



HAL
open science

Dynamique à long terme du phosphore organique dans un sol sableux cultivé sous une monoculture de maïs.

Effet de la fertilisation minérale phosphatée

Christian Morel, Pascal Denoroy, Daniel Plénet, Alain Mollier

► **To cite this version:**

Christian Morel, Pascal Denoroy, Daniel Plénet, Alain Mollier. Dynamique à long terme du phosphore organique dans un sol sableux cultivé sous une monoculture de maïs. Effet de la fertilisation minérale phosphatée. Séminaire Prospectif : Vers de nouveaux concepts autour des matières organiques, Réseau Matières Organiques., Jan 2013, Biarritz, France. hal-02744669

HAL Id: hal-02744669

<https://hal.inrae.fr/hal-02744669>

Submitted on 3 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DYNAMIQUE À LONG TERME DU PHOSPHORE ORGANIQUE DANS UN SOL SABLEUX CULTIVÉ SOUS UNE MONOCULTURE DE MAÏS. EFFET DE LA FERTILISATION MINÉRALE PHOSPHATÉE.



Christian MOREL¹, Pascal DENOROY¹, Daniel PLÉNET², Alain MOLLIER¹

¹ INRA, UMR1220 TCEM (INRA-Bordeaux Sciences Agro), B.P. 81, F-33883 Villenave d'Ornon cedex, France.; ² INRA, UR1115, Plantes et Systèmes de Cultures Horticoles, F-84914 Avignon cedex 9, France
Contact: morel@bordeaux.inra.fr

INTRODUCTION. Le phosphore (P) du sol est un élément majeur de la croissance et du développement des plantes cultivées. De nombreux dispositifs expérimentaux au champ ont été dédiés à l'étude des relations entre l'évolution à long terme du P dans les sols et la production agricole en fonction des pratiques de fertilisation phosphatée et des sols. Habituellement, ces études s'intéressent à la fraction disponible pour la plante de P minéral du sol et rarement au compartiment de phosphore organique du sol (P_{org}). Or, ce dernier est une source possible d'ions phosphate (formes de P prélevées par les racines) par minéralisation de composés organiques phosphatés capable de réapprovisionner la solution de sol et donc de participer à la nutrition des plantes. Le compartiment P_{org} pourrait contribuer au compartiment de P phytodisponible du sol et au fonctionnement du cycle du P dans les agrosystèmes.

OBJECTIFS

- Établir la **dynamique à long terme** (3 décennies) du P_{org} , du C_{org} et du N_{org} dans la couche labourée du sol.
- Analyser les ratio $C_{org} : P_{org}$, $C_{org} : N_{org}$, $N_{org} : P_{org}$.
- Comparer la dynamique du P_{org} à celle des ions P dissous et diffusibles.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

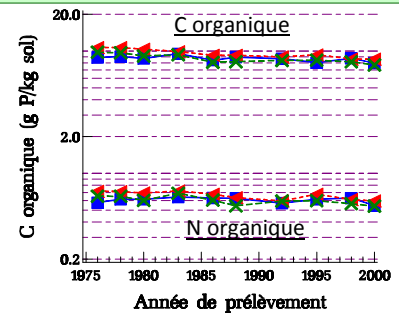
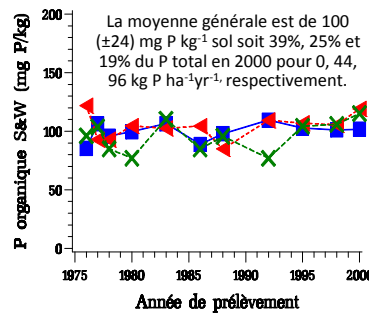
Un dispositif de longue durée comprenant 4 répétitions en blocs et 3 niveaux (0 (P_0), 44 (P_{44}) and 96 (P_{96}) $kg P ha^{-1} an^{-1}$ en moyenne) de fertilisation minérale phosphatée (triple superphosphate commercial ($Ca(H_2PO_4)_2$, 45% P_2O_5) a été analysé. L'essai a débuté en 1972 et a duré 28 ans. Cette expérimentation a été implantée sur un sol sableux, labouré et cultivé sous une monoculture continue de maïs irrigué. Nous disposons de **onze années d'échantillonnage** de la couche labourée (0-25 cm) de sol : 1976, 1977, 1978, 1980, 1983, 1986, 1988, 1992, 1995, 1998 et 2000. Les rendements en grain et les résidus de cannes de maïs de chaque parcelle expérimentale et leurs teneurs en P ont été mesurés chaque année. La quantité de P_{org} issue de la dégradation des résidus de cannes de maïs a été estimée à 20% de la quantité de P, initialement restituée (Linères et Lubet, 1992).

Pour tous les échantillons de terre, la teneur de P_{org} dans la couche labourée de sol a été déterminée suivant la méthode Saunders et Williams (1955). Elle consiste à extraire le P par une solution acide (H_2SO_4) d'un même échantillon de sol après qu'il ait été calciné (550°C, 5h) ou non, pour détruire la matière organique du sol. La variation entre le P extrait de l'échantillon calciné moins le P extrait de l'échantillon non calciné donne la teneur de P_{org} . Le Laboratoire d'Analyses des Sols (INRA-Arras) a analysé la teneur totale en carbone (C_{org}) et azote (N_{org}) organique ainsi que la teneur de P total. Les ions P dissous et diffusibles ont été déterminés en utilisant la technique de dilution isotopique pour paramétrer la dynamique et la cinétique entre les ions P dissous et diffusibles à l'interface solide-solution (Morel et al. 2011; Messiga et al. 2012).

RESULTATS: évolution des teneurs de P organique, de C organique et d'azote organique

RÉSULTATS PLANTE	TRAITEMENTS		
	P_0	P_{44}	P_{96}
Moyenne 28 années d'essai			
Rendement grains (t (15%) $ha^{-1} an^{-1}$)	11.0	11.8	12.1
Teneur en P grains (g $P kg^{-1}$ MS)	2.7	3.0	3.2
P exporté grains (kg $P ha^{-1} an^{-1}$)	25	30	33
P restitué* (kg $P ha^{-1} an^{-1}$)	4.3	5.1	5.6

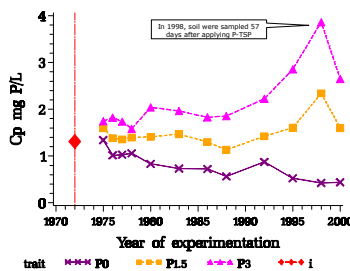
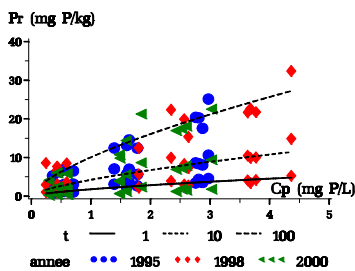
* en considérant un indice de récolte pour le P de 0.83.



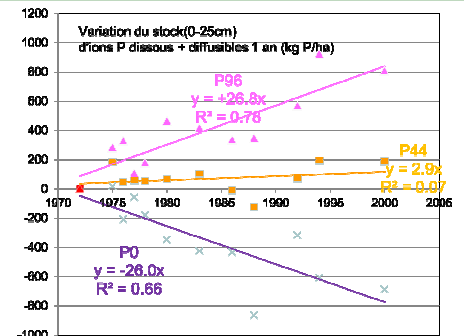
PRINCIPAUX RÉSULTATS CULTURAUX MOYENNE pour les différents régimes de fertilisation de P-TSP

Pendant les 28 années d'expérimentation, il n'y a pas eu de différence significative du stock de P_{org} pour P_0 , P_{44} et P_{96} . Les teneurs en C_{org} et N_{org} diminuent lentement en cours d'expérimentation avec un rapport C_{org} / N_{org} constant de 14.4. Le rapport $C_{org} : P_{org}$ diminue avec le temps [$C_{org} : P_{org} = 111 - 1.03 \times (\text{année d'expérimentation})$ 33 obs. (11 dates \times 3 traitements), $r^2=0.33$]

RESULTATS: Variation du stock (ions phosphate dissous + diffusibles) (diffusibles =susceptibles d'équilibrer les ions dans la solution sous l'effet d'un gradient de concentration)



Masse de terre couche labourée = 3900 t /ha



PARAMÉTRAGE de la dynamique entre la concentration ions P dissous (C_p) et diffusibles (P_r) en fonction du temps (minutes) et traitement P:
 $P_r = 1.76 C_p^{0.68} t^{0.38}$
(108 obs., $r^2=0.94$), with $P_r < P_{inorg}$

MESURE de l'évolution à long terme de la concentration (C_p) des ions P dissous en fonction de la durée d'expérimentation pour les différents traitements P-TSP

Variation (Δ) du stock(ions P dissous+diffusibles-1an) pour les différents traitement P-TSP et la durée d'expérimentation (28 ans)
 $\Delta = 3900(1.76C_p^{0.68} 1an^{0.38}) - 3900(1.76C_p^0 1an^{0.38})$

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES. La minéralisation nette annuelle du P organique du sol n'est pas significative dans cet essai au champ quel que soit le régime de fertilisation P-TSP. La variation du stock(ions P dissous +diffusibles) rend compte totalement du P exporté. D'autres recherches sont nécessaires pour confirmer et généraliser la faible contribution à la nutrition du P_{org} malgré un compartiment qui représente entre 25% et 19% du P total. Comment expliquer la stabilité de ce compartiment pendant près de 3 décennies de culture et de fertilisation minérale phosphatée? Quelles sont les formes de P organique constitutif du compartiment P_{org} ? En serait-il de même avec des produits résiduels organiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Linères M and Lubet 1992. Maize residue management: organic composition and nutrient losses. 2nd ESA Congress, Warwick. Saunders WMH and Williams EG 1955. Observations on the determination of total organic phosphorus in soils. J. Soil Sci. 6:247-267. Messiga et al. 2012. Process-based mass-balance modeling of soil phosphorus availability in a grassland fertilized with N and P. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 92:273-2. Morel C et al. 2011. Gestion à long terme de la dynamique du phosphore dans les sols cultivés. Les 10^{èmes} rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre du GEMAS et du COMIFER. Reims 23 & 24 novembre 2011. http://www.comifer.asso.fr/images/stories/pdf/10emes_rencontres/morel/4%20-%20inra%20bordeaux%20-%20christian%20morel%20-%20article.pdf