



Influence des engrais phosphates sur la teneur de la plante en principes phosphates solubles

A. Hamy

► To cite this version:

A. Hamy. Influence des engrais phosphates sur la teneur de la plante en principes phosphates solubles. Annales Agronomiques, 1950, 5, pp.343-350. hal-02729937

HAL Id: hal-02729937

<https://hal.inrae.fr/hal-02729937>

Submitted on 2 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.

ANC 209

Phosphore.
Série A

1950

INFLUENCE DES ENGRAIS PHOSPHATÉS SUR LA TENEUR DE LA PLANTE EN PRINCIPES PHOSPHATÉS SOLUBLES

PAR

A. HAMY (Châteauroux).

Au lieu d'établir une relation entre la teneur des différents éléments fertilisants existant dans une plante, nous avons pensé qu'il serait utile d'étudier les modifications de concentration de divers composés d'un même élément produites par l'apport de doses croissantes d'un engrais correspondant. Nous avons à cet effet étudié la concentration des plantes en acide phosphorique précipitable par la mixture magnésienne et celui qui reste en solution. La première forme représente l'acide phosphorique minéral (on trouve des chiffres voisins par dosage colorimétrique et par reprécipitation molybdique), la seconde l'acide phosphorique organique soluble.

Expérience sur blé.

Nous avons fait une première expérience en semant du blé de printemps Nivet dans du silex broyé, et en l'arrosant avec une solution ayant la composition suivante :

A 10 l d'eau de conduite, on a ajouté 50 cc de solution I, 5 cc de solution II, 50 cc d'une des solutions III et une quantité de carbonate de soude N pour amener la solution au pH = 6,2.

SOLUTION I	SOLUTION II	SOLUTION III
225 cc $\text{SO}_4\text{H}_2\text{N}$	KI 0,4	1. 15 cc de phosphate de
75 cc $\text{NO}_3\text{H}_2\text{N}$	SO_4Mn 2,9	soude à 8 % amené à 11
100 cc NO_3KN	Chlorure de zinc 2,0	2. 50 cc — 11
100 cc Nitrate de	Borate de soude 0,4	3. 150 cc — 11
Mg à 49 g p. litre		4. 300 cc — 11
0 g 66 Sulfate fer- rique		

La plante a été récoltée lorsqu'elle a eu 5 feuilles, refroidie à la glacière, broyée et pressée (1) au contact de la glace. Le jus extrait a été additionné d'une quantité d'acide trichloracétique à 10 p. cent d'égal

(1) Un tissu broyé, soumis à des pressions croissantes, cède des liquides dont la composition varie ; une extraction à forte pression mélange donc des solutions de composition différente. Il paraît préférable de ne comparer que des solutions extraites dans des limites de pression assez étroites ; aussi l'extraction a été faite à 25 kg.

volume, puis mis à filtrer à la glacière. On a traité des quantités connues de ces liquides par du citrate de magnésie (pour éviter les entraînements par la chaux des éthers phosphoriques) et de l'ammoniaque; on les a laissées 48 h à la glacière.

Dans la solution surnageante on a dosé l'acide phosphorique organique soluble et dans le précipité l'acide phosphorique minéral. Les résultats obtenus ont été les suivants (tableau I).

	P ² O ⁵ min. par litre en mmg	P ² O ⁵ organique par l en mm
1	104	50
2	156	68,5
3	306	121
4	822	170

Si on trace le graphique P²O⁵ org. en fonction de P²O⁵ min., on obtient une ligne qui s'incurve lorsque P min. augmente. L'analyse de cette courbe montre qu'elle a l'allure d'une hyperbole de forme :

$$y = \frac{ax}{ax + b'}$$

cette expression peut en effet s'écrire :

$$\frac{x}{y} = \frac{a'}{a} x + \frac{b'}{a}$$

en portant en ordonnées les valeurs du rapport $\frac{P^{2}O^{5} \text{ min.}}{P^{2}O^{5} \text{ org.}}$ et en abscisses celles de P²O⁵ min., les points correspondants devront être en ligne droite. Les valeurs obtenues sont :

P ² O ⁵ minéral	P ² O ⁵ organique	$\frac{P^{2}O^{5} \text{ min.}}{P^{2}O^{5} \text{ org.}}$
100	50	2,00
200	85	2,35
400	135	2,96
500	140	3,57
600	160	3,75
800	169	4,73

Les résultats sont reproduits sur la *figure I*.

La limite vers laquelle tendrait la courbe si, d'une façon idéale, on la prolongeait, est donnée par l'inverse du coefficient angulaire de la droite, c'est-à-dire, dans le cas présent, 277; la pente de la courbe à l'origine a pour valeur l'inverse de l'ordonnée à l'origine, soit 0,66.

Il est possible qu'on puisse trouver une relation entre la concentration en P²O⁵ organique soluble et la croissance; il est certain que plus on se rapprochera de la valeur-limite, moins on devra observer d'action sur la croissance.

Mais il n'y a pas lieu de tenir compte seulement de l'acide phosphorique; la croissance s'accompagne de l'utilisation des matières azotées solubles. Nous avons déterminé la concentration en ces subs-

tances en suivant la méthode suivante : à la solution trichloracétique, on a ajouté du protochlorure de fer et HCl pour détruire les nitrates, puis on a fait un Kjeldahl.

1.	775 mmg N. org. par litre	3.	535 mmg N. org. par litre
2.	558 —	4.	422 —

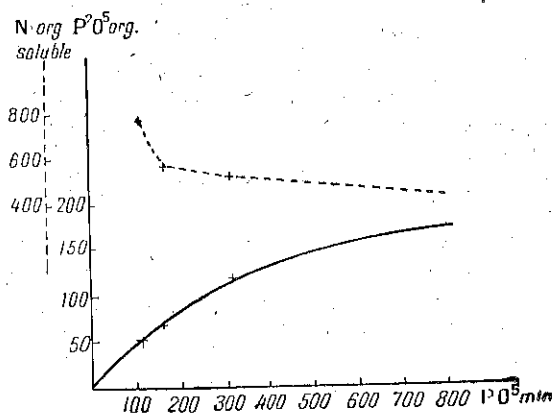
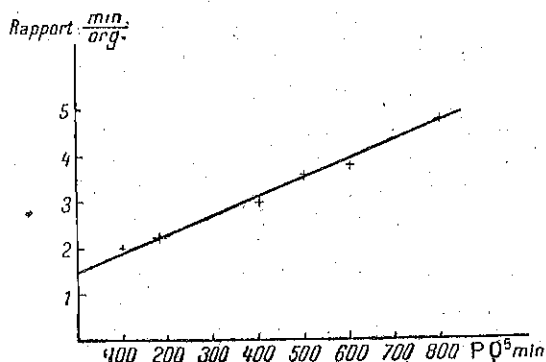


FIG. I.

Si on porte ces quantités en fonction de $P_2O_5 \text{ min.}$, le graphique obtenu est, sauf pour le premier chiffre, une ligne droite décroissante. Quant au premier chiffre, nous nous demandons si, par suite de l'insuffisance de P, la plante n'aurait pas commencé à souffrir et si l'accumulation constatée ne serait pas pathologique. Nous nous proposons de faire une étude plus détaillée de cette partie de la courbe.

Expérience sur orge de printemps.

Nous avons voulu rechercher si les résultats obtenus en pots se retrouvaient lorsqu'on cultive une plante au champ.

Nous avons pris comme sujet d'expérience de l'orge de printemps, var. Kénia. Comme engrais phosphaté, nous avons utilisé le phosphate

bicalcique, afin de pouvoir épandre des quantités suffisantes pour provoquer une variation importante dans la composition de la plante, sans craindre d'apporter des modifications importantes dans le pH, comme aurait pu le faire le super ou les scories. Pour ne pas mettre des quantités anormalement élevées, nous avons calculé la dose la plus forte à épandre de façon à rendre le sol immédiatement riche (0,5 p. mille de P^2O^5 assimilable pour une profondeur de 15 cm).

Nous avons donc épandu des quantités de phosphate bicalcique égales à 0, 200, 1 200 et 2 400 kg à l'ha correspondant à des quantités de P^2O^5 égales à 0,76, 456 et 912 kg à l'ha.

Ces doses ont été apportées au sol par moitié, en deux fois ; la première moitié a été enfouie par le labour, la seconde par le cultivateur, de manière à mieux répartir l'engrais dans la terre. En même temps on a ajouté comme fumure de base du sulfate de potasse et du nitrate de soude.

Les semailles ont eu lieu le 1^{er} avril.

Un premier prélèvement a été effectué le 10 mai ; l'analyse a porté sur la plante entière. L'extraction du jus a été faite dans les mêmes conditions que pour le blé, la plante ayant été transportée en glacière. Une partie du jus a été ultra-filtrée, une autre a été traitée par un volume égal d'acide trichloracétique à 10 p. cent et filtrée à la glacière.

Pour l'étude du liquide ultra-filtré, nous avons fait des prélèvements échelonnés dans le temps, de manière à suivre les transformations dues à l'autolyse et déterminer les concentrations au temps zéro (heure de broyage).

Les résultats obtenus par ces deux méthodes sont les suivants (tableau II) :

Ultra-filtration			Acide trichloracétique		
P^2O^5 min. mmg p. l	P^2O^5 org. mmg p. l	P^2O^5 total mmg p. l	P^2O^5 min. mmg p. l	P^2O^5 org. mmg p. l	P^2O^5 total mmg p. l
215	55	270	194	71	265
290	65	355	269	100	369
642	145	787	623	(¹)	
1 100	175	1 275	1 088	208	1 296

Les valeurs obtenues par les deux méthodes sont assez voisines pour le P^2O^5 total, bien qu'un peu plus élevées pour la méthode à l'acide trichloracétique. Mais les valeurs de P^2O^5 min. sont plus élevées dans le cas de l'ultra-filtration que celles obtenues avec l'acide trichloracétique. On constate une modification en sens inverse pour P^2O^5 org.

Les courbes correspondantes sont reproduites par la *figure II*, ainsi que les graphiques représentant le rapport $\frac{P^2O^5 \text{ min.}}{P^2O^5 \text{ org.}}$ en fonction de P^2O^5 min.

(¹) Par suite d'un accident, le P^2O^5 org. n'a pu être dosé. On peut en avoir une valeur approchée, en retranchant 623 de 787 (P^2O^5 total du liquide ultra-filtré), ce qui donne 164. Comme dans le cas de l'acide trichloracétique, P^2O^5 total est un peu plus élevé, de 15 environ soit $787 + 15 = 802$, on obtient comme différence 177, le chiffre donné par la courbe est 170.

Ultra-filtration			Acide trichloracétique		
P^2O^5 min.	P^2O^5 org.	$\frac{P^2O^5 \text{ min.}}{P^2O^5 \text{ org.}}$	P^2O^5 min.	P^2O^5 org.	$\frac{P^2O^5 \text{ min.}}{P^2O^5 \text{ org.}}$
100	25	4,0	100	45	2,2
200	50	4,0	200	80	2,5
300	75	4,20	400	135	2,96
400	100	4,20	600	165	3,63
600	137	4,35	800	190	4,21
800	165	4,90	1 000	205	4,88
1 000	175	5,70			

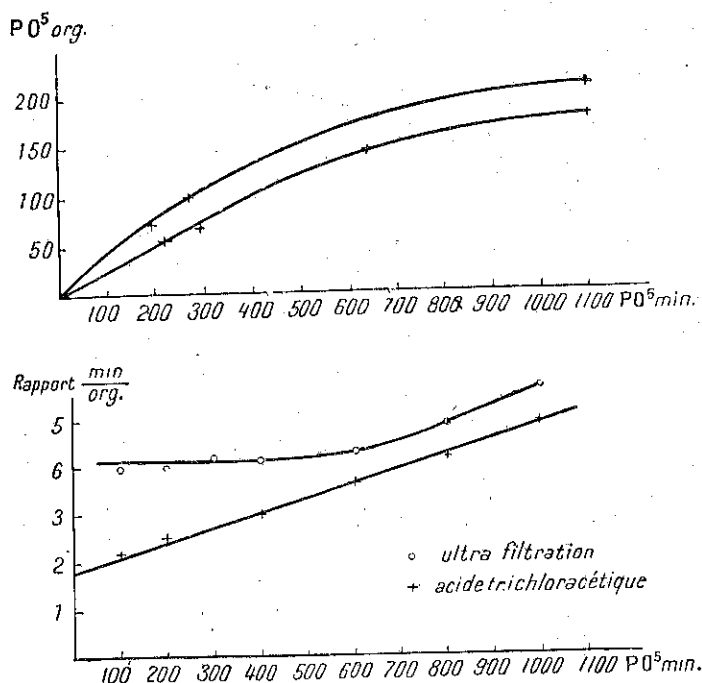


FIG. II.

La diminution de P^2O^5 org. et l'augmentation de P^2O^5 min. lors de l'ultra-filtration permettent de penser qu'il y a hydrolyse de P^2O^5 org. Le graphique du rapport $\frac{P^2O^5 \text{ min.}}{P^2O^5 \text{ org.}}$ en fonction de P^2O^5 min. est une

horizontale jusqu'à P^2O^5 min. = 500, c'est-à-dire que la portion correspondante de la courbe est une ligne droite; à partir de 500, on a une droite inclinée, parallèle à la droite, représentant les résultats obtenus avec l'acide trichloracétique. C'est donc une portion d'hyperbole, alors que la courbe fournie par les valeurs de la méthode à l'acide trichloracétique est bien une hyperbole.

En fait, la courbe de l'ultra-filtration doit aussi être une hyperbole, mais celle-ci doit couper l'axe des abscisses en un point qui doit se trouver entre 50 et 100.

Un autre prélèvement a été fait le 19 mai sur les feuilles seulement ; nous avons employé l'acide trichloracétique dans les mêmes conditions que précédemment. Les résultats sont résumés dans le tableau III et figure III.

P_2O_5 min. en mmg par litre	P_2O_5 org. en mmg par litre	P_2O_5 total en mmg par litre.
184	100	284
289	118	357
524	170	694
741	196	937

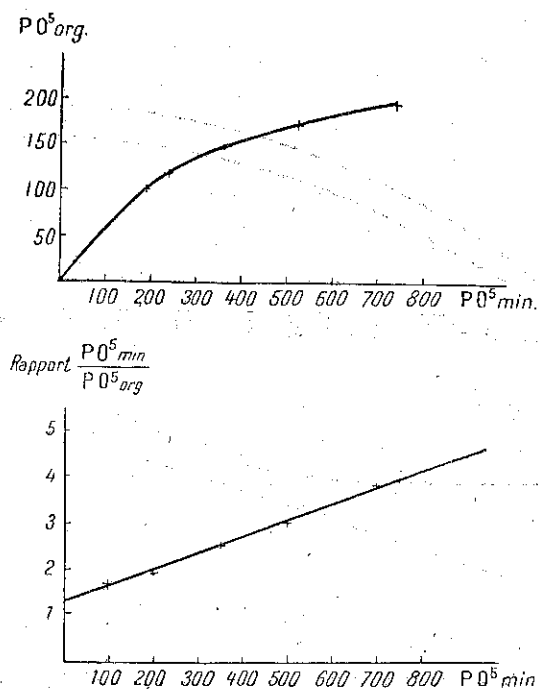


FIG. III.

L'analyse de la courbe donne les résultats suivants :

P_2O_5 min.	P_2O_5 org.	$\frac{P_2O_5 \text{ min.}}{P_2O_5 \text{ org.}}$
100	60	1,66
200	105	1,90
350	140	2,50
500	165	3,03
700	180	3,88

la courbe est donc encore une hyperbole, de valeur-limite 277 et la pente à l'origine est égale à 0,80.

Un dernier prélèvement a été fait au moment de la floraison ; il a porté non sur la dernière feuille située au-dessous de l'épi, car elle est trop petite, mais sur les deux feuilles situées au-dessous de celle-ci.

Les résultats sont les suivants (tableau IV et fig. IV) :

P_2O_5 min. en mmg par litre	P_2O_5 org. en mmg p. l.
480	207
657	223
1 575	252
1 757	287

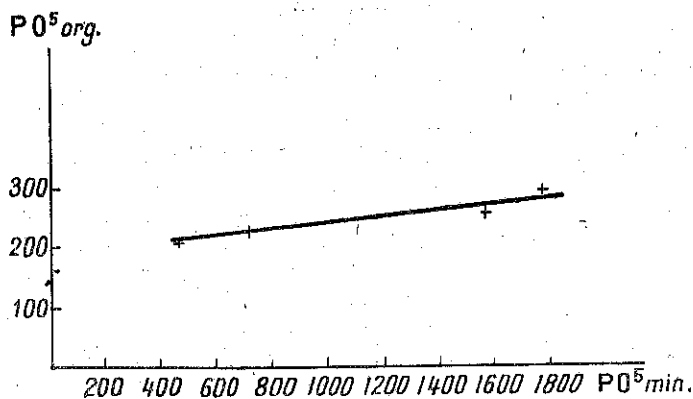


FIG. IV.

Dans la zone examinée, les points se groupent autour d'une ligne droite très inclinée. Les valeurs obtenues sont plus élevées que lors des prélèvements précédents et elles varient dans des limites relativement plus étroites ; ainsi le rapport des concentrations des valeurs extrêmes de P_2O_5 min. d'une part et de P_2O_5 org. d'autre part, varie ainsi qu'il suit :

	P_2O_5 min.	P_2O_5 org.
1 ^{er} prélèvement	$\frac{1\ 088}{194} = 5,6$	$\frac{210}{71} = 2,95$
2 ^e —	$\frac{741}{184} = 4,0$	$\frac{196}{100} = 1,96$
3 ^e —	$\frac{1\ 757}{480} = 3,66$	$\frac{287}{207} = 1,38$

Action des engrais azotés.

Il est intéressant de se rendre compte de l'influence des engrais azotés sur la concentration des deux formes d'acide phosphorique. A cet effet, nous pouvons citer une expérience sur blé de printemps. Le terrain a reçu partout la même dose de phosphate bicalcique et du sulfate de K, puis a été divisé en deux parcelles ; sur l'une on a épandu 100 kg de nitrate de soude à ha, sur l'autre 300 kg de nitrate.

	P_2O_5 min. par litre	P_2O_5 org. par litre	Azote org. soluble p. l
100 kgs nitrate	307	128	812
300 kgs nitrate	275	126	938

Le blé a été semé le 20 mars, le prélèvement a eu lieu le 28 avril ; la variation atteint peu le P^2O^5 organique et plus fortement le P^2O^5 minéral ; néanmoins l'azote a bien influencé les rendements dans le rapport de 100 à 118. Ces variations sont cependant faibles ; il faudra les étudier lors d'une année humide.

Conclusion.

Lorsqu'on apporte de l'acide phosphorique en quantité croissante à une plante, la concentration en acide phosphorique organique soluble croît en fonction de l'acide phosphorique minéral soluble suivant une loi hyperbolique dans les premiers stades de la végétation. Cette relation n'est pas celle résultant d'un état d'équilibre ; elle indique l'état de régime résultant de la vitesse de transformation de P^2O^5 minéral en P^2O^5 organique soluble d'une part, et la disparition de cette forme organique soit par un processus réversible de cette réaction, soit par transformation en substances insolubles (P^2O^5 lipidique, P^2O^5 nucléique).

L'influence de l'azote joue évidemment un rôle important dans la synthèse des nucléoprotéides. La vitesse de formation de ces substances dépend nécessairement de la concentration en P^2O^5 org. soluble et la concentration en acides aminés, c'est-à-dire en azote organique soluble. Nous nous proposons de chercher à établir la relation entre la quantité de P^2O^5 de l'acide nucléique formée pendant un temps donné et les concentrations en P^2O^5 et N organiques solubles ; on peut supposer qu'elle doit être une fonction du produit de ces concentrations ; comme P^2O^5 org. soluble et N org. soluble varient en sens inverse lorsqu'on augmente la quantité de matière fertilisante phosphatée, on peut s'attendre à obtenir une fonction tendant rapidement vers une limite.