



Présentation TIMAC AGRO

.....

Expert de la nutrition



TIMAC AGRO : un industriel français de la nutrition des plantes et des animaux

Expertise et proximité au service de la performance des filières



- ✓ 8 sites industriels en France
- ✓ 2 000 agriculteurs visités par jour
- ✓ + de 500 démonstrations, essais et suivis terrain / an et des plateformes d'essais multi-cultures/multi-régions



Centre Mondiale de l'Innovation Roullier (CMI) - SAINT-MALO



Usine du Qual Intérieur - SAINT-MALO

GAMME PRODUCTION VÉGÉTALE

GAMME PRODUCTION ANIMALE





TIMAC AGRO : une recherche et développement au service de la nutrition

Des partenariats au service de la performance



+20

**publications
scientifiques**
sur les deux dernières
années

14

Brevets déposés
ou en cours de dépôt
sur les deux dernières
années

+ de

30

contractualisations
R&D en 2023

+ de

100

Collaborations
internationales actives
sur les 3 dernières
années

80

experts reconnus,
Ph.D internationaux,
agronomes, biologistes,
chimistes,
bioinformaticiens

LABORATOIRE COMMUN



Universidad
de Navarra

INRAE





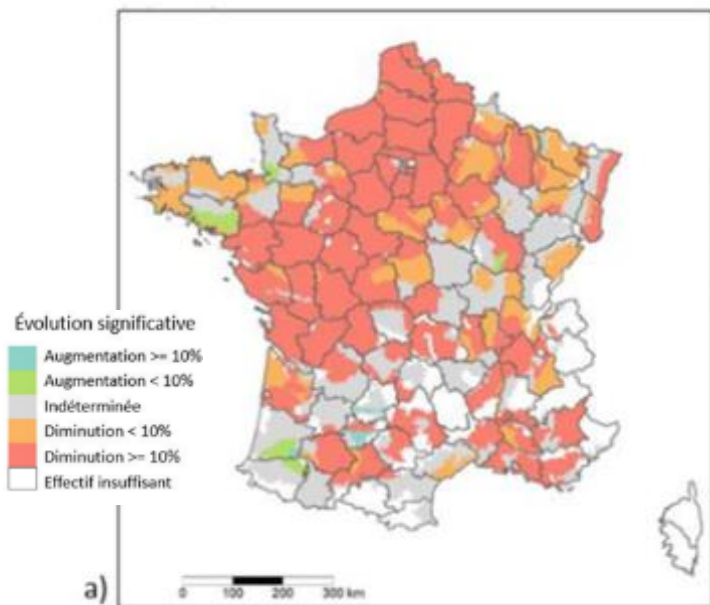
Equilibre minéral des sols

La richesse des sols en phosphore biodisponible : une vraie question !



Evolution des médianes des teneurs en P₂O₅ Olsen

(2012-2020 vs 2003-2011)

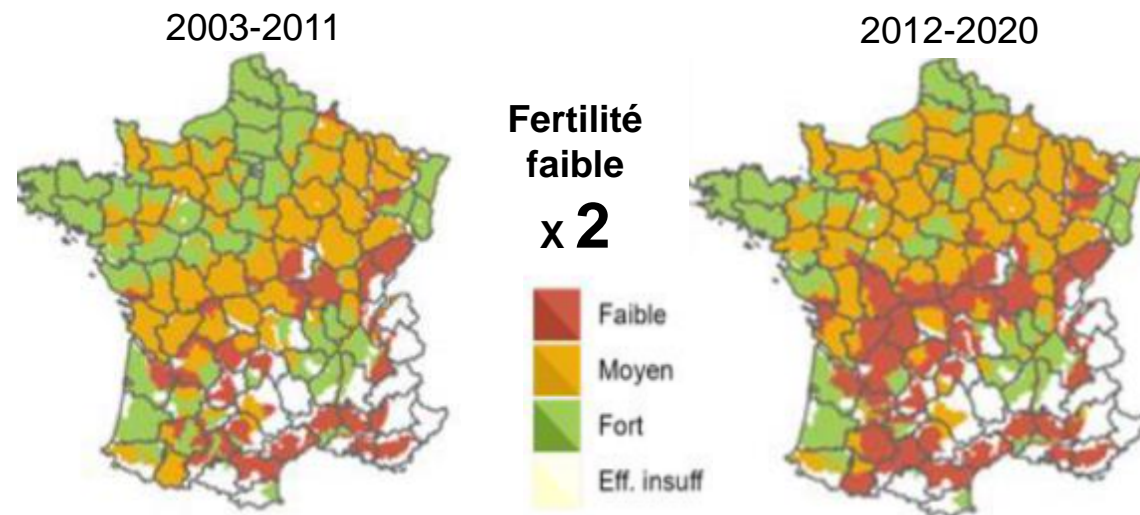


Une diminution significative des teneurs en P Olsen dans **68 %** des sols français

Entretenir le capital P et développer la capacité à le valoriser : la rhizosphère

Evolution des classes de fertilité Phosphore

(2012-2020 vs 2003-2011)



des niveaux de fertilité très hétérogènes et des niveaux très faibles sur certaines régions agricoles





La technologie TOP PHOS





Une recherche amont sur le génie moléculaire autour des acides humiques



2005

Methodological Approach to the Study of the Formation and Physicochemical Properties of Phosphate–Metal–Humic Complexes in Solution

Iñaki Guardado, Oscar Urrutia, and Jose M. Garcia-Mina

2007

Size Distribution, Complexing Capacity, and Stability of Phosphate–Metal–Humic Complexes

Iñaki Guardado, Oscar Urrutia, and Jose M. Garcia-Mina

2008

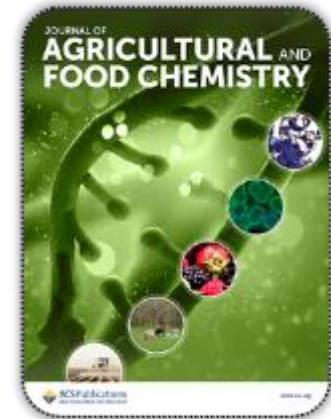
Some Structural and Electronic Features of the Interaction of Phosphate with Metal–Humic Complexes

Iñaki Guardado[†], Oscar Urrutia[‡], and Jose M. Garcia-Mina^{††‡}

2012

Theoretical chemical characterization of phosphate–metal–humic complexes and relationships with their effects on both phosphorus soil fixation and phosphorus availability for plants

Oscar Urrutia¹, Iñaki Guardado, Javier Erro, Marcos Mandado, José M García-Mina





Une recherche amont sur le génie moléculaire autour des acides humiques



Organic Complexed Superphosphates (CSP): Physicochemical Characterization and Agronomical Properties

Javier Erro,[†] Oscar Urrutia,[§] Roberto Baigorri,[§] Pedro Aparicio-Tejo,[#] Ignacio Irigoyen,[#] Francesco Torino,[#] Marcos Mandado,[⊗] Jean Claude Yvin,[§] and Jose M. Garcia-Mina^{*,†,§}

[†]Department of Chemistry and Soil Chemistry, University of Navarra, 31080 Pamplona, Spain

[§]R&D TAI Roullier Group, Poligono Arazuri-Orkoien, 31160 Orkoien, Spain

[#]Department of Agriculture and Plant Physiology, Public University of Navarra, 31006 Pamplona, Spain

[⊗]Department of Physical Chemistry, University of Vigo, 36200 Vigo, Spain

ABSTRACT: A new type of superphosphate (organic complexed superphosphate (CSP)) has been developed by the introduction of organic chelating agents, preferably a humic acid (HA), into the chemical reaction of single superphosphate (SSP) production. This modification yielded a product containing monocalcium phosphate complexed by the chelating organic agent through Ca bridges. Theoretically, the presence of these monocalcium–phosphate–humic complexes (MPHC) inhibits phosphate fixation in soil, thus increasing P fertilizer efficiency. This study investigated the structural and functional features of CSP fertilizers produced employing diverse HA with different structural features. To this end were used complementary analytical techniques: solid-phase ³¹P NMR, ¹³C NMR, laser-confocal microscopy, X-ray diffraction, and molecular modeling. Finally, the agronomical efficiency of four CSP have been compared with that of SSP as P sources for wheat plants grown in both alkaline and acidic soils in greenhouse pot trials under controlled conditions. The results obtained from the diverse analytical studies showed the formation of MPHC in CSP. Plant–soil studies showed that CSP products were more efficient than SSP in providing available phosphate for wheat plants cultivated in various soils with different physicochemical features. This fact is probably associated with the ability of CSP complexes to inhibit phosphate fixation in soil.

KEYWORDS: organic complexed superphosphate (CSP), monocalcium–phosphate–humic complexes, wheat, phosphate fixation

Table 3. Shoot Phosphorus Concentration of Wheat Plants Cultivated in Different Soils at Harvest^a

	P concentration in wheat shoots ($\mu\text{g P/g dry shoot}$)		
	alkaline soil	acid soil with low organic matter	acid soil with high organic matter
control	1155 b	852 b	1203 b
SSP	1279 b	1004 b	1249 b
CSP1	1423 a	1433 a	1474 a
CSP2	1341 ab	1389 a	1389 ab
CSP3	1422 a	1383 a	1480 a
CSP4	1240 b	1480 a	1337 ab

^aDifferent letters correspond to a significant difference for $p < 0.05$ in the posthoc Fisher test for statistical analysis of intermean significant differences.



TOP PHOS

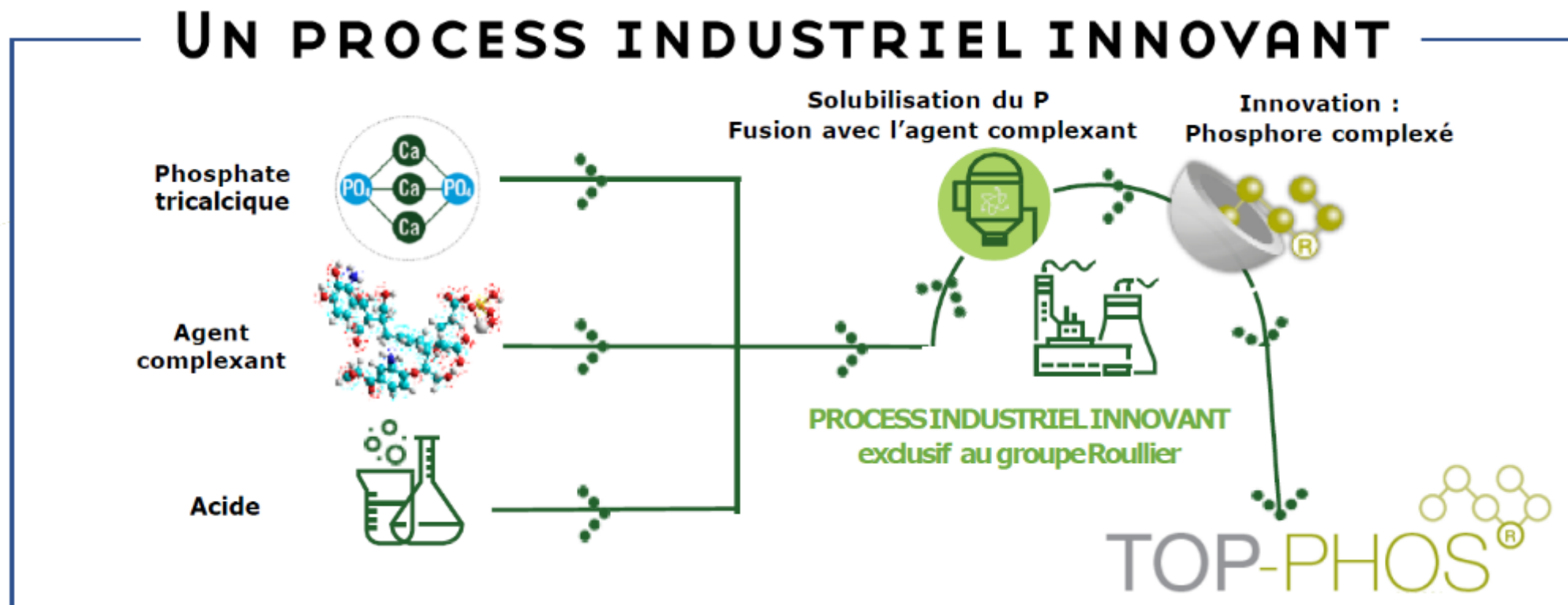
Une nouvelle matière première fertilisante phosphatée



TOP-PHOS



TOP-PHOS



▶ Brevet Mondial WO 2011080496

▶ Enregistrement REACH spécifique EC 938-989-4



TOP PHOS

Une Matière première Homologuée par l'ANSES



TOP-PHOS



PHOSPHORE COMPLEXÉ BIODISPONIBLE

AMM 1170710

- ✓ Amélioration de l'efficacité de la fertilisation phosphatée
- ✓ Augmentation de la nutrition phosphatée et soufrée des plantes
- ✓ Amélioration de la croissance des cultures



TOP PHOS

Une capacité à maintenir le phosphore biodisponible en situation rétrogradantes



Research Article



Received: 30 May 2011

Revised: 3 February 2012

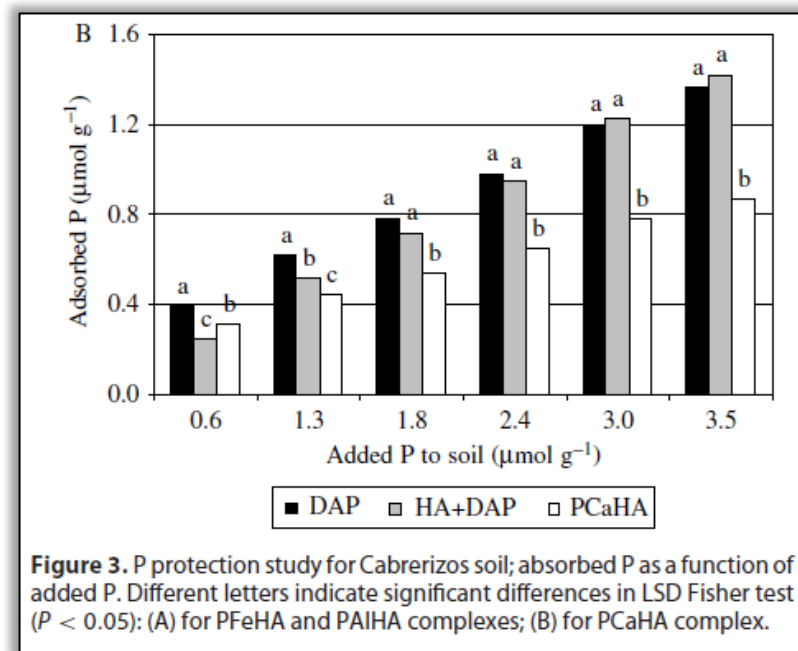
Accepted: 7 May 2012

Published online in Wiley Online Library: 27 June 2012

(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jsfa.5756

Theoretical chemical characterization of phosphate-metal – humic complexes and relationships with their effects on both phosphorus soil fixation and phosphorus availability for plants

Oscar Urrutia,^{a*} Iñaki Guardado,^b Javier Erro,^a Marcos Mandado^c and José M García-Mina^{a,b}





TOP PHOS

Une capacité à maintenir le phosphore biodisponible en situation rétrogradantes

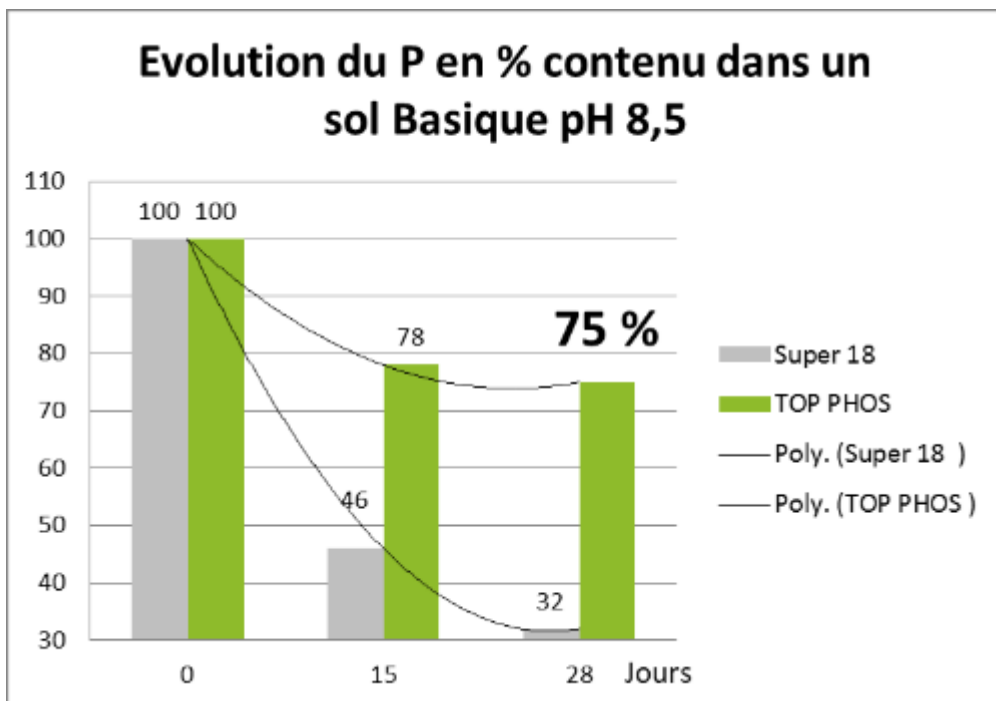


P-insolubilization Soil samples (100 g dry weight (dw)) were pre-incubated under the conditions of temperature and humidity described above, and treated as CSP1_{medium}, CSP2_{medium}, and SP_{medium}. The samples were incubated in a growth chamber in the dark, at 25 °C and at 50 % of WHC, for 28 days. At 0, 1, 3, 5, 7, 14, 21, and 28 days, three soil samples for each treatment were analyzed for the available P measured with the Olsen method (Olsen and Sommers 1982). Another sample for each treatment was checked periodically for moisture content by gravimetric determination at 105 °C. The results are expressed as mg Olsen P kg⁻¹. All the measurements were replicated three times.

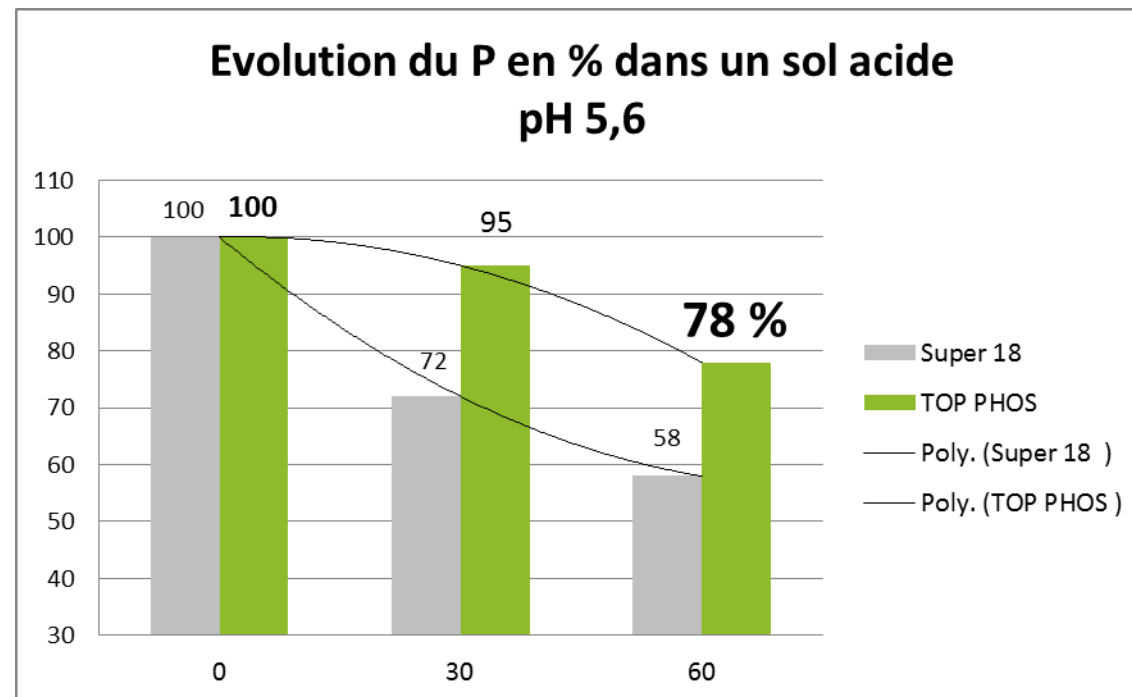


TOP PHOS

Une capacité à maintenir le phosphore biodisponible en situation rétrogradantes



C. Giovannini & al, 2012; Université de Bologna and CIPAV.



INSTITUT AGRONOMIQUE /FUNDAG /TIMAC; Heitor Cantarella, IAC , Brazil; *formes disponibles en fonction des applications d'engrais phosphatés*



TOP PHOS

Une limitation des blocages permettant une meilleur diffusion du phosphore



Published August 25, 2014

Soil Fertility & Plant Nutrition

Phosphorus Diffusion from Fertilizer: Visualization, Chemical Measurements, and Modeling

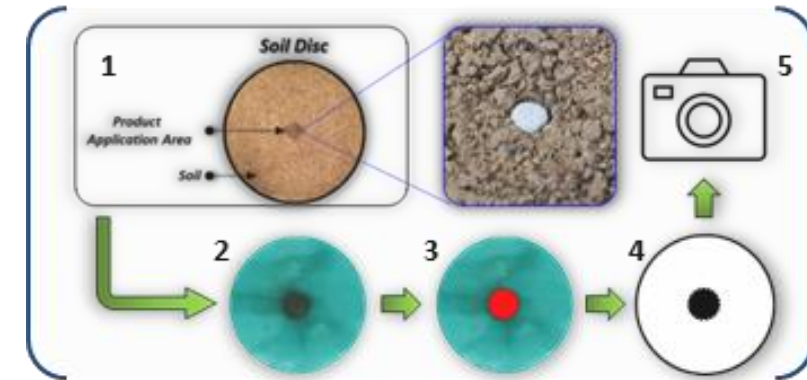
Fien Degryse*

Adelaide Univ. Fertiliser Tech. Res. Centre
Soil Science Group
School of Agriculture, Food and Wine
The Univ. of Adelaide
PMB1
Waite Campus
Glen Osmond
SA 5064
Australia

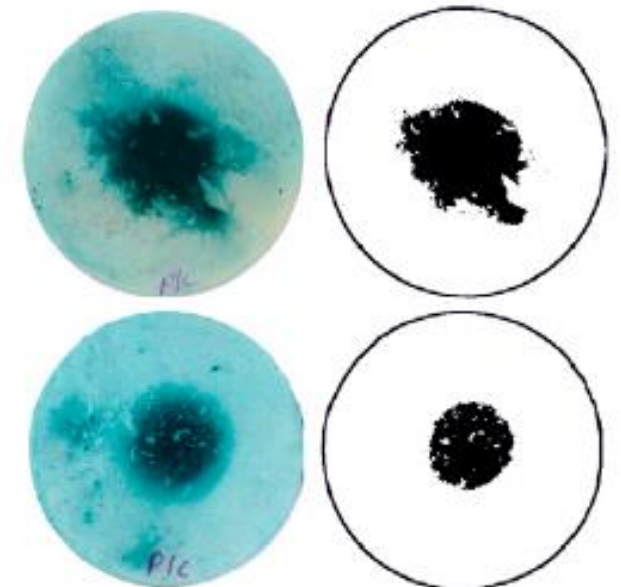
Mike J. McLaughlin

Adelaide Univ. Fertiliser Tech. Res. Centre
Soil Science Group
School of Agriculture, Food and Wine
The Univ. of Adelaide
PMB1
Waite Campus
Glen Osmond
SA 5064
Australia

Phosphorus (P) applied to soil as fertilizer moves away from the point of application mainly through diffusion. Sorption and precipitation reactions may reduce its mobility and availability to plants. Here, we developed a method to visualize diffusion of P from fertilizer in a simple and nondestructive way. A fertilizer granule is added in the center of a soil-filled Petri dish. After a given incubation time, a filter paper impregnated with Fe oxide acting as a P sink is placed on the soil surface. The P captured on the filter paper is visualized using a modified malachite green method, which creates a mirror image of the diffusion zone. The paper is scanned and analyzed using imaging software to quantify the extent and intensity of the diffusion zone. This method was applied to a range of fertilizer formulations in soils with contrasting properties. The extent of diffusion was also assessed through concentric sampling and chemical analysis of soil sections. The measured diffusion was compared with predictions of a numerical diffusion model. The method demonstrated the effects of soil properties and fertilizer formulation on P diffusion. The extent of diffusion strongly depended on soil properties, with least diffusion in soils rich in amorphous oxides and in calcareous soils. Results of the visualization method were in good agreement with chemical analyses and modeling results. This method allows easy comparison of fertilizer sources and enables a better understanding of the physicochemical processes affecting fertilizer P behavior at the soil-fertilizer interface.



(C)





TOP PHOS

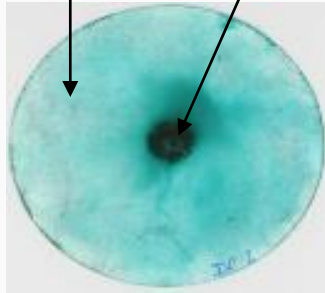
Une limitation des blocages permettant une meilleur diffusion du phosphore



Test de diffusion

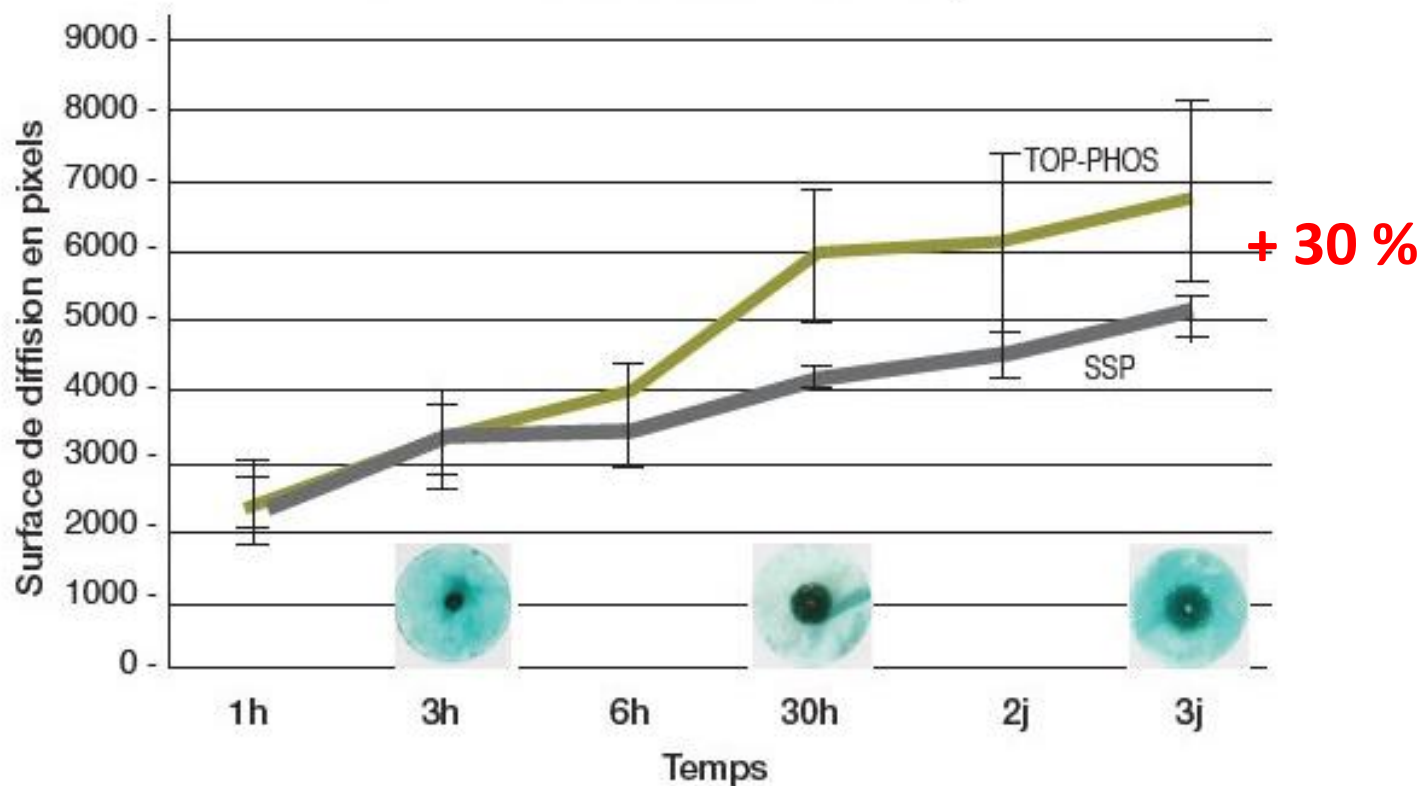
Méthodologie CMI

Colorant révélateur Migration ou Diffusion P



Application d'un colorant révélateur sur des filtres pour visualiser la diffusion/migration du P d'un granulé sur 3 jours

Diffusion du P dans le sol en fonction du temps





TOP PHOS

Une capacité à mieux nourrir le blé



Effets d'un nouvel engrais phosphaté sur la nutrition et le rendement du blé

Aurélien Roger^{1,2}, Sylvain Pluchon², Jean-Claude Yvin², Mohammed Benbrahim³, Laurent Kremer³ et Sokrat Sinaj¹

¹Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, 1260 Nyon, Suisse

²Groupe ROUILLE – Centre Mondial d'Innovation, 35800 Dinard, France

³RITTIMO Agroenvironnement, ZA Biopôle, 68000 Colmar, France

Renseignements: Sokrat Sinaj, e-mail: sokrat.sinaj@agroscope.admin.ch

Tableau 1 | Effet de la forme de l'engrais phosphaté (dose 50 kg P₂O₅/ha) sur la morphologie du système racinaire du blé au stade BBCH 47 (le procédé contrôle sert de référence)

Caractéristiques des racines	SSP	SSP-TIM	ANOVA
	%		
Longueur totale des racines (mm)	-19	0	ns
Longueur des racines de diamètre 1 à 1,5 mm	-31	27	p<0,05
Volume racinaire total (mm ³)	-3	55	ns
Nombre total de pointes de racines	-6	10	ns

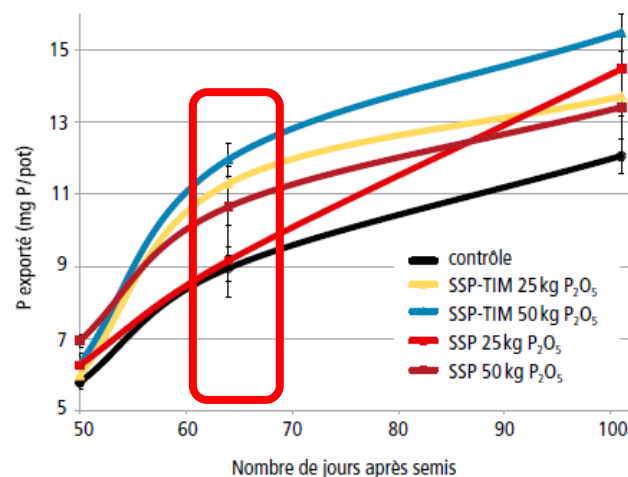


Figure 1 | Dynamique d'absorption du P par le blé en fonction des doses et des formes d'engrais apportées (essai Changins, moyennes avec erreur standard).

Sol argileux pH neutre (7,23) mais avec un fort pouvoir fixateur du P₂O₅

Tableau 8 : Statut du P dans le sol de départ

Variables P	P-tot	P-org	P-AAE	P-Olsen	E _{1min}	C _p
Unité			mg/kg			mg/l
	1016	405	71.52	37.50	13.41	0.23

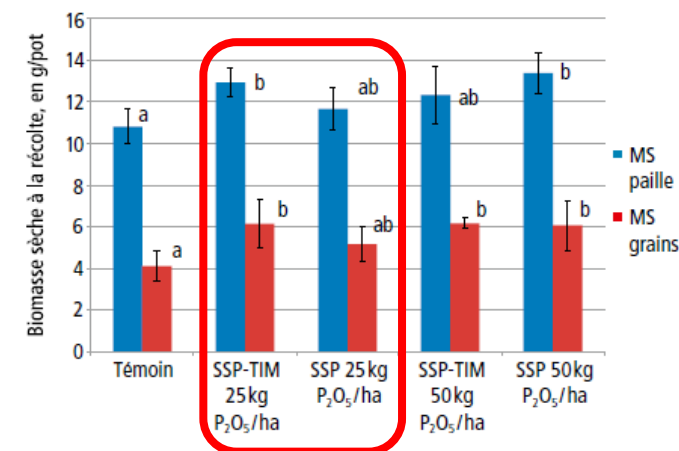


Figure 3 | Effets des différents procédés sur la biomasse du blé à la récolte, cultivé sur sol neutre (essai Changins, moyennes avec erreur standard).

- Effet significatif sur la dynamique de nutrition du blé
- Effet significatif sur les biomasses intermédiaires
- Effet significatif sur la croissance racinaire
- Pas de différence significative de rendement
- Effet plus significatif sur les doses réduites de P

TOP-PHOS



TOP PHOS

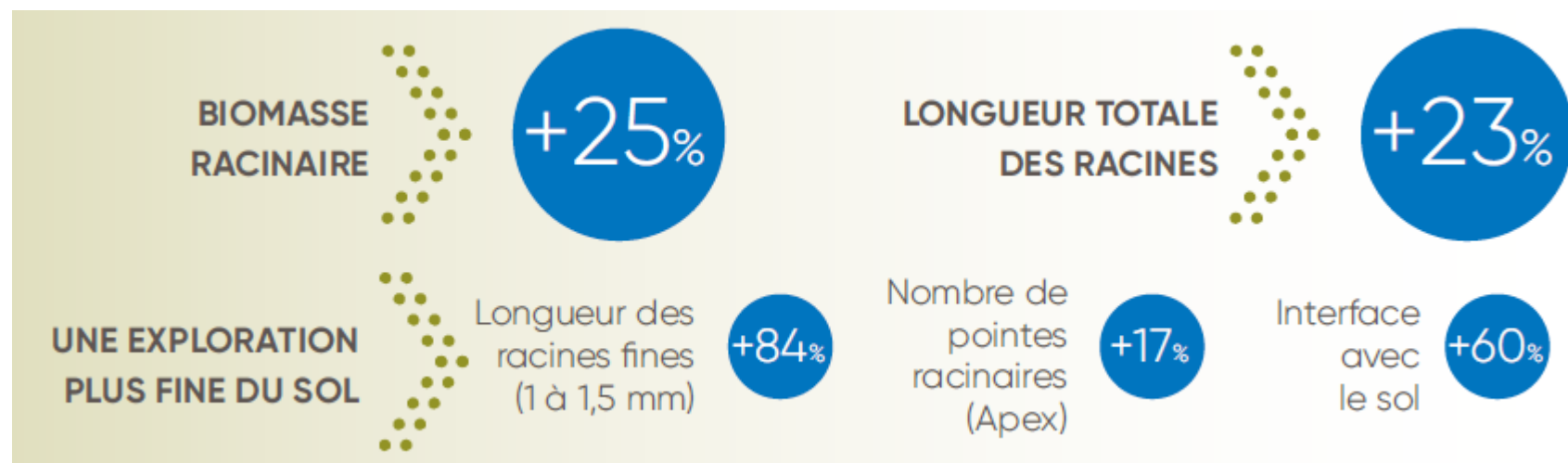
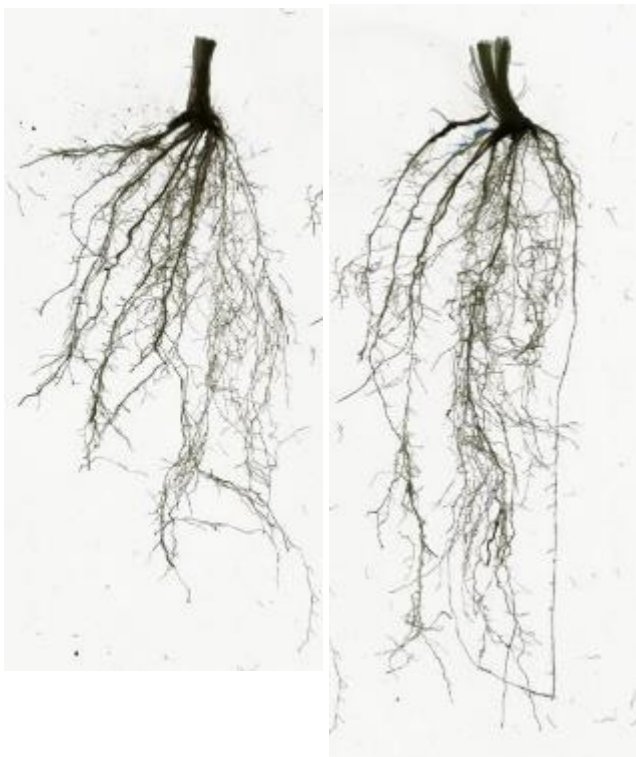
Une capacité à stimuler la croissance racinaire



TOP-PHOS a un effet positif sur la croissance racinaire

Super 18

TOP-PHOS



UNE EXPLORATION PLUS FINE DU SOL

Longueur des racines fines (1 à 1,5 mm)

+84%

Nombre de pointes racinaires (Apex)

+17%

Interface avec le sol

+60%



TOP PHOS

Une capacité à stimuler la croissance racinaire

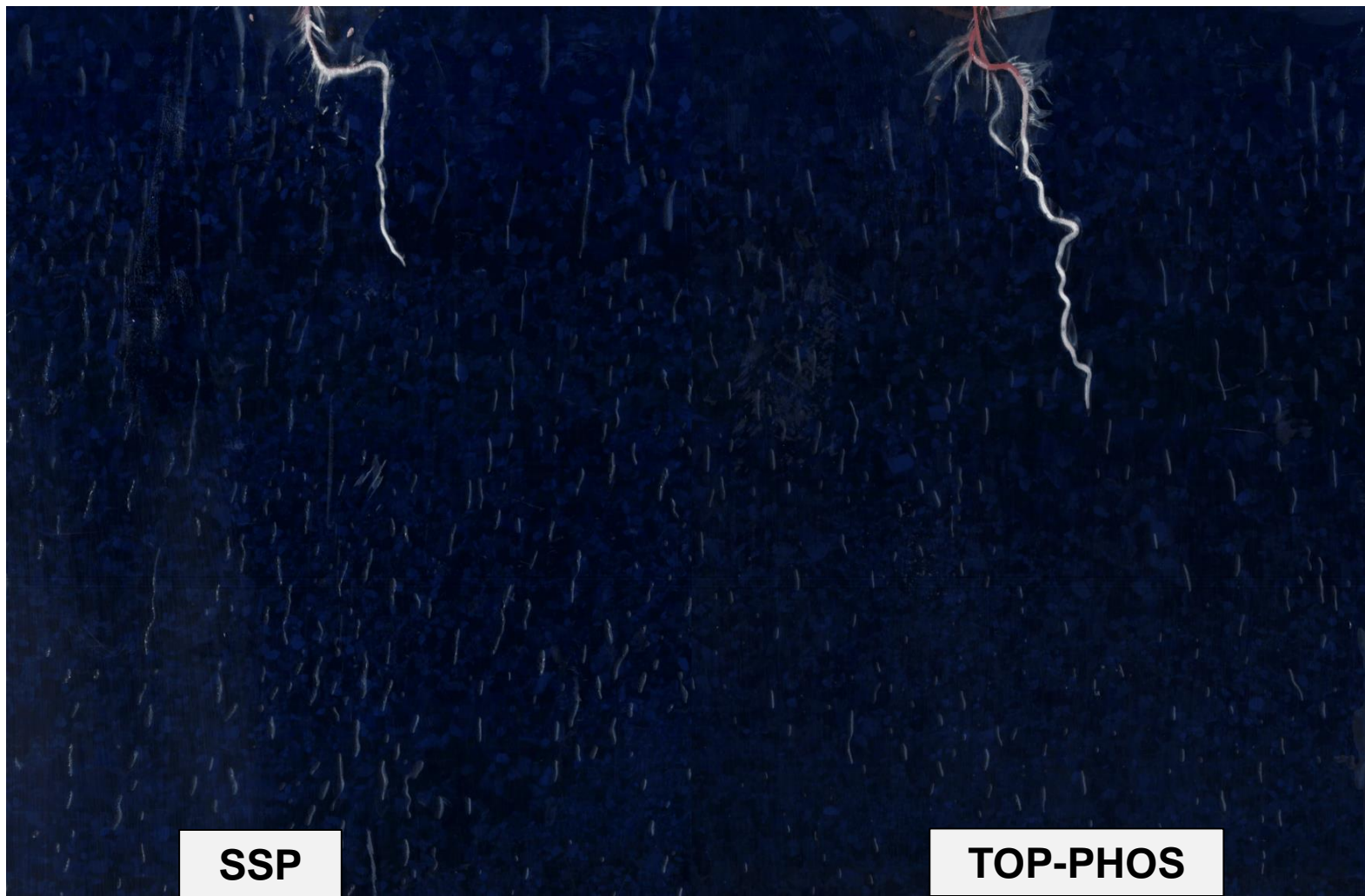


3

Meilleure croissance racinaire



TOP-PHOS



SSP

TOP-PHOS





TOP PHOS

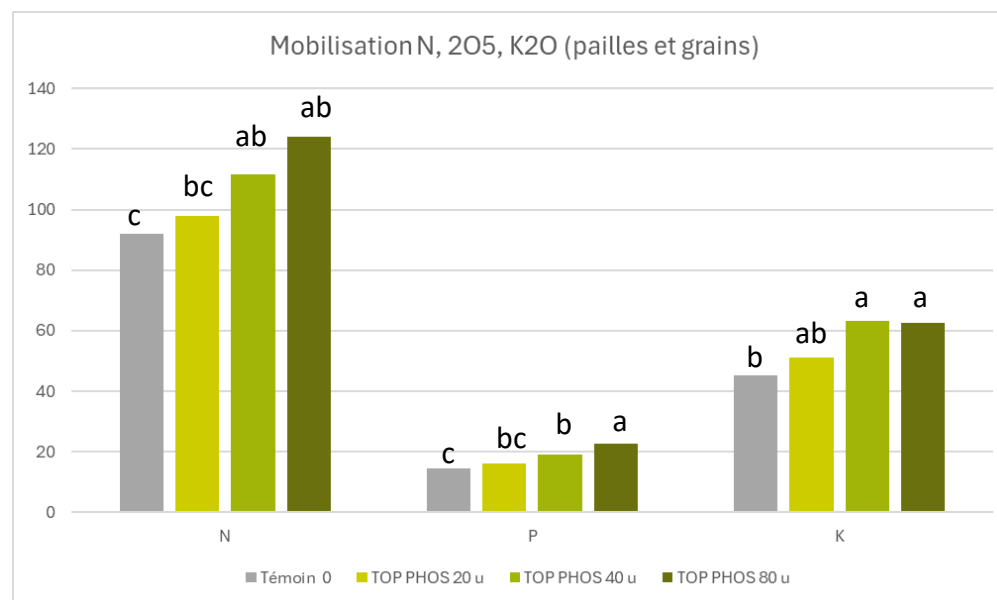
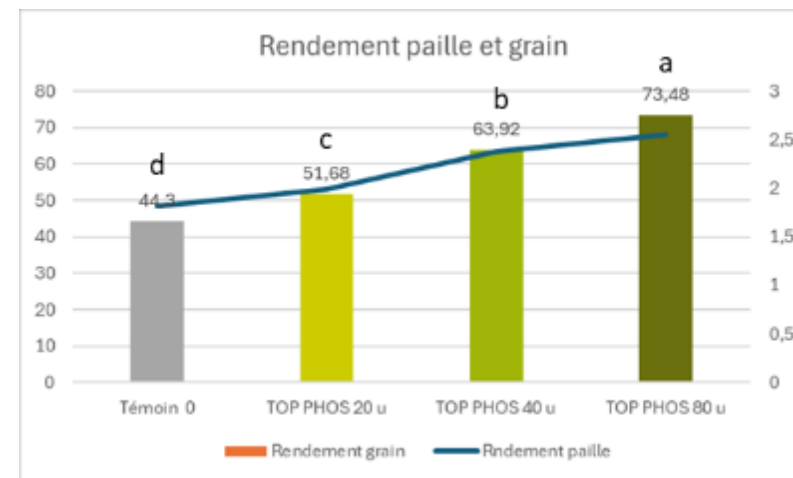
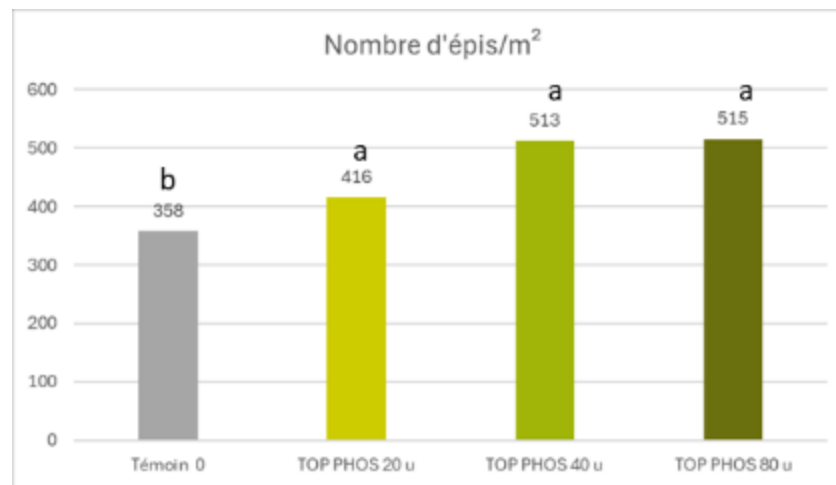
Efficace sur le rendement et la nutrition NPK



Essai Champ

SADEF sur blé

Sol Limoneux pH = 8,1
15 % de calcaire total
37 ppm de P₂O₅ J.H





TOP PHOS

Une capacité à acidifier moins rapidement le milieu



Annals of Botany Page 1 of 10

doi:10.1093/aob/mct047, available online at www.aob.oxfordjournals.org

ANNALS OF
BOTANY
Founded 1887

TECHNICAL ARTICLE: PART OF A SPECIAL ISSUE ON MATCHING
ROOTS TO THEIR ENVIRONMENT

Quantitative imaging of rhizosphere pH and CO₂ dynamics with planar optodes

**Stephan Blossfeld^{1,†,*}, Christina Maria Schreiber^{2,†}, Gregor Liebsch³, Arnd Jürgen Kuhn¹
and Philippe Hinsinger²**

¹*Forschungszentrum Jülich GmbH, Institute of Bio- and Geosciences, IBG-2: Plant sciences, Jülich, Germany,* ²*INRA, UMR Eco&Sols, Montpellier, France and* ³*PreSens, Precision Sensing GmbH, Regensburg, Germany*

[†]*These authors contributed equally to this paper.*

** For correspondence. E-mail s.blossfeld@fz-juelich.de*

Received: 2 October 2012 Returned for revision: 7 November 2012 Accepted: 16 January 2013

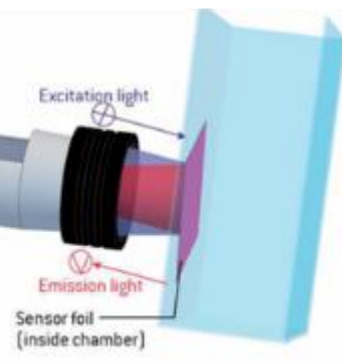


TOP PHOS

Une capacité à acidifier moins rapidement le milieu



Technical set-up

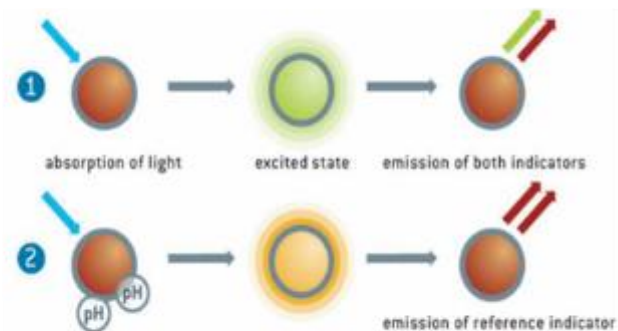


VisiSens; PreSens GmbH,
Regensburg, Germany

Excitation of photophors sensitive to pH (fluorescein, Blossfeld, 2007) by a specific wavelength (470 nm).

The principle of sensor excitation by the camera system

Fluorescent dye doped polymer layer sensitive to pH; Excitation wavelength 470 nm (Blossfeld *et al.*, 2013)



Sensor foils
5.5 < pH < 7.5



TOP PHOS

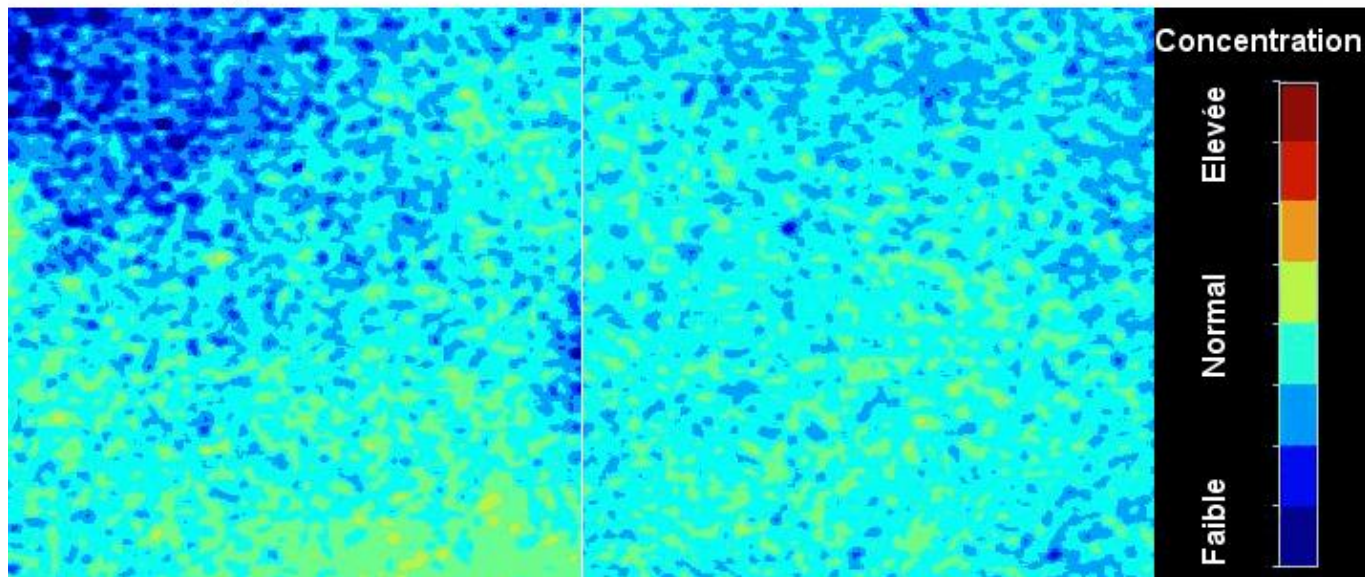
Une capacité à acidifier moins rapidement le milieu



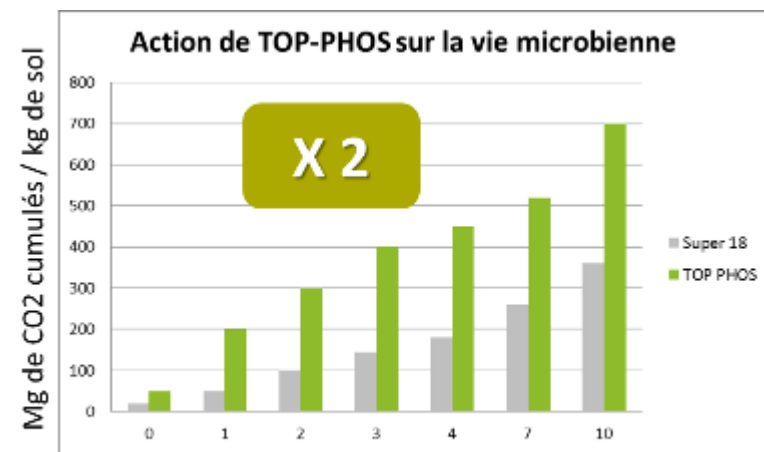
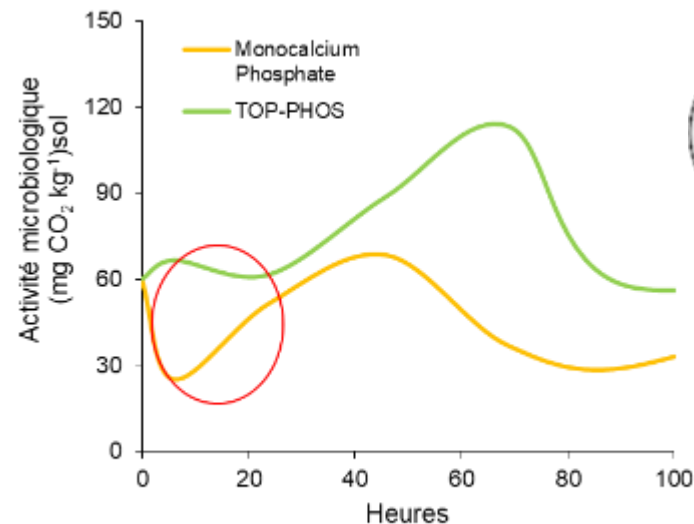
Super P

TOP PHOS

1h



*Protocole : évaluation de l'acidification
(concentration en ions H+) par dispositif
d'optode sur sol*



Ciavatta, Université de Bologne 2009



TOP PHOS

Un potentiel sur la limitation de l'eutrophisation

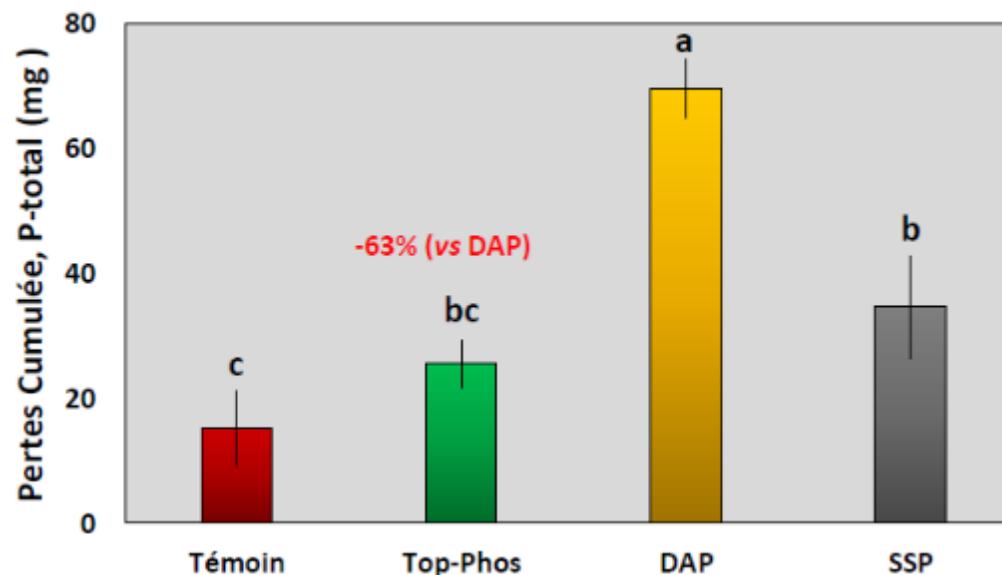


Les pertes de P par lessivage (entraînement des particules) ont été étudiées en conditions de laboratoire. Deux épisodes pluviométriques (23 mm/min après 1 et 4 jours d'incubation) ont été simulés grâce à une cabine de pulvérisation sur un sol à texture limoneuse, pH 5,4, MO 2.4%, CEC 93 meq/kg. Les eaux de ruissellement ont été collectées et une analyse du Phosphore total a été réalisée sur la fraction solide.

Photo Du dispositif présentée ci-contre



- Epaisseur de sol : 5 cm
- Application en surface des engrais réduit en poudre
- Incubation du mélange engrais-sol pendant 24 h
- Pente de 20 %
- Application du régime de pluie simulé





TOP PHOS

Poster COMIFER-GEMAS 2023



Effets de la Technologie TOP-PHOS sur la Biodisponibilité du P dans le Sol et Nutrition P des Plantes

¹ARKOUN Mustapha, ARMAL Noémi, BILLIOT Bastien and PLUCHON Sylvain

²Laboratoire Nutrition Végétale – Centre Mondial de l'Innovation - Roullet, Timac Agro, 18 avenue Franklin Roosevelt, 35400 Saint-Malo, France

OBJECTIF

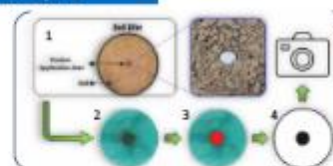
- Le phosphore (P) joue un rôle important dans de nombreux processus de développement des plantes, comme la photosynthèse, le développement racinaire et le stockage d'énergie. Les plantes prélèvent le Phosphore sous forme d'ions orthophosphates ($PI: H_2PO_4^-, HPO_4^{2-}$) à partir de la solution du sol.
- Le P présente une très faible mobilité, et sa biodisponibilité est fortement régulée par le pH. Ces facteurs impactent directement l'Efficiencia d'Utilisation du Phosphore.
- Pour répondre à cette problématique, TIMAC-AGRO a développé une solution technique basée sur la Technologie TOP-PHOS. Cette matière première phosphatée combine intimement un agent complexant du phosphate solubilisé et des molécules Biotitulantes assurant le maintien de la biodisponibilité du P en limitant sa rétrogradation.
- L'objectif ici est d'évaluer l'efficacité du TOP-PHOS sur : La biodisponibilité du P, la croissance racinaire et les pertes du P par lessivage.

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

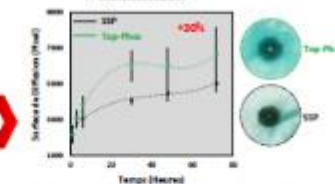
1 Effet sur la Biodisponibilité du Phosphore

La biodisponibilité du Phosphore dans le sol rétrograde a été mise en évidence par une méthode adaptée du dosage au vert de malachite.

1) photo du dispositif «*disc de sol*», 2) disposition d'un filtre imprégné de vert de malachite, 3) création d'une image en fausses couleurs, 4) création d'un masque binaire, 5) mesure de la surface d'intérêt.



RESULTATS



Top-Phos : +30% de biodisponibilité en solution, grâce à :
 - Une molécule sensibilisatrice à la rétrogradation
 - Un maintien du P sous sa forme soluble et diffusible

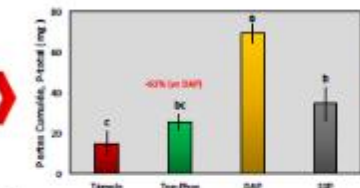
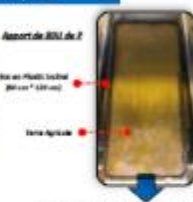
2 Effet sur la croissance Racinaire et l'Absorption du Phosphore



L'augmentation de la surface racinaire s'accompagne d'une augmentation de l'absorption du Phosphore dans la biomasse foliaire (+25 % vs SSP après 30 jours)

3 Effet sur les pertes par lessivage du Phosphore

Les pertes de P par lessivage (entraînement des particules) ont été évaluées en conditions de laboratoire. Deux épisodes pluviométriques (25 mm/min après 1 et 4 jours d'incubation) ont été simulés grâce à une cabine de pulvérisation sur un sol à texture limoneuse, pH 5.4, MO 2.4%, CTC 25 mg/kg. Les eaux de ruissellement ont été collectées et une analyse du Phosphore total a été réalisée sur la fraction soluble.



Conclusion

Ces résultats indiquent l'importance de la Technologie Top-Phos dans la valorisation du phosphore, notamment l'Efficiencia d'Acquisition du P par les plantes, grâce :
 i) à la protection du P contre la rétrogradation dans les sols agricoles et son maintien sous une forme biodisponible et diffusible, ii) à une modification de l'architecture racinaire et une meilleure prospection du sol par les racines et iii) une limitation des pertes par lessivage du P, répondant ainsi aux problématiques environnementales liées à l'eutrophication des eaux de surface



Les preuves au champs



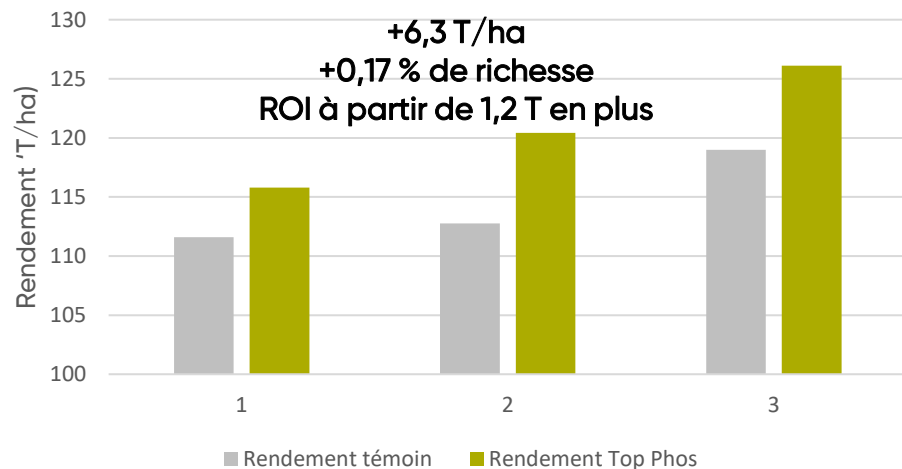


Synthèse de résultats au champs

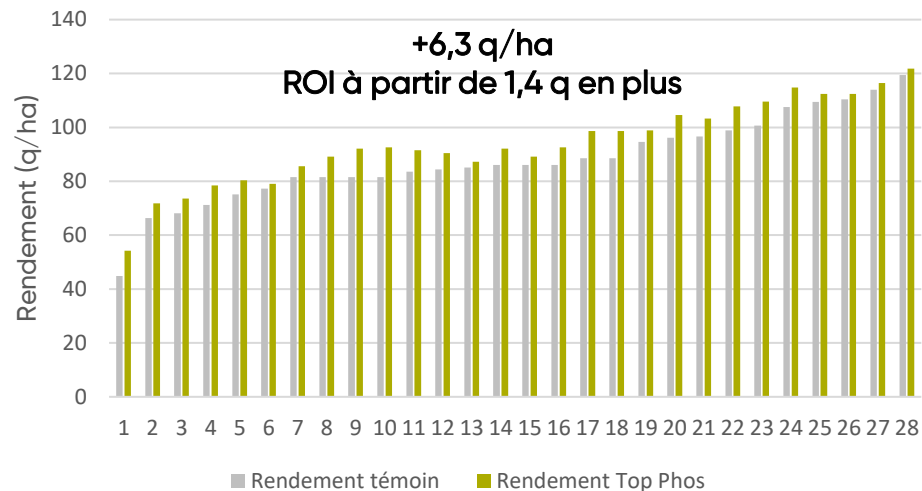


Synthèse essais TOP PHOS face à témoin minéral

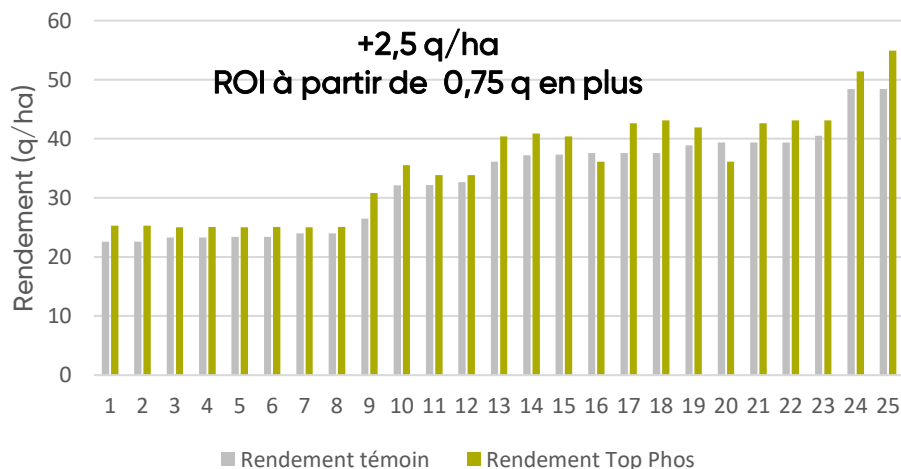
Betterave Sucrière



Céréales d'hiver



Colza



Prairies

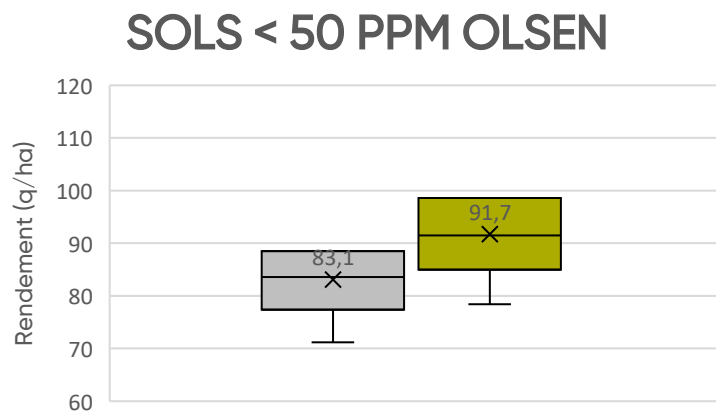




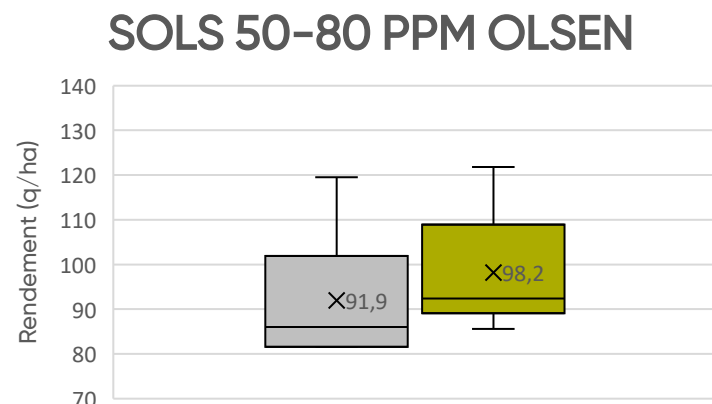
Synthèse de résultats au champs



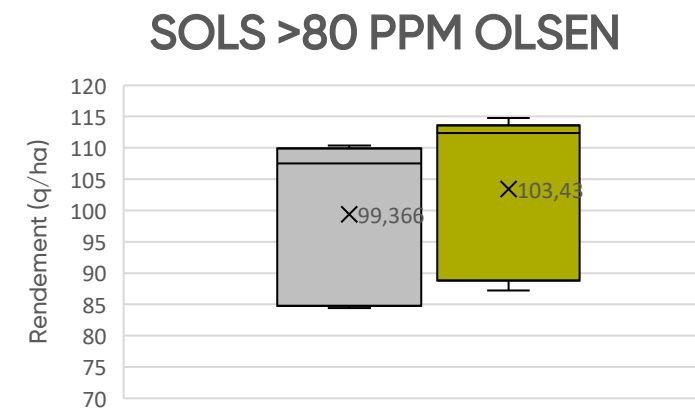
Synthèse essais TOP PHOS blé face à un engrais minéral



+8,6 q/ha = +10% de rendement
+10,5 pts IEA
-0,7 pts de protéines



En moyenne +7% de rendement
-0,1% protéines
+5,8 pts IEA



En moyenne +4% de rendement
+0,14 % protéines
+4,6 pts IEA



Face à un engrais minéral banalisé, plus la teneur en P2O5 du sol est faible, plus le gain de rendement avec Top Phos est marqué



Témoïn



TOP PHOS

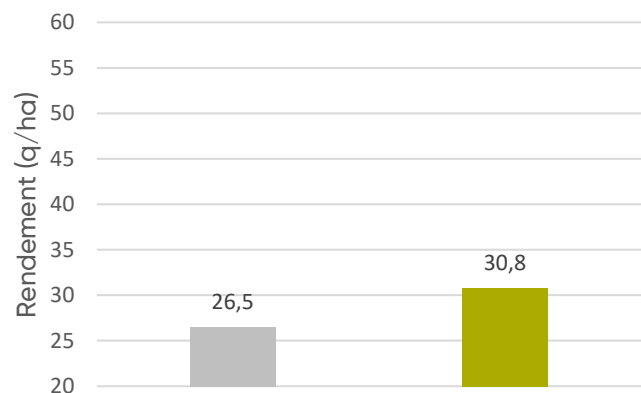


Synthèse de résultats au champs



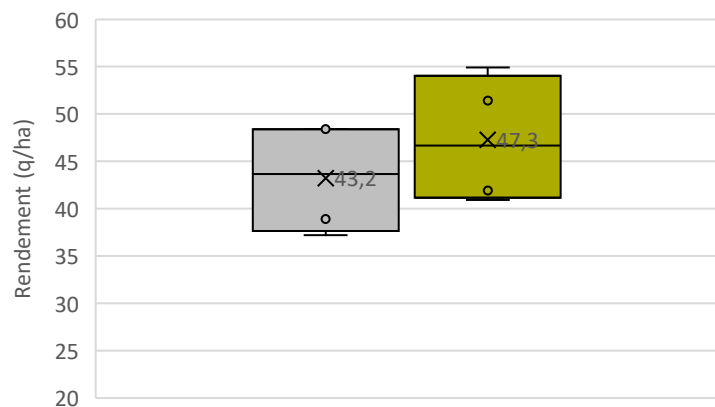
Synthèse essais TOP PHOS sur colza face à un engrais minéral

SOLS < 50 PPM OLSEN



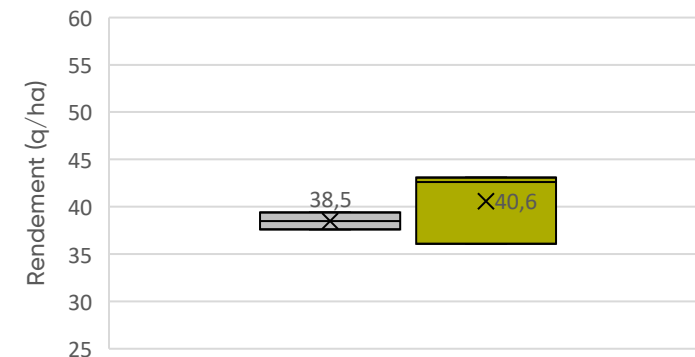
+4,3 q/ha = +16% de rendement

SOLS 50-80 PPM OLSEN



+4,1 q/ha = +9% de rendement

SOLS > 80 PPM OLSEN



+2,1 q/ha = +6% de rendement



Face à un engrais minéral banalisé, gain de rendement plus marqué sur sol à teneur <80 ppm

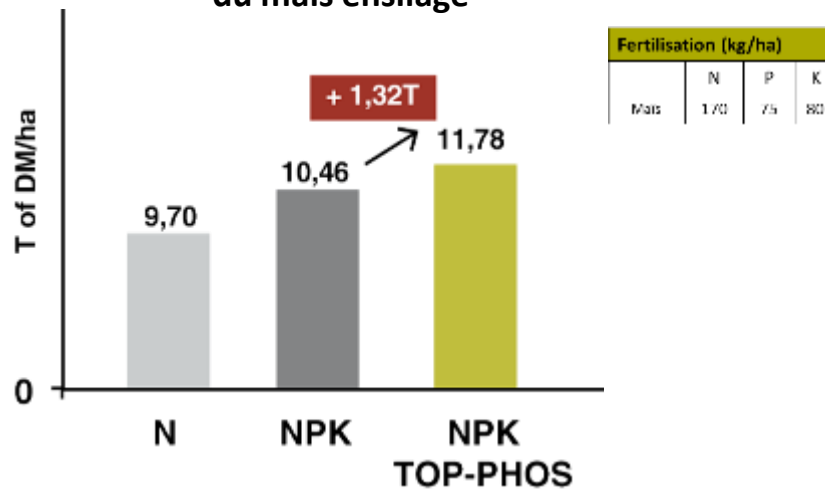


Top phos également MP pour des NPK



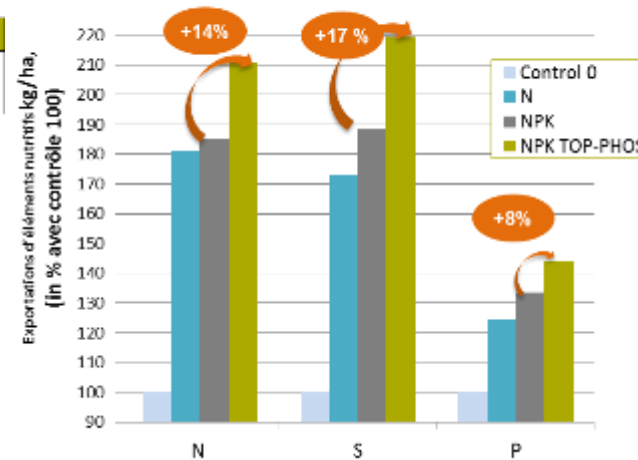
Essai micro-parcelles, INP PURPAN (31), sol argilo-limoneux, pH = 7,1 , pauvre en phosphore (24 ppm Olsen)
NPK banal / N banal / NPK TOP PHOS

Effet du TOP PHOS sur le rendement du maïs ensilage



+ de productivité (+1,132 T de M.S)

Impact de TOP-PHOS sur les éléments nutritifs exportations, Ecole Agro de Purpan, France, 2013



+14 % de N exporté = +14 % de MAT/ha

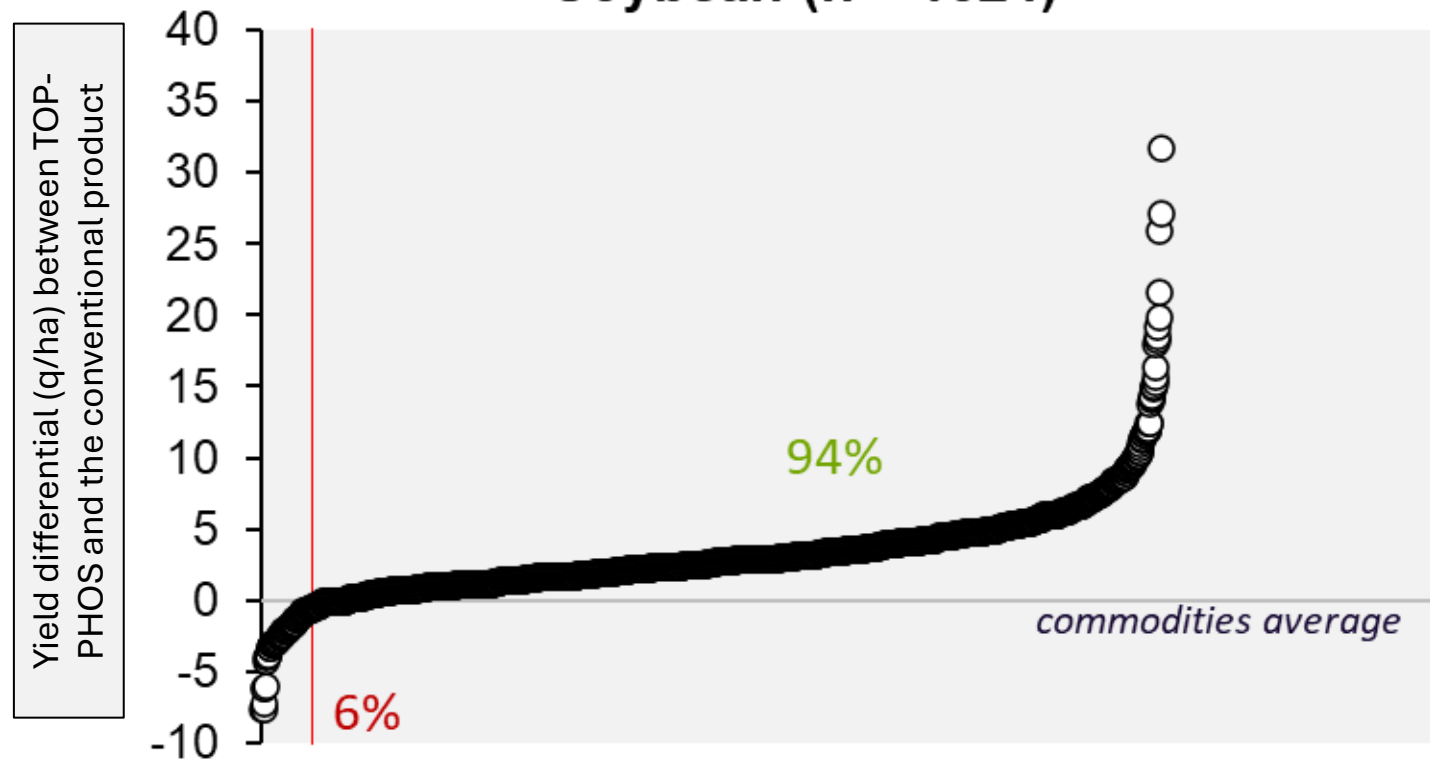




Le TOP PHOS une MP mondiale

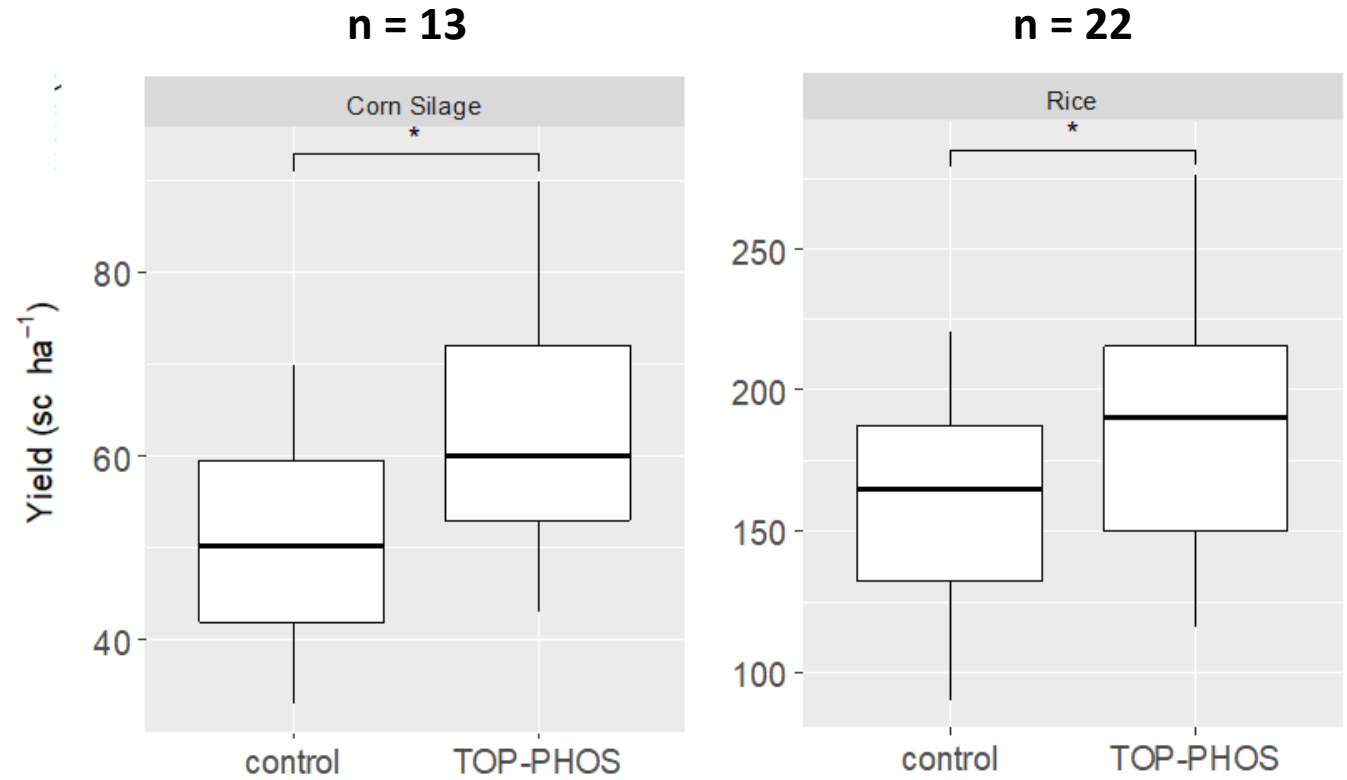


Soybean (n = 1524)





Le TOP PHOS une MP mondiale



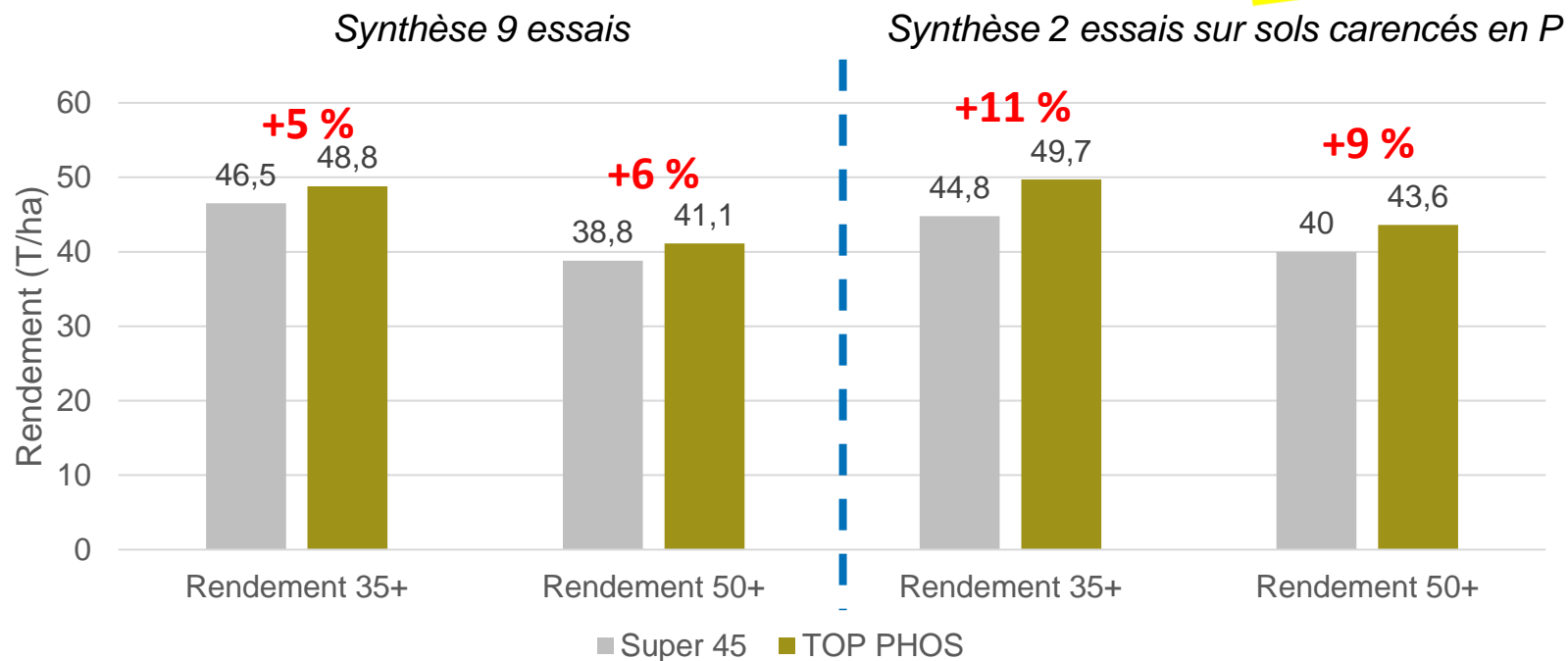


TOP PHOS : phosphore technologique pour une nutrition dynamique



✓ Rendement :

Synthèse pluriannuelle en partenariat avec



Zone : Flandre / Artois / Santerre / Marne. Variété : Innovator
Comparaison : P Super pleine dose à Top-Phos 2/3 de dose

✓ Nombre de tubercules / plante : en moyenne **+6 % avec TOP PHOS** et **+8 % sur sols carencés en P**



Autres technologies en lien avec le phosphore





Une RHIZOSPHERE dynamique

Deux approches de stimulation de la rhizosphère homologuées



PHYSIO PRO



STIMULATEUR DE CROISSANCE RACINAIRE

PFC 6 : biostimulant non microbien

- ✓ Amélioration de la nutrition azotée
- ✓ Augmentation du rendement en tubercule
- ✓ Augmentation de la biomasse aérienne

CEPP biostimulant sur la diminution d'insecticide en ultra-localisation sur maïs

MINACTIV



STIMULATEUR DE VIE MICROBIENNE DES SOLS

AMM MFSC : 1150020

- ✓ Amélioration de l'abondance et de la diversité microbologique des sols
- ✓ Augmentation de la minéralisation de l'azote organique

**Développé en partenariat avec
INRAE Genosol, Dijon**



Timac AGRO

France

2024

Merci pour votre attention