

Peut-on prévoir l'évolution à long terme du P dans des sols cultivés en fonction du régime de fertilisation?

MOREL¹ C., ZIADI² N., MESSIGA³ A., BÉLANGER² G., DENOROY¹ P., JEANGROS⁴ B., JOUANY⁵ C., FARDEAU J.-C., MOLLIER¹ A., PARENT⁶ L.-E., PROIX⁷ N., RABEHARISOA⁸ L., SINAJ⁴ S.

En hommage à Jean-Claude FARDEAU

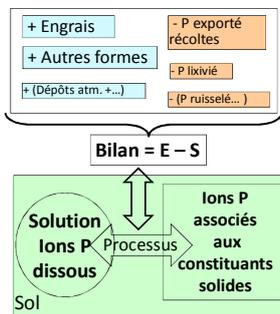
INTRODUCTION

Dans les prochaines décennies, la raréfaction des gisements de phosphates naturels pourrait conduire à une pénurie de phosphore (P). Dans le même temps, les prévisions indiquent une population mondiale de 9 à 10 milliards en 2050. Il en résultera une demande accrue d'engrais afin d'augmenter la production agricole mondiale et répondre aux besoins alimentaires. Dans cette perspective de tensions fortes sur le marché mondial des engrais phosphatés, il est crucial de comprendre et prévoir la dynamique du P dans les sols agricoles afin d'améliorer le pilotage de la fertilisation phosphatée et l'efficacité d'utilisation des engrais P.

OBJECTIF

L'objectif principal de ce travail est d'analyser la capacité d'un modèle décrivant le fonctionnement du cycle biogéochimique du P à l'échelle de la parcelle cultivée à prévoir les évolutions à long terme du P du sol disponible pour les plantes cultivées, i.e. phytodisponible, en fonction des types de sol et du régime de fertilisation phosphatée.

MODELE DECRIVANT LE FONCTIONNEMENT BIOGEOCHIMIQUE DU CYCLE DU P



Les ions P en solution (C_p) et diffusibles à l'interface solide-solution ont été déterminés en utilisant la technique de traçage/marquage et de suivi de la cinétique de dilution isotopique. Le jeu de données sert à paramétrer la fonction mathématique qui décrit la dynamique du transfert des ions P en fonction du temps et de C_p . Cette équation est utilisée pour calculer la quantité d'ions phosphate susceptible de réapprovisionner la solution sur une période de un an.

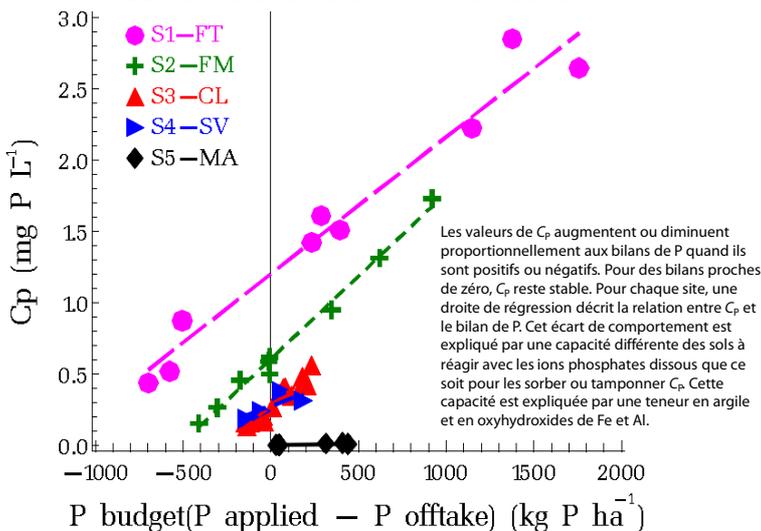
CINQ SITES EXPERIMENTAUX

Cinq essais de longue durée ont été sélectionnés en considérant plusieurs critères: i) connaître chaque année, les apports, les rendements et les teneurs en P des récoltes afin de calculer exactement la différence entre le P apporté et exporté dans les récoltes, i.e. bilan de P; ii) disposer d'échantillons de terre, prélevés régulièrement en cours d'expérimentation puis conservés; iii) couvrir une gamme d'agrosystèmes la plus large possible avec des types et des usages de sol contrastés, des climats variés et des régimes différents de fertilisation phosphatée minérale sous forme de triplesuperphosphate. Les échantillons de terre archivés ont été analysés avec ces nouvelles méthodes de caractérisation de la disponibilité du P du sol pour les plantes. Plus d'informations sur ces dispositifs et les méthodes d'analyse ont été publiées dans Morel et al. 2014.

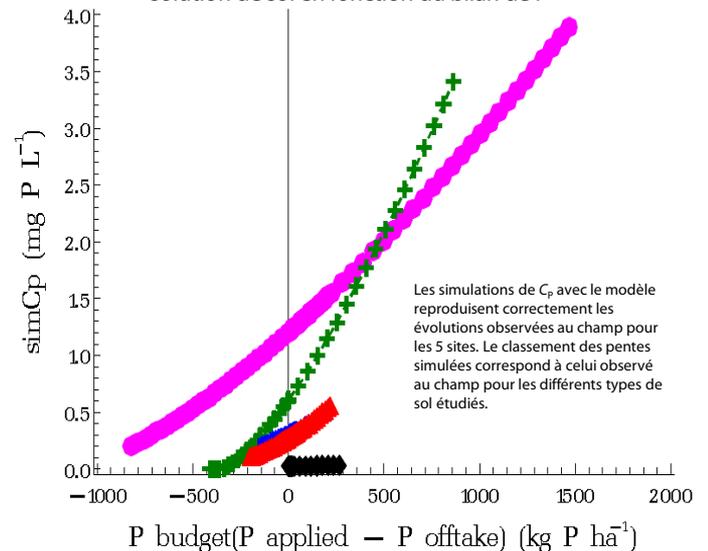
Désignation	S1-FT	S2-FM	S3-CL	S4-SV	S5-MA
Localisation	Tartas (40, Fr)	Mant (40, Fr)	Lévis (Ca)	Les Verrières (Sw)	Antsirabé (Mg)
Altitude (m)	55	142	74	1150	1600
T annuelle (°C)	13.6	13.6	4.0	6.8	16.0
Pluviosité annuelle (mm)	917	917	692	1400	1400-1500
Usage des sols	maïs	maïs	Fléole	Prairie	Maïs-soja
Période d'expérimentation	1972-2000	1975-1991	1999-2006	1992-2008	1992-2007
Durée d'étude (ans)	28	17	8	16	15
FAO classification	Luvic Arenosol	Dystric Luvisol	Podzol	Cambisol	Ferralsol
Régimes de fertilisation	3	3	4	4	2
Années d'échantillonnage	1995, 1998, 2000	1981, 1987, 1992	2007	2008	2003, 2006, 2007
Épaisseur de sol analysé	0-25 cm	0-25 cm	0-15 cm	0-5 cm	0-20 cm
Masse de terre (t ha ⁻¹)	3750	3500	1725	550	1800
Teneur argile (%)	6	12	nd	31	46
(Fe+Al)ox (mmol kg ⁻¹)	42	63	nd	156	503

RESULTATS

Évolution au champ de la concentration des ions phosphate dans la solution de sol en fonction du bilan de P



Simulation de la concentration des ions phosphate dans la solution de sol en fonction du bilan de P



CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'analyse des écarts entre simulations et observations montre cependant que le modèle, d'une part surestime C_p lorsque les bilans sont positifs, et d'autre part sous-estime C_p lorsque les bilans sont négatifs, en particulier pour **S1-T** et **S2-FM**. Cette analyse permet de reconsidérer certaines hypothèses faites pour construire notre modèle. Par exemple, les écarts entre observations et simulations disparaissent en considérant des durées supérieures à un an pour rééquilibrer les ions phosphates à l'interface solide-solution. Une meilleure prise en compte de la masse de sol explorée par les racines est une autre explication à privilégier, en particulier dans les écosystèmes prairiaux

Bibliographie: Morel C, et al. 2014. Canadian J. Soil Sci. 94, 377-387.

¹ INRA, UMR ISPA (INRA-Université Bordeaux), F-33140 Villenave d'Ornon cedex, France. www.bordeaux.inra.fr/ISPA

² Soils and Crops Research and Development, Centre Agriculture and Agri-Food Canada, Québec, Canada

³ Environmental and Resource Studies Program, Trent University, Ontario, Canada

⁴ Agroscopie Changins-Wädenswil, Nyon, Switzerland

⁵ Department of Soils and Agri-Food Engineering, Laval University, Québec, Canada

⁶ INRA UMR AGIR, F-31326 Castanet-Tolosan

⁷ INRA, Laboratoire d'Analyses des Sols, F-62000 Arras

⁸ Laboratoire Radiosotopes, Université d'Antananarivo, B.P 3383, Antananarivo, Madagascar