

COMMENTAIRES

Projet d'encadrement de la valorisation des matières résiduelles fertilisantes

Présenté dans le cadre de la consultation 2024 du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs au sujet du projet de *Code de gestion des matières résiduelles fertilisantes*, du projet de *Règlement modifiant le Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement*, du projet de *Règlement modifiant le Règlement sur les exploitations agricoles*, du projet de *Règlement modifiant le Règlement concernant la valorisation de matières résiduelles* et du projet de *Règlement modifiant le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection*.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ABRÉVIATIONS	3
À PROPOS DE L'ORDRE DES CHIMISTES DU QUÉBEC	4
PROJET D'ENCADREMENT DE LA VALORISATION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES FERTILISANTES...	5
COMMENTAIRES GÉNÉRAUX	6
COMMENTAIRES SPÉCIFIQUES	7
COMMENTAIRES ANTÉRIEURS RELATIFS À DES SEUILS PRÉVENTIFS PFAS DANS LES MRF À DES FINS D'ENCADREMENT RÉGLEMENTAIRE	12
RÉFÉRENCES	15



LISTE DES ABRÉVIATIONS

ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
CEAEQ	Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
diPAP	Polyfluoroalkyl phosphate diester
EFSA	European Food Safety Authority
HFPO	Oxyde d'hexafluoropropylène
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
µg/kg	Microgramme par kilogramme
MRF	Matières résiduelles fertilisantes
NASEM	National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine
NTP	National Toxicology Program
ng/L	Nanogramme par litre
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PFAS	Per- et polyfluoroalkylées
PFBA	Acide heptafluorobutyrique
PFBS	Acide perfluorobutanesulfonique
PFHxA	Acide perfluorohexanoïque
PFOA	Acide perfluorooctanoïque
PFOS	Perfluorooctane sulfonate
PFPrA	Acide perfluoropropionique ()
USEPA	Agence de protection de l'environnement des États-Unis



À PROPOS DE L'ORDRE DES CHIMISTES DU QUÉBEC

Constitué selon la *Loi sur les chimistes professionnels* (RLRQ c. C-15) et régi par le *Code des professions* (RLRQ c. C-26), loi-cadre du système professionnel, l'Ordre des chimistes du Québec (Ordre) est l'ordre professionnel qui encadre l'exercice de la chimie, une profession d'exercice exclusif, omniprésente dans la vie des Québécois. Fondé en 1926, l'Ordre fait partie des premières organisations professionnelles encadrées par l'adoption du Code des professions en 1973.

L'Ordre compte près de 3 000 membres qui assument des responsabilités importantes dans une multitude de secteurs névralgiques pour notre économie et pour le bien-être de notre société. Parmi ceux-ci figurent notamment l'alimentation, le pharmaceutique, l'environnement, la santé, l'énergie, les matériaux, le transport, la sécurité, les ressources naturelles, l'électronique, les biotechnologies, l'instrumentation, la recherche, l'enseignement, la législation, la réglementation, et les biens manufacturés.

En raison de la nature spécialisée de leurs connaissances et compétences propres, les chimistes et les biochimistes sont fréquemment amenés à assumer une responsabilité importante dans leurs lieux d'exercice, notamment en soins et services de santé, en contrôle de qualité, en recherche et développement, en gestion de laboratoire, en protection de l'environnement, en santé et sécurité du travail et en enseignement; où ils occupent des postes professionnels d'analystes, de gestionnaires, de superviseurs, de coordonnateurs, de directeurs, de conseillers, d'enseignants et de consultants.

Professionnels de l'innovation scientifique, les chimistes et biochimistes occupent des fonctions stratégiques dans toutes les sphères de la société : industrie privée, organismes gouvernementaux et paragouvernementaux, institutions d'enseignement, laboratoires d'analyse, centres de recherche et firmes de services-conseils; dans lesquels ils exercent différentes branches de la chimie pure ou appliquée dont, entre autres, la chimie organique, inorganique, physique, métallurgique, analytique, industrielle, pharmaceutique, médicinale, cosméceutique, criminalistique, judiciaire, computationnelle, environnementale, minérale, verte et agroalimentaire, y compris la biochimie, la biochimie clinique, l'hydrochimie, la géochimie, l'agrochimie, la radiochimie, la pétrochimie et la plasturgie, pour ne nommer que celles-ci.

La pertinence de l'encadrement rigoureux de la profession est évidente dès qu'on prend conscience de son existence. Quels que soient les matériaux, les médicaments ou les aliments, il est essentiel de pouvoir identifier avec exactitude la nature des substances chimiques que l'on manipule, leur dosage ou leurs réactions prévisibles. C'est le rôle des chimistes et des biochimistes qui possèdent une expertise des molécules et de leurs diverses applications.

Plus encore, l'exercice de la chimie se situe très souvent en amont d'activités plus visibles, mais tout en étant garante de leur succès. Inversement, une pratique inadéquate de la chimie est porteuse de risques majeurs pour la santé publique, l'environnement et la sécurité des Québécois. L'encadrement adéquat par un chimiste ou un biochimiste est ainsi garant du contrôle de la qualité des substances chimiques fabriquées, manipulées, transportées, entreposées et vendues, de même qu'une caution de sécurité en regard de la protection de public et de l'environnement.



PROJET D'ENCADREMENT DE LA VALORISATION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES FERTILISANTES

Du 24 juillet au 7 septembre 2024, le ministre de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) a conduit une consultation publique relativement à la publication d'un projet de *Code de gestion des matières résiduelles fertilisantes* ainsi que des modifications à quatre règlements existants, soit le *Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement*, le *Règlement sur les exploitations agricoles*, le *Règlement concernant la valorisation de matières résiduelles* et le *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection*.

L'objectif poursuivi par le MELCCFP est d'intégrer le *Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes* dans la réglementation découlant de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (RLRQ c. Q-2) et de mettre à jour certains aspects en tenant compte des nouvelles connaissances et pratiques.

Ce projet d'encadrement de la valorisation des matières résiduelles fertilisantes (MRF) comporte trois principaux volets :

Volet 1 : Un nouveau cadre sectoriel, le *Code de gestion des matières résiduelles fertilisantes*, qui :

- définit le processus de catégorisation des MRF selon leurs qualités environnementales;
- fixe les conditions d'utilisation des MRF dans le cadre d'une fertilisation agricole ou sylvicole;
- précise les normes de qualité et les exigences d'information sur les MRF destinées à un usage domestique.

Volet 2 : Des modifications au *Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement* visant notamment à :

- détailler les conditions à remplir pour qu'une activité de valorisation de MRF soit admissible à une déclaration de conformité ou à l'exemption d'une autorisation;
- prévoir les renseignements et documents à transmettre pour les demandes d'autorisation ministérielle et les déclarations de conformité.

Volet 3 : Des modifications à trois autres règlements, soit :

- le *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA)
 - pour étendre le champ des articles du REA qui traitent de l'épandage des matières fertilisantes aux épandages de MRF et reformuler certains articles pour permettre aux personnes assujetties au REA et au code de gestion des MRF d'avoir une vision globale de l'encadrement qui leur est applicable;
- le *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection* (RPEP)
 - principalement pour protéger les sources d'eau potable d'une contamination potentielle par les substances perfluoroalkyliques et polyfluoroalkyliques (PFAS) résultant de la valorisation de MRF. Pour ce faire, des restrictions sur la localisation



des lieux où sont valorisées les MRF (stockage et épandage) dans les aires de protection sont ajoutées;

- le *Règlement concernant la valorisation de matières résiduelles*
 - pour déterminer les normes de localisation et d'exploitation s'appliquant à certaines activités de valorisation de MRF admissibles à une déclaration de conformité ou à l'exemption d'une autorisation, et qui sont hors du champ d'application du Code de gestion des matières résiduelles fertilisantes.

Les modifications proposées au REA touchent les articles 29, 30, 31, 31.1, 43.4, 43.7 et 44.6 et sont strictement liées aux activités de valorisation de MRF. Le chantier de modernisation de ce règlement qui est en cours n'est pas visé par la présente publication. Il fera l'objet de consultations ultérieures.

Les modifications proposées au RPEP touchent les articles 2, 17, 24, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64 et 71. Il ne s'agit pas uniquement de modifications touchant les activités liées à la valorisation des MRF. Cependant, elles sont introduites dans le présent chantier en raison de contraintes administratives. Par ailleurs, le ministère travaille activement à d'autres propositions de modification du RPEP, lesquelles pourraient s'inscrire dans un chantier réglementaire ultérieur, avec des consultations distinctes.

Les chimistes et les biochimistes sont des acteurs incontournables en matière environnementale. En tant que professionnels de première ligne du mouvement de l'économie verte, les chimistes et les biochimistes sont appelés à jouer un rôle fondamental en matière de protection de l'environnement, que ce soit dans le cadre de recherches visant la lutte contre la pollution et la réduction des substances toxiques dispersées dans l'environnement, d'études portant sur l'impact des activités humaines sur l'environnement, ou encore de projets visant la conception de procédés et produits respectueux de l'environnement. En ce sens, les chimistes et les biochimistes interviennent tant pour repérer les atteintes à l'environnement et à la santé que pour trouver des solutions proactives afin de les prévenir.

La chimie permet aussi d'envisager les réactions chimiques, bonnes ou indésirables, selon les conditions de stockage et d'entreposage des produits et leurs propriétés chimiques intrinsèques. Par conséquent, la valeur professionnelle des chimistes et des biochimistes est considérable quant à la prévention d'incidents à conséquences majeures en coûts humains et financiers pour les entreprises impliquées et la société québécoise dans son ensemble.

Ainsi, dans le cadre de la présente consultation, l'Ordre salue l'intention du gouvernement du Québec d'encadrer de la valorisation des matières résiduelles fertilisantes. Ce faisant, le gouvernement contribue à instaurer un mécanisme de contrôle des contaminants d'intérêt émergent dans une perspective de santé publique qui tient compte de l'acceptabilité sociale des projets de valorisation des MRF.

L'Ordre tient également à remercier le MELCCFP de lui offrir l'opportunité de formuler des commentaires aux fins d'assurer sa mission de protection du public à l'égard de la chimie.

COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

Les PFAS représentent un groupe de composés chimiques synthétiques présents dans diverses composantes environnementales tels que l'eau, le sol, les sédiments, l'air, les particules et le biote. Leur stabilité thermique et chimique, résultant de la liaison covalente carbone-fluor, les rend résistants à la dégradation, contribuant ainsi à leur persistance et omniprésence dans l'environnement. Même si l'utilisation de MRF représente une



excellente façon de valoriser diverses matières résiduelles, il est important d'assurer que leur épandage soit fait de façon sécuritaire pour le public et encadré par des chimistes et des agronomes.

L'Ordre se questionne d'abord sur l'emphase qui est mise sur une perception de risques faibles, et ce, sur un nombre limité de molécules. À ce stade-ci, peu de recherches scientifiques concluantes ont été menées pour connaître des valeurs de seuils clairs et sécuritaires dans les voies de transfert dans le milieu naturel à la suite d'épandage de MRF.

De plus, les valeurs des seuils proposés pour les PFAS sont tellement élevées qu'il semble difficile de les dépasser. L'Ordre s'inquiète qu'une norme trop permissive, aux bénéfices du secteur privé, ne discrimine que très peu de biosolides et ait pour conséquence de compromettre la protection du public.

Par ailleurs, l'Ordre porte à l'attention du MELCCFP que la méthode 1633 de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (USEPA) fournit une approche normalisée pour mesurer jusqu'à 40 PFA dans une gamme variée de matrices environnementales, y compris les eaux usées, les eaux de surface, les eaux souterraines, le sol, les biosolides, les sédiments, les lixiviats de décharge et les tissus de poisson. À cet égard, l'Ordre s'interroge sérieusement sur le choix du MELCCFP de ne cibler qu'une dizaine de PFAS, sans justification claire de ses motivations sous-jacentes. L'absence d'explication scientifique rend l'Ordre d'autant plus perplexe quant à l'origine de ce choix politique qui apparaît incompatible avec une approche réglementaire qui dessert l'intérêt public.

COMMENTAIRES SPÉCIFIQUES

Les commentaires ici formulés porteront principalement sur le sujet décrit au deuxième paragraphe du « Volet 3 », soit les modifications aux RPEP et autres articles touchant la qualité de l'eau pouvant être affectée par l'épandage des MRF de catégories C1 ou C2 avec classification de cote I2.

Les commentaires sont présentés selon les quatre (4) thèmes suivants :

- Impact sur la santé humaine selon les études disponibles
- Source et traçabilité
- Contrôle de la dispersion
- Suivi des impacts

Impact sur la santé humaine

EFFETS D'UNE EXPOSITION AIGUË

Il n'y a pas d'étude humaine rapportant des effets à court terme liés à une exposition aiguë aux PFAS (Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2021). Il n'est donc pas encore possible de caractériser avec précision la forme de la relation dose-réponse des PFAS les plus étudiées et leurs effets sur la santé.

Les PFAS se bioaccumulent, ce qui explique pourquoi les études de toxicité aiguë ne sont pas populaires. Ceci s'explique du fait que les PFAS vont s'accumuler, surtout dans le sang, le foie et les reins. Les études d'exposition chronique seront donc priorisées afin de mieux déterminer l'impact de ces composés.



EFFETS D'UNE EXPOSITION CHRONIQUE ET EFFETS CANCÉROGÈNES

Les quatre (4) effets potentiels sur la santé ayant un niveau de preuve jugé suffisant par les *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine* (NASEM) sont la diminution de la réponse immunitaire à la vaccination, la dyslipidémie, la baisse du poids de naissance et l'augmentation du risque de cancer du rein.

De nombreux organismes de référence ont révisé les données humaines et animales relatives aux PFAS. Parmi ces organismes, les NASEM (2022) ont, de leur côté, effectué une synthèse critique des données disponibles en révisant les documents produits par les grands organismes de santé publique (ATSDR, NASEM, *National Toxicology Program* (NTP), *European Food Safety Authority* (EFSA), *United States Environmental Protection Agency* (USEPA), *C8 Science Panel*, Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)).

ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES HUMAINES

De nombreuses études épidémiologiques démontrent une association entre l'exposition aux PFAS et une réduction de la réponse immunitaire adaptative (production d'anticorps) à certains vaccins, entre autres à ceux contre la diphtérie et le tétanos (NTP, 2016; NASEM, 2022). Quoique ces données indiquent une atteinte du système immunitaire, elles ne permettent pas de tirer des conclusions quant à la signification clinique pour l'efficacité vaccinale ou pour la fréquence de ces maladies évitables par la vaccination dans la population. Il faut mener davantage de recherches à ce sujet. De plus, même si quelques études font état d'une association possible entre la perturbation de la réponse immunitaire liée aux PFAS et un risque accru de certaines infections, entre autres les infections respiratoires rapportées par les personnes concernées, les données à cet effet demeurent limitées et les résultats sont variables (ATSDR, 2021). Nombre d'études ne démontrent en effet aucune association entre les PFAS et le risque de contracter une maladie infectieuse (NASEM, 2022; ATSDR, 2021).

Certaines études épidémiologiques font ressortir une association positive entre les PFAS et la dyslipidémie (trouble des lipides sanguins), particulièrement en ce qui concerne la hausse du cholestérol total. Il faut cependant tenir compte des limites de quelques-unes de ces études, soit la variabilité des mesures de lipides sanguins (cholestérol total, LDL, HDL ou triglycérides), l'hétérogénéité des populations exposées et la nature transversale des associations (NASEM, 2022). De plus, une variabilité considérable de la force d'association mesurée entre les études est observée (ATSDR, 2021). Les données actuelles ne permettent pas par ailleurs d'établir un lien entre l'exposition aux PFAS et le risque de présenter des maladies cardiovasculaires (ATSDR, 2021; EFSA, 2020). Enfin, les données portant sur d'autres effets cardiométaboliques (diabète, obésité, hypertension artérielle hors grossesse) restent pour l'instant insuffisantes en vue de démontrer une association avec l'exposition aux PFAS (NASEM, 2022; EFSA, 2020).

Diverses études épidémiologiques ont associé l'exposition maternelle aux PFAS à une faible réduction du poids de naissance des bébés. Quoique cette association peut partiellement s'expliquer par des facteurs de confusion liés à la grossesse, par exemple la modification de la fonction rénale et du volume plasmatique (EFSA, 2020), et que la force d'association varie entre les études, les résultats des diverses études convergent et suggèrent une telle association (NASEM, 2022).

Sur la base des études épidémiologiques réalisées tant dans des populations de travailleurs que dans la population générale, les NASEM rapportent une association entre une plus grande exposition aux PFAS et le cancer du rein (NASEM, 2022; ATSDR, 2021). Toutefois, le niveau de preuve est considéré comme plus limité pour l'association entre les PFAS et d'autres types de cancers – testicule, prostate et sein (NASEM, 2022). La petite taille de l'échantillon de certaines études, l'hétérogénéité des mesures d'exposition et la variabilité des



résultats sont des exemples de facteurs qui limitent la capacité à porter des conclusions sur ces effets potentiels.

De nombreux autres organismes de santé publique se sont prononcés sur le potentiel cancérigène des PFAS. Par exemple, le CIRC de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a publié le résumé des résultats de son évaluation pour deux substances à la fin de 2023 (CIRC, 2023). Bien que les données d'études humaines sur le risque cancérigène associé à l'exposition aux PFAS (reins et testicules) soient considérées comme limitées, le groupe de travail a qualifié le PFOA de substance cancérigène pour l'humain (groupe 1) sur la base de données animales suffisantes et de preuves mécanistiques jugées fortes. Par ailleurs, le PFOS a été classé dans le groupe 2B, c'est-à-dire dans celui des substances possiblement cancérigènes, sur la base de preuves mécanistiques fortes, de données animales limitées et de données humaines inadéquates. D'autres organismes ont également examiné le risque cancérigène des PFAS (EFSA, 2020; ATSDR, 2021). Même si leur méthode de classification n'est pas la même que celle du CIRC, un constat similaire en ressort, soit que les données laissent croire à un potentiel cancérigène, mais qu'elles sont insuffisantes pour en tirer des conclusions de manière définitive.

Nombre d'autres effets potentiels des PFAS sur la santé ont été étudiés. La robustesse des données appuyant leur association avec l'exposition aux PFAS est cependant variable. Les NASEM attribuent ainsi un niveau de preuve jugé limité ou suggestif à ces données. Par exemple, bien que des données suggestives soient disponibles pour l'association entre l'exposition aux PFAS et l'altération des enzymes hépatiques, la dysfonction thyroïdienne, l'hypertension gestationnelle et la colite ulcéreuse, il n'est pas possible de conclure de manière définitive à ces liens, compte tenu des diverses limites des études (NASEM, 2022; ATSDR, 2021).

Enfin, la littérature scientifique rapporte parfois des associations avec de nombreux autres effets sur la santé, mais le niveau de preuve est inférieur. Par exemple, certaines études épidémiologiques font une association entre les PFAS et la ménopause précoce ainsi qu'entre les PFAS et la diminution de la fonction rénale. Toutefois, les associations observées pour ces deux problèmes de santé pourraient être imputables à un phénomène de causalité inverse (ASTDR, 2021; EFSA, 2020), c'est-à-dire que la ménopause précoce entraînerait une hausse des niveaux de PFAS à la suite d'une baisse de leur élimination après l'arrêt des menstruations. Ainsi, les NASEM estiment comme étant inadéquates ou insuffisantes les données épidémiologiques pour ces effets et de nombreux autres (asthme, infertilité, troubles neurodéveloppementaux, diminution de la densité minérale osseuse, etc.).

ÉTUDES ANIMALES:

L'impact des PFAS sur la santé a également été considéré dans plusieurs études animales. L'exposition aux PFAS a été associée à de nombreux effets, mais pour des niveaux d'exposition souvent nettement supérieurs à ceux de la population humaine générale (ATSDR, 2021). De plus, comme pour les études humaines, les connaissances sont plus étendues pour le PFOA et PFOS. Les associations les plus fréquemment rapportées dans les études animales sont les suivantes : hépatotoxicité (effets comme l'hépatomégalie), immunotoxicité (entre autres, diminution de la production d'anticorps en réponse à la vaccination) et impacts reproductifs et développementaux – dont la diminution du poids de naissance et l'altération du développement osseux (ATSDR, 2021). Il est important de noter que l'extrapolation des résultats d'études animales vers les humains doit se faire avec prudence. En effet, les variations interespèces concernant la toxicocinétique et la toxicodynamique sont considérables pour les PFAS étudiées (ATSDR, 2021; Interstate Technology and Regulatory Council [ITRC], 2022). Par exemple, la demi-vie de composés est beaucoup plus courte chez certains animaux que chez l'humain, et les mécanismes de toxicité ne semblent pas être directement transposables pour toutes les PFAS. Notamment, l'activation du récepteur nucléaire PPAR α semble fréquemment contribuer dans la toxicité chez les animaux de laboratoire, alors que son rôle exact chez les



humains est moins bien caractérisé (ATSDR, 2021). Les documents listés dans les références peuvent être parcourus pour davantage de détails sur les études animales.

Somme toute, malgré les incertitudes et les limites soulevées, l'état actuel des connaissances scientifiques indique clairement que l'exposition aux PFAS peut affecter la santé humaine. La recherche continue activement pour mieux caractériser cette association.

Dans ce contexte, l'Ordre formule les commentaires suivants :

1. Pour une analyse détaillée et à jour de l'ensemble des effets potentiels sur la santé soulevés dans la littérature scientifique et par les divers organismes de santé publique, la consultation des dernières versions des documents mentionnés en référence est fortement suggérée.
2. Somme toute, malgré les incertitudes et les limites soulevées, l'état actuel des connaissances scientifiques indique clairement que l'exposition aux PFAS peut affecter la santé humaine. La recherche continue activement pour mieux caractériser cette association.
3. Même si les recherches toxicologiques pour ces composés ne sont pas encore avancées, ceux-ci montrent des impacts réels pour la santé humaine. Il faut donc les traiter comme étant des substances toxiques pour la santé humaine.

Source et traçabilité

Les MRFs pouvant provenir de différentes sources, il est logique d'assumer que certaines seront exemptes de contaminants chimiques au sens du règlement en fonction de la provenance de la matière recyclée.

Toutefois, les PFAS, à l'instar d'autres molécules polyhalogénés, montreront des effets de bioaccumulation dans les matières biologiques contenant des corps gras. Il est donc probable que toutes les sources contenant du matériel biologique contiendraient des concentrations de PFAS à des niveaux variables.

Il serait opportun d'utiliser cette norme sur un plus grand nombre de congénères, produits et sous-produits. Comme référence, l'Agence canadienne d'inspection des aliments a émis une norme provisoire de 50 ppb sur le PFOS qui selon les études référées, est rencontrée favorablement pour plus de 92% des biosolides au Canada. Cette norme sur le PFOS est en vigueur parce que c'est le PFAS le mieux caractérisé mondialement et plusieurs sources de références sont disponibles.

La méthode publiée par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) « (MA. 400 – PFC 1.0 2024-04-26 (Révision 1) Détermination des produits perfluorés : dosage par chromatographie en phase liquide couplée à un spectromètre de masse en tandem » permet l'analyse de 36 congénères de PFAS/PFOS à chaînes courtes et longues et une norme basée sur un paramètre intégrateur où une somme des concentrations des analytes pourrait être envisagée afin de mieux circonscrire la contamination par les espèces moins fréquentes, en attendant que la toxicité propre à chaque congénère soit bien documentée.

De plus, la mobilité de cette classe de composé commence à être bien documentée. Ainsi, il a été démontré que la contamination par voie aérienne sur des particules aéroportées contribue plus à la dispersion et au transport des composés visés vers des territoires vierges que la contamination via les ressources hydriques. Ceci vient s'ajouter au fait qu'il risque d'y avoir de la contamination en PFAS dans différentes sources, même celles provenant d'une source sans point de contamination primaire.



Il reste que ces composés sont passablement mobiles en phase aqueuse, due au caractère ionique de ces acides, qui les rend très solubles (jusqu'à 9500 mg/l pour l'anion perfluorooctanoate selon USEPA). Ainsi, les PFAS à chaîne longue auront tendance à s'accumuler dans les sols et se bioaccumuler dans les organismes vivants alors que les PFAS à chaînes plus courtes sont hautement solubles et rejoignent facilement et rapidement les eaux de surfaces et les nappes phréatiques dessous ou autour des sols recevant les MRFs.

Le caractère saisonnier de la hauteur de la nappe phréatique sous les sols cultivables devrait faire l'objet d'une attention particulière et influencer l'épandage des MRFs en fonction des saisonnalités.

Dans ce contexte, l'Ordre formule les commentaires suivants :

4. Due au caractère résistant et persistant des PFAS, il est possible de déterminer que n'importe quel MRF a le potentiel d'en être contaminé, même si le contraire peut sembler évident. Ceci démontre l'importance de continuer les programmes d'échantillonnages des eaux des puits reliés à la nappe phréatique et eaux de surface près des secteurs agricoles afin d'intercepter les contaminations potentielles.
5. En cas de contamination en PFAS dans les eaux souterraines ou de surfaces, il serait nécessaire d'analyser les MRF utilisés afin de déterminer la source de la contamination. Nous recommandons donc l'échantillonnage systématique des toutes les MRF utilisées.

Contrôle

L'obligation d'entreposage des MRF de catégories I2 est bien accueillie étant donné la mobilité des contaminants lors d'épisodes de pluie importants. Les eaux de ruissellement de ces points d'entreposage exposés devraient être acheminées vers des réservoirs de retenue jusqu'à ce que des analyses accréditées démontrent que les concentrations en contaminants sont sous les normes prescrites.

Les fréquences d'échantillonnage et le nombre d'échantillons positifs ou négatifs (2 sur 3) sont en ligne avec les principes de base statistiques de répétabilité et probabilités. Toutefois, il est encore une fois suggéré de cibler l'ensemble des congénères visés par la méthode du CEAEQ « MA. 400 – PFC 1.0 2024-04-26 (Révision 1) Détermination des produits perfluorés : dosage par chromatographie en phase liquide couplée à un spectromètre de masse en tandem ».

Il est à noter que, vu la présence de PFAS à l'état trace dans l'ensemble de la biosphère, des analyses du milieu récepteur seraient souhaitables afin de connaître le bruit de fond de ces paramètres. Il est louable de vouloir réduire l'apport de nouveaux contaminants, mais il conviendrait aussi de connaître la teneur de fonds actuelle surtout pour les PFAS à chaînes longues bioaccumulées ou adsorbés sur les sols récepteurs afin de cerner la contamination ayant un potentiel à rejoindre les eaux de surfaces ou la nappe phréatique.

La modification des distances minimum entre les points d'entreposage et les fossés récepteurs des eaux de ruissellement est bien reçue. Elle permet une protection supplémentaire entre les points générateurs et le milieu récepteur éventuellement en contact avec le réseau hydrique.

Dans ce contexte, l'Ordre formule les commentaires suivants :



6. Le MELCCFP a émis une méthode afin de déterminer la concentration en PFAS dans divers échantillons environnementaux. Les analyses doivent donc être effectuées par des laboratoires d'analyses qui ont reçu une accréditation.

Suivi

La méthode précitée du CEAEQ permet l'analyse des PFAS dans plusieurs matrices. Elle s'applique aussi aux échantillons liquides, donc aqueux. Il est suggéré d'appliquer la même obligation que sur les sites d'enfouissements avec l'installation de puits d'exploration en amont et en aval des champs faisant l'objet d'épandage des MRF de catégories I2 pour monitorer en temps réel la migration des contaminants avant que ceux-ci ne rejoignent les sources d'eau potable de surface.

Des échantillons des puits reliés à la nappe phréatique et aux eaux de surface environnantes aux secteurs agricoles visés devraient faire l'objet d'un suivi serré. Ceci afin de documenter la vitesse de migration des PFAS et ses congénères en fonction des conditions hydrologiques et des types de sols à travers la percolation a lieu pour éventuellement comprendre les mécanismes de rétention, bioaccumulation et percolation des contaminants dans des conditions connues. Ceci permettrait de mettre en place des mesures d'atténuation dans des secteurs sensibles ou à risque. La mise en place d'un programme de suivi gouvernementale devrait être envisagée afin de raffiner les mesures prescrites en fonction des milieux récepteurs.

Dans ce contexte, l'Ordre formule les commentaires suivants :

7. Puisque l'on ne connaît pas beaucoup le destin et les voies de décompositions des PFAS ainsi que leur impact sur la santé humaine, il est nécessaire de continuer de promouvoir la recherche dans ce domaine et d'assurer des mesures de précautions dans la réglementation en cas de nouvelles informations qui peuvent résulter de ces efforts de recherche.
8. En cas de contamination en PFAS dans les eaux souterraines ou de surfaces, il serait nécessaire d'analyser les MRF utilisés afin de déterminer la source de la contamination. Nous recommandons donc l'analyse systématique des toutes les MRF utilisés.

COMMENTAIRES ANTÉRIEURS RELATIFS À DES SEUILS PRÉVENTIFS PFAS DANS LES MRF À DES FINS D'ENCADREMENT RÉGLEMENTAIRE

En terminant, l'Ordre profite de la présente consultation pour rappeler au MELCCFP ses commentaires formulés en novembre 2023 dans le cadre des consultations ciblées relativement à la proposition de seuils préventifs PFAS dans les MRF à des fins d'encadrement réglementaire.

Ces commentaires se lisent comme suit :

9. En raison de leur stabilité thermique et chimique, résultant de la liaison carbone-fluor, les PFAS sont extrêmement persistants dans l'environnement.¹ Pouvant être transportés sur de longues distances, ils peuvent migrer sur une distance de 2 km entre l'eau souterraine et l'eau de surface. Ceci peut affecter une vaste zone à partir d'une seule source ponctuelle de PFAS, y compris les sols traités par les biosolides ^{2,3}.



10. Comparativement aux agents pathogènes et aux métaux lourds comme le plomb, le mercure et le cadmium, dont les effets sur la santé sont souvent immédiats et plus facilement observables, l'étude des effets toxicologiques des PFAS sur la santé présente des complexités. Les PFAS, polyvalents et utilisés dans une variété de produits de consommation, rendent difficile l'identification des sources d'exposition spécifiques, et les effets sur la santé peuvent avoir des délais plus longs, compliquant la détermination du lien de causalité.
11. Certains PFAS largement étudiés peuvent présenter une tendance à l'accumulation dans les biotes et dans l'environnement, ce qui est associé à des effets néfastes sur divers organismes, y compris les êtres humains.⁴
12. De nouvelles études épidémiologiques et animales sur la toxicité des PFAS, dont l'acide heptafluorobutyrique (PFBA), l'acide perfluorohexanoïque (PFHxA), l'acide perfluorobutanesulfonique (PFBS), l'oxyde d'hexafluoropropylène (HFPO) et l'acide perfluoropropionique (PFPrA) ont offert des perspectives détaillées sur leurs impacts sur la santé humaine et l'environnement. Cependant, des niveaux de toxicité variables ont été observés, soulignant la complexité de l'évaluation des risques associés à ces composés.^{5,6,7,8,9}
13. Le recyclage des biosolides en les réintégrant dans le sol peut potentiellement contribuer à la présence de composés perfluorés dans les eaux de surface et souterraines. Des études gouvernementales canadiennes ont démontré la distribution de PFAS, y compris de nouveaux copolymères fluoroalkylés à chaîne latérale, dans les sédiments aquatiques et les sols agricoles traités avec des biosolides de stations de traitement des eaux usées.⁴
14. En ce qui concerne les nouvelles normes de PFAS dans l'eau potable, tant l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) que Santé Canada recommande de maintenir les concentrations au niveau le plus faible possible. Santé Canada propose un objectif de 30 ng/L pour la somme des PFAS dans l'eau potable dans le cadre d'une consultation publique qui s'est terminée en avril 2023.¹⁰ L'OMS suggère des valeurs guides provisoires de 100 ng/L pour l'acide perfluorooctanoïque (PFOA), 100 ng/L pour le perfluorooctane sulfonate (PFOS), et 500 ng/L pour la somme des PFAS mesurables.¹¹ L'USEPA a également publié des valeurs guides sanitaires provisoires de 0,004 ng/L pour le PFOA et 0,02 ng/L pour le PFOS en juin 2022.¹²
15. Pour fixer une norme, il est impératif d'étudier le transfert sol-plante, la transformation des PFAS dans le sol et la lixiviation vers l'eau souterraine.
16. Si l'on alloue l'épandage de MRF ayant des taux de PFAS au seuil-2, comme démontré dans le scénario 2 et 3, il y a un risque d'accumulation de PFAS dans ces milieux, ce qui peut créer divers problèmes, incluant la création de sites contaminés ainsi que des effets toxicologiques dus à la bioaccumulation ou même la bioamplification de ces composés.



17. Il est impératif d'exiger une analyse de PFAS par un chimiste avant de valoriser les matières résiduelles fertilisantes. Cette analyse pourrait se faire sur une certaine périodicité pour connaître l'évolution de la concentration des PFAS dans le temps.
18. Il est recommandé d'utiliser au minimum une méthode d'analyse similaire à celle de la méthode 1633 établie par USEPA qui cible plus de 40 PFAS.¹³ Ces analyses sont réalisées par chromatographie liquide et par spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS) par plusieurs laboratoires privés au Québec.¹⁴
19. Lire les pages 48 et 49 du *4th Draft Method 1633* Analysis of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Aqueous, Solid, Biosolids, and Tissue Samples by LC-MS/MS*.¹³
- Voir le Tableau 2 - Comparaison détaillée des paramètres entre la méthode 1633 de l'USEPA et la procédure d'opération normalisée CAM SOP-00894/16 de Bureau Veritas (basée sur la méthode 533.1 modifiée de l'USEPA).¹⁴
20. Ajouter au moins les trois (3) PFAS du type polyfluoroalkyl phosphate diester (diPAP). Les diPAP sont utilisés dans l'industrie des pâtes et papiers, mais également dans les produits personnels, les produits cosmétiques, les produits nettoyants, les revêtements et les peintures. Ces substances, qui peuvent se trouver dans les matières biosolides, peuvent être exposées à l'être humain, notamment par le biais de l'eau potable.¹⁵
- 6:2 diPAP (Bis[2-(perfluorohexyl)ethyl]phosphate)
 - 8:2 diPAP (Bis(1H,1H,2H,2H-Perfluorodecyl)phosphate)
 - 6:2 / 8:2 diPAP (Bis[2-(perfluorohexyl)ethyl]phosphate) / (Bis(1H,1H,2H,2H-Perfluorodecyl)phosphate)
21. Le premier seuil (pour une analyse minimum 40 PFAS + 3 diPAP) devrait être près de 70 µg/kg. En dessous de ce seuil, les biosolides devraient être libres de restrictions associées aux PFAS, en tenant compte des autres règles applicables.



RÉFÉRENCES

- ¹ Mohamed Ateia, Dora Chiang, Michaela Cashman, and Carolyn Acheson, Total Oxidizable Precursor (TOP) Assay—Best Practices, Capabilities and Limitations for PFAS Site Investigation and Remediation, [En ligne], <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.estlett.3c00061>, page consultée le 15 novembre 2023.
- ² Bhavsar SP, Fowler C, Day S, Petro S, Gandhi N, Gewurtz SB, Hao C, Zhao X, Drouillard KG, Morse D. 2016. *High levels, partitioning and fish consumption-based water guidelines of perfluoroalkyl acids downstream of a former firefighting training facility in Canada*. Environ Int. 94:415-423
- ³ [CCME] Conseil canadien des ministres de l'Environnement. 2021a. *Document scientifique pour le développement de recommandations canadiennes pour la qualité du sol et des eaux souterraines visant la protection de l'environnement et la santé humaine : sulfonate de perfluorooctane (SPFO)* [PDF]. Conseil canadien des ministres de l'Environnement, Winnipeg (MB).
- ⁴ Environnement et Changement climatique Canada, Santé Canada, *Ébauche du rapport sur l'état des substances perfluoroalkyliques et polyfluoroalkyliques (SPFA)*, <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/evaluation-substances-existantes/ebauche-rapport-etat-substances-perfluoroalkyliques-polyfluoroalkyliques.html#toc11> [En ligne] page consultée le 7 novembre 2023
- ⁵ Integrated Risk Information System (EPA), *IRIS Toxicological Review of Perfluorobutanoic Acid (PFBA, CASRN 375-22-4) and Related Salts*, <https://iris.epa.gov/static/pdfs/0701tr.pdf> [En ligne, PDF], page consultée le 7 novembre 2023
- ⁶ Integrated Risk Information System (EPA), *IRIS Toxicological Review of Perfluorohexanoic Acid [PFHxA, CASRN 307-24-4] and Related Salts*, <https://iris.epa.gov/static/pdfs/0704tr.pdf> [En ligne, PDF], page consultée le 7 novembre 2023
- ⁷ United States Environmental Protection Agency (EPA), *Human Health Toxicity Values for Perfluorobutane Sulfonic Acid and Related Compound Potassium Perfluorobutane Sulfonate*, <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=350888> [En ligne], page consultée le 7 novembre 2023
- ⁸ United States Environmental Protection Agency (EPA), *Human Health Toxicity Assessments for GenX Chemicals*, <https://www.epa.gov/chemical-research/human-health-toxicity-assessments-genx-chemicals> [En ligne], page consultée le 7 novembre 2023
- ⁹ United States Environmental Protection Agency (EPA), *ORD Human Health Toxicity Value for Perfluoropropanoic Acid (CASRN 422-64-0 | DTXSID8059970)*, https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?dirEntryId=358291&Lab=CPHEA [En ligne], page consultée le 7 novembre 2023
- ¹⁰ Santé Canada, *Objectif pour la qualité de l'eau potable au Canada - Substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées*, <https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/programs/consultation-draft-objective-per-polyfluoroalkyl-substances-canadian-drinking-water/overview/apercu.pdf> [En ligne, PDF] page consultée le 7 novembre 2023
- ¹¹ Organisation mondiale de la santé (OMS, WHO), *PFOS and PFOA in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*, [En ligne], page consultée le 9 novembre 2023



¹² United States Environmental Protection Agency (EPA), *Questions and Answers: Drinking Water Health Advisories for PFOA, PFOS, GenX Chemicals and PFBS*, <https://www.epa.gov/sdwa/questions-and-answers-drinking-water-health-advisories-pfoa-pfos-genx-chemicals-and-pfbs> [En ligne], page consultée le 7 novembre 2023

¹³ United States Environmental Protection Agency (EPA), *4th Draft Method 1633 - Analysis of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Aqueous, Solid, Biosolids, and Tissue Samples by LC-MS/MS*, https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-12/3rd%20Draft%20Method%201633%20December%202022%2012-20-22_508.pdf [En ligne, PDF], page consultée le 14 novembre 2023

¹⁴ Bureau Veritas, *Méthode 1633 de l'EPA*, https://www.bvna.com/sites/g/files/zypfnx386/files/media/document/EPA%20Method%201633%20FR_0.pdf [En ligne, PDF], page consultée le 14 novembre 2023

¹⁵ Eurofins Suède, *diPAP – A PFAS group drawing more attention*, <https://www.eurofins.se/tjaenster/miljo-och-vatten/nyheter-miljo/dipap-a-pfas-group-drawing-more-attention/> [En ligne], page consultée le 14 novembre 2023

Références supplémentaires

Levels and distribution profiles of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in a high Arctic Svalbard ice core, Oxford University <https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:0aa14bc2-51d8-427d-a95a-1128de633c5b>

Study on the fate of per- and polyfluoroalkyl substances during thermophilic anaerobic digestion of sewage sludge and the role of granular activated carbon addition Panel Michalis Deligiannis a, Evdokia Gkalipidou a, Georgia Gatidou <https://pdf.sciencedirectassets.com/271433/1-s2.0-S0960852424X20076/1-s2.0-S096085242400717X/main.pdf?X-Amz-Security->

