

FERTILITÉ DES SOLS EN CONDUITE BIO

# LE PHOSPHORE sous surveillance

Grégory Véricel - [g.vericel@arvalis.fr](mailto:g.vericel@arvalis.fr)

◆ Morgan Maignan - [m.maignan@arvalis.fr](mailto:m.maignan@arvalis.fr)

**La fertilité des sols est l'un des fondements de l'agriculture biologique, et son maintien représente un enjeu majeur pour la durabilité à long terme des systèmes. La teneur des sols en élément phosphore, globalement en baisse en France, suscite une attention particulière car les ressources mobilisables en AB sont limitées.**

Il y a cinq ans, Arvalis a mis en place avec des partenaires<sup>1</sup> un observatoire pour suivre l'évolution de la fertilité des sols à l'échelle de la région Midi-Pyrénées. L'observatoire a ensuite été étendu à d'autres territoires en 2021 dans le cadre du projet PhosphoBio<sup>2</sup>. Le but du réseau n'est pas d'être le plus représentatif possible des pratiques en agriculture biologique (AB) mais bien d'identifier les situations où le phosphore peut s'avérer limitant. Par ailleurs, le suivi, qui s'inscrit dans la durée, permettra de mieux connaître les évolutions de cette ressource sur le moyen

(1) CREABio, Gab 32, CA32 et Terres Inovia. Financement de la région Occitanie en 2017.

(2) Projet CASDAR piloté par Arvalis en partenariat avec Auréa Agrosociences, Bordeaux Sciences Agro, les chambres d'Agriculture des Pays-de-la-Loire et de région Ile-de-France, CREABio et INRAE. Plus d'information dans l'article « Fertilisation phosphatée en AB : l'observatoire PhosphoBio est en place », Perspective Agricoles n°493 (nov. 2021).



© ARVALIS - Institut du végétal



**En agriculture biologique, il n'est pas rare de constater des carences en élément phosphore. Un observatoire a donc été créé en 2017, puis élargi en 2021, pour étudier sa teneur dans les sols, mais aussi celle du potassium et de la matière organique.**



← Afin de caractériser la fertilité chimique des sols conduits en bio, des prélèvements de terre ont été réalisés en 2021-22 dans les 200 parcelles suivies par l'observatoire.

et long terme.

Afin de disposer d'un historique de pratiques significatif, seules les parcelles converties à l'AB au plus tard en 2016 ont été retenues. Sur le pool de parcelles participant à l'observatoire PhosphoBio (figure 1), des résultats sont actuellement disponibles sur deux cents d'entre elles.

En attendant de disposer de référentiels opérationnels permettant d'interpréter les mesures d'indicateurs de la fertilité biologique (projets Microbioterre<sup>3</sup> et AgroEcoSol<sup>4</sup>), les travaux portent prioritairement sur la caractérisation de la fertilité chimique des sols.

Le phosphore étant majoritairement concentré dans les horizons de surface, les

prélèvements de terre ont été réalisés sur une profondeur de 0-20 cm pour les parcelles en rotation avec des grandes cultures. Dans les prairies permanentes, les échantillons ont été prélevés sur environ 5-15 cm après le scalpage des premiers centimètres de sol, où le chevelu racinaire est très dense.

### DES TENEURS EN PHOSPHORE GLOBALEMENT FAIBLES

La teneur moyenne en phosphore ( $P_2O_5$ , mesuré selon la méthode Olsen) sur les parcelles échantillonnées est de 45 mg par kilo de terre fine, avec des valeurs variant de 10 à 164 mg/kg.

En ce qui concerne, le potassium, la teneur moyenne en  $K_2O$  échangeable est de 243 parties par million (ppm) mais varie de 34 à 891 ppm.

Enfin, la matière organique représente entre 1,0 et 8,8 % du poids de terre sèche sans cailloux, avec une moyenne de 3,0 %. Cependant, des différences notables apparaissent entre parcelles de grandes cultures

et prairies permanentes. Ainsi la teneur moyenne en matière organique du sol d'une prairie (5,1 %) est près de deux fois supérieure à celle observée en grandes cultures (2,7 %).

Pour chacun de ces trois indicateurs, quelques valeurs particulièrement élevées ont été relevées, dont la cause n'a pas encore été établie et qui pèsent fortement sur les moyennes (voir *En savoir plus*).

Avec une teneur moyenne en  $P_2O_5$  Olsen de 36 mg par kilo de terre, les parcelles du Sud-Ouest sont statistiquement plus pauvres en phosphore que celles des autres territoires, probablement en raison d'apports historiques de fertilisants moins fréquents. Dans le Bassin parisien, le Grand-Ouest et en Rhône-Alpes, les teneurs moyennes en  $P_2O_5$  Olsen atteignent respectivement 47, 53 et 53 mg/kg de terre. Ces valeurs ont été comparées aux seuils de renforcement et d'impasse établis par la méthode COMIFER pour une culture faiblement exigeante<sup>5</sup> telle que le blé tendre (fi-

(3) Voir aussi l'article « Projet Microbioterre : mieux comprendre la vie du sol », Perspectives Agricoles n°475 (mars 2020).

(4) Le projet AgroEcoSol est présenté dans l'article « Agroécologie : optimiser les services rendus par les sols », Perspectives Agricoles n°488 (mai 2021).

(5) Ces valeurs seuils sont précisées dans l'article web <https://www.arvalis-infos.fr/conna-tre-les-teneurs-seuils-dans-sa-region-selon-son-sol-@/view-7826-article.html>

## RÉSEAU PHOSPHOBIO : 200 parcelles suivies depuis 2017

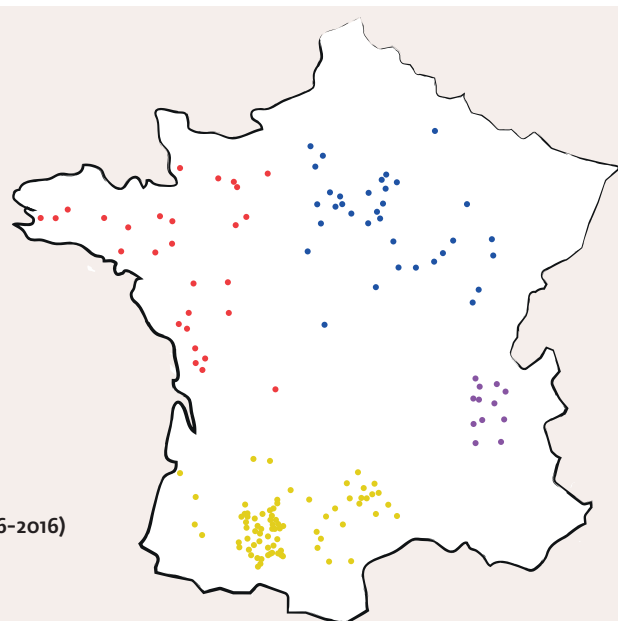
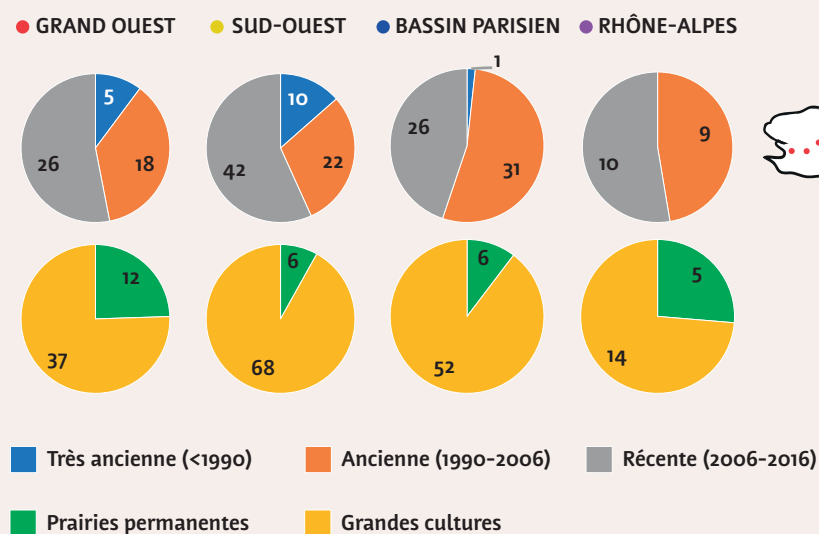


Figure 1 Parcelles de l'observatoire PhosphoBio : localisation, nombre de parcelles, ancienneté de conversion et occupation des sols par territoire.

gure 2 p.46). Pour rappel, le seuil de renforcement est un seuil « bas », en dessous duquel l'apport de phosphore nécessaire pour maintenir un niveau de fertilité satisfaisant est supérieur à la dose d'entretien (cette dernière compensant les exportations de la culture). Le seuil d'impasse est un seuil « haut », au-dessus duquel l'absence d'apport n'entraîne pas de risque de perte de rendement de la culture. Ces seuils varient selon le type de sol et l'exigence en phosphore des cultures. Ils ont toutefois été établis à partir de situations en agriculture conventionnelle, où seul le phosphore limitait la production des cultures. Aucune référence en AB, où les co-limitations sont fréquentes, n'est en effet disponible à ce jour. Les teneurs en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Olsen mesurées sont inférieures au seuil de renforcement de la fertilisation pour 36 parcelles, comprises entre le seuil de renforcement et le seuil d'impasse pour 119 parcelles, et supérieures au seuil d'impasse pour 45 parcelles. La majorité des parcelles aux teneurs nettement insuffisantes se trouvent dans le Sud-Ouest et, dans une moindre mesure, le Bassin parisien.

### TENEUR EN PHOSPHORE PLUS ÉLEVÉE ET ANCIENNETÉ DE LA CONVERSION SONT-ELLES LIÉES ?

L'effet de l'ancienneté de la conversion à l'AB sur les teneurs de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Olsen a été étudié en répartissant les parcelles de l'observatoire en deux groupes : celles dont la conversion est relativement récente (entre 2006 et 2016), soit 104 parcelles dont l'année moyenne de conversion est 2011, et celles dont la conversion est ancienne à très ancienne, soit 96 parcelles dont l'année moyenne de conversion est 1996. Aucune différence statistiquement significative n'est observée selon l'ancienneté de conversion de la parcelle (figure 3). Cette absence de différence significative peut s'expliquer par la diversité des contextes rencontrés entre exploitations (type de sol, climat, présence d'élevage, type de cultures...).

### LE PHOSPHORE DANS LES SOLS FRANÇAIS : beaucoup de parcelles du Sud-Ouest ont une teneur très insuffisante

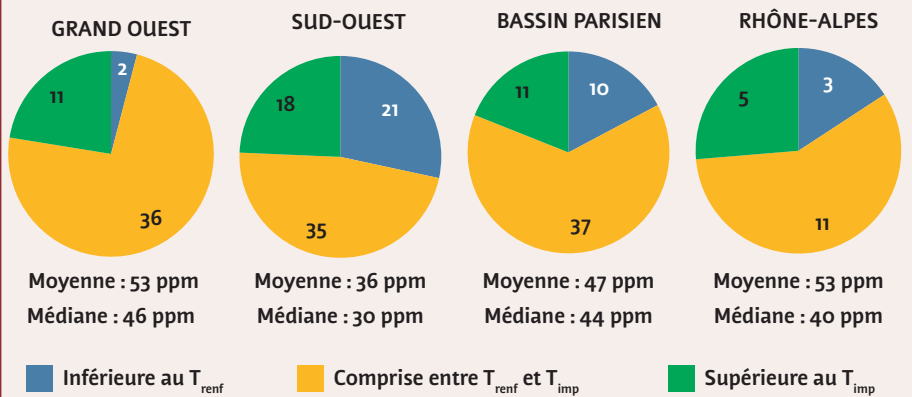


Figure 2

**Teneur moyenne et médiane en phosphore (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Olsen) par territoire, et nombre de parcelles dans ce territoire dont les teneurs sont insuffisantes\*, faibles\*\*\* ou suffisantes\*\* pour une culture à faible exigence comme le blé tendre.** Teneurs exprimées en parties par million (ppm) = mg par kilo de terre. **(\*) Insuffisantes** : teneurs inférieures au seuil de renforcement de la fertilisation (T<sub>renf</sub>) selon la norme COMIFER pour une telle culture ; **(\*\*) Suffisantes** : teneurs supérieures au seuil d'impasse (T<sub>imp</sub>) de la fertilisation selon la norme COMIFER ; **(\*\*\*) Faibles** : teneurs comprises entre T<sub>renf</sub> et T<sub>imp</sub>.

Cependant des tendances apparaissent selon les territoires. Ainsi, dans le Bassin parisien et le Sud-Ouest, les parcelles récemment converties présentent des teneurs P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Olsen supérieures aux parcelles anciennes. Cette différence pourrait s'expliquer par l'héritage des apports de phosphore par les engrais de synthèse datant d'avant la conversion en AB, qui reste plus marqué pour les parcelles récentes que

pour les parcelles les plus anciennes. En revanche, la différence liée à l'ancienneté de la conversion est peu marquée dans le Grand Ouest et nulle en Rhône-Alpes ; de plus, la teneur moyenne en phosphore y est globalement plus élevée. C'est sans doute en raison de la spécialisation en élevage de ces régions agricoles : la densité des élevages, plus importante dans le Grand Ouest et en Rhône-Alpes, a favorisé

### PHOSPHORE & ANCIENNETÉ DE CONVERSION : un effet positif de la densité des élevages en Grand Ouest et Rhône-Alpes ?

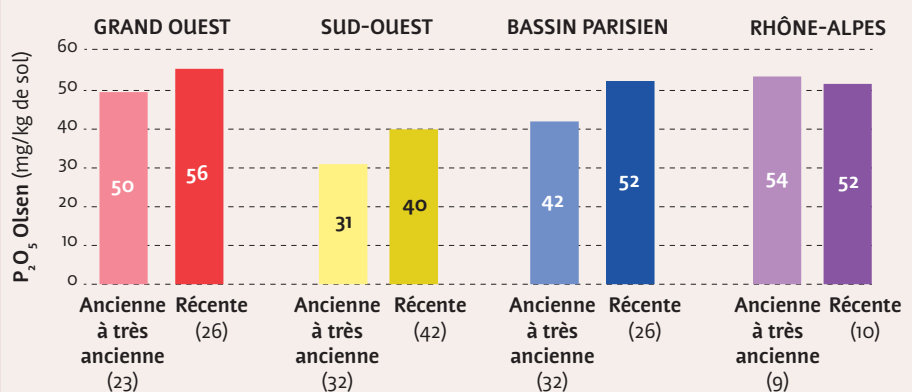


Figure 3

**Teneurs moyennes en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Olsen selon le territoire PhosphoBio et l'ancienneté de conversion à l'AB.** Entre parenthèses : nombre de parcelles.



# PERSPECTIVES AGRICOLES

C'est dans le Bassin parisien et surtout le Sud-Ouest qu'on observe les teneurs en phosphore les plus faibles, et ce d'autant plus que la conversion au bio est ancienne.



historiquement une meilleure fertilisation des sols et facilite aujourd'hui l'accès des agriculteurs bio à des engrais organiques disponibles localement, en particulier en Grand Ouest.

## D'AUTRES ACTIONS À VENIR

Ces résultats constituent une première étape et seront à mettre en relation avec les pratiques agricoles, notamment avec la fréquence de fertilisation, la dose et le type de produit apporté, afin d'aller au-delà du simple état des lieux de la fertilité présenté ici.

Les données nécessaires pour cela sont acquises en parallèle des prélèvements de terre via des enquêtes encore en cours, réalisées auprès des agriculteurs de l'observatoire PhosphoBio.

Une fois l'ensemble des enquêtes réalisées, il sera notamment possible de mettre en lien les résultats d'analyses de terre avec le calcul du bilan « phosphore » (fertilisation – exportations) à l'échelle de la parcelle.

De plus, le suivi des parcelles a vocation à perdurer sur les prochaines années, avec des analyses réalisées à pas de temps réguliers si les conditions de financement de l'observatoire sont maintenues. ■

## EN SAVOIR PLUS

**Retrouvez plus d'informations sur les teneurs en phosphore, potassium et matière organique observées dans les parcelles de l'observatoire sur <http://arvalis.info/ze5>**

## LE PARTENAIRE TECHNIQUE DES PRODUCTEURS DE GRANDES CULTURES

- Des lettres hebdomadaires...** pour anticiper les travaux dans les champs
- Des numéros mensuels...** en version numérique et papier livrés chez vous
- Plus de 2500 articles...** agronomiques de référence accessibles sur le site



**Abonnez-vous à la meilleure revue « Grandes Cultures » pour seulement 86 €TTC/an**

## Oui, je m'abonne à Perspectives Agricoles

### Formule Premium (magazine + numérique)\*

- 1 an 11 numéros France et UE : 89 € TTC Autres pays : 124 € TTC
- 2 ans 22 numéros France et UE : 159 € TTC Autres pays : 224 € TTC

### Formule Connect (100 % numérique)\*

- 1 an 79 € TTC
- 2 ans 149 € TTC

## Je choisis de régler

- par chèque à l'ordre de Perspectives Agricoles
- à réception de la facture.

Date :

Signature :

## Vos coordonnées Ecrire en majuscule

Nom.....

Prénom.....

Société.....

Adresse.....

Code postal

Ville.....

Pays.....

Téléphone.....

E-mail\*.....

\*Obligatoire pour accès internet

## À retourner

Sans affranchir, accompagné de votre règlement à :

Perspectives Agricoles

Libre réponse 14403 - 61109 Flers Cedex

Tel : 02 31 59 25 00 Fax : 02 31 69 44 35

\* Le numéro du mois en avant-première et accès illimité aux archives sur perspectives-agricoles.com. Conformément aux dispositions de la loi informatique et libertés, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification sur les informations vous concernant.

# COMMENT LA FERTILITÉ des grandes cultures bio a-t-elle évolué en cinq ans ?

Parallèlement à la campagne nationale d'analyse de terre, des enquêtes sur les pratiques culturales ont été conduites sur près d'un tiers des parcelles de l'observatoire, situées dans le Gers, la Haute-Garonne, le Tarn et le Tarn-et-Garonne.

**P**armi les 200 parcelles de l'observatoire Phosphobio, 43, situées en Occitanie, avaient déjà fait l'objet d'un suivi en 2017. Toutes étaient des exploitations de grandes cultures, sans élevage. Parmi elles, 21 ont été converties à l'AB avant 2006 (conversions anciennes et très anciennes) et 22 après 2006 (récentes).

Sur ces 43 parcelles suivies, la teneur en phosphore n'a globalement pas changé (figure 4-A) : l'évolution moyenne des teneurs en  $P_2O_5$  Olsen n'est pas significative et reste inférieure à la marge d'erreur, estimée à  $\pm 5$  mg/kg. Cette incertitude intègre à la fois la variabilité spatiale autour d'un même point de prélèvement échantillonné à deux dates différentes et la marge d'incertitude des résultats d'analyses du laboratoire.

On observe toutefois des évolutions significatives pour dix-huit parcelles, avec des écarts de teneurs mesurées entre 2017 et 2021 supérieurs à cette marge d'erreur. Dans la moitié, on observe une augmenta-

tion moyenne des teneurs, dans l'autre moitié, leur diminution. Les évolutions extrêmes sont de -26 et +49 mg/kg de terre, ce qui semble un écart très élevé en seulement cinq ans.

Aucune différence statistiquement significative n'est observée entre les parcelles dites « anciennement converties » et les « récentes » : les évolutions moyennes respectives sont de +3 mg/kg  $P_2O_5$  Olsen (la teneur moyenne ayant varié de +27 en 2017 à +30 mg/kg en 2021) et de -0,8 mg/kg (de +36,8 à +36 mg/kg en moyenne).

### DES TENEURS EN POTASSIUM ET EN MATIÈRE ORGANIQUE À LA HAUSSE

Les teneurs en potassium ( $K_2O$  échangeable) ont, quant à elles, augmenté en moyenne de 37 mg/kg (médiane à 27 mg/kg) ; seules onze parcelles voient leur teneur diminuer sur quatre ans (figure 4-B). Si trois parcelles présentent des teneurs assez faibles, comprises entre 78 et 141 mg/kg, l'ensemble des résultats

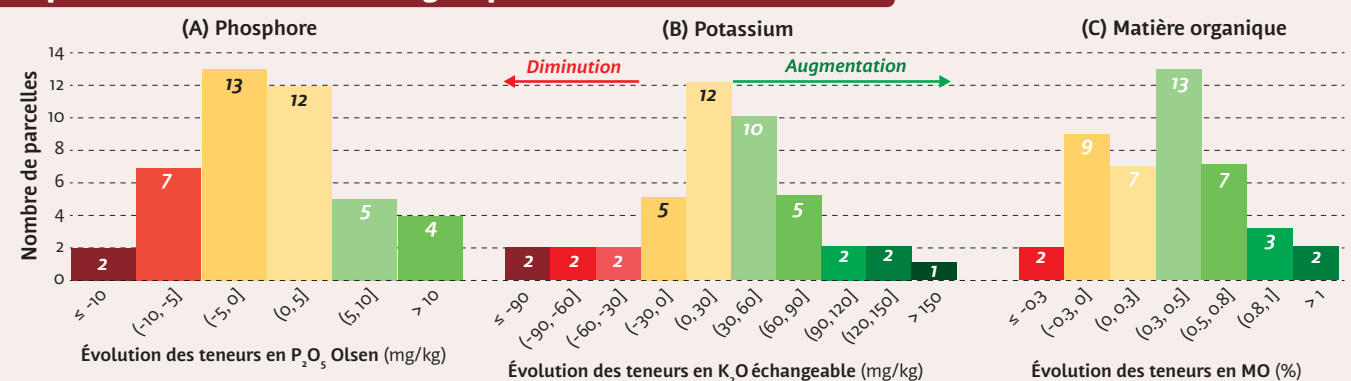
indiquent toutefois que les teneurs en potassium ne sont pas problématiques pour la majeure partie de parcelles.

Les parcelles « anciennes » ont des teneurs en  $K_2O$  échangeable qui ont augmenté de 47 mg/kg (286 à 334 mg/kg) alors que cette augmentation n'atteint que 26 mg/kg dans les plus « récentes » (226 à 251 mg/kg).

Les teneurs en matière organique (figure 4-C) ont gagné en moyenne 0,3 % entre 2017 et 2021, tant pour les parcelles « anciennes » (passage de 1,8 à 2,1 %) que pour les « récentes » (de 1,8 à 2,2 %). Pour 21 parcelles, l'augmentation de cette teneur est statistiquement significative (elle atteint 20 %) : dans deux cas, la teneur diminue significativement, et dans 19, elle augmente.

À l'exception de quelques parcelles dont la teneur en matière organique est inférieure à 1,5 % et a diminué entre 2017 et 2021, la plupart des parcelles présentent ainsi des niveaux de matière organique assez satisfaisants, bien qu'elles appartiennent toutes à des exploitations de grandes cultures sans élevage. ■

## FERTILITÉ DES SOLS OCCITANS : une évolution globalement positive du potassium et de la matière organique



**Figure 4** Nombre de parcelles dont les teneurs (A) en phosphore ( $P_2O_5$  Olsen), (B) potassium ( $K_2O$  échangeable) et (C) en matière organique ont évolué, par classes d'évolution des teneurs. Classe [a, b] : pour les parcelles dans cette classe, la teneur mesurée est supérieure à a et inférieure ou égale à b.