

DIRECTION DE SANTÉ
PUBLIQUE DE LA
MONTÉRÉGIE

**AVIS DE SANTÉ PUBLIQUE SUR L'ÉTUDE DE
CARACTÉRISATION DE L'AIR AMBIANT
EFFECTUÉE EN 2022-2023 – DANS LE
SECTEUR DE L'ENTREPRISE RICHARDSON
INTERNATIONAL À SOREL-TRACY**

AVRIL 2024

Propager
LA SANTÉ

Auteurs :

Laura Atikessé

Agente de planification, de programmation et de recherche
Maladies infectieuses, gestion des menaces et santé environnementale

Roxanne Houde

Médecin-conseil
Maladies infectieuses, gestion des menaces et santé environnementale

Coordination

Martine Vincent

Chef de service régional
Maladies infectieuses, gestion des menaces et santé environnementale

Mise en page et révision linguistique

Kim Beauregard

Agente administrative
Maladies infectieuses, gestion des menaces et santé environnementale

Dans ce document, le générique masculin est utilisé sans intention discriminatoire et uniquement dans le but d'alléger le texte.



Reproduction ou téléchargement autorisé pour une utilisation personnelle ou publique à des fins non commerciales avec mention de la source : Atikessé, L et Houde R. (2024). *Avis de santé publique sur l'étude de caractérisation de l'air ambiant effectuée en 2022-2023 dans le secteur de l'entreprise Richardson International à Sorel-Tracy*, Longueuil, Centre intégré de santé et de services sociaux de la Montérégie-Centre, Direction de santé publique, nombre de pages p.25

© Tous droits réservés

Centre intégré de santé et de services sociaux de la Montérégie-Centre, Direction de santé publique, 2024

1255, rue Beauregard, Longueuil (Québec) J4K 2M3
Téléphone : 450 928-6777 ▪ Télécopieur : 450 679-6443

Table des matières

INTRODUCTION	6
Mise en contexte	6
Objectif	6
1 Évaluation des risques à la santé	7
1.1 Activités portuaires et qualité de l'air	7
1.2 Poussières céréaliers et effets sur la santé	7
1.3 Métaux	8
2 Méthodologie	9
2.1 Étude de caractérisation de l'air ambiant	9
2.2 Observations sur le terrain	11
2.3 Valeurs-guides pour les matières particulaires et les métaux	11
2.4 Résultats de la caractérisation de l'air ambiant	12
2.4.1 Station 1	14
2.4.2 Station 2	14
2.4.3 Station 3	14
2.4.4 Station 4	15
2.4.5 Analyses par microscopie	15
2.4.6 Métaux	15
2.5 Plaintes citoyennes	17
2.6 Vulnérabilités de la population du secteur du centre-ville de Sorel-Tracy	18
2.7 Forces et limites	19
Conclusion	23
BIBLIOGRAPHIE	24

Liste des tableaux

Tableau 1 : Lieux et dates d'installation des stations d'échantillonnage à l'automne 2022 et au printemps 2023	10
Tableau 2 : Instruments utilisés lors de l'étude de caractérisation	10
Tableau 3 : Normes et lignes directrices émises pour les matières particulaires	11
Tableau 4 : Normes et critères émis pour les métaux	11
Tableau 5 : Particules (PST, PM10 et PM2.5) mesurées aux quatre stations d'échantillonnage en 2022-2023 et en 2017-2018. Pour chaque station, présentation de la moyenne, des minimums – maximums, du nombre de dépassements des valeurs-guides en vigueur, de la proportion de dépassements et à titre indicatif le nombre de dépassements influencés par Richardson	13
Tableau 6 : Résultats pour le zinc mesuré aux quatre stations d'échantillonnage, présentant la moyenne, les minimums – maximums, le nombre de dépassements des valeurs-guides en vigueur et la proportion de dépassements	16
Tableau 7 : Données présentant la moyenne et les minimums – maximums pour les métaux (arsenic, baryum, cadmium, manganèse et plomb) mesurés à la station 1	16

Liste des figures

Figure 1 : Comparaisons des tailles (en microns) des matières particulaires (figure tirée et librement traduite de l'Agence de protection environnementale des États-Unis (US EPA)	8
Figure 2 : Localisation des stations d'échantillonnage identifiées par les triangles blancs. L'entreprise Richardson International est délimitée en vert – Les entreprises délimitées en jaune et en bleu sont respectivement Les Forges de Sorel et QSL	9
Figure 3 : Carte d'une partie de la MRC Pierre-de Saurel avec zone du centre-ville de Sorel-Tracy et Saint-Joseph-de-Sorel délimitée en orangé	18

ABRÉVIATIONS

DSPu	Direction de santé publique de la Montérégie
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MPOC	Maladies pulmonaires obstructives chroniques
n	nombre d'observations
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PM _{2.5}	Particules fines de 2.5 microns et moins
PM ₁₀	Particules de 10 microns et moins
PST	Particules en suspension totales
ST	Station
µg	Microgramme
USEPA	United States Environmental Protection Agency

INTRODUCTION

Mise en contexte

La compagnie Richardson International gère un terminal céréalier localisé au 10, rue de la Reine, dans le port de Sorel-Tracy. En 2016-2017, des émissions de poussière provenant du site de Richardson International ont donné lieu à des plaintes de la population et de certains commerçants situés aux alentours de l'entreprise. Ces plaintes signalaient la présence de poussière blanchâtre dans l'air ambiant du centre-ville de Sorel, qui salissait les biens immobiliers et les voitures, en plus d'incommoder la population en affectant leur bien-être et leur santé. C'est en raison de ces plaintes qu'en 2017-2018, le Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) a entrepris une caractérisation de l'air ambiant, en périphérie de la compagnie Richardson International. La Direction de santé publique de la Montérégie (DSPu) avait été sollicitée dans le but d'évaluer et d'estimer le risque à la santé de la population environnante face à ces poussières. Dans son avis daté du 26 octobre 2021, la DSPu a conclu que Richardson International émettait des particules dans l'air, soit des particules totales (particules ayant un diamètre inférieur à 100 microns) et des particules de 10 microns et moins (PM₁₀) pouvant causer des impacts sanitaires sur la population vivant au centre-ville de Sorel-Tracy. Les principales recommandations de la DSPu émises à l'entreprise étaient de prendre des mesures pour réduire au maximum les émissions de poussières lors des chargements et déchargements de céréales dans les navires et les camions. Celles formulées au MELCCFP étaient d'intervenir auprès de l'entreprise Richardson International pour assurer un suivi de la problématique par la vérification des mesures mises en place pour réduire les poussières cérésières et de planifier une prochaine campagne de caractérisation de l'air ambiant, afin de valider l'efficacité des mesures et de confirmer la diminution des poussières lors des chargements et déchargements de céréales.

Au courant de l'automne 2022 et au printemps 2023, le MELCCFP a conduit une deuxième caractérisation de l'air ambiant dans le secteur de l'entreprise Richardson International. Cette nouvelle étude avait pour but de vérifier l'efficacité des mesures de mitigation mises en place par l'entreprise et d'attester la diminution des émissions de poussières. De plus, de nouvelles plaintes citoyennes liées aux poussières émises par l'entreprise ont également été signalées au MELCCFP en 2022 et 2023.

Objectif

Le principal objectif de cet avis est d'évaluer le risque pour la santé de la population habitant ou visitant le centre-ville de Sorel-Tracy suite aux récentes données fournies par les rapports de caractérisation de l'air ambiant du MELCCFP (MELCCFP, 2023a,b). Pour ce faire, la DSPu a analysé le nombre de dépassements des contaminants par rapport aux normes et lignes directrices en vigueur et a également procédé à une comparaison des résultats des deux caractérisations disponibles soit les rapports de 2022-2023 (MELCCFP, 2023a,b) et le rapport de 2017-2018 (MELCC, 2020).

1 ÉVALUATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ

1.1 Activités portuaires et qualité de l'air

La santé est fortement liée à l'air que nous respirons. Une mauvaise qualité de l'air peut accentuer la morbidité et la mortalité en causant des maladies cardiovasculaires et respiratoires ou en exacerbant certaines maladies chroniques, comme l'asthme, causant ainsi une augmentation de l'absentéisme à l'école ou au travail et une détérioration de la qualité de vie (Health Effects Institute 2020; Brooke et al, 2010).

Économiquement parlant, les activités portuaires sont importantes pour plusieurs régions. D'un autre côté, ce secteur est connu pour générer des nuisances comme du bruit, des odeurs et de la poussière, au moment d'entreposer ou de transborder des marchandises en vrac. Les nuages de poussière peuvent affecter les personnes aux alentours. La poussière engendrée peut causer des désagréments au niveau visuel, physique, chimique ou hygiénique (Comtois et Slack, 2005).

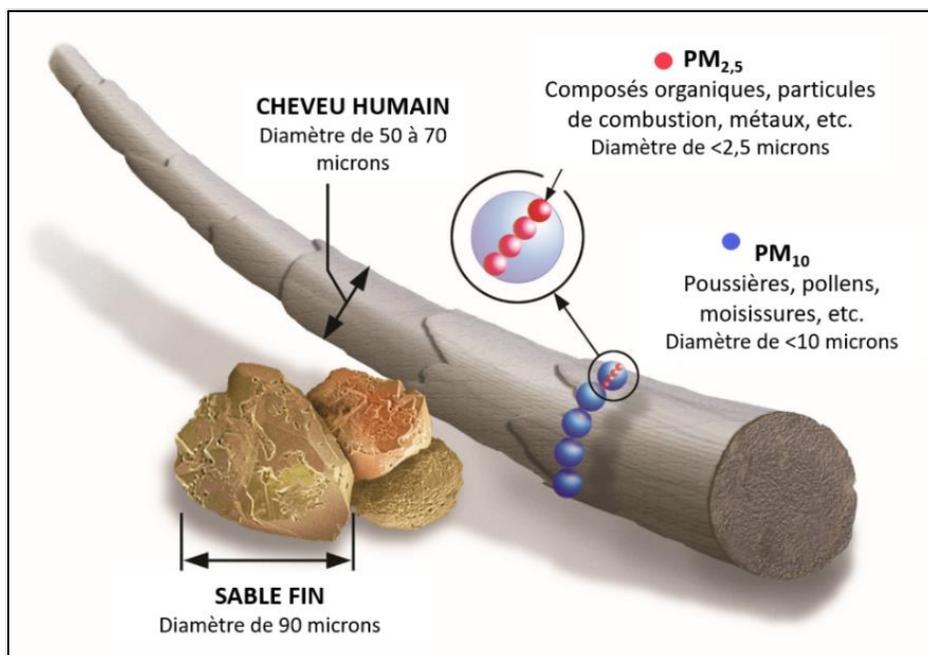
Les grains de céréales ont le potentiel d'émettre des particules à cause de leur teneur en poussière et par la saleté qui se mélange aux grains lors de la récolte et du transport. De plus, de la poussière est engendrée à chaque fois que le grain est mécaniquement transféré ou transporté (Billate, Maghirang et Casada, 2004). La quantité de poussière produite pendant les opérations de réception dépend de quelques facteurs tels que le débit du grain, la hauteur de chute, le type de grain, la qualité ou le grade du grain, la teneur en humidité du grain, le degré de fermeture de la zone de réception et l'efficacité des systèmes de captage/collecte de la poussière (USEPA, 2003).

1.2 Poussières céréalieres et effets sur la santé

Les poussières de céréales sont composées d'un mélange de matières organiques et inorganiques. Ces poussières renferment des fragments de céréales, de pollens, de champignons, de bactéries, d'insectes, de débris d'animaux (poils, plumes, excréments) et bien que difficiles à déterminer, certains produits chimiques (ex. : pesticides utilisés lors de la culture) (Boac et al., 2009; Evans et Smith, 2016).

L'un des polluants préoccupants dans les installations comme les élevateurs à grains est la matière particulaire. Les matières particulaires retrouvées dans l'air sont des indicateurs clés de la pollution atmosphérique et sont également un facteur de risque significatif pour les effets néfastes sur la santé de la population (Morakinyo et al., 2016). La taille des particules, de même que leur concentration et la durée d'exposition sont directement liées à la possibilité de causer des problèmes de santé. Les contaminants les plus problématiques sont les particules en suspension, telles que les particules totales (PST), les particules de 10 microns et moins (PM_{10}) et les particules fines de 2,5 microns et moins ($PM_{2.5}$) (Figure 1). Une exposition à ces matières particulaires est susceptible d'affecter les voies respiratoires supérieures et causer de l'irritation et de la démangeaison au niveau des yeux, du nez et de la gorge, de provoquer de la toux, une exacerbation de l'asthme et des symptômes d'allergies (Billate, Maghirang et Casada, 2004). En raison de leurs plus petites tailles, les $PM_{2.5}$ ont la possibilité de s'aventurer plus profondément au niveau des voies respiratoires (jusqu'aux alvéoles) et de se retrouver dans la circulation sanguine pouvant ainsi causer un plus grand risque à la santé (USEPA, 2023).

Figure 1 : Comparaisons des tailles (en microns) des matières particulaires (figure tirée et librement traduite de l'Agence de protection environnementale des États-Unis (US EPA))



1.3 Métaux

Suivant l'analyse des filtres pour la quantification des PST et des PM₁₀, il est également possible de mesurer certains métaux. Dans les récentes études de caractérisation de l'air ambiant, 31 métaux ont été analysés. Cependant, seuls quelques métaux seront présentés dans cet avis puisqu'ils dépassaient les normes. Il s'agit de l'arsenic, du baryum, du cadmium, du manganèse, du plomb et du zinc. Ces métaux se retrouvent de façon naturelle dans l'environnement. Les principales sources d'exposition sont : les aliments, l'eau potable, les sols, l'air (incluant la fumée de cigarette). De manière générale, une exposition chronique même à des concentrations relativement faibles pourrait causer des effets néfastes sur la santé. Sans détailler l'impact de chaque métal sur la santé, les effets néfastes peuvent affecter entre autres les systèmes neurologique, rénal, gastro-intestinal, cardiovasculaire et peut-être causer certains cancers. Il faut toutefois mentionner que pour bien fonctionner, le corps humain nécessite, via l'alimentation, de petites doses de manganèse et de zinc, considérées comme des éléments essentiels (ATSDR, 2005; 2007; 2012a,b; 2013 et 2020).

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 Étude de caractérisation de l'air ambiant

Le MELCCFP a mandaté la Division des études de terrain de la Direction générale de la coordination scientifique et du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec pour procéder à la caractérisation de l'air ambiant. Quatre stations fixes ont été installées à toutes fins pratiques aux mêmes endroits que la première étude de caractérisation de 2017-2018 (Figure 2). Ces quatre stations ont permis de mesurer la concentration des contaminants suivants : les $PM_{2,5}$, les PM_{10} , les PST et certains métaux dont l'arsenic, le baryum, le cadmium, le manganèse, le plomb et le zinc. L'emplacement et les dates d'installation des stations, de même que les instruments utilisés lors de l'étude sont résumés aux tableaux 1 et 2. Notons que les stations 3 et 4 sont celles situées le plus près des zones résidentielles et commerciales du centre-ville de Sorel-Tracy.

Figure 2 : Localisation des stations d'échantillonnage identifiées par les triangles blancs. L'entreprise Richardson International est délimitée en vert – Les entreprises délimitées en jaune et en bleu sont respectivement Les Forges de Sorel et QSL



Tableau 1 : Lieux et dates d'installation des stations d'échantillonnage à l'automne 2022 et au printemps 2023

Stations	Emplacement	Dates d'installation en 2022	Dates d'installation en 2023
Station 1 (ST1)	Située sur le terrain des Forges de Sorel, au 100, rue McCarthy à St-Joseph-de-Sorel	30 septembre au 7 décembre 2022*	20 avril au 3 juillet 2023
Station 2 (ST2)	Localisée sur le site de la Garde côtière auxiliaire canadienne, au 17 rue du Prince à Sorel-Tracy	3-4 novembre au 7 décembre 2022	5 mai au 3 juillet 2023
Station 3 (ST3)	Installée sur le terrain au sud de l'entreprise Richardson, près du poste de pompage municipal à Sorel-Tracy	30 septembre au 7 décembre 2022*	20 avril au 3 juillet 2023
Station 4 (ST4)	Située à l'ouest du restaurant O'gusta, au 32 rue Augusta à Sorel-Tracy (dans le centre-ville de Sorel).	3-4 novembre au 7 décembre 2022	20 avril au 3 juillet 2023

* : À l'automne 2022, les équipements utilisés pour mesurer les PM_{2.5} aux ST1 et ST3, ont été installés les 3-4 novembre jusqu'au 7 décembre 2022.

Tableau 2 : Instruments utilisés lors de l'étude de caractérisation

Instruments	Contaminants mesurés
Sur le terrain* :	
<ul style="list-style-type: none"> Analyseurs à diffraction de lumière 	PM _{2.5}
En laboratoire :	
<ul style="list-style-type: none"> Balance : pesée des filtres 	PST et PM ₁₀
<ul style="list-style-type: none"> Spectromètre de masse à source ionisante au plasma d'argon 	Métaux
<ul style="list-style-type: none"> Microscope 	Identification de la nature des particules

* : Une station météorologique portative a été installée à la station 1 pour permettre l'enregistrement de données météorologiques telles que la température, la direction et la vitesse du vent ainsi que la quantité de précipitations. La direction et la vitesse des vents étaient utilisées pour vérifier si les stations étaient sous l'influence totale ou partielle du site de Richardson International.

2.2 Observations sur le terrain

Au printemps 2023, lors des visites aux stations d'échantillonnage, une inspectrice du MELCCFP a noté différentes activités qui avaient lieu aux alentours des stations. Des poussières étaient notées lors de chargements de bateaux à Richardson. Le camionnage sur le site de Richardson pouvait aussi soulever des poussières dans l'air. De plus, d'autres poussières pouvaient être observées lors de chargements de bateaux, de trains ou autres activités sur le site de QSL. QSL se veut un terminal maritime qui se spécialise dans la manutention de marchandises en vrac, de cargaisons générales et d'acier. Bien que les activités effectuées sur le site des Forges de Sorel puissent émettre des poussières, l'inspectrice n'a pas été en mesure de documenter cet aspect.

2.3 Valeurs-guides pour les matières particulaires et les métaux

Au Québec, il existe des normes et des critères pour évaluer la qualité de l'atmosphère (MELCCFP, 2023c). Le MELCCFP définit un critère et une norme de la façon suivante : un critère réfère à une concentration limite dans l'air ambiant pour un contaminant qui est établi à un niveau de risque négligeable et une norme s'applique à une concentration limite dans l'air ambiant pour un contaminant intégrée dans le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (chapitre Q-2, r. 4,1) (MELCC, 2017).

Pour les matières particulaires, le tableau 3 présente les normes émises par le gouvernement du Québec pour les PST et les PM_{2,5} (MELCCFP, 2023c). Pour pallier à l'absence de normes québécoises pour les PM₁₀, la ligne directrice émise par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a été utilisée. De plus, à des fins de comparaison, la ligne directrice de l'OMS pour les PM_{2,5}, a également été employée (OMS, 2021).

En ce qui a trait aux normes et critères relatifs aux métaux, ils sont présentés au tableau 4. Les valeurs limites d'exposition sont sur une période de 24 h ou 1 an (MELCCFP, 2023c).

Tableau 3 : Normes et lignes directrices émises pour les matières particulaires

Matières particulaires	Normes provinciales (µg/m ³ sur 24 h)	Lignes directrices de l'OMS (µg/m ³ sur 24 h)
PST	120	---
PM ₁₀	---	45
PM _{2,5}	30	15

Réf : MELCCFP, 2023c et OMS, 2021

Tableau 4 : Normes et critères émis pour les métaux

Métaux	Norme provinciale sur 24 h (µg/m ³)	Critère provincial sur 1 an (µg/m ³)	Normes provinciales sur 1 an (µg/m ³)
Zinc	2,5		
Manganèse		0,025	
Arsenic			0,003
Baryum			0,05
Cadmium			0,0036
Plomb			0,1

Réf : MELCCFP, 2023c

2.4 Résultats de la caractérisation de l'air ambiant

Le tableau 5 présente, pour chaque station d'échantillonnage, les résultats des différentes particules mesurées lors de la caractérisation de l'air ambiant de 2022-2023 mis en comparaison avec ceux de la première caractérisation de 2017-2018. Plus précisément, le tableau 5 présente la moyenne, les concentrations minimales et maximales, le nombre de dépassements de la norme sur 24 h, la proportion de dépassements sur le nombre total de jours échantillonnés (exprimée en pourcentage) et à titre indicatif le nombre de dépassements se trouvant sous l'influence (totale ou partielle) de Richardson. La proportion de dépassements a été calculée pour permettre de comparer le nombre de dépassements de normes entre les deux caractérisations (2022-2023 vs 2017-2018) pour chaque station.

Formule utilisée pour obtenir la proportion de dépassements de normes :

Nombre de dépassements de la norme/nombre de jours d'échantillonnage par station * 100 % = proportion de dépassements (%)

Il est important de rappeler que les concentrations des PST et des PM_{2.5} ont été comparées aux normes émises par le MELCCFP (MELCCFP, 2023c). En absence de norme pour les PM₁₀, les lignes directrices de l'OMS ont été utilisées. Bien que ces lignes directrices n'aient pas de valeur légale, elles sont tout de même fondées sur des données probantes quant aux impacts de la pollution atmosphérique sur la santé de la population. Puisque l'OMS émet aussi une ligne directrice pour les PM_{2.5}, qui se veut deux fois plus restrictive que la norme québécoise, il devenait intéressant de présenter les résultats à titre indicatif (OMS, 2021). C'est pourquoi les résultats des PM_{2.5} supérieurs à la ligne directrice de l'OMS ont également été ajoutés au Tableau 5.

Les journées affectées par la fumée des feux de forêts survenus en juin et juillet 2023 ont été retirées des analyses des PM_{2.5}, car cela constitue un facteur reconnu non-négligeable pour favoriser l'augmentation de leur concentration dans l'air.

Tableau 5 : Particules (PST, PM₁₀ et PM_{2,5}) mesurées aux quatre stations d'échantillonnage en 2022-2023 et en 2017-2018. Pour chaque station, présentation de la moyenne, des minimums – maximums, du nombre de dépassements des valeurs-guides en vigueur, de la proportion de dépassements et à titre indicatif le nombre de dépassements influencés par Richardson

Particules		Station 1		Station 2		Station 3		Station 4	
		2022-2023	2017-2018	2022-2023	2017-2018	2022-2023	2017-2018	2022-2023	2017-2018
PST (norme québécoise : 120 µg/m ³ sur 24 h, MELCCFP, 2023c)	Moyenne (µg/m ³ sur 24 h)	123	157	75	99	145	259	64	62
	Min – max (µg/m ³ sur 24 h)	15 – 513	43 – 402	2 – 482	25 – 369	8 – 951	30 – 1780	12 – 218	25 – 123
	# de dépassements (proportion de dépassements %)	15 (35 %)	15 (65 %)	3 (10 %)	4 (29 %)	17 (36 %)	10 (45 %)	2 (6 %)	2 (13 %)
	# de dépassements sous l'influence de Richardson*	10	8	2	4	12	9	2	2
PM10 (ligne directrice de l'OMS : 45 µg/m ³ sur 24 h, OMS, 2021)	Moyenne (µg/m ³ sur 24 h)	40	58	26	34	55	55	29	28
	Min – max (µg/m ³ sur 24 h)	<1 – 169	9 – 145	<1 – 97	11 – 92	<1 – 310	6 – 205	1 – 86	13 – 56
	# de dépassements (proportion de dépassements %)	14 (30 %)	13 (59 %)	2 (8 %)	3 (20 %)	15 (33 %)	7 (35 %)	4 (12 %)	3 (15 %)
	# de dépassements sous l'influence de Richardson*	9	n.d.	2	n.d.	11	n.d.	4	n.d.
PM2.5 (norme québécoise : 30 µg/m ³ sur 24 h, MELCCFP, 2023c)	Moyenne (µg/m ³ sur 24 h)	12	19	11	12	11	n.d.	7	12
	Min – max (µg/m ³ sur 24 h)	2 – 38	1 – 45	3 – 36	4 – 20	2 – 29	n.d.	2 – 32	4 – 24
	# de dépassements (proportion de dépassements %)	2 (2 %)	3 (5 %)	1 (2 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	n.d.	1 (1 %)	0 (0 %)
	# de dépassements sous l'influence de Richardson*	1	3	1	0	0	n.d.	1	0
PM2.5 (ligne directrice de l'OMS : 15 µg/m ³ sur 24 h, OMS 2021)	# de dépassements (proportion de dépassements %)	18 (20 %)	36 (55 %)	14 (22 %)	8 (17 %)	17 (19 %)	n.d.	10 (14 %)	5 (18 %)

Les chiffres mis en caractères gras reflètent une valeur au-dessus de la norme ou de la ligne directrice en vigueur.

* : La direction et la vitesse des vents ont été utilisées pour évaluer si les stations étaient sous l'influence (partielle ou totale) des activités de Richardson.

2.4.1 Station 1

Des dépassements de la norme québécoise et des lignes directrices de l'OMS ont été mesurés en 2022-2023 pour les trois types de particules à la station 1 (PST, PM₁₀ et PM_{2.5}), particulièrement au niveau des PST et PM₁₀ pour lesquels un dépassement était présent pour près du tiers des jours échantillonnés. Le nombre de dépassement pour les PM_{2.5} est plus important lorsque comparé à la ligne de directrice de l'OMS qui est plus restrictive. Les résultats obtenus en 2022-2023 démontrent une légère diminution de la moyenne des valeurs mesurées comparativement à l'étude faite en 2017-2018. Cette diminution s'observe aussi au niveau de la proportion de dépassements de la norme sur 24 h, où il y a eu près de deux à trois fois moins de dépassements observés en 2022-2023 qu'en 2017-2018, même si le nombre total de dépassements entre les deux études est similaire. Par ailleurs, les valeurs maximales mesurées sont plus élevées pour les PST et PM₁₀ durant la caractérisation de 2022-2023 comparativement à celle de 2017-2018.

2.4.2 Station 2

Des dépassements de la norme québécoise (sur 24 h) ont été mesurés en 2022-2023 à la station 2 au niveau des PST et PM₁₀. En termes de proportion, il y a eu, de façon approximative, trois fois moins de dépassements des normes et lignes directrices de l'OMS en 2022-2023 comparativement à 2017-2018.

Quant aux PM_{2.5}, on dénote un premier dépassement de la norme québécoise sur 24 h en 2022-2023 par rapport à 2017-2018. On dénote également une légère hausse des dépassements de la ligne directrice de l'OMS en 2022-2023 (22 %) pour les PM_{2.5} par rapport à 2017-2018 (17 %). En outre, les valeurs maximales mesurées ont augmenté pour les trois types de particules entre les caractérisations de 2022-2023 et celles de 2017-2018.

2.4.3 Station 3

Des dépassements de la norme québécoise (sur 24 h) ont été mesurés en 2022-2023 à la station 3 au niveau des PST et PM₁₀. La concentration moyenne des PST a chuté en 2022-2023 (145 µg/m³ sur 24 h), comparativement à 2017-2018 (259 µg/m³ sur 24 h). Même si le nombre de dépassements recensés en 2022-2023 (n=17) est supérieur au total obtenu en 2017-2018 (n=10), la proportion de dépassements de la norme démontre une baisse entre les deux études (36 % en 2022-2023 vs 45 % en 2017-2018).

Pour les PM₁₀, les moyennes des valeurs mesurées entre les deux études sont identiques, soit 55 µg/m³ sur 24 h. La proportion de dépassements reste pratiquement similaire en 2022-2023 (33 %) en comparaison à 2017-2018 (35 %).

Somme toute, les valeurs maximales des PST mesurées à la station 3 ont diminué en 2022-2023 comparativement à 2017-2018, mais c'est le contraire pour les concentrations maximales des PM₁₀ qui ont quant à elles augmenté.

En ce qui a trait aux PM_{2.5}, l'absence de données en 2017-2018 ne permet pas de comparer les résultats entre les deux études. Cependant, l'étude de 2022-2023 n'a décelé aucun dépassement de la norme québécoise pour les PM_{2.5} à la station 3, bien qu'un total de 17 dépassements ait été observé en fonction de la ligne directrice de l'OMS.

2.4.4 Station 4

Des dépassements de la norme québécoise sur 24 h ont été mesurés en 2022-2023 à la station 4 au niveau des trois types de particules, mais en moindre mesure que les autres stations. Bien que les moyennes de valeurs obtenues pour les PST et les PM₁₀ à la station 4 étaient très similaires entre les deux études, en termes de proportion il y a eu deux fois moins de dépassements de la norme québécoise pour les PST en 2022-2023 (6 %) contrairement à 2017-2018 (13 %). Pour les PM₁₀, cette différence de proportion était moins marquée (12 % en 2022-2023 vs 15 % en 2017-2018) quant au nombre de dépassements de la ligne directrice de l'OMS.

En ce qui a trait aux PM_{2,5}, comme à la station 2, on dénote un premier dépassement de la norme en 2022-2023, à la station 4. En tenant compte de la ligne directrice de l'OMS, il est permis d'observer une légère diminution de la proportion de dépassements en 2022-2023 (14 %) comparativement à 2017-2018 (18 %).

Finalement, les valeurs maximales mesurées ont augmenté pour les trois types de particules entre les caractérisations de 2022-2023 et celles de 2017-2018.

2.4.5 Analyses par microscopie

Les experts du MELCCFP ont tenté d'identifier la nature des particules retrouvées sur neuf filtres qui ont été échantillonnés à l'automne 2022. Cette analyse, faite par microscopie, devait permettre d'identifier la nature végétale des poussières émises par Richardson International et de vérifier le contenu de carbone organique total (en pourcentage) (données non présentées). Bien que des poussières végétales aient été retrouvées sur les filtres à des stations qui se trouvaient sous l'influence de Richardson, d'autres poussières (minérales ou environnementales) ont également été identifiées sur les mêmes filtres, indiquant d'autres sources de contamination. Au final, l'analyse du pourcentage de carbone organique n'a pas permis d'établir de conclusions claires quant à la nature des particules.

2.4.6 Métaux

Parmi les métaux analysés lors de la récente étude de caractérisation de l'air ambiant, certains d'entre eux ont présenté des concentrations moyennes au-delà des normes et critères provinciaux, tels que l'arsenic, le baryum, le cadmium, le manganèse, le plomb et le zinc.

Le tableau 6 présente, pour les quatre stations d'échantillonnage, les résultats obtenus pour le zinc. Cet élément possède une norme de 2,5 µg/m³ sur 24 h (MELCCFP, 2023c). À la station 1, les données obtenues permettent d'observer que la proportion de dépassements a augmenté entre les deux études de près du double entre 2017-2018 (22 %) et 2022-2023 (40 %). La concentration moyenne (4,59 µg/m³ sur 24 h) est pratiquement deux fois plus élevée que la norme permise au Québec sur 24 h à la station 1. Contrairement aux résultats obtenus en 2017-2018, les données de 2022-2023 recensent, pour une première fois, quelques dépassements de la norme pour le zinc aux stations 2, 3 et 4. Pour les concentrations maximales obtenues aux quatre stations d'échantillonnage, la valeur la plus élevée, soit 76,1 µg/m³ sur 24 h, se retrouve à la station 1 située en zone industrielle.

Quant aux autres métaux dont les normes et critères sont établis sur une base annuelle, le tableau 7 présente les moyennes des concentrations mesurées à la station 1 pour l'arsenic, le baryum, le cadmium, le manganèse et le plomb. Il est permis de constater que ces moyennes dépassent les normes et critères émis par le gouvernement du Québec (MELCCFP, 2023c). Cependant, une prudence s'applique quant à la comparaison des résultats par rapport aux normes et critères provinciaux étant donné que la moyenne obtenue pour ces métaux n'a pu être calculée que sur 43 jours contrairement aux normes et critères provinciaux fondés sur une année. Cela étant dit, aucun dépassement de norme ou critère n'a été observé aux trois autres stations (ST2, ST3 et ST4), pour les cinq métaux en question (données non-présentées).

Tableau 6 : Résultats pour le zinc mesuré aux quatre stations d'échantillonnage, présentant la moyenne, les minimums – maximums, le nombre de dépassements des valeurs-guides en vigueur et la proportion de dépassements

Zinc (norme 2,5 µg/m ³ sur 24 h, MELCCFP, 2023c)	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
Moyenne (µg/m ³ 24 h)	4,59	0,4	0,8	0,7
Min – max (µg/m ³ 24 h)	<0,06 – 76,1	<0,06 – 3,84	<0,06 – 13,8	<0,06 – 11,6
# de dépassements 2022-2023 (proportion de dépassements %)	17 (40 %)	1 (4 %)	4 (9 %)	2 (6 %)
# de dépassements 2017-2018 (proportion de dépassements %)	5 (22 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

Les chiffres mis en caractères gras reflètent une valeur au-dessus de la norme ou de la ligne directrice en vigueur.

Tableau 7 : Données présentant la moyenne et les minimums – maximums pour les métaux (arsenic, baryum, cadmium, manganèse et plomb) mesurés à la station 1

ST1 (norme/critère sur 1 an)	Moyenne (µg/m ³ 24 h) (sur 43 jours)	Min – max (µg/m ³ 24 h)
Arsenic (norme annuelle 0,003 µg/m ³)	0,011	<0,001 – 0,153
Baryum (norme annuelle 0,05 µg/m ³)	0,061	0,001 – 0,379
Cadmium (norme annuelle 0,0036 µg/m ³)	0,0129	<0,0002 – 0,189
Manganèse (critère annuel 0,025 µg/m ³)	0,078	<0,002 – 0,584
Plomb (norme annuelle 0,1 µg/m ³)	0,27	<0,002 – 4,79

Les chiffres mis en caractères gras reflètent une valeur au-dessus de la norme ou de la ligne directrice en vigueur.

Réf : MELCCFP, 2023c

2.5 Plaintes citoyennes

Il y a eu 37 plaintes formulées au MELCCFP en 2022-2023. Dans l'optique de corrélérer les plaintes des citoyens, et donc le degré de nuisance, aux concentrations de particules objectivées lors de la collecte, les plaintes pour lesquelles une mesure était disponible à la même date ont été analysées. Sachant que la présence de poussières puisse s'étirer sur plusieurs heures/jours suite aux chargements et déchargements de céréales et dans le cas où des mesures n'étaient pas disponibles le jour de la plainte, la comparaison a été faite en fonction des mesures disponibles à plus ou moins 24 h de la plainte rapportée.

En 2022, ce sont 19 plaintes qui ont été recensées de mars à décembre. De ce total, cinq d'entre-elles ont lieu au moment où les stations d'échantillonnage étaient actives, soit les 4, 9, 12, 27 octobre et le 15 novembre 2022. Toutes les plaintes référaient à des problèmes de poussière dans l'air ou à de la poussière retrouvée sur les voitures. Quatre plaintes (4, 9, 12 octobre et 15 novembre 2022) coïncidaient à des dépassements de PST et/ou de PM₁₀ observés la journée même ou le lendemain de la plainte. Les dépassements étaient localisés à la ST1 et/ou à la ST3. Lors de la plainte du 27 octobre, aucun dépassement n'a été observé à la ST1 et les données étaient manquantes pour la ST3 lors de cette journée. À titre de rappel, seules la ST1 et la ST3 étaient installées en octobre 2022. Les ST2 et ST4 ont été mises en fonction au début du mois de novembre (Tableau 1).

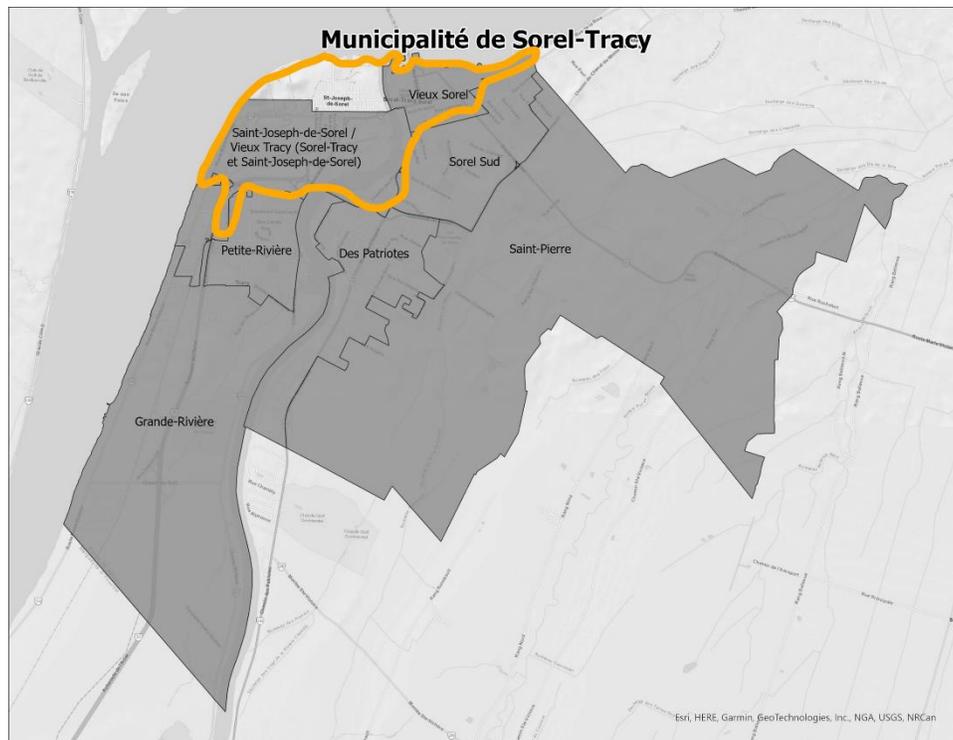
Pour l'année 2023, il y a eu un total de 18 plaintes étalées de mars à août, où la journée du 9 août 2023 a recensée à elle seule, 8 plaintes. Dans l'ensemble, les plaintes émises en 2023 relataient des problèmes de poussière dans l'air, de poussière retrouvée sur les biens matériels (autos, maisons, mobiliers extérieurs), des problèmes de santé tels que des difficultés respiratoires, des rhinites, de la toux et des symptômes d'allergies ainsi que des problèmes de bruit intense causé par le transport des camions de céréales. En ce qui concerne les plaintes survenues lorsque les stations d'échantillonnage étaient installées pour l'étude, quatre d'entre-elles sont les 12, 13, 17 mai et 26 juin 2023. Ces quatre plaintes ont pu être reliées à des dépassements de PST et/ou PM₁₀ survenus la journée même ou sinon à des dépassements observés la veille ou le lendemain de ces plaintes. Des dépassements ont pu être observés à au moins une des quatre stations d'échantillonnage.

Le nombre de plaintes obtenues en 2022 (n=19) et 2023 (n=18) a augmenté comparativement aux plaintes recensées en 2016 (n=13), en 2017 (n=13) et en 2018 (n=10). Bien que les citoyens du centre-ville de Sorel-Tracy aient été invités à porter plainte au MELCCFP pour tout épisode de poussière inconfortable pour la période de 2022-2023, il est difficile de dire à quel point ceci influence la tendance observée à la hausse. Cependant, tel que présenté, la quasi-totalité des plaintes concordent avec des dépassements observés de normes pour les PST et/ou PM₁₀ la journée même ou 24 h avant ou après.

2.6 Vulnérabilités de la population du secteur du centre-ville de Sorel-Tracy

Suite à la production du premier avis de santé publique en 2021, la DSPu a entrepris des démarches pour faire un portrait de l'état de santé respiratoire de la population du secteur concerné avec des données déjà existantes (données non-présentées). Il ressort de ce portrait que la population du secteur du centre-ville de Sorel-Tracy (Figure 3) présente un état de santé respiratoire plus défavorable que le reste de la région, de la Montérégie ainsi que du Québec. La délimitation orangée sur la Figure 3 représente la zone du centre-ville de Sorel-Tracy ainsi que Saint-Joseph-de-Sorel. Cette zone a été délimitée, avec le soutien des municipalités, en raison de limites de puissance statistique et car cette zone est la plus à risque d'être exposée aux contaminants du secteur industriel portuaire.

Figure 3 : Carte d'une partie de la MRC Pierre-de Saurel avec zone du centre-ville de Sorel-Tracy et Saint-Joseph-de-Sorel délimitée en orangé



En effet, les données démontrent que les prévalences¹ d'asthme et de maladies pulmonaires obstructives chroniques (MPOC) sont environ deux fois plus élevées dans le secteur du centre-ville de Sorel-Tracy qu'ailleurs au Québec. Le taux d'incidence d'asthme est aussi deux fois plus élevé dans la zone à l'étude qu'ailleurs au Québec en 2019-2021 chez la population de 1 an et plus. Toutefois, l'incidence d'asthme suit une diminution encourageante constante depuis le début des années 2000, tout particulièrement chez les jeunes enfants partout au Québec, incluant la zone à l'étude. L'écart entre cette région et le reste du Québec s'est aussi amélioré. Une tendance à la baisse, bien que moins importante, est aussi constatée pour l'incidence des MPOC depuis les cinq dernières années (2016-2021).

Bien que la qualité de l'air extérieur du secteur puisse contribuer à exacerber les symptômes d'asthme ou de MPOC de cette population, d'autres démarches sont en cours à la Direction de santé publique pour mieux comprendre l'impact du secteur industriel à cet état de santé. Par exemple, d'autres facteurs tels que la qualité des logements et les habitudes de vie de la population, pourraient contribuer à l'état de santé respiratoire.

2.7 Forces et limites

Contrairement à l'avis de santé publique publié en novembre 2021 où quelques années séparaient la prise d'échantillons (2017-2018) et l'évaluation des impacts à la santé, ce nouvel avis fait état de données plus récentes quant à la composition des particules échantillonnées dans l'air aux alentours de Richardson International. Ces nouveaux résultats permettent de dresser un portrait plus précis de la situation actuelle.

Quant aux limites de cet avis, il faut mentionner qu'il existe d'autres sources émettrices de particules pouvant aussi affecter la qualité de l'air extérieur (autres industries, transport, feux de forêts et feux extérieurs, etc.). De plus, bien qu'une diminution de la proportion de dépassements de normes ait été notée dans la majorité des cas, il est difficile de comparer les deux années d'études entre elles, ne connaissant pas la portée des mesures de mitigation mises en place par l'entreprise depuis 2018, le nombre de chargements et de déchargements effectués, le type de céréales ou de grains expédiés ou autres facteurs pouvant jouer un rôle dans l'émission de poussières durant les caractérisations.

¹ La prévalence de cas correspond au nombre de personnes qui vivent avec un diagnostic de la maladie au moment de la collecte de données. L'incidence de cas fait référence au nombre de nouveaux diagnostics de la maladie durant la prise de données. L'incidence n'inclut donc pas les personnes malades qui ont eu un diagnostic avant la collecte de données.

CONSTATS DE LA DIRECTION DE SANTÉ PUBLIQUE DE LA MONTÉRÉGIE

Bien que la proportion de dépassements de normes des particules (PST et PM₁₀) mesurée dans l'étude de caractérisation ait diminué entre 2022-2023 et 2017-2018, la DSPu de la Montérégie constate que, de façon générale, les résultats démontrent que la problématique liée aux émissions de poussières dans le centre-ville de Sorel-Tracy est toujours présente :

- Premièrement, la majorité des dépassements recensés lors de l'étude de caractérisation de l'air 2022-2023 pour les PST et les PM₁₀ étaient influencés en partie ou en totalité par l'entreprise Richardson International, bien que d'autres industries avoisinantes, comme QSL, aient pu contribuer dans certains de ces dépassements.
- Deuxièmement, rappelons que les valeurs moyennes des PST et des PM₁₀ obtenues à la ST3, située en zone résidentielle, restent tout de même supérieures aux normes prescrites sur 24 h et la proportion de dépassements reste semblable entre les deux études.
- Finalement, les plaintes rapportées par les citoyens et acheminées au MELCCFP en 2022 et 2023 illustrent que la situation n'est pas réglée. Les plaintes concordent aussi avec des journées de dépassement des normes pour la quasi-totalité.

Quant aux récentes données obtenues pour les PM_{2.5}, évaluées en fonction de la norme québécoise, elles semblent confirmer que Richardson International n'est pas une source significative de ce type de particules fines. En ce qui a trait aux résultats des PM_{2.5}, comparés à la ligne directrice de l'OMS, ils présentent plusieurs dépassements en nombre et en proportion, laissant soupçonner une mauvaise qualité de l'air extérieur dans le centre-ville de Sorel-Tracy pouvant affecter la santé respiratoire des citoyens. Cependant, il n'est pas possible de faire un lien avec l'entreprise Richardson International. À titre de rappel, la direction et la vitesse des vents ont été utilisées pour vérifier si les stations d'échantillonnage étaient sous l'influence du site de Richardson International. Dans le contexte de cette étude, ces caractéristiques ont seulement été évaluées en fonction des dépassements de normes des PM_{2.5} par rapport à la valeur-guide québécoise établie à 30 µg/m³ et non en fonction de la ligne directrice de l'OMS fixée à 15 µg/m³.

En ce qui concerne les données relatives aux métaux, l'entreprise Richardson International n'en serait pas la source puisque ce ne sont pas des métaux liés à la manutention céréalrière. Cependant les résultats démontrant des dépassements de zinc aux ST2, ST3 et ST4 mériteraient d'être surveillés par le MELCCFP pour mieux comprendre la ou les sources potentielles, puisque ces stations se trouvent en zone résidentielle et commerciale. D'un point de vue de santé publique, la littérature scientifique sur le risque à la santé lié à l'inhalation de zinc est rassurante pour les concentrations atteintes en 2022-2023, incluant les dépassements.

RECOMMANDATIONS

Suite à son analyse, la DSPu de la Montérégie émet les recommandations suivantes :

- **Recommandations pour le MELCCFP :**

- Maintenir un suivi étroit auprès de l'entreprise Richardson International, afin de valider l'efficacité des systèmes de dépoussiérage, les canons à eau et autres mesures mises en place par l'entreprise et pour identifier des pistes de solutions qui permettront de réduire les émissions de poussières reconnues pour affecter les citoyens et les commerçants du centre-ville de Sorel-Tracy et pour assurer le respect des normes en vigueur;
- Planifier dans les prochaines années une troisième caractérisation de l'air ambiant suite à la mise en place par l'entreprise de toutes les mesures nécessaires pour réduire les poussières lors des chargements et déchargements des grains et céréales dans les navires et les camions;
- Continuer d'aviser la DSPu de la Montérégie de toute plainte liée à l'entreprise Richardson International;
- Dans un deuxième temps, évaluer la possibilité d'identifier les sources potentielles du zinc retrouvé en zone résidentielle et commerciale dans le centre-ville de Sorel-Tracy.

- **Recommandations pour Richardson International :**

- S'attacher avec le ministère fédéral qui régit ses activités et le MELCCFP pour trouver des solutions pérennes ou de nouvelles technologies en :
 - Identifiant les meilleures pratiques pour réduire les émissions de poussières lors des chargements et déchargements de grains (navires et camions);
 - élaborant et mettant en œuvre un plan de contrôle des poussières sur tout le site de l'entreprise dans les meilleurs délais.
- D'ici à l'implantation de solutions de contrôle des poussières efficaces et pérennes, il est recommandé de :
 - Poursuivre l'utilisation de la plateforme d'information mise en place par l'entreprise pour informer la population lors de déchargements à risque de générer une grande quantité de poussières. Dans un souci de transparence et afin de maintenir un lien de confiance avec la population, il serait opportun de mettre en place un système de prise en charge des plaintes, avec un suivi accessible en ligne publiquement;
 - De mettre en place des mesures proactives si des émissions de poussières sont susceptibles d'atteindre le centre-ville de Sorel-Tracy.

- **Recommandations pour la ville de Sorel-Tracy :**

- Informer les citoyens de la situation et les inciter à faire des plaintes au MELCCFP s'ils sont incommodés par des émissions de poussières.

La DSPu s'engage à faire un suivi des recommandations auprès des partenaires mentionnés ci-haut, afin de valider la mise en place des actions visant à réduire les émissions de poussières et ainsi améliorer la qualité de l'air des citoyens et des commerçants du centre-ville de Sorel-Tracy. Elle compte également poursuivre ses activités de surveillance et d'analyse de l'état de santé de la population.

CONCLUSION

L'objectif de cet avis était d'estimer les risques à la santé face aux contaminants mesurés lors de la caractérisation de l'air ambiant au pourtour de l'entreprise Richardson International. Les données analysées démontrent que des dépassements des normes de PST et PM₁₀ persistent dans le centre-ville de Sorel-Tracy. Le MELCCFP rapporte que la majorité de ces dépassements sont influencés par les activités de Richardson International. La littérature scientifique confirme que les particules présentes dans les poussières telles que les PST et les PM₁₀ peuvent causer des problèmes au niveau du système respiratoire supérieur et causer des symptômes s'apparentant aux allergies saisonnières.

Somme toute, il est donc permis de croire que la population du centre-ville de Sorel-Tracy puisse être toujours affectée par les poussières émises par Richardson, principalement les PST et les PM₁₀. Les données pour les PM_{2.5} évaluées en fonction de la norme québécoise sont peu inquiétantes pour la santé. Lorsque ces mêmes données sont comparées à la ligne directrice de l'OMS, les PM_{2.5} pourraient être un enjeu global de qualité de l'air extérieur pour le secteur du centre-ville de Sorel-Tracy. Quant à la présence des métaux, les niveaux mesurés ne sont pas préoccupants pour la santé humaine.

BIBLIOGRAPHIE

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2005). Zinc. No CAS 7440-66-6. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts60.pdf> (consulté en ligne le 4 janvier 2024)

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2007). Arsenic – ToxFAQs. No CAS 7440-38-2. https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/ToxFAQS_Foreign_Language_PDFs/tfacts2_french.pdf (consulté en ligne le 4 janvier 2024)

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2012a). Cadmium – ToxFAQs. No CAS 7440-43-9. https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/ToxFAQS_Foreign_Language_PDFs/tfacts5_french.pdf (consulté en ligne le 4 janvier 2024)

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2012 b). Manganèse – ToxFAQs. No CAS 7439-96-5. https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/ToxFAQS_Foreign_Language_PDFs/tfacts151_french.pdf (consulté en ligne le 4 janvier 2024)

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2013). Barium. No CAS 7440-39-3. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts24.pdf> (consulté en ligne le 4 janvier 2024)

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2020). Lead – ToxFAQs. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts13.pdf> (consulté en ligne le 4 janvier 2024)

Billate, R. D., Maghirang, R. G. et Casada, M. E. (2004). Measurement of Particulate Matter Emissions from Corn Receiving Operations with Simulated Hopper-Bottom Trucks. *Transactions of the American Society of Agriculture Engineers*, 47(2), 521-529. <https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/30200525/346dust-emission.pdf> (consulté en ligne le 4 janvier 2024)

Boac, J., Maghirang, R. G., Casada, M. E., Wilson, J. D. et Jung, Y. S. (2009). Size Distribution and Rate of dust Generated during Grain Elevator Handling. *Applied Engineering in Agriculture*, 25(4), 533-541. https://www.researchgate.net/publication/43289134_Size_Distribution_and_Rate_of_Dust_Generated_during_Grain_Elevator_Handling (consulté en ligne le 4 janvier 2024)

Brooke, D. R., Rajagopalan, S., Pope, III, A., Brooke, R. J., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A. V., Holgiun, F., Hong, Y., Luepker, R. V., Mittleman, M. A., Peters, A., Siscovick, D., Smith, Jr, S. C., Whitsel, L., Kaufman, J. D. and on behalf of the American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention, Council on the Kidney in Cardiovascular Disease, and Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. (2010). Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease : An Update to the Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 121(21), 2331-2378. <https://www.ahajournals.org/doi/epub/10.1161/CIR.0b013e3181dbee1> (consulté en ligne le 4 janvier 2024)

Comtois, C. et Slack, B. (2005, décembre). Transformations de l'industrie maritime : Portrait international de développement durable appliqué. Rapport réalisé pour le compte du ministère des Transports du Québec. https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/entreprises-partenaires/entreprises-services-transport-maritime/Documents/transformation_ind_maritime.pdf (consulté en ligne le 29 décembre 2023)

Evans, G. et Smith, I. (2016). *Risks to respiratory health in the grain industry* (publication no 1083). Health and Safety Executive. <https://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr1083.pdf> (consulté en ligne le 4 janvier 2024)

Health Effects Institute (2020). State of Global Air 2020. Special report. Boston, MA. <https://www.stateofglobalair.org/resources/report/state-global-air-report-2020> (consulté en ligne le 29 décembre 2023)

Ministère de l'Environnement, et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2017). *Normes et critères de qualité de l'atmosphère du Québec : Cadre de détermination et d'application*, Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ISBN : 978-2-550-79483-7 (PDF), 18 p. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/Cadre-app-determination-criteres-qc-qualite-atmosphere.pdf> (consulté en ligne le 4 janvier 2024).

Ministère de l'Environnement, et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2020). Richardson international (Québec) limitée, Sorel-Tracy. Caractérisation de l'air ambiant. Septembre à décembre 2017 et mars à mai 2018. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Division des études de terrain. 223p.

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023a). Caractérisation de l'air ambiant dans le cadre du projet de Richardson International (Québec) Limitée. De septembre à décembre 2022. Direction générale de la coordination scientifique et du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Division des études de terrain. 202p.

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023b). Caractérisation de l'air ambiant dans le cadre du projet de Richardson International (Québec) Limitée. Avril à juillet 2023. Direction générale de la coordination scientifique et du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Division des études de terrain. 275p.

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023c). *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère*, version 8, Québec, Direction de la qualité de l'air et du climat. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm> (consulté en ligne le 4 janvier 2024)

Morakinyo, O. M., Mokgobu, M. I., Mukhola, M. S. et Hunter, R. P. (2016). Health Outcomes of Exposure to Biological and Chemical Components of Inhalable and Respirable Particulate Matter. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(6), 592. <https://www.mdpi.com/1660-4601/13/6/592> (consulté en ligne le 4 janvier 2024)

Organisation mondiale de la Santé (OMS) (2021). *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules (PM_{2,5} et PM₁₀), ozone, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone. Résumé d'orientation [WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2,5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary]*. Genève, 16p.

<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/346555/9789240035423-fre.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
(consulté en ligne le 5 janvier 2024).

United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2003). AP-42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emissions Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources. Chapter 9, Food and Agricultural Industries; Section 9.9.1, Grain Elevators & Processes. Final Section. 31p.

<https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-fifth-edition-volume-i-chapter-9-food-and-0> (consulté en ligne le 4 janvier 2024).

United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2023). Particulate Matter (PM) Basics.

<https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics> (consulté en ligne le 4 janvier 2024)



**Centre intégré
de santé et de
services sociaux de
la Montérégie-Centre**

Québec 