

Communiqué de presse – 6 janvier 2023

La moitié du phosphore disponible des sols agricoles à l'échelle mondiale provient des engrais minéraux

Le phosphore est un nutriment essentiel pour la croissance des plantes. L'usage d'engrais minéraux phosphatés en agriculture a permis d'accroître fortement la fertilité en phosphore des sols et, ainsi, les rendements des cultures. Cependant ces engrais sont fabriqués à partir de roches phosphatées, une ressource non renouvelable et mal distribuée sur la planète. Une équipe de recherche d'INRAE et de Bordeaux Sciences Agro a développé un modèle calculant pour chaque pays dans le monde, la fraction du phosphore disponible des sols agricoles qui provient des engrais minéraux, et son évolution depuis le milieu du XX^{ème} siècle. Leurs résultats, publiés dans *Nature Geoscience*, montrent qu'en moyenne près de la moitié du phosphore disponible des sols agricoles à l'échelle globale est issue des engrais minéraux, avec de fortes inégalités entre les régions du monde : l'Europe de l'Ouest, l'Amérique du Nord et l'Asie présentent des signatures supérieures à 60%, contre 40% pour l'Amérique du Sud et autour de 30% pour l'Afrique. Cela témoigne de la dépendance très forte des systèmes agricoles à l'utilisation des engrais minéraux phosphatés. Ces résultats appellent à accélérer la transition agroécologique dans les pays du Nord pour préserver la fertilité acquise des sols, faciliter les retours aux sols des effluents agricoles et urbains et à diriger les ressources minières restantes vers les pays du Sud, notamment en Afrique, dont les sols sont encore très déficitaires en phosphate et limitants pour la production agricole.

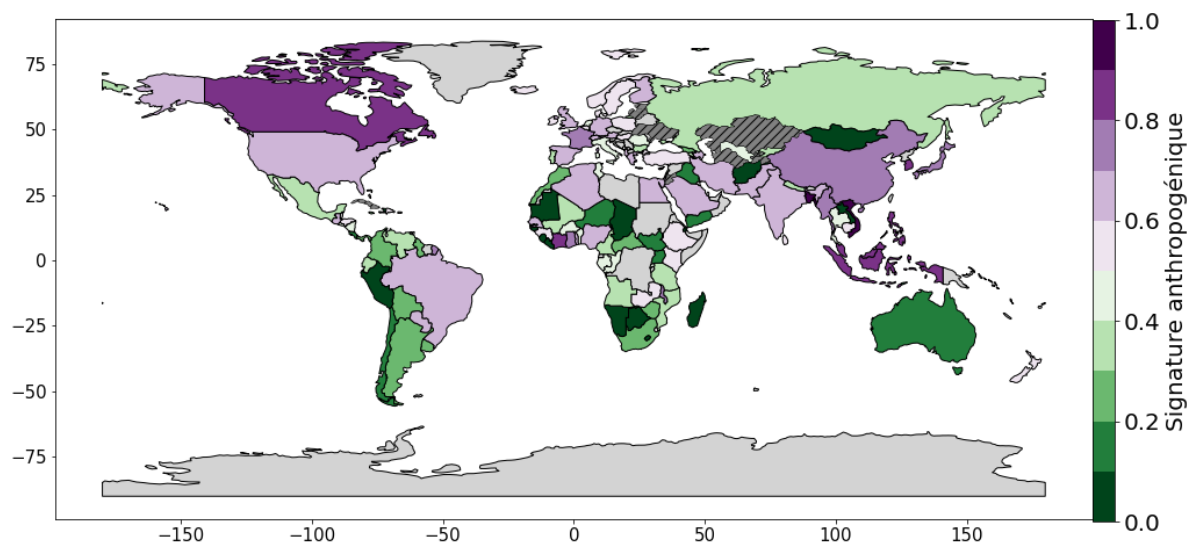
Le phosphore est naturellement présent dans les sols en quantité et en disponibilité variables selon les régions du monde et les types de sols. Depuis les années 1950, l'usage des engrais minéraux phosphatés a permis d'augmenter la disponibilité en phosphore des sols et, ainsi, les rendements agricoles. Cependant, ces engrais minéraux proviennent de l'extraction minière et du traitement chimique de roches phosphatées (phosphates naturels) dont les réserves sont finies et inégalement réparties dans le monde (le Maroc concentrant à lui seul 70% des ressources, l'Europe en étant quasiment dépourvue), et dont les procédés de transformation sont polluants. Au rythme d'extraction actuelle, les études convergent pour affirmer que le pic d'extraction de ces roches devrait être atteint vers le milieu du siècle, entraînant une augmentation probable du prix des engrais et des risques de tensions géopolitiques. Dans ce contexte, il est important de mieux comprendre la dépendance des systèmes agricoles actuels à l'utilisation passée et actuelle des engrais minéraux phosphatés.

C'est pourquoi des chercheurs d'INRAE et de Bordeaux Sciences Agro ont mené une étude pour quantifier la fraction du phosphore disponible des sols qui provient de l'application d'engrais minéraux, aussi appelée signature anthropogénique en phosphore des sols. Les chercheurs ont développé un modèle qui simule l'évolution de la disponibilité en phosphore des sols agricoles pour chaque pays dans le monde sur la période 1950-2017. Ce modèle est fondé sur les données relatives aux stocks de phosphore disponible du sol, aux rendements des cultures, aux utilisations d'engrais minéraux, aux effectifs d'animaux d'élevage et aux échanges internationaux. Pour chaque pays, les calculs ont été réalisés sur un sol agricole moyen composé de prairies et de cultures avec des niveaux d'intensification variables selon les pays.

Une fertilité des sols très dépendante des engrais minéraux de synthèse

A l'échelle globale, la signature anthropogénique du phosphore disponible des sols agricoles est autour de 47% (à plus ou moins 8%), suggérant que la moitié de la fertilité actuelle en phosphore des sols provient du recours aux engrais minéraux. Ce résultat reflète l'intensification de l'agriculture qui a recouru massivement aux engrais de synthèse dans de nombreux pays depuis les années 1950.

Les résultats mettent en évidence de fortes disparités à la fois spatiales et temporelles dans la dépendance des pays aux engrais minéraux phosphatés. Les pays d'Europe de l'Ouest et d'Amérique du Nord ont vu leurs signatures fortement augmenter dès les années 1950 pour atteindre en 2017 des valeurs supérieures à 60%. Depuis les années 1970 les signatures anthropogéniques du phosphore des sols agricoles d'Europe de l'Ouest se sont stabilisées, du fait d'une diminution de l'usage d'engrais minéraux, partiellement compensée par l'utilisation des effluents d'élevage. Les pays d'Asie voient leurs signatures augmenter à partir des années 1970, période marquée par la Révolution Verte et un recours massif aux engrais minéraux. Leurs signatures ont aujourd'hui rattrapé celles des pays d'Europe de l'Ouest, mais contrairement à ces derniers, la signature des pays d'Asie continue de croître à cause d'un recours toujours important aux engrais minéraux phosphatés. L'Amérique du Sud et l'Europe de l'Est présentent en 2017 des signatures plus faibles, de l'ordre de 40%. Enfin, les pays d'Afrique et d'Océanie montrent des signatures inférieures à 30%, témoignant d'un recours plus faible aux engrais minéraux au cours de leur développement.



Signature anthropogénique du phosphore disponible des sols agricoles à l'année 2017. Les pays en gris et gris hachuré ne sont pas considérés par manque de données et par mauvaise performance du modèle, respectivement.

Vers une gestion plus juste et durable de la ressource en roches phosphatées

Ce travail met en évidence le niveau de recours des systèmes agricoles aux engrais minéraux phosphatés pour assurer les niveaux de productivité que l'on observe aujourd'hui. Ceci pose question quant à la capacité des systèmes agricoles à s'affranchir de cette ressource dont l'utilisation n'est pourtant pas durable. L'étude soulève aussi des questions d'équité de répartition des ressources. Les pays ayant très tôt intensifié leur agriculture, comme l'Europe de l'Ouest ou l'Amérique du Nord, ont fortement enrichi leurs sols en phosphore disponible par l'usage massif des engrais minéraux phosphatés. Il est désormais nécessaire pour ces pays de protéger et de valoriser cette fertilité acquise grâce à un recyclage amélioré et une transition agroécologique s'appuyant sur le développement des systèmes de polyculture élevage diversifiés, la diminution de l'érosion des sols et le retour au sol des effluents urbains. A l'inverse, les pays d'Afrique ont eu peu recours aux engrais minéraux phosphatés. Or beaucoup de leurs sols sont très déficients en

phosphate, ce qui limite leur production agricole et alimentaire. C'est pourquoi il paraît nécessaire d'avoir une gestion plus équitable des ressources restantes en roches phosphatées pour les diriger vers les pays qui en ont le plus besoin et favoriser ainsi la sécurité alimentaire mondiale.

Quelles alternatives aux engrais minéraux phosphatés ?

Si les engrais minéraux phosphatés ont contribué à augmenter les rendements agricoles et assurer la sécurité alimentaire de nombreux pays, ils proviennent de roches phosphatées dont les ressources mondiales sont limitées. De plus, du fait des activités minières pour extraire le phosphate des roches, la production de ces engrais présente un fort impact environnemental. Dans les pays ayant accumulé des stocks importants de phosphore disponible (comme la France), il est aujourd'hui nécessaire de réduire massivement l'usage des engrais minéraux phosphatés. En effet, selon les types de sols, l'absence d'apport n'entraîne pas nécessairement une baisse de rendement car les cultures sont capables de mobiliser le phosphore disponible accumulé dans les sols. Certaines espèces cultivées, comme le lupin blanc ou le sarrasin, permettent de mobiliser le phosphore fortement lié à la phase solide des sols et ainsi d'augmenter la disponibilité pour les différentes cultures de la rotation. De plus, il est urgent dans ces pays de préserver la fertilité acquise en phosphore des sols en limitant l'érosion des sols (par exemple avec des couverts végétaux ou le retour des haies dans les paysages agricoles) et en favorisant le recyclage des matières organiques (effluents d'élevage, boues de stations d'épuration, etc.).

Référence

Joséphine Demay, Bruno Ringeval, Sylvain Pellerin, Thomas Nesme. *Half of global agricultural soil phosphorus fertility derived from anthropogenic sources*. Nature Geoscience. 5 January 2023 DOI: 10.1038/s41561-022-01092-0

Contacts scientifique :

Joséphine Demay – josephine.demay@inrae.fr

Sylvain Pellerin – sylvain.pellerin@inrae.fr

UMR Interaction Sol Plantes Atmosphère (ISPA)

Département scientifique AgroEcoSystem

Centre INRAE Nouvelle-Aquitaine-Bordeaux

Contact presse :

Service de presse INRAE : 01 42 75 91 86 – presse@inrae.fr

A propos d'INRAE

INRAE, l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, est un acteur majeur de la recherche et de l'innovation créé le 1er janvier 2020. Institut de recherche finalisé issu de la fusion entre l'Inra et Irstea, INRAE rassemble une communauté de 12 000 personnes, avec 273 unités de recherche, service et expérimentales implantées dans 18 centres sur toute la France. L'institut se positionne parmi les tout premiers organismes de recherche au monde en sciences agricoles et alimentaires, en sciences du végétal et de l'animal, et en écologie-environnement. Il est le premier organisme de recherche mondial spécialisé sur l'ensemble « agriculture-alimentation-environnement ». INRAE a pour ambition d'être un acteur clé des transitions nécessaires pour répondre aux grands enjeux mondiaux. Face à l'augmentation de la population, au changement climatique, à la raréfaction des ressources et au déclin de la biodiversité, l'institut a un rôle majeur pour construire des solutions et accompagner la nécessaire accélération des transitions agricoles, alimentaires et environnementales.

www.inrae.fr/presse

A propos de Bordeaux Sciences Agro

Bordeaux Sciences Agro est un établissement public d'enseignement supérieur et de recherche agronomique sous tutelle du Ministère de l'Agriculture et l'Alimentation. Créé en 1962, il forme chaque année 600 étudiants qui suivent le cursus Ingénieur Agronome par la voie de la formation initiale sous statut étudiant ou apprenti ou l'un des six Masters co-accrédités avec les universités bordelaises ou les partenaires nationaux ou encore le Mastère spécialisé labellisé CGE. L'enseignement supérieur agronomique, vétérinaire et de paysage, rassemble en France 20 établissements qui assurent la formation de 17 000 étudiants. Dans ces établissements sont proposées des formations au service du développement durable, de l'agronomie, de l'alimentation, de l'environnement, du paysage, de la médecine vétérinaire et de l'aménagement du territoire. Par son ancrage local et ses partenariats nationaux et internationaux, Bordeaux Sciences Agro participe au rayonnement du site universitaire bordelais en étant un des 7 membres fondateurs de l'[IDEX « Université de Bordeaux »](#), contribue aux activités des clusters et pôles de compétitivité régionaux et collabore avec les principaux acteurs de la recherche et de la formation supérieure agronomique et vétérinaire en France dans le cadre de l'Institut Agronomique Vétérinaire et Forestier de France.