uébec 🖬 🖬

Direction principale des renseignements, de l'accès à l'information, de l'éthique et des plaintes

PAR COURRIEL

Québec, le 24 février 2025

Objet : Demande d'accès n° 2025-02-031– Lettre de réponse

Madame,

La présente fait suite à votre demande d'accès, reçue le 7 février dernier, concernant le rapport pour le projet suivant :

• Mise au point d'une méthode représentative de caractérisation, d'identification et de quantification des microplastiques dans les eaux usées municipales par le Cteau (Rimeh Daghrir Fatma Gassara, Isabelle Noel, Pierre-Alexandre Gallant) et le CÉPROCQ (Sanaz Safa et Mathieu Sarrazin).

Le document suivant est accessible. Il s'agit de :

Rapport MP VF_91 pages.

Conformément à l'article 51 de la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels (RLRQ, chapitre A-2.1), nous vous informons que vous pouvez demander la révision de cette décision auprès de la Commission d'accès à l'information. Vous trouverez, en pièce jointe, une note explicative concernant l'exercice de ce recours.

Pour obtenir des renseignements supplémentaires, vous pouvez communiquer avec M^{me} Yvonne Li, analyste responsable de votre dossier, à l'adresse courriel <u>yvonne.li@environnement.gouv.gc.ca</u>, en mentionnant le numéro de votre dossier en objet.

Veuillez agréer, Madame, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Pour le directeur.

ORIGINAL SIGNÉ PAR

Martin Dorion

p. j. (2)

Édifice Marie-Guyart, 29° étage 675, boul. René-Lévesque Est, boîte 13 Québec (Québec) G1R 5V7 Téléphone : 418 521-3858 Courriel : <u>acces@environnement.gouv.qc.ca</u> Site Web : <u>www.environnement.gouv.qc.ca</u>





Centre d'études des procédés chimiques du Québec



Collège de Maisonneuve

Dossier 21038 – Février 2023



Québec 🔡



Mise au point d'une méthode représentative d'identification et de quantification des microplastiques dans les eaux usées municipales

Préparé et rédigé par :

Chercheuses responsables :	Rimeh Daghir, Ph.D., MBA, Chimiste, Cteau Sanaz Safa, Ph.D., Céprocq Fatma Gassara, Ph.D., Cteau
Chargé de projet :	Pierre Alexandre Gallant, CPI, B.Sc.A., Cteau
Professionnels de recherche :	Dongocie Traore, M. Sc., Cteau Stevan Roué, B. Sc., Cteau

Révisé par :

Édith Laflamme, ing. Directrice générale, Cteau

Rino Dubé, ing., M.Sc. Coordinateur scientifique/chargé de projets, Cteau

Présenté à : **Steeve Roberge**, M.Sc., chimiste Chef de la division de la chimie inorganique du milieu Direction de l'analyse chimique Direction générale de la coordination scientifique et du CEAEQ Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des parcs

 1^{er} mars 2023

Partenaires financiers





696, avenue Sainte-Croix, Montréal (QC) H4L 3Y2 Tél.: 514 747.2782 • Courriel: <u>info@cteau.com</u> • Site web: www.cteau.com





Table des matières

Lis	tes de fi	guresiii
Lis	tes des	tableauxv
Lis	tes des	abréviationsvii
1.	Introdu	ction1
2.	Objecti	f général du projet2
3.	Matérie	els et méthodes4
3	.1 Écł	nantillonnages des Microplastiques4
	3.1.1 St	tation d'épuration 58t6
	3.1.2 St	tation d'épuration de Vaudreuil-Dorion7
	3.1.3 St	tation d'épuration de Rivière-du-Loup8
3 m	.2 Fracti nunicipal	onnement, digestion et extraction des microplastiques des eaux usées es10
	3.2.1 P	réparation du matériel10
	3.2.2 Fi	ractionnement des microplastiques10
	3.2.3 D	igestion13
	3.2.4 E	xtraction à l'huile végétale de Canola14
3	.3 Colora	ation16
3	.4 Identi	fication et Quantification des Microplastiques17
4.	Discus	sions22
4	.1 Ide	ntification des microplastiques par FT-IR22
	4.1.1 Id de type	entification des microplastiques dans les échantillons réels par FT-IR Nicolet iS5022
	4.1.2 Id de type	entification des microplastiques dans les échantillons réels par FT-IR Spotlight 200i26
4	.2 Qu	antification des microplastiques dans les eaux usées municipales30
	4.2.1	Station d'épuration 58t
	4.2.2	Station d'épuration de Vaudreuil-Dorion
	4.2.3	Station d'épuration de Rivière-du-Loup35
4	.3 Étu	de comparative entre les trois stations d'épuration des eaux usées37
5.	Conclu	sion et recommendations39
6.	Référe	nces40





7.	Annexes		 	A
7.	.1 Annexe 1-(Analy	yses au FT-IR)	 	A







Listes de figures

Figure 1: Résumé des actions menées pour l'identification et la quantification des
microplastiques
Figure 2 : Point d'échantillonnage dans la station d'épuration 58t
Figure 3 : Point d'échantillonnage à l'affluent de la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion
<i>Figure 4 :</i> Point d'échantillonnage à l'effluent de la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion 8
Figure 5 : Points d'échantillonnages dans la station de Rivière-du-Loup
Figure 6 : Filtration de l'eau usée sur les tamis superposés
Figure 7 : Équipement nécessaire au montage 1 (tamis > 53 μ m) 12
Figure 8 : Équipement nécessaire au montage 2 (tamis 25 µm) 12
Figure 9 : Équipement nécessaire au montage 3 (membrane de verre avec 1.6 µm de porosité)
Figure 10 : Résidu du nettoyage des tamis avec le peroxyde d'hydrogène
<i>Figure 11 :</i> Évaporation du peroxyde d'hydrogène à l'étuve (60 °C) 14
Figure 12 : Séparation de la phase Eau-Huile à l'aide d'une ampoule à décanter
Figure 13 : Conservation de la phase huileuse dans les fioles de verre de 25 ml jusqu'à l'étape
de coloration
<i>Figure 14 :</i> Échantillon coloré chauffé à 50°C 17
Figure 15 : Échantillon coloré refroidit prêt à être filtré
Figure 16 : Microscopie à fluorescence de type Zeiss Axiovert 200
Figure 17 : Échantillon standard de PS exposé à la lumière verte et fluorescent en rouge. 21
Figure 18 : Nombre d'image capturé à chaque filtre de fractionnement
Figure 19 : Résultats des analyses FT-IR de l'affluent et l'effluent de la station d'épuration
de Vaudreuil-Dorion
Figure 20: Comparaison de l'échantillon Affluent de la station d'épuration Vaudreuil-
Dorion avec les standards (HDPE, LDPE, PS, TPE, PET et PP)
Figure 21 : Système de microscopie FT-IR de type Spotlight 200i
Figure 22 : Vaudreuil-Dorion-aff : 1 mm (point : 1)
<i>Figure 23 : </i> Longueur d'onde pour chaque standard de microplastiqueC





Figure 24 : Comparaison des spectres pour chaque type de microplastique avec les spectres
des solutions A, B et C F
Figure 25 : Comparaison de l'échantillon Effluent issu de la station d'épuration Vaudreuil-
Dorion avec les standards (LDPE, HDPE, PS, TPE, PET et PP)I
Figure 26 : Comparaison de l'échantillon Affluent issu de la station d'épuration de Rivière-
du-Loup avec les standards (LDPE, HDPE, PS, TPE, PET et PP)K
Figure 27 : Comparaison de l'échantillon Effluent issus de la station d'épuration du Rivière-
du-Loup avec les standards (LDPE, HDPE, PS, TPE, PET et PP)N
Figure 28 : Comparaison de l'échantillon inter-traitement issu de la station d'épuration
Rivière-du-Loup avec les standards (LDPE, HDPE, PS, TPE, PET et PP)P
Figure 29 : Vaudreuil-Dorion-aff : 1 mm (point 1 à 5)S
<i>Figure 30 :</i> Vaudreuil-Dorion-aff : 25 μm (point 1 à 5)X
Figure 31 : Vaudreuil-Dorion-aff : 1,6 µm (point 1 à 5)Z
<i>Figure 32 :</i> Vaudreuil-Dorion-EFF : 1000 μm (point 1 à 5)CC
<i>Figure 33 :</i> Vaudreuil-Dorion-EFF : 297 μm (point 1 à 5) EE
<i>Figure 34 :</i> Vaudreuil-Dorion-EFF : 53 μm (point 1 à 5)HH
<i>Figure 35</i> : Vaudreuil-Dorion-EFF : 25 μm (point 1 à 5)
Figure 36 : Vaudreuil-Dorion-EFF : 1,6 µm (point 1 à 5)MM
Figure 37 : Blanc Atmosphérique 1 lors de l'extraction des échantillons MM
Figure 38 : Blanc atmosphérique 2 complété lors de la filtration des échantillonsNN







Listes des tableaux

Tableau 1: Échantillons d'eau usée prélevé lors de la campagne d'échantillonnage de
l'année 2022
Tableau 2 : Liste de matériaux et équipements pour l'échantillonnage.9
Tableau 3 : Longueurs d'onde expérimentales pour chaque type microplastique
Tableau 4 : Validation des longueurs d'ondes pour chaque type de Microplastiques (Solution
<i>C</i>)
Tableau 5 : Liste des échantillons analysés par FT-IR de type Nicolet iS5022
Tableau 6 : Types de microplastiques identifiés par FT-IR dans les différents échantillons
issus des trois stations d'épuration
Tableau 7 : Type de microplastiques identifiés à la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion
pour les échantillons collectés le 02-11-22 par FT-IR de type Spotlight 200i
Tableau 8 : Quantification des microplastiques par microscopie à fluorescence à la station
d'épuration 58t pour des échantillons collectés le 16-08-22 dans des bouteilles en verre 31
Tableau 9 : Taux d'enlèvement des microplastiques à la station d'épuration 58t pour des
échantillons collectés le 16-08-22 dans des bouteilles en verre
Tableau 10 : Quantification des microplastiques par microscopie à fluorescence à la station
d'épuration de 58t pour des échantillons collectés le 16-08-22 dans des bidons de plastique
<i>en HDPE</i>
Tableau 11 : Taux d'enlèvement des microplastiques à la station d'épuration 58t pour des
échantillons collectés le 16-08-22 dans des bidons de plastique en HDPE
Tableau 12 : Quantification des microplastiques par microscopie à fluorescence à la station
d'épuration de Vaudreuil-Dorion pour des échantillons collectés le 02-11-22 dans des
bouteilles en verre
Tableau 13 : Taux d'enlèvement des microplastiques à la station d'épuration de Vaudreuil-
Dorion pour des échantillons collectés le 02-11-22 dans des bouteilles en verre
Tableau 14 : Quantification des microplastiques par microscopie à fluorescence à la station
d'épuration de Rivière-du-Loup pour des échantillons collectés le 16-08-22 dans des bidons
de plastique en HDPE
Tableau 15 : Taux d'enlèvement des microplastiques à la station d'épuration de Rivière-du-





Tableau	16:	Comparaison	des to	aux d	'enlèvement	des	microplastiques	entre l	la sta	tion
d'épurat	ion 58	8t et la statior	ı d'épi	iratio	n Rivière-du	-Lou	p (échantillons i	récoltés	dans	des
bidons d	e plas	tique en HDPE	E)			•••••				. 37







Listes des abréviations

- CÉPROCQ : Centres d'études des procédés chimiques du Québec.
- **csPE** : polyéthylène chlorosulfoné
- Cteau : Centres des technologies de l'eau.
- **HDPE :** polyéthylène à haute densité.
- LDPE : polyéthylène à basse densité.
- **MPs** : microplastiques.
- **PP** : polypropylène
- **PS** : polystyrène.
- **PTE /PET:** polyéthylène téréphtalate
- **PTFE** : polytétrafluoroéthylène
- **PVC :** poly(chlorure de vinyle)
- **PVDF** : polyfluorure de vinylidène
- **PVF** : polyfluorure de vinyle
- **TPE :** thermoplastique élastomère





1. Introduction

Les plastiques sont des matériaux extrêmement versatiles, qui ont transformé notre société en une myriade de façons. À ce jour, 8,3 milliards de tonnes métriques de plastiques vierges ont été produites à travers le monde dont 6,3 milliards de tonnes sont devenues des déchets (Geyer et al., 2017). Jusqu'à 10% des fragments de plastiques produits se retrouvent principalement dans les lacs, les rivières, les cours d'eau et les océans (Barnes et Milner, 2005 et Cole et al., 2011). Ces matières plastiques, non dégradables, sont dangereuses pour les espèces marines en raison des effets toxiques des microplastiques résultant de la dégradation des plastiques plus gros (Derraik, 2002). De plus, les microplastiques sont caractérisés comme ayant une taille < 5mm, et ces derniers continuent à se dégrader et à se fragmenter continuellement dans l'environnement jusqu'à devenir des nanoplastiques ayant une taille allant de 0.1 µm à 1000 nm (Imran et al., 2021). Les microplastiques et les nanoplastiques présents dans le milieu aquatique s'accumulent dans les organismes aquatiques vivants. Cette accumulation a des effets néfastes sur le développement de ces organismes en inhibant leur croissance, affectant leur système neurologique et provoquant ainsi l'apparition des troubles métaboliques et une génotoxicité (Liyouan et al., 2021). En outre, les microplastiques et les nanoplastiques ont la capacité d'absorber et de transporter des polluants toxiques tels que des polluants organiques persistants, des produits pharmaceutiques, des métaux lourds et des organismes pathogènes (Beiras et al., 2019). Ceci contribue au phénomène de bioaccumulation des contaminants dans la chaîne trophique. Le rejet de microplastiques dans le milieu aquatique est reconnu comme un problème important qui affecte la qualité des ressources hydriques. Il a été estimé qu'environ 80 % des microplastiques présents dans les océans proviennent de sources terrestres, et 18 % supplémentaires proviennent des industries de l'aquaculture ou de la pêche. Les sources terrestres importantes de microplastiques sont :

- a. les effluents des stations d'épuration des eaux usées municipales;
- b. le débordement d'eaux usées des égouts lors d'événements pluvieux importants et;
- c. le ruissellement des boues municipales appliquées sur les terres agricoles (Anderson et *al.*, 2016 et Eriksen et *al.*, 2013).

Au Canada et au Québec, les stations d'épuration n'ont pas d'exigence de suivi ni d'élimination des microplastiques. Les stations d'épurations de type étangs aérés sont les plus





communes au Québec où elles représentent à elles seules 67% des systèmes de traitement des eaux usées utilisés (MAMOT, 2014). La ville de Rivière-du-Loup, qui a manifesté son intérêt au projet, est un exemple de municipalité au Québec qui utilise les étangs aérés pour le traitement des eaux usées municipales. La réduction des microplastiques et des nanoplastiques dans les rejets des stations d'épuration des eaux usées est un défi majeur puisque ces derniers ne sont pas conçues pour l'enlèvement des microplastiques. Bien que le traitement primaire des stations d'épurations actuelles élimine jusqu'à 78% à 90% des microplastiques présents dans les eaux usées, les quantités d'effluents traitées étant énormes, leurs rejets en microplastiques demeurent significatifs et problématiques pour le milieu récepteur (Crisaltdi et al., 2020). Selon certaines études, les procédés de traitement conventionnels mis en place dans les stations d'épuration fragmentent environ 80% des microplastiques en nanoplastiques, ce qui peut multiplier par 10 le nombre de particules de plastique par litre rejetées dans les effluents de traitement des eaux usées (Andrady, 2011 et Akarsu et al., 2020). Bien que certaines des méthodes d'échantillonnage et d'analyse soient présentées dans plusieurs études (Lee et Chae, 2021), aucun protocole standardisé n'a été établi concernant les étapes d'identification et de quantification des microplastiques.

2. Objectif général du projet

Ce projet de recherche impliquant la collaboration de chercheurs de deux centres collégiaux (Cteau et CÉPROCQ) et des partenaires municipaux, a pour objectif général d'étudier le potentiel d'élimination des microplastiques dans différentes stations de traitement des eaux usées municipales au Québec. Il permettra d'acquérir plus de connaissances sur les niveaux de contamination des eaux usées municipales par les microplastiques et de quantifier l'efficacité des stations d'épurations municipales à réduire ou non les concentrations de microplastiques dans leurs rejets afin de mesurer l'impact des activités humaines sur la qualité de l'eau et les milieux aquatiques. Plus particulièrement, ce projet vise 3 sous-objectifs (*Figure 1*) :

 a. Le premier objectif consistera à développer une méthode d'échantillonnage représentative des eaux usées municipales brutes et traitées contaminées par les microplastiques;





- b. Le deuxième objectif visera à identifier et quantifier les différents types de microplastiques détectés dans les eaux usées municipales;
- c. Le troisième objectif consistera à comparer la performance d'enlèvement des microplastiques dans les trois stations d'épuration partenaires (Vaudreuil-Dorion de type réacteur biologique et décantation lestée, 58t de type décanteur lamellaire et Rivière-du-Loup de type étangs aérés couplé à une décantation lestée).

Ce projet de recherche qui s'aligne avec les orientations de la stratégie Québécoise de l'eau (2018-2030), contribuera à :

- a. Prévenir et gérer des risques liés à l'eau,
- b. Renforcer la gestion intégrée des ressources en eau et;
- c. Acquérir et partager des meilleures connaissances sur la qualité des eaux avec les parties prenantes.







Figure 1: Résumé des actions menées pour l'identification et la quantification des microplastiques.

3. Matériels et méthodes

3.1 Échantillonnages des Microplastiques

En raison de leurs concentrations relativement faibles dans l'environnement, l'échantillonnage de particules microplastiques nécessite généralement de grands volumes d'échantillons. Malheureusement, aucune méthode standard d'échantillonnage et de traitement des microplastiques n'existe pour les échantillons riches en matière organique, tels que les eaux usées (Crawford et Quinn, 2017).

Parmi les techniques les plus courantes, le prélèvement d'un grand volume d'eau (>1 L) est généralement approprié (Covernton et al., 2019)., Comme les microplastiques ont une tendance à se déplacer dans l'eau sous forme de nuage, et peuvent être difficiles à capter lors de petit volume d'échantillonnage, des volumes de 20 L ont été initialement préconisés. Cependant, cette approche a entrainé des contraintes significatives de colmatage des filtres lors de l'étape de fractionnement, il s'est avéré nécessaire de réduire le volume d'échantillonnage à 2 L avoir une meilleure représentation des microplastiques présents sur



les filtres. Il est recommandé de ne pas filtrer sur place et d'accomplir le processus de fractionnement dans un environnement contrôlé comme le laboratoire. Il est aussi recommandé de filtrer le même échantillon sur plusieurs tailles de tamis. On explique que le choix d'un tamis avec une porosité trop grande (par exemple 300-350 µm) peut mener à une sousestimation du nombre de microplastiques total pouvant aller jusqu'à un ordre de 1 dans 4 (Covernton et *al.*, 2019). Ce dernier point sera tenu en considération lors de l'analyse et l'interprétation des résultats. Pour les activités d'échantillonnages des eaux usées municipales, trois stations d'épuration ont été sélectionnées : Station d'épuration de Vaudreuil-Dorion, Station d'épuration 58t et la Station d'épuration de Rivière-du-Loup.

Le processus d'échantillonnage des eaux usées qui a été appliqué dans les trois stations d'épuration selon les règles d'échantillonnages instantanées du guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales (Gouvernement du Québec, 2008). Les échantillons de chacune des stations d'épuration ont été prélevés durant trois périodes de l'année 2022 (*Tableau 1*).

Site d'échantillonnage	Période d'échantillonnage
Station d'épuration 58t	Hiver : Échantillon du 18-02-22 Printemps : Échantillon du 11-05-22 Été : Échantillons du 05-07-22 et du 16-08-22
Station d'épuration de Vaudreuil-Dorion	Hiver : Échantillon du 18-02-22 Printemps : Échantillon du 11-05-22 Automne : Échantillon du 02-11-22
Station d'épuration de Rivière- du-Loup	Hiver : Échantillon du 18-02-22 Été : Échantillon du 16-08-22

<u>**Tableau 1</u>**: Échantillons d'eau usée prélevé lors de la campagne d'échantillonnage de *l'année 2022.*</u>



3.1.1 Station d'épuration 58t

La station d'épuration de 58t (de type physico-chimique par coagulation-floculationdécantation lamellaire) a déjà des échantillonneurs automatiques installés au point 1-4 de la **Figure 2**. Les points d'échantillonnages sélectionnés pour notre étude sont les points 1A, 1B, 2 et 4 de la **Figure 2**. Chaque point de collecte choisi comporte son propre équipement d'échantillonnage pour éviter la contamination d'un site à l'autre. Cette démarche suit la procédure d'échantillonnage de la station d'épuration 58t. Par la suite, 2 bouteilles de verre de 2 L sont insérées dans les échantillonneurs automatiques qui seront programmés pour collecter un volume total de 4 L d'eaux usées par point d'échantillonnage. Le programme d'échantillonnage à l'effluent (4) doit être décalé par le temps de résidence de l'eau dans le système de traitement. Une fois que l'échantillonneur est programmé, la collecte d'eau usée peut par la suite débuter. Lorsque les échantillonneurs s'arrêtent, il est temps de récupérer les

échantillons. Il faut vérifier que tous les échantillons sont bien sellés et identifiés. Les échantillons d'eaux usées sont réfrigérés jusqu'à ce que l'équipe de laboratoire soit prêt à accomplir le processus de filtration et de digestion des échantillons.



Figure 2 : Point d'échantillonnage dans la station d'épuration 58t







3.1.2 Station d'épuration de Vaudreuil-Dorion

L'échantillonnage des eaux usées à la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion (de type réacteurs biologiques couplé à une décantation lestée) a été réalisé au niveau du point « en rouge » indiqué dans la **Figure 3** pour l'affluent et au niveau du point « en rouge » dans la **Figure 4** pour l'effluent. Chaque point de collecte choisi comporte son propre échantillonneur automatique pour éviter la contamination d'un site à l'autre. Cette démarche suit la procédure d'échantillonnage de la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion. Deux bouteilles de verre de 2 L sont par la suite insérées dans les échantillonneurs automatiques qui sont déjà installés sur site et qui seront programmés pour collecter 4 L d'eaux usées par point d'échantillonnage. Le programme d'échantillonnage à l'effluent doit être décalé par le temps de résidence de l'eau dans le système de traitement. Une fois que l'échantillonneur est programmé, la collecte d'eau usée peut par la suite débuter.

Lorsque les échantillonneurs s'arrêtent, il est temps de récupérer les échantillons d'eaux usées. Il faut vérifier que tous les échantillons sont bien sellés et identifiés. Les échantillons d'eaux usées sont réfrigérés jusqu'à ce que l'équipe de laboratoire soit prête à accomplir le processus de filtration et digestion des échantillons.



Figure 3 : Point d'échantillonnage à l'affluent de la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion

Note : la Figure 3 ne montre pas les réacteurs biologiques.





Figure 4 : Point d'échantillonnage à l'effluent de la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion

Note : la **<u>Figure 4</u>** ne montre pas les réacteurs biologiques.

3.1.3 Station d'épuration de Rivière-du-Loup

L'échantillonnage à la station de Rivière-du-Loup (de type étangs aérés couplés à une décantation lestée) a été réalisé en suivant le même protocole que celui de la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion à l'exception de l'utilisation de bidon de 20.0 L en plastique en HDPE pour le transport et la manutention. Un volume total de 20.0 L d'eau usée a été collecté par point d'échantillonnage à l'aide d'échantillonneurs automatiques. Les points d'échantillonnage des eaux usées affluent, intertraitement entre l'étang 1 et 2 et effluent (après décantation lestée) indiqués à la <u>Figure 5</u> ont été directement collectés par l'équipe d'opération de la station d'épuration de Rivière-du-Loup.



Figure 5 : Points d'échantillonnages dans la station de Rivière-du-Loup





Le *Tableau 1* indique le matériel nécessaire pour l'échantillonnage pour chacune des stations d'épurations relevées pour cette étude:

Site d'échantillonnage	Matériel	Quantité	
	Bouteille de verre 2L	8	
	Bidon de HDPE de 20.0 L	4	
	Échantillonneur		
58+	automatique portatif	4	
501	réfrigéré Avalanche		
	20' de tube de vinyle de	Λ	
	0,75" de diamètre	4	
	Crépine d'acier inoxydable	4	
	Bouteille de verre 2L	4	
	Échantillonneur		
	automatique portatif	2	
Vaudreuil-Dorion	réfrigéré Avalanche		
	20' de tube de vinyle de	2	
	0,75" de diamètre	<u> </u>	
	Crépine d'acier inoxydable	2	
	Bidon de HDPE de 20.0 L	3	
	Échantillonneur		
Rivière-du-Loup	automatique portatif	3	
	réfrigéré Avalanche		
	20' de tube de vinyle de	3	
	0,75" de diamètre	5	
	Crépine d'acier inoxydable	3	

Tableau 2 : Liste de matériaux et équipements pour l'échantillonnage.

Il faut prendre note que deux types de contenants ont été utilisés pour l'échantillonnage. Des bouteilles de verre de 2 L et des bidons de 20 L en HDPE, ce choix a été fait pour comparer les effets du matériau du contenant d'échantillonnage sur les résultats.



3.2 Fractionnement, digestion et extraction des microplastiques des eaux usées municipales

Lors de cette étape, il est prévu de distinguer les microplastiques des autres produits interférents, tels que la matière organique, qui pourrait être facilement confondue avec les polluants cibles. En effet, la séparation des microplastiques des matières organiques minimise les erreurs d'identification ou la sous-estimation de la concentration en microplastiques. Ainsi, les échantillons de microplastiques prélevés nécessitent un nettoyage de la matière organique par digestion.

3.2.1 Préparation du matériel

Le matériel utilisé pour la réalisation de cet essai se doit d'être en verre ou en métal (bécher, erlenmeyer, Büchner, pince, tamis métallique en inox) et être rigoureusement nettoyé à l'aide d'un savon non moussant. Ce matériel est gardé à l'abri de la contamination aérienne dans des contenants hermétiques jusqu'à son utilisation. Filtrer sur un filtre de verre de 0,45 µm l'eau distillée, le peroxyde d'hydrogène 30%, la solution de savon non moussant 4%, l'éthanol et l'acétone (Masura & al., 2015 et Crichton & al., 2019.) La conservation de ses différentes solutions est effectuée dans des bouteilles en verre. Avant l'échantillonnage et les analyses, prendre en note la couleur et le type de vêtements portés par l'équipe de terrain et de laboratoire. Au laboratoire, laver soigneusement les surfaces de travail avant les analyses et placer un filtre dans l'aire de travail pour quantifier la contamination environnementale. La masse de ce filtre, qui sert comme référence, avant et après les manipulations devrait être prise pour chaque jour de manipulation.

3.2.2 Fractionnement des microplastiques

Pour procéder au fractionnement, des tamis de différentes tailles sont utilisés (1.18 mm, 1.00mm, 297 μ m, 53 μ m, 25 μ m) et également des membranes de verres qui ont pour porosité 1.6 μ m (**Figure 6**). La sélection de la taille des tamis a été complétée dans l'objectif de répliquer le dispositif de filtration utilisé dans l'étude de Shima et al, 2017 en plus de pouvoir visualiser les différents types de microplastique comme les fibres (>1000 μ m), les fragments





(500-1000 μ m), les films (250-500 μ m), les microbilles (100-250 μ m), les mousses (15-100 μ m) et autres (1-15 μ m) selon leur taille les plus courantes (Imran et al.) Bien noter que le tamis 1.18 mm sert uniquement de support afin de limiter la détérioration de la toile du tamis de 25 μ m et 53 μ m qui est très fragile. On estime que fractionner deux litres d'échantillon par point d'échantillonnage est suffisant pour accomplir l'identification et la quantification des échantillons (soit 1 litre par type d'analyse). Selon les essais expérimentaux, une couche laminaire de microplastique présente sur le filtre de verre analysé est essentielle pour ne pas sous-estimer la quantité de microplastique et ne pas exclure des microplastiques lors de l'identification. Un filtre de verre surchargé laisse une marge d'erreur qui n'est pas facilement quantifiable. Le volume d'un litre peut alors changer selon la charge en microplastique des eaux à caractériser.



Figure 6 : Filtration de l'eau usée sur les tamis superposés







Chaque échantillon passe par les 5 étapes de filtration. Pour chaque échantillon, il y aura 5 échantillons filtrés. Il est primordial de bien agiter l'échantillon mère pour remettre en suspension les particules et briser toute forme d'attraction entre les microplastiques. La digestion des échantillons passe par les trois étapes décrites ci-dessous :

Placer les tamis sur le support par ordre décroissant allant soit des tamis de 1.00mm,
297 μm et 53 μm. Les trois tamis sont ainsi placés sur le support de 1.18 mm qui servira de support pour empêcher l'endommagement de la toile du tamis de 53 μm. (Figure 7).



Figure 7 : Équipement nécessaire au montage 1 (tamis > 53 μ m)

Repasser le filtrat sur un tamis de 25 μm qui est également posé sur un support de 1.18mm (Figure 8).



Figure 8 : Équipement nécessaire au montage 2 (tamis 25 µm)





Filtrer l'eau récupérée sur une membrane de verre de porosité 1.6 µm, avec 125 mm comme diamètre (Figure 9).



Figure 9 : Équipement nécessaire au montage 3 (membrane de verre avec 1.6 µm de porosité)

3.2.3 Digestion

Le peroxyde hydrogène (à 30% et filtrée à 0.45 μ m) qui est utilisé lors de l'étape de digestion servira à éliminer la matière organique présente dans les échantillons d'eaux usées. On identifie un bécher pour chaque taille de tamis. Chaque tamis doit être rincé rigoureusement avec le peroxyde d'hydrogène jusqu'à enlever la totalité des résidus présents sur les tamis (Shima et al., 2017). On utilise alors le bécher respectif à un tamis désigné pour récolter le peroxyde d'hydrogène du rinçage. On procède pareillement pour le filtre de membrane de verre 1.6 μ m, puis on presse le filtre avec une pince et une spatule pour enlever le maximum de liquide.



Figure 10 : Résidu du nettoyage des tamis avec le peroxyde d'hydrogène







Après avoir récupéré chaque bécher identifié, on procède à l'étape de digestion qui demande de placer les béchers dans une étuve à 60°C jusqu'à ce que l'ensemble du peroxyde d'hydrogène soit évaporé (**Figure 11**).



Figure 11 : Évaporation du peroxyde d'hydrogène à l'étuve (60 °C)

3.2.4 Extraction à l'huile végétale de Canola

Ce protocole est réalisé à partir des recherches de Ryan et al., (2009), qui est basé sur l'extraction de microplastiques des sols. Il peut également être appliqué à d'autres matrices comme les eaux usées. Pour procéder à la digestion, les béchers sont ainsi placés dans une étuve à 60 °C; sortir les béchers secs contenant les différents échantillons selon les tailles de filtration. Ces derniers doivent être couverts individuellement avec un papier d'aluminium pour empêcher la contamination aérienne. Il faut ensuite traiter un bécher à la fois en ajoutant 100 ml d'eau désionisée filtrée à 0,45 µm. À l'aide d'une spatule, bien gratter les béchers jusqu'à l'enlèvement de tous les sédiments de la paroi. Ensuite, la solution est introduite dans une ampoule à décanter. Cette procédure sera répétée jusqu'à l'obtention d'un bécher propre. Pour favoriser une meilleure extraction, 5 ml d'huile végétale Canola pure à 100% filtrée à 0.45 µm sera ajoutée. Afin de permettre à tous les microplastiques d'être en contact avec l'huile, il faut agiter vigoureusement l'ampoule à décanter plusieurs fois (3 à 4 fois) et dégazer pour ne pas subir d'accumulation de pression dans l'ampoule. Laisser reposer jusqu'à ce que les deux phases distinctes se forment dans l'ampoule à décanter (~2 mins.). Une attention particulière doit être portée à la séparation des phases au cas où de fines particules comme du silt soient transférées dans l'ampoule ce qui pourrait contaminer l'échantillon. Si tel est le cas, laisser décanter pour une période additionnelle pour s'assurer de bien séparer l'eau et les





sédiments de la phase huileuse. On soutire et dispose de l'eau et des sédiments de l'ampoule à décanter. La phase huileuse est maintenue dans l'ampoule (**Figure 12**). La phase huileuse est versée dans une fiole de 25 ml, il faut rincer 2 fois l'ampoule avec une solution savonneuse (savon pour lave-vaisselle Fisherbrand, Sparkleen 2) de 4% non moussante déjà filtrée sur 0.45µm pour enlever les traces des huiles et des graisses résiduelles dans l'ampoule et verser le contenu de ces rinçages dans la même fiole. Cette fiole sera placée au réfrigérateur (4°C) jusqu'à l'étape de coloration (**Figure 13**). Recommencer ces étapes pour chacun des béchers à l'étuve.



Figure 12 : Séparation de la phase Eau-Huile à l'aide d'une ampoule à décanter



Figure 13 : Conservation de la phase huileuse dans les fioles de verre de 25 ml jusqu'à l'étape de coloration

Il faut noter que pour l'identification des microplastiques par spectrophotomètre infrarouge à transformée de Fourier : Nicolet iS50 FTIR et FT-IR de type Spotlight 200i l'étape de coloration est sautée. La solution huileuse est immédiatement filtrée sur le filtre de verre à 0,45 µm, la procédure de rinçage et de séchage est appliquée.





3.3 Coloration

Afin de pouvoir quantifier les microplastiques dans les échantillons des eaux usées, le rouge du Nil a été utilisé afin d'accentuer la fluorescence des microplastiques. (Jee et al., 2009). Cette coloration est très importante pour permettre de distinguer les microplastiques du sable, du verre et des métaux de basse densité qui sont parfois entrainés avec l'huile. Le rouge du Nil a été sélectionné comme colorant préférentiel pour l'étude du PVC, PS, HDPE, LDPE, PP, TPE et PTE à la suite d'essais préliminaires sur l'ensemble des standards utilisés. Une quantité de 0,0005 g du rouge du Nil en poudre a été pesée sur une balance analytique. Cette quantité a été introduite dans un volume d'éthanol de 50 ml afin d'atteindre une concentration de $10 \mu g/ml.$ (Shengdong Liu, 2022) Il faut s'assurer que la solution de rouge du Nil soit bien dissoute en agitant la solution à l'aide d'une tige de verre ou en fer. La solution de rouge du Nil est conservée dans un contenant en verre ambré et dans l'obscurité à une température de 4°C (Shengdong Liu, 2022). La bouteille contenant la solution de Rouge du Nil est enveloppée avec du papier d'aluminium afin de réduire la pénétration de la lumière pour maintenir son effet fluorescent. Une étude de dégradation des polymères étudiés dans le méthanol, l'acétone et l'éthanol a été complétée au Cteau. L'éthanol a été sélectionné comme solvant puisqu'aucune dégradation des microplastiques n'a été observée lors de cette expérience. Pour éliminer la présence de tout type de contamination, l'éthanol a été préfiltré sur une membrane de 0.45µm.

Pour colorer les microplastiques, on verse d'abord l'échantillon contenu de la fiole de 25 ml dans un erlenmeyer de 125 ml. Cette solution contenue dans l'erlenmeyer est ainsi préchauffée à l'étuve à 50°C pendant 15 minutes. Cette fiole de 25 ml est alors rincée avec 1 ml de solution de Rouge du Nil à 10 μ g/ml. (Shengdong Liu, 2022). Le colorant est ensuite versé dans l'erlenmeyer contenant la solution huileuse. Cette dernière étape doit être accomplie 3 fois en maintenant l'agitation de la solution huileuse et ceci pour un total de 3 ml de colorant. L'objectif est de procéder à une coloration des microplastiques en rouge ou en violet tout en limitant la dilution du colorant. Ensuite, la solution est replacée à l'étude (50°C) pendant 10 minutes et conservée au frigo à une température de 4°C (Lv et *al.*, 2019 & Shengdong Liu, 2022).





Figure 14 : Échantillon coloré chauffé à 50°C



<u>Figure 15</u> : Échantillon coloré refroidit prêt à être filtré

À la suite de l'étape de coloration, il faut procéder à la préparation de l'échantillon pour analyse au microscope à fluorescence. Pour ce faire, il faut noter la masse d'un pétrie de 47 mm et la masse d'un filtre de verre de 47 mm avec une porosité de 0,45 µm. Par la suite, on procède à l'étape de filtration sur le filtre de verre à 0,45 µm. Les microplastiques vont se déposer à la surface du filtre en ayant une coloration rose ou violette. Une étape de rinçage de l'erlenmeyer est réalisée une première fois avec la solution de savon non-moussant à 4% filtré à 0.45µm et une étape supplémentaire de rinçage avec 10 ml d'une solution avec un mélange acétone 30% et éthanol 70%. Une dernière étape de rinçage sera effectuée en utilisant 10 ml d'éthanol. Ce cycle de rinçage est une adaptation de la méthodologie établie par Crichton et al., 2019 pour l'extraction à l'huile des microplastiques. Une modification a dû y être apportée car les filtres contenaient des résidus d'huiles et une dégradation visible des microplastiques à leur surface lors des essais préliminaires au microscope à fluorescence. Les filtres sont ensuite placés dans une boite de pétri et laissés ouverts au dessiccateur (désinfecté et réservé au préalable), pour une période de 48h. Après l'étape de séchage, noter la masse totale incluant la masse du pétri, la masse du filtre et la masse de l'échantillon. L'échantillon est ainsi prêt pour être analysé par microscopie à fluorescence.

3.4 Identification et Quantification des Microplastiques

L'étape d'identification des microplastiques a tout d'abord été réalisée sur une solution synthétique ayant une concentration (10-100 g/L) et une composition connue (solution synthétique contaminée par PS, HDPE, LDPE, PVC et PP). Cette solution synthétique a servi principalement pour la calibration et pour le contrôle qualité. L'identification des





microplastiques a été effectuée à l'aide de deux types de spectrophotomètre infrarouge à transformée de Fourier : l'appareil Nicolet iS50 FTIR™ et le système de microscopie Spotlight 200i FT-IR. Les microplastiques ont été analysés dans la gamme 4000-550 nm. Le spectre résultant reflète les vibrations moléculaires que la molécule subit sous l'effet de la lumière en fonction de la longueur d'onde. Ce phénomène se traduit par l'apparition de pics liés aux fonctions que la molécule possède. En raison de la limite de détection par FT-IR, seulement les microplastiques ayant une taille entre 1000 µm et 1.6 µm ont été ciblés. Des microplastiques standards comme le PS, PET, LDPE, HDPE, TPE, PP et PVC ont été analysés pour comparer leurs spectres aux spectres des microplastiques dans les eaux usées. Il faut mentionner qu'avec l'appareil Spotlight 200i FT-IR, on est capable d'identifier d'autres types de microplastiques (voir section 4 Discussions). Dans un premier temps, les échantillons standards qui ont été préparés avec une quantité connue ont été analysés par FT-IR (Nicolet iS50) afin d'identifier les longueurs d'onde représentant chaque type de microplastique. L'ensemble des spectres des différents microplastiques analysés (HDPE, PP, PE, TPE, PS, PET) est présenté à l'Annexe 1. D'autres solutions synthétiques composées de plusieurs types de microplastiques ont été également analysées. La composition des solutions synthétiques est la suivante : Solution A (500 ppm) : TPE, PS, PE; Solution B (500 ppm) : PP, PET et Solution **C** (750ppm) : TPE, PS, PE, PET, PP.

Comme le montrent les figures présentées à l'**Annexe 1**, les spectres FT-IR obtenus ont été utilisés afin de déterminer les longueurs d'onde pour chaque type de microplastique et de différencier les microplastiques l'un de l'autre (analyse qualitative). Ensuite, les spectres obtenus pour chaque type de microplastique ont été comparés avec le spectre de la Solution C afin de valider la faisabilité d'analyse qualitative de chaque microplastique dans un mélange. Le **Tableau 3** présente les longueurs d'ondes expérimentales pour chaque type de microplastique et le **Tableau 4** présente les résultats de validation dans la Solution C. Avec la méthode FT-IR, il a été possible d'identifier les microplastiques dans un mélange de microplastiques.





Type de MP	Longueur d'onde (cm ⁻¹) >2000	Longueur d'onde (cm ⁻¹) <2000
PE	2915; 2850	717
TPE	-	745; 760; 765
PS	3023; 3050; 3071	1572; 1599
РР	2837; 2866; 2916; 2949	1454; 1375; 1167
PET	-	1242; 1712

Tableau 3 : Longueurs d'onde expérimentales pour chaque type microplastique

Tableau 4 : Validation des longueurs d'ondes pour chaque type de Microplastiques (Solution C)

Type de MP	Longueur d'onde (cm ⁻¹) >2000	Longueur d'onde (cm ⁻¹) <2000
PE	2915; 2845	-
TPE	-	693; 745
PS	3024; 3058; 3081	-
РР	-	1452
PET	-	Pics entre 870-1100

Par la suite, les échantillons d'eaux usées collectées et séparées ont pu être identifiés. En ce qui concerne la quantification par masse et la caractérisation des types de microplastiques par le microscope optique, ces deux méthodes ne sont pas qualifiées comme efficaces dans notre étude. Cela s'explique par la présence des autres substances (sables, silts etc.) qui ne permettraient pas de faire la distinction de la masse évaluée. De plus, il y a très peu de





caractéristiques visuelles qui permettent de distinguer ces autres substances des microplastiques au microscope optique. Voilà ce qui a mené au choix de la coloration des particules extraites pour permettre de différencier un microplastique d'un sédiment au microscope électronique à fluorescence. Les contaminants inorganiques présents après la digestion faussent donc la lecture des résultats pour la quantification par masse et la caractérisation des microplastiques.

La quantification des microplastiques détectés dans les eaux usées a été effectuée en utilisant principalement la microscopie électronique à fluorescence (Zeiss Axiovert 200 couplé à une caméra modèle QIMAGING Fast 1394 et le logiciel de comptage ImajeJ) (Shengdong Liu, 2022). La **Figure 16** présente la microscopie électronique à fluorescence qui a été utilisée dans le cadre de ce projet.



Figure 16 : Microscopie à fluorescence de type Zeiss Axiovert 200

Des essais d'excitation ont été complétés pour déterminer quelle longueur permet de visualiser l'ensemble des microplastiques qui peuvent être détectés et quantifiés lors de cette étude. (Shengdong Liu, 2022). Selon ces essais d'excitation, la lumière verte (500 nm- 550nm) excite l'ensemble des microplastiques standards testés qui produisent une fluorescence rouge, comme le montre la **Figure 17**. Cette fluorescence est uniquement dûe au colorant rouge du Nil. En effet, la méthode de coloration permet de pénétrer les polymères de microplastiques pour ensuite filtrer ces deniers sur un filtre de verre propre. Cette procédure permet d'avoir un arrière-plan dépourvu d'interférence. Le fait de ne pas avoir de colorant dans l'arrière-plan diminue le pourcentage d'erreur du logiciel de comptage, augmente la résolution et la précision. Chaque filtre, après la coloration, est visualisé sous la lumière verte (500 nm-





550nm) au microscope à fluorescence. Une photo de chaque quart du filtre est prise pour permettre une compilation représentative de l'ensemble du filtre (**Figure 18**) (Shengdong Liu, 2022). Cette étape est répliquée pour les tailles de fractionnement de 1 mm, 297 μ m, 53 μ m, 25 μ m et 1,6 μ m à chaque site d'échantillonnage. Les images prisent au microscope électronique sont ensuite analysées. Lors du traitement des images prises par la microscopie à fluorescence, des paramètres tels que la densité de pixel prise par la caméra du Zeiss Axiovert (300 ppi ce qui correspond à 11,81 pixel par mm) et l'amplification du Zeiss Axiovert (amplification totale de 80x) sont considérés.



Figure 17 : Échantillon standard de PS exposé à la lumière verte et fluorescent en rouge



Figure 18 : Nombre d'image capturé à chaque filtre de fractionnement







4. Discussions

4.1 Identification des microplastiques par FT-IR

4.1.1 Identification des microplastiques dans les échantillons réels par FT-IR de type Nicolet iS50

En considérant les résultats de calibration des différents types de microplastiques, les échantillons issus de différentes stations d'épuration le 18-02-22 ont été analysés et leurs spectres ont été comparés avec les spectres des standards de microplastiques. Le *Tableau 4* résume l'ensemble des échantillons qui ont été analysés.

Identification	Signification
R-D-L, aff.	Station de Rivière-du-Loup, affluent
1000 μm ; 297 μm; 50 μm; 25 μm; 1,6 μm	
R-D-L, inter.	Station d'épuration de Rivière-du-Loup,
1000 μm; 297 μm; 50 μm; 25 μm; 1,6 μm	inter-traitement
R-D-L eff.	Station d'épuration de Rivière-du-Loup,
1000 μm ; 297 μm; 50 μm; 25 μm; 1,6 μm	effluent
Vaudreuil-Dorion, aff.	Station d'épuration de Vaudreuil-Dorion,
1000 μm ; 297 μm; 50 μm; 25 μm; 1,6 μm	affluent
Vaudreuil-Dorion, eff.	Station d'épuration de Vaudreuil-Dorion,
1000 μm ; 297 μm; 50 μm; 25 μm; 1,6 μm	effluent
58t, 1A+1B	Station d'épuration 58t 1A+1B (affluent
1000 μm ; 297 μm; 50 μm; 25 μm; 1,6 μm	combiné)
58t, S2	Station d'épuration 58t, affluent avec
1000 μm; 297 μm; 50 μm; 25 μm; 1,6 μm	retour du filtrat de la filière des boues
58t, S4 (ou eff.)	Station d'épuration 58t, effluent
1000 μm ; 297 μm; 50 μm; 25 μm; 1,6 μm	

Tableau 5 : Liste des échantillons analysés par FT-IR de type Nicolet iS50

La <u>Figure 19</u> présente les spectres FT-IR des échantillons issus de la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion (affluent et effluent) et qui ont différentes tailles de filtration. Les résultats des autres échantillons issus de la station d'épuration 58t et Rivière-du-Loup sont présentés à l'Annexe 1.







Résultats de Qualification : Usine de Vaudreuil-Dorion, affluent

Figure 19 : Résultats des analyses FT-IR de l'affluent et l'effluent de la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion

Afin d'identifier les types de microplastiques qui peuvent être détectés à la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion, l'échantillon « Affluent » a été comparé avec les standards des microplastiques. Dans cet échantillon, les types de microplastiques qui ont été détectés sont principalement HDPE, LDPE et PS (**Figure 20**). Par comparaison, les types de microplastiques qui ont été détectés dans l'échantillon « Effluent » sont HDPE, LDPE, PET. Les comparaisons des autres échantillons sont présentées à l'**Annexe 1**.







Les rectangles rouges utilisées sur les spectres permettent de mettre en évidence les correspondances des microplastiques détectés avec ceux des standards.









Figure 20 : Comparaison de l'échantillon Affluent de la station d'épuration Vaudreuil-Dorion avec les standards (HDPE, LDPE, PS, TPE, PET et PP)







Le *Tableau 6* résume les types de microplastiques qui ont été identifiés dans les différents échantillons issus des trois stations d'épuration pour les dates d'échantillonnages du 18-02-22.

Nom d'échantillon	Type de MPs identifiés
Vaudreuil-Dorion, aff.	LDPE, HDPE, PS
Vaudreuil-Dorion, eff.	LDPE, HDPE, PET
R-D-L, aff.	LDPE, HDPE, TPE
R-D-L, eff.	LDPE, HDPE, PS, TPE, PET, PP
R-D-L, inter.	LDPE, HDPE, TPE, PET, PP
58t, S2	LDPE, HDPE, TPE
58t, S4 (ou eff.)	LDPE, HDPE, TPE, PET

<u> Tableau 6 :</u>	Types de microplastiques identifiés par FT-IR dans les différents
	échantillons issus des trois stations d'épuration.

4.1.2 Identification des microplastiques dans les échantillons réels par FT-IR de type Spotlight 200i

Des analyses complémentaires d'identification des microplastiques en utilisant un FT-IR de type Spotlight 200i (**Figure 21**) ont été également réalisées. Le FT-IR de type Spotlight 200i est équipé d'une base de données complète permettant d'identifier différents types de plastiques à part ceux sélectionnés comme standard à la section 4.1.1 Identification des microplastiques dans les échantillons réels par FT-IR de type Nicolet iS50.








Figure 21 : Système de microscopie FT-IR de type Spotlight 200i

Avec l'utilisation du FT-IR de type Spotlight 200i, les échantillons qui ont été analysés sont principalement : Vaudreuil-Dorion eff (1000 μ m, 297 μ m, 53 μ m, 25 μ m, 1,6 μ m); Vaudreuil-Dorion aff (1000 μ m, 297 μ m, 53 μ m, 25 μ m, 1,6 μ m) et un échantillon blanc environnemental. Pour chaque échantillon 5 emplacements sur le filtre de verre (2 mm * 2 mm) ont été scannés et par la suite pour chaque emplacement, 6 points de focus microscopique ont été analysés. La <u>Figure 22</u> ci-après montre l'analyse qui a été réalisé sur l'échantillon Affluent (1000 μ m) de la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion, soit principalement le polyéthylène (PE). Les autres points analysés de cet échantillon et les résultats des autres échantillons sont présentés à l'Annexe 1. Le <u>Tableau 7</u> résume les différents types de microplastiques qui ont été détectés dans les échantillons issus de la station d'épuration Vaudreuil-Dorion. Principalement, des microplastiques de type PP, PE, PTFE, PVDF, PVF, Ruban de caoutchouc et PVC ont été détectés à l'Affluent et l'Effluent de la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion. Il est possible de voir différents microplastiques détectés dans différentes fractions d'un même échantillon à l'aide du FT-IR de type Spotlight 200i.







CÉPR CQ

Centre d'études des procédés chimiques du Québec 28

f	ID	Couleur	Score de la recherche	Composant	Description du composant
1	1	235; 183;	0.491332	F60112	POLYOLEFIN (FE)
2	2	233, 131,	0.405082	PA0312	N-NITROSODIMETHYLAMINE
1	3	0: 161:	0.508163	FA0278	0.0-DI-N-OCTADECYL-3.5-DI-TERT-BUTYL-4-HYDR
7	4	169: 0: 97	0.52584	PA0286	2-(3.5-DI-TERT-BUTYL-2-HYDROXYPHENYL)-5-
	5	0.115.99	0.401806	AP0009	ETHYL CELLULOSE

Figure 22 : Vaudreuil-Dorion-aff : 1 mm (point : 1)







Nom d'échantillon	Type de MPs identifiés
Vaudreuil-Dorion-aff (1 mm)	PE, PP, PVF, Ruban de caoutchouc, csPE
Vaudreuil-Dorion-aff (297 µm)	PTFE, PVDF, PVF, Ruban de caoutchouc
Vaudreuil-Dorion-aff (53 µm)	PVDF, PE, Ruban de caoutchouc
Vaudreuil-Dorion-aff (25 µm)	PP, PE, PVC, PVF, Ruban de caoutchouc
Vaudreuil-Dorion-aff (1,6 µm)	PP, PVDF
Vaudreuil-Dorion-eff (1 mm)	PE, PP, PVDF, Ruban de caoutchouc
Vaudreuil-Dorion-eff (297 µm)	PE, PVDF, Ruban de caoutchouc
Vaudreuil-Dorion-eff (53 µm)	PE, PP, PVDF, PVF
Vaudreuil-Dorion-eff (25 µm)	PE, PVF, Ruban de caoutchouc
Vaudreuil-Dorion-eff (1,6 µm)	PTFE, PVF, Ruban de caoutchouc

Tableau 7 : Type de microplastiques identifiés à la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion pour leséchantillons collectés le 02-11-22 par FT-IR de type Spotlight 200i





4.2 Quantification des microplastiques dans les eaux usées municipales

À la suite du traitement des images, les analyses de particules ont pu être compilées pour chaque station d'épuration et par point d'échantillonnage pour permettre de calculer les concentrations, l'aire de recouvrement et le pourcentage d'enlèvement positif ou négatif selon la taille des particules (*Tableau 8-Tableau 15*).

4.2.1 Station d'épuration 58t

Un échantillonnage à la station d'épuration 58t a été effectué à la même période dans deux contenants différents (bouteilles en verre de capacité de 2.0 L versus bidons de plastique en HDPE de capacité de 20.0 L) afin d'estimer le degré de contamination de l'utilisation de bidons de plastiques (HDPE) dédiés à l'échantillonnage. On observe que les concentrations de MPs affluent dans le <u>Tableau 8</u> et <u>Tableau 10</u> se ressemblent beaucoup alors que les concentrations de MPs à l'effluent sont significativement différentes. Ce résultat semble contre intuitif du fait qu'on s'attendrait de voir une plus forte concentration de MPs dans les échantillons de HDPE. Des essais additionnels seraient nécessaires pour confirmer toute différence entre les contenants de verre et de HDPE. Il faut aussi prendre en considération que l'ensemble des échantillons a été conservé en dehors des conditions de dégradation thermique et de photo-oxydation du HDPE (Chamas et al., 2020), le risque de contamination étant alors limité. De plus, ceci permet une comparaison plus appropriée avec la station de Rivière-du-Loup où le volume d'eau de 20.0 L dans un bidon en plastique en HDPE a été priorisé dans l'optique de limiter les efforts d'échantillonnages nécessaires pour ce site éloigné.

Les résultats de quantification sont présentés dans les tableaux (*Tableaux 8 à 11*). Pour l'affluent de la station, des différences significatives de concentrations en MPs peuvent être observées entre les différents réseaux d'égouts, possiblement en lien avec des activités urbaines spécifiques. Il appert que des études plus approfondies devraient être accomplies pour préciser cette observation.

Les résultats d'efficacité présentés dans le *Tableau 9* indiquent certains pourcentages d'enlèvement négatifs et une variation qui n'est pas proportionnelle sur la série de taille. Il faut remarquer que les aires de recouvrement sont très petites ce qui entraine une marge d'erreur accrue lors du calcul du taux d'enlèvement. Une automatisation de la quantification pourrait





permettre d'acquérir plus, de données et d'améliorer la précision des lectures obtenues des filtres de verre. De plus, une analyse de l'intensité de la fluorescence pour mieux estimer la concentration et l'identification du microplastique serait à considérer (Liu et al., 2021). Ces pistes d'amélioration s'appliquent à l'ensemble des résultats de quantification.

Il est possible d'observer une concentration élevée de microplastique dans le bassin de mélange au site d'échantillonnage 2 affiché au *Tableau 10*. Le recyclage du filtrat du traitement des boues n'a pas été quantifié dans cette étude. Selon cette observation, il pourrait être pertinent de réaliser une étude complémentaire des MPs sur les filières de gestion des boues dans les stations.

Tableau 8 : Quantification des microplastiques par microscopie à fluorescence à la station d'épuration58t pour des échantillons collectés le 16-08-22 dans des bouteilles en verre

Taille des MPs observés	Moyenne de l'aire des MPs (mm²/L) Site 1A	Moyenne de l'aire des MPs (mm²/L) Site 1B	Moyenne proportionnelle au débit de l'aire des MPs (mm²/L) Site 1A + Site 1B	Moyenne de l'aire des MPs (mm²/L) Site 4
1 mm	0,009	0,080	0,020	0,114
297 um	0,001	0,092	0,015	0,012
53 um	0,045	0,013	0,040	0,042
25 um	0,005	0,001	0,004	0,019
1,6 um	0,004	0,008	0,005	0,003







Taille des MPs observés	Moyenne de l'aire des MPs (mm²/L) Site 4	Enlèvement des MPs selon l'aire par volume d'eau usée Site 1A + Site 1B vs Site 4 (%)
1 mm	0,114	-466,0
297 µm	0,012	24,3
53 µm	0,042	-6,2
25 µm	0,019	-336,1
1,6 µm	0,003	41,0

Tableau 9: Taux d'enlèvement des microplastiques à la station d'épuration 58t pour des échantillonscollectés le 16-08-22 dans des bouteilles en verre

Les taux d'enlèvement négatifs présentés au **Tableau 9** sont attribués à une quantité de microplastiques finale plus importante que la quantité de microplastiques initiale. On suppose que cette augmentation soit dûe à la fragmentation des microplastiques de taille plus grossière lors du traitement.







Taille des MPs observés	Moyenne de l'aire des MPs (mm ² /L) Site 1A	Moyenne de l'aire des MPs (mm ² /L) Site 1B	Moyenne proportionnelle au débit de l'aire des MPs (mm ² /L) Site 1A + Site 1B	Moyenne de l'aire des MPs (mm ² /L) Site 2	Moyenne de l'aire des MPs (mm ² /L) Site 4
1 mm	0,010	0,261	0,050	4,103	0,005
297 µm	0,000	0,078	0,013	3,559	0,004
53 µm	0,014	0,417	0,079	0,066	0,005
25 µm	0,004	0,432	0,073	4,055	0,019
1,6 µm	0,020	0,003	0,017	0,424	0,010

Tableau 10 : Quantification des microplastiques par microscopie à fluorescence à la station d'épuration de 58tpour des échantillons collectés le 16-08-22 dans des bidons de plastique en HDPE

<u>Tableau 11 :</u> Taux d'enlèvement des microplastiques à la station d'épuration 58t pour des échantillons collectés le 16-08-22 dans des bidons de plastique en HDPE

Taille des MPs observés	Moyenne de l'aire des MPs (mm ² /L) Site 4	Enlèvement des MPs selon l'aire par volume d'eau usée Site 1A + Site 1B vs Site 4 (%)
1 mm	0,005	90,9
297 µm	0,004	68,0
53 µm	0,005	93,9
25 µm	0,019	73,4
1.6 µm	0,010	40,9





4.2.2 Station d'épuration de Vaudreuil-Dorion

Les échantillons d'eaux usées traitées versus non traitées issus de la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion ont été collectés dans des bouteilles de verre. Les résultats d'analyses enregistrés au *Tableau 12* montrent un enlèvement variant de 41 à 98 % des microplastiques sur la gamme complète des tailles de microplastiques détectés dans les eaux usées. L'utilisation d'un traitement secondaire biologique couplé à une décantation lestée serait une filière de traitement favorable pour l'enlèvement des microplastiques. Toutefois, des études plus approfondies seront nécessaires pour préciser cette observation.

Taille des MPs observés	Moyenne de l'aire des MPs à l'affluent (mm²/L)	Moyenne de l'aire des MPs à l'effluent (mm²/L)
1 mm	0,296	0,175
297 µm	0,684	0,027
53 µm	0,450	0,007
25 μm	0,068	0,026
1,6 µm	0,067	0,031

<u>**Tableau 12 :**</u> Quantification des microplastiques par microscopie à fluorescence à la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion pour des échantillons collectés le 02-11-22 dans des bouteilles en verre







Tableau 13 : Taux d'enlèvement des microplastiques à la station d'épuration de Vaudreuil-Dorion pour
des échantillons collectés le 02-11-22 dans des bouteilles en verre

Taille des MPs observés	Moyenne de l'aire des MPs à l'effluent (mm²/L)	Enlèvement des MPs selon l'aire par volume eau usée affluent vs effluent (%)
1 mm	0,175	40,8
297 µm	0,027	96,1
53 µm	0,007	98,5
25 µm	0,026	62,6
1,6 µm	0,031	54,3

4.2.3 Station d'épuration de Rivière-du-Loup

En se basant sur les résultats de quantification des microplastiques détectés dans les eaux usées issues de la station d'épuration de Rivière-du-Loup, des taux d'enlèvement allant de 78% à 100% de microplastiques ont été enregistrés (*Tableau 15*). Ces bonnes performances enregistrées sur l'ensemble des tailles de microplastiques étudiées peuvent être attribuées au long temps de séjour d'un système de traitement biologique de type étang aéré et au couplage avec une décantation lestée en sortie, en particulier pour les plus fines particules. Des études plus approfondies seront nécessaires pour préciser cette observation.







Taille des MPs observés	Moyenne de l'aire des MPs à l'affluent (mm²/L)	Moyenne de l'aire des MPs à l'inter- traitement (mm²/L)	Moyenne de l'aire des MPs à l'effluent (mm²/L)
1 mm	0,0447	0,0125	0,0097
297 µm	0,0492	0,0240	0,0057
53 µm	0,0440	0,0003	0,0072
25 µm	0,0637	0,0015	0,0008
1,6 µm	0,2442	0,3650	0,0007

<u>**Tableau 14**</u>: Quantification des microplastiques par microscopie à fluorescence à la station d'épuration de Rivière-du-Loup pour des échantillons collectés le 16-08-22 dans des bidons de plastique en HDPE

<u>**Tableau 15 :**</u> Taux d'enlèvement des microplastiques à la station d'épuration de Rivière-du-Loup *pour des échantillons collectés le 16-08-22 dans des bidons de plastique en HDPE*

Taille des MPs observés	Moyenne de l'aire des MPs à l'effluent (mm²/L)	Enlèvement des MPs selon l'aire par volume eau usée affluent vs effluent (%)
1 mm	0,0097	78,27
297 µm	0,0057	88,36
53 µm	0,0072	83,67
25 µm	0,0008	98,72
1.6 µm	0,0007	99,71





4.3 Étude comparative entre les trois stations d'épuration des eaux usées

Les tableaux ci-dessous présentent une comparaison entre les taux d'enlèvement enregistrés dans chacune des stations d'épuration étudiées. Une amplification des microplastiques de petites tailles est observée pour l'ensemble des stations d'épuration suivies. Cette amplification est associée à la dégradation des microplastiques de grandes tailles en microplastiques de petites tailles. Pour améliorer l'enlèvement des microplastiques, il semble être plus avantageux d'avoir une chaîne de traitement qui combine à la fois un traitement biologique et un traitement physico-chimique tel que dans les stations d'épuration de Vaudreuil-Dorion et de Rivière-du-Loup. Les longs temps de séjour dans les étangs aérés seraient également un facteur favorable à l'enlèvement des microplastiques. Ces observations mériteront d'être validées par d'autres études complémentaires.

Tableau 16 : Comparaison des taux d'enlèvement des microplastiques entre la station d'épuration 58t et la station d'épuration Rivière-du-Loup (échantillons récoltés dans des bidons de plastique en HDPE)

Station d'épuration	58t	Rivière-du-Loup
Taille des MPs observés	Enlèvement des MPs selon l'aire par volume d'eau usée Site 1A + Site 1B vs Site 4 (%)	Enlèvement des MPs selon l'aire par volume d'eau usée affluent vs effluent (%)
1 mm	90,9	78,27
297 µm	68,0	88,36
53 µm	93,9	83,67
25 µm	73,4	98,72
1.6 µm	40,9	99,71





Tableau 17 : Comparaison des taux d'enlèvemen	t des microplastiques entre la station d'épuration 58t et la
station d'épuration de Vaudreuil-Dorion	(échantillons récoltés dans des bouteilles en verre)

Station d'épuration	58t	Vaudreuil-Dorion
Taille des MPs observés	Enlèvement des MPs selon l'aire par volume d'eau usée Site 1A + Site 1B vs Site 4 (%)	Enlèvement des MPs selon l'aire par volume d'eau usée affluent vs effluent (%)
1 mm	-466,0	40,8
297 µm	24,3	96,1
53 µm	-6,2	98,5
25 µm	-336,1	62,6
1.6 µm	41,0	54,3





5. Conclusion et recommandations

Ce projet de recherche a permis de mettre au point une méthode d'échantillonnage, de digestion, d'extraction, de coloration, d'identification et de quantification des microplastiques détectés dans les eaux usées municipales. Également, une étude comparative à travers le suivi de trois stations d'épuration au Québec a permis d'estimer la capacité des procédés de traitement mis en place pour dégrader les microplastiques. En effet, une méthode d'identification utilisant un FT-IR a permis de détecter plusieurs types de microplastiques (PP, PS, PVC, HDPE, LDPE) dans chacune des stations d'épuration étudiées. De même, la microscopie à fluorescence utilisée dans le cadre de cette étude a permis de quantifier à l'entrée et à la sortie les microplastiques détectés. Le couplage d'un procédé physico-chimique combiné à un procédé de traitement biologique pourrait être une bonne solution pour améliorer l'enlèvement des microplastiques dans la chaîne de traitement des eaux usées municipales. Il est recommandé dans la poursuite des activités du projet de faire appel à d'autres techniques d'analyses d'identification et de quantification plus pointues tels que Pyrolyse--GC-Orbitrap MS. Il est important de faire un suivi intensif tout au long de l'année pour ce qui concerne la charge des microplastiques que les eaux usées contiennent. De même, une identification et une quantification des types de microplastiques détectés dans les biosolides générés de la station d'épuration sera un sujet d'étude pertinent considérant la gestion des filtrats dans les stations et qu'ils sont considérés comme une matière fertilisante sur les terres agricoles.





6. Références

- Akarsu, C., Halil, K., Kerem G,g., Kıdey E,A., et Sanchez V,A, (2020) Microplastics composition and load from three wastewater treatment plants discharging into mersin bay, north eastern mediterranean sea. Marine pollution bulletin, 150 :110-776.
- Anderson, J., Park, B., et Palace, V., 2016. Microplastics in aquatic environments: implications for canadian ecosystems. Environmental Pollution, 218 :269–280.
- Andrady, A., 2011. Microplastics in the marine environment. Marine pollution buletin, 62(8): 1596–1605.
- Austin Scircle, J. V. (2020). etecting and Quantifying Microplastics in Bottled Water using Fluorescence Microscopy: A New Experiment for Instrumental Analysis and Environmental Chemistry Courses. Journal of Chemical Education, 234-238.
- Barnes., D et Milner., P, 2005. Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the atlantic ocean.Marine Biology, 146(4) :815–825.
- Beiras, R., Muniategui, S., Rodil, R., Tato, T., Montes, R., Ibáñez, L, S., Concha, G, E., Campoy, P,L., González, N., et Quintana, J, 2019. Polyethylene microplastics do notincrease bioaccumulation or toxicity of nonylphenol and 4-mbc to marine zooplank-ton.Science of the Total Environment, 692 :1–9.
- C [14] Crisatldi, A., Fiore, M., Zuccarello, P., Oliveri Conti, G., Grasso, A., Nicolosi I., Copat, C., et Ferrante, M. 2020. Efficiency of Wastewater Treatment Plants (WWTPs) for Microplastic Removal: A Systematic Review. International Journal of Environmental Research Public Health, 17(21), 8014.
- Chamas, A., Moon, H., Zheng, J., Qiu, Y., Tabassum, T., Hee Jang, J., Abu-Omar, M., Scott, S.L., Suh, S. 2020. Degradation Rates of Plastics in the Environment. ACS Sustainable Chem. Eng., 8, 9, 3494-3511 https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06635
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., et Tamara S Galloway, 2011. Micro-plastics as contaminants in the marine environment: a review. Marine pollution bulletin, 62(12):2588–2597.



- Covernton, G.A., Pearce, C.M., Gurney-Smith, H.J., Chastain, S.G., Ross, P.S., Dower, J.F., and Dudas, S.E. 2019. Size and shape matter: A preliminary analysis of microplastic sampling technique in seawater studies with implications for ecological risk assessment. Sci. Total Environ. 667: 124–132. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.02.346.
- Crawford, C.B., and Quinn, B. 2017a. Microplastic collection techniques. In Microplastic Pollutants. Edited by C.B. Crawford and B. Quinn. Elsevier Inc. pp. 179–202. doi:10.1016/b978-0-12-809406-8.00008-6.
- Crichton, E.M., Noël, M., Gies, E.A., Ross, P.S., A novel, density-independant and FTIRcompatible approach for rapid extraction of microplastics from aquatic sediment, Analytical Methods, 2019, 9, 1419-1428
- Derraik, J., 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review.Marine pollution bulletin, 44(9) :842–852.
- Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Carolyn, B., Zellers, A., Edwards, W., Farley, H., et Amato, S, 2013. Microplastic pollution in the surface waters of the laurentian great lakes. Marine pollution bulletin, 77(1-2):177–182.
- Geyer, R., Jambeck, J.R., Law, K.L., 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made. Sci. Adv. 3 (7), e1700782. https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782.
- Gouvernement du Québec. 2008. Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementales. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. Lien Web : https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/index.asp
- Imran, A., Tengda, D., Changsheng, P., Iffat, N., Huibin, S., Li, J., et Liu, J., 2021 Micro and nanoplastics in wastewater treatment plants: Occurrence, removal, fate, impacts and remediation technologies a critical review. Chemical Engineering Journal, page 130-205.
- Ah-Young Jee, Soohyun Park, Haneul Kwon, Minyung Lee. 2009. Excited state dynamics of Nile Red in polymers. Chemicall Physics Letter, 477, 112-115.
- Lee, J., et Chae, K. J. 2021. A systematic protocol of microplastics analysis from their identification to quantification in water environment: A comprehensive review. Journal of Hazardous Materials, 403, 124049.



- Liyouan, H., Kumar, D., Yoo, C., Gitsov, I., et Majumder, E, 2021. Conversion and removal strategies for microplastics in wastewater treatment plants and landfills. Chemical Engineering Journal, 406 :126-715.
- Lv, L., Qu, J., Yu, Z., Chen, D., Zhou, C., Hong, P., ... & Li, C. (2019). A simple method for detecting and quantifying microplastics utilizing fluorescent dyes-Safranine T, fluorescein isophosphate, Nile red based on thermal expansion and contraction property. Environmental Pollution, 255, 113283.
- MAMOT. 2014. Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2013. Récupéré depuis http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eauxusees/ouvragesmunicipaux/omaeu-mamot/2013.pdf
- Masura, J., et al. 2015. Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48
- Ryan, P., and Moore, C., and Franeker, J., et Moloney, C., 2009. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364 :1999-2012.
- Shengdong Liu, E. S. (2022). What have we known so far for fluorescence staining and. Front. Environ. Sci. Eng., 8
- Shima Ziajahromi, Peta A. Neale, Llew Rintoul, Frederic D.L. Leusch, Wastewater treatment plants as a pathway for microplastics: Development of a new approach to sample wastewaterbased microplastics, Water Research, Volume 112, 2017, Pages 93-99, ISSN 0043-1354, [En ligne] https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.01.042.
- Teledyne Isco Revision Y. 2015. Avalanche Installation and Operation Guide. Avalanche. Lien Web: https://www.teledyneisco.com/enus/waterandwastewater/Pages/Avalanche.aspx.





7. Annexes

7.1 Annexe 1-(Analyses au FT-IR)











В

CÉPR CQ

Centre d'études des procédés chimiques du Québec Collège de Maisonneuve







Figure 23 : Longueur d'onde pour chaque standard de microplastique



























Figure 24 : Comparaison des spectres pour chaque type de microplastique avec les spectres des solutions A, B et C



F























<u>Figure 25 :</u> Comparaison de l'échantillon Effluent issu de la station d'épuration Vaudreuil-Dorion avec les standards (LDPE, HDPE, PS, TPE, PET et PP)



Ι









J







<u>Figure 26 :</u> Comparaison de l'échantillon Affluent issu de la station d'épuration de Rivière-du-Loup avec les standards (LDPE, HDPE, PS, TPE, PET et PP)

























<u>Figure 27 :</u> Comparaison de l'échantillon Effluent issus de la station d'épuration du Rivière-du-Loup avec les standards (LDPE, HDPE, PS, TPE, PET et PP)

















Figure 28 : Comparaison de l'échantillon inter-traitement issu de la station d'épuration Rivière-du-Loup avec les standards (LDPE, HDPE, PS, TPE, PET et PP)



CÉPR CQ

Collège de Maisonneuve







Q

CÉPR CQ

Centre d'études des procédés chimiques du Québec Collège de Maisonneuve















Figure 29: Vaudreuil-Dorion-aff: 1 mm (point 1 à 5)














CÉPRÓCQ	U
Centre d'études des procédés chimiques du Québec	
Collège de Maisonneuve	

4 Analyses 💌 AFF 279	L Darder I	e parametrage	Ar	halyse Analyse Markers	scanalyse interrompre	Fond Surveiller	Microscope Ajuster	vers le haut Aju
ge Vue Image 21 Table de résu	iltata Recherche							
		Afficher les résult Rechercher	tats du processus su					
-1574.00		Tout Mi	arqueurs					
		(王 Couleur	Composant Nom comp	osé	Composants Aire (mm ²)	% Aire		
-2000.00 -	٠	235, 183,	CT0003 ARAMID (N PA0312 NUNTROS		0.01	0.25		
40		0, 161; 159, 0, 97	AP0077 POLY(VIN) PA0265 TRIS(4-TE	L FORMAL) RT-BUTYLPHENYLIPHOSPHAT	0.01 E 0.01			
ę 1	* • _•	0, 115, 99	AP0002 ALGINIC A AP0075 POLY(VIN)	CID SODIUM SALT	0.01	0.25		
	*				Marqueurs			
-3000.00 -		Couleur	Score de la recherche Con	nposant Description du c	composant			
			0.5/39/6 CTC 0.424167 PA0	312 N-NITROSODIN	AETHYLAMINE			
		169.0.97	0.385892 PA0	265 TRIS(4-TERT-B	UTYLPHENYL)PHOSPHATE			
-3574.00	2000.00 2	2882.00	0.486034 AP0	076 POLY(VINYL FL	UORIDE)			
	hw							
thoner le graphique 📋 Athonage	automatique							
4145- 4000								
3500- 3000-								
2500-							1	
2000-						Ň.	1	
1000-							1	
500-	Contraction of the second s	A rate Al de				Aller	mar alle Milling	
-0. -195- Property 4990, Connections State 7	the Forensis 3500 and Consider the	prouse Scientit3000	ner ATB of Polym2500	2000		1500	1000	and the state of the
Nom	Description	provine uscentererbystems, inc.;Perkin-Elf	and any of Polymers abrary	cm-1				
	ARAMID [NOMEX]							
- AP0077	POLY(VINYL FORMAL)	10374722						
PA0265 AP0002	TRIS(4-TERT-BUTYLPHENYL)PHOS	SPHATE						
	ALGINIC ACID SODIUM SALT							
4 Analyses • AFF 2	ALGINIC ACID SODIUM SALT POLY(VINYL FLUORIDE) 79 mic(2) p4 Échantill & Charge	r le paramétrage	ican) to continue	nalyse Analyse Markers	Scanalyse Interrompr	Fond Surveiller	Microscope Ajuster	vers le haut Aju
AP0076 4 Analyses • AFF 2 Image Vue Image 22 Table de r	ALGINIC ACID SODUM SALT POLY(VINYL FLUORIDE) 79 mic(2) p4 Échantill ¥ Charge ésultats Recherche	rle paramétrage Protos (S Afficher les résultats du proc Recharcher	can) to continue	Malyse Analyse Markers	P <u>SQP</u> → □ Scanalyse Interrompr	Fond Surveiller	Microscope Ajuster	vers le haut Aju
AP0076 4 Analyses AFF 2 Image Vue Image 22 Table de r 1184.00	ALGNIC ACU SODIUM SALT POLYVINYL RLUORIDI) 79 mic(2) p4 Échanoli ¥ Charge ésultas Recherche	r le paramètrage Press. (S Afficher les rélearcher Reschercher Tout Margauss	can) to continue essus st V	nalyse Analyse Markers	Kar v interompt	PI∩ P ■ Fond Surveiller	Microscope Ajuster	73 Vers le haut Aju
AP0076 4 Analyses AFF 2 Image Vue Image 22 Table de r 1184.00	ALGNIC ACU SODIUM SAT POLYVINK RUDRIDI) 79 mic(2) p4 Echantill Charge ésultas Recherche	rle paramètrage Pross (S Afficher les résults du proc Rechercher Tot Margauss Couleur Connexes	can) to continue essus si	nalyse Analyse Markers	Composants Aire (rm ²)	Fond Surveiller	Microscope Ajuster	vers le haut Aju
AP0076	ALGNIC ACU SODIUM SAT POLYONY, RUDRIDI) 79 mic(2) p4 Echantili ¥Charge ésultas Recherche	Afficher les résultats du proce Recharcher Tod. Margueurs Content 2005 105 Content Con	can) to continue	Inalyse Analyse Markers	Composents Aire (rom ²) % 0 001 002	Fond Surveiller	Microscope Ajuster	vers le haut Aju
APD076 4 Analyses AFF 2 Image Vue Image 22 Table de n 1184.00	Adonic AcU Sobility Sat Polyonic FLUoribi 79 mic(2) p4 Echantil E Charge ésultas Recherche	Afficher les résultats du proce Recharcher Text Margurus Couleur 225, 113 Composi- 225, 113 Composi- 225, 113 Composi- 225, 113 Composi- 225, 113 Composi- 25, 115 Composi- 25,	ean) to continue	CF) CF	V602	Pice Fond Surveiller	Microscope Ajuster	vers le haut Aju
AP0076 4 Analyses • AFF 2 Image 22 Table de 1184.00 2000.00 -	Adonic ACD Sobility Sal Polycinit, RUDRIDI 79 mic(2) p4 Echantil Charge ésults: Recherche	Afficher les résultats du proc Rechercher Tot. Margueurs Couleur Composi- 2031 331 - Pont54 Couleur Confession 2031 331 - Pont54 Couleur Co	can) to continuo essut s.	OF) COPICE EEACONNYLETHYL S DIETHYL BEACONNYLETHYL S RUEN ROUND STRUCONE (DL) JANKE	Prigg Number Scanadyse Intercomposition Aire (mm²) % 001 02 001 02 001 02 001 02 001 02 001 02 001 02 001 02	Fond Surveiller	Microscope Ajuster	ers le haut Aju
AP0076	Adonic Add Sodiith Sat Polyonic Euloribi 79 mic(2) p4 Echanoli I Charge ésulas Recharche	Aff-her its réaultats du proc Rechercher Tot.f. Margueus Ø. Couleur Confost 233.131 Phot25 (G 105.057 Phot25 (G 105.057 Phot25 (G 105.057 Phot25 (G 0.157 Phot25 (G 0.157 Phot25 (G 0.157 Phot25 (G	ean) to certificae eaus si V Non corposé FLUGRCARENT PY DOWN LENZES (O) CTAR 7 ANA FUBER SF (1) 56 50 AUXTOR CHLCR 70 AUXTOR H-NITROSOMETINY	DP] S DETM. BEAZARMLETHAL RIBON ROUND VISILOXANE (65) OF CL) JANNE	Kondyse Intercept Composants No Asia (mm*2) % 001 02	Fond Surveiller	Microscope Ajuster	ers le haut Aju
AP0076	Adonic ACD Sobility Salt Potryonet FLUorid) 79 mic(2) p4 Échantil écultato Recherche	Affolder fas rédultats du proce Rechercher Coulour Cou	can) to continue essus s. essu	CPI CPI CPIENTH, BEAZMINGLETH, CPIENTH, BEAZMINGLETH, CPIENTH, BEAZMINGLETH, CPIENTH, BEAZMING CPIENTH, CPIENT	Composants Intercomposants Aire (mm*2) 1 % 2 0.61 0.22 0.61 0.22 0.61 0.22 0.61 0.22 0.61 0.22 0.61 0.22 0.61 0.22 0.61 0.22 0.61 0.22 Marguours 4	Fond Surveiller	Microscope Ajuster	► 3
AP0076	ALGNIC ACU SOUIM SAT POLYVINK FLUORID) 79 mic(2) p4 Eshantil 6 eulats Recherche	Alicher les résultais du proc Recharcher Couleur Coule	can) to continue essus s. essu	DD Construction	Komposets Intercompr Scanayse Intercompr Are (mr/2) % / 0.01 0.25 0.01 0.22 0.01 0.22 0.01 0.22 0.01 0.22 Margueurs THM. Beckmont Errink. THM. DB.COM NOUNCETHIN. Composet	Fond Surveiller	Microscope Ajuster	► 3 Provens le haut Aju
AP0076	ALGNIC ACU SOUIM SAT POLYVNY, RUURIDI)	Afficher les résultats du proce Rechercher Tod. Margueurs Content Content Content Score de Content Score de Content Content Content Content Content Content Content Content Content Content Content Content Content Content </td <td>ant Nom composed PLDD/RDL/RDL/RDL/RDL/RDL/RDL/RDL/RDL/RDL/</td> <td>Di Tablyse Analyse Markers Analyse Markers Control Bekcommunication Control Control Control Control Control Control</td> <td>Compositis Scanalyse Intercompo- design of the second second second second second second second second second seco</td> <td>Fond Surveiller</td> <td>Microscope Ajuster</td> <td>ren se haut Aju</td>	ant Nom composed PLDD/RDL/RDL/RDL/RDL/RDL/RDL/RDL/RDL/RDL/	Di Tablyse Analyse Markers Analyse Markers Control Bekcommunication Control Control Control Control	Compositis Scanalyse Intercompo- design of the second second second second second second second second second seco	Fond Surveiller	Microscope Ajuster	ren se haut Aju
-AP0076	ALGNIC ACU SODIUM SAT POLYONY, RUDORDI)	Afficher les résultats du proce Rechercher Tod. Margurus Ocidear Conjean Ocidear Score de Ocidear Score de<	ecin) to continue	CF)	Prigg Composants Scanegos Intercompression Aire (mm*2) % 0 01 020 0 01 020 0 01 020 0 01 020 0 01 022 Margueurs EthYn, BERZONIWLETHYL, BERZONI	Fond Surveiller	Microscope Ajuster	n an
APD076	Adonic ACD Sobility Sal	Text parameters Pross. (Sr Afficher les résultats du proce Recharcher Text Margurus V Couleur Couleur Compess 233, 131 Ph/2009 0, 15, 160 Ph/2009 0, 16, 160 OL343988 0, 161, 16 Julyasse 0, 164, 160 OL343988 0, 062, 166 Julyasse 0, 164, 160 Julyasse 0, 062, 166 Julyasse	caln) to continue	DP) CP) CP) CP) CP) CP) CP) CP) C	Migging on the second	Fond Surveiller	Z Microscope Ajuster	₩3 Parti - Aju Aju
AP0076	Adonic ACD Sobility Sall Polycyner, FLUorib)	Afficher iss résultats du proc Rechercher Tod. Margueurs Couleur Compose 2031 311 492015 Couleur Couleur 2031 311 493015 Couleur 2031 493015 Couleur 2031 493015 Couleur 2031 493015 Couleur 2031 4930	can) to continue essus 5. essus 5. FLUGACATED CONSOL Non composé FLUGACATED (P) DUNN ENCERCE (C) CONTRACTOR CONSOLNE (I) ANTER SOLNE (I) ANTER SOLNE (I) FLUGACATED (P) FLUGACATED (DFI S DIETHY, BENZXINYLETHYL, N DIETHY, BENZXINYLETHYL, N DIETHY, BENZXINYLETHYL, N DIECH ROUND Description du composant FLUCIROCARECH (PODE) Description du composant PLUCIROCARECH (PODE) CHLUCIROCARECH (PODE) CHLUCIROC	Mage Land Scansbyse Intercorpt Composants % Asia (nm*2) % 001 0.22 001 0.22 001 0.22 001 0.22 001 0.22 001 0.22 001 0.22 Margueur Asia 001 0.22 Margueur 0.24 001 0.23 Margueur 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 000 0.24 00	Fend Surveiller	Microscope Ajuster	— 3 Hers le haut Aju
- APD076	ALONIC ACU SUDIUM SAT POLYVINI, FLUORIDI, 79 mic(2) p4	College College College Congest Congest <	can) to continue essus si essu	PP	Composants Lintercomposants Jaie (nm*2) % (a) % (b) % (b) %	Fond Surveiler	Microscope Ajutter	—————————————————————————————————————
AP0076	Alcanic ACD Scottion Salt Potryoner, FLUorido, S 79 mic(2) p4 Eshantil E Charge ésultas Recherche 2000.00 262 pm 2000.00 262 ge adamatique	Alicher les résultait du proc Recharcher 704 Margueurs 204 IBA 204 IBA	can) to continue essus as	CPI	Composants Scanalyse Intercomposants Aire (mm*2) 12, 22, 23, 23, 23, 23, 23, 23, 23, 23, 2	Fond Surveiller	Microscope Ajutter	a terre le haut Aju
-AP0076	ALGANIC ACU SODIUM SAT POLYVINK FLUORIDI) 79 mic(2) p4 Ethantil E Charge ésultas Recherche 2000.00 262 pm 2000.00 262 ge sutemalque	Reparametrage Votas (S Recharcher Tod. Wanguers Coulour Congress 0,161, 16, 037 0,161, 16, 16 0,161, 16, 16 0,161, 160, 160, 160, 160, 160, 160, 1	can) to continue	Dr) Dr) Dr) Dr) Dr) Dr) Dr) Dr)	Progr Land Scansight Intercompt Composants X/L Aire (mr/2) X/L 0 of 0 0.22 0 of 0 0.22 Margueurs Entercompt Entervision 0.01 0 of 0 0.22 Margueurs Entervision Entervision 0.01 0 of 0 0.22 Margueurs Entervision Entervision 0.01 0 of 0 0.23 Margueurs Entervision	Fond Surveiller	Microscope Ajuster	Aju
AP0076	Alcanic ACD Scotti AS	Image: Second	ecin) to continue	CFI	Prigg Visit Scansiyin Intercompr Aire (mm/2) % Aire (mm/2) % 001 0.20 001 0.20 001 0.22 Margueux Margueux China BRAZMINI LEHNT,	Fond Surveiller	Microscope Ajuster	₩ 3 Haut Aju
AP0076	Alcanic ACD ScottiM SAT POLYONKE FLUORIDI)	reparameterg Pross (6) Afficher les résultats du proce Recharcher Text Margueure Couleur Conjeure 225, 118, 02 Proces 225, 118, 02 Proces 225, 118, 02 Proces 0, 15, 59 Proces 235, 118, 02 Proces 0, 15, 59 Proces 235, 118, 03 Proces 0, 15, 59 Proces 235, 118, 03 Proces 235, 118, 03 Proces 235, 118, 03 Proces 235, 118, 03 Proces 0, 11, 09 Oxistati 0, 11, 09 Oxistati 0, 00 Oxistati 0, 00 Oxistati 0, 00 Oxistati	caln) to continue	OF) Comparing the second seco	Prigg Instant Scansiys Intercompt Lare (nor*2) % Jare (nor*2) % 0 01 0.2 0 01 0.2 0 01 0.2 0 01 0.2 0 01 0.2 0 01 0.2 0 01 0.2 0 01 0.2 0 01 0.2 0 01 0.2 0.01 0.2 Margueut Margueut THYL BERZMENT, BOOK FOUND 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	Fond Surveiller	Z Microscope Ajuster	₩3
APD076	ALORIC ACE SOUTH SAT POLYVINI, FLUORID) 79 mic(2) p4 Eshantil E Charge eurlata Recherche 2000.00 262 µm 2000.00 262 pm adometajar	rle parameterge Pross. (S) Affcher les résultats du proce Recharcher Tot.1 Margures Q Couleur Compess 2,23,131 Photos Photos 2,23,131 Photos Photos 0,15,59 Photos Photos 0,161 0.039802 Photos 0,161 0.039802 <td>caln) to continue</td> <td>DF) S DIETHY, BENZXMYNLETHYL, N DIETHYL, BENZXMYNLETHYL, N DIETHYL, BENZXMYNLETHYL, MARINE Description du composant FLUDROCLARSON (PODB) CHAR JYNNY, DI YSD, CHAR JYNNY,</td> <td>Mage Intercept Scansbyse Intercept Composants % Aire (nm*2) % 001 022 001 023 001 024 001 024 001 024 001 024 001 024 001 024 001 024 001 024 003 024 004 024 005 024 005 024 005 024 005 024 005 024 005 024 005 024 005 024 005 024 005 024 024 024 025 024 026 024 025 024 026 024 027 024 028 024</td> <td>Fend Surveiller</td> <td></td> <td>Benevic Aju</td>	caln) to continue	DF) S DIETHY, BENZXMYNLETHYL, N DIETHYL, BENZXMYNLETHYL, N DIETHYL, BENZXMYNLETHYL, MARINE Description du composant FLUDROCLARSON (PODB) CHAR JYNNY, DI YSD, CHAR JYNNY,	Mage Intercept Scansbyse Intercept Composants % Aire (nm*2) % 001 022 001 023 001 024 001 024 001 024 001 024 001 024 001 024 001 024 001 024 003 024 004 024 005 024 005 024 005 024 005 024 005 024 005 024 005 024 005 024 005 024 005 024 024 024 025 024 026 024 025 024 026 024 027 024 028 024	Fend Surveiller		Benevic Aju
APD076	ALGANIC ACLE SCOUMA SAT POLYVINKI, FLUORIDI, 79 mic(2) p4 Eshantil B esuitata Recherche 2000.00 ge m.domatique	Color 20100 (Color Afficher les résultats du proce Rechercher Tot Marganurs Colleur Consert 0.161, p. 19137 0.161, p. 19137 0.233, 131, P. Antra 0.070020 0.10, 0.35, 0.51, P. 0.035005 0.05005 0.00 0.05005 0.05005	can) to certificae essus si essus si essus t Non composé PEUGROAREDH (P) DONNENCESE (0) CTAR / ANA RUBBER SR (1) 56 SO ANTOLO CHICAROANUM M (4) ANTRO SCOME TH ANTRO SCOME	PPI PICARON DE CARDON DE	Composets Intercorp. Sensitys Nu Asia (m*?) Nu 001 022 001 022 001 022 001 022 001 022 001 022 001 022 001 022 001 022 01 02 02 051 02 051 02 051 02 051 02 051 02 051 02 051 02 051 03 042 045 051 02 051 02 051 03 042 045 051 045 051	Pend Surveiller	Microscope Ajuster	ale dulla a
APD076 4 Analyses AFF 2 4 Analyses AFF 2 1184.00 2000.00 3000	Accence ACID SODIUM SALT POLYVINK FLUORID)	Context Section 2007 Context Section	can) to continue essus as essue as essus as essus as essus as essus as essus as essus as essue as essue as essus as essus as essue as essu	Di Control Biology Analyse Markers Di Control Biology Analyse Markers Di Control Biology Analyse Markers Discontrol Biology Analyse Control	Corposats Scaralyse Intercorpo Corposats 2 are rem*2) 52 0 01 022 0 02 02 0 01 022 0 02 02 0 01 02 0 02 0	Fond Surveiller	Ajuter	vers le haut Aju
AP0076	ALGARIC ACUS SOURM SAT POLYVINK FLUORIDI) 79 mic(2) p4 Eshantil E Charge deutats Recherche 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	Reparametrage (Values) (S Reparametrage (Values) (Values) (S Recharcher Tod. Marguers College (Values) (ectin) to contrinuo	CFJ CFJ CFJ CFJ CFJ CFJ CFJ CFJ	Prigg Intercorpor Scansigner Intercorpor Aire (mr/2) % Aire (mr/2) % 001 022 001 022 Margueurs 22 Chargueurs 23 Chargueurs 24 Chargueurs 24 Chargueurs 24	Fond Surveiller	Ajuster	vers le haut Aju
APD076 APD076 AFE 2 AF	Alcanic ACD Scotti AS	Image: Science	cally to contrinue	DF) Children Courter	Vigit Intercomposition Scansiys Intercomposition Aire (mm*2) % 001 0.20 000 0.20 001 0.20 000 0.20 001 0.20 000 0.20 001 0.20 000 0.20 001 0.20 0000 0.20 00	Fend Surveiller	Ajuster	vers le haut Aju
APD076 4 Analyses AFF 2 4 Analyses AFF 2 184.00 2000.00 3000.00 3000.00 3000.00 4000 400 4	ALONIC ACE SOUTH SAT POLYVINK FLUORED)	Image: second	call) to continue essut 5. essut 5. t Non composé function of the second function of the second function function of the second function of the second function function of the second function of the second function function of the second function of the second function function of the second function of the second function of the second function function of the second func	DP) (x DIETING, BEAZAMAYLETHYL, R DIETING, BEAZAMAYLETHYL, R DIETING, BEAZAMAYLETHYL, R DIETING, BEAZAMAYLETHYL, PLOCINGCAREON (PCOP) (CHAP AND HEREON (PCOP) (CHAP	Mage Intercented Composants % Aire (m*2) % 051 022 051 023 051 023 051 024 051 022 061 024 061 024 061 024 061 024 061 024 061 024 061 024 061 024 061 024 061 024 061 024 061 024 061 024 061 024 061 024 061 024 061 024 074 024 084 024 094 024 094 024 094 024 094 024 094 024 094 024	Pend Surveiller	Ajuster	ers le haut Aju
- APD076	ALONIC ACU SODIUM SAT POLYVINK FLUORID) 79 mic(2) p4	Content Content 0.000 Allcher les résultats du proce Rechercher Content 0.000 Content	can) to construe essus st est Non composi- composition compositio	DPI St DIETMS, BERZAMPRUETHAL BIBBON ROUND VERLOVARE (GE) DOPCUL DESCRIPTION BERZAMPRUETHAL DESCRIPTION BERZAMPON (SECOND DOWN BERZING (SECOND DOWN BERZING) DESCRIPTION BERZAMPON (SECOND DESCRIPTION BERZAMPON (SECOND DESCRIPTION BERZAMPON (SECOND DESCRIPTION BERZAMPON (SECOND DESCRIPTION BERZAMPON (SECOND DESCRIPTION BERZAMPON (SECOND DESCRIPTION DESCRIPTION (SECOND DESCRIPTION DESCRIPTION (SECOND DESCRIPTION DESCRIPTION (SECOND DESCRIPTION DESCRIPTION (SECOND DESCRIPTION DESCRIPTION (SECOND DESCRIPTION DESCRIPTION (SECOND DESCRIPTION (SECOND DESCRIPTION DESCRI	Konsyste Late Sonalyste Intercorpt Ásia (sm²2) % Ósia (sm²2) %	Front Surveiller	Ajuter	vers le haut Aju

























Figure 30 : Vaudreuil-Dorion-aff : 25 µm (point 1 à 5)



















Figure 31 : Vaudreuil-Dorion-aff : 1,6 µm (point 1 à 5)















Centre d'études des procédés chimiques du Québec Collège de Maisonneuve BB









Figure 32 : Vaudreuil-Dorion-EFF : 1000 µm (point 1 à 5)















Debut (cm-1) Fin (cm-1) Accumulations Nom d'echan 4000 400 4 Analyses Eff 297mic(2	2)-p3 Échandil 🗵 Charger le paramétrage 🚽 Press (Stein) to continue Analyse Analyse Markers Scanalyse Intercompre Fond Surveiller 🤟 Microscope Ajuster vers le haut Ajust
Image Vue Image 15 Table de résultats Recherche	16 day la din her in recourse a
	Athoher les resultats du processo su Rechercher
-305.00	Tot Hanser
	reactions Composition
	E Couleur Composant Nom composé Aire (mm ² 2) % Aire
	25 13. PA015 CHURMETHONPROPYLMERCURICACETATE 0.03 0.75 253 131. AP050 POLYTEMENE CHURMETE 257. CHURMETE 201 01 0.25
-1000.00 -	Let. AP0054 POLYETHYLENE CHLOROSULFONATED 0.01 0.25
E 🔥 🖗	
-	Marqueurs
\$\$	Couleur Score de la recherche Composant Description du composant
	255 118. (0.4015) PA015 CHLOROMETHOXYRDOPUMERCURCACETATE
-2000.00 -	233 131: 0.47508 AP050 POLYETHUSE CHEORINES SCHEDRIKE
	Child Besser Children Chi
-2305.00 -	T65.0.57 (0.483913) F8063 POLYESTER (POLY(TAPHBAEG))
-4405.00 -4000.00 -3000.00 µm	-2403.00
Afficher le graphique 🗌 Affichage automatique	
Su cont	
9000 B0225	
5000_	
4000-	
3500-	
2500 × 2500	
1500-	and a second sec
A 1000-	
E _0	the last the
4000 Copyright 1990 Sprouse Scientific Systems, Inc.;Perkin-Elmer ATR of Pol	3000 2500 2000 1500 1000
Nom Description	50.1
- PAD415 CHLOROMETHOXYPROPY	/LMERCURIC ACETATE
- AP0050 POLYETHYLENE, CHLORINA - AP0054 POLYETHYLENE, CHLORINA	ATTED 25% CHLORINE SUI COMMENT
-FB0093 POLYESTER (POLY(TA:PHBA	460
4000 650 4 Analyses • EFE 297 mic(2)	- I
	I PH Echanti V
	Analyse Analyse Markers Scanalyse Intercompre Fond Surveiller 🚽 Microscope Ajustervers le haut Aju
Image Vue Image 1 Table de résultats Recherche	Change le paramètrage Microscope Analyse Analyse Markers Scinnilyse Interrompine Fand Surveiller Microscope Ajuster vers le haut Aju
Image Vue Image 1 Table de résultats Recherche	Ichandil S. Oragerie paramétrage Microscope Analyse Analyse Analyse Microscope Ajuster versi le haut Aju Afficher les résultats du processos as Internomine Facharder Internomine Internomine Facharder
Image Vue Image 1 Table de résultats Recherche	Protectanti Chargeri e paramètrage Analyse Analyse Markers Scientifyze Intercompon Fond Surveiller Microscope Ajusterivers le haut
Image Vue Image 1 Table de résultats Recherche	Production Charger le paramètrage Microscope Apulyte Analyse Markers Scientifyce Intercompre Fond Surreline Intercompre Affoder les résultats di processia is in Rechercher Image: Image
Image Vue Image 1 Table de résultats Recherche	PP Exhandli S Charge le paramètrage Microscope Aputer vers le haut Aju Affore les révoltaits du processus is. Rechercher V Tot Marquent Tot Marquent Composenti V Tot Marquent Composenti V Composenti Net
Image Vie Image 1 Table de résultation Recherche 1547.00 1000.00 -	Cataliti Caugerie prisentange Catalitie Catalitie Microscope Ajuster versile haut Aju Afficher ter réclutes du processus s. Receivere Image: Composite Image:
Image Vue Image 1 Table de résultats Recherche	Constraint Constraint Constraint Constraint Microscope Auster versie haut Aju Afforder les récultats du processus as. Rodercler v V <td< td=""></td<>
Image Vue Image 1 Table de résultais Recherche 1547 00 1000 00 -	Constraint Oragene le paramètrage Analyse Analyse Markers Scientifyse Intercompre Find Surveiller Microscope Ajuster vers le haut Ajus Afforder les révultats da processus ex. Rechercher Imagene le paramètrage Imagenele paramètrage Imag
Image Vie Image 1 Table de résultais Recherche	Centranti III Oragenie praventange Analyse Analyse Markers Schnidges Intercompon Fond Summeller Microscope Ajuster versile haut Ajuster versile
Integer Vac Inage 1 Table de résultati Recherche	Consigner le presentation Consigner le presentation Analyse Analyse Markers Scientification Find Summeller Microscope Ajuster vers le haut Ajuster vers le ha
Image Via Image 1 Table de résultais Recherche	Construit Composition Afford tes refuiltation grocessue as Rederider Tat Margaeon Tat Margaeon Composition Construct Margaeons
Image Vie Image 1 Table de résultais Recherche	Catalitie Compositie Compositie Microscope Apage Addyn tes réclutes de processes as Recenter Image: Compositie Microscope Apage Microscope Apage Microscope Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie Image: Compositie
Image Vac Image 1 Table de risultati Recherche 1547 00 - - - 1000 00 - - -	Consigner le presentation Consigner le presentation Analyse Analyse Markers Scandige Intercompre Fond Sumeller Microscope Aputer vers le haut Aputer vers le haut </td
Image Vac Image 1 Table de résultats Recherche 1547 00 -<	Consigner Consigner Consigner Consigner Microscope Australia Analyse Analyse Analyse Margan Afforder Ise refueltation grocessus as. Reference Image: Science Image: S
Image Vie Inage 1 Table de résultats Recherche 1000 00 - 453 00 - -11226 00 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Catalitie Compositie Compositie Compositie Microscope Apage Analyse Markers Sconalyse Intercompos Fond Sconalitie Microscope Apage Apage Apage Analyse Markers Addret tes récultat de processa s. Reclarider Intercompos Fond Sconalitie Microscope Apage Apage Analyse Markers Sconalities Microscope Apage Apage Apage Apage Apage Analyse Markers Sconalities Microscope Apage
Image Vac Image 1 Table de rikulte Recharche 1547 00	Catalitie Oragene (parametrage Composet Analyse Analyse Markers Scansigne Intercompon Find Summer Find <
Image Vac Image 1 Table de résultats Recherche 1477.00	Catalitie Compositie Microscope Analyse Analyse Markers Score by Microscope Microscope Agather version Afforder les récultats du processas as investige International analyse Analyse Markers Composante Microscope Agather version Microscope Agather version Microscope Agather version Agather version Microscope Agather version Agather version Microscope Agather version <
Image Vale Image 1 Table de résultats Recherche 147.00	Catalitie Compositie Compositie Microscope Analyse Analyse Markers Sconalyse Intercompose Fond Surveiller Microscope Apatrementerse Addre ter réclutes de processus s. Intercompose Intercompose Composario Intercompose Int
Image Vale Image 1 Table de ribuitité Recharche 1547 00 - <	Carlandi Cargos Leganderaga Anajos Anajos Markes: Sonajos Intercorpor End Surveille Microscope Ajustervers le haut. Aju Afforder les récultat do processus as. Image: Sonajos Intercorpor End Surveille Microscope Ajustervers le haut. Aju Microscope Ajustervers le haut. Image: Sonajos Intercorpor End Surveille Microscope Ajustervers le haut. Aju Microscope Ajustervers le haut. Image: Sonajos Intercorpor End Surveille Microscope Ajustervers le haut. Aju Microscope Ajustervers le haut. Image: Sonajos Intercorpor End Surveille Microscope Ajustervers le haut. Image:
Image Vac Image 1 Table de résultats Recherche 1477 00	Central III Charge le paramètage Anajore Anajore Maries Some jore Intercompo Fond Some le para Afford le révultat de processa ex Referencer Image:
Image Vale Image 1 Table de résultats Recherche 547 00	Cardward Composition Tel: Non-second Analyse Analyse Markers Scondype Microscope Aguster versile haut Alloyer ter redultation di processua is. Tel: Non-scope Tel: Non-scope Configue te processua is. Configue te processua is. Tel: Non-scope Configue te processua is. Contradite te detectorie Contradite te d
Image Vac Image 1 Table de résultats Recherche 147 00	Carlandia Analyse Analyse Markers Standyne Intercompre Fond Summeller Microscope Aputer wers le haut Aputer Affoder her redultati di processua si. Imageneritati Imageneri
Image Vale large 1 Table de résultats Recherche 1477.00 - <	Catalitie Catalitie Analyse Analyse Analyse Marces Compose Intercompose Microscope Apatre were le haut Apa Afforder les récultats de processes es Texterroler Image: State intercompose Image: State intercompo
Image Vale Image 1 Table de résultats Recherche 1547 00 - <	Centernil Composition Analyse Analyse Markers Scansigne Intercompose Fond Surveiller Microscope Apater wers le haut Apa Alloter les récultats de processus as. Intercompose Fond Composantis Intercompose Fond Fond Text No Intercompose Non-composet Are jenn ² 3. Are Intercompose Intercompose Intercompose Text No Intercomposet Non-composet Are jenn ² 3. Are Text Intercomposet Non-composet Intercomposet Intercomposet Text Intercomposet Non-composet
Image Vac Image 1 Table de résultats Recherche 1477.00	Centerini Cargestie Comparison Analyse Analyse Markers Some provide Microscope Aguster wers le haut Aguster wers le ha
Image Vale large 1 Table de résultats Recherche 1547.00 - <	Cathoding Compose Compose to the second of the second
Image Vac Image 1 Table de rituitité Recherche 547 00	Cardinal Composition Analyse Analyse Analyse Name Other memory Fond Summitter Microscope Apather were le haut Apa Afforder fer refultint di processus is. Image: margine le haut Analyse
Image Vac Image 1 Table de résultats Recherche 1547 00	Center Composition Analyse Analyse Markets Some procession is the second and analyse for the second analyse for the second analyse for the second and analyse for the second and analyse for the second analyse for the secon
Image Vale Image 1 Table de résultate Recharche 147.00	Center Composition Analyse Analyse Markers Composition Microscope Application Address Analyse Analyse Markers Sconelyne Microscope Application
Image Vac Inage 1 Table de résultats Recharche 1477 00	Cardinal Cardyna Analyse Analyse Analyse Names of the rescale of the source of the rescale of
Image Vale large 1 Table de résultats Recherche 1547 00	Central Canages Description Analyse Analyse Analyse Names (Song)e Intercorption Ended Microscope Application
Image Vale Image 1 Table de rite/utils Recherche 147.00	Center Composition Analyse Analyse Analyse Name Composition Microscope Approximation Approximation Approximation Composition Composition<
Image Vise Image 1 Table de résultais Recherche 1547.00 0	Cather Cargos II promise Macazon Analyse Analyse Markers Composition Macazone Approximation Analyse Analyse Markers Composition Macazone Approximation Approximati

CÉPR CQ

Centre d'études des procédés chimiques du Québec Collège de Maisonneuve

EE

Figure 33 : Vaudreuil-Dorion-EFF : 297 µm (point 1 à 5)







CÉPR CQ

Centre d'études des procédés chimiques du Québec Collège de Maisonneuve FF

















Figure 34 : Vaudreuil-Dorion-EFF : 53 µm (point 1 à 5)



















Figure 35 : Vaudreuil-Dorion-EFF : 25 µm (point 1 à 5)















Centre d'études des procédés chimiques du Québec Collège de Maisonneuve LL









<u>Figure 36 :</u> Vaudreuil-Dorion-EFF : 1,6 µm (point 1 à 5)



Figure 37 : Blanc Atmosphérique 1 lors de l'extraction des échantillons





	Accumulations	Nom d'échantillon Non	n composé		Ensure beam proce [Scap] to	path is clear		👬 💶 🔀				<u> </u>	- -	
ы	4 Analyses 💌	blanc atm 25-11-2 Ech	iantill * Charger le pa	ramétrage 📃 🚍	Press (Scarl) (5 continue	Analyse Anal	vse Markers Scanab	vse Interrompre	Fond Surveiller	Microscope	Aiuster vers le haut	Ajuster vers le bas	Réflexi
Ima	Tat	ha da rásultate Racharcha							· · · · ·					
				Afficher les résult	ats du processus su									_
				Rechercher	~									
				Terd 11										
66	9.00	AND CONTRACTOR OF	1000.0	TOOL Ma	rqueurs				Companyin					
	1.			F Couleur	Comportant	Nom composé	Aire (mm ²)	* Aire	Composants					
	1.000000			235; 183;	FI0112	CTA 87 A0353	0.02	2.00						
	0.00060		-	•		POLYESTER CROSS								
	 30.00 					SECTION								
	10.5		Selection Messe	233; 131;		SODIUM								
				V		SULFONATE								
	10000000													
	1000								Marqueurs					
				E Couleur	Nom composé	Score de la reche	rche Composant	Description du co	mposant					
			100 500	235; 183;	Echantillonnage à F2 µm (X), 446.00	0.650624		CTA 87 A0353 PC	OLYESTER CROSS SE	ECTION TRILOBAL				
	- 3862		100 100		µm (Y), -4921.00 µm (Z)									
	1.0295		1000	235; 183;	Échantillonnage à					ECTION TRILOBAL				
	10055		100 C	l ľ	µm (Y), -4921.00									
-33	1.00 -	NAMES OF A DESCRIPTION OF		233; 131;	Échantillonnage à	0.676276	PA0330	SODIUM NAPHTH	HALENE SULFONATE					
	-222.00	um	778.00	▶ ⁰	F2 μm (X), - 198.00 μm (Y), -									
		P			4921.00 µm (2)									
		1.400.1												
	Atticner le graphique) Affichage automatique												_
₩	1.2													
6 40	1.0													
1 1	0.9-													
ЦЦ.	0.0													
चर अभ	0.5											1		
	0.4-											1.11		
lve.	0.2												1	
A	₹0 -0.0			-							MaMIY	MMMMM	m	
	4000	a Scientific Systems, Inc.		3000		2500	1	2000		1500		1000	50	0 400
	Nom	Description					cm-1							^
	-FI0112	CTA 87 A03	53 POLVESTER CROSS SEC	TION										- 1
	D40330	000000000000000000000000000000000000000	DUTURE CULCOMATE											

CÉPR CQ

Centre d'études des procédés chimiques du Québec Collège de Maisonneuve NN

Figure 38 : Blanc atmosphérique 2 complété lors de la filtration des échantillons

