

NOTE TECHNIQUE

DESTINATAIRE : M. Fred Brisco, Samonix

PRÉPARÉ PAR :


2024-11-08
Patrice Dion, ing.

Patrice Dion, ing., M. Sc. OIQ n° : 5069719

VÉRIFIÉ PAR :


2024-11-08
Pierre-Marc Pelletier, ing.

Pierre-Marc Pelletier, ing., M.Sc. OIQ n° : 5019504

DATE : 8 novembre 2024

OBJET : Projet d'aquaculture terrestre en recirculation intensive dans la MRC de Pontiac
Évaluation sommaire des conditions hydrauliques et du panache de dilution.
Note technique finale rév. 3
N/Réf. : M06198A

1. Généralités

Dans le contexte des demandes d'objectifs environnementaux de rejet (OER) pour le projet de pisciculture de Samonix, CIMA+ a effectué une vérification générale des conditions hydrauliques à l'endroit de l'émissaire envisagé.

L'objectif de cette note technique est d'estimer la capacité de dilution du rejet d'eau chargée en chlorures dans le milieu récepteur, soit la rivière des Outaouais. La présente analyse vise donc à rassembler les données hydrométriques actuellement disponibles et, dans la mesure du possible, d'effectuer une analyse sommaire du mélange de l'effluent. Ainsi, afin d'obtenir une approximation sommaire de l'impact de l'effluent sur le milieu récepteur, un calcul de jet turbulent a été effectué afin d'estimer la géométrie du panache de dilution et de sa concentration en chlorures.

2. Description du site à l'étude

L'émissaire prévu est localisé dans la rivière des Outaouais, dans la partie aval du lac du Rocher Fendu, et à l'amont de la baie Miller (voir figure 2.1). Le site est situé à la confluence de deux bras de la rivière des Outaouais qui contournent l'Île-du-Grand-Calumet. Le bras Ouest, appelé chenal du Rocher Fendu, est contrôlé par le barrage du Rocher-Fendu, alors que le bras Est, appelé chenal du Grand Calumet, est contrôlé par le barrage Bryson. Les deux aménagements appartiennent à Hydro-Québec. Le bief où se situe l'émissaire est contrôlé par le barrage des Chenaux, opéré par Ontario Power Generation (OPG).

Note technique

Projet d'aquaculture terrestre en recirculation intensive dans la MRC de Pontiac Évaluation sommaire des conditions hydrauliques et du panache de dilution

- 2 -

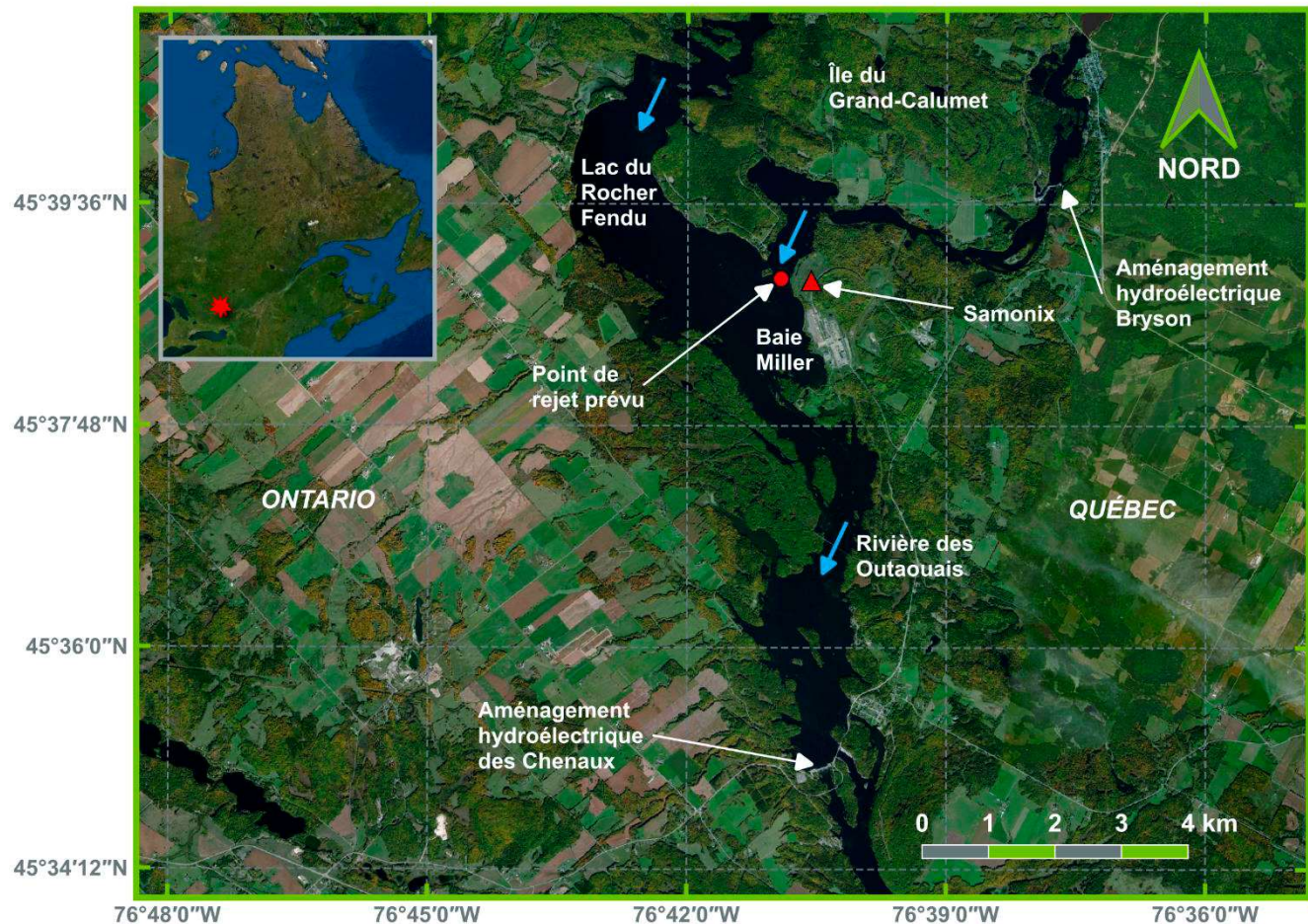


Figure 2.1 : Localisation du projet

3. Bathymétrie

Afin d'estimer la bathymétrie au site à l'étude, une carte marine du Service hydrographique du Canada [1] a été acquise. La carte marine 1552A01 couvre la zone à l'étude (voir figure 3.1), depuis la partie sud de l'Île-du-Grand-Calumet jusqu'au barrage des Chenaux. Les profondeurs indiquées sur la carte sont en pieds. Le rattachement en niveaux géodésique est inconnu.

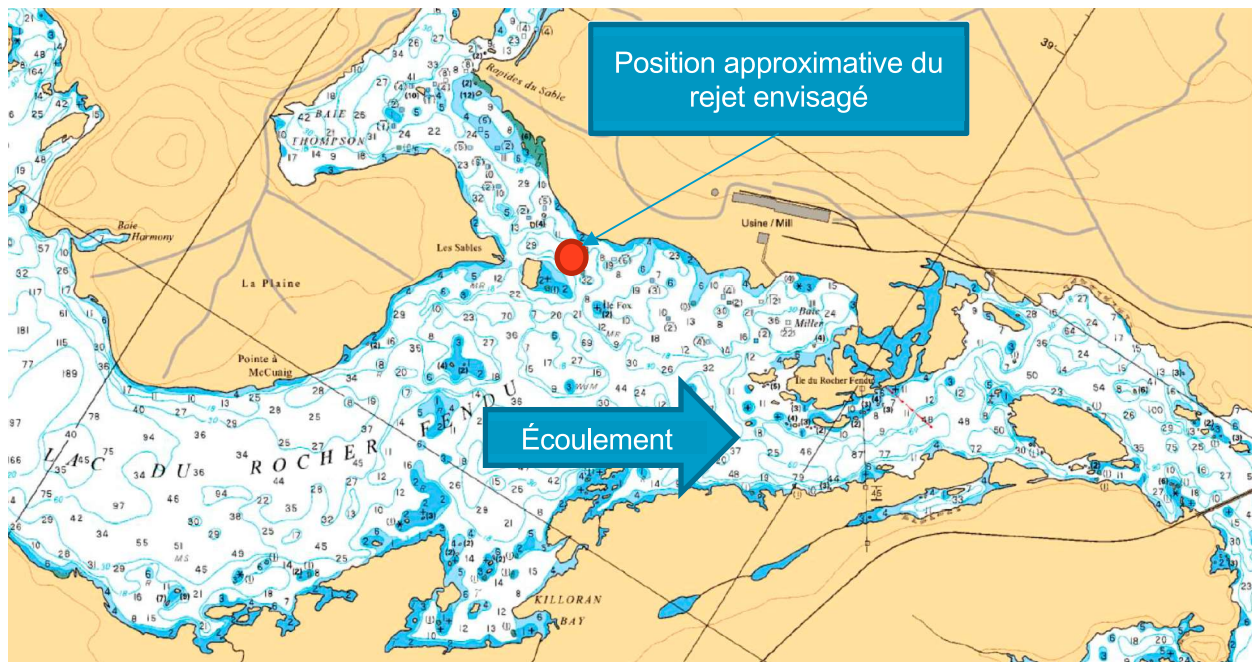


Figure 3.1 : Extrait de la carte marine 1552A01 et position de l'émissaire

4. Niveaux d'eau

Les niveaux d'eau ont été obtenus auprès d'OPG, à l'aménagement des Chenaux [2], soit à 7,7 km à l'aval du site à l'étude. Ils sont disponibles de 1952 à 2019. Ils varient de 84,8 m à 86,9 m, soit un marnage d'un peu plus de 2 m. Toutefois, les règles d'opération du barrage fixent un niveau minimal cible de 85,3 m (voir figure 4.1) en été (de la fête des Patriotes à l'Action de grâce).

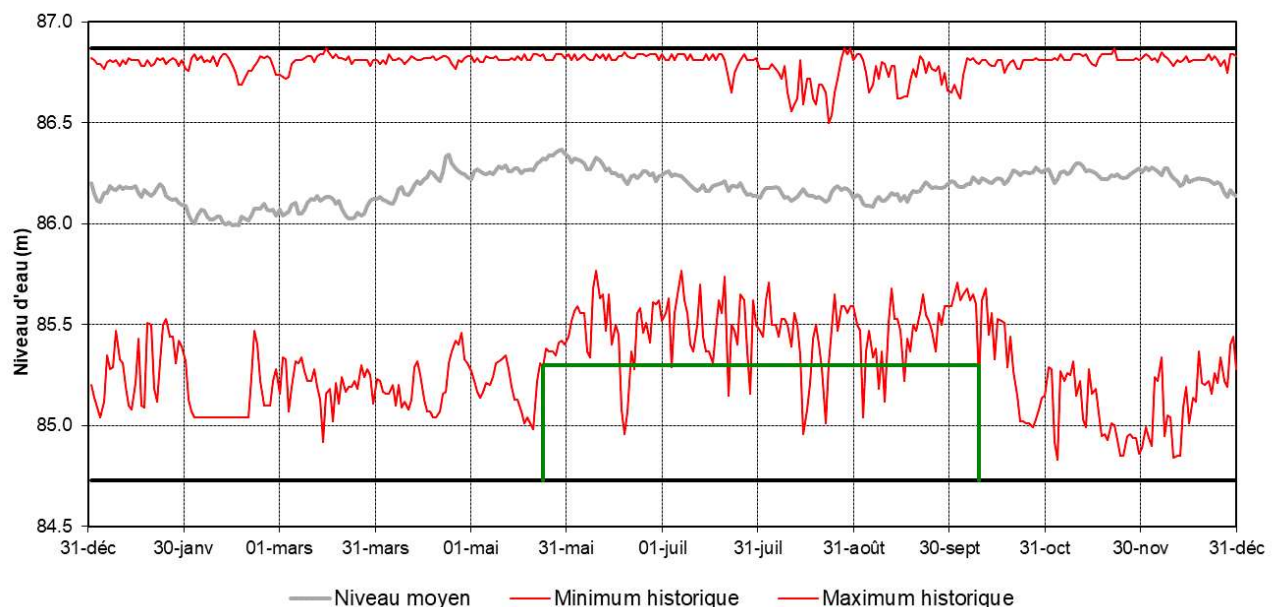


Figure 4.1 : Sommaire des niveaux d'eau enregistrés à l'amont de l'aménagement Chenaux (OPG, 1952-2019)

5. Débits

Les débits disponibles au site à l'étude proviennent également d'OPG [2] à l'aménagement des Chenaux, situé à 7,7 km à l'aval du site à l'étude. Aucun apport supplémentaire considérable n'est présent entre le barrage et le site à l'étude.

Les débits historiques montrent une tendance type des bassins versants du sud du Canada, avec une importante crue printanière, un étiage vers la fin de l'été, ainsi que des pointes de crues automnales. On note toutefois que les crues automnales sont de longue durée; ce qui est probablement dû à la taille du bassin versant ainsi qu'aux nombreux ouvrages régulateurs localisés à l'amont.

Le débit maximal historique observé pendant la crue printanière, de 1952 à 2019, est de 5 044 m³/s. Le débit minimum observé est de 212 m³/s sur la même période, alors que le débit moyen annuel est de 1 024 m³/s. Le débit minimum moyen annuel est d'environ 400 m³/s (voir figure 5.1).

Le débit d'étiage de récurrence 2 ans sur une plage de sept jours consécutifs (Q2,7) a été calculé sur une période de 30 ans (1990-2019) à l'aide d'une analyse fréquentielle. Un débit Q2,7 de 402 m³/s a été obtenu.

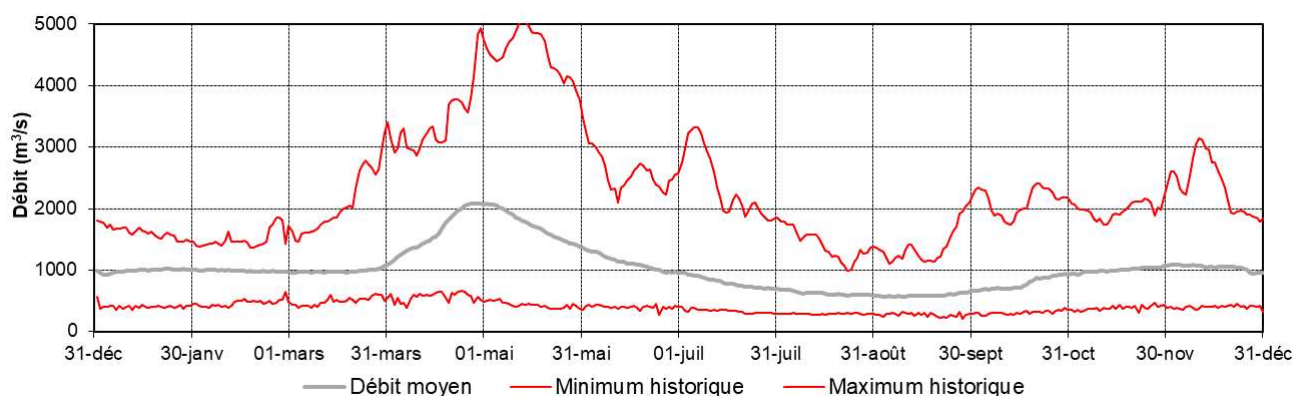


Figure 5.1 : Sommaire des débits enregistrés à l'amont de l'aménagement des Chenaux (OPG, 1952-2019)

6. Analyse sommaire du mélange

En fonction des données récoltées, la vitesse moyenne de l'écoulement de la rivière des Outaouais à l'endroit du site à l'étude a été estimée à l'aide de la section totale de l'écoulement et du débit d'étiage. Il est à noter que cette hypothèse tend à réduire les vitesses par rapport à la réalité puisque la vitesse au centre du canal sera probablement plus élevée qu'en rive. Ainsi, la vitesse du mélange pourrait être plus élevée que celle estimée et la dilution pourrait être plus rapide.

En considérant une section d'écoulement rectangulaire d'une profondeur moyenne de 7 m et d'une longueur de 1 300 m à l'endroit de l'émissaire, la vitesse moyenne est de l'ordre de 0,04 m/s lors de l'étiage Q2,7. À l'endroit le plus étroit de la rivière des Outaouais, soit environ 2,2 km en aval du site à l'étude, la vitesse moyenne en condition de Q2,7 est d'approximativement 0,12 m/s en considérant une section d'écoulement rectangulaire d'une profondeur moyenne de 9,75 m et d'une longueur de 357 m. Il

est à noter que la confluence des deux bras de la rivière des Outaouais ainsi que la présence d'îles à proximité peuvent engendrer des vitesses s'écartant de la moyenne. Toutefois, il est possible de qualifier ces vitesses aux deux sections de « faibles ».

Ainsi, selon le guide « Calcul et interprétation des objectifs environnementaux de rejet pour les contaminant du milieu aquatique, 2022 » du ministère de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec (MELCCFP) [3], il est probable que les conditions locales soient qualifiées de « mélange lent ».

Puisque le projet est en phase d'études, afin d'estimer la distance et la largeur du panache de dilution, un calcul théorique a été réalisé en se basant sur les caractéristiques de jet turbulent d'une buse en milieu aquatique selon Mixing in Inland and Coastal Waters (H. B. Fisher et al., 1979) [4]. La concentration en chlorures est plus élevée dans l'effluent que dans la rivière des Outaouais et a donc été sélectionnée pour l'analyse. Le scénario actuel de rejet considère une concentration en chlorures (640 mg/L) dans un débit d'effluent de 2 000 m³/jour, soit en moyenne 81 L/s.

La concentration naturelle en chlorures de la rivière des Outaouais a été relevée par Samonix à l'aide de deux analyses de l'eau (6 avril 2021 et 18 juin 2023). Selon ces analyses, les concentrations naturelles en chlorures de la rivière étaient respectivement de 1,5 mg/L (Laboratoires Agat) et de 1,9 mg/L (Laboratoires Véritas). Aux fins de calculs, une concentration de 1,5 mg/L a été retenue.

La formule suivante, tirée de l'ouvrage Mixing in Inland and Coastal Waters [4], a permis d'estimer le diamètre caractéristique du panache de dilution toujours selon l'équation de jet turbulent d'une buse dans l'eau :

$$\text{Largeur panache (b)} = 0,107 \times \text{Distance en mètres depuis le rejet (d)}$$

Alors que la formule suivante a permis d'estimer la vitesse maximale au centre du jet (panache) selon la distance de l'émissaire, toujours selon le même ouvrage [4] :

$$\text{Vitesse maximale (Vmax) en fonction de (d)} = 6,20 \times \text{Vitesse init. (Vo)} \times \frac{\text{Diamètre conduite}}{\text{Distance (d)}}$$

Les paramètres suivants ont été utilisés :

- > Diamètre de la conduite de l'effluent (diffuseur) : 100 mm;
- > Vitesse initiale à la sortie de la conduite (81 L/s) : 3,0 m/s;
- > Débit de l'effluent : 23 L/s;
- > Débit Q2,7 de la rivière des Outaouais : 402 m³/s;
- > Vitesse moyenne de la rivière des Outaouais à l'effluent en Q2,7 : 0,044 m/s;
- > Concentration en chlorures maximale de l'effluent : 640 mg/L;
- > Concentration en chlorures moyenne de la rivière des Outaouais : 1,5 mg/L.

Il est à noter que la superficie du panache de dilution a été évaluée comme un demi-cercle d'un diamètre équivalent à la largeur du panache et d'une hauteur d'eau maximale limitée à la profondeur moyenne de la rivière des Outaouais à l'aval de l'effluent, soit 8 m. De plus, la dilution a été estimée en fonction de la

Note technique

Projet d'aquaculture terrestre en recirculation
intensive dans la MRC de Pontiac Évaluation
sommaire des conditions hydrauliques et du
panache de dilution

proportion du débit de l'effluent dans l'aire du panache à une distance donnée par rapport au débit de la rivière des Outaouais comblant le reste du panache. Les résultats obtenus sont présentés au tableau 6.1.

Il est important de rappeler que les hypothèses suivantes ont été posées afin d'évaluer le panache d'écoulement :

- > L'équation utilisée de jet turbulent d'une buse d'eau est valable, peu importe la distance parcourue par le jet, la vitesse relative du jet et de l'écoulement environnant;
- > La densité de l'effluent n'influence pas le mélange (voir la note technique spécifique produite à ce sujet par CIMA+ [5]);
- > Il n'y a pas de stratification thermique dans le réservoir;
- > La vitesse de l'écoulement environnant reste constante sur toute la longueur du panache;
- > L'orientation du panache vers le chenal principal (centre du cours d'eau) de la rivière;
- > Il n'y a pas d'interaction chimique entre les composants de l'effluent et du milieu récepteur.

Tableau 6.1 : Panache de chlorures obtenu par calcul d'un jet turbulent

Distance du rejet (m)	Largeur du panache (m)	Vitesse maximale au centre du panache (m/s)	Superficie du panache (m ²)	Proportion d'effluents dans le panache (%)	Concentration théorique en chlorures du panache (mg/L)
6	0,6	0,305	0,2	46,96	301,3
8	0,9	0,228	0,3	35,22	226,4
10	1,1	0,183	0,4	28,18	181,4
12	1,3	0,152	0,6	23,48	151,4
14	1,5	0,131	0,9	20,13	130,0
16	1,7	0,114	1,2	17,61	113,9
18	1,9	0,102	1,5	15,65	101,4
20	2,1	0,091	1,8	14,09	91,5
30	3,2	0,061	4,0	9,39	61,5
40	4,3	0,046	7,2	7,04	46,5
50	5,4	0,039	11,2	5,33	35,5
100	10,7	0,039	45,0	1,33	10,0
200	21,4	0,039	138,3	0,43	4,3
300	32,1	0,039	217,4	0,28	3,3
400	42,8	0,039	294,2	0,20	2,8
500	53,5	0,039	370,2	0,16	2,5
600	64,2	0,039	445,8	0,13	2,4
700	74,9	0,039	521,2	0,11	2,2
800	85,6	0,039	596,5	0,10	2,1
900	96,3	0,039	671,7	0,09	2,1

Il est possible de remarquer qu'à partir d'une distance d'environ 50 m du site du rejet, la vitesse du panache est soutenue par la vitesse moyenne de la rivière des Outaouais. Une concentration en chlorures inférieure à 120 mg/L est atteinte après 16 m, soit une valeur représentant la protection de la vie aquatique (effet chronique) selon le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). Le panache de dilution théorique sur 16 m est représenté à l'annexe A.

7. Conclusion

Cette note technique avait pour objectif d'estimer de façon théorique la géométrie du panache de dilution engendré par le rejet d'un effluent d'eau salée dans le milieu réception, soit la rivière des Outaouais.

Considérant les hypothèses décrites précédemment, il est estimé que la concentration en chlorures du panache de l'effluent respecterait une valeur équivalente à la protection de la vie aquatique (effet chronique) selon le CCME à une distance de 16 m de l'émissaire. À la sortie de l'émissaire, la concentration en chlorures de l'eau correspondrait à celle de l'effluent, soit 640 mg/L. Il est important de rappeler que le débit de l'effluent est estimé à 0,023 m³/s (23 L/s), alors que les débits historiques de la rivière des Outaouais à cet endroit ont varié de 212 m³/s à 5 044 m³/s entre 1952 et 2019.

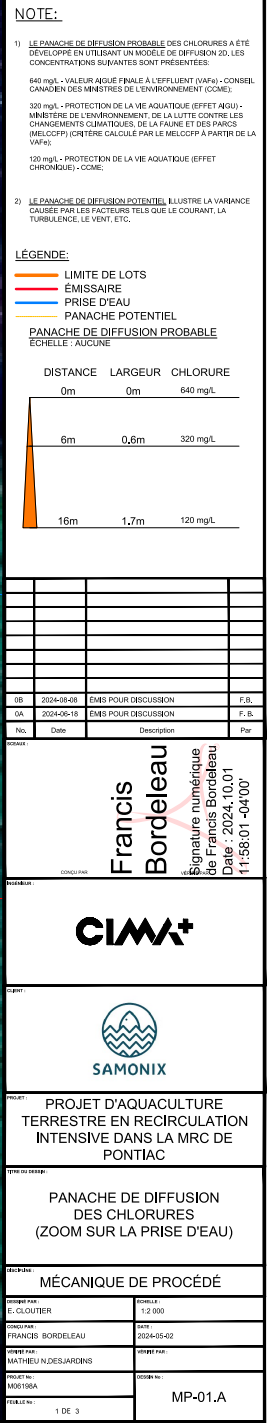
Le débit d'étiage Q2,7 de la rivière des Outaouais, sur une période de 30 ans, soit de 1990 à 2019, a été calculé et une valeur de 402 m³/s a été obtenue. Pour ce débit d'étiage, l'effluent représente 0,006 % du débit total. Selon la courbe des débits classés historiques, le débit d'étiage Q2,7 est dépassé 96 % du temps durant la période 1952-2019. Ainsi, la proportion de l'effluent dans le débit de la rivière est donc encore plus faible 96 % des jours.

8. Références

- [1] Service hydrographique du Canada (SHC), 2018. Carte marine 1552A01, Secteur Portage-du-Fort à Chute du Grand Calumet, no. 1552, Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario.
- [2] Ontario Power Generation (OPG), 2021. Données historiques de débits et de niveaux d'eau (1952-2019) au barrage des Chenaux, Données acquises de l'exploitant, Toronto, Ontario.
- [3] Ministère de l'Environnement, de la Lutte aux changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec (MELCCFP), 2022. Calcul et interprétation des objectifs environnementaux de rejet pour les contaminant du milieu aquatique, Québec, Québec.
- [4] Hugo B. Fischer, E. John List, Robert C.Y. Koh, Jörg Imberger, Norman H. Brooks, 1979. Mixing in Inland and Coastal Waters, Academic Press, ISBN 9780080511771, Californie, États-Unis.
- [5] CIMA+, 2024. Effet de la densité de l'effluent sur le mélange, Note technique.

Annexe A

ÉMISSAIRE ET PRISE D'EAU PROPOSÉS





- 1) LE PANACHE DE DIFFUSION PROBABLE DES CHLORURES A ETÉ DÉVELOPPÉ EN UTILISANT UN MODÈLE DE DIFFUSION 2D. LES CONCENTRATIONS SUIVANTES SONT PRÉSENTÉES:
640 mg/L - VALEUR AQUÉ FINALE À L'EFFLUENT (VAFa) - CONSEIL
CAVADEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME);
320 mg/L - PROTECTION DE LA VIE AQUATIQUE (EFFET AQUÉ -
NIVEAU DE L'ENVIRONNEMENT DE LA LIGNE LITTÉE DES
CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS
MELCOFF) (CRITÈRE CALCULÉ PAR LE MELCOFF À PARTIR DE LA
VAFa);
120 mg/L - PROTECTION DE LA VIE AQUATIQUE (EFFET
CHRONIQUE) - CCME;
- 2) LE PANACHE DE DIFFUSION POTENTIEL ILLUSTRE LA VARIANCE
CAUSÉE PAR LES FACTEURS TELS QUE LE COURANT, LA
TURBULENCE, LE VENT, ETC.

- LIMITE DE LOTS
- ÉMISSAIRE
- PRISE D'EAU
- PANACHE POTENTIEL

DISTANCE	LAARGEUR	CHLORURE
0m	0m	640 mg/L
6m	0,6m	320 mg/L
16m	1,7m	120 mg/L

[illegible]

CONCOURS

Francis
Bordeleau

Signature numérique
de Francis Bordeleau
Date : 2024.10.01
11:58:15 -04'00'

CLMA+



PROJET : **PROJET D'AQUACULTURE
TERRESTRE EN RECIRCULATION
INTENSIVE DANS LA MRC DE
PONTIAC**

PANACHE DE DIFFUSION DES
 CHLORURES
 (VUE AGRANDIE LOT)

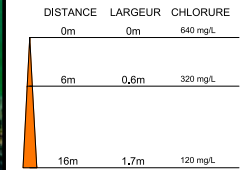
Echelle: 1:2 000		MP-01.B
Date: 2004-05-02		
Dessiné par: MATHIEU N. DESJARDINS		
Corrigé par: FRANÇOIS BORDELEAU		
Projet No.: M05196A		
Folios: 2 DE 3		



- 1) LE PANACHE DE DIFFUSION PROBABLE DES CHLORURES A ÊTRE DÉVELOPPÉ EN UTILISANT UN MODÈLE DE DIFFUSION 2D. LES CONCENTRATIONS SUIVANTES SONT PRÉSENTÉES:
 - 640 mg/l - VALEUR AQUÉ FINALE À L'EFFLUENT (VAFE) - CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME);
 - 320 mg/l - PROTECTION DE LA VIE AQUATIQUE (EFFET AQU) - MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DE LA LIGNE LITTÉE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MECFFP) (CRITÈRE CALCULÉ PAR LE MECCFP À PARTIR DE LA VAFE);
 - 120 mg/l - PROTECTION DE LA VIE AQUATIQUE (EFFET CHRONIQUE) - CCME;
- 2) LE PANACHE DE DIFFUSION POTENTIEL, ILLUSTRE LA VARIANCE CAUSÉE PAR LES FACTEURS TELS QUE LE COURANT, LA TURBULENCE, LE VENT, ETC.

— LIMITE DE LOTS
— ÉMISSAIRE
— PRISE D'EAU
— PANACHE POTENTIEL

PANACHE DE DIFFUSION PROBABLE
ÉCHELLE : AUCUNE

[illegible]

Signature numérique
de Francis Bordeleau
Date : 2024.10.01
11:58:28 -04'00'

CLMA+



PROJET : **PROJET D'AQUACULTURE
TERRESTRE EN RECIRCULATION
INTENSIVE DANS LA MRC DE
PONTIAC**

TITRE DU DESSIN :
 PANACHE DE DIFFUSION
 DES CHLORURES
 (VUE AGRANDIE SECTEUR)

MÉCANIQUE DE PROCÉDÉ	
Dessiné par : E. CLOUTIER	Echelle : 1:2 000
Conçu par : FRANCIS BORDELEAU	Date : 2005-04-02
Vérifié par : MATHIEU N. DESJARDINS	Vérifié par :
Produit par : MOSTISA	Occurrence : <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">MP-01.C</div>
Feuille no. : <div style="text-align: center;">3 DE 3</div>	