

Compte rendu de la réunion du Groupe PKMg

Réunion du 18 mars 2021

Animation : L Jordan-Meille (Bdx Sc Agro)

Participants

Collège 1

Pouvoirs publics, enseignement, recherche

Denoroy Pascal, INRAE, UMR IPSA, Bordeaux

Honvault Nicolas, Lassalle Beauvais

Jordan-Meille Lionel, Bdx Sc Agro

Jouany Claire, INRAE AGIR

Mariage Clémence, Gembloux Agro-Bio Tech (ULiège), Belgique

Nobile Cécile, CIRAD (unité recyclage et risque à La Réunion)

Sagot Stéphanie, LDAR (labo départemental)

Collège 2

Organisations professionnelles agricoles, laboratoires privés, ...

Bourdelat Alain, propriétaire agricole

David Julien, Emc2

Félix-Faure Bruno, Eurofins-Galys

Girard Quentin, ARVALIS

Gratecap Jean-Baptiste, CA 28

Hanocq Daniel, CRA Bretagne

Heurtaux Mathilde, ACTA

Kalt Sébastien, Auréa Agrosiences

Marion Philippe, CA51

Tauvel Paul, ITB

Thiebaut Florent, CETA de Romilly-sur-Seine

Collège 3

Acteurs économiques (fournisseurs, distributeurs)

Agasse Sophie, UNIFA

Canard Alain, Soufflet

Do Paço Cynthia, AREA

Dufau Lydie, PhosAgro France

Duthoit Blaise, Rosier S.A.

El Kanit Abdelmonim, OCP

Forest Sébastien, SCA OCEALIA

Gérard Philippe, Vivescia

Lambert Marc, YARA

Maquoi Simon, Agricompost

Montprofit Cédric, K+S KALI

Tourlière Pierre-Yves, Timac Agro

Xardel Sophie, Coop. LORCA

Zerrak Tarik, OCP

Ordre du jour

Partie 1. Informations diverses COMIFER et veille scientifique (9h00 – 9h45)

- Informations diverses concernant le COMIFER (P. Denoroy, Président) 15'
- Tour d'horizon de la bibliographie scientifique récente traitant de P, K et Mg (L. Jordan-Meille, Bordeaux Sciences Agro) 40'

Partie 2 : Avancement des projets en cours (10h00 – 10h45)

- État d'avancement du projet de parangonnage des méthodes de raisonnement de la fertilisation P K (N) en Europe (L. Jordan-Meille, Bordeaux Sciences Agro) 15'
- État d'avancement du projet PhosphoBio (Quentin Girard, ARVALIS) 15'
- Etat d'avancement du projet Juste-P (P. Denoroy, INRAE) 15'

Partie 3 : Exposé thématique (11h00 – 11h50)

- Rôle des stratégies des plantes d'interculture dans la disponibilité du phosphore au sein des agrosystèmes, (N. Honvault, PhD, Unilasalle, Unité de recherche Agroécologie, Hydrogéochimie, Milieux et Ressources) 50'

Partie 4 : à propos de la grille COMIFER et des seuils ... (12h00 – 12h30)

- Etude d'une situation complexe non résolue par la grille COMIFER (S. Sagot, LDAR) 30'
- Rappel sur l'adoption de nouveaux seuils d'impasse en P sur les sols carbonatés (S. Sagot, LDAR) 10'
- ... expressions libres, points divers.

1. Informations diverses

Quoi de nouveau au Comifer depuis notre dernière réunion?

Denoroy Pascal, COMIFER

Informations diverses concernant le COMIFER (1/4)

(P. Denoroy, Président ... *quelques semaines encore*)

Nouvelles générales du Comifer depuis le 17 septembre 2020 ...

Pour rester en permanence bien informé : <https://comifer.asso.fr/fr/>
et **les Newsletter & les réseaux sociaux (Facebook, Twitter, LinkedIn) ... à relayer**

Dans l'espace « adhérents » : les CR des instances (CA & AG), des groupes de travail, etc. ...

Assemblée Générale ordinaire annuelle ce 30 mars (matinée) en visioconférence
Pour s'informer et voter (politique, finances, ... CA)

Prochaines réunions groupes : SAB (8 avril)

Les journées thématiques

- « *pH et fertilité des sols* »

22 octobre 2020, en visioconférence; 222 participants ; organisé par le groupe SAB. Actes en ligne dans espace adhérents



- « *Les Matières Organiques dans les Sols agricoles : diagnostic et gestion - fonctions et services rendus* »

7 avril 2021, en visioconférence, toute la journée (NB : tarif préférentiel adhérents) ; organisé par le groupe FORBS



- *Nouvelle journée pour début 2022 ?*

A discuter prochainement en CA ⇔ proposer

« Oligo-éléments » ? « PRO » ?

Une journée PKMg en 2023 ?

Rencontres Comifer-Gemas les 24-25 novembre 2021
Clermont-Ferrand ; programme fixé, bientôt en ligne



Le rendez-vous biennal des professionnels de la fertilisation raisonnée

450 CONGRESSISTES ATTENDUS
25 PRÉSENTATIONS ORALES
50 POSTERS
35 PARTENAIRES ET EXPOSANTS



Divers :

- Groupe réflexion stratégique sur avenir Comifer : ouvert à tous adhérents volontaires
- Label Prev’N : concerne aussi maintenant Languedoc-Roussillon et Bretagne
- mise en ligne de figures du Guide de la Fertilisation Raisonnée sur notre site : <https://comifer.asso.fr/fr/component/phocadownload/category/238-figures-guide-de-la-fertilisation-raisonnee-comifer-2017.html>

Et Plus spécifiquement pour le groupe PKMg :

- Travail en cours du groupe PRO sur les Keq des PRO pour N. Faut-il faire un travail similaire sur les coefficients de disponibilité du PKMg des PRO ?
- Etat des échanges avec ANSES suite à expertise sur risque Cd dans les engrais : note envoyée à ANSES pour expliquer pourquoi l’étude actuelle devrait être recalculée

Informations diverses concernant le COMIFER (4/4)

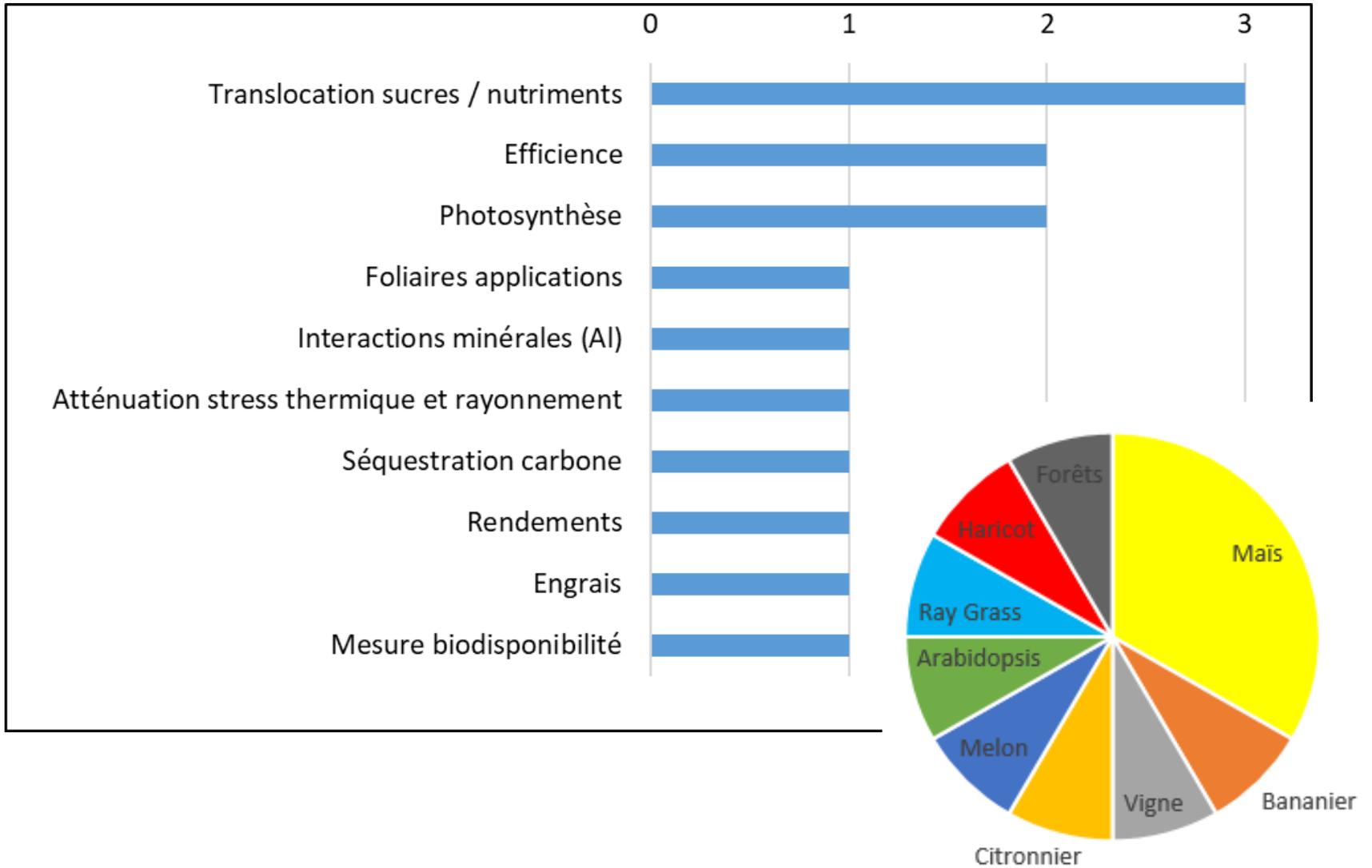
Relations avec nos partenaires

- **RMT Bouclage** (ex. « fertilisation et environnement »), 22 groupes de travail , dont un spécifique P : il y a un groupe de travail « *Biodisponibilité du P et fonctionnement microbien et mycorhizien ; ressource, stocks et flux de P* »
- **GENEM** (*Gestion des éléments nutritifs et des émissions vers les milieux ; MAA-MTE*): nombreuses réunions dernièrement mais essentiellement pour le 7^e Programme Action Nitrate
- **Convention MAA-COMIFER 2021-2022**: projet de travaux à soumettre ?

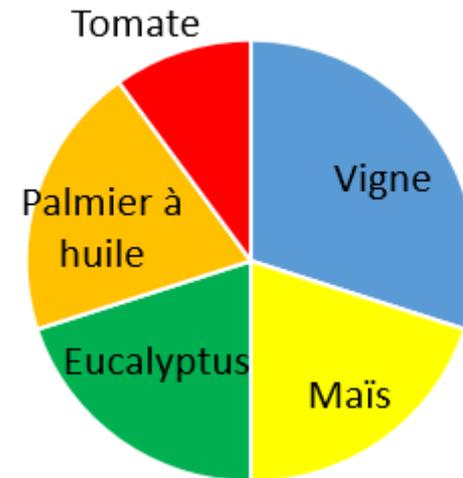
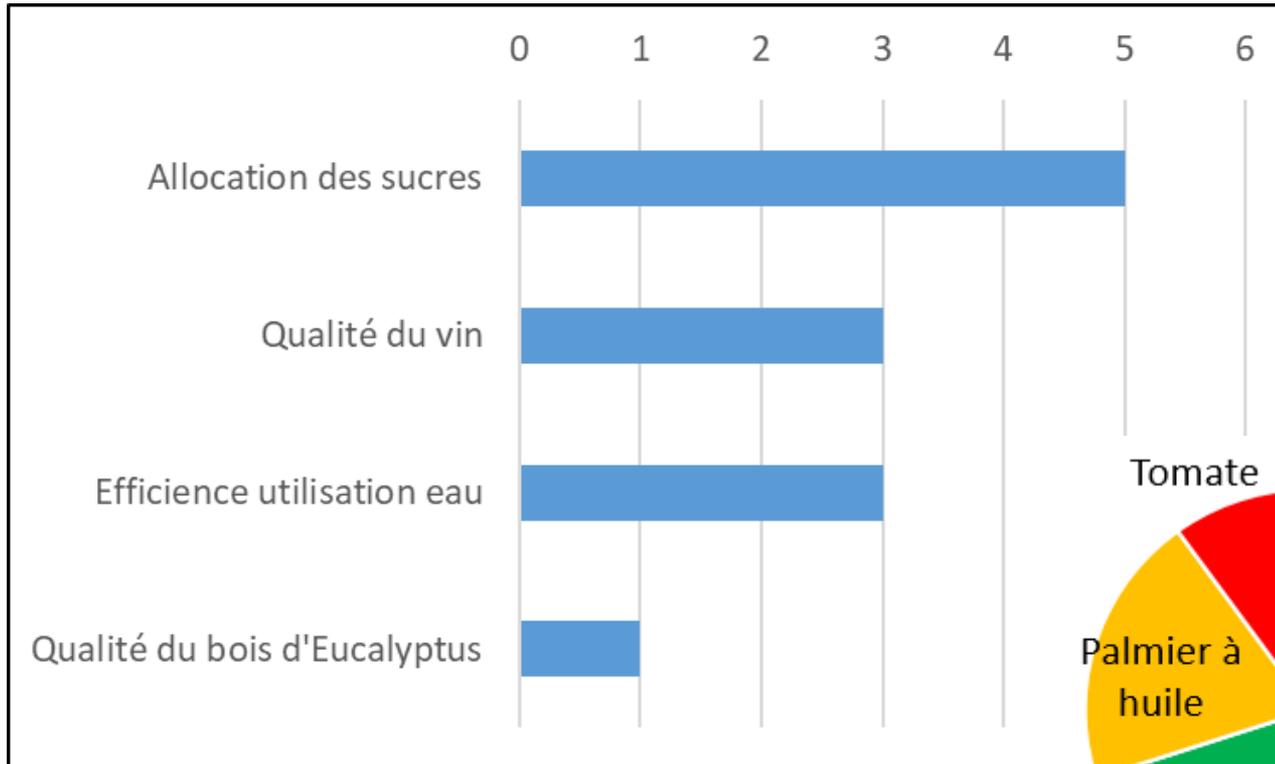
1. Revue de presse scientifique

Quels axes de recherches sur P, K et Mg dans l'année écoulée ?

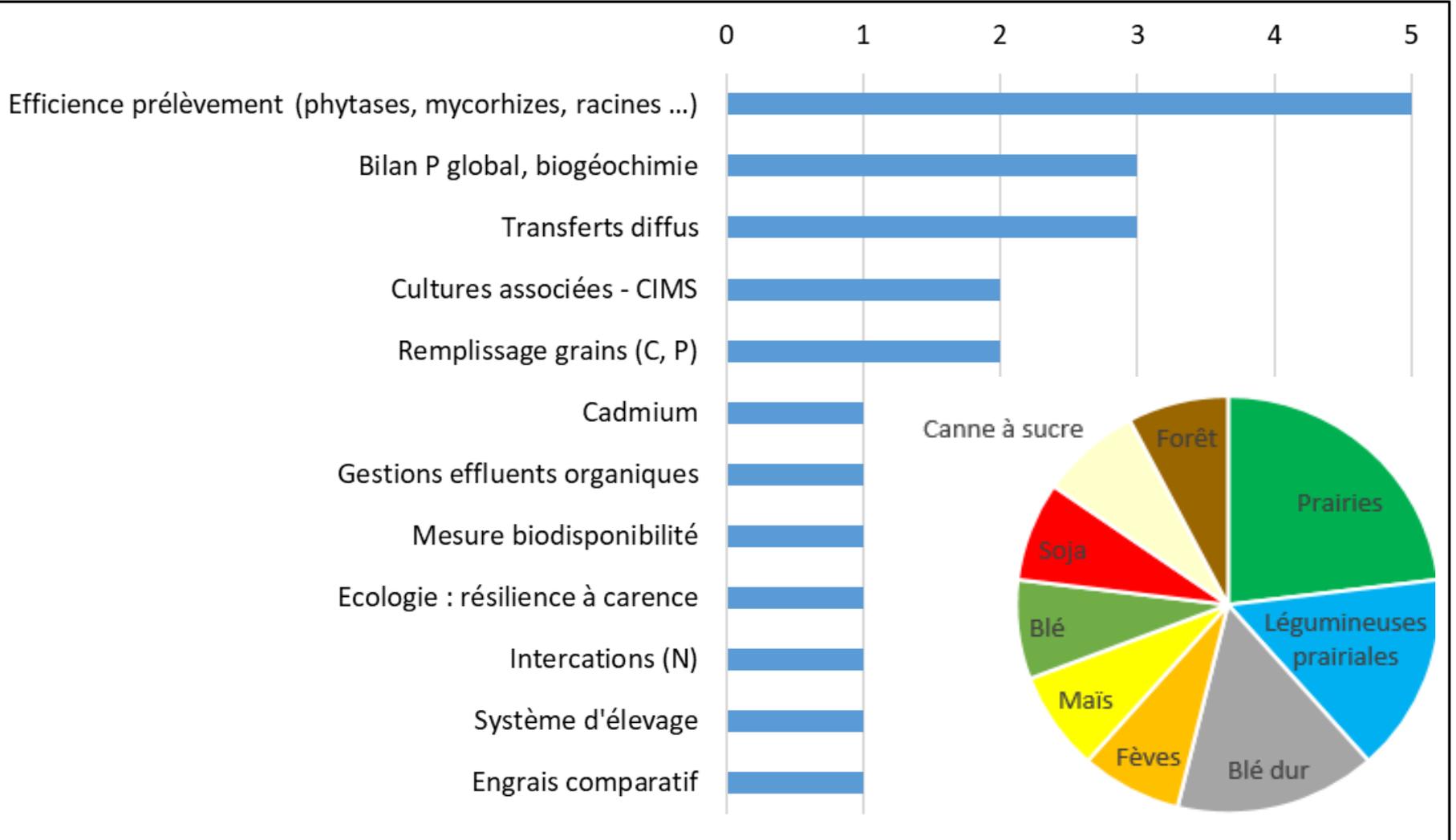
Mg et agriculture (2020-2021) : 17 articles



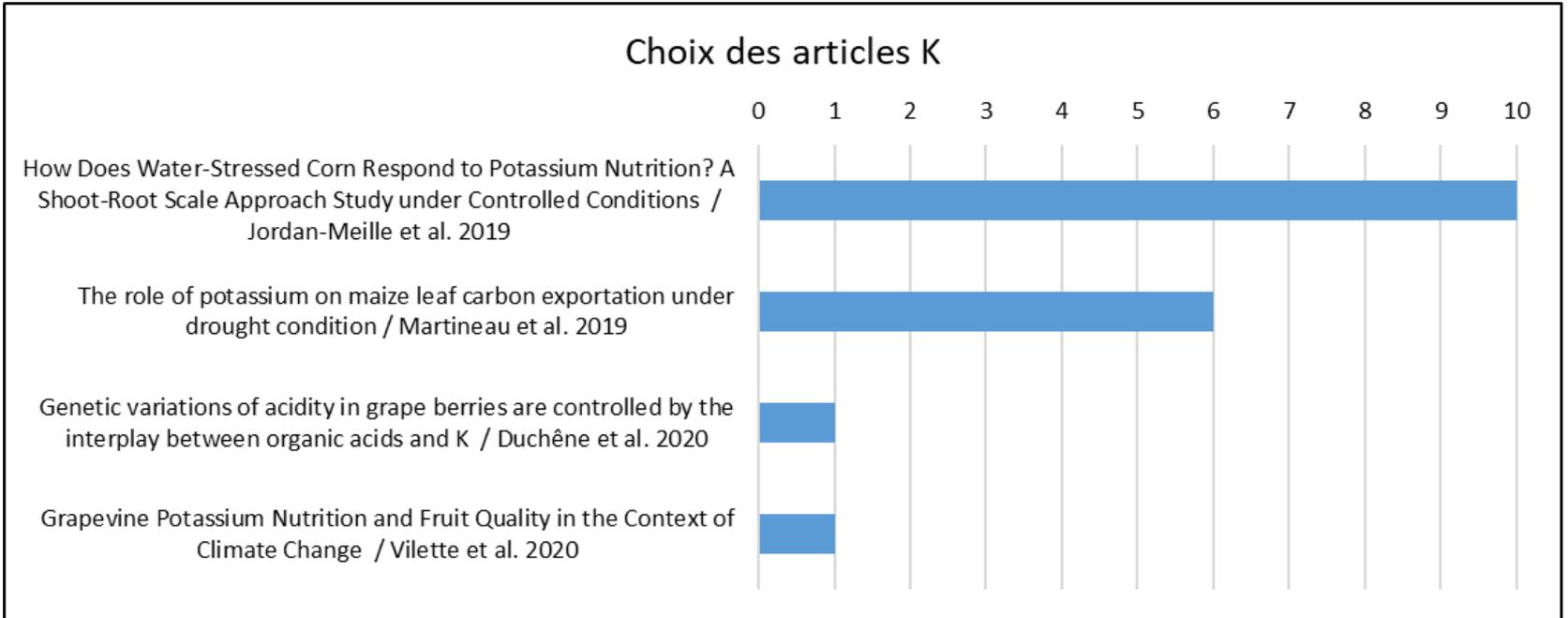
K et agriculture et INRAE (2018-2021) : 10 articles



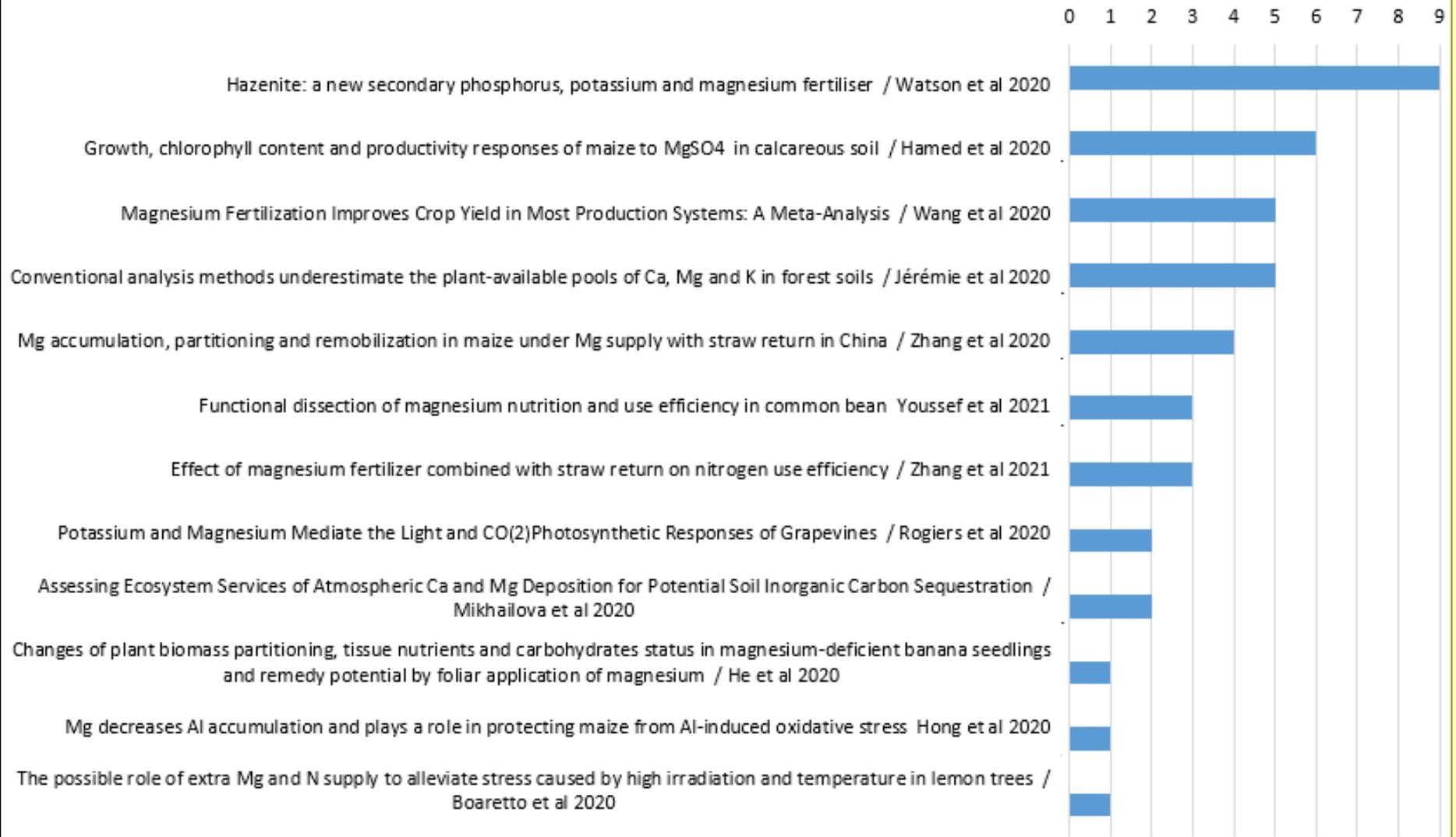
P et agriculture et INRAE (2020-2021) : 22 articles



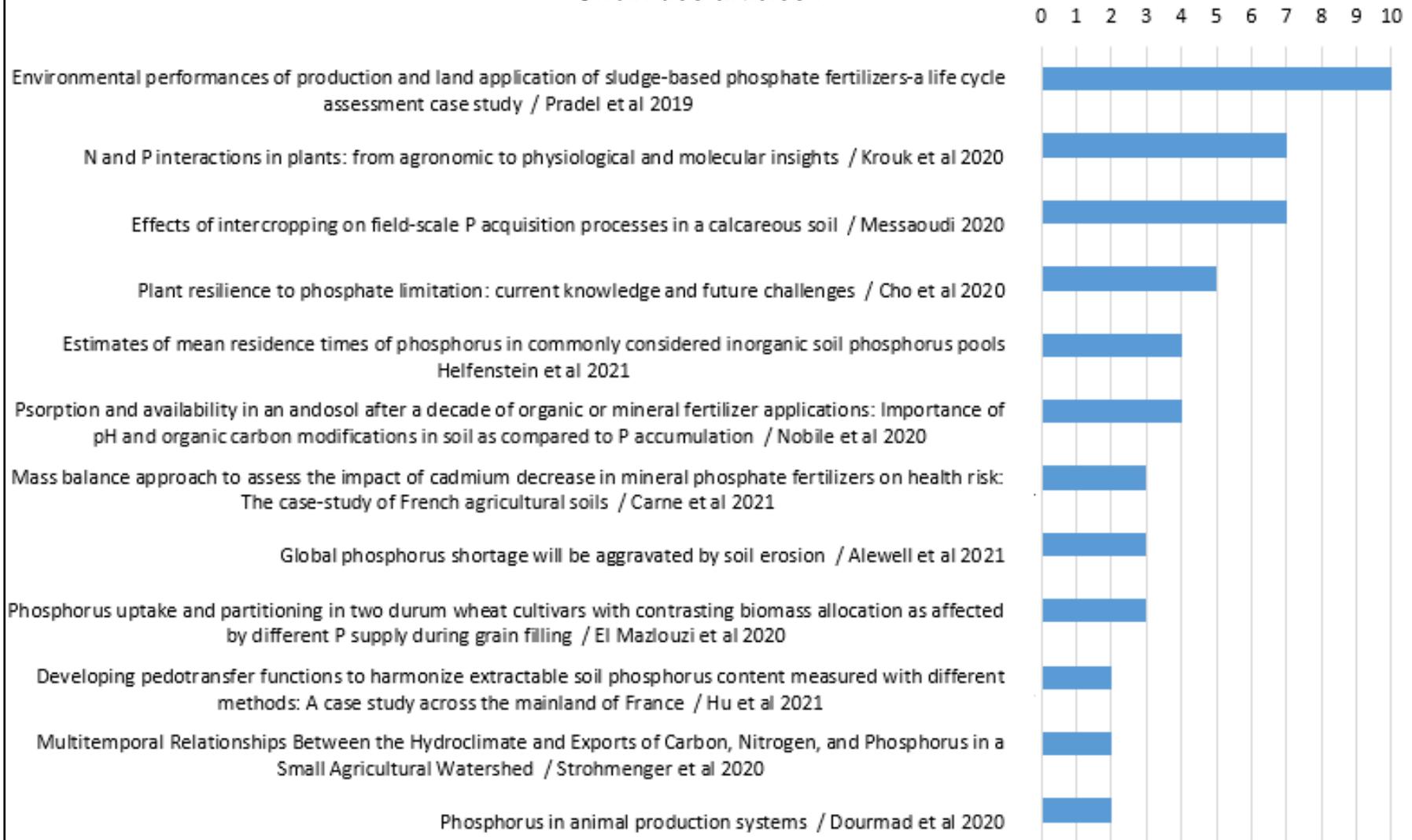
Choix des articles (13 réponses)



Choix des articles Mg



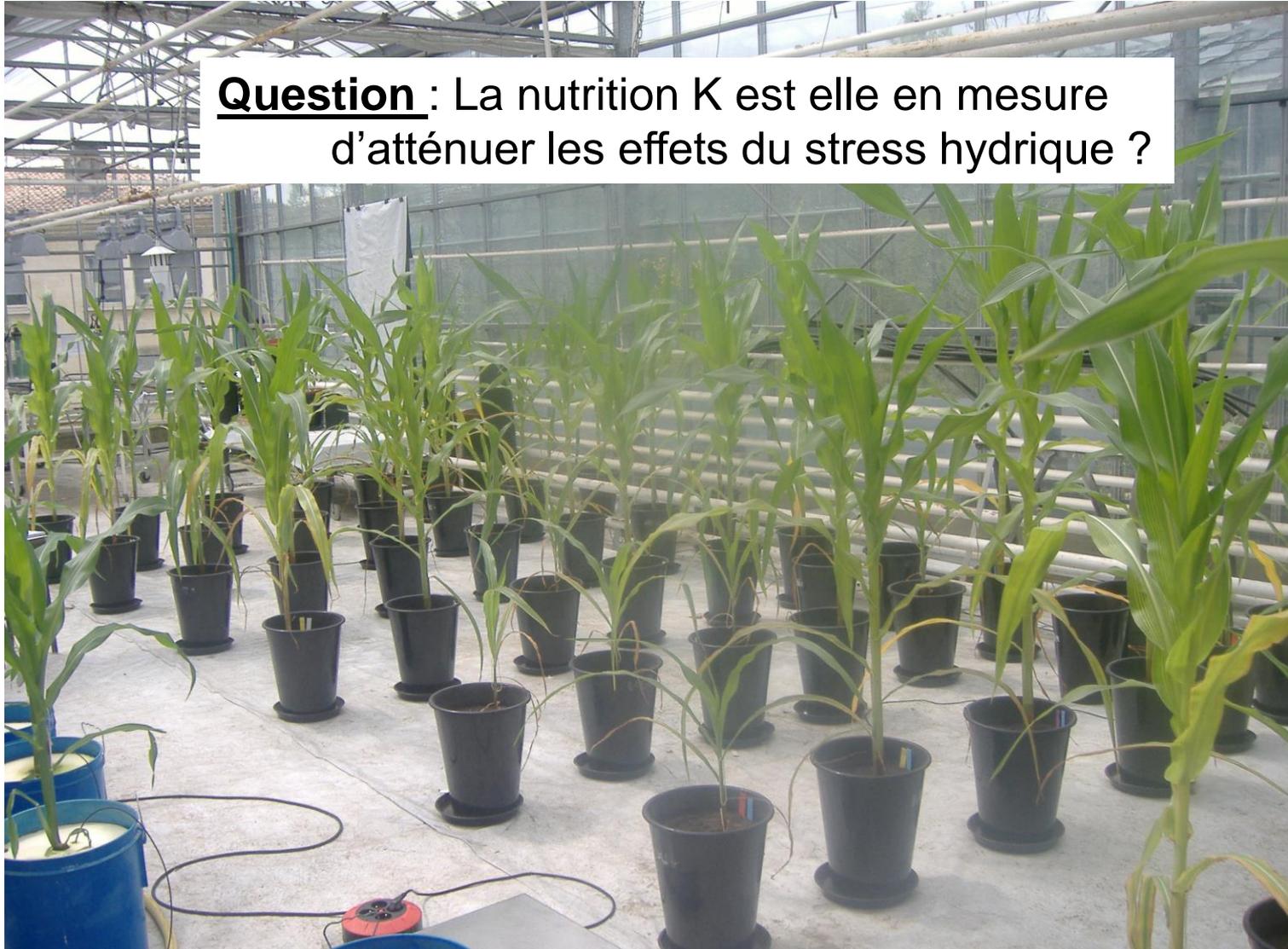
Choix des articles P



Etude en conditions contrôlées de la réponse d'un maïs stressé en eau à la nutrition K.

Lionel Jordan-Meille , Elsa Martineau, Yoran Bornot , José Lavres, Cassio Hamilton Abreu-Junior and Jean-Christophe Domec
UMR ISPA INRAE Bdx Sc Agro, Univ Sao Paulo

Question : La nutrition K est elle en mesure d'atténuer les effets du stress hydrique ?





Conductance stomatique, photosynthèse
⇒ ↑ **Contrôle de la transpiration**

Turgescence
⇒ ↑ **Croissance filles**
⇒ ↑ **Durée de vie filles**

Transport des sucres
⇒ ↑ **Croissance racinaire**
⇒ ↑ **racines fines**
⇒ ↑ **prélèvement d'eau**

Protocole



K0
6

K1
20

K2
40

~ ≥ point flétrissement

K0
6

K1
20

K2
40

ppm K₂O éch

~ capacité champ

Protocole

Croissance aérienne
Stades développement



Sénescence
Teneurs en eau / minéraux



Croissance et morphologie racinaire



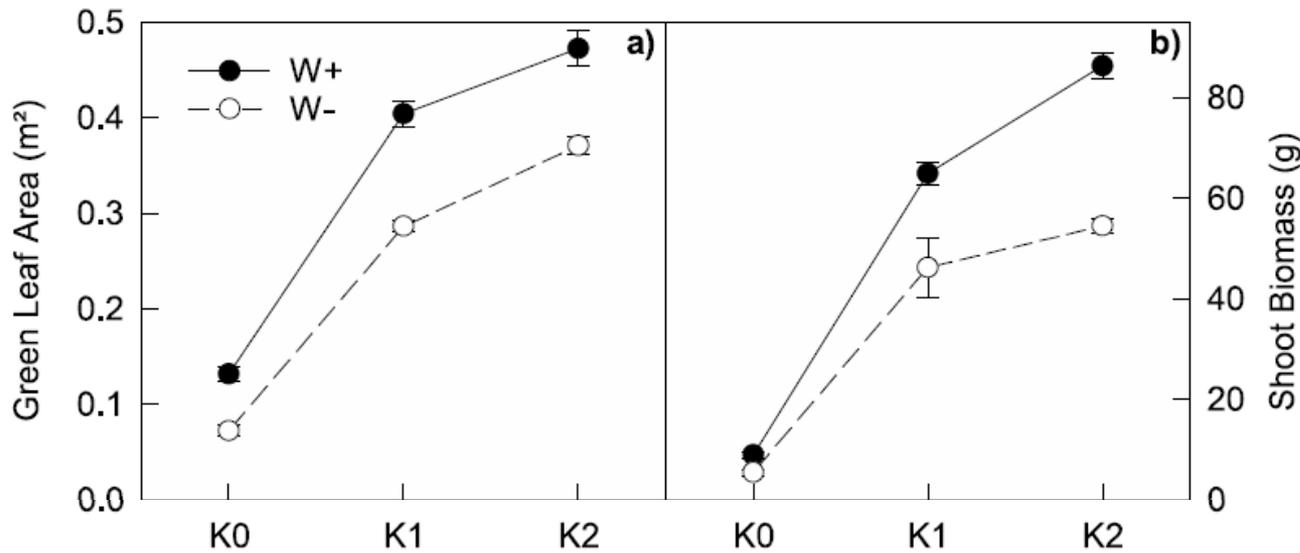
Mesures d'échanges gazeux



Mesure de la consommation d'eau

Résultats

Parties aériennes



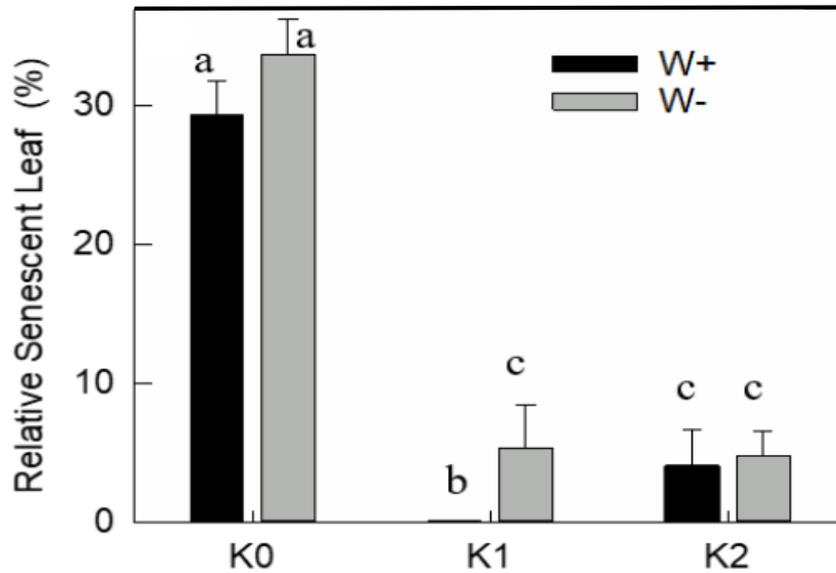
Effet K très marqué
Effet K « aggravant » sur stress eau

↑ Surf fol ⇒ ↑ Conso eau ?

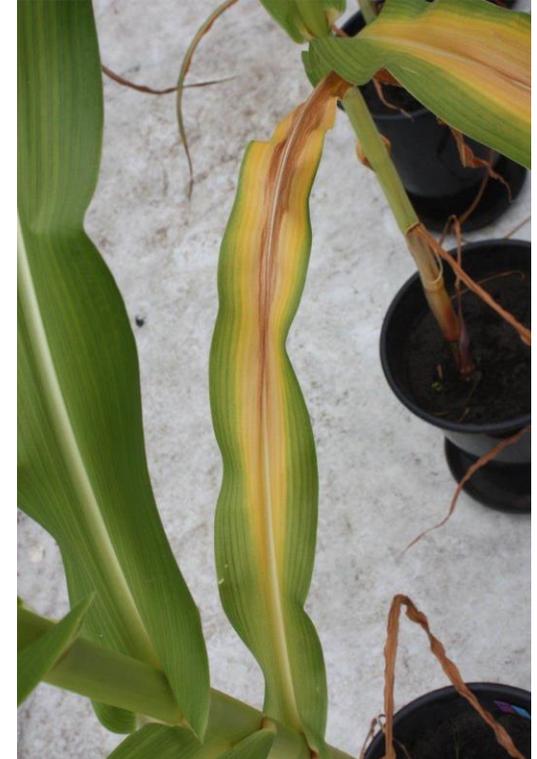


Résultats

Parties aériennes

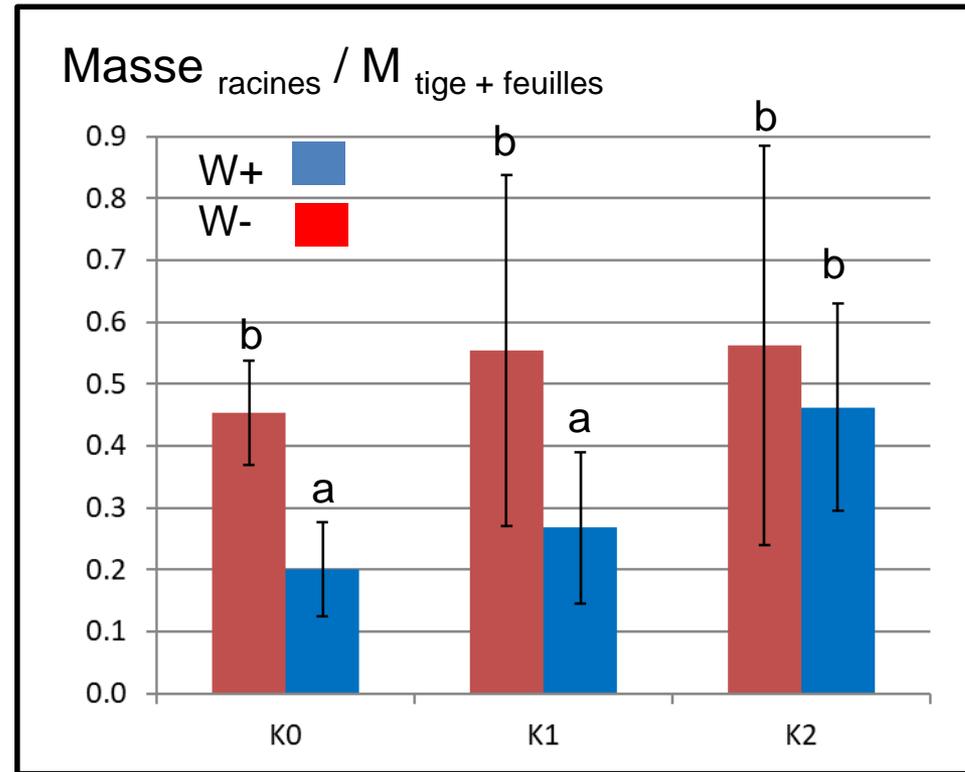
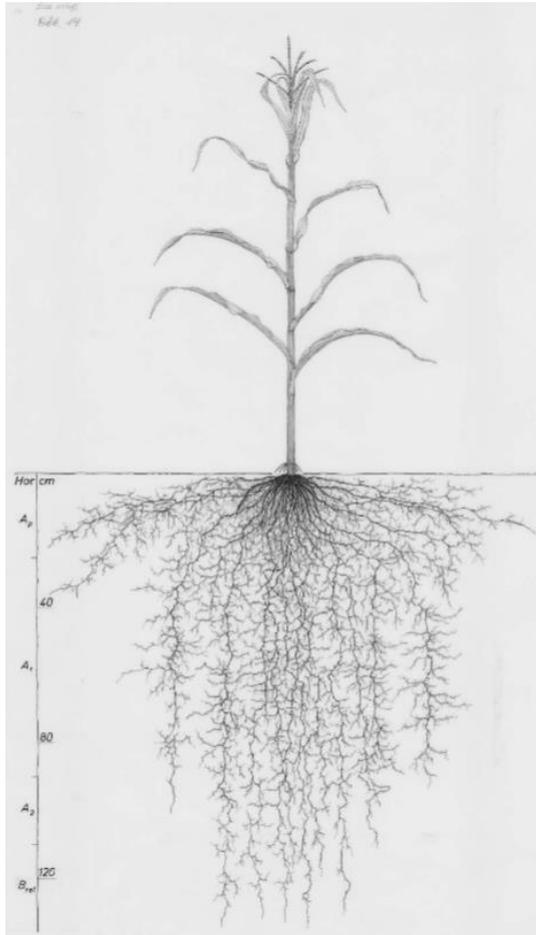


Effet très marqué du K sur la sénescence
Pas d'effet de la surfertilisation



Résultats

Parties racinaires : biomasse



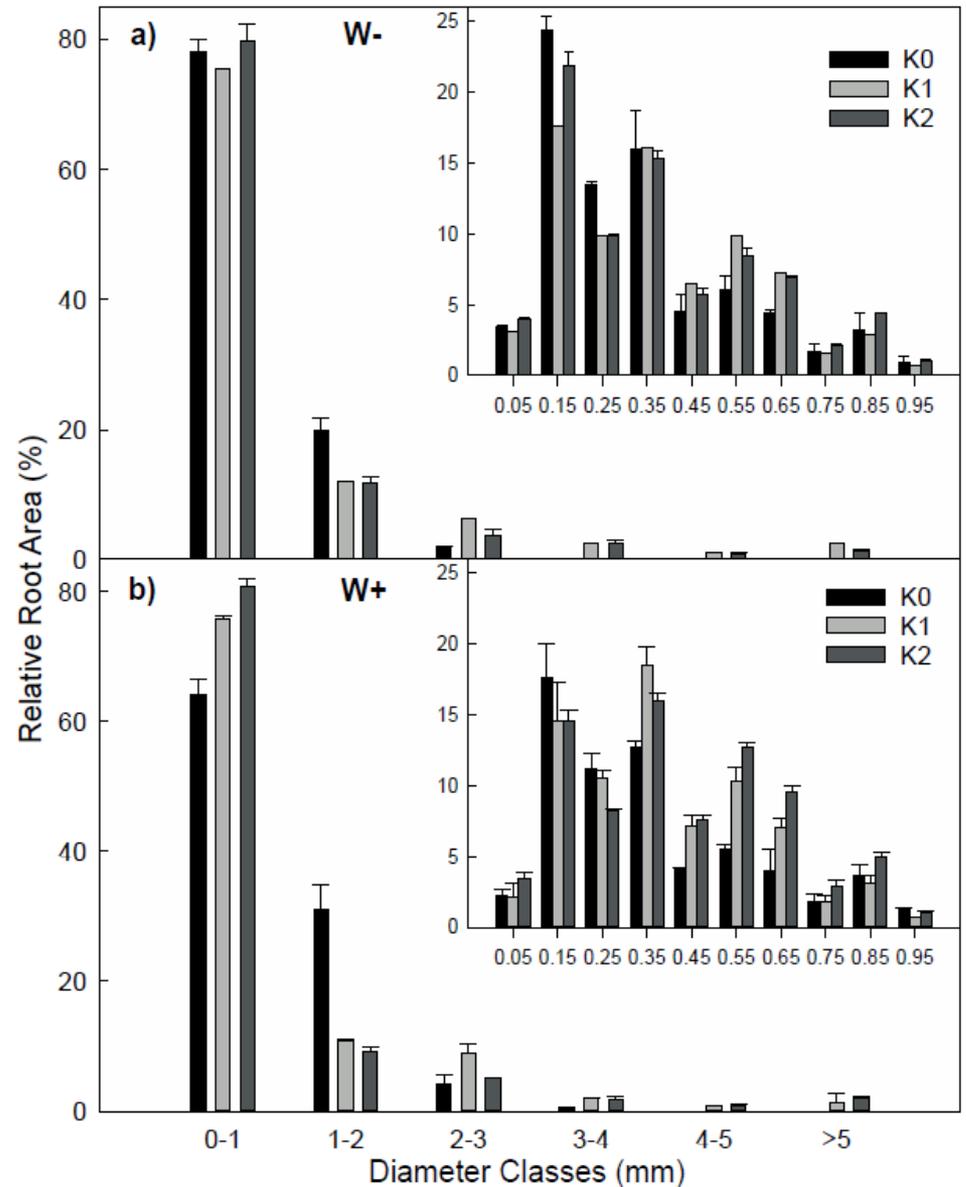
Effet très marqué du K sur la croissance des racines primaires
Carence en K aggrave l'équilibre racines / feuilles

Résultats

Parties racinaires : surface

Pas d'effet de la nutrition K sur la morphologie racinaire

En cas de stress hydrique, la plante ne modifie pas sa proportion de racines fines en fonction de l'alimentation en K



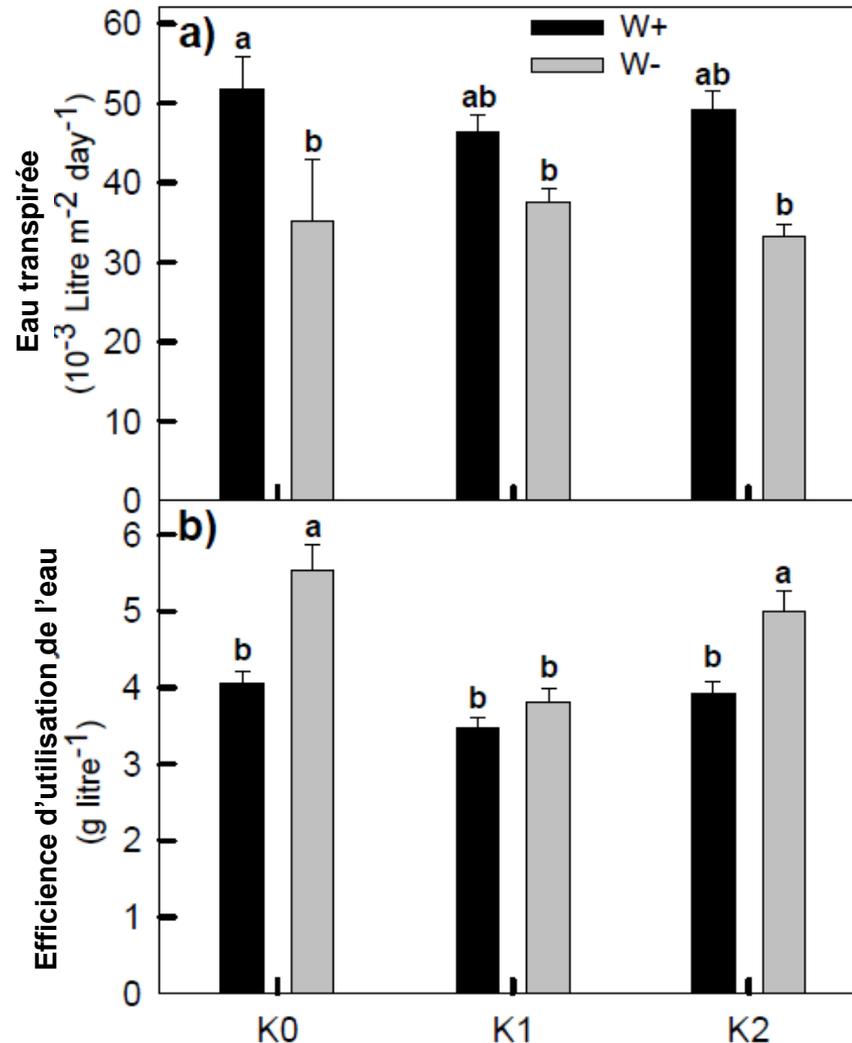
Résultats

Transpiration – WUE

Pertes en eau \equiv S² foliaires
Elles n'ont pas bénéficié d'une
meilleure régulation stomatique.

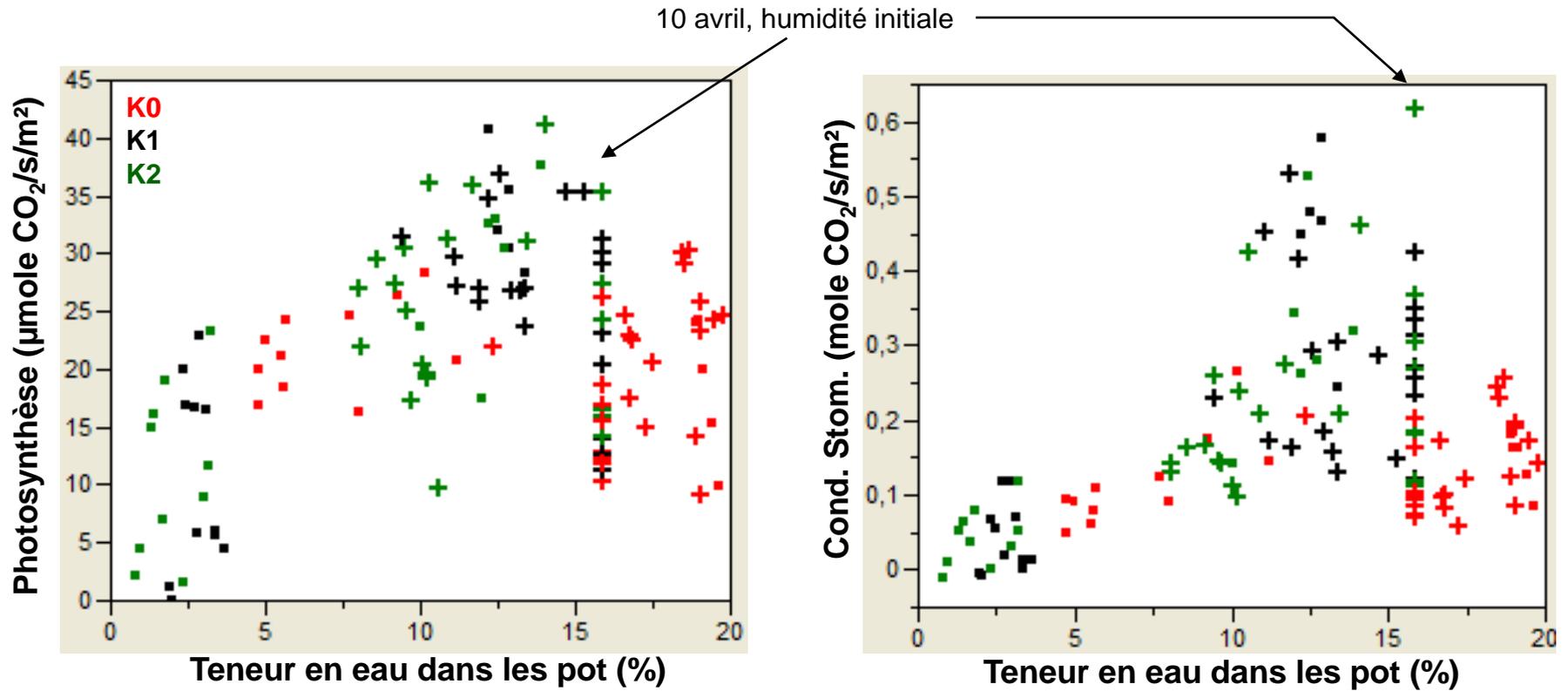
L'efficacité d'utilisation de l'eau
n'a pas bénéficié de la nutrition
K renforcée.

Biais ? ...



Résultats

Conductance stomatique - Photosynthèse



Résultats



Conductance stomatique, photosynthèse
⇒ ↑ *Contrôle de la transpiration*

X

Turgescence

⇒ ↑ *Croissance flles*

$K_0 < K_1 < K_2$

⇒ ↑ *Durée de vie flles*

$K_0 < K_1 = K_2$

Transport des sucres

⇒ ↑ *Croissance racinaire*

$K_0 < K_1 < K_2$

⇒ ↑ *racines fines*

$K_0 = K_1 = K_2$

⇒ ↑ *prélèvement d'eau*

$K_0 < K_1 < K_2$

Hazenite: a new secondary phosphorus, potassium and magnesium fertiliser

Watson C., Clemens J., Wichern F. Life Sciences Faculty, Rhine-Waal University of Applied Sciences, Kleve, Germany

«Hazenite was first identified as a biologically synthesised mineral in degraded cyanobacteria of the highly alkaline and saline Lake Mono (...).The water supplies K, Na and Mg, while membrane phospholipids are the main source of P »

L'hazenite est un minéral qu'on ne trouve qu'au Mono Lake, en Californie

Ce n'est qu'en 2008 que l'hazenite a été officiellement considérée comme un minéral à part entière. En gros ce sont des cristaux associés à des algues en décomposition, le tout bouffé par des parasites qui génèrent l'hazénite en se débarrassant de leur trop plein de phosphore. Cette description pas précise du tout vous a été offerte par ce que j'en ai compris de Wikipédia en anglais.



Description du produit



Traitement des eaux usées
d'usines fromagères

Osmose inverse
Résine échangeuse d'anions

Hazénite



Traitement des eaux usées
d'origine urbaine

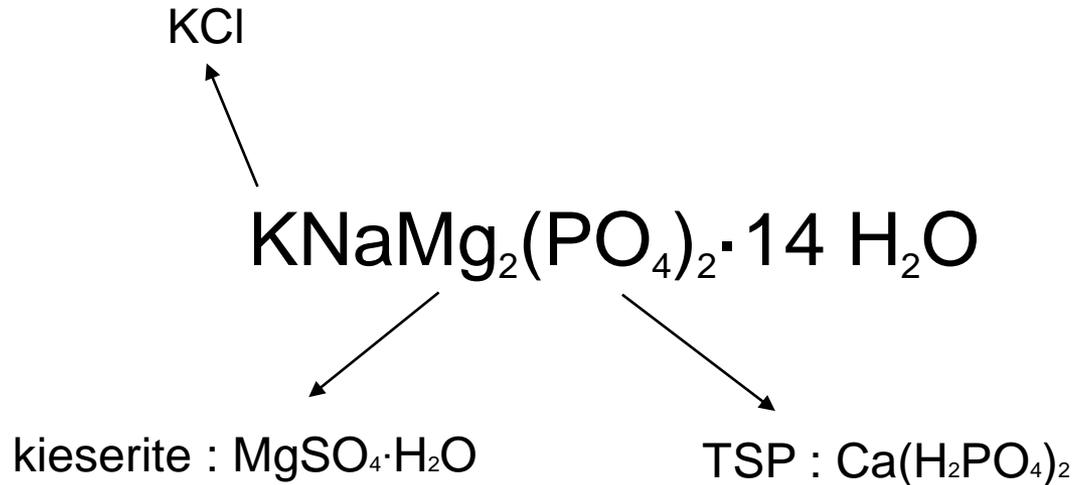
Struvite



Soluble en milieu acide
Libération lente de P
Non soluble dans l'eau

Protocole

Biotests – RGI – 2,5 mois



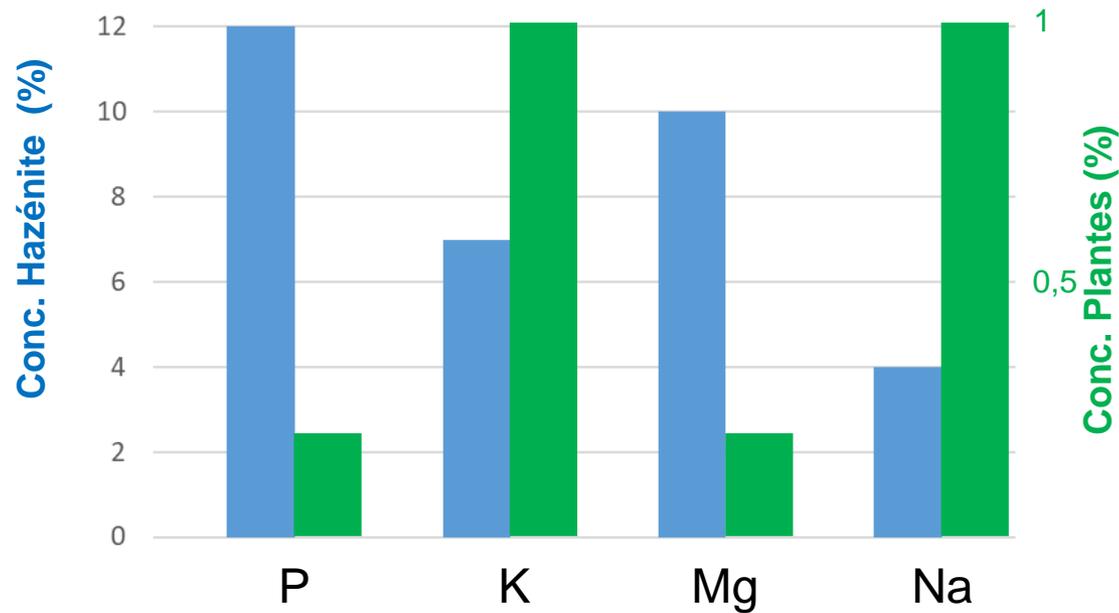
pH = 5,5
Poudre (≠ granulés)

Résultats

| | | Hazenite | Kieserite |
|----|------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Mg | Shoot weight (g) | 3.98 (0.07) ^a | 4.19 (0.09) ^a |
| | RFE (%) | 95 | 100 |
| | Mg uptake (mg) | 10.41 (0.89) ^a | 10.88 (0.89) ^a |
| | RFE (%) | 96 | 100 |
| | Root weight (g) | 5.52 (1.18) ^a | 6.28 (1.39) ^a |
| | | Hazenite | Triple superphosphate |
| P | Shoot weight (g) | 4.07 (0.09) ^a | 4.29 (0.07) ^a |
| | RFE (%) | 95 | 100 |
| | P uptake (mg) | 10.41 (0.51) ^b | < 12.72 (0.38) ^a |
| | RFE (%) | 82 | 100 |
| | Root weight (g) | 5.62 (0.90) ^a | 4.26 (0.72) ^a |
| | | Hazenite | Muriate of potash |
| K | Shoot weight (g) | 8.05 (0.90) ^a | > 6.39 (0.89) ^b |
| | RFE (%) | 126 | 100 |
| | K uptake (mg) | 479 (48) ^a | 480 (52) ^a |
| | RFE (%) | 99.7 | 100 |
| | Root weight (g) | 1.49 (0.29) ^a | 0.99 (0.23) ^a |

Discussion

Composition stœchiométrique non optimale : ajuster avec d'autres fertilisants



Discussion

Tétanie d'herbage (hypomagnésienne)
Atténuation stress (thermiques ,rayonnements)
Plantes à forts besoins (maïs, légumineuses)

Synergie P ~ Mg : Stimulation croissance racinaire
Balance cations / anions

$\text{KNaMg}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 14 \text{H}_2\text{O}$ → Diffusion lente si pH neutre

↓ risques de carences induites en Mg

Substitution partielle par Na

Plantes natrophiles (betterave sucrière, choux)

++ Plantes sensibles à excès de Cl (pommes de terres, oignons, fruitiers)

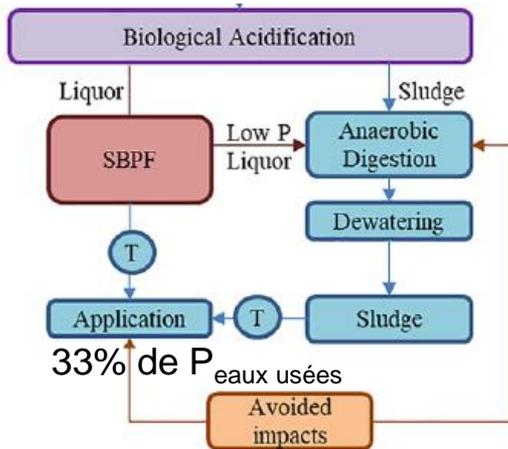
Environmental performances of production and land application of sludge-based phosphate fertilizers—a life cycle assessment case study

Pradel M., Lippi M., Daumer M.L., Aissani L., IRSTEA Clermont, Rennes, Université Bretagne Loire, Rennes

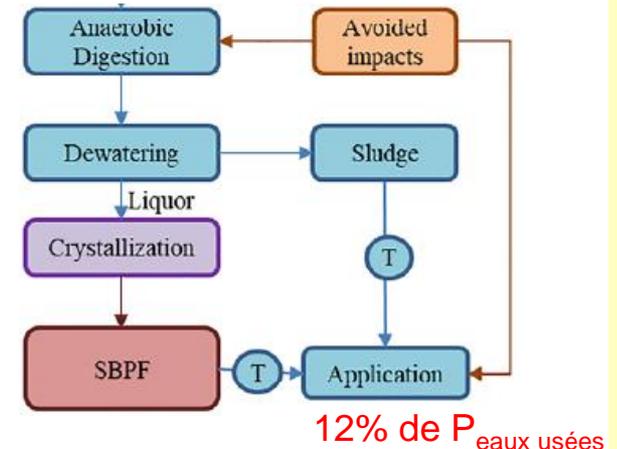


Description des produits

S1-BioAcid : acidification biologique suivie de digestion anaérobie

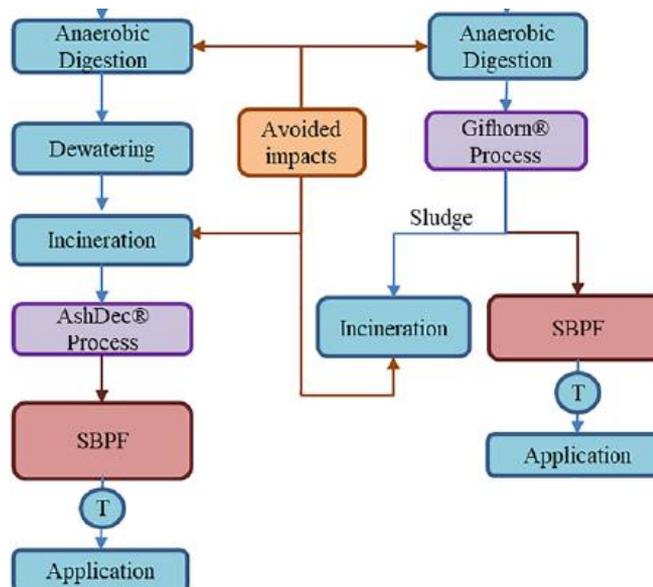


S2-Crystal : Cristallisation du P après séparation de phase et apport MgO



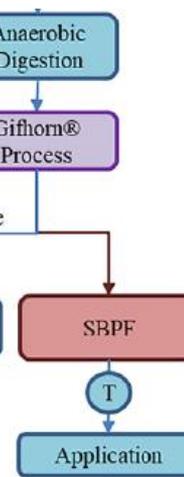
S3-AshDec : à partir de cendres

57% de P_{eaux usées}



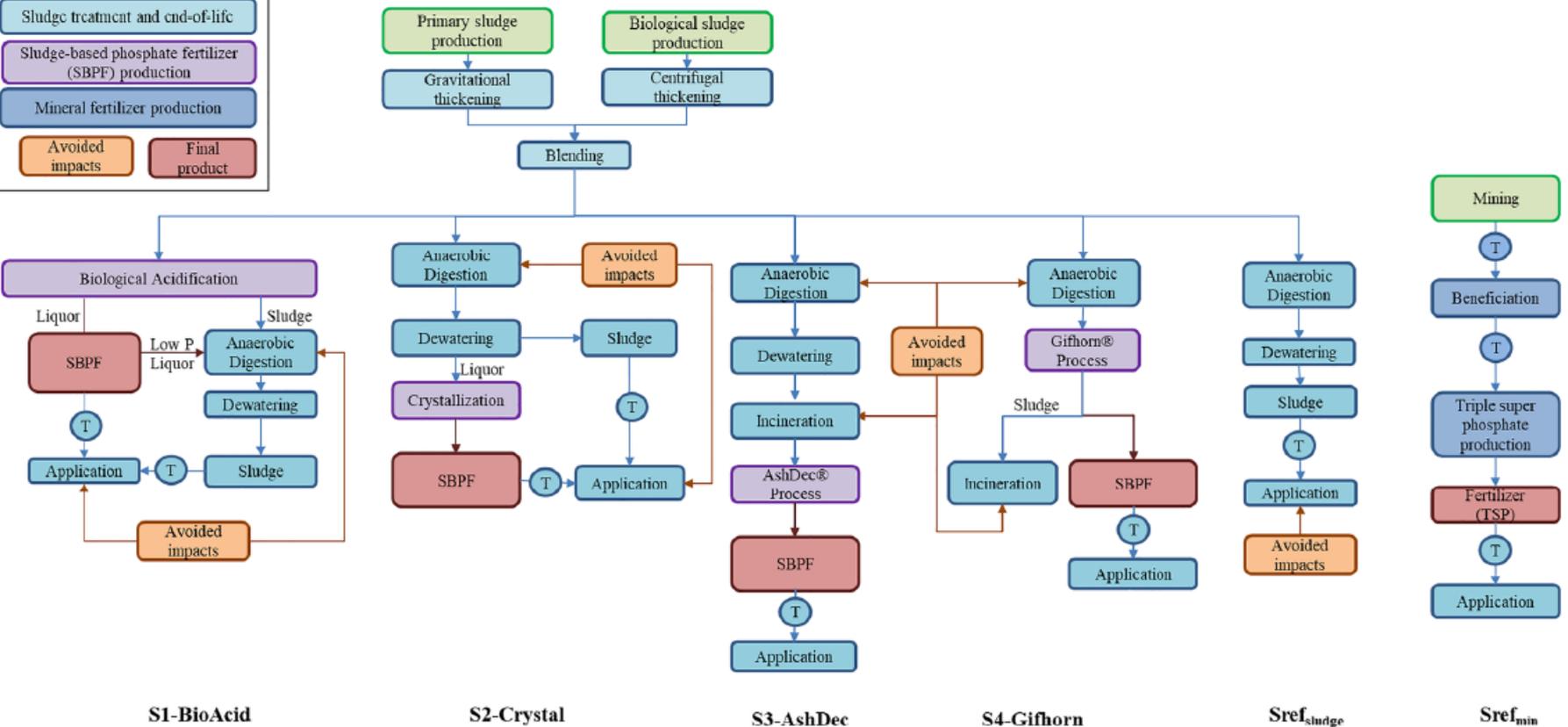
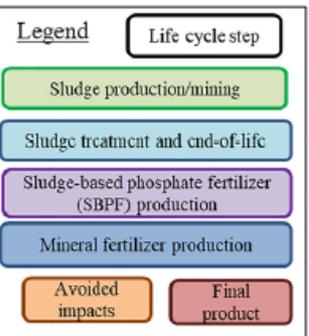
S4-Gifhorn : acidification (ac. sulf.) puis Na₂S, NaOH, Mg(OH)₂

36% de P_{eaux usées}



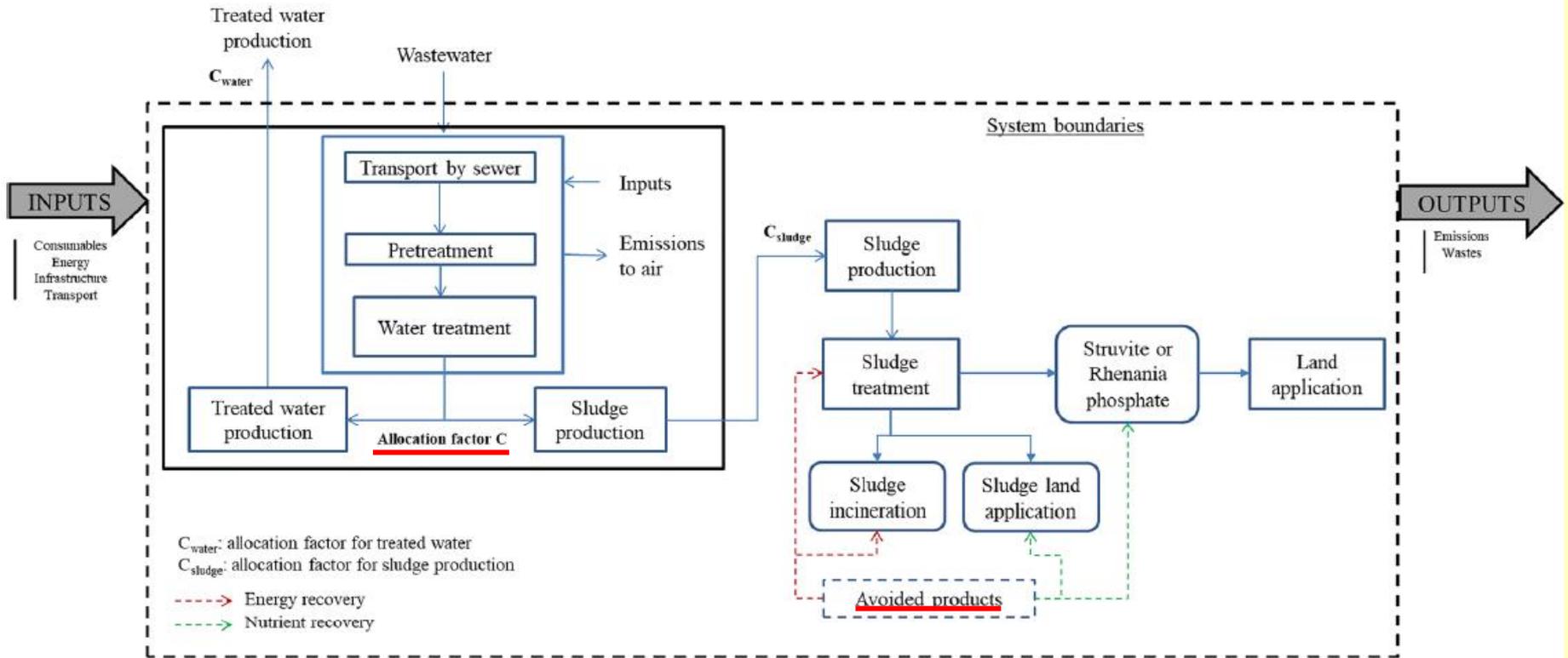
Description des produits

Etapes des cycles de vie des 4 procédés de fabrication de struvite vs témoins minéral et 100% boues.



Méthodes

Limites du système définit par l'utilisation de struvite issue de boues de STEP



Méthodes

Répartition du poids des « impacts environnementaux » entre la restauration de la qualité de l'eau (hors système) et la production des boues primaires et secondaires

| LCI data | Primary sludge (C1) | Biological sludge (C2) | Treated water |
|------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------|
| Sewer network | 0.58 | 0.18 | 0.24 |
| Pretreatment | 0.58 | 0.18 | 0.24 |
| Wastewater treatment | | | |
| Primary treatment infrastructure | 0.58 | 0.18 | 0.24 |
| Secondary treatment infrastructure | 0 | 0.42 | 0.58 |
| Electricity | 0 | 0.42 | 0.58 |
| Carbon dioxide | 0 | 0.45 | 0.55 |
| Nitrogen gas | 0 | 0.37 | 0.63 |
| Nitrous oxide | 0 | 0.37 | 0.63 |

Méthodes

11 catégories d'impacts pris en compte dans l'analyse du cycle de vie

- Mineral reserve-based resource depletion, " équivalent antimoine "
= Tx extraction annuel / réserves potentiellement extractibles (AD element),
- Fossil energy resource depletion(AD fossil),
- Acidification (Acid),
- Eutrophisation liée à N (Eutro),
- Emissions GES : émissions NH_4^+ ... (CC),
- Freshwater aquatic ecotoxicity : Cu, Ni ... (FAET),
- Marine aquatic ecotoxicity (MAET),
- Terrestrial ecotoxicity : Cr, Pb, Ni ... (TET),
- Human toxicity (HT),
- Ozone depletion (OD),
- Photochemical oxidation (POC).

Méthodes

Définition du système de culture

| Crop | Estimated yield ^a (t FM ha ⁻¹) | Dry matter (%) ^b | P ₂ O ₅ content (kg t DM ⁻¹) ^b | P content (kg t DM ⁻¹) ^c | Total P required by crops ^d (kg ha ⁻¹) |
|-------|---|-----------------------------|---|---|---|
| Colza | 3.37 | 91 | 12.5 | 5.5 | 16.9 |
| Blé | 6.88 | 85 | 6.5 | 2.8 | 16.4 |
| Orge | 6.34 | 85 | 6.5 | 2.8 | 15.1 |
| Pois | 3.95 | 86 | 8 | 3.5 | 11.9 |
| Total | | | | | 60.3 |

FM fresh matter, *DM* dry matter

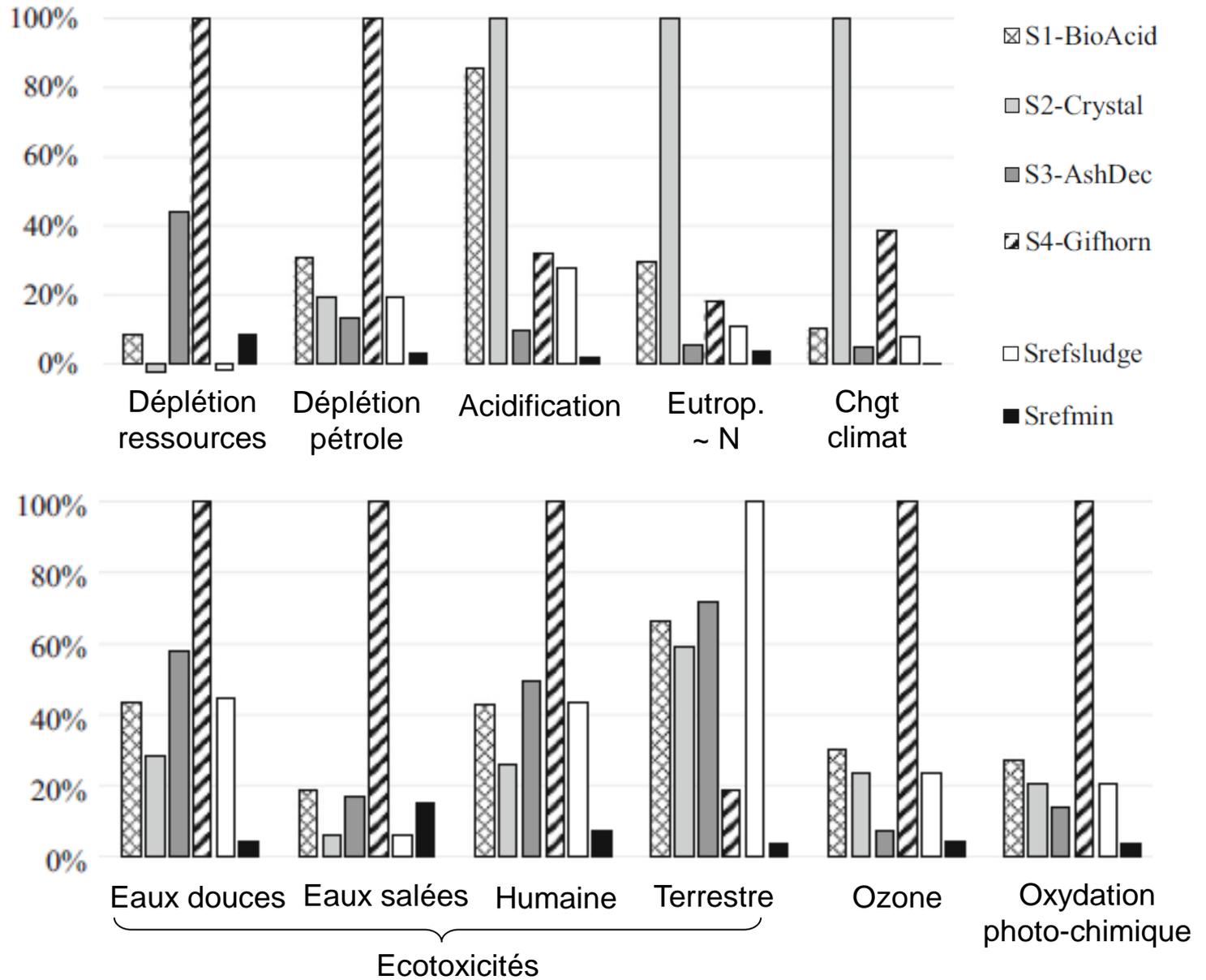
^a Mean yield calculated from French yields from 2010 to 2014 (data from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>)

^b COMIFER (2009)

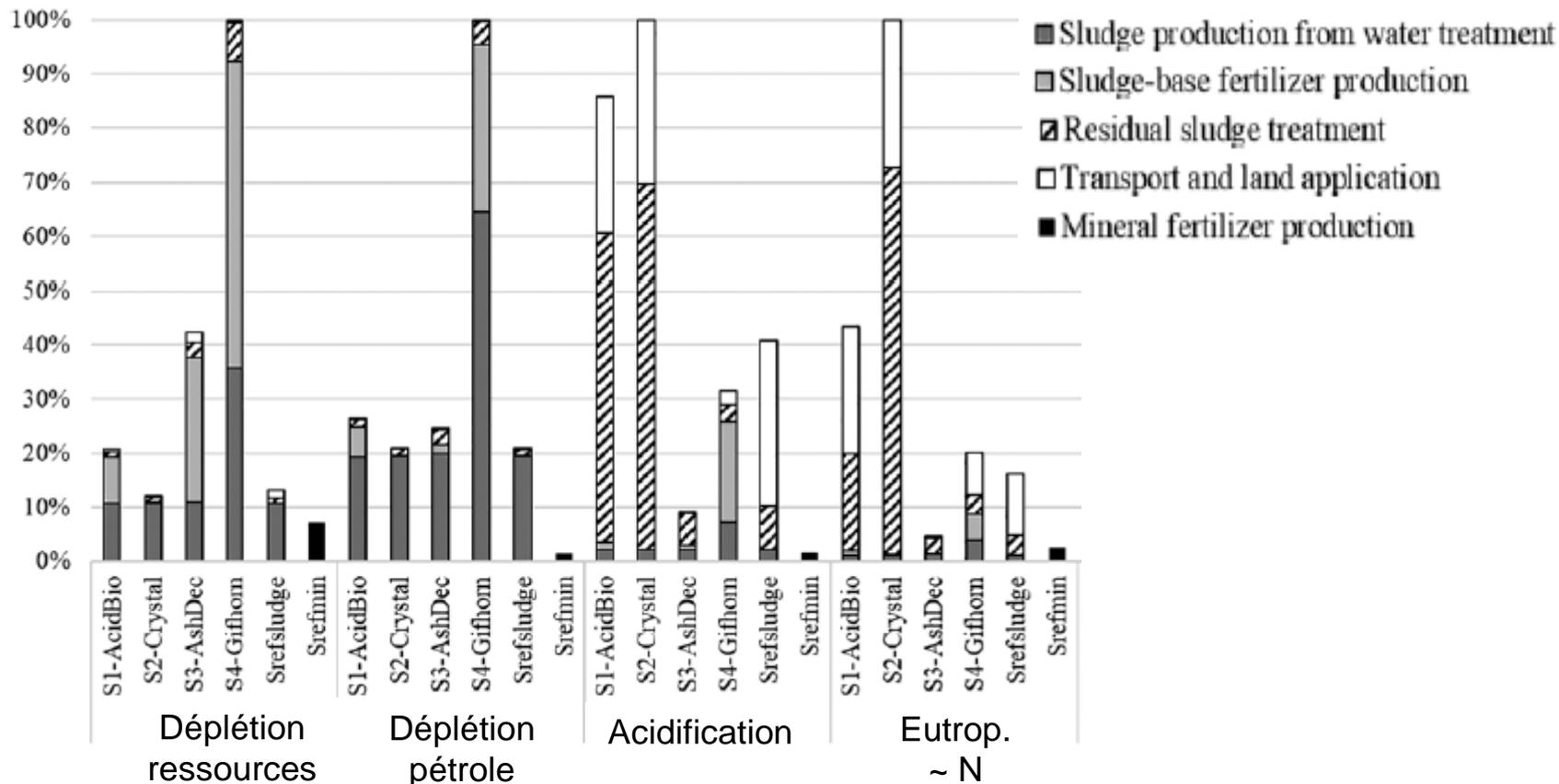
^c Derived from P₂O₅ values

^d Equals P content × DM percentage × estimated yield

Résultats



Résultats



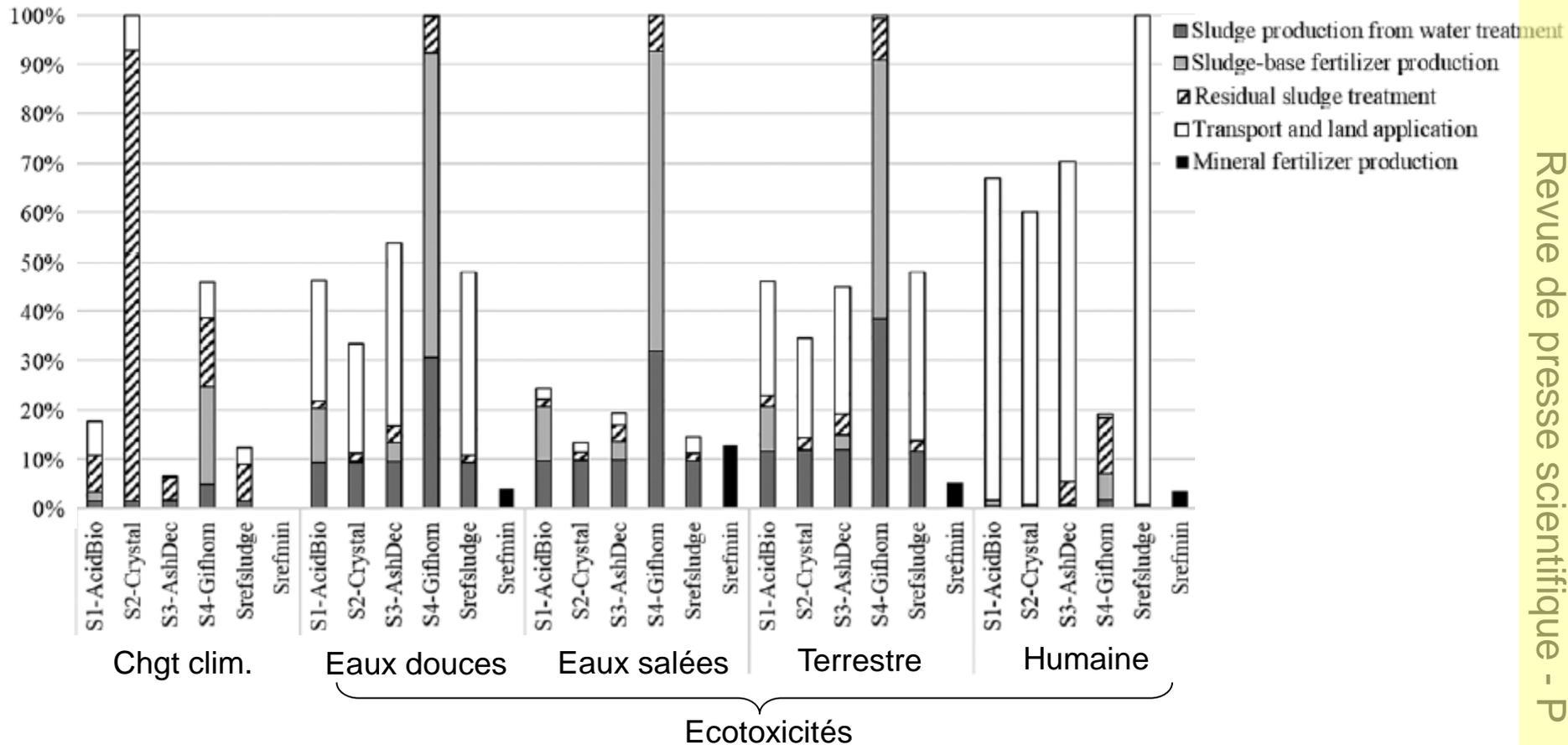
AD element : ~ sludge production from wastewater treatment and SBPF production (use of reactants)

AD fossil : ~ bitumen used to build the sewer network and sludge production from wastewater treatment

Acid : ~ NH_3 emissions during storage and application, and a higher N content in sludge and struvite

Eutro : ~ NH_3 , nitrate, and N_2O emissions during storage and application

Résultats



C.C.: ~ N₂O emissions during storage and application
 ~ fuites de biogaz pdt digestion anaérobie

Toxicité – Ecotox. : ~ presence de métaux lourds

Conclusions

Selon ACV :

Bilan médiocre des
Fertilisants P issus du
traitement des boues

Ressources chimiques et énergétiques
(électricité, gaz) utilisées pour concentrer
le P dilué dans les boues

Infrastructures

Faible efficacité de récupération du P

⇒ Replace chemical acidification with biological acidification (S1- BioAcid),
which uses organic substrates to develop acidifying bacteria

⇒ Combine several struvite precipitation processes at different steps of sludge
treatment (e.g., during anaerobic digestion, from ashes) to recover the
maximum amount of P with technologies that use as little reactant as possible

Agronomiquement :

Boues meilleures
que Struvite et TSP

Apports simultanés de N and P

Enrichissement en MO

Amélioration de la fertilité des sols

2. Point d'avancement des projets en cours

Parangonnage méthodes ferti P K N
PhosphoBio
JusteP

Comparaison des approches du raisonnement des fertilisations N-P-K auprès des pays voisins de la France

Contexte

Réglementations européennes, Green Deal

Intégration européenne des préconisations pour les bonnes pratiques agricoles ?

Enjeux

Anticiper des projets de règlement ou d'outils qui pourraient devenir d'usage obligatoire. Le risque serait grand en effet que le pari prenante du conseil agricole en France (laboratoires de service, conseiller publics ou privés) se trouvent pris au dépourvu, et fortement concurrencés par des intervenants externes

Objectifs

Pour les décideurs français → stratégique : avoir une aussi bonne vision de la situation, notamment des pays influents dans l'UE (NL, B, D ...) qui étudient périodiquement ce qui se passe hors de leurs frontières

Pour le Comifer → partager et enrichir les expériences et les référentiels, pour progresser d'abord à échelle de la France, mais aussi éviter l'isolement et s'impliquer pour faire à échelle internationale ce que le Comifer fait à échelle nationale : espace de rencontres, de confrontation des idées ...

Comparer quoi ? Pour quoi faire ?

- on compare pour **positionner nos méthodes** de raisonnement.
- on compare les **préconisations « officielles »**, faute de pouvoir comparer sur les mêmes critères les pratiques réelles (quoiqu'on cherchera aussi à collecter de l'information à ce sujet)
- on compare pour **déceler de l'innovation** au niveau des méthodes chimiques, des algorithmes, des outils de pilotage, etc ; ...
- on compare pour se **positionner nos conseils**. A conditions agricoles équivalentes, sommes-nous plus du côté de la production ou de l'environnement ? ET dans tous les cas, justifier ;
- on compare pour connaître ce qui se fait dans le but de **mieux anticiper les futures réglementations**, d'être forces de propositions. Et si possible sur nos critères...

Méthodes

Littérature scientifique, grise
Réseaux techniques (« homologues COMIFER »)
Réseaux scientifiques (European Joint Project Soil*)

*Enquête 2020 (« Stocktake study and recommendations for harmonizing methodologies for fertilization guidelines across regions »),

Etat d'avancement des travaux

| Pays à traiter | documents disponibles ? Oui/ non ? Qualité ? Intérêt ? | nécessité de compléter docs | Taleau d'analyse rempli ? (qui ?) | docs regionaux ? En faut-il , faut-il les analyser ? | personne ressource sur place identifiée ? (autre que EJP_Soil) | Personne contact EIP Soil | suite à donner , qui ? |
|-------------------|---|-----------------------------|-----------------------------------|--|--|--|---|
| Espagne | oui | oui | Marie | document par région ? oui à rechercher et analyser | | BSG sanchez.benjamin@inia.es | marie : contacter pour avoir des docs technique ferti |
| Italie | oui | non | Lionel pour PK ; Marie pour N | oui , récupérés , à analyser | | Alessandra Trinchera alessandra.trinchera@crea.gov.it | |
| Suisse | oui | oui | Marie | non | | juliane Hirte juliane.hirte@agroscope.admin.ch | Marie contacte J.Hirte pour avoir précisions |
| Allemagne | oui | ? | Lionel pour PK ; Marie pour N | ? | contact allemand de Lionel : NPK | Anna Jacobs anna.jacobs@thuene.de | Lionel reprend contact avec son correspondant |
| Luxembourg | oui | oui | Marie | | | | vérifier si besoin de compléments |
| Belgique Wallonie | oui | non | Marie | | | | |
| Belgique Flandres | oui | non | Marie | | | | |
| Royaume Uni | oui | oui | Lionel pour PK ; Marie pour N | | | Suzanne Higgins Suzanne.Higgins@afbin.gov.uk | |
| Irlande | non | oui | Pascal | | | David Wall David.Wall@teagasc.ie | Pascal contacte david wall |
| Pays-Bas | non | oui | Pascal | | | Wieke Vervuurt wieke.veruurt@wur.nl | Pascal contacte Wieke Veruurt |
| Danemark | oui | ? | Marie | | chd@geus.dk Christiana Dietzen https://agro.au.dk/en/research/research-areas/nutrients-in-wastes-and-fertilisers/ | | Marie contacter Mme dietzen |
| Portugal ? | | | | | | Raquel Mano raquel.mano@iniav.pt | on laisse pour le moment |
| Suède ? | oui | | Marie | | | | traduire doc, si on a le temps aller compléter |
| Autriche ? | | | | | | | traduire doc, si on a le temps aller compléter |

Exemple de données facilement exploitables



FEASR - Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013

MISURA 214

azione A e azione B

Allegato 1:

DISCIPLINARI DI PRODUZIONE

Parte generale

COMIFER PKMg – 18 mars 2021 – L. Jordan-Meille – Bdx Sc Agro

Diagnostics : seuils

Méthode Bray & Kurtz (sols acides)

| Phosphore (P) ppm | Approvisionnement du sol |
|-------------------|--------------------------|
| 0 - 10 | Très mauvais |
| 10 - 20 | Pauvre |
| 20 - 30 | Moyen |
| 30 - 40 | Haut |
| > Excessif | |

Méthode Olsen (sols neutres et alcalins)

| Calcaire actif < 5% P (ppm) | Calcaire actif 5% P (ppm) | Équipement au sol |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------|
| 0 - 5 | 0 - 10 | Très faible |
| 5 - 10 | 10 - 20 | Faible |
| 10 - 15 | 20 - 30 | Moyenne |
| 15 - 20 | 30 - 40 | Élevée |
| > 20 | > 40 | Excessive |

| Équipement | Capacité d'échange de cations (meq/100g) | | |
|--------------|--|--------------------------|-----------|
| | 10 | 20 | 30 |
| | | K échangeable (mg/ka) | |
| Très pauvres | 0 - 50 | 0 - 60 | 0 - 70 |
| Pauvre | 50 - 100 | 60 - 120 | 70 - 140 |
| Moyen | 100 - 150 | 120 - 180 | 140 - 210 |
| Haut | 150 - 200 | 180 - 240 | 210 - 280 |
| Excessive | > 200 | > 240 | 280 |

Conseils : bilan

Cas du P

$$Yb \text{ (prélèvement)} + P \text{ (pertes)} = Rm \text{ (Réserves)} + Cm \text{ (engrais)} + Ao \text{ (Amend Org)}$$

$$Rm = Ra - Rs$$

où : **Ra** est dans ce cas le phosphore assimilable ; **Rs** représente le seuil de suffisance pour l'élément

Les pertes de **P** sont négligeables, à l'exception de celles qui résultent des immobilisations imputées aux engrais minéraux et/ou organiques.

Nous procédons au calcul de Rm en considérant le poids d'un hectare de surface avec la formule suivante :

$$Rm = [(Ra - Rs) * Da * Pr * (1 - Fvs)] / 10$$

Rm : en kg/ha

Rs et **Ra** : en mg/kg

De : en t/m³ , densité apparente du sol sec (à titre indicatif : argileux 1,2 ; - limoneux 1,3 ; - sableux 1,4)

Fvs : fraction de volume du squelette calculée comme suit :

$$Fvs = (Sc/2,6)/(Sc/2,6 + (100-Sc)/Da)$$

Où **Sc** est le pourcentage en poids du squelette indiqué dans l'analyse du sol.

Pr : en cm, profondeur du sol affectée par la fertilisation ou le travail du sol

Une estimation des pertes de phosphore dues à l'immobilisation, se référant aux engrais minéraux et aux amendements organiques, est présentée dans le tableau suivant :

Efficacité de la ferti (%)

| | |
|---|----|
| pH < 5,5 | 50 |
| pH 5,5 - 6,2 | 60 |
| pH > 6,2 et <= 7,2 | 80 |
| pH > 7,2 avec calcaire actif entre 1-20 g/kg | 70 |
| pH > 7,2 avec calcaire actif entre 21-50 g/kg | 60 |
| pH > 7,2 avec calcaire actif > 51 g/kg | 50 |

Les apports annuels de phosphore ne doivent pas dépasser 200 kg/ha par an de P205.

Cas du K

$$Yb \text{ (prélèvement)} + P \text{ (pertes)} = Rm \text{ (Réserves)} + Cm \text{ (engrais)} + Ao \text{ (Amend Org)}$$

$$Rm = Ra - Rs$$

où : **Ra** est dans ce cas le potassium échangeable ; **Rs** représente le seuil de suffisance pour l'élément

Les pertes de potassium (**P**) (kg K₂O/ha par an) sont imputables à des phénomènes de lixiviation qui peuvent être estimés comme suit :

| Argile % | K ₂ O kg/ha an |
|----------|---------------------------|
| | < 560 |
| | 5 - 1530 |
| | 15 - 2520 |
| | > 2510 |

L'ordre des étapes de calcul est indiqué ci-dessous.

Calcul de Rm : Ra est déduit de l'analyse du sol de l'UPA considérée, Rs est estimé, sur la base de tests expérimentaux, comme suit :

$$Rs \text{ (mg/kg)} = 100 + 2,5 \text{ CEC}$$

$$\text{Exemple CEC : } 10,5 \text{ meq/100g} = 100 + 26 = 126$$

$$\text{CEC : } 22,0 \text{ meq/100g} = 100 + 55 = 155$$

Nous procédons au calcul de Rm en considérant le poids d'un hectare de surface avec la formule suivante :

$$Rm = [(Ra - Rs) * Da * Pr * (1 - Fvs)] / 10$$

Rm : en kg/ha

Rs et **Ra** : en mg/kg

De : en t/m³, densité apparente du sol sec (à titre indicatif : argileux 1,2 ; - limoneux 1,3 ; - sableux 1,4)

Fvs : fraction de volume du squelette calculée comme suit :

$$Fvs = (Sc/2.6)/(Sc/2.6 + (100-Sc)/Da)$$

Où **Sc** est le pourcentage en poids du squelette indiqué dans l'analyse du sol.

Pr : en cm, profondeur du sol affectée par la fertilisation ou le travail du sol

Les apports annuels de potassium ne doivent pas dépasser 300 kg/ha par an de K₂O.

Autres références ...

| Culture | Rendement s moyens (t*ha-1) | Rendement min-max (t*ha-1) | Unité d'enlèvement (kg*t-1 de produit) | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|------|------|
| | | | N | P205 | K2O |
| Racines de betteraves uniquement | 60 | 40 – 80 | 2 | 1.7 | 2 |
| Plante entière de betterave | | | 2.7 | 1.9 | 3 |
| Grains d'avoine | 3.5 | 3 – 5,5 | 16 | 6 | 6 |
| Avoine et paille | | | 20.3 | 8.6 | 19.7 |
| Grain de seigle | 3 | 3 – 7 | 19 | 7 | 5 |
| Grain de seigle plus paille | | | 34 | 12 | 38.3 |
| Triticale des grains | 4.5 | 3,5 – 7 | 18 | 7 | 5 |
| Triticale de céréales plus paille | | | 26.3 | 12 | 35 |
| Blé tendre en grain | 5 | 4 – 9 | 23 | 9 | 6 |
| Blé tendre en grain plus paille | | | 27.8 | 11.4 | 24.4 |
| Grain de blé dur | 6 | 3,5 – 8 | 24 | 9 | 6 |
| Blé dur en grain plus paille | | | 29 | 11.5 | 25.2 |
| Grain d'orge | 5.5 | 3,5 – 9 | 18 | 7 | 5 |
| Orge à grains plus paille | | | 22.1 | 9.5 | 21.4 |

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*

PhosphoBio

Projet CASDAR IP 1^{er} octobre 2020 – 31 mars 2024

Projets en cours

ARVALIS
Institut du végétal

INRAE
la science pour la vie, l'humain, la terre

AGIR un réseau pour l'écologie - innovations - territoires **ISPA**

urea
Agrosciences


**BORDEAUX
SCIENCES
AGRO**


**AGRICULTURES
& TERRITOIRES**
MEMBRES D'AGRICULTURE
S DE LA LOIRE


**AGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRE D'AGRICULTURE
DE RÉGION
ILE-DE-FRANCE

CREABio


La CAZOTTE
SAINT-AFFRIQUE

Chartres

La Saussaye
Lycée-CFA-CFPPA-Exploitation


**AGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRE D'AGRICULTURE
AVEYRON


**AGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRE D'AGRICULTURE
DRÔME


**Terres
Inovia**
l'agronomie en mouvement

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

BOUCLAGE
Recyclage, Fertilisation,
Impacts Environnementaux

Chef de projet : Grégory Vericel

Contact : Quentin Girard

PROJET CASDAR 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

CONTEXTE

Des bilans P déficitaires et une baisse de fertilité de plus en plus souvent observée : le Phosphore, un enjeu montant pour l'AB

- **Augmentation de surfaces AB et raréfaction des sources de P utilisables en AB** (coût élevé, évolution de la réglementation)
- Augmentation du nombre d'exploitations « autonomes » et **impasses sur les apports d'engrais PK**
- Des références utilisées pour le raisonnement de la fertilisation PK **COMIFER non adaptées** au mode de production biologique (références établies en situations de N non limitant)

Action 1 Etat des lieux

- Mise en place d'un observatoire national de 200 parcelles bio
 - = 1 analyse de terre + 1 enquête pratiques culturales par parcelle (hiver 2021/2022)
 - = Etablir un lien entre l'évolution des teneurs et les pratiques et identifier les situations à risque

Action 2 Diagnostic

- Evaluer l'effet de la teneur en P sur le rendement des cultures en AB (expérimentation sur 8 parcelles de l'Observatoire)
- Mettre au point et/ou adapter des indices de nutrition au contexte des grandes cultures AB
- Tester ces indices sur des parcelles de l'observatoire et hiérarchisation des éléments limitant la croissance

Action 3 Pronostic

- Acquérir des références Fertilisat° – Exportations adaptées à l'AB
- Evaluer l'impact des pratiques agricoles sur la disponibilité du P des sols (mobilisation d'un réseau d'essais longue durée)
- Simuler des scénarii d'expansion de l'AB sur la disponibilité du P et leurs conséquences sur la production à l'échelle de territoires (augmentation des surfaces AB, changement de réglementation)

Action 4 Valorisation

- Construction d'un calepette de bilan Fertilisation – Exportation adaptée à l'AB
- Création d'un guide de diagnostic et de pronostic de la fertilité P des sols (**tester sur l'Observatoire**)



Observatoire PhosphoBio

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
- ✓ Servir de **support pour les autres actions** du projet

Hypothèses

- H 1 : « Une **baisse globale de la fertilité P des sols** se produit en AB, aussi bien en systèmes de grandes cultures qu'en prairies permanentes »
- H 2 : « Les **parcelles anciennes** ne bénéficiant plus de l'effet des pratiques conventionnelles antérieures à leur conversion en AB ont des stocks de P plus faibles que les parcelles plus récemment converties, qui devront probablement se confronter aux mêmes difficultés dans les années à venir »
- H 3 : « C'est avant tout la présence ou non d'**apports de P exogène et les exportations qui déterminent l'évolution du statut P des sols** »
- H 4 : « Les variations du statut P des sol, sous l'effet des pratiques de fertilisation, sont également impactées par le **type de sol et, plus globalement, par le pédoclimat** »

Observatoire PhosphoBio _ Répartition des 200 parcelles

Critère 1 = Répartition des parcelles selon l'occupation du sol

- 150-160 parcelles en grandes cultures et 40-50 prairies permanentes

Critère 2 = Répartition des parcelles selon leur ancienneté de conversion en AB

- 90 parcelles récemment converties (entre 2006 et 2016) ; 90 parcelles anciennement converties (entre 1990 et 2006) ; 20 parcelles très anciennes (avant 1990)

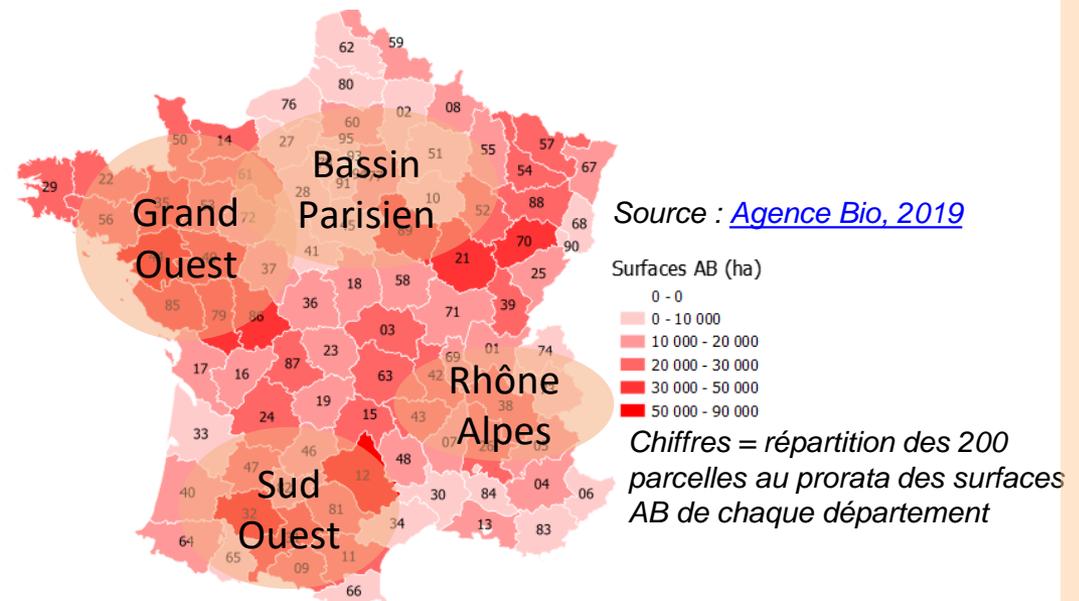
Critère 3 = Répartition des parcelles selon qu'il y ait ou non des apports de P exogène à l'EA

- le P exogène peut provenir de fertilisants importés sur l'exploitation mais aussi de pailles ou de concentrés importés et destinés à un élevage présent sur l'exploitation

Critère 4 = Répartition des parcelles par type de sol

- Sols représentatifs de chaque territoire
- Critères d'intérêt : texture, % de calcaire, pH, Hydromorphie, profondeur de sols

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



Action 2.1 : Courbes de réponse au P du rendement du blé conduit en AB

Hypothèses

- En AB, les cultures sont plus exposées à des multi-limitations (N, P, ...)
- Les seuils de teneurs du sol utilisés dans la méthode Comifer ne sont pas adaptés au contexte de l'AB
- Les seuils de teneurs varient selon les conditions pédoclimatiques du milieu, le niveau de nutrition N

Démarche

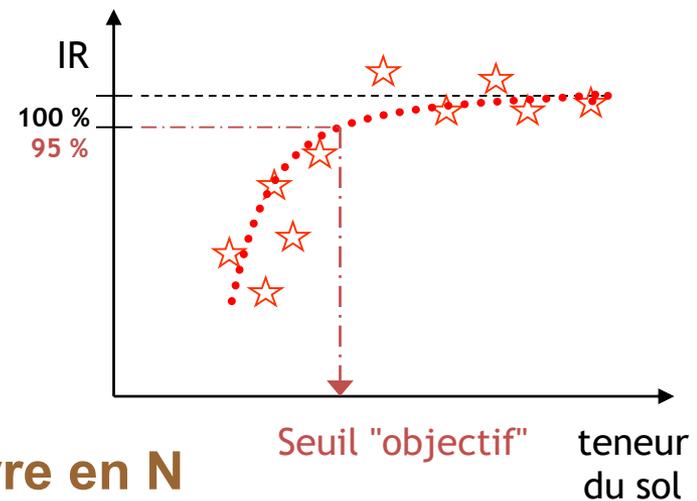
Etablir des seuils de réponse en AB et les comparer à ceux établis en agriculture conventionnelle (Grille COMIFER).

Tester si ces seuils sont dépendants du niveau de nutrition N

Espèces retenues: Maïs et Blé

Méthode

| 12 traitements | | 6 Doses de P | | | | | |
|----------------|----|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 Doses de N | 0 | Réponse à P en N limitant | | | | | |
| | +N | Réponse à P en N non limitant | | | | | |



Sélection d'un fertilisant riche en P pauvre en N

= lisier de porc déshydraté

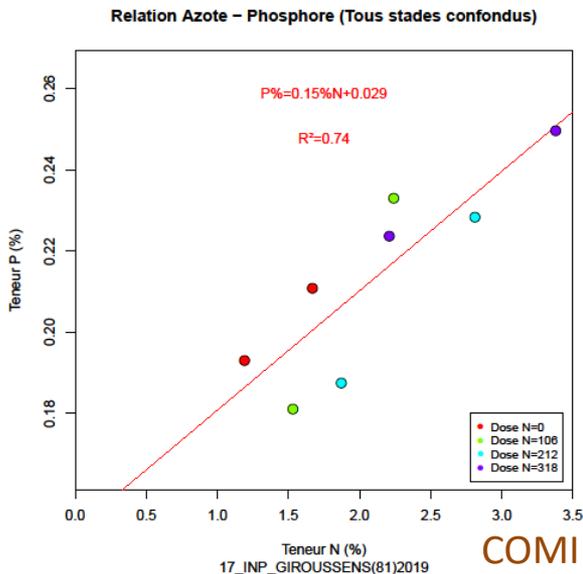
Action 2.2 : Mise au point et adaptation d'indices de nutrition au contexte des grandes cultures AB

Objectif

- Vérifier si les courbes critiques pour P servant à calculer les indices de nutrition sont extrapolables aux systèmes AB pour lesquels la nutrition azotée est souvent limitante
- Développer des références d'indices de nutrition sur légumineuse (en système conventionnel)

Démarche

- ✓ Inventaire des indices de nutrition déjà existants (Travail bibliographique)
- ✓ Valorisation des données antérieures (Dunière, La Hourre, Auzeville ?)
- ✓ Compléter par l'acquisition de nouvelles références sur soja (Auzeville) et trèfle et/ou luzerne (Arvalis)
- ✓ Pour chaque indice retenu et chaque culture, définir des seuils d'interprétation



Construction d'indices de nutrition Blé tendre (Grégory Véricel, 2019)

= calcul de la dose de P optimale pour chaque dose d'azote

$$\rightarrow \text{INP} = 100 * \%P / (0.029 + 0.15 * \%N)$$

Action 2.2 : Mise au point et adaptation d'indices de nutrition au contexte des grandes cultures AB

Acquisition de nouvelles références sur légumineuses

Soja

Objectif : Acquisition de références sur la dilution de P dans le soja - Expé essai LD INRAE Auzeville = apport de 4 niveaux de fertilisation P depuis 50 ans = gradient de disponibilité P marqué

- Utiliser ce gradient pour identifier, à une date (stade?) donné, la teneur minimum qui permet la croissance maximum
- Effectuer 5 à 8 dates de prélèvement jusqu'à la récolte

Luzerne et/ou trèfle

Objectif : Essai au champ sur 2 ans pour acquérir des références sur légumineuses fourragères

- Courbe de réponse au P (4 doses) croisée à deux niveaux de N
- Identifier, pour un niveau de nutrition azoté donné, la relation entre teneurs optimales en N et P des tissus végétaux

Tâche 2.3 : Diagnostic et hiérarchisation des éléments limitants la croissance des cultures à l'aide d'indices de nutrition

- A tester sur les parcelles de l'observatoire, en comparaison avec le diagnostic de l'analyse de terre

Action 3.1 : Acquisition de références Fertilisations – Exportation adaptées à l'AB

Résultats attendus :

- Acquisition de références pour le calcul de bilan F-E (projet de calculette)
- Comparer ces nouvelles références avec les grilles du conventionnel
- Evaluer l'impact du type de sol, et la disponibilité en N et P sur la teneur en P des organes exportés et/ou des engrais de ferme

Analyses disponibles :

- Essais longue durée AB : Dunière, Boigneville, La Saussaye, Rotaleg, La Hourre
- Essais courbes de réponse PhosphoBio
- Essais longue durée conventionnel : références Comifer 2009 + projet Juste P
- Données d'agriculteurs de l'Observatoire

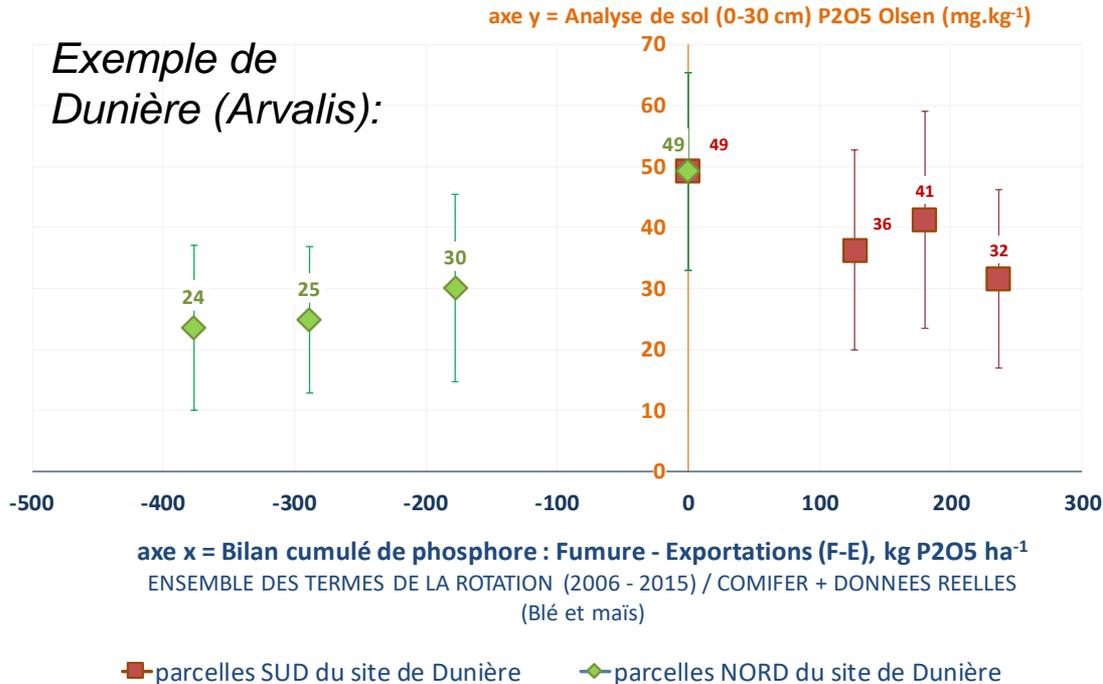
Livrables :

- BDD teneur en P des fertilisants utilisables en AB (engrais de ferme + engrais organiques du commerce)
- BDD teneur en P des organes exportés en AB

3.2 : Impact des pratiques culturelles sur le statut P des sols

1. Evaluer l'impact des bilans F-E sur l'évolution de la teneur en P des sols

Exemple de
Dunière (Arvalis):



→ $\Delta [P2O5]=f(\text{Bilan F-E})$

→ A définir par grand type de sol

2. Evaluer l'impact des couverts végétaux

Objectifs :

- Etudier la capacité de différentes espèces de couverts végétaux à extraire le P du sol, en lien avec l'offre disponible du sol (= teneur en NPK des tissus végétaux des couverts).
- Evaluer leur impact sur la disponibilité en P du sol et la nutrition P des cultures suivantes

3 essais :

- Combinaison Moutarde/Vesce implanté sur l'essai P Auzeville (= 1 seul couvert dans 4 niveaux de P)
- Essais au champ (1 Creabio + 1 CAR IDF) = 3 couverts sur 1 niveau de P

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



Merci de votre attention !



Chef de projet : Grégory Vericel

Contact : Quentin Girard

Informations concernant le projet JUSTE P (1/7)

P.Denoroy, L.Jordan, A.Mollier, C.Chesson UMR ISPA INRAE-BX.Sc.Agro
P.Tauvel –ITB- , G.Vericel –Arvalis -

Les origines et objectifs du projet (cf. Réunion gpe PKMg septembre 2020)

Depuis plusieurs années, souhait d'actualiser les paramètres du raisonnement de la fertilisation : projets proposés au CASDAR (GestAFerPK) ou France-Agri-Mer (RefDiagPK) sans succès.

Projet JUSTE_P plus court, proposé et accepté à l'appel à projet « transfert et valorisation » du Labex COTE (U.Bordeaux) en novembre 2020

Soutenu par le LABEX :
laboratoire membre : UMR INRAE-Bx.Sc.Agro ISPA

Partenaires officiels :
Arvalis ⇔ céréales
ITB ⇔ betterave sucrière
... mais beaucoup d'autres en pratique



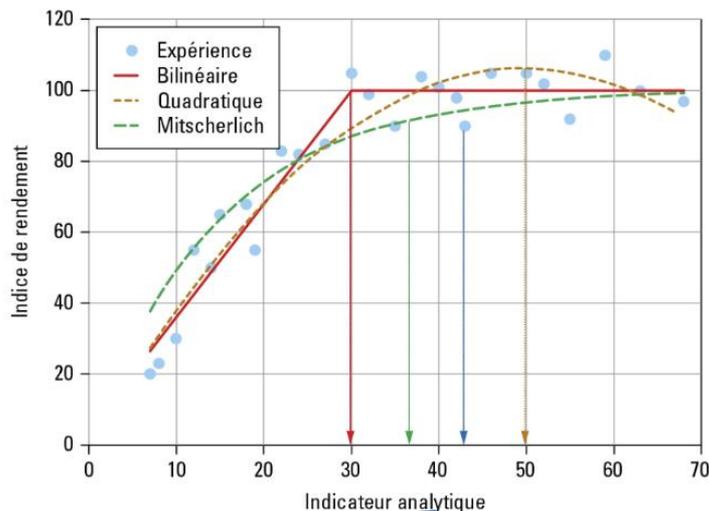
Intérêt second : fournir des éléments de comparaison au projet Phosphobio



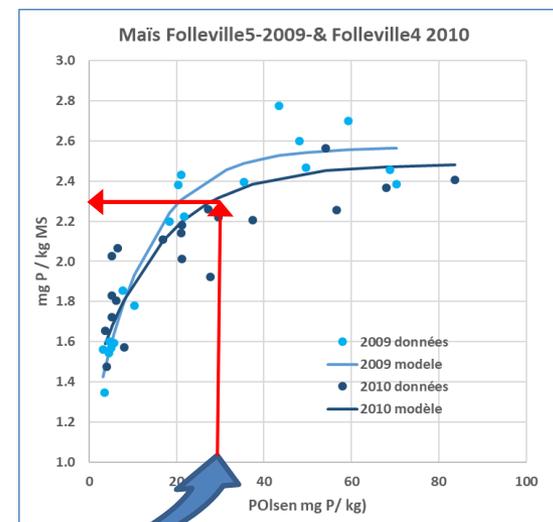
Des objectifs « modestes » :

* Révision des valeurs de seuils d'impasse (concept « international », évaluable avec de nbx jeux de données ce qui n'est pas le cas du seuil « de renforcement ») ⇔ **seuil d'intervention**

* Etude de la dépendance de la teneur du P des grains à la teneur P du sol ⇔ quelle teneur des grains si on fertilisant « au plus juste » → **bilan P et dose**



© Editions France Agricole - Guide Fertilisation Raisonnée C... 2017



Avec en priorité de valoriser les essais français existants (ou clos)

Le déroulement depuis septembre 2020 :

- Soumission et révision du projet
- Acceptation en novembre ; réunion lancement le 30/11/2020
- Démarrage lent car retard à ouverture des fonds (janvier 2021)
- Recrutement technicienne en CDD pour analyses terres & récoltes (février-avril) & réalisation d'analyses de terre par labo externe ... en cours (attente d'échantillons à venir de quelques sites)
- Lancement étude bibliographique / déterminisme teneur P des récolte (318 refs identifiées, tri en cours : 93 examinées, 48 retenues ...)
 - Collecte références biblio / essais (795 refs identifiées)
- Mise en forme des données , procédure de traitement en définition

Les jeux de données

- Essais de longue durée français, en cours ou clos
- Essais annuels récents (RIP, autres...). Conditions : avoir plusieurs niveaux d'offre P du sol, des données d'analyse de terre et de rendement ; si autre facteur potentiellement limitant : leur identification
- Essais « historiques » : rappel (cf. liste à la fin des brochures 1993)
- Ressources internationales : recherche biblio, GLTEN, ... *à plus long terme ou suivant disponibilité....*

Modalités de traitement des données

- * Rappel des principaux modèles utilisés à l'international (cf. mémoire Méliane Esmel) ; choix de tester les principaux en parallèle (le travail de M.Esmel sur 1 site particulier concluait à peu de différence entre les valeurs de seuil obtenues)
- * Question de la transcription de la procédure « historique » pour comparaison

Modalités de traitement des données

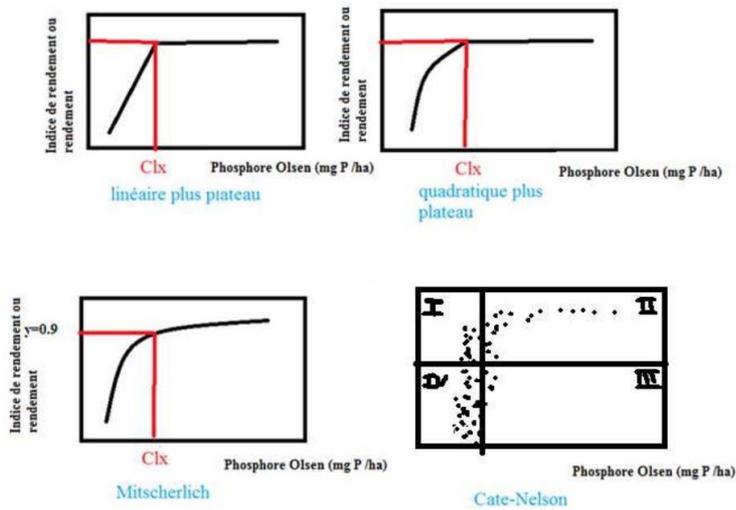


Figure 4 : Schéma des formes des courbes les plus rencontrées dans l'étude bibliographique (à l'exclusion du modèle quadratique)

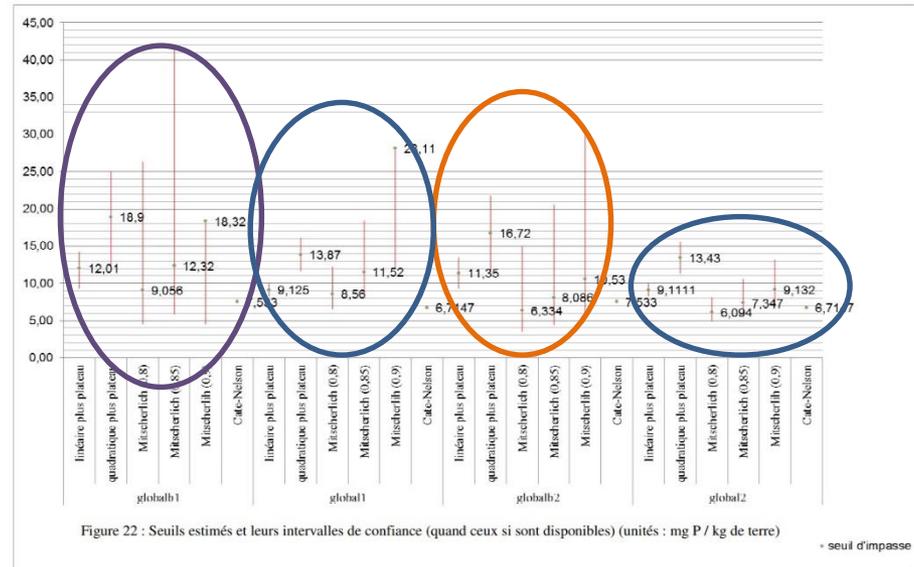


Figure 22 : Seuils estimés et leurs intervalles de confiance (quand ceux si sont disponibles) (unités : mg P / kg de terre)

(M.Esmel, 2019)

Essai de longue durée de Pierroton, mais irrigué
Importance limitée du choix du modèle ?

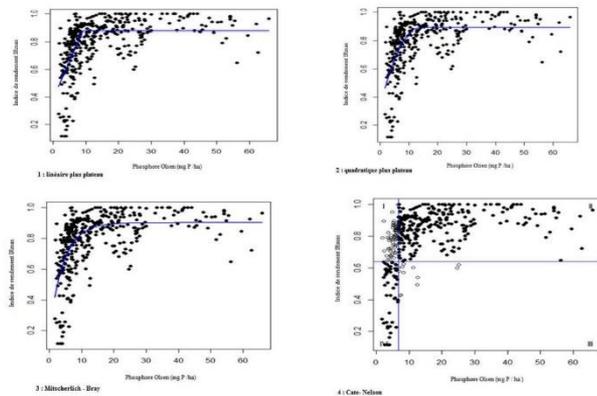


Figure 23 : Résultats des modélisations pour le jeu de données global1 qui rassemble les données brutes et interpolées de phosphore Olsen

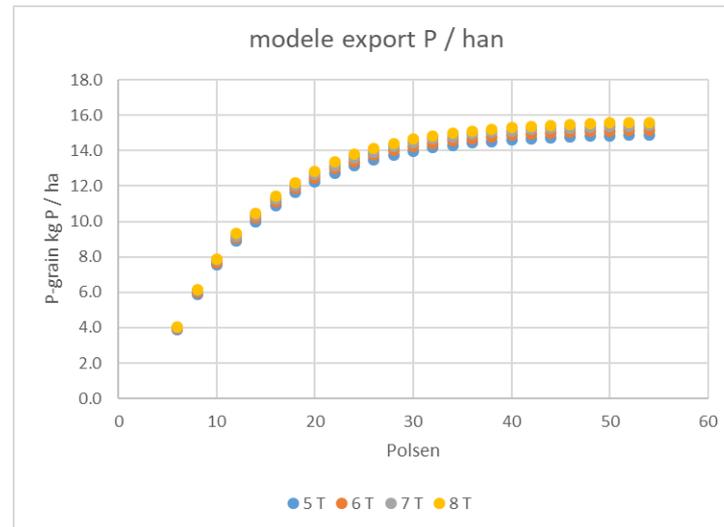
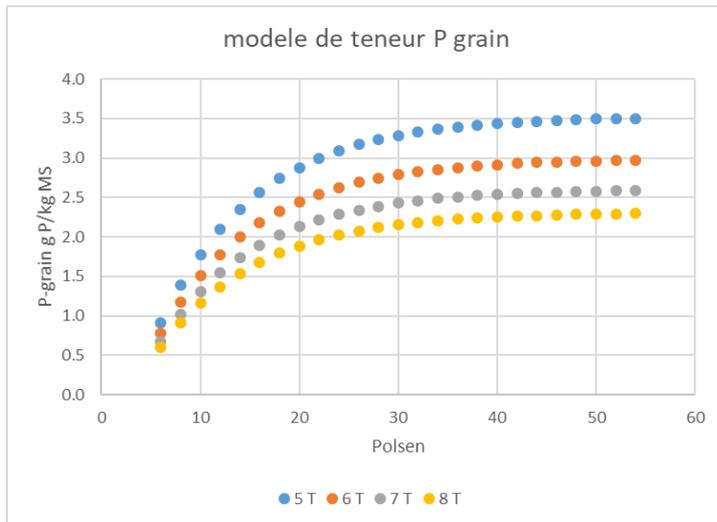
L'avancement du travail ; choix stratégiques

- * On commence par traiter le cas d'un essai pour se faire la main et mettre au point la méthode : essai de Folleville (78) : 1 site avec beaucoup de cultures et des réponses fortes, sol « moyen ». Site où on peut traiter les deux questions posées (et les mises au point méthodo) car analyses de terre, mesure de Rdt, et analyses de grains
- * Finalisation des analyses nécessaires à traiter ce site (dont analyses de grain pour validation du modèle de réponse) : en cours
- * Travail à long terme ; un point sera présenté aux Rencontres 2021 (poster) ; objectif de boucler le sujet sur un an sera sans doute impossible mais on devrait avoir pu traiter les Essais de Longue Durée français récents
- * Priorité de traiter des cas pouvant se rapproche de situations traitées par Phosphobio afin de permettre comparaison actualisée « AB / conventionnel » ⇔ suivant ce qui sera identifié par PhosphoBio

L'avancement du travail ; premiers résultats attendus pour teneur P des grains

- Pour le site de Folleville, sur quelques variétés bien identifiées de blé, orge, maïs, (pour maîtrise de possibles « effet-site » et « effet-CV »), test du modèle

Teneur grain = A * rendement^b * (1*exp(-(P_Olsen - c)/d)) ; avec b<0



Ici, b = -0.9

3. Exposé thématique

« Rôle des stratégies des plantes d'interculture dans la disponibilité du P au sein des agrosystèmes »

N. Honvault, PhD, Unilasalle, Unité de recherche Agroécologie, Hydrogéochimie, Milieux et Ressources

Voir le pdf (non inclus dans cette présentation)

4 : à propos de la grille COMIFER et des seuils ...

Etude d'une situation complexe
non résolue par la grille COMIFER

S. Sagot, LDAR

Etude d'une situation complexe pour la mise en œuvre de la grille COMIFER

- Analyse de terre réalisée en février 2021
- Agriculteur – Méthaniseur cultive des CIVE et apporte des digestats

| Campagne | Culture | Rdt prévisionnel | Produit organique apporté | Date | Qté en T/ha |
|----------|---------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------|
| 2021 | Blé | 7.5t MS | DSL : Digestat séparé liquide | <u>Fev</u> 2021 | |
| 2022 | Seigle | 30 T (<u>rdt</u> brut) | DSL | <u>Nov</u> 2021 | |
| 2022 | Mais Ensilage | 12 t MS | DSL | Juin 2022 | |

Questions

- **Problématique 1** : pour les cultures d'hiver, les analyses réalisées en hiver sont faites après les apports P et K

Apport en février pour l'azote d'un produit contenant du P et du K => doit-on considérer que c'est un complément PK pour la culture en cours ou un 1^{er} apport pour la culture suivante?

La réponse au nombre d'années sans apport est soumise à interprétation : considère-t-on le réalisé sur 2020 et 2019 ou remet-on le nombre d'années d'impasse à 0 pour la récolte à venir (2021 dans notre cas)?

K₂O
Pour toute destination des résidus du précédent

Teneur du sol
Positionner la teneur par rapport aux seuils

Nb. d'années sans apport depuis la dernière fertilisation

Teneur faible → Teneur élevée

| | Nb. d'années sans apport depuis la dernière fertilisation | Teneur du sol | | | | | | |
|---|---|---------------|------------|-------|------------|----------|----------|---|
| | | Trenf. | Timp. -10% | Timp. | Timp. +10% | 2x Timp. | 3x Timp. | |
| Cultures très exigeantes Battages surtière | 0 | 1.7 | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0 | 0 |
| | 1 an | 2.0 | 1.4 | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 0 | 0 |

Questions

► **Problématique 2** : LA CIVE d'hiver (le seigle) récolté à 30 t

Absence de base de données partagée sur les teneurs au moment de l'exportation

Rendement exprimé en brut et variabilité de la teneur en MS en fonction de la date de récolte

=> absence de conseil alors que les exportations sont non négligeables.

Doit-on l'intégrer comme une culture principale?

Doit-on envisager un supplément de fertilisation sur la culture suivante à l'image de ce qui est fait si les pailles du précédent sont exportées?

Que devient l'apport de digestat réalisé sur le CIVE?

Questions

- **Problématique 3** : Apport par produit organique faiblement dosé en P ou en K

| Nature du produit | Apport (t/ha) | Teneur (g/100g de prod. brut) | | | À déduire des conseils (kg/ha) | | |
|-------------------------|---------------|-------------------------------|------------------|-----|--------------------------------|------------------|-----|
| | | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
| Digestat séparé liquide | 20 | | | | 29 | 88 | 24 |

La prise en compte de cet apport sur 2021 insiste à considérer l'absence d'impasse pour 2022, mais est-ce justifié quand le produit est faiblement dosé?

Sur culture moy exigeante et sol peu pourvu au regard de celle-ci ($T_{\text{renf}} < T < T_{\text{imp}}$), le coefficient multipliant les exportations

entre 1 année et 0 année sans apport, le coeff pour P passe de 1.2 à 1
entre 2 années et 0 années sans apport, le coeff pour P passe de 1.7 à 1

Dans cet exemple, pour une exportation 12 t MS, la dose conseillée passe de 85 si 2 années d'impasse, à 50 si absence d'impasse. => négligeable.

Autres questions

Problématique de la dose minimale:

- Faut-il instaurer une dose minimale pour ne pas conseiller un apport de 10 unités/ha, non réalisable en pratique?

Proposition 1 : on met 0, mais alors on n'aura jamais de conseil pour certaines cultures type œillette et on entraîne un supplément de dose sur la culture suivante par le jeu des coefficients qui peut-être conséquent

Proposition 2 : on met une dose plancher correspondante à un apport réalisable avec un engrais simple

Proposition 3 : on fait varier la dose minimale en fonction de la culture

4 : à propos de la grille COMIFER et des seuils ...

Rappel sur l'adoption de nouveaux seuils
d'impasse en P sur les sols carbonatés

S. Sagot, LDAR

Phosphore Olsen en sol de craie

Réunion de travail du 19 mars 2020
Sous-groupe informel du groupe PKMg du COMIFER

- Contexte
- Origine des seuils actuels P_2O_5 Olsen
- Les données disponibles
- Travaux depuis 1993
- Décision
- Validation en essais

Contexte

- ▶ Les remontées terrain suite au passage du mode de calcul de Regifert vers la grille COMIFER et les seuils Arvalis pour Vivescia
- ▶ Les résistances historiques pour l'adoption de la mesure P Olsen en Champagne crayeuse
- ▶ Un consensus des prescripteurs exerçant sur ce périmètre

Origine des seuils proposés en 1993

Teneurs seuils en sol de craie (ppm)

Valeurs-guides proposées par le COMIFER
après examen des essais LD

| | | P205 J-H |
|----------------|-------|----------|
| | Timp | 400 |
| Cult. Forte E. | Trenf | 280 |
| | | |
| Cult. Moy. E. | Trenf | 250 |
| | Timp | 300 |
| | | |
| Cult. Faib. E. | Timp | 260 |
| | Trenf | 200 |

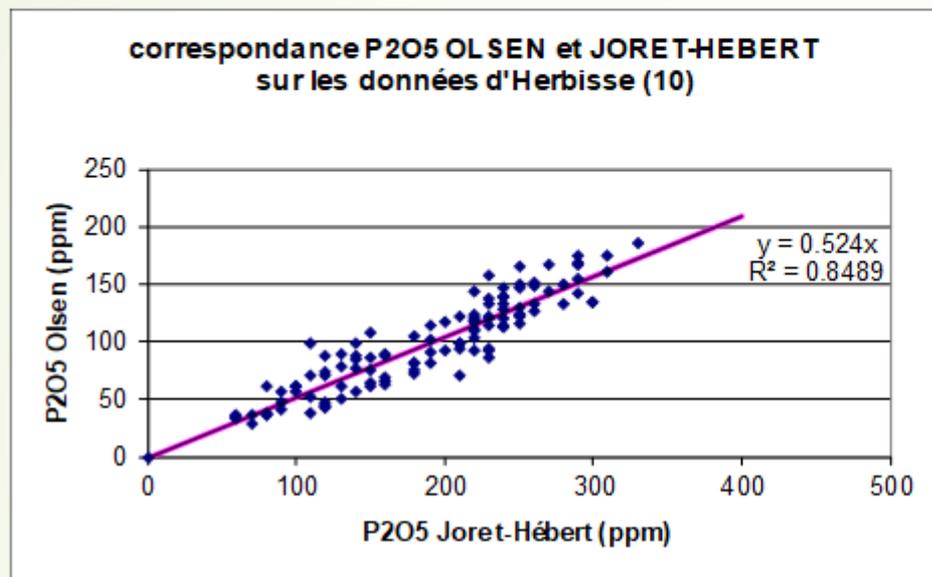
Et application d'un coefficient de passage entre P Joret-Hébert et P Olsen

Dans le début des années 1990, seuls les sols de craie étaient confrontés à l'absence de références en P Olsen sur des essais de longue durée. En sols de limons ou en sols argilo-calcaires, il existait un minimum de références à Olsen, même si elles n'étaient pas nombreuses, qui avaient permis de proposer des seuils en P Olsen.

Pour ces sols de craie, il avait alors été proposé de passer par un coefficient de passage à partir des seuils en P Joret-Hébert.

Ch LE SOUDER

Origine des seuils proposés en 1993



Teneurs seuils en sol de craie (ppm)

| | | P205 J-H | P205 Olsen | coeff |
|----------------|-------|----------|------------|-------|
| | Timp | 400 | 210 | 0.53 |
| Cult. Forte E. | Trenf | 280 | 145 | 0.52 |
| | | | | |
| Cult. Moy. E. | Trenf | 250 | 130 | 0.52 |
| | Timp | 300 | 150 | 0.50 |
| | | | | |
| Cult. Faib. E. | Timp | 260 | 135 | 0.52 |
| | Trenf | 200 | 60 | 0.30 |

RAPPORTS P₂O₅ JH/Olsen selon types de sols : Données SOUFFLET
6638 analyses de 2004 à 2009

Départements : 02-10-18-21-51-52-54-55-57-77-89

| | Nbre analyses | Teneur moy Olsen | Teneur moy JH | JH/Olsen | ET |
|---|---------------|------------------|---------------|----------|-----|
| Sables | 46 | 98 | 221 | 2.2 | 0.6 |
| Limons sableux | 313 | 84 | 149 | 1.7 | 0.5 |
| Limons | 959 | 83 | 141 | 1.7 | 0.7 |
| Limons calcaires (CaCO ₃ moy. 64 %) | 351 | 75 | 225 | 3.1 | 0.7 |
| Limons argileux | 1687 | 86 | 153 | 1.8 | 0.7 |
| Argiles | 203 | 77 | 132 | 1.7 | 0.7 |
| Argilo-calcaires ★ | 1704 | 74 | 190 | 2.6 | 0.9 |
| Craies & Graveluches | 1147 | 82 | 230 | 2.9 | 0.6 |

★ Dont 483 analyses à plus de 40% de carbonates

Travaux réalisés sur la BDAT

C.Schvartz et JL Julien, 2009

Tableau 3 : Variation de la médiane des rapports J/O (a) et D/O (b) avec le pH_{eau} et la CEC (en haut à gauche de chaque cellule est noté le nombre de résultats correspondant)

| a : J/O | pH 7,5 | | 8,0 | |
|---------|--------|------|------|------|
| CEC | 3588 | 908 | 1135 | 3,03 |
| | 1,89 | 2,28 | 2,21 | |
| 9,0 | 4093 | 1261 | 1716 | 2,69 |
| | 1,67 | 2,15 | | |
| 13,0 | 3990 | 6059 | 5671 | 2,18 |
| | 1,24 | 1,77 | | |

N. Saby et Laetitia Gouny, rapport intermédiaire « Utilisation des données de la BDAT pour étudier l'évolution spatio-temporelle des teneurs en Magnésium échangeable, Potassium échangeable et Phosphore extractible dans les sols agricoles de France métropolitaine », 2016, non publié

Tableau 6 : Variation de la médiane du rapport Joret/Olsen avec le pH et la CEC (en haut à gauche de chaque cellule est noté le nombre de résultats correspondant)

| P. Joret/P. Olsen | pH | 7,5 | 8,0 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| CEC | 16660 | 3395 | 6346 |
| | 1,82 | 2,32 | 3,41 |
| 9 | 16726 | 4696 | 8353 |
| | 1,69 | 2,04 | 3,03 |
| 13 | 13193 | 10066 | 21715 |
| | 1,30 | 1,71 | 2,49 |

Conclusion

- On applique un coefficient de passage de 3 pour les sols de craie entre P Olsen et P Joret-Hébert
- Le seuil de renforcement des cultures peu exigeantes déjà précédemment établi avec un coeff de passage entre JH et Olsen à 3, est abaissé pour rester cohérent avec les autres seuils.

| Seuils P ₂ O ₅ Olsen | | Peu exigeantes | | Moyennement exigeantes | | Exigeantes | |
|--|--------------|----------------|---------|------------------------|---------|--------------|---------|
| | | Renforcement | Impasse | Renforcement | Impasse | Renforcement | Impasse |
| CRAIE | ancienne Ref | 60 | 135 | 130 | 150 | 145 | 210 |
| | nouvelle Ref | 50 | 80 | 80 | 100 | 90 | 130 |

Conclusion

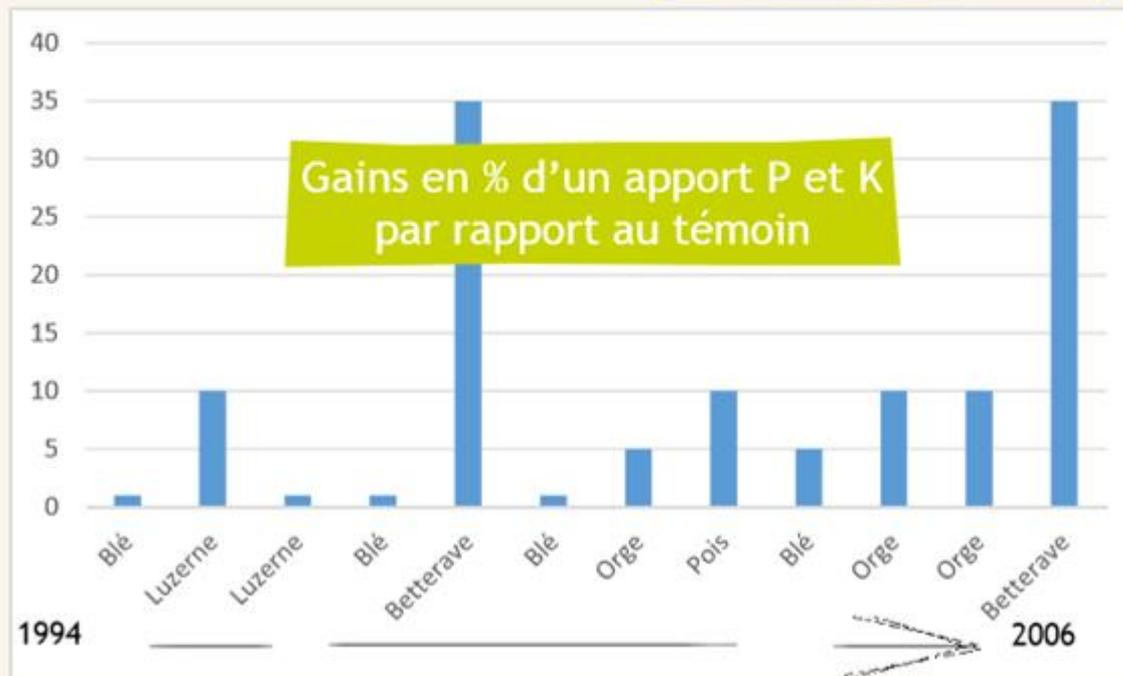
Nouveaux seuils P_2O_5 Olsen pour la région Champagne-Ardenne

| Seuils P_2O_5 Olsen | Peu exigeantes | | Moyennement exigeantes | | Exigeantes | |
|--|----------------|---------|------------------------|---------|--------------|---------|
| | Renforcement | Impasse | Renforcement | Impasse | Renforcement | Impasse |
| Limon, limon argileux, sable | 20 | 70 | 50 | 80 | 50 | 80 |
| Argilo-calcaire <u>profons</u> et superficiels | 30 | 80 | 60 | 90 | 60 | 90 |
| Craie, limon calcaire (> 40% de $CaCO_3$) | 50 | 80 | 80 | 100 | 90 | 130 |

Essai Vivescia

Aussonce Craie - Fertilisation P/K sur 12 ans

P_2O_5 80 - K_2O 320



Gains en % d'un apport P et K par rapport au témoin

A 80 ppm d'Olsen, pas d'effet fertilisation sur culture peu exigeante, peu d'effet sur moyennement exigeante et effet marqué sur culture exigeante.

Sujets à aborder lors de la prochaine réunion

Lydie Dufau (Phosagro)

Travaux de recherche sur l'**assimilabilité des ETM et les facteurs influençant** (autre pH).

Laurent Varvoux (Terrena)

Nouveautés sur fertilisation PK : OAD, **analyses de sol Infra rouge**, agriculture de précision (modulation)

P. Denoroy (INRAE)

- **Méthode de raisonnement de la fertilisation P K : comment traite-on les cas d'interprétation qui sortent les cas les plus simples ?**
- **Cinétique de mise à disposition** du P-K-Mg des effluents organiques ou autre produits de recyclage
- **les P-soil-saturation-index** : que signifient-ils, que peut-on en faire ? (inviter Remi Dupas de l'UMR SAS ?)
- (à la suite du précédent) existe-t-il des seuils d'impact environnemental (le pendant du seuil d'impasse) ? sait-on les estimer ? comment ? qu'en faire pour le conseil agricole ?
- **apport bloqué en tête de rotation** : un vieux concept, mais n'est-il pas encore pratiqué ? n'est-il pas justifié ?
- **Pertes de P** : mécanismes, conséquences et comment les éviter ?
- **Exportation de K** par les cultures : les prévoir ?
- Correspondances entre résultats de **diverses méthodes analytiques** : où en est-on ?
- gestion de PKMg en **non labour** : Y voit-on plus clair ? idem pour semis sous couvert permanent et strip-till

Vivescia va proposer un OAD pour gérer la fertilisation P après une culture intermédiaire...

Grégory VERICEL, ARVALIS

Faire un point sur l'intérêt du P mais surtout du K pour faire face aux stress climatiques notamment les coup de chaud. Engrais en plein et foliaire.

Sophie XARDEL, LORCA

Sur la base des questions Phosphore lors de la journée pH , on pourrait construire un petit topo pour rappeler ce que l'on sait des relations entre les 2.

Stéphanie SAGOT, LDAR

Interactions P et Zn

L'enquête réalisée par les étudiants sur le GREENDEAL est particulièrement intéressante pour examiner les pistes de travail et d'échanges

Philippe GERARD, Vivescia