

MRF Actualités^{MC}

Le bulletin de nouvelles sur les matières résiduelles fertilisantes

Par Marc Hébert, M.Sc., agr.
Mars 2019, vol. 2, no 3



Ce mois-ci, je vous propose un numéro spécial sur le phosphore et les paradoxes de sa gestion, en 11 volets, sur une trame historique. Il y aura aussi des anecdotes, quelques primeurs, des conseils pratiques et +.

Également en manchettes :

- ***Les saules à la rescousse;***
- ***Montréal : contrat pour une usine de compostage;***
- ***Départ à la retraite de D. Thomassin;***
- ***Besoin d'aide pour des textes ?***
- ***À votre agenda !***

Photo de gauche : Irrigation d'eaux usées dans une plantation de saules comme mode de traitement et aux fins de recyclage du phosphore et des autres nutriments. Crédits : Xavier Lachapelle-T.

1- Une ressource qui s'épuise ?

Des scientifiques ainsi que des organisations écologiques internationales prédisent une pénurie mondiale de phosphore dans quelques décennies, avec des risques pour la sécurité alimentaire, car il s'agit d'un nutriment essentiel pour le rendement et la qualité des cultures. Une question préoccupante.

Toutefois, dans les années 1980, des experts prédisaient aussi avec conviction qu'il y aurait sous peu une pénurie de pétrole...

L'histoire nous enseigne donc à rester humbles quand nous prédisons l'avenir, tout en demeurant prudents. Il faut éviter de gaspiller cette ressource, d'autant plus que le phosphore, qui est un nutriment, est aussi un contaminant et souvent même polluant de l'eau, s'il s'y trouve en trop grande quantité¹.

Pour mieux gérer cette ressource, des chercheurs et des intervenants se sont unis au sein de l'*European Sustainable Phosphorus Platform* et plus récemment au sein de la *Sustainable Phosphorus Alliance* (Amérique du Nord). Au Canada, la pertinence d'une organisation similaire a fait l'objet d'une publication récente financée par le gouvernement ontarien².

Ces travaux sont d'autant plus pertinents qu'il est difficile de trouver des gisements naturels à la fois suffisamment concentrés en phosphore et faiblement contaminés (notamment en cadmium). C'est d'ailleurs pourquoi en Europe du Nord on

¹ La Loi sur la qualité de l'environnement précise qu'un contaminant devient un polluant lorsqu'on dépasse une norme réglementaire. C'est basé sur un des axiomes de la toxicologie et de l'écotoxicologie : « la dose fait le poison ».

² *Nutrient Recovery and Reuse in Canada: Foundations for a national framework.* [[En ligne](#)].

encourage le recyclage des cendres de boues municipales incinérées riches en phosphore et contenant relativement peu de cadmium.

Au Québec aussi, les biosolides municipaux sont riches en phosphore — comme tous les fumiers — et la grande majorité contiennent maintenant très peu de cadmium, généralement sous le critère C1. Même les cendres d’incinération des boues de Montréal sont relativement peu contaminées en cadmium (cendres de grille).

À l’instar de ce qui se pratique en Allemagne, Montréal est d’ailleurs devenue une des premières villes en Amérique du Nord à recycler en agriculture une partie de ses cendres d’incinération (cendres de grilles). C’est de l’économie circulaire avec un recyclage de proximité. La valeur fertilisante phosphatée des cendres de Montréal (et de Longueuil) a d’ailleurs été confirmée dans la revue *Pedosphere* par l’équipe du chercheur Lotfi Khiari³, dans une nouvelle publication à laquelle j’ai aussi collaboré.

2- Pollution de l’eau par le phosphore – à qui la faute ?

Les poissons et les diverses formes de vie aquatique ont aussi besoin du précieux phosphore. Mais « trop, c’est comme pas assez », comme on dit. Plusieurs lacs et cours d’eau ont malheureusement été pollués par diverses sources de phosphore gaspillées, notamment en zone agricole. « C’est la faute des engrais chimiques », diront certains. Peut-être, en partie, mais il faudra nuancer cette affirmation plus loin.

³ Joseph, C.A., L. Khiari, J. Gallichand, M. Hébert & N. Beecher. 2019. *Influence of Sludge Incineration Ash on Ryegrass Growth and Soil Phosphorus Status*. [\[En ligne\]](#). L’efficacité phosphatée des cendres est toutefois moindre que celle de l’engrais minéral; la dose de phosphore totale doit donc être plus élevée que pour un engrais commercial concentré. Au terrain, divers autres facteurs doivent être considérés pour optimiser l’efficacité réelle du phosphore pour la culture. L’épandage en post-récolte n’est pas recommandé, comme pour les autres engrais minéraux.

Rappelons-nous d’abord que la qualité de l’eau de surface s’est améliorée au Québec, avec notamment une réduction des teneurs en phosphore. Des gains importants ont été réalisés par des interventions dans les années 1980 et 1990 avec le traitement des eaux usées municipales, principalement constituées d’excréments humains, et aussi par le traitement des eaux industrielles et agroalimentaires.



Illustration des impacts d’un excès de phosphore au Lac Érié en Ontario.⁴

À la même époque, la réglementation agricole a forcé le stockage dans des structures (vraiment) étanche des lisiers et de la majorité des fumiers (solides) produits sur les fermes. Vous me direz que, depuis ce temps-là, le fumier des bovins est plus liquide et sent plus mauvais ! C’est en partie un effet secondaire de la réglementation⁵.

Un autre grand coup de barre quant au phosphore a été donné en 1997, quand une nouvelle réglementation agricole (RRPOA) a imposé des limites d’épandage de phosphore sur les sols déjà riches, avec l’obligation d’un plan de fertilisation (PAEF) réalisé par un agronome⁶.

⁴ Cette photo est tirée d’une présentation illustrée sur le phosphore par Jean-Tomas Denault (2016), alors qu’il était au MELCC. [\[En ligne\]](#).

⁵ D’autres facteurs ont incité à une gestion sur fumier liquide, comme la flambée du prix des litières traditionnelles (paille, résidus de bois, etc.).

⁶ Il s’agit de mesures analogues à celles déjà développées des années auparavant pour l’épandage des boues municipales. L’épandage des MRF a donc été précurseur de réformes dans la gestion agroenvironnementale des déjections animales.

En 2002, l'avènement du Règlement sur les exploitations agricoles (REA) a ensuite introduit un « quota⁷ » de phosphore pour chaque ferme, se traduisant par la nécessité d'un bilan de phosphore à l'équilibre. De mémoire, en seulement quelques années, les ventes de phosphore provenant d'engrais chimique ont chuté d'environ 40 % ! Ce n'est pas rien.

Paradoxalement, à ces réductions de fertilisation minérale phosphatée, les rendements ont globalement continué de croître au Québec. Cela confirmait qu'on en mettait trop. Grâce à la réglementation, des agriculteurs ont fait bien des économies d'engrais ! La balance commerciale du Québec s'est aussi améliorée, car les engrais phosphatés étaient (et demeurent) majoritairement importés de Floride⁸.

3- Les bonnes pratiques de fertilisation

Ce n'est pas par hasard que les rendements se sont maintenus. En effet, les nouveaux quotas de phosphore étaient en partie fondés sur les travaux de chercheurs tels que Léon-Étienne Parent et feu Régis Simard.⁹

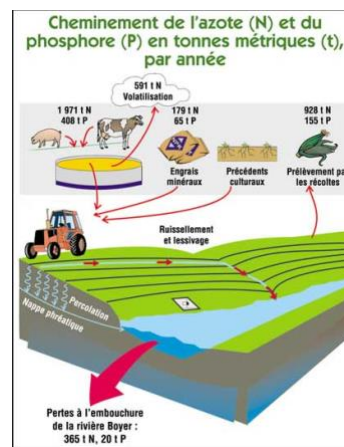
En 2003, grâce aux travaux du comité de chimie et fertilité du CRAAQ, on a aussi revu (souvent à la baisse) les besoins de phosphore des cultures, notamment sur la base des travaux des chercheurs Parent, Khiari, Pellerin et plusieurs autres. C'était une étape supplémentaire permettant de rationaliser l'usage des engrais phosphatés et des fumiers¹⁰ !

⁷ J'utilise ici le terme « quota » à des fins de vulgarisation. Ce n'est pas un terme réglementaire.

⁸ Les engrais ne sont évidemment pas la principale source de balance commerciale déficitaire avec la Floride, surtout en hiver !

⁹ Ces travaux établissaient la dose de fertilisation optimale sur le plan économique à partir d'essais réalisés au Québec, en tenant aussi compte de la saturation en phosphore, selon la teneur en aluminium (et en fer) réactifs du sol. En effet, ces éléments fixent le phosphore. Mentionnons au passage que Régis Simard a eu une contribution particulièrement

En 2010, avec la refonte des *Grilles de référence en fertilisation* du CRAAQ, on a ajouté une section spécifique consacrée au phosphore. On a aussi mis à jour les facteurs d'efficacité pour le phosphore et l'azote des fumiers et des biosolides et ajouté une section de bonnes pratiques environnementales pour la gestion des amendements organiques¹¹.



Contamination de l'eau de surface par le phosphore et l'azote (crédit : MELCC, 2008)

4- Le mieux est parfois l'ennemi du bien

La réglementation relative au phosphore, elle-même basée sur des travaux de recherche, a donc soutenu et même forcé une rationalisation de la fertilisation phosphatée au moyen des engrais minéraux et des fumiers. Malheureusement, elle a aussi eu des effets pervers ou non désirés sur l'environnement. Parfois, l'arbre fait perdre de vue la forêt...

significative sur la quantification de la disponibilité du phosphore et de l'azote des biosolides papetiers.

¹⁰ Les doses recommandées étaient souvent inférieures à celles du guide des fabricants d'engrais de l'époque. Bien que parfois les discussions au comité CRAAQ aient été « animées », on a pu arriver à un guide de recommandations unifié, basé la recherche, intégrant davantage la protection de l'environnement. Ce fut personnellement une source de grande fierté d'avoir pu contribuer à ces travaux.

¹¹ Le chapitre 10 sur les fumiers et les MRF organiques a été actualisé en 2013. Des travaux pour une nouvelle mise à jour sont en cours sous la direction du professeur Khiari.

Afin de se conformer à la réglementation agricole, plusieurs agriculteurs ont choisi de défricher leurs boisés de ferme pour avoir de nouvelles superficies d'épandage (pauvres en phosphore). Cela a eu un impact négatif sur la biodiversité dans certaines régions qui a dû être corrigé par le « moratoire » de 2004 limitant le déboisement. Ce moratoire, l'UPA ne l'a jamais digéré. Par ailleurs, peut-on blâmer les agriculteurs qui ont déboisé à l'époque? Les terres réceptrices voisines étaient devenues très coûteuses à l'achat et on devait se conformer à la réglementation.

Sans le vouloir, la réglementation relative au phosphore a aussi contribué à favoriser la culture du maïs déjà en plein essor¹². Cette culture permettait en pratique des doses de lisier et de fumier plus élevées et donc l'atteinte d'un bilan phosphoré équilibré. Malheureusement, l'expansion de cette culture productive et lucrative a contribué à augmenter l'érosion des sols et les pertes de phosphore associées.

En résumé, la réglementation agricole a contribué fortement à réduire l'intensité du facteur « source » du phosphore dans le sol, mais a paradoxalement contribué à augmenter le facteur « transport » vers l'eau. Je ne fais ici que rappeler des faits connus, quoique de façon vulgarisée.

5- La faute du maïs ?

Les partisans du *no-till*/semis direct diront que ce n'est pas tant le maïs qui cause l'érosion et les pertes de phosphore, mais le travail du sol — surtout le labour.

Mais les biologiques pointeront alors du doigt le *no-till* en termes d'usage intensif d'herbicides (en particulier le glyphosate), de semences transgéniques, de mainmise de l'industrie, etc¹³. Ils diront que la solution passe par le retour des

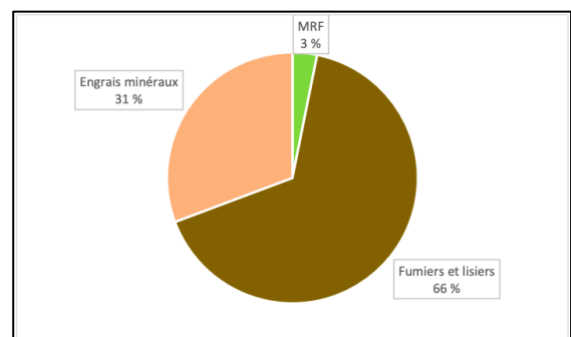
¹² Plusieurs autres facteurs économiques, techniques et alimentaires (animaux) ont favorisé davantage l'expansion de la culture du maïs.

prairies de légumineuses en production bovine, l'épandage au sol des fumiers compostés et autres matières organiques. Cela pour améliorer la vie du sol et favoriser notamment le développement des mycorhizes, ces champignons symbiotiques qui aident les racines des plantes à prélever le phosphore du sol. C'est aussi exact.

6- La faute du fumier ?

Pour leur part, nos amis végétaliens, véganes et antispécistes diront que c'est l'élevage qui est la cause première de la pollution agricole. En effet, pour répondre à la demande en produits animaux, l'élevage moderne nécessite plus de superficies cultivées en maïs et soya. L'accroissement des cheptels produit aussi plus de fumiers liquides riches en phosphore, avec plus d'émissions de GES, etc. Pas bête comme raisonnement. Je dois leur donner raison, mais je ne partage pas leur extrémisme parfois moralisateur. D'ailleurs, eux aussi vivent avec leurs paradoxes. On n'y échappe pas.

Examinons maintenant les faits. Selon le dernier bilan que j'ai réalisé au MELCC¹⁴, pour chaque tonne de phosphore provenant d'engrais chimiques épandue en agriculture, on en épand deux fois plus sous forme d'engrais de ferme (voir la figure suivante). Le gros de la pression phosphore est donc effectivement associé aux fumiers et lisiers plus qu'aux engrais minéraux.



Répartition des charges en phosphore apportées aux sols agricoles en 2015 (tiré de Hébert, 2016)

¹³ J'ai discuté plus en détails de ces paradoxes dans le MRF Actualités de novembre 2018. [\[En ligne\]](#).

¹⁴ Hébert, M. 2016. *Bilan 2015 du recyclage des matières résiduelles fertilisantes*. MDDELCC. [\[En ligne\]](#).

7- Et les fumiers humains ?

Nous, les humains, omnivores ou végétariens, nous produisons aussi des excréments et de l'urine (riche en phosphore). Au Québec, plus de 40 % de ces rejets humains organiques sont recyclés sur les sols via l'épandage des biosolides. On épand aussi d'autres MRF d'origine urbaine et industrielle.

Au total, ces MRF ne contribuent toutefois que pour 3 % de la pression de phosphore en agriculture. Si on atteignait l'objectif gouvernemental de recycler 60 % de la matière organique, on serait encore sous les 10 % des apports phosphatés.

8- Mieux recycler le phosphore humain...

Malheureusement, le phosphore rejeté par les humains est moins bien récupéré que le phosphore des fumiers. D'abord, moins de 50 % des biosolides municipaux retournent au sol, contre 100 % pour les fumiers de ferme¹⁵. En outre, seulement une partie du phosphore de nos eaux usées se retrouve dans les boues, tandis que le reste retourne « à la rivière »...

Prenons le cas des stations d'épuration de type étang, il y en a plus de 700 au Québec, surtout dans les plus petites villes. Ces ouvrages de traitement biologique sont relativement efficaces pour épurer l'eau en ce qui concerne la matière organique (nos excréments), les bactéries, etc. Souvent les canards et d'autre sauvagine y font halte. J'y ai même une fois observé de la barbotte¹⁶.

¹⁵ On peut dès lors affirmer que les agriculteurs recyclent davantage leurs déchets que les urbains...

¹⁶ C'est une espèce de poisson qui s'accommode des milieux eutrophisés, tout comme la carpe asiatique. Cette dernière a d'ailleurs été utilisée dans les étangs de pisciculture aux États-Unis afin de manger les algues et les plantes aquatiques. À la suite d'inondations, plusieurs se sont échappées dans le

Ces stations ont grandement contribué à améliorer la qualité de l'eau de surface. Chapeau! En outre, la plupart de ces stations optent pour le recyclage de leurs boues quand vient le temps de vidanger les étangs. Autre avantage, ces boues ont tellement vieilli qu'elles sont peu odorantes et contiennent moins de bactéries fécales (*E. coli*, salmonelles, etc.).



Journée portes ouvertes à la station d'épuration de Sainte-Marie (Beauce) - Photo : MDDELCC.

Cependant, les étangs ne réussissent à capter dans les boues qu'environ 30 % du phosphore des eaux usées; le reste du phosphore aboutit normalement dans les lacs et cours d'eau.

Il a donc fallu compléter le traitement biologique dans les étangs par une déphosphatation chimique, principalement durant la saison chaude, quand les lacs et rivières sont davantage sujets à l'eutrophisation.

Pour ce faire, on ajoute des sels de fer et d'aluminium dans les eaux usées afin de précipiter davantage de phosphore dans les boues. Tant mieux pour l'eau¹⁷ — mais tant pis pour le recyclage du phosphore !

Mississippi, de là elles ont atteint les Grands Lacs et maintenant le fleuve St-Laurent. J'en ai vu sauter hors de l'eau en face de Québec, l'été dernier. Impressionnante créature, mais aussi inquiétante pour l'environnement.

¹⁷ En « moyenne », sur une base annuelle, on retient ainsi 50 % du phosphore dans les boues. Mais ce taux peut varier beaucoup selon les procédés et les objectifs de rejets (OER).

9- Du phosphore plus concentré mais relativement moins disponible

L'ajout de sels de fer et d'aluminium fait que les boues d'étangs contiennent en moyenne plus de phosphore total que les boues municipales des plus grandes villes (avec des stations mécanisées)¹⁸. Paradoxalement, une bonne partie de ce phosphore total n'est pas disponible pour les plantes, car il demeure fixé au fer et à l'aluminium.

Cela rend aussi plus compliqué le calcul de la recommandation agronomique. Heureusement, les grilles de référence en fertilisation (CRAAQ, 2010) ont intégré une équation pour estimer la proportion (%) de phosphore (P) disponible pour la plante.

Dans une nouvelle méta-analyse¹⁹, l'équipe du chercheur Khiari a défini différentes classes de valeur fertilisante selon les teneurs en aluminium (Al) et en fer (Fe) des boues.

À partir de ces résultats, M. Khiari suggère aux agronomes (communication personnelle autorisée) d'utiliser dorénavant l'équation suivante pour estimer le coefficient d'efficacité relative du phosphore (CER)²⁰ :

$$CER(\%) = \frac{80000}{\left[\frac{Al(mg/kg)}{27} + \frac{Fe(mg/kg)}{56} \right] + 660}$$

¹⁸ La dégradation prolongée de la matière organique au fond des étangs cause aussi un phénomène de concentration du phosphore et des métaux. Pour plus d'informations, voir Perron et Hébert (2007). [\[En ligne\]](#).

¹⁹ Khiari et al., 2018. Classification and Assessment Models of First Year Biosolids Phosphorus Bioavailability. [\[En ligne\]](#).

²⁰ Il s'agit d'une efficacité relative à l'engrais minéral (barème).

²¹ Les boues des étangs avec déphosphatation contiennent plus de phosphore total, ce qui rend plus difficile un bilan à l'équilibre, surtout dans les fermes d'élevage. Par contre on peut dans certains cas avoir un meilleur équilibre du ratio $N_{disponible}/P_{disponible}$ comparativement aux besoins des plantes.

²² Au plan agronomique, les boues d'étang seraient aussi mieux valorisées dans une culture de légumineuse, car on

À ce premier calcul, il faut ensuite ajouter les autres pertes d'efficacité du phosphore propres à tous les fumiers (p. ex. l'épandage à l'automne et la non-incorporation au sol). Ces calculs un peu complexes pour déterminer la bonne dose de phosphore sous forme de fumier animal ou humain ne sont pas de la « rocket-science », mais, faute de mieux, c'est ce qu'il convient d'utiliser.

On retiendra aussi de ce qui précède que la déphosphatation chimique nuit parfois aux possibilités de recyclage agricole du phosphore²¹.

10- Déphosphater autrement ?

Comme agronome et comme écologiste, je plaide d'abord pour utiliser le sulfate ferrique plutôt que les sels d'aluminium. En effet, le soufre est un nutriment de grande valeur particulièrement pour le soya, la luzerne et d'autres légumineuses²². Le fer est aussi un oligoélément (contrairement à l'aluminium).

Mais on pourrait aller plus loin et intégrer (du moins en partie) des coagulants à base de calcium. Je plaide aussi pour vidanger les boues des étangs plus régulièrement, pour avoir des boues plus jeunes. En appliquant ces modifications, on aurait des boues d'étang dont le phosphore serait moins concentré et proportionnellement plus disponible pour les plantes. La valeur azotée serait aussi améliorée, car une boue vidangée plus fréquemment a perdu moins d'azote par

apporte moins d'azote ammoniacal comparativement aux autres boues et fumiers. Cela favorise indirectement la fixation symbiotique de l'azote dans les nodules racinaires, en réduisant la croissance des « mauvaises herbes ». Les boues d'étang sont aussi très intéressantes dans des plantations d'arbres et dans des sites dégradés. En effet, comme leur azote est à libération lente, on peut apporter des doses plus élevées de matières organiques pour une fertilisation de long terme de ces plantes pérennes qui croissent souvent sur des sols pauvres en phosphore et en matière organique. En théorie, les pertes d'azote par épandage automnal des boues d'étangs sont aussi moindres qu'avec les boues de stations mécanisées. Pour plus de détails sur l'épandage automnal, voir Hébert (2005). [\[En ligne\]](#).

nitrification-dénitrification, et cet azote est plus disponible (moins « composté »)²³.

Mais j'entends déjà les objections de mes collègues ingénieurs : « Ca va coûter plus cher et ça va être plus compliqué ! ». C'est vrai. Mais ce serait bien moins coûteux que les meilleurs systèmes d'enlèvement des nutriments dans les eaux usées. Je parle ici d'installer des séparateurs d'urine avec stockage et épandage du précieux engrais minéral liquide riche en N-P-K solubles. Déjà, aux Pays-Bas, des concepts de ce genre (tri à la source) sont appliqués dans certains immeubles. Au Québec et ailleurs, des jardiniers amateurs pratiquent aussi ce recyclage naturel et low-tech²⁴.

Plus simplement, pour les plus grandes stations mécanisées, un meilleur recyclage du phosphore peut passer par la production de struvite, un engrais minéral produit à partir du phosphore soluble (provenant initialement surtout de l'urine).

11- Les saules à la rescousse ?

Les travaux réalisés par Agro Énergie au Québec au cours de la présente décennie ont montré que la culture de saules à croissance rapide pouvait aussi faire partie de la solution.

Une nouvelle publication réalisée conjointement avec l'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) et Polytechnique Montréal²⁵ montre que l'irrigation d'une plantation de saules avec un effluent municipal partiellement épuré (traitement primaire) permettait de capter presque tout le phosphore et l'azote de l'effluent et d'éviter que ces nutriments ne migrent vers l'eau. Il s'agit en fait d'un traitement tertiaire (biofiltration naturelle par le sol) pouvant donner des rendements épuratoires

plus élevés que la majorité des stations d'épuration.



En retour, l'eau d'irrigation riche en nutriments fertilise les saules et augmente les rendements de cette culture, qui peut notamment être utilisée pour produire de la biomasse énergétique²⁶. Voilà une approche de traitement/recyclage de nos rejets humains qui mériterait d'être développée en zone agricole afin de réduire le recours à la déphosphatation chimique durant la saison chaude.

Voilà aussi la fin de notre petite discussion sur le phosphore et ses paradoxes !

12- Usine de compostage à Montréal : un premier contrat de 175 millions

Jean-Philippe Robillard, SRC, 19 février 2019. [\[En ligne\]](#).

« Après près de dix ans d'attente, Montréal s'apprête à octroyer un contrat de 175 millions de dollars pour une première usine de compostage dans l'arrondissement de Saint-Laurent. L'administration Plante remet à plus tard quatre autres usines annoncées par son prédécesseur Denis Coderre pour des raisons financières, notamment [...] Les travaux devraient être terminés en 2021. On devrait y traiter 50 000 tonnes de matières organiques par année [...] ».

wastewater by a short rotation willow coppice vegetation filter. [\[En ligne\]](#).

²⁶ L'étape suivante consisterait à brûler les copeaux pour obtenir de l'énergie renouvelable et, enfin, on recycle la cendre riche en phosphore minéral comme engrais renouvelable. Il y a plusieurs autres usages possibles pour le saule récolté.

²³ La dénitrification prolongée dans les étangs produit notamment du N₂O, un puissant GES. Les phénomènes de pertes et de conservation du soufre dans la boue sont probablement analogues à ceux de l'azote.

²⁴ Il y a plusieurs articles sur le web à ce sujet, notamment celui-ci d'Actu Environnement [\[en ligne\]](#).

²⁵ Lachapelle-T, X., M. Labrecque et Y. Comeau. 2019. *Treatment and valorization of a primary municipal*

13- Départ à la retraite de Danielle Thomassin

Mme Danielle Thomassin a pris sa retraite du MELCC le 7 février dernier. Elle était notamment responsable des lignes directrices sur le compostage, l'élaboration des garanties financières sur le traitement des matières organiques, le compostage domestique et *in situ*, etc.



J'ai côtoyé Danielle plusieurs années quand j'étais au MELCC. Elle a été une collègue joviale, généreuse de son temps, toujours prête à rendre service. Je lui souhaite une belle retraite et une bonne saison des sucres 2019, car elle est aussi une productrice acéricole !

C'est Mme Gitane Boivin, agr., qui prendra la relève des dossiers de compostage à la Direction des matières résiduelles.

14- Besoin d'aide pour des textes et d'autres documents ?

Mon ami Gaston Sylvain, Ph. D. en biologie végétale, est un spécialiste de la taxonomie des saules. Il est aussi un amoureux de la langue française. Retraité depuis peu, Gaston révisé le *MRF Actualités* et d'autres textes que je produis.



Il offre aussi ses services à temps partiel pour divers autres travaux : rédaction, feuilles de calcul (chiffriers), présentations, etc. Je vous le recommande ! Pour le contacter :

gassyl@yahoo.com

15- À votre agenda !

- **26-28 mars.** Americana. Réseau environnement. Montréal [[en ligne](#)];
- **5 avril.** Phosphorus Forum. Sustainable Phosphorus Alliance. Washington, DC [[en ligne](#)].
- **9-10 avril.** Formation pour les opérateurs et gestionnaires d'installations de compostage. Conseil canadien du compost. Longueuil [[en ligne](#)];
- **7-10 mai.** International Biosolids & Residuals Conference 2019. WEF/IWA. Fort Lauderdale [[en ligne](#)];
- **5-6 juin.** 1st Summit of the Organic Fertilizer Industry in Europe. Bruxelles [[en ligne](#)];
- **25-28 juin.** Vents de changement / Winds of change. ACE 2019. Air & Waste Management Association Annual Conference. Quebec City [[en ligne](#)].

Bonne réflexion et bonne formation continue !

Marc Hébert, M.Sc., agr.
Expert-conseil et formateur



Info@marchebert.ca
marchebert.ca
581-989-5091

