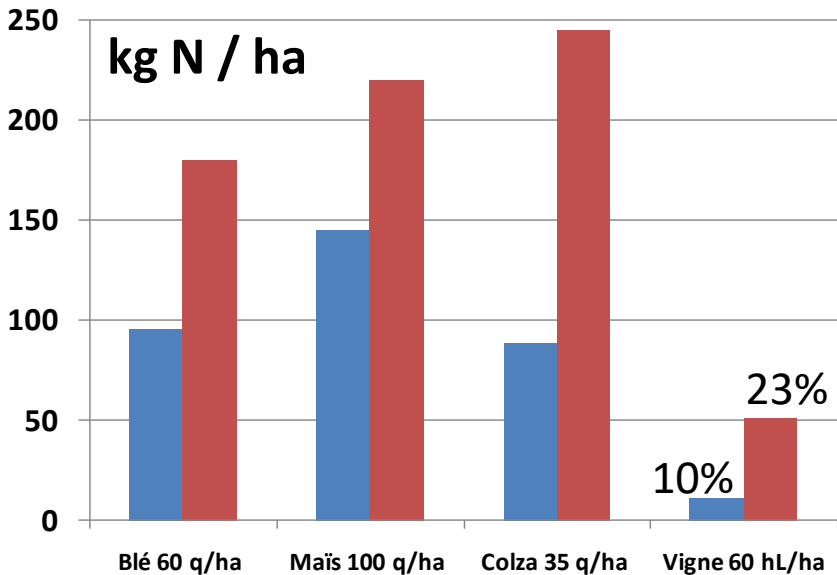
Besoins et exportations de la vigne en éléments majeurs

Prélèvements	MF		MS	N	P2O5	K2O	MgO	CaO
	g /souche	T / ha	T / ha	kg/ha.an				
Grappes	1360	6.8	1.4	9	4	18	1	3
Sarments	600	3	1.5	9	5	1	2	17
Feuilles	900	4.5	1.4	31	5	16	7	48
Souche + racines Accroissement annuel	140	0.7	0.4	2	1	1	1	4
TOTAL / AN	3000	15	5.3	51	15	46	11	71

Exportations kg /ha	N	P2O5	K2O	MgO	CaO
Avec restitution des sarments	11	5	19	2	8
Sans restitution des sarments	20	10	30	4	23
Prélèvements kg/ha	51	15	46	11	71
	20 - 70	7-30	30 - 85	10 - 25	55 - 110

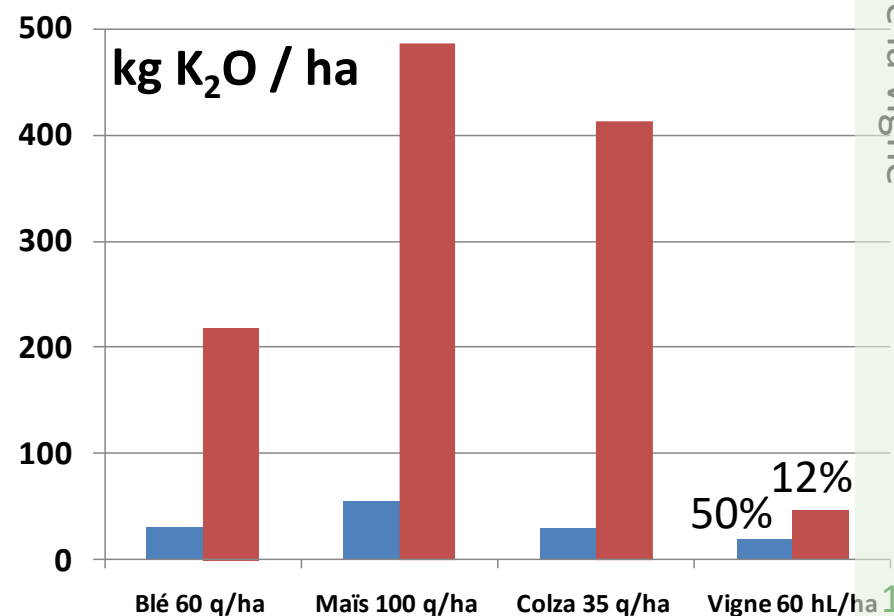
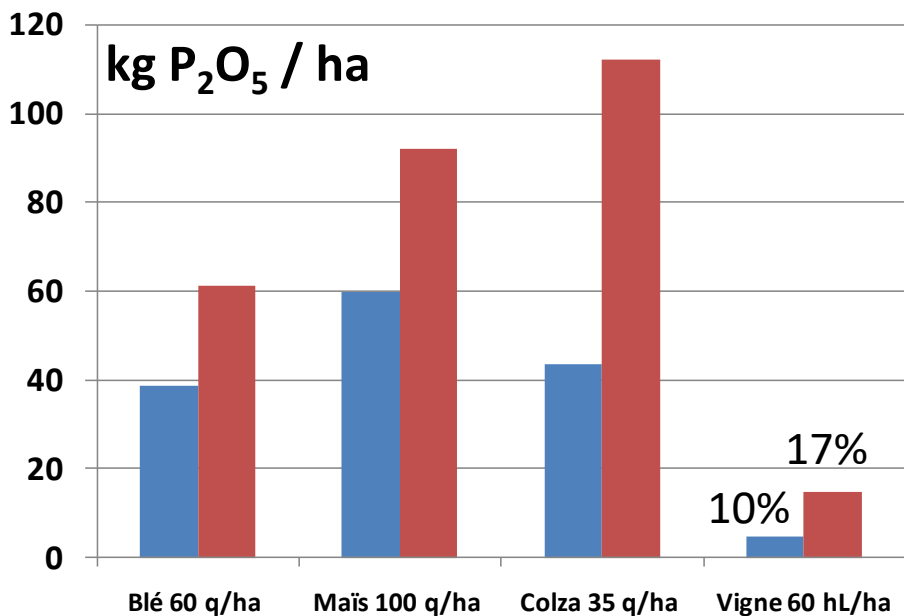
JP Soyer, INRAE Bordeaux + A. Reynier 2007

Exportations et prélèvements comparés de la vigne, du blé et du maïs (SCPA et COMIFER)



■ Prélèvements
■ Exportations

X % : pourcentage par rapport à moyenne des cultures



Méthodes d'analyses ou de diagnostics de la nutrition N



Analyse visuelle (feuillage, sarments, grappes)

N tester / SPAD, Dualex

NDVI

Analyse pétioleaire (% MS)

Analyse de limbes (% MS)

N total du moût

N assimilable du moût (mg / L)

Avantages / inconvénients de différents indicateurs de nutrition N

Indicateurs	Avantages	Inconvénients
Analyse de sol	Quantification des réserves du sol	Nécessité d'avoir correctement effectuer les prélèvements de terre
Observation du feuillage	Rapidité et coût	Trop subjectif
N-tester	Rapidité et fiabilité	Non commercialisé et absence de seuils d'interprétation
Analyse pétioleaire		Moins fiable que l'analyse des limbes
Analyse des limbes	Plus fiable que l'analyse des pétioles	Variabilité importante avec fort effet millésime
Analyse de l'azote total du moût	Très fiable, très discriminant	Analyse assez lourde
Analyse de l'azote assimilable	Très fiable, très discriminant Analyse simple et rapide	Variabilité importante avec fort effet millésime

Références

Plages de valeurs optimales

<i>g/ 100 g MS</i>	LIMBES	PETIOLES
N	1,9 à 2,3	0,4 à 0,6
P	0,14 à 0,18	0,1 à 0,18
K	0,8 à 1,0	1,5 à 2,5
Mg	0,2 à 0,4	0,4 à 0,6
Ca	2 à 3	2 à 4
K/Mg	2 à 5	3 à 8
N/P	11 à 15	2,5 à 3,5
N/K	2 à 3	0,2 à 0,4

Carence en B si [B] < 15 mg/kg, teneur normale \approx 35mg/kg

Carence en Mn si [Mn] < 20 mg/kg, teneur normale \approx 100mg/kg

Optimisation de la fertilisation P par les technologies liées en engrais P

1) Revue de la littérature sur les technologies liées aux engrais P (Weeks et al. 2019)

LJM, BSA

2) Résultats d'essais

Justin De Rekeneire , OXYANE

3) Efficience de la fertilisation phosphatée du TOP PHOS

Pierre-Yves Tourlière, Timac AGRO

4) Fertilisation ultra-localisée / Additifs / Biostimulants

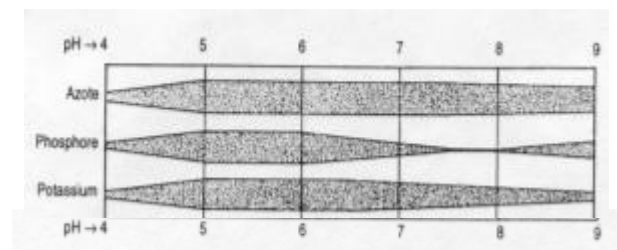
Marion Perceval, Fertinagro (35 min)

A Review of the Latest in Phosphorus Fertilizer Technology: Possibilities and Pragmatism

Joseph J. Weeks, Jr., and Ganga M. Hettiarachchi*

Le P des engrais se « fixe » : précipitation, absorption, adsorption

Calcium (sols calcaires)
Fer, Aluminium (sols acides)



Problème de synchronisation entre solubilisation du granule,
fortes concentrations dans la solution du sol (éphémère)
et prélèvement de la culture

Solutions limitées à une substitution aux engrais P très solubles (à l'eau)

Les solutions ne sont pas universelles : f(type sol, syst de culture, ...)

Finalité : augmenter l'efficacité d'utilisation du P des engrais minéraux

Mécanismes d'action des technologies d'amélioration de l'efficacité des engrais

Substitution

par espèces chimiques
autres que ortho-P

Libération lente

par réduction du
temps et de la surf.
de contact

Blocage de la fixation

par soustraction des
cations à forte affinité
pour le P

Biostimulation

du prélèvement du P

Polyphosphates

Hydrolyse / μorg et racines

Cinétique = f (temp, pH, [P] ...)

→ Ortho-phosphates

- déchet important industriel → recyclage agricole ?
- prélevable par racines et feuilles
- ne se substitue pas à OP pour fonctions métaboliques sauf plantes munies d'un gène catalisant la transformation de Phi en OP
- sur sols pauvres, l'absorption de Phi empêche la mise en place de mécanismes d'adaptation (morphologie racinaire, libération d'enzymes ...)
- plantes OGM (maïs, coton) convertissent Phi en OP
 - augmentation de la compétitivité face aux adventices
- atténuation des blooms algaux

Acide Phosphoreux Phosphite HPO_3^{2-}



Enrobage

Polymers
Polyuréthane

Advanced Modifications
↑ rugosité surface

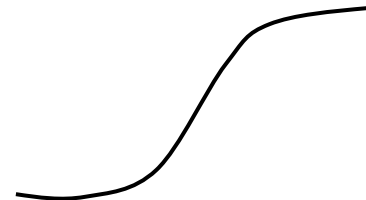
pH Modifiers
Approcher pH 7

Mécanismes d'action

Libération lente par réduction du temps et de la surf. de contact

= Principe d'un apport infiniment fractionné

- Méthode la plus éprouvée (sur N)
- Libération en 3 temps
- Equilibre difficile à trouver

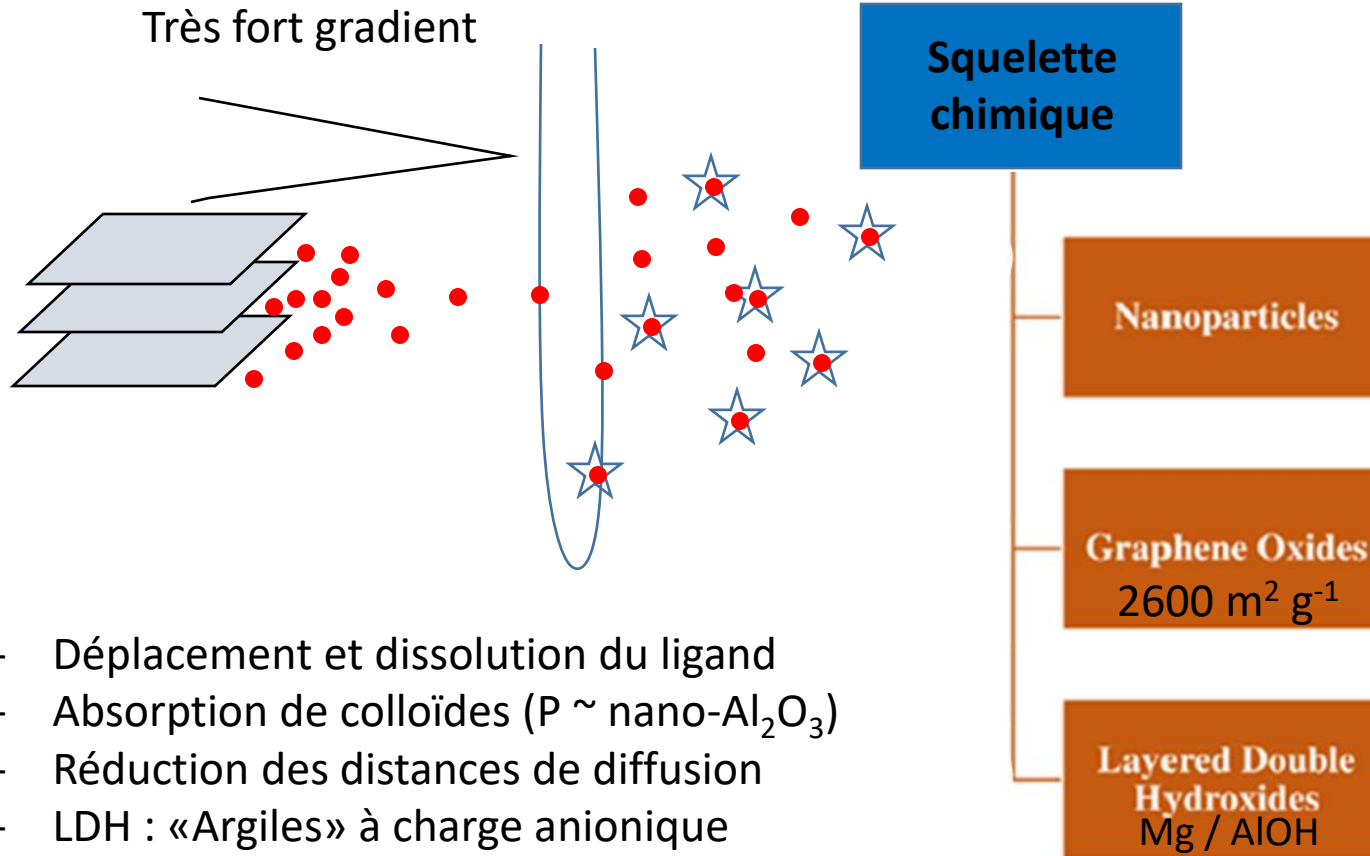


- Augmentation d l'hydrophobie (SiO₂ ...)

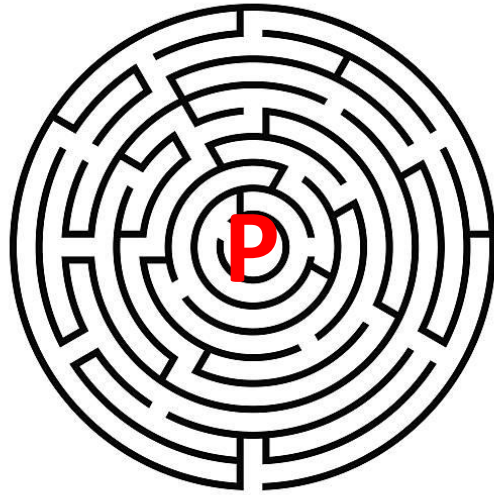
- Acidification par oxidation microbienne de NH₄⁺ ou S
- Piégeage de H⁺ par composés silicatés

Mécanismes d'action

Libération lente par réduction du temps et de la surf. de contact



- Déplacement et dissolution du ligand
- Absorption de colloïdes ($P \sim \text{nano-Al}_2\text{O}_3$)
- Réduction des distances de diffusion
- LDH : «Argiles» à charge anionique
- LDH : charge P < 4% et désorption < 50% ...



Matrices organiques

Superabsorbents

Metal-Organic Frameworks

précipités cristallins poreux de cations métalliques et de liants organiques et anioniques

Apport de P dans un réseau de composés C :
Ralentissement diffusion par tortuosité accrue du trajet et/ou nécessitant décomposition structure

Mécanismes d'action

Libération lente par réduction du temps et de la surf. de contact

Minéraux à faible solubilité

- Très faible solubilisation, envisageable (?) sur cultures pérennes et sols acides

- Peu soluble à l'eau (mais Ac. Citrique)
- Bonnes réponses des cultures à la struvite
- Précipitations naturelle ou forcée par ajouts de $MgCl_2$ ou MgO
- Solubilisation améliorée avec remontée de pH
- Résultats équivalents avec le P ~ Ca des eaux traitées, mais plus solubles en conditions acides

Rock Phosphate

Wastewater
Recovery Products
 $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$

Nano-
Hydroxyapatite

- Augmentation de la surface d'échange
- Bonnes performances dans les sols fortement altérés

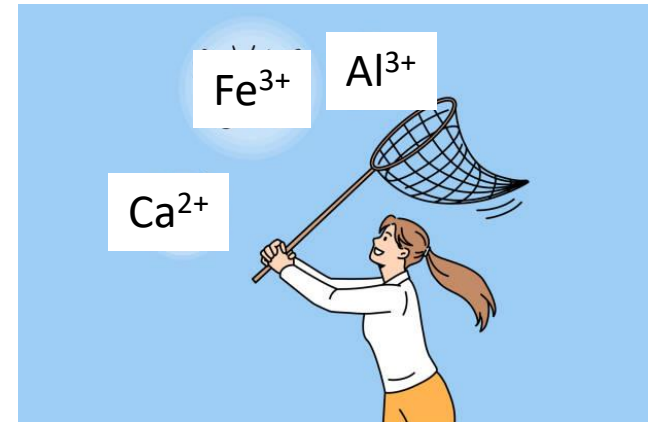
Mécanismes d'action

**Blocage de la fixation par soustraction
des cations à forte affinité pour le P**

- Augmenter la CEC pour piéger les cations compétiteurs du P
- Pour être efficace, il faudrait des quantités très importantes de MO, pas rentable économiquement

Maleic-Itaconic
Polymer

Humic Substances



= Stimulation plantes / μorganismes pour
l'acquisition de P par des composés

anatase (TiO_2),
magnetite (Fe_2O_3),
oxyde de Zn (ZnO),
nanoparticules de Cu



“Oxide”
Nanoparticles

- Mécanismes d'actions pas expliqués
- Variation selon type de sol, de culture
- Résultats significatifs comparés aux formes brutes de minéraux

