



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

Christian Morel, Noura Ziadi, Aimé Jean Messiga, Gilles Bélanger, Pascal Denoroy, Bernard Jeangros, Claire Jouany, Alain Mollier, Léon-Etienne Parent, Nicolas Proix, et al.

### ► To cite this version:

Christian Morel, Noura Ziadi, Aimé Jean Messiga, Gilles Bélanger, Pascal Denoroy, et al.. Peut-on prévoir l'évolution à long terme du P dans des sols cultivés en fonction du régime de fertilisation ?. 12. rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse du COMIFER et du GEMAS, Nov 2015, Lyon, France. 2015. hal-01594948

**HAL Id: hal-01594948**

**<https://hal.science/hal-01594948>**

Submitted on 26 Sep 2017

**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.

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

**MOREL<sup>1</sup> C., ZIADI<sup>2</sup> N., MESSIGA<sup>3</sup> A., BÉLANGER<sup>2</sup> G., DENOROY<sup>1</sup> P., JEANGROS<sup>4</sup> B., JOUANY<sup>5</sup> C., FARDEAU J.-C., MOLLIER<sup>1</sup> A., PARENT<sup>6</sup> L.-E., PROIX<sup>7</sup> N., RABEHARISOA<sup>8</sup> L., SINAJ<sup>4</sup> S.**

En hommage à Jean-Claude FARDEAU

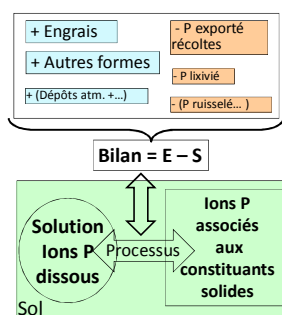
## INTRODUCTION

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



Bilan des flux d'entrées et de sorties de P à la parcelle

Stock de P phytodisponible du sol: évaluation mécaniste

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.

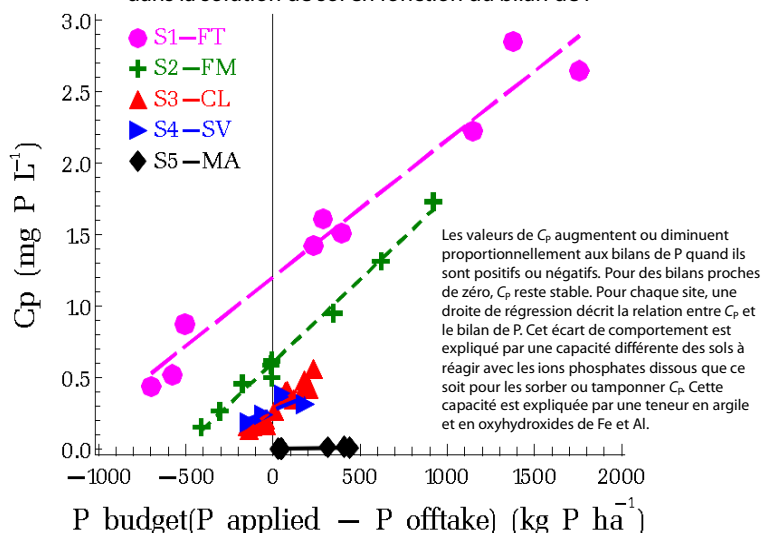
## CINQ SITES EXPERIMENTAUX

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.

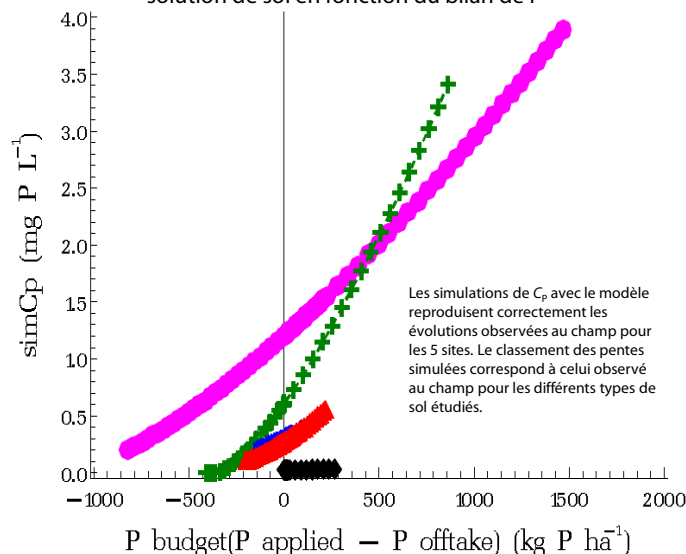
| Désignation                          | S1-FT            | S2-FM            | S3-CL      | S4-SV              | S5-MA            |
|--------------------------------------|------------------|------------------|------------|--------------------|------------------|
| Localisation                         | 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 <sup>-1</sup> ) | 3750             | 3500             | 1725       | 550                | 1800             |
| Teneur argile (%)                    | 6                | 12               | nd         | 31                 | 46               |
| (Fe+Al)ox (mmol kg <sup>-1</sup> )   | 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.

<sup>1</sup> INRA, UMR ISPA (INRA-Université Bordeaux), F-33140 Villenave d'Ornon cedex, France. [www.bordeaux.inra.fr/ISPA](http://www.bordeaux.inra.fr/ISPA)

<sup>2</sup> Soils and Crops Research and Development, Centre Agriculture and Agri-Food Canada, Québec, Canada

<sup>3</sup> Environmental and Resource Studies Program, Trent University, Ontario, Canada

<sup>4</sup> Agroscope Changins-Wädenswil, Nyon, Switzerland

<sup>5</sup> Department of Soils and Agri-Food Engineering, Laval University, Québec, Canada

<sup>6</sup> INRA UMR AGIR, F-31326 Castanet-Tolosan

<sup>7</sup> INRA, Laboratoire d'Analyses des Sols, F-62000 Arras

<sup>8</sup> Laboratoire Radiolotopes, Université d'Antananarivo, B.P 3383, Antananarivo, Madagascar