

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 83 (1992)

**Heft:** 3

**Artikel:** Note sur le dosage du phosphore total dans le matériel végétal et les terres = Note on the determination of total phosphorus in plant material and soils

**Autor:** Quinche, J.P.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-982263>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

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

## Note sur le dosage du phosphore total dans le matériel végétal et les terres

Note on the Determination of Total Phosphorus in Plant Material and Soils

*J.P. Quinche*

Station fédérale de recherches agronomiques de Changins, Nyon

### Introduction

Pour le dosage du phosphore total dans le matériel végétal, nous utilisons depuis près de 30 ans dans nos laboratoires une méthode spectrophotométrique dans laquelle l'acide phosphorique est combiné au molybdène (VI) et au vanadium (V) pour former un complexe jaune. Cette technique a rendu de grands services mais présente quelques inconvénients: il est nécessaire d'éliminer la silice qui donnerait aussi un complexe silicomolybdate jaune; le fer pourrait gêner s'il était présent en grande quantité sous forme trivalente. La sensibilité de cette méthode «jaune» n'est pas très grande; à 410 nm, le coefficient d'extinction molaire  $\epsilon$  est égal à  $2,13 \cdot 10^3$  (1). C'est pourquoi nous nous sommes efforcé de développer un procédé de dosage des orthophosphates qui soit sensible, simple et rapide.

Nous avons choisi la formation en milieu acide d'une combinaison du phosphate avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium, suivie d'une réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu. Il s'agit du procédé utilisé par la norme française homologuée pour le dosage des orthophosphates dans les eaux (2). Toutefois, afin d'accroître le domaine d'application de la loi de Lambert-Beer (calibrage linéaire) nous avons élevé la teneur en antimoine du réactif en nous basant sur les travaux de *Harwood* et al. (3) et *John* (4). Pour augmenter la vitesse de la réaction, nous avons porté la concentration de l'acide ascorbique à 8%. Dans nos conditions, la concentration de l'antimoine dans la solution colorée atteint 35  $\mu\text{g}$  Sb/ml.

### Partie expérimentale

#### *Préparation des réactifs*

Pour la préparation des réactifs et pour les analyses, nous utilisons de l'eau déminéralisée préparée avec un appareil Milli-Q (Millipore).

- [1] HCl 1+1 (V/V). On mélange 500 ml d'HCl 30% (Merck No 318) avec 500 ml d'eau.
- [2] HCl 2 M. On verse 423 ml d'HCl 30% (Merck No 318) dans un ballon jaugé de 2 l et on complète au trait avec de l'eau.
- [3] H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 15% (V/V). Verser environ 500 ml d'eau dans un ballon jaugé d'un litre et ajouter prudemment 150 ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 96% (Merck No 731). Bien agiter, laisser refroidir puis compléter au trait avec de l'eau.
- [4] Acide ascorbique à 8%. Dissoudre avec de l'eau dans une fiole jaugée de 100 ml, 8 g d'acide L(+)-ascorbique (Baker No 1018). Compléter au trait avec de l'eau et conserver au réfrigérateur.
- [5] Tartrate de potassium et d'antimoine à 12 g/l. Dissoudre 6 g de tartrate de potassium et d'antimoine K(SbO)C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>.0,5 H<sub>2</sub>O (Merck No 8092) dans de l'eau et compléter à 500 ml avec de l'eau. Conserver au frigo.
- [6] Molybdate d'ammonium à 40 g/l. Dissoudre 40 g de molybdate d'ammonium (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O (Merck No 1182) dans de l'eau et compléter à 1 l avec celle-ci. Filtrer à travers un petit filtre plissé dans une bouteille en polyéthylène et conserver au réfrigérateur.
- [7] Réactif combiné. Dans un ballon jaugé d'un litre, introduire:  
 500 ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 15% [3]  
 50 ml de tartrate de K et Sb à 12 g/l [5]  
 150 ml de molybdate d'NH<sub>4</sub><sup>+</sup> à 40 g/l [6]  
 puis compléter à 1 l avec de l'eau. Conserver au frigo.

### *Solutions de calibrage*

- [8] Solution-mère de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> à 50 mg P/l. Peser 0,2197 g de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (Merck No 4873) préalablement séché à l'étuve à 105 °C durant une heure, puis dissoudre dans de l'eau. Ajouter 1 ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 15% [3] et compléter à 1000 ml avec de l'eau.
- [9] Solutions étalons de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (1, 2, 3 et 4 mg P/l). Prélever avec des pipettes, respectivement: 10, 20, 30 et 40 ml de la solution-mère à 50 mg P/l [8], et introduire les solutions dans des fioles jaugées de 500 ml. Compléter au trait avec de l'eau. Conserver au frigo. Ces solutions de calibrage contiennent respectivement: 1, 2, 3 et 4 µg P/ml.

### *Spectrophotométrie*

Le spectre d'absorption du complexe phosphate-antimoine-molybdène réduit par l'acide ascorbique, pour une solution colorée contenant 60 µg P/25 ml, est donné dans la figure 1. Il a été obtenu à l'aide d'un spectrophotomètre Perkin-Elmer Lambda 5; l'épaisseur de la cellule de mesure était de 10 mm. On observe deux maximums, l'un à 710 nm et l'autre à 882 nm, avec des absorbances respectives de 1,27 et 1,73. Le rapport de ces deux valeurs est de 1,36. La meilleure sensibilité est donc obtenue lors des mesures d'absorption à 882 nm.

Les coefficients d'extinction molaire calculés à partir des valeurs ci-dessus sont de  $1,64 \cdot 10^4$  à 710 nm et de  $2,23 \cdot 10^4$  à 882 nm.

Une courbe de calibration réalisée à la longueur d'onde de 882 nm au moyen d'un spectrophotomètre Beckman DU-65 (cellule de 10 mm d'épaisseur) est visible dans la figure 2. On constate que la loi de Lambert-Beer est suivie jusqu'à une concentration de 80  $\mu\text{g P}/25 \text{ ml}$  de solution colorée. Pour ce dernier point, l'absorbance A atteint 2,32.

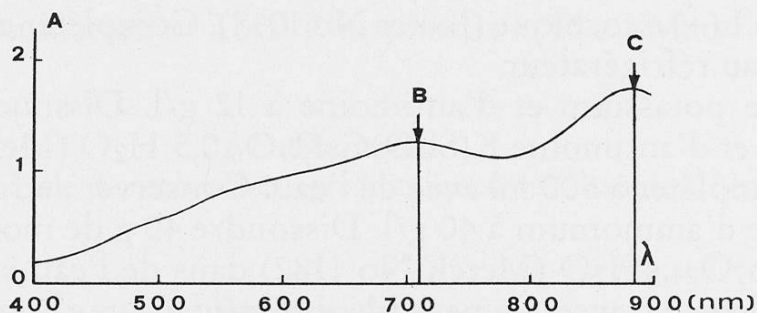


Fig. 1. Spectre d'absorption d'une solution du complexe bleu phosphate-molybdate-antimoine réduit par l'acide ascorbique, contenant 60  $\mu\text{g P}/25 \text{ ml}$ . A = absorbance;  $\lambda$  = longueur d'onde en nm; B: premier maximum à 710 nm; C: deuxième maximum à 882 nm

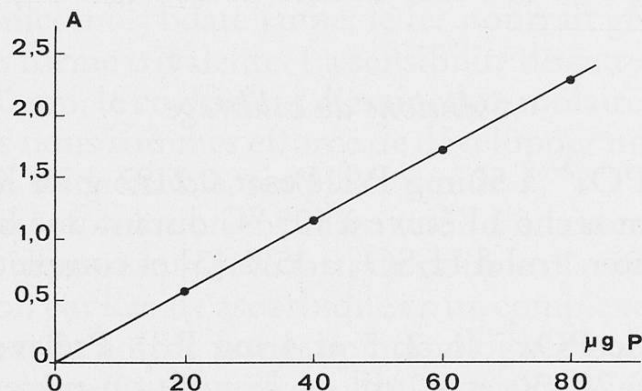


Fig. 2. Droite de calibration obtenue en mesurant au spectrophotomètre, à 882 nm, avec une cellule de 10 mm d'épaisseur, l'absorbance A de quatre solutions colorées contenant: 20; 40; 60 et 80  $\mu\text{g P}/25 \text{ ml}$

### *Le dosage du phosphore total dans le matériel végétal*

#### *Mode opératoire*

On pèse des prises de 1,000 g de poudre végétale (ou de 0,500 g de poudre de champignon) dans des capsules de platine ( $\varnothing$  60 mm) tarées. On les place dans une étuve électrique réglée à une température de 105 °C durant 3 heures, les laisse refroidir dans un dessiccateur, les pèse puis calcule le taux de matière sèche. Les capsules sont ensuite placées sur une rampe de chauffage électrique (Gerhardt,

Bonn, par exemple) dont on augmente progressivement la température, jusqu'à cessation du dégagement de fumée. Finalement, elles sont introduites dans un four électrique à moufle (par ex. Solo, Bienne) durant 8 h à 520 °C pour obtenir des cendres blanches ou grises. Après refroidissement, on humecte ces dernières avec quelques gouttes d'eau puis additionne 10 ml d'HCl 1+1 [1]. On chauffe sur un bain de sable (Gerhardt, Bonn, par ex.) durant 30 minutes, sans arriver à sec. On dilue ensuite avec quelques ml d'eau et passe la solution sur un filtre en papier (Schleicher et Schüll 589<sup>1</sup>, Ø 9 cm) dans un ballon jaugé de 100 ml (200 ml pour les champignons). On rince la capsule et le filtre avec de petites portions d'eau puis complète au trait avec de l'eau. On obtient la solution S.

Pour le dosage colorimétrique, on introduit dans un ballon jaugé de 25 ml: 1 ml de solution S (ou 0,5 ml si l'échantillon est présumé riche en P), 1 ml d'acide ascorbique à 8% [4], 4 ml de réactif combiné [7] et on met au trait avec de l'eau. On homogénéise et laisse reposer durant 15 minutes.

Pour le calibrage, on pipette des prises de 20 ml de solutions étalons [9] dans des fioles jaugées de 25 ml (soit, respectivement: 20, 40, 60 et 80 µg P); on ajoute 1 ml d'acide ascorbique à 8% [4] et 4 ml de réactif combiné [7]. On mélange soigneusement et laisse reposer pendant 15 minutes.

On mesure l'absorbance des solutions à analyser et des solutions de calibrage à 882 nm au moyen d'un spectrophotomètre (par ex. Beckman DU-65) contre un essai à blanc préparé uniquement avec de l'eau et les réactifs [4] et [7].

### Calculs

On utilise une simple règle de trois, puisque la courbe d'étalonnage est une droite (fig. 2). On peut utiliser la densité optique de la solution colorée contenant 60 µg P/25 ml ( $A = 1,725$  par exemple). Teneur en P de l'échantillon, pour une prise de 1 ml de solutions S:

$$x = \frac{60 \cdot 100 \cdot a}{1,725 \cdot 1} = 3478 \cdot a \text{ (}\mu\text{g P/g)}$$

ou, dans le cas des champignons :

$$x' = \frac{60 \cdot 200 \cdot a'}{1,725 \cdot 0,5 \cdot 1} = 13913 \cdot a' \text{ (}\mu\text{g P/g)}$$

où  $a$  et  $a'$  sont les absorbances des solutions inconnues.

### Analyses comparatives

Nous avons analysé avec la méthode «bleue» proposée (sans élimination de la silice) 22 échantillons de poudres de champignons qui avaient déjà été analysés au moyen de la méthode «jaune» (avec élimination de la silice). Les résultats obtenus ont été reportés dans la figure 3, où  $X = \% \text{ P/m.s. (méthode «jaune»)}$  et  $Y = \% \text{ P/m.s. (méthode «bleue»)}$ . L'équation de la droite de régression est la suivante:

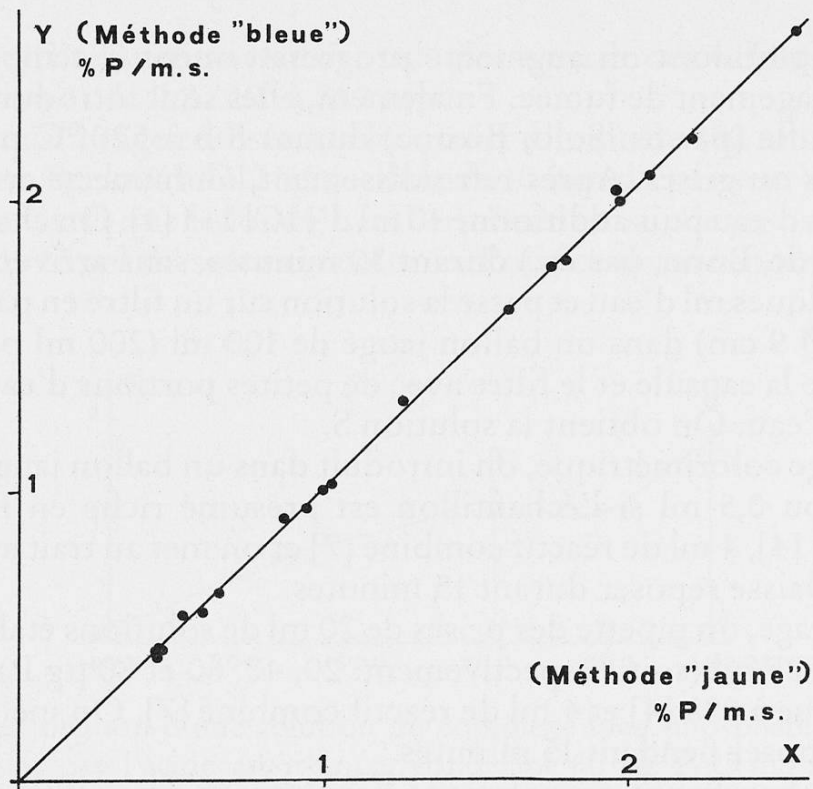


Fig. 3. Résultats de 22 dosages comparatifs du P total dans des poudres de champignons sauvages selon deux méthodes colorimétriques: X = % P/m.s. (méthode «jaune»); Y = % P/m.s. (méthode «bleue»)

$$Y = -0,003 + 1,0108 \cdot X$$

Le coefficient de corrélation linéaire  $r$  est égal à 0,9995 ( $P < 0,001$ ). Les valeurs moyennes sont:  $\bar{Y} = 1,187\%$  P et  $\bar{X} = 1,178\%$  P.

La corrélation entre les deux méthodes est donc bonne; la méthode «bleue» fournit en moyenne des résultats légèrement plus élevés que la méthode «jaune» (+ 0,76% relatif).

#### *Dosage du P dans des échantillons de référence*

Nous avons dosé le phosphore total dans des échantillons de matériel végétal et de terres provenant du «National Bureau of Standards»<sup>1</sup> (U.S. Department of Commerce) et du «Community Bureau of Reference – BCR» (Bruxelles) qui nous sont fournis avec des teneurs en P certifiées ou indicatives. Les résultats que nous avons obtenus avec la méthode «bleue» sans élimination de la silice sont indiqués dans le tableau 1 en % P dans la matière sèche. L'équation de la droite de régression est la suivante :

<sup>1</sup> Rebaptisé récemment NIST, National Institut of Standards and Technology, et situé près de Washington.

Tableau 1. Dosages du P total dans des échantillons de référence NBS et BCR selon la méthode «bleue», sans élimination de la silice. Résultats en ‰ P dans la matière sèche

Nos	Matériel analysé	Nombre d'analyses	Trouvé (Y)	Certifié (X)
NBS 1571	Feuilles d'arbres fruitiers	1	1,98	2,1 ± 0,1
NBS 1572	Feuilles de citronnier	2	1,34	1,3 ± 0,2
NBS 1573	Feuilles de tomate	1	3,42	3,4 ± 0,2
BCR 62	Feuilles d'olivier	1	1,07	1,05*
BCR 129	Poudre de foin	1	2,42	2,36 ± 0,07
BCR 189	Farine de blé entier	10	5,45	5,3*
NBS 1568a	Farine de riz	1	1,60	1,53 ± 0,08
BCR 141	Sol argilo-calcaire	6	0,703	0,698*
BCR 142	Sol léger sableux	5	0,964	0,960*
BCR 143	Sol amendé avec boues d'épuration	5	3,939	3,972*
		Moyennes	2,289	2,267

\* valeurs indicatives

$$Y = -0,0136 + 1,0155 \cdot X$$

où  $Y$  = teneurs en P obtenues avec la méthode «bleue» et  $X$  = teneurs en P certifiées ou indicatives. Le coefficient de corrélation linéaire  $r = 0,9991$ .

Les résultats obtenus avec la méthode «bleue» proposée sont donc en bon accord avec les valeurs certifiées ou indicatives; ils sont, en moyenne, un peu plus élevés que ces dernières (+ 0,97% relatif). Cet écart pourrait être causé par des traces d'arsenic dans les échantillons; en effet As (V) interfère dans le dosage spectrométrique des orthophosphates (2).

### *Le dosage du P total dans les terres*

Pour la désagrégation des échantillons de terres, nous avons tout d'abord essayé la technique préconisée par *McQuaker* et *Fung* (5) qui consiste à fondre la prise à analyser (0,5 g) avec 1,5 g d'un mélange équimolaire de  $KNO_3$  et de  $NaNO_3$  dans un bécher en Pyrex placé dans un four à 450 °C. Après mise en solution par HCl puis  $HNO_3$ , nous avons procédé au dosage du P selon la méthode «jaune». Pour l'échantillon BCR 141 (sol argilo-calcaire) nous avons obtenu les résultats indiqués dans le tableau 2. Les rendements, de l'ordre de 50%, de 450 à 500 °C, sont donc médiocres; cette méthode d'attaque des terres ne convient manifestement pas pour le dosage du P total dans les sols calcaires (l'échantillon BCR 141 contient 18% CaO). Nous avons alors choisi une méthode classique de fusion alcaline selon le mode opératoire décrit ci-dessous.

Tableau 2. Essai de dosage du P total dans une terre argilo-calcaire (BCR 141; teneur indicative: 698 mg P/kg) selon la technique de fusion de *McQuaker et Fung* (5)

Températures de fusion (°C)	Teneurs obtenues (mg P/kg)	Rendements (%)
450	328	47
500	376	54
550	141	20

### Mode opératoire

Dans une capsule de platine ( $\varnothing$  60 mm) on pèse 0,500 g de terre finement moulue à l'aide d'un broyeur à billes d'agate (Pulvérisette Fritsch) puis on ajoute 2 g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  anhydre (par ex. Merck No 6395); on mélange avec une spatule et on saupoudre avec 1 g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . On place la capsule dans un four électrique à moufle (Solo, Bienne) durant 30 minutes à 900 °C. Après refroidissement, on traite le résidu par des portions d'HCl 2 M (2), un verre de montre étant placé sur la capsule (au total: 40 ml); on transfère le tout dans un bécher de 250 ml, en rinçant la capsule avec de l'eau. On chauffe le bécher durant une heure sur bain-marie bouillant, puis on ajoute quelques gouttes d'acide ascorbique à 8% [4] pour décolorer la solution (réduction du  $\text{Fe}^{3+}$  en  $\text{Fe}^{2+}$ ). Après refroidissement, on transvase dans un ballon jaugé de 100 ml. Après mise au trait avec de l'eau, on agite pour homogénéiser, on écoule la solution dans un tube de polypropylène de 50 ml ( $\varnothing$  28 mm) et on centrifuge durant 10 minutes à 3500 tpm (centrifugeuse Zivy, Oberwil). On obtient l'extrait T.

Pour le dosage colorimétrique, on pipette 1 ml d'extrait T dans une fiole jaugée de 25 ml, on ajoute 1 ml d'acide ascorbique à 8% [4] et 4 ml de réactif combiné [7]. On mélange après chaque addition, puis on complète au trait avec de l'eau. Pour le calibrage, on pipette des prises de 20 ml des solutions [9] contenant respectivement 1; 2 et 3 mg P/l, dans des ballons jaugés de 25 ml; on ajoute 1 ml d'acide ascorbique à 8% [4] et 4 ml de réactif combiné [7], puis on homogénéise. On obtient donc des solutions contenant respectivement: 20, 40 et 60  $\mu\text{g}$  P/25 ml.

Après 15 minutes de repos, on mesure la densité optique au spectrophotomètre à 882 nm, contre un essai à blanc préparé avec 20 ml d'eau et les réactifs [4] et [7]. On contrôle graphiquement la linéarité de la courbe de calibrage.

### Calcul

Si nous avons mesuré une absorbance  $A$  de 1,725 pour la solution de calibrage contenant 60  $\mu\text{g}$  P/25 ml de solution colorée et si  $b$  est l'absorbance de la solution inconnue, nous avons:

$$X = \frac{60 \cdot b \cdot 100 \cdot 1}{1,725 \cdot 1 \cdot 0,5} = 6957 \cdot b \text{ } (\mu\text{g P/g})$$



*Remarque.* Nous préconisons de procéder au dosage colorimétrique à partir de seulement 1 ml d'extrait *T*, ce qui correspond à 5 mg de terre, car de plus grands volumes conduiraient à des résultats plus faibles en P. Ce phénomène, que nous n'avons pas constaté lors de l'analyse du matériel végétal, est causé par un élément perturbateur présent dans les terres, vraisemblablement par le fluor. L'effet inhibiteur de l'anion  $F^-$  sur le développement de la coloration bleue a été signalé par *John* (4) et nous l'avons vérifié par des ajouts de fluorure à des solutions standards de  $PO_4^{3-}$ .

### *Contrôle de la méthode de dosage du P total dans les terres*

Les résultats des analyses de trois échantillons de terres de référence (BCR 141, 142 et 143) sont donnés dans le tableau 1. La concordance avec les valeurs indicatives est bonne.

D'autre part, nous avons dosé le P total dans des terres surchargées avec des quantités connues de trois composés minéraux du phosphore:  $KH_2PO_4$ ,  $Ca_3(PO_4)_2$  et  $Ca_5(PO_4)_3OH$ . Les résultats des analyses réalisées d'après le procédé de fusion alcaline décrit ci-dessus sont indiqués dans le tableau 3. On constate que les taux de récupération du P sont proches de 100% dans le cas du dihydrogénophosphate de potassium et du phosphate tricalcique; le rendement de la récupération du P ajouté sous forme d'hydroxyapatite est de 96% en moyenne.

*Tableau 3.* Dosages du P total dans des terres additionnées de quantités connues de  $PO_4^{3-}$  sous différentes combinaisons chimiques, à raison de 500 mg P/kg. Résultats en mg P/kg

Nos	pH (H <sub>2</sub> O)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Composés utilisés pour la surcharge	Teneurs en P total		P récupéré	Rendements récupérat. (%)
				avant surcharge	après surcharge		
159	7,8	6	$KH_2PO_4$	1515	2013	498	99,6
935	7,8	14	$Ca_3(PO_4)_2$	1269	1763	494	98,8
921	5,1	0	$Ca_5(PO_4)_3OH$	1082	1552	470	94,0
899	7,8	14	$Ca_5(PO_4)_3OH$	1068	1558	490	98,0

### *Reproductibilité du dosage de P total*

Pour tester la reproductibilité («répétabilité») de la méthode proposée, nous avons analysé 10 fois une farine de grains de blé (BCR 189) et 8 fois une terre de vigne (T 159, Grandvaux, couche de 0 à 20 cm; pH (H<sub>2</sub>O) = 7,8; 6% CaCO<sub>3</sub>). Les résultats figurent dans le tableau 4; les coefficients de variation sont de 1,1% pour le blé et de 1,3% pour la terre.

Tableau 4. Etude de la reproductibilité du dosage de P total dans du blé et de la terre

Matériel analysé	Teneurs en P total (mg P/kg m.s.)			n	Ecart-types	Coefficients de variation (%)
	min.	max.	moyennes			
Blé	5336	5528	5446	10	58,6	1,1
Terre	1493	1556	1516	8	19,3	1,3

### Applications

Quelques exemples d'utilisation de la méthode «bleue» proposée sont donnés ci-dessous.

#### *Dosages du P total dans une plante aquatique*

Dans un parc public du village de Prangins, un petit étang est régulièrement recouvert d'un tapis compact de lentilles d'eau (*Lemna minor*). Quelques prélèvements de ces plantes ont été lavés à l'eau déminéralisée, séchés à l'étuve à 60 °C puis moulus. Les résultats des analyses sont donnés dans le tableau 5. Ces *L. minor* concentrent donc les phosphates des eaux de drainage qui circulent à travers l'étang et contribuent à leur épuration.

Tableau 5. Dosages du P total dans une plante aquatique (*Lemna minor*)

Dates des récoltes	Teneurs en P (%/m.s.)
06. 01. 1991	9,99
24. 04. 1991	8,84
16. 07. 1991	8,47

#### *Dosages du P total dans la terre d'un profil de vigne*

Nous avons déterminé le taux de P total dans un sol de vigne du Domaine fédéral du Caudoz, à Pully, jusqu'à une profondeur de 100 cm. Les échantillons sont ceux qui nous avaient servis à doser le cuivre dans une étude antérieure (6). Les résultats des analyses figurent au tableau 6, avec les «indices P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>» selon la méthode Dirks-Scheffer (P extractible à l'eau saturée de CO<sub>2</sub>; l'indice 1 correspond à 0,25 µmol P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g de terre). On observe une corrélation linéaire significative entre les teneurs en P total et Cu total, et entre les taux de Cu total et les «indices P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>».

#### *Dosages du P total dans des sols de vignes et de forêts*

Des dosages du phosphore total ont été exécutés dans 21 échantillons de terres fines de vignes (couches de 0 à 20 cm) provenant des cantons de Vaud, de Genève,

Tableau 6. Teneurs en P total (mg P/kg), cuivre total (mg Cu/kg) et indices P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> d'un sol de vigne en fonction de la profondeur h (cm)

h	P total	Cu total	Indices P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
0 – 20	1104	718	14,0
20 – 40	1002	304	4,0
40 – 60	967	182	2,8
60 – 80	856	56	1,1
80 – 100	738	21	0,6

$r$  (P tot./Cu tot.) = 0,891 (P < 0,05)

$r$  (P tot./ind. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) = 0,829 (P < 0,1; non significatif)

$r$  (Cu tot./ind. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) = 0,987 (P < 0,01)

du Valais et du Tessin, après fusion au Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> et colorimétrie d'après la méthode «bleue». La teneur moyenne en P total était de 1637 mg/kg (min.: 979; max.: 3251; écart-type: 619).

A titre de comparaison, nous avons analysé des terres de forêts de la Suisse romande (couches de 0 à 15 ou 20 cm, litière éliminée) avec la même technique. La teneur moyenne en P total était de 470 mg/kg (min.: 318; max.: 885; écart-type: 164;  $n = 15$ ).

En moyenne, les terres de vignes sont donc 3,5 fois plus riches en P total que les terres de forêts.

### Remerciements

Nous remercions pour leur collaboration technique Mlles A. *Ulmann*, D. *Curti* et MM. F. *Moser* et J. *Dettwiler*. M. J. *Scehovic* a réalisé la courbe d'absorption de la figure 1.

### Résumé

Nous proposons une méthode spectrophotométrique pour le dosage du P total dans le matériel végétal et les terres. Elle est basée sur la formation d'un complexe bleu du phosphate en milieu acide avec le molybdène et l'antimoine, réduit par l'acide ascorbique à la température ambiante. Le maximum d'absorption se situe à 882 nm ( $\epsilon = 2,23 \cdot 10^4$ ). La courbe de calibrage est linéaire de 0 à 80 µg P/25 ml. Des exemples d'analyses de végétaux et de terres sont donnés.

### Zusammenfassung

Für die Gesamtphosphorbestimmung in Pflanzen und Böden schlagen wir eine spektrophotometrische Methode vor. Es wird ein blauer Phosphorkomplex mit Molybdän und Antimon in saurem Gebiet gebildet; dieser Komplex wird mit Ascorbinsäure bei Zimmertemperatur reduziert. Die maximale Absorption liegt bei 882 nm ( $\epsilon = 2,23 \cdot 10^4$ ). Die Eichkurve

ist linear zwischen 0 und 80 µg P/25 ml. Beispiele für Analysen in Pflanzenmaterial und Böden werden gegeben.

### *Summary*

We propose a spectrophotometric method by measuring the total P in vegetable material and soils. This method is based on the formation of a blue phosphate complex with molybdenum and antimony in an acidic medium; this complex is initiated by reduction with ascorbic acid at room temperature. The maximum absorption is situated at 882 nm ( $\epsilon = 2,23 \cdot 10^4$ ). The calibration curve is linear between 0 and 80 µg P/25 ml. Analysis examples for vegetables and soils are indicated.

### *Bibliographie*

1. *Charlot, G.*: Dosages absorptiométriques des éléments minéraux, p. 324. Masson, Paris 1978.
2. Afnor: Eaux, méthodes d'essai. Dosage des orthophosphates. Recueil de normes françaises, T 90-023, sept. 1982, 270–275, Paris – La Défense (1986).
3. *Harwood, J.E., van Steenderen, R.A. and Kühn, A.L.*: A rapid method for orthophosphate analysis at high concentrations in water. *Water Res.* **3**, 417–423 (1969).
4. *John, M.K.*: Colorimetric determination of phosphorus in soil and plant materials with ascorbic acid. *Soil Science* **100**, 214–220 (1970).
5. *McQuaker, N.R. and Fung, T.*: Determination of total sulfur and total phosphorus in soils using fusion with alkali metal nitrates. *Anal. Chem.* **47**, 1462–1464 (1975).
6. *Quinche, J.P.*: Teneurs en Cu, Zn, Pb, Cd et Hg des sols de quelques vignes de la Suisse romande et du Tessin. *Rev. suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **17**, 341–344 (1985).

Dr J.P. Quinche  
Station fédérale de recherches  
agronomiques de Changins  
CH-1260 Nyon