PHOSPHORE ET POMME DE TERRE
DIAGNOSTIC ET SOLUTIONS

Par ; Lotfi Khiari, Ph.D., et Léon E. Parent, Ph.D., agr.

Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval

L'accroissement de la teneur en phosphore (P) dans les sols du Québec, et de sa concentration dans l'eau des rivières au-delà du seuil d'eutrophisation (0,03 mg L-1), suscitent des interrogations sur les causes, les risques et les modes de régie du phosphore.

Le but de nos recherches est de documenter le rapport phosphore/aluminium ou (P/Al)M-III obtenu par la méthode Mehlich-III, pour diagnostiquer l'état du phosphore dans les sols et le risque environnemental de la fertilisation phosphatée de la pomme de terre. Le rapport (P/Al)M-III, qui est aussi appelé saturation du sol en phosphore, est obtenu en divisant par 2.24 votre résultat d'analyse de sol pour le phosphore, ce qui convertit les kg/ha en ppm. Puis, il faut diviser ce résultat par le résultat d'analyse de sol pour l'aluminium. Par exemple, si votre analyse de sol indique 448 kg P/ha et 2000 ppm d'Al, la saturation du sol en phosphore est calculée comme suit : 100(448/2.24/2000) = 10 %. Le facteur 100 sert à convertir des fractions en pourcentage.

Nous avons répertorié les essais de fertilisation phosphatée menés au Québec depuis une vingtaine d'année, et ajouté autant de nouveaux essais. La synthèse de 78 essais a conduit au premier modèle de recommandation agro-environnementale d'engrais basé sur la saturation du sol en phosphore. Celui-ci a été récemment adopté au Québec pour inclusion dans les PAEF et dans les règlements sur les exploitations agricoles. Le rapport (P/Al)M-III critique séparant les sols de niveaux de fertilité faible et moyenne est 9 %. Au-delà de 9 %, le risque de lessivage du phosphore de l'horizon de surface vers les horizons inférieurs augmente dans ces sols plutôt légers (< 30 % d'argile). Au-delà d'une saturation de 13 à 15 % selon le type de sol, le risque de transport du phosphore par ruissellement est élevé. La probabilité de réponse aux engrais est très faible au-delà d'une saturation en phosphore supérieure à 35 %.

MODÈLE DE RECOMMANDATION

Comme le montre le modèle de recommandation présenté à la Figure 1, il peut se produire un phénomène de fixation du phosphore par les hydroxydes de fer et d'aluminium abondants dans les sols acides appartenant aux classes de fertilité très faible à extrêmement faible.

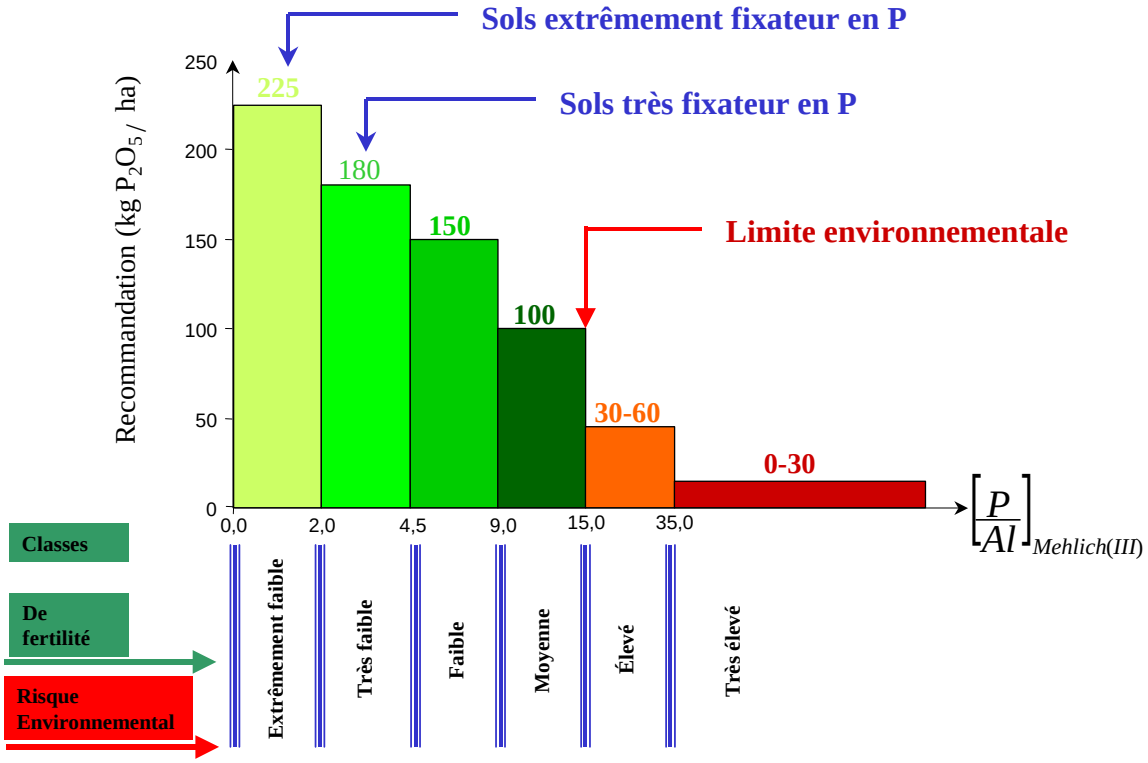

Figure 1 - Nouvelles grilles de fertilisation phosphatée de la culture de pomme de terre au Québec

Nos recherches sur des sols contenant 4-5 % de matière organique et peu saturés en phosphore, soit avec un (P/Al)M-III < 4,5 %, ont démontré que le phosphore de l'engrais ne laisse dans le sol que 20 % de son phosphore assimilable, le reste (80 %) étant fixé d'une façon relativement irréversible. La teneur du sol en phosphore assimilable peut alors devenir insuffisante pour subvenir aux besoins de la plante. Dans de telles situations, on apporte par la fertilisation phosphatée de 4 à 6 fois l'exportation du phosphore par la récolte.

En raison du déséquilibre entre les ajouts et les exportations de phosphore dans la production de pomme de terre, il faut chercher à augmenter l'efficacité des engrais phosphatés. Un enrichissement des sols minéraux en matière organique (MO) permet d'améliorer cette efficacité en réduisant le pouvoir fixateur du sol envers le phosphore. Il est toutefois difficile d'augmenter la teneur en matière organique (MO) dans toute la couche arable. L'introduction dans la bande d'engrais, de substances organiques comme la tourbe ou le lisier de porc bio-traité, peut apporter une solution au problème de la fixation du phosphore de l'engrais dans le sol. Par exemple, dans un essai d'incubation en laboratoire, un engrais organo-minéral à base de lisier séché bio-traité a maintenu 71 % du phosphore de l'engrais sous une forme assimilable dans le sol (Figure 2).

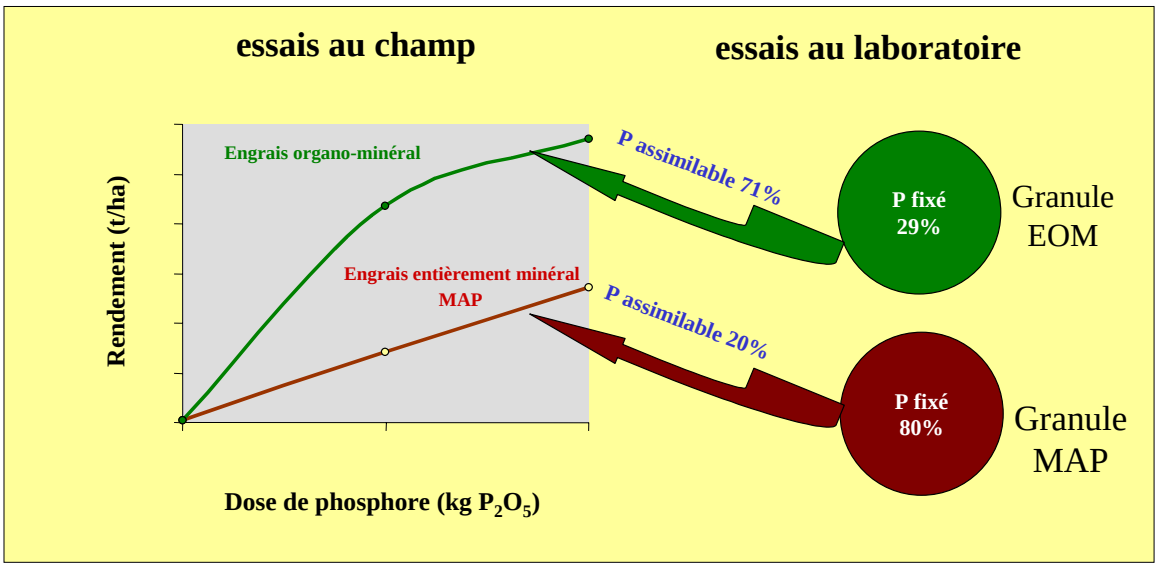

Figure 2 - Effet des engrais organo-minéraux sur la disponibilité du phosphore et le rendement des cultures

L'effet anticipé des engrais organo-minéraux est dû au contact intime entre la MO et les engrais minéraux dans le granule. Des augmentations de rendement sont souvent observées avec des doses réduites de phosphore, en raison de la synergie dans la bande d'engrais entre la MO et le phosphore ou même parfois les oligo-éléments (Cu, Zn, Mn) contenus dans l'engrais. Par exemple, nous avons obtenu, avec des engrais organo-minéraux à base de tourbe ou de lisier de porc séché, des augmentations de 5 % et plus de rendement en tubercules avec des doses réduites de 20 % et plus par rapport aux phosphates ammoniacaux conventionnels.

Il apparaît donc que les effets anticipés des nouveaux engrais se manifestent dans les sols acides du Québec. La quantité de carbone organique ajoutée est de l'ordre de 150 à 500 kg C/ha pour des doses de 80 à 160 kg P2O5/ha dans la bande d'engrais. L'ajout de carbone au sol et les augmentations de rendement augmente la "séquestration" du carbone dans le sol. Ceci peut être avantageux du point de vue du protocole de Kyoto sur les gaz à effet de serre.

Bien que l'indicateur (P/Al)M-III soit fiable pour les recommandations d'engrais, certains producteurs et conseillers s'inquiètent du fait que le rapport (P/Al)M-III puisse être influencé par la qualité biologique du sol et par l'apport d'amendements comme les engrais de ferme, le compost et la chaux. En effet, les racines des plantes produisent une rhizosphère caractéristique plus ou moins agressive par rapport au phosphore du sol. De plus, les amendements organiques apportent des substances qui entrent en compétition avec le phosphore pour les surfaces adsorbantes du sol. De plus, la chaux, en ajoutant des ions négatifs OH- dans le sol, peut aussi neutraliser partiellement la force de l'extraction par la solution acide Mehlich-III. Par exemple, on remarque souvent une diminution de (Al)M-III dans le sol à la suite d'un chaulage. Cette diminution s'accompagne souvent d'une diminution concomitante du phosphore, ce qui a pour conséquence de peu affecter le rapport (P/Al)M-III. Des résultats préliminaires indiquent que le chaulage des sols à pomme de terre jusqu'à un pH aussi élevé que 6,.5 fait diminuer les valeurs de phosphore et d'aluminium de 11 ou 12 % dans les deux cas, ce qui fait peu changer le rapport (P/Al)M-III. Des recherches sont en cours sur la bio-disponibilité du phosphore à la suite d'un chaulage.

Nos résultats sont donc positifs pour l'utilisation du rapport (P/Al)M-III comme indicateur agro-environnemental de la production durable de la pomme de terre, et pour le développement de nouvelles générations d'engrais organo-minéraux.