



Ordre des
AGRONOMES
du Québec

**Ligne directrice sur les stratégies de fertilisation
relatives à l'indice de saturation en phosphore des sols**

16 décembre 2022 (adoption par le CA)
Publié en mars 2023

Coordination du projet :

Chantale Soumahoro, agr.

Membres du comité *ad hoc* de révision de documents de référence en fertilisation de l'Ordre :

Abdenour Boukhalifa, agr., M.Sc.

Christine Landry, agr., Ph. D.

Gabriel Bourgeois, agr.

Karine Labrecque, agr., M. Sc.

Marc-Antoine Robert, agr.

Pascale Cantin

Simon Lacombe, agr.

Supervision du projet :

Raphaëlle Gendron, agr., Ordre des agronomes du Québec

Ligne directrice sur les stratégies de fertilisation relatives à l'indice de saturation en phosphore des sols

Entrée en vigueur : Il est possible d'utiliser la présente ligne directrice dès sa publication. Toutefois, son utilisation deviendra obligatoire seulement pour la réalisation de plan agroenvironnementaux de fertilisation pour la saison de culture 2024 et les suivantes.

1. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

La note 3 de l'annexe 1 du *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA) est une obligation réglementaire qui interpelle l'agronome et son client. Cette note indique qu'au-delà de certains seuils agroenvironnementaux de saturation en phosphore des sols, l'agronome doit, par ses recommandations de fertilisation, faire en sorte que l'indice de saturation en phosphore (ISP) d'un sol soit abaissé sous les seuils critiques et qu'il y soit maintenu. La présente ligne directrice de l'Ordre des agronomes du Québec présente des stratégies de fertilisation et balises qui s'inscrivent dans cet objectif.

2. BASES SCIENTIFIQUES

a. Seuils environnementaux critiques

La valeur des seuils agroenvironnementaux critiques de saturation en phosphore varie selon les types de sols.

Il est recommandé de définir le type de sol en se basant prioritairement sur les résultats de l'analyse de sol de la parcelle. Le taux de matière organique permet d'établir si le sol est organique ou minéral. Par définition, les sols organiques contiennent plus de 30 % de matière organique (Groupe de travail sur la classification des sols, 1998). Une analyse granulométrique, si elle est disponible, permet d'établir la classe texturale du sol minéral. Si cette information n'est pas disponible, la classe texturale du sol organique peut être établie à partir de la série de sols de la parcelle indiquée à la cartographie des sols la plus récente.

Les seuils de référence pour le Québec ainsi que les formules pour les calculer tels que publiés dans le *Guide de référence en fertilisation du Québec 2^e ed.* (CRAAQ 2010) sont présentés dans le tableau 1. Pour les sols minéraux, le REA établit des seuils en fonction du pourcentage d'argile (30 % d'argile et moins ou de plus de 30 % d'argile). Les sols minéraux de cannebergières et les sols organiques ont toutefois des seuils environnementaux critiques différents des autres sols. L'agronome doit donc porter une attention particulière au type de sol. Des stratégies visant à abaisser la teneur en phosphore des sols organiques devraient être mises en place en se basant sur l'ISP₃ de 5 % plutôt que sur les seuils du REA.

Tableau 1. Valeurs critiques agroenvironnementales des principaux indices de saturation des sols en phosphore pour les sols minéraux et organiques du Québec (adapté de CRAAQ, 2010).

Types de sol	Sols minéraux ^{1,2}	Sols minéraux de canneberge ³	Sols organiques ⁴
Indice de saturation en P	ISP ₁	ISP ₂	ISP ₃
Formule de l'ISP	$\left[\frac{P}{Al} \right]_{M-3}$	$\left[\frac{\frac{P}{31}}{\frac{Al}{27} + \frac{Fe}{56}} \right]_{M-3}$	$\left[\frac{\frac{P}{31}}{\frac{Al}{27} + 5x \frac{Fe}{56}} \right]_{M-3}$
Unités de P, Al et Fe	mg/kg	mg/kg	mg/kg
ISP _{critiques}	Retenus par le REA ⁵ Argile > 30 % : 7,6 % ⁶ Argile ≤ 30 % : 13,1 % ⁷	Pour le groupe de texture G3 : 11 %	5 %

¹ Khiari et coll. (2000).

² Pellerin et coll. (2006).

³ Parent et Marchand (2006).

⁴ Guérin et coll. (2007).

⁵ Agriculture — Cadre réglementaire (MDDELCC, 2018).

⁶ Moyenne des seuils de 6 % et 8 % pour les G1a et G1b.

⁷ Moyenne des seuils de 11 % et 15 % pour les G2 et G3.

b. Grilles de référence en fertilisation

Les recommandations pour le Québec sont celles contenues dans les *Grilles de référence en fertilisation* du MAPAQ¹. En absence de celles-ci pour une culture donnée, les valeurs de référence contenues dans les grilles du *Guide de référence en fertilisation du Québec* (CRAAQ 2010) doivent être utilisées. S'il le juge nécessaire, l'agronome peut justifier l'utilisation de grilles de fertilisation ou d'informations scientifiques extérieures au Québec, idéalement de régions pédoclimatiques comparables.

c. Résultats de recherche sur l'abaissement de la saturation en P des sols

La dose moyenne annuelle d'apport de P_{total} correspondant à un bilan équilibré à la surface du sol est d'environ 45 kg de P₂O₅ par hectare en grandes cultures en sols minéraux. Cet apport annuel de P permet, au fil des années, de réduire la teneur en P assimilable des sols considérés comme saturés en P (Giroux et coll., 2002; Giroux et Royer, 2007).

Par ailleurs, de façon générale, la plupart des cultures maraîchères exportent plus de 15 kg P₂O₅/ha (par exemple, 86 à 105 kg P₂O₅/ha pour la carotte; 20 à 69 kg P₂O₅/ha pour la betterave, 45 à 71 kg P₂O₅/ha pour le bulbe d'oignon espagnol²). Plusieurs études scientifiques, dont certaines menées au Québec, démontrent qu'un apport équivalent aux exportations en P₂O₅ et pouvant aller jusqu'au double selon les conditions de sol et de culture, conduisent à un abaissement de la saturation en P des sols (Bruulsema et coll., 2011; Bruulsema, 2016; Fulford et Culman, 2017; Giroux, 2002; Giroux et Royer, 2007).

¹ Les *Grilles de références en fertilisation* du MAPAQ sont disponibles à l'adresse suivante:

<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/Agroenvironnement/fertilisants/Pages/grilles-reference.aspx#:~:text=Consultez%20les%20grilles%E2%80%8B%20de,PDF%2C%202%20Mo%20%E2%80%8B%E2%80%8B>

² Consultez les fascicules 01, 05 et 06 de l'IRDA à l'adresse suivante : <https://www.irda.qc.ca/fr/nouvelles-et-evenements/grilles-de-reference-en-fertilisation/>

3. STRATÉGIES

Afin de simplifier le texte, le terme «stratégie» réfère dans le présent document à une stratégie de fertilisation visant à abaisser le niveau de saturation en P du sol d'une parcelle sous les seuils environnementaux critiques de saturation en P. Cette stratégie est établie par l'agronome dans le PAEF.

a. Établissement et durée de la stratégie

La durée maximale de la stratégie est de 6 ans, sauf si au moins 2 années de prairies sont cultivées sur la parcelle, ce qui permet d'atteindre une durée de 8 ans. Idéalement, mais pas obligatoirement, l'agronome établit sa stratégie de fertilisation pour la parcelle visée sur la durée complète d'un cycle de rotation. En absence de rotation (répétition d'une même culture), la durée maximale possible de la stratégie demeure de 6 ans, ou de 8 ans s'il s'agit d'une monoculture de prairie.

Une fois la durée de la stratégie de la parcelle ainsi que ses dates de début et de fin fixées, l'agronome indique au PAEF pour chaque année les cultures prévues, les doses de P visées et, lorsque disponibles, les doses réellement appliquées par le producteur au fur et à mesure de l'avancée de la période. Les dates de début et de fin sont fixes pour toute la période sur laquelle s'étend la stratégie.

À la discrétion de l'agronome, une stratégie peut être établie pour un champ ou un groupe de champ. Des stratégies différentes peuvent être appliquées à différentes parcelles ou groupes de parcelles.

La recommandation de la première année de l'établissement d'une stratégie doit prendre en considération les apports réels de l'automne précédent. En ce sens, les épandages post-récolte de la dernière année de la stratégie sont à considérer seulement dans la stratégie subséquente.

b. Apports de P

i. Fertilisants minéraux seuls

L'agronome doit baser ses recommandations sur les valeurs de référence en fertilisation, selon la hiérarchie décrite au point 2.b. Aucun dépassement annuel des valeurs recommandées n'est permis.

ii. Engrais organiques seuls ou combinés avec des fertilisants minéraux

L'agronome doit recommander un apport maximal par culture de 45 kg de P_{total} (équivalent P_2O_5)/ha tout en tenant compte des besoins de la cultures. La quantité maximale de P_2O_5 /ha appliquée au terme de la stratégie devra donc être tout au plus de 45 kg de P_{total} (équivalent P_2O_5)/ha multipliés par le nombre de cultures prévues sur toute sa durée.

En outre, l'agronome doit toujours éviter de recommander des doses élevées d'un engrais organique. Pour des situations justifiées, un dépassement de l'apport par culture de 45 kg de P_{total} (équivalent P_2O_5)/ha est permis lors d'une année donnée. Cependant, l'agronome détermine la dose limite d'épandage de l'engrais organique en s'assurant de ne pas dépasser un apport annuel de 135 kg P_{total} (équivalent P_2O_5)/ha, tout en appuyant toujours ses recommandations par la proposition de moyens de mitigation de la pollution diffuse et de l'enrichissement du sol en P. Ainsi, si des apports supérieurs à 45 kg P_{total} (équivalent P_2O_5)/ha par culture sont prévus lors de certaines années de la stratégie, ils impliquent nécessairement des apports inférieurs à 45 kg/ha par culture lors de certaines autres années.

L'apport de fertilisants minéraux phosphatés en complément aux engrais organiques se gère sur la durée de la rotation et la quantité des deux types d'engrais s'additionne chaque année tout

en respectant le maximum par culture permis de 45 kg P_{total} (équivalent P₂O₅)/ha, tel que décrit au paragraphe précédent.

Les années pour lesquelles la recommandation en P_{total} (équivalent P₂O₅)/ha est plus élevée et s'approche de 135 kg/ha, l'agronome doit sensibiliser l'entreprise sur la santé et la conservation des sols et recommander des mesures d'atténuation des risques de perte de P dans le milieu récepteur, telles que les cultures de couverture (à la dérobée ou intercalaire). En effet, les cultures de couvertures protègent les sols non seulement de l'érosion, mais transforment une partie du P minéral disponible du sol en P organique fixé dans la biomasse.

Pour une stratégie d'une durée d'un an, soit l'utilisation du 45 kg de P_{total}/ha annuellement, l'agronome doit tenir compte des quantités de phosphore appliquées l'année précédente pour sa recommandation de P. Ces recommandations devraient être inscrites au PAEF afin d'atteindre une moyenne par année de 45 kg de P₂O₅ par hectare pour les deux saisons.

i. Non-respect de la stratégie

Le producteur a l'obligation de respecter les recommandations de l'agronome, indiquées à la stratégie, en vertu de l'article 22 du *Règlement sur les exploitations agricoles (LQE, r. 26)*. Dans le cas du non-respect par le producteur d'une dose maximale de P prévue à la stratégie pour une parcelle, l'agronome doit réviser ses recommandations afin d'obtenir une moyenne de 45 kg de P_{total}/ha année dans ses recommandations pour la durée de la stratégie.

L'agronome doit faire un suivi avec le producteur et le sensibiliser aux impacts environnementaux découlant d'une forte saturation en phosphore des sols et, conséquemment, des risques associés au dépassement des doses recommandées. Il doit également informer le producteur qu'il s'expose à des sanctions. Enfin, l'agronome doit recommander au producteur des mesures, comme des cultures de couverture dès qu'il a connaissance d'un dépassement des doses prévues, si la situation le permet.

ii. Changement de stratégie

La possibilité de redémarrer une stratégie non achevée et d'en repartir une nouvelle doit être limitée et justifiée par l'agronome dans le PAEF, particulièrement lorsqu'une stratégie interrompue en cours de période présente un dépassement de la moyenne visée de 45 kg de P_{total}/ha par année. Un changement de rotation, un changement de type d'engrais organique, un changement d'exploitant sont quelques exemples de raisons pouvant mener à l'abandon d'une stratégie en cours et à l'établissement d'une nouvelle. En aucun cas, le dépassement des doses recommandées ne peut être un motif de reprise d'une stratégie donnée.

iii. Fin de la stratégie

À la fin de la stratégie, l'agronome doit faire un bilan avec le producteur de la moyenne annuelle de phosphore réellement appliqué, des réussites et des actions gagnantes, mais aussi des dysfonctionnements à corriger, des améliorations à apporter, tout en discutant de la prochaine stratégie. Ce bilan de la stratégie terminée doit apparaître au PAEF de la première année de la stratégie subséquente (nouvelle stratégie).

Si le producteur ne suit pas les recommandations spécifiques à une stratégie, cela n'oblige pas l'agronome à changer de stratégie lors de la rotation suivante si celui-ci considère toujours qu'il s'agit de la meilleure stratégie pour abaisser l'ISP du sol de la parcelle.

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bibeau, R et I. Breune. 2005. *La refonte proposée du Règlement sur les exploitations agricoles (REA). Le Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs échappe le relai dans le dernier droit.*
- Bruulsema, T. W. 2016. *Soil phosphorus trends in the Lake Erie region.* BetterCrops Plant Food 100:4-6.
- Bruulsema, T.W., R.W. Mullen, I.P. O'Halloran, and D.D. Warncke. 2011. *Agricultural phosphorus balance trends in Ontario, Michigan and Ohio.* Can. J. Soil Sci. 91:437-442. doi:10.4141/cjss10002
- Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2010. *Guide de référence en fertilisation, 2^e édition.* 473 p.
- Fulfort, A. M. and S. W. Culman. 2017. *Over-Fertilization Does Not Build Soil Test Phosphorus and Potassium in Ohio.* Agronomy Journal 110 : 56-62. doi:10.2134/agronj2016.12.0701
- Giroux, M., J. Cantin, R. Rivest et G. Tremblay. 2002. *Évaluation des teneurs en phosphore dans les sols selon la fertilisation, la richesse en P et les types de sols. Compte-rendu sur CD du colloque sur le phosphore OAQ-APAQ.* « Une gestion éclairée », 19 p.
- Giroux, M. et R. Royer. 2007. *Effets à long terme des applications de phosphore sur les rendements, l'évolution des teneurs, de la saturation et de la solubilité du P dans deux sols très riches.* Agrosolutions. 18 (1) : 17 -24.
- Grenon, G., B. Singh, A. De Sena, C. A. Madramooto, C. von Sperber, M. K. Goyal and . T. Zhang. 2021. *Environmental Research, Letters.* 16. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abce81>
- Groupe de travail sur la classification des sols, 1998. *Le système canadien de classification des sols, 3^e édition.* Agriculture et Agroalimentaire Canada, publication 1646, 187 p.
- Guérin, J., L.-É. Parent et R. Abdelhafidh. 2007. *Agri-environmental thresholds using Mehlich III soil phosphorus saturation indexes for vegetables in Histosols.* J. Environ. Qual. 36 : 975-982.
- Khiari, L., Parent, L. E., Pellerin, A., Alimi, A. R. A., Tremblay, C., Simard, R. R., & Fortin, J. 2000. *An agri-environmental phosphorus saturation index for acid coarse-textured soils.* Journal of Environmental Quality 29(5), 1561-1567.
- Leblanc, M.A., L.É. Parent et G. Gagné. 2013. *Phosphate and nitrate release from mucky mineral soils.* Open Journal of Soil Science 3(2), 107-114.
- Messiga, A. J. (2010). *Transferts du phosphore dans les sols de grandes cultures.* Thèse de doctorat en sols et environnement, Université Laval, Québec, 240 p.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDCCL). 2018. *Agriculture : Cadre réglementaire.* http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/milieu_agri/agricole/index.htm [consulté 2018-07-26].
- Parent, L.É. et S. Marchand. 2006. *Response to phosphorus of cranberry on high phosphorus testing acid sandy soils.* Soil Science Society of America Journal 70(6), 1914-1921.
- Pellerin, A., L.-É. Parent, J. Fortin, C. Tremblay, L. Khiari et M. Giroux. 2006. *Environmental Mehlich-III soil phosphorus saturation indices for Quebec acid to near neutral mineral soils varying in texture and genesis.* Can. J. Soil Sci. 86 : 711-723.

- Pellerin, A., Parent, L. É., Tremblay, C., Fortin, J., Tremblay, G., Landry, C. P., & Khiari, L. (2006). *Agri-environmental models using Mehlich-III soil phosphorus saturation index for corn in Quebec*. Canadian journal of soil science, 86(5), 897-910.
- Reid, K., K. Schneider and P. Joosse. 2019. Addressing Imbalances in Phosphorus Accumulation in Canadian Agricultural Soils. Journal of Environmental Quality. 48:1156-1166
- Zheng, Z., L.E. Parent and J.A. MacLeod. 2003. *Influence of soil texture on fertilizer and soil phosphorus transformations in Gleysolic soils*. Can. J. Soil Sci. vol. 83, no 4, p. 395-403.
- Zheng, Z.M., T. Q. Zhang,* C. Kessel, C. S. Tan, I. P. O'Halloran, Y. T. Wang, D. Speranzini, and L. L. Van Eerd. 2015. *Approximating Phosphorus Leaching from Agricultural Organic Soils by Soil Testing*. 83(4): 395-403