

# Évolutions du pH et des teneurs en P K Mg dans les sols de France hexagonale entre 2003 et 2020 à partir de la Base de Données des Analyses de Terre

Blandine Lemerrier, Manon Caubet, Nolwenn Le Pioufle, Eva Rabot, Antonio Bispo, Nicolas Saby

## Contexte

Les contraintes économiques et notamment l'augmentation continue des prix de l'énergie affectent le prix des fertilisants, et s'accompagnent d'une réduction générale de la fertilisation phospho-potassique des parcelles agricoles au niveau national, mise en évidence par les statistiques des ventes produites par l'UNIFA (Union des Industries de la Fertilisation). Cette diminution pourrait *a priori* avoir des répercussions sur la disponibilité des éléments dans le sol, et affecter la fertilité des sols.

En France, la Base de Données des Analyses de Terre (BDAT Info&Sols, INRAE Orléans) regroupe depuis 1990 les résultats d'analyses agronomiques d'horizons de surface de sols cultivés, effectuées à la demande d'agriculteurs sur l'ensemble du territoire hexagonal, par des laboratoires agréés par le Ministère en charge de l'agriculture. Cette base rassemble ainsi, sur la période 1990-2020, plus de 3,6 millions de déterminations de pH (eau), 3,5 millions de déterminations de phosphore (P) extractible issues des trois méthodes d'analyses principales pratiquées en France (Joret-Hébert, Dyer et Olsen) et un nombre équivalent de déterminations de potassium (K) et magnésium (Mg) échangeables. Afin de déterminer si les offres en P, K et Mg du sol et le pH ont significativement varié au cours de la période récente et estimer l'amplitude de cette variation, un diagnostic spatio-temporel a été conduit en comparant les données agrégées en deux périodes temporelles de 9 ans (2003-2011 et 2012-2020).

## Méthodologie

Les valeurs brutes ont été étudiées, et les teneurs P, K et Mg ont fait l'objet d'interprétations agronomiques pour évaluer la disponibilité de ces éléments pour les cultures. Ces analyses ont été menées à l'échelle des 713 Petites Régions Agricoles (PRA) de France hexagonale.

Afin d'harmoniser les informations sur le P extractible issues des trois méthodes d'analyse, un indicateur appelé « P équivalent Olsen » a été calculé à l'aide d'une fonction de pédotransfert qui considère le pH et la valeur en P mesurée par la méthode Joret-Hébert ou la méthode Dyer (Hu *et al.*, 2021).

Un algorithme spécifique générant des séries de sous-échantillonnage des données brutes et synthétisant les statistiques a été construit afin de tenir compte des biais possibles issus du mode de collecte des informations. En effet, la répartition spatiale des échantillons peut varier entre les années.

Concernant l'évaluation de la fertilité chimique des sols, un diagnostic agronomique basé sur les seuils d'impasse du logiciel RegiFert® (Denoroy *et al.*, 2004) a été réalisé selon la méthode proposée par Follain *et al.* (2009). Pour chaque échantillon de la BDAT disposant des informations nécessaires, RegiFert® permet d'évaluer la nécessité d'une fertilisation pour atteindre le rendement potentiel, en tenant compte de la culture, du statut nutritif du sol et d'autres caractéristiques du sol (pH, teneurs en CaCO<sub>3</sub>, argile et carbone organique). L'évaluation a été réalisée pour des cultures à faible et forte sensibilité à la disponibilité en P, K et Mg, fournissant des résultats sous la forme de trois classes de fertilité chimique : faible, intermédiaire et élevée, synthétisés par période et par PRA.

## Résultats

Les évolutions du pH eau des sols non calcaires sont significatives dans 54% de la SAU et mettent en évidence quasiment exclusivement des augmentations.

Concernant l'évolution des teneurs, les travaux précédents réalisés à partir des données de la BDAT ont montré une augmentation en Mg, des teneurs relativement stables en K et une diminution globale des teneurs en P entre 1990-2004 et 2005-2014 (Saby et al., 2016). Les résultats incluant les données les plus récentes confirment ces tendances :

- P équivalent Olsen : la très grande majorité des évolutions sont des diminutions, avec 68% de la SAU en baisse significative, moins de 3% en augmentation, et 21% sans évolution significative. Ces évolutions ont une conséquence sur la répartition des classes d'interprétation agronomique pour 33% de la SAU. Ainsi, près d'un quart (24%) de la SAU se trouve en classe de fertilité faible sur la dernière période (2012-2020) alors que ce chiffre s'élevait à 11% sur la période 2003-2011. D'autre part, les PRA qui présentaient une grande majorité de classes de fertilité fortes en P sur les périodes précédentes restent pour la plupart dans cette même classe.
- Potassium : les évolutions de teneurs significatives (52% de la SAU) sont essentiellement des diminutions (46%), excepté dans les zones viticoles. L'interprétation agronomique met en évidence une accélération des diminutions de la classe forte au profit de la classe moyenne, sans impact visible sur la classe faible.
- Magnésium : les résultats montrent une augmentation des teneurs, qui tend à s'accroître, et des niveaux globaux de fertilité moyens à forts. Il ne semble pas y avoir d'enjeu particulier sur le magnésium en terme de fertilité au niveau hexagonal.

## Conclusion et recommandations

Les tendances générales d'évolution des sols agricoles de France hexagonale montrent une augmentation du pH, et du Mg et une diminution du K mais surtout du P. Les diagnostics agronomiques mettent en évidence une variation des effectifs des trois classes de fertilité, y compris pour le phosphore, mais qui reste limitée. Autrement dit, les évolutions constatées en éléments n'impactent pas fortement les préconisations de fertilisation, au niveau hexagonal. Cependant, les évolutions de la disponibilité en éléments nutritifs mises en évidence sur les trente dernières années suivent les tendances observées pour les éléments. Elles incitent donc à la vigilance et justifient le suivi des bilans minéraux à la parcelle agricole et une politique de suivi analytique régulier et raisonné des terres.

Ce travail démontre l'importance de collecter et rassembler ces informations produites dans un cadre individuel pour le pilotage des parcelles afin de les réutiliser dans un cadre général et produire des résultats sur les distributions statistiques des indicateurs de la fertilité des sols agricoles. Cependant ces résultats montrent des tendances à petite échelle, et peuvent masquer une diversité de situations au sein des PRA. En conséquence, ces résultats ne doivent pas être utilisés pour gérer la fertilisation spécifique des parcelles agricoles. L'analyse de terre par zone homogène au niveau parcellaire reste la seule source d'information valable pour un raisonnement la fertilisation dans le cadre de la méthode COMIFER.

## Références bibliographiques

- Denoroy, P., Dubrulle, P., Villette, C., Colomb, B., Fayet, G., Shoeser, M., Pellerin, S., Pellerin, F., Boiffin, J., 2004. RegiFert, interpréter les résultats des analyses de terre, Techniques et pratiques. INRA, Paris.
- Follain, S., Schwartz, C., Denoroy, P., Villette, C., Saby, N.P., Arrouays, D., Lemercier, B., Walter, C., 2009. A method for assessing available phosphorus content in arable topsoils over large spatial scales. *Agronomy for sustainable development* 29, 371–379. <https://doi.org/10.1051/agro:2008046>
- Hu, B., Bourennane, H., Arrouays, D., Denoroy, P., Lemercier, B., Saby, N.P.A., 2021. Developing pedotransfer functions to harmonize extractable soil phosphorus content measured with different methods: A case study across the mainland of France. *Geoderma* 381, 114645. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114645>
- Saby, N., Gouny, L., Lemercier, B., Denoroy, P., Eveillard, P., 2016. Utilisation des données de la BDAT pour étudier l'évolution spatio-temporelle des teneurs en Magnésium échangeable, Potassium échangeable et Phosphore extractible dans les sols agricoles de France métropolitaine, 89 p.

### **Blandine Lemercier**



Ingénieure de recherche en science du sol à l'Institut Agro Rennes-Angers, elle est responsable de programmes de cartographie des sols, et notamment Sols de Bretagne, et s'intéresse à la spatialisation des propriétés des sols.

UMR Sol Agro et hydrosystème Spatialisation, Institut Agro – INRAE  
65 rue de Saint-Brieuc - CS84215  
35042 Rennes Cedex  
Blandine.Lemercier@institut-agro.fr

### **Nolwenn Le Pioufle**



Ingénieure d'études en traitement des données et suivi de projet à l'unité Infosol de l'INRA d'Orléans, elle travaille sur la gestion et l'analyse statistique des données issues de la Base de Données de la Terre.

UR Info&Sols – INRAE  
2163 avenue de la pomme de pin CS 40001 - Ardon  
45075 ORLEANS CEDEX 2  
Nolwenn.Le-Pioufle@inrae.fr

### **Eva Rabot**



Chargée de recherche en science du sol à INRAE Info&Sols, ses activités de recherche abordent la dynamique récente et future des propriétés physiques et biogéochimiques des sols.

UR Info&Sols – INRAE  
2163 avenue de la pomme de pin CS 40001 - Ardon  
45075 ORLEANS CEDEX 2

### **Nicolas Saby**



Ingénieur de recherche à l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, il est responsable de programmes de cartographie des sols, et notamment Base de données des Analyses de Terre, et s'intéresse à l'analyse spatio-temporelle des propriétés des sols.

UR Info&Sols – INRAE  
2163 avenue de la pomme de pin CS 40001 - Ardon  
45075 ORLEANS CEDEX 2  
Nicolas.Saby@inrae.fr