

Zeitschrift: Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 44 (1991)
Heft: 2: Archives des Sciences

Artikel: Méthode d'estimation du pouvoir fixateur du sol : application au phosphore dans les sols genevois
Autor: Celardin, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-740200>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 09.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Archs. Sci. Genève	Vol. 44	Fasc. 2	pp. 245-251	Genève, juin 1991
--------------------	---------	---------	-------------	-------------------

MÉTHODE D'ESTIMATION DU POUVOIR FIXATEUR DU SOL: APPLICATION AU PHOSPHORE DANS LES SOLS GENEVOIS

PAR

F. CELARDIN *

RÉSUMÉ

La connaissance du pouvoir fixateur du sol permet une meilleure estimation de l'état de fertilité et l'établissement de plans de fumure qui évitent une surcharge. Dans le cas du phosphore ce paramètre est obtenu par dilution isotopique. Il est constaté que l'information obtenue à partir de deux extraits chimiques effectués dans les mêmes rapports solide-liquide (H_2O 1:5 et $AcONH_4$ -EDTA 1:5) permettent d'estimer le pouvoir fixateur en bonne corrélation avec la méthode isotopique pour les sols grandes cultures de Genève.

SUMMARY

Knowledge of the fixing power of soils allows a better estimation of their fertility and a sound application of fertilizers. In the case of phosphorus this parameter is best obtained from two chemical extracts with the same solid-liquid ratio (H_2O 1:5 and $AcONH_4$ -EDTA 1:5) allows the estimation of the fixing power in good correlation with the values derived by isotopic exchange, for the soils of Geneva.

KEYWORDS

Soil fixing power, Phosphorus, Agronomy.

1. Introduction

La fertilisation phosphatée du sol constitue un des problèmes les plus ardues avec lequel doivent jongler les conseillers techniques responsables de la vulgarisation agricole. La littérature scientifique à ce sujet est abondante et variée^{1, 2)}.

Les diverses méthodes d'appréhender le devenir du phosphore apporté au sol, ont abouti à des barèmes d'appréciation qui dans bien des cas conduisent à des estimations décevantes³⁾.

* Laboratoire de techniques agricoles et horticoles, case postale 7, CH 1254 JUSSY. (Dir. G. MEYLAN).

Les études dans ce domaine ont permis de mettre en évidence par traçage isotopique, que le comportement du phosphore du sol s'apparente, au mieux, à un modèle dynamique pluricompartimental «mammellaire», dont les compartiments temporels permettent d'évaluer l'offre potentielle du sol en phosphore^{4,5,6}). Le paramètre «pouvoir fixateur» du sol, défini comme la fraction du phosphore total en solution et qui reflète la tendance du sol à mobiliser le phosphore «fixé» apparaît comme un élément majeur dans la conception d'un plan de fumure raisonnée⁷).

Il ressort de l'étude présente que le pouvoir fixateur déterminé par dilution isotopique peut être estimé avec un bon degré de confiance à partir de deux extractions chimiques «classiques» effectuées dans le même rapport solide-liquide. Par rapport à d'autres déterminations du pouvoir fixateur du sol qui sont plus élaborées^{1, 10}, l'approche présentée ici, bien que plus approximative, comporte l'avantage d'être une information déductible des analyses agronomiques courantes.

2. Matériel et méthodes

2.1. Préparation des échantillons

Le sol des parcelles analysées est prélevé jusqu'à une profondeur de 20 cm. par carottage à la tarière Edelman.

Les échantillons séchés à l'air (40°C) sont broyés et tamisés à 2 mm.

2.2. Extractions

2.2.1. Extraction à l'eau (1:5 poids/volume).

20,0 g. d'échantillon sont pris dans 100,0 mL d'eau déminéralisée et sont extraits pendant 120 minutes par agitation rotative (45 t./min.).

La suspension est filtrée sur papier S.S 502 1/2. Les éléments sont analysés dans le filtrat.

2.2.2. Extraction à l'acétate d'ammonium-EDTA⁸) (1:5 poids/volume).

20,0 g. d'échantillon sont pris dans 100 mL d'une solution d'acétate d'ammonium Fluka puriss. p.a. (0,5 M), acide acétique Fluka puriss. p.a. (0,5 M), EDTA Merck p.a. (0,02 M) à pH 4,65 et sont extraits pendant 30 minutes par agitation rotative (45 t/min).

Les dosages sont effectués dans le filtrat obtenu sur papier S.S. 502 1/2.

2.3. Dosage du phosphore

Le phosphore est dosé sous forme d'ion phosphate PO_4^{3-} , par colorimétrie à injection en courant continu (Flow Injection Analysis FIA) sur appareil Tecator FIA Star. L'hétéropolyacide formé par réaction du phosphate avec du molybdate d'ammonium est réduit en bleu de molybdène par une solution acide de chlorure stanneux; l'absorbance est mesurée à 690 nm.

2.4. Pouvoir fixateur du sol en phosphore par dilution isotopique

La méthode de dilution isotopique est décrite par FARDEAU *et al.*⁶⁾.

Les valeurs de pouvoir fixateur des échantillons analysés par cette méthode sont tirés du rapport cité en référence⁹⁾.

3. Discussion et résultats

L'estimation de l'offre potentielle en phosphore du sol se fait traditionnellement par une seule extraction chimique simulant l'action racinaire. Le modèle à deux compartiments non interactifs considère que le phosphore extrait représente le phosphore assimilable (Fig. 1a).

De nombreuses études, particulièrement celles entreprises par FARDEAU *et al.*^{4,5,6)}, à l'aide de traceurs ($^{32}\text{PO}_4^{3-}$), ont permis de mettre en évidence que la distribution du phosphore assimilable est pluricompartimentale «mammellaire». Il s'agit d'un modèle cinétique où les compartiments non-interactifs sont définis selon leur vitesse d'échange avec la solution sol (Fig. 1b).

Cette approche expérimentale a, d'autre part, permis la définition d'un facteur *intensité* en tant que concentration de phosphore dans la solution sol, d'un facteur *quantité* de phosphore immédiatement disponible et d'un facteur *capacité* c. à d. aptitude du sol à maintenir constant le facteur intensité. Le paramètre représenté par le rapport entre la radioactivité totale introduite dans la solution sol (R) et celle restante après une minute d'échange entre la solution sol et la phase solide (r_1) permet de quantifier le *pouvoir fixateur*.

Selon cette méthode, la prise de sol est équilibrée pendant 17 heures avec un volume d'eau (1:10 poids/volume).

Au temps t_0 , on introduit une quantité (R) de phosphate marqué, assez faible pour ne pas perturber l'équilibre. Le temps de manipulation est suffisamment court, de sorte qu'on peut admettre que l'échange avec le compartiment sol est négligeable.

Au temps t_1 , les ions phosphate marqués ont été échangés principalement avec ceux du compartiment sol où la mobilité est la plus élevée.

De l'égalité des radioactivités spécifiques (RAS) en solution et dans le compartiment du sol:

$$\begin{aligned} \text{RAS} = \frac{r_1}{M_1} = \frac{r_2}{M_2} \quad \text{on déduit} \quad \frac{r_1}{r_2+r_1} &= \frac{M_1}{M_2+M_1} \\ \frac{r_1}{R} &= \frac{M_1}{M_2+M_1} \quad (1) \end{aligned}$$

En représentant par E_1 le pool de phosphore mobilisé au temps $t=1$ ($E_1 = M_1 + M_2$) et par $P_s = M_1$ la quantité de phosphore dans la solution sol, l'équation (1) s'écrit:

$$\frac{r_1}{R} = \frac{P_s}{E_1}$$

telle qu'elle est exprimée par FARDEAU *et al.*⁴⁾.

L'estimation de l'état de fertilité du sol par extraction chimique peut être améliorée en effectuant deux extractions indépendantes¹¹⁾:

- extraction à l'eau qui donne une image de l'offre immédiate du sol;
- extraction «agressive» par un des réactifs «classiques» (dans le cas présent acétate d'ammonium-EDTA à pH: 4,65) qui donne une image de la «réserve apparente» à moyen terme.

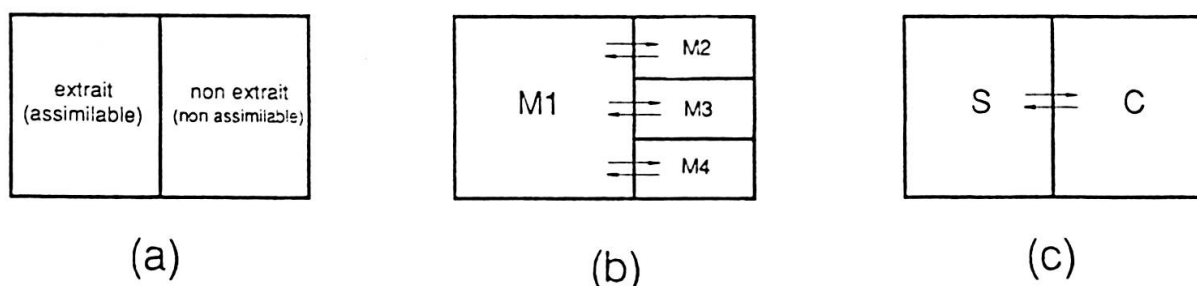


FIG. 1.

Modèles agronomiques d'estimation des compartiments du sol:

- a) deux compartiments non-interactifs (1 extrait);
- b) modèle pluricompartimental mammellaire déduit par traçage isotopique;
- c) extrait «agressif»

Si on fait l'hypothèse naïve selon laquelle les «images» du sol obtenues par les deux extraits (H_2O et agressif) sont représentatives de deux compartiments interactifs, on peut établir le modèle simple où (C) représente l'ensemble des divers compartiments sol et (S) la solution sol (Fig. 1c), le rapport (F) de la teneur extraite à l'eau [S] à la teneur totale [C] serait une expression approximative du pouvoir fixateur:

$$F = \frac{[S]}{[C]} \quad (2)$$

Certes, il s'agit là d'une simplification très grossière qui n'a d'autre but qu'une estimation approximative pratique.

La corrélation calculée (0,883) pour 48 parcelles grandes-cultures du canton de Genève est assez significative si l'on considère les variétés physicochimiques des échantillons et le fait que chaque point est déterminé par les résultats de trois analyses (dilution isotopique, extrait à l'eau, extrait $AcONH_4$ -EDTA) (Figure 2).

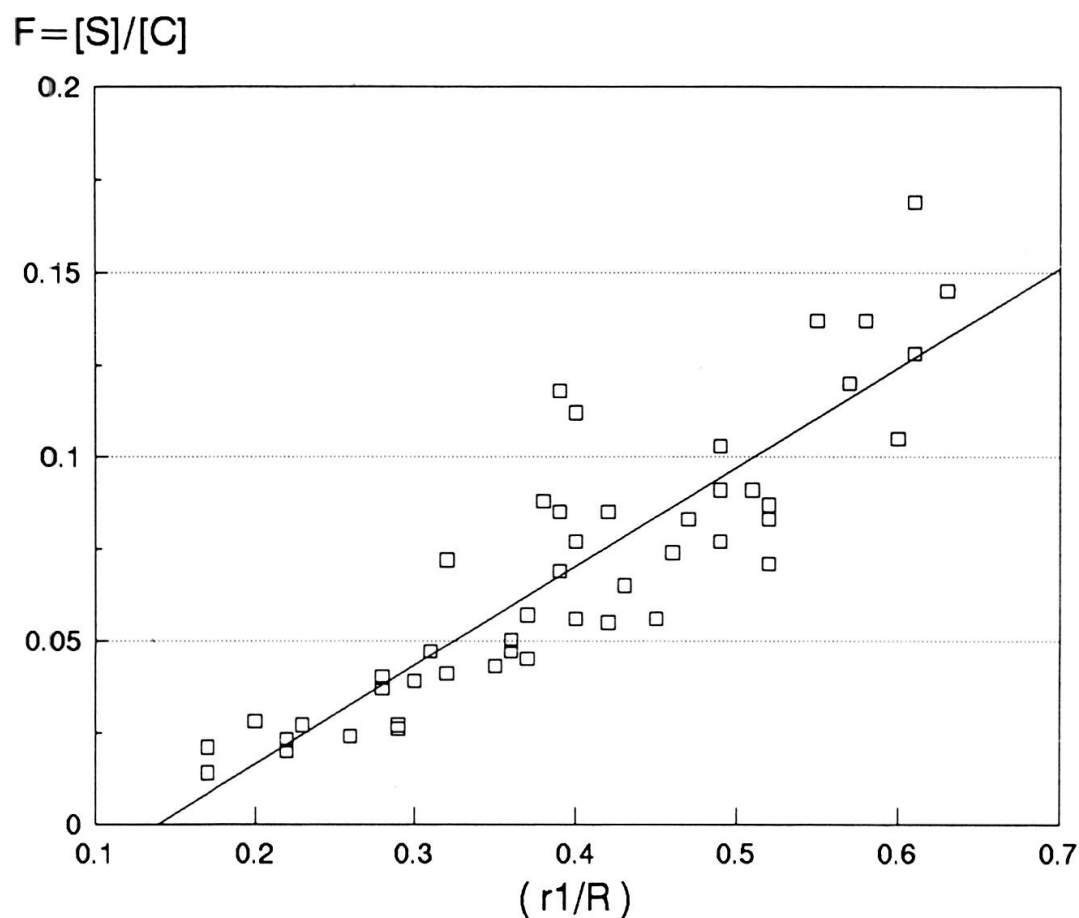


FIG. 2.

Corrélation entre le pouvoir fixateur par échange isotopique et par extraits chimiques, pour 48 sols grandes cultures de Genève.

En partant des valeurs limites des (r_1/R) proposées par FARDEAU:

Fort $0,2 > (r_1/R) > 0,4$ Faible

on calcule pour les sols étudiés:

Fort $0,020 > F > 0,070$ Faible

Par ailleurs, si on traite le modèle bicompartimental interactif selon une cinétique réversible à l'état stationnaire, on a:

$$k_1[C] = k_2[S]$$

$$\text{Comme } [C] = [C]_0 - [S]$$

$$\text{on obtient } \frac{k_2}{k_1} = \frac{[C]_0}{[S]} - 1 \quad (3)$$

qui exprime un coefficient de partage conditionnel.

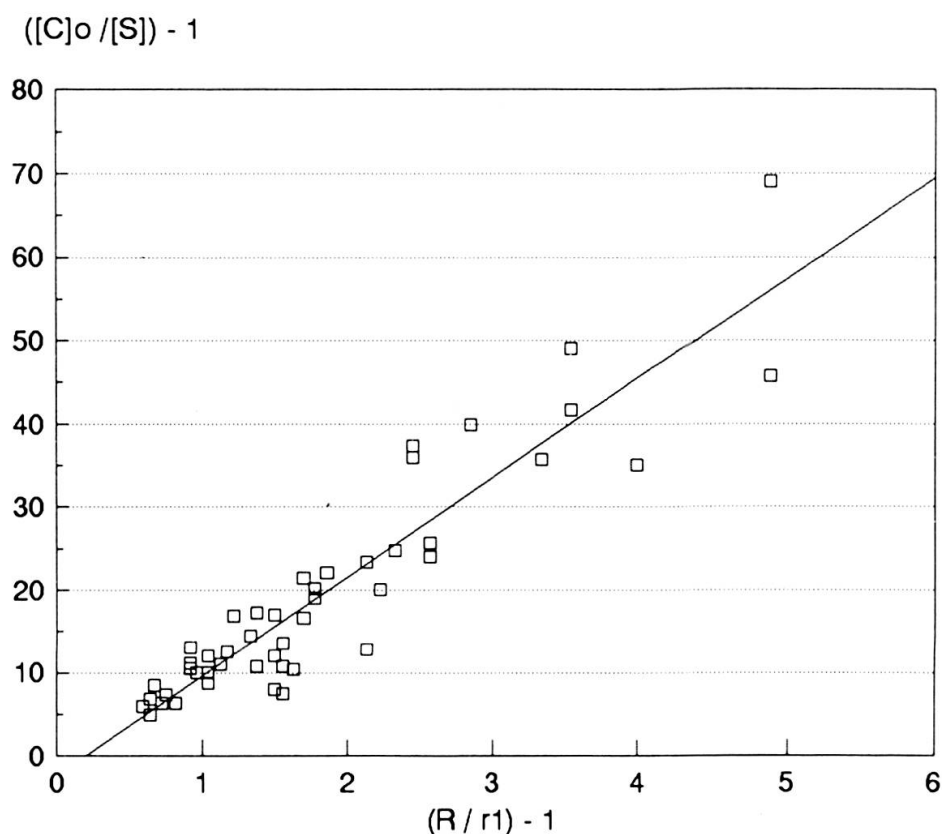


FIG. 3.

Corrélation entre les coefficients de partages par méthode isotopique et par deux extractions chimiques pour 48 sols grandes cultures, à Genève.

D'autre part, on peut déduire de la relation (1)

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{R}{r_1} - 1 \quad (4)$$

qui exprime aussi un coefficient de distribution.

La corrélation linéaire entre (3) et (4) (Figure 3) atteint une valeur assez significative (0,927).

Les limites correspondantes au pouvoir fixateur reportées sur ce coefficient donnent:

$$\begin{aligned} \text{Faible } 1,5 > [(R/r_1) - 1] > 4,0 \text{ Fort} \\ 15 > [(C_0/S) - 1] > 45 \end{aligned}$$

Le degré de corrélation constaté entre les résultats de la méthode isotopique et les méthodes d'extractions chimiques telles qu'elles sont appliquées ici, est assez encourageant pour permettre une meilleure exploitation des résultats analytiques destinés à formuler des diagnostics de fertilité.

Des études similaires effectuées pour d'autres régions devraient permettre de mieux cerner les limites de validité d'une telle interprétation. Les approches simplistes présentées ici ne conduisent qu'à des estimations approximatives facilement accessibles.

En l'état, il apparaît que les barèmes de fumure seront mieux établis s'ils sont basés sur les résultats de deux extraits, soit un extrait H_2O (1:5) et un extrait $AcONH_4$ -EDTA pH:4,65 (1:5).

Parallèlement à l'information sur l'offre court terme-long terme, le rapport de ces deux valeurs donne une indication sur le pouvoir fixateur du sol qui permet de moduler le plan de fumure et d'éviter des surcharges inutiles qui, à part l'économie matérielle, va dans le sens d'une pratique respectueuse de l'environnement.

RÉFÉRENCES

- 1) FRIED M., BROESHART H., "The Soil – Plant System in Relation to inorganic Nutrition", éd. Academic Press, New York (1967).
- 2) GACHON L., «Phosphore et potassium dans les relations sol-plante: conséquences sur la fertilisation», éd. INRA, Paris 1988.
- 3) COLLAUD G., «Caractéristiques et état de fertilité des sols en Suisse romande». *Revue Suisse agric.*, 23, 65 (1991).
- 4) FARDEAU J.-C., JAPPE J., «Nouvelle méthode de détermination du phosphore du sol assimilable par les plantes: extrapolation des cinétiques de dilution isotopique». *C.R. Acad. Sc. Paris*, 282, série D, 1137 (1976).
- 5) FARDEAU J.-C., MOREL C., JAPPE J., «Cinétique d'échange des ions phosphate dans les systèmes sol-solution. Vérification expérimentale de l'équation théorique». *C.R. Acad. Sc. Paris*, 300, série III, 371 (1985).
- 6) FARDEAU J.-C., JAPPE J., «Valeurs caractéristiques des cinétiques de dilution isotopique des ions phosphate dans le système sol-solution» dans référence 1 supra, page 79 (1988).
- 7) MOREL J.-L., FARDEAU J.-C., «Pouvoir fixateur des sols vis-à-vis du phosphore: conséquence sur la fertilisation phosphatée». *Perspectives agricoles*, 147, 65 (1990).
- 8) LAKANEN L., ERVIO R., *Acta agr. fenn.*, 123, 223 (1971).
- 9) HERMANT A., «Phosphorescent: fertilité phosphorique de quelques sols de la Suisse romande en grande culture et en viticulture», éd. Service romand de vulgarisation agricole, Lausanne 1991.
- 10) QUINCHE J.-P., «Sur la fixation des phosphates dans les sols viticoles acides du Tessin». *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 17, 277 (1985).
- 11) PALASTHY A. «Concept de fumure», éd. Service M-Sano, Lausanne 1986 (actualisé 1990).

