Rapport de suivi de la reprise de la végétation - 2021

Atténuation du risque à la sécurité publique lié aux munitions explosives non explosées (UXO) au lac Saint-Pierre

Construction de Défense Canada

25 mars 2022

La force de l'engagement

GHD
445, avenue Saint-Jean-Baptiste, bureau 390
Québec (Québec) G2E 5N7, Canada
T +1 418 425-0821 | **F** +1 418 658 2144 | **C** Jonathan.olson@ghd.com | **ghd.com**

Préparé par :

Jonathan Olson, biol., M. Sc.

État du document

Code	Révision	Auteur	Réviseur		Approuvé pour envoi		
			Nom	Signature	Nom	Signature	Date
S4	00	Jonathan Olson, biol., M. Sc.	Julie Dumas, biol., M. Sc.		Julie Dumas, biol., M. Sc.		25 novembre 2021
S4	01	Jonathan Olson, biol., M. Sc.	Julie Dumas, biol., M. Sc.		Julie Dumas, biol., M. Sc.		10 décembre 2021
S4	02	Jonathan Olson, biol., M. Sc.	Julie Dumas, biol., M. Sc.		Julie Dumas, biol., M. Sc.		13 décembre 2021
S4	03	Jonathan Olson, biol., M. Sc.	Julie Dumas, biol., M. Sc.		Julie Dumas, biol., M. Sc.		25 mars 2022

© GHD 2022

Table des matières

1. Introduction **1**
1.1 Contexte 1
1.2 Objectif des travaux 1
2. Méthodologie **1**
2.1 Protocole 1
2.2 Calendrier et conditions lors des travaux 2
2.3 Points d'observations visités 2
2.4 Données enregistrées 3
3. Résultats **4**
3.1 Conditions de site 4
3.2 Impacts sur la végétation aux points de détonation 4
3.3 Espèces envahissantes 8
3.4 Espèces menacées et vulnérables 8
4. Discussion **8**
4.1 Évaluation de la superficie totale affectée et de la durée de cet impact 8
4.1.1 Effets observés sur la végétation 8
4.1.2 Réévaluation de la superficie totale affectée par les détonations 10
4.2 Effets sur les espèces nuisibles 10
5. Conclusions **11**
6. Références **12**
7. Portée et limitations **12**

Liste des tableaux

Tableau 2.1 Coordonnées géographiques des points visés 3
Tableau 3.1 Reprise de la végétation aux points de détonations visés en 2021 5
Tableau 4.1 Calcul de la superficie affectée par les détonations 10

Liste des figures

Figures à la suite du texte

Figure 1 Points visés pour le suivi de la reprise de la végétation en 2021
Figure 2 Localisation des observations d'espèces menaces et vulnérables
Figure 3 Localisation des espèces végétales exotiques envahissantes

Annexes

Annexe A Compilation des données enregistrées – Suivi 2021

Annexe B Photographies des points d'observation

Annexe C Comparaison des résultats des suivis 2019, 2020 et 2021

1. Introduction

1.1 Contexte

Situé au Québec, entre les villes de Sorel-Tracy et Trois-Rivières, le lac Saint-Pierre, plus précisément l'ancienne zone de tir CYR 606 située au sud de la voie maritime, a été l'hôte d'essais de tirs effectués par le Centre d'essais et d'expérimentation en munitions (CEEM) Nicolet du ministère de la Défense nationale (MDN) de 1952 à 1999. Dans la plupart des cas, les projectiles testés étaient inertes ou ont fonctionné correctement et ont détoné. Cependant, une partie des projectiles qui contenaient de la matière explosive n'a pas fonctionné comme prévu. Il s'agit alors de munitions explosives non explosées (UXO – *Unexploded Explosive Ordnance*).

Le *Projet d'atténuation du risque à la sécurité publique lié aux munitions explosives non explosées (UXO) au lac Saint-Pierre* (projet LSP) a été développé en 2015 afin de diminuer le niveau de risque à la sécurité publique à l'intérieur d'une zone prioritaire d'intervention. Plus particulièrement, le projet LSP vise l'identification et l'enlèvement des projectiles du lac Saint-Pierre dans cette zone prioritaire d'intervention représentant le plus haut risque à la sécurité publique. Le projet LSP a été autorisé par le gouvernement du Québec en août 2021 sous le décret 1103-2021.

Selon les résultats de l'évaluation environnementale réalisée conformément à la *Loi sur la qualité de l'environnement* du Québec (LQE) afin d'autoriser le projet, il est anticipé que les détonations *in situ* de certains projectiles dans le lac pourraient causer des pertes d'habitat du poisson malgré les mesures d'atténuation prévues. Ces résultats sont également corroborés par les travaux pilotes effectués entre 2016 et 2018 puis en 2020 préalablement à l'autorisation du projet.

Dans le cadre des essais pilotes, un état de référence de l'état de la végétation dans les zones n'ayant pas subi de travaux ainsi qu'un premier suivi de points de la reprise de la végétation à des points de détonation antérieurs a été effectué en 2019. Un deuxième suivi a ensuite été réalisé en 2020. Le rapport de surveillance des travaux *in situ* 2020 (GHD, 2021) présentait des données de suivi de reprise de la végétation aux sites de détonation *in situ*, cependant, les observations avaient été réalisées en même temps que les travaux de détonation *in situ*, soit fin octobre et début novembre 2020, alors que la végétation aquatique était en période de dépérissement saisonnier et que les herbiers de vallisnérie avaient déjà perdu leurs feuilles. Un suivi a donc été réalisé en 2021 afin de compléter les données.

1.2 Objectif des travaux

Les travaux de suivi environnemental de la reprise de la végétation aux sites de détonation *in situ* présentés dans le présent rapport visaient à documenter, mesurer et évaluer l'impact des détonations sur l'habitat du poisson et à recueillir les données nécessaires pour combler les incertitudes suivantes par rapport aux impacts du projet :

– l'ampleur des effets des détonations *in situ* sur la végétation;
– la reprise de la végétation dans les trouées causées par les détonations *in situ* afin de permettre une analyse temporelle et spatiale complète de l'impact des détonations *in situ* sur la végétation.

2. Méthodologie

2.1 Protocole

Les travaux de suivi de la reprise de la végétation réalisés en 2021 ont été réalisés selon le *Protocole de suivi de la reprise de la végétation* (GHD, 2021b). Ce protocole, bonifié par rapport à celui développé pour le suivi de 2020, a été approuvé par le MELCC avant la réalisation des travaux.

2.2 Calendrier et conditions lors des travaux

Le suivi devait être réalisé en période de croissance maximale de la végétation (juillet et août) et dans des conditions météorologiques et de turbidité permettant la prise de données fiables et adéquates. Il a été possible de réaliser les travaux le 9 septembre 2021, à la fin de la période de croissance de la majorité des espèces, mais avant le dépérissement de celles-ci. Les conditions météorologiques durant les travaux ont été très favorables. De plus, l'absence de turbidité et le faible niveau de l'eau du lac Saint-Pierre ont fait en sorte que le fond et la végétation submergée étaient visibles de la surface sans avoir à recourir à des outils spécialisés (par exemple une caméra sous-marine). Seul un aquascope a été utilisé pour éviter les reflets à la surface de l'eau.

2.3 Points d'observations visités

Le choix des points pour le suivi de la reprise de la végétation vise à répondre aux items suivants :

1. Lors du suivi de 2019, seuls deux cratères associés à des projectiles 105 mm contenant de la matière explosive (HE – High Explosive) avaient été observés et aucun cratère n'avait été observé pour les projectiles HE de calibre 3'' 50 cal, 90 mm et 4.2''et il n'avait pas été possible de confirmer un impact sur la végétation dans ces cas.

   Pour le suivi de 2020, un retour sur tous les projectiles HE de calibre 105 mm à 155 mm qui n'avaient pas fait l'objet de suivi en 2019 a été réalisé. Ces projectiles, ainsi que les projectiles présentant des cratères en 2019, avaient tous fait l'objet d'une détonation en 2017. Aucun projectile de calibre 105mm à 155 mm HE n'a été détoné lors des travaux de 2018 et 2020.

   Ainsi, le choix des points pour les projectiles de calibre 105 mm à 155 mm contenant de la matière explosive pour le suivi de 2021 est un retour sur les points suivants qui ont été visés lors des travaux de suivi de la végétation en 2019 et 2020. À noter que les conditions de site en 2020 n'avaient pas permis une observation complète des points de détonation, en particulier pour la végétation submergée.

   - UXO 2017-2 (105 mm HE - visité en 2020)
   - UXO 2017-48 (105 mm HE - visité en 2019 [Crat inconnu dans GHD 2020] et en 2020)
   - UXO 2017-169 (105 mm HE - visité en 2020)
   - UXO 2017-177 (105 mm HE- visité en 2019 [Crat 23 dans GHD 2020] et en 2020)
   - UXO 2017-455 (105 mm HE- visité en 2020)
   - UXO 2017-620 (105 mm HE - visité en 2020)
   - UXO 2017-992 (4.2'' HE - visité en 2020)

   Le projectile 2017-992 de calibre 4.2'' a été conservé pour ce suivi, car il a une masse explosive supérieure à un projectile de 105 mm, soit 3,6 kg versus 2,1 kg.
2. Afin d'obtenir de l'information sur les projectiles HE de calibre inférieur à 105 mm, tous les items qui contenaient de la matière explosive lors des détonations de 2020 ont été sélectionnés. Ils étaient tous de calibre 3''50 cal :

   - UXO 2020-1110 (3'' 50 cal HE)
   - UXO 2020-772 (3'' 50 cal HE)
   - UXO 2020-311(3'' 50 cal HE)
   - UXO 2020-30 (3'' 50 cal HE)
   - UXO 2020-22 (3'' 50 cal HE)

   Finalement, afin d'obtenir de l'information sur la détonation de projectiles inertes, un sous-échantillon de points a été visé par le suivi de 2021. Ce sous-échantillon contient les cinq points suivants, qui sont dans la partie plus au sud de la zone des travaux de détonation *in situ* de 2020 et qui ont donc un plus grand potentiel de présence de végétation aquatique :

   - 2020-182 (155 mm inerte)

- 2020-284 (105 mm inerte)
- 2020-270 (90 mm inerte)
- 2020-477 (90 mm inerte)
- 2020-739 (90 mm inerte).

Les calibres et les types de projectiles ainsi que les coordonnées géographiques des points visés pour le suivi en 2021 sont présentés au tableau 2.1 et leur emplacement est illustré à la figure 1.

Tableau 2.1 Coordonnées géographiques des points visés

UXO (nommée selon l'année de la détonation *in situ* et du numéro de l'anomalie géophysique)	Calibre	Type de projectile (inerte ou contenant de la matière explosive [HE])	UTM Zone 18N	
			X	Y
Projectiles HE de calibres 105 mm et plus				
2017-2	105 mm	HE	672439,3	5116163,5
2017-48 (Crat inconnu dans GHD 2020)	105 mm	HE	672720,3	5116181,3
2017-169	105 mm	HE	673125,3	5116449,5
2017-177 (Crat 23 dans GHD 2020)	105 mm	HE	673173,2	5116383
2017-455	105 mm	HE	672218,7	5116181,3
2017-620	105 mm	HE	672457,2	5116191,8
2017-992	4,2"	HE	672715,4	5116612,2
Projectile HE de calibre inférieur à 105 mm				
2020-1110	3"50	HE	671784,05	5116367,55
2020-772	3"50	HE	671971,3	5116264,65
2020-311	3"50	HE	672117,95	5116154,75
2020-30	3"50	HE	672010,85	5116013,7
2020-22	3"50	HE	672007,35	5116006,35
Projectiles inertes				
2020-182	155 mm	Inerte	671757,10	5116108,90
2020-284	105 mm	Inerte	671730,85	5116146,00
2020-270	90 mm	Inerte	671989,50	5116141,80
2020-477	90 mm	Inerte	671923,35	5116201,30
2020-739	90 mm	Inerte	671996,15	5116258,70

2.4 Données enregistrées

Chaque point de détonation a été localisé à l'aide d'un GPS avec une précision de moins de 1 m et marqué à l'aide d'une bouée attachée à une ancre. Les observations ont ensuite été réalisées par des biologistes à l'aide d'observations à partir de la surface et d'un aquascope). Les mesures visées étaient les dimensions (diamètre et profondeur) du cratère et la densité de la végétation dans le cratère versus les aires non perturbées adjacentes.

Les données qui ont été prises à chacun des points de détonation sont :

– date;
– heure des relevés;

- conditions météo (température, ensoleillement, précipitations, vent, profondeur d'eau, hauteur des vagues);
- turbidité de l'eau;
- noms des observateurs;
- nom de la station d'échantillonnage;
- diamètre et profondeur du cratère;
- présence de résidus (débris, sable, sac entier, etc.);
- espèces floristiques présentes. Une attention spéciale a été portée aux espèces exotiques envahissantes (EEE), notamment le myriophylle à épis (*Myriophyllum spicatum*), l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*), le roseau commun (*Phragmites autralis*) et la châtaigne d'eau (*Trapa natans*), ainsi qu'aux espèces menacées et vulnérables;
- pourcentage de recouvrement du fond par les espèces présentes. Le recouvrement de chaque espèce présente a été noté dans les aires suivantes :
  - rayon de 1 m autour du point ou jusqu'à la limite d'un cratère visible, le cas échéant,
  - de 1 m à 5 m autour du point ou de la limite du cratère visible jusqu'à la limite de la zone visiblement perturbée, le cas échéant,
  - de 5 m à 10 m autour du point ou dans les 5 premiers mètres en dehors de la zone visiblement perturbée,
  - dans le cas où il y avait un cratère et une zone visiblement perturbée, les rayons associés à ces zones ont été mesurés;
- estimation du % du fond à découvert (absence de végétation);
- présence de cyanobactérie (notamment *Lyngbya wollei* et *Gloeotrichia pisium*) :
  - absence,
  - présence,
  - forte abondance;
- photos des points caractérisés.

3. Résultats

3.1 Conditions de site

Les données enregistrées à l'endroit des points de détonation visés par le suivi de l'été 2021 sont présentées à l'annexe A. Tel que mentionné à la section 2.2, les travaux ont été réalisés dans des conditions idéales. Le vent était faible et les vagues très basses durant tous les travaux, soit des vents n'ayant pas dépassé 10 km/h et des vagues n'ayant pas dépassé 10 cm. De plus, le niveau de l'eau était faible, soit 0,42 m à 0,62 m par rapport au zéro des cartes selon MPO, 2021. Ceci a eu comme résultat une faible turbidité et une excellente visibilité jusqu'au fond à tous les endroits visés. Ceci est documenté dans les photographies présentées à l'annexe B, sur lesquelles la nature du fond et la végétation sont visibles. Ces photographies ont été prises à la surface de l'eau.

3.2 Impacts sur la végétation aux points de détonation

Le tableau 3.1 résume les observations des effets sur la végétation des détonations *in situ* aux points d'observation sélectionnés pour le suivi 2021. Ce tableau résume également la reprise de la végétation depuis les observations précédentes aux points inclus aux suivis de 2019 (GHD, 2020) et de 2020 (GHD, 2021a). Une compilation des effets observés lors des suivis de 2019, 2020 et 2019 est présentée à l'annexe C.

Le couvert végétal indiqué dans les effets sur la végétation au tableau 3.1 est calculé en soustrayant le pourcentage à découvert (présenté à l'annexe A) de l'ensemble (100 %). Ce couvert peut être plus petit que la somme des couverts des espèces présentes, car les espèces peuvent se chevaucher.

Lorsque la végétation était visiblement perturbée par la détonation, l'aire de la zone perturbée présentée au tableau 3.1 est un cercle ayant comme rayon le rayon du cratère additionné de la largeur de la zone perturbée autour du cratère. La nature de la perturbation n'est pas toujours la même et est spécifiée au tableau 3.1 dans le détail de l'aire de la zone perturbée. Pour la majorité des points de détonation *in situ* de 2020, il n'y avait aucune zone visible de végétation perturbée par la détonation, mais des sacs de sable ont été laissés sur le point, ce qui peut obstruer la croissance des plantes. Nous avons considéré que ces sacs couvraient environ 1 m² du fond. Si de la végétation a réussi à pousser entre les sacs, l'aire affectée est réduite selon le pourcentage de couverture de la végétation au point.

Tableau 3.1 Reprise de la végétation aux points de détonations visés en 2021

UXO	Calibre	Inerte ou HE	Effets sur la végétation	Aire de la zone perturbée	
				Détonation	Sacs de sable
Projectiles HE de calibre 105 mm et plus					
2017-2	105 mm	HE	Cratère entièrement colonisé par le potamot de Richardson (*Potamogeton richardsonii*). Zone perturbée recolonisée par des espèces submergées (couvert végétal équivalent à la zone non perturbée). Espèces émergentes absentes sur un rayon de 4,3 m. En novembre 2020, aucune différence n'avait été observée entre le point de détonation et la zone environnante, mais une mauvaise visibilité limitait les observations (GHD, 2021a).	58 m² (superficie sans espèces émergentes)	0 m²
2017-48 (Crat inconnu dans GHD 2020)	105 mm	HE	Cratère entièrement colonisé par le potamot de Richardson. Zone perturbée recolonisée partiellement par des espèces submergées et avec une forte abondance de cyanobactéries. Espèces émergentes absentes sur un rayon de 3,7 m. Croissance du potamot de Richardson à l'endroit du cratère depuis 2019. Couvert végétal (excluant les cyanobactéries) plus important qu'en 2019 dans la zone perturbée (12 % versus 5 %) témoignant d'une végétalisation graduelle. Une reprise par le potamot de Richardson avait été observée en 2020 (GHD, 2021a).	43 m² (superficie sans espèces émergentes)	0 m²

Tableau 3.1 Reprise de la végétation aux points de détonations visés en 2021

UXO	Calibre	Inerte ou HE	Effets sur la végétation	Aire de la zone perturbée	
				Détonation	Sacs de sable
2017-169	105 mm	HE	Aucun cratère ou zone visiblement perturbée. Type de végétation et couvert végétal similaires près du point et dans l'aire environnante (25 % versus 40 %). Ces observations correspondent à celles prises en octobre 2020 (GHD, 2021a).	0 m²	0 m²
2017-177 (Crat 23 dans GHD 2020)	105 mm	HE	Recolonisation partielle du cratère et de la zone perturbée environnante. Faible présence d'espèces émergentes dans la zone perturbée d'un rayon de 3,25 m. Couvert végétal plus important qu'en 2019 dans la zone perturbée (15 % versus 1 %), témoignant d'une végétalisation graduelle. Résultats de 2021 similaires aux observations de 2020 (15 % vs 20 %) en ce qui concerne le couvert végétal.	33 m² (superficie de la zone perturbée avec faible présence d'espèces émergentes)	0 m²
2017-455	105 mm	HE	Cratère entièrement colonisé par le potamot de Richardson et la vallisnérie. Couvert végétal plus élevé près du cratère qu'à plus de 5 m (50-100 % versus 25 %). Effets sur l'herbier émergent difficiles à évaluer, mais jugés faibles, car la zone environnante présente un herbier émergent épars. Les observations de 2021 correspondent à celles de 2020.	0 m²	0 m²
2017-620	105 mm	HE	Cratère entièrement colonisé par le potamot de Richardson. Zone perturbée recolonisée partiellement par des espèces submergées et avec une forte abondance de cyanobactéries. Espèces émergentes absentes sur un rayon de 2,7 m. Comparaison avec les données de 2020 difficiles, car les conditions d'observations en 2020 étaient mauvaises (GHD, 2021a).	23 m² (superficie sans espèces émergentes)	0 m²
2017-992	4,2"	HE	Type de végétation au point et près du point similaire à celui de la zone environnante. Couvert végétal égal près du point et à plus de 5 m (60 %). Comparaison avec les données de 2020 difficile, car les conditions d'observations en 2020 étaient mauvaises (GHD, 2021a). Cependant, les observations de 2020 et 2021 sont compatibles.	0 m²	0 m²

Tableau 3.1 Reprise de la végétation aux points de détonations visés en 2021

UXO	Calibre	Inerte ou HE	Effets sur la végétation	Aire de la zone perturbée	
				Détonation	Sacs de sable
Projectiles HE de calibres inférieurs à 105 mm					
2020-1110	3"50	HE	Cratère sans végétation sur 0,5 m de rayon. Type de végétation autour du cratère similaire à celui de la zone environnante. Couvert similaire près du point et dans l'aire environnante (20 % versus 30 %).	0,8 m² (superficie du cratère sans végétation)	
2020-772	3"50	HE	Herbier moins dense près du point, mais couverture tout de même bonne (60 % versus 95 % dans la zone environnante). Effet possible, mais différences possiblement liées à l'hétérogénéité de l'herbier.	0 m²	0 m²
2020-311	3"50	HE	Sacs de sable laissés sur le point, mais végétation présente entre les sacs avec un couvert de 25 %. Herbier moins dense près du point avec couverture de 15 % versus 80 % dans la zone environnante. Effet possible, mais différences possiblement liées à l'hétérogénéité de l'herbier.	Non visible (présence de sacs de sable)	0,75 m²
2020-30	3"50	HE	Sacs de sable laissés autour du cratère de rayon de 0,25 m, mais végétation présente entre les sacs, avec un couvert de 30 %. Herbier moins dense près du point avec couverture de 15 % versus 60 % dans l'aire environnante. Effet possible, mais différences possiblement liées à l'hétérogénéité de l'herbier.	0,2 m²	0,7 m²
2020-22	3"50	HE	Sacs de sable laissés sur le point et débris métalliques présents, mais végétation présente entre les sacs avec un couvert de 30 %. Type de végétation près du point similaire à celle de la zone environnante. Couvert végétal près du point plus faible que dans l'aire environnante (25 % versus 50 %). Effet possible, mais différences possiblement liées à l'hétérogénéité de l'herbier.	Non visible (présence de sacs de sable)	0,7 m²
Projectiles inertes					
2020-182	155 mm	Inerte	Sacs de sable laissés sur le point. Couvert végétal près du point (autour des sacs, de 1 à 5 m du point) plus grand que celui de la zone environnante (80 % versus 65 %).	Non visible (présence de sacs de sable)	1 m²
2020-284	105 mm	Inerte	Sacs de sable laissés sur le point. Type de végétation au point et près du point similaire à celui de la zone environnante. Couvert végétal près du point plus grand que celui de la zone environnante (60 % versus 50 %).	Non visible (présence de sacs de sable)	1 m²

Tableau 3.1 Reprise de la végétation aux points de détonations visés en 2021

UXO	Calibre	Inerte ou HE	Effets sur la végétation	Aire de la zone perturbée	
				Détonation	Sacs de sable
2020-270	90 mm	Inerte	Sacs de sable laissés sur le point, mais végétation présente entre les sacs avec un couvert de 35 %. Type de végétation près du point similaire à celui de la zone environnante et couvert végétal identique (70 %).	Non visible (présence de sacs de sable)	0,65 m²
2020-477	90 mm	Inerte	Sacs de sable laissés sur le point, mais végétation présente entre les sacs avec un couvert de 50 %. Type de végétation près du point similaire à celui de la zone environnante. Couvert végétal similaire près du point et dans l'aire environnante (70 % versus 80 %).	Non visible (présence de sacs de sable)	0,5 m²
2020-739	90 mm	Inerte	Sacs de sable laissés autour du point, mais végétation présente à l'endroit du point avec un couvert de 70 %. Type de végétation près du point similaire à celui de la zone environnante et couvert végétal identique (70 %).	0 m²	0,3 m³

3.3 Espèces envahissantes

Très peu d'espèces exotiques envahissantes (EEE) ont été observées dans les aires perturbées par les travaux de détonation *in situ* lors du suivi 2021. En effet, le myriophylle à épis (*Myriophyllum spicatum*) a été la seule EEE végétale observée et a été observé à deux points seulement (2017-992 et 2020-284; voir figure 3). Dans ces deux cas, il s'agissait de plantes individuelles avec un couvert végétal de moins d'un pour cent.

3.4 Espèces menacées et vulnérables

Une nouvelle colonie de carmantine d'Amérique, qui n'avait pas été repérée lors des travaux de caractérisation du milieu en 2019 (GHD, 2020), a été observée dans le marais émergent (photo 55 de l'annexe B). La localisation de la colonie est donnée à la figure 2. Cette colonie ne se trouvait pas près d'un des points de détonation et a été observée lors du déplacement entre deux points visés par les travaux. Aucune autre espèce menacée ou vulnérable n'a été observée lors des travaux.

4. Discussion

4.1 Évaluation de la superficie totale affectée et de la durée de cet impact

4.1.1 Effets observés sur la végétation

L'impact sur la végétation était variable selon le type de projectile, inerte ou HE, et selon le calibre des projectiles HE.

4.1.1.1 Projectiles HE de calibres 105 mm et plus

Lors du suivi réalisé en 2019, un effet néfaste évident sur la végétation avait été observé au point de détonation de deux projectiles HE de calibre 105 mm (2017-48 et 2017-177) (GHD, 2020). Ces projectiles avaient été détonnés en 2017. Les effets avaient donc été observés 2 ans après la détonation. Un cratère d'une profondeur d'environ 30 cm et d'environ 3 m de diamètre était visible au centre d'une aire affectée d'environ 7 m à 8 m de diamètre à l'intérieur de laquelle aucune plante émergente n'était présente et une faible présence de plantes submergées avait été observée. Du potamot de Richardson avait été observé en bordure de la dépression centrale des cratères en 2019 (GHD, 2020). Un an plus tard, en 2020, une reprise partielle de la végétation submergée a été observée, mais il n'y avait aucune reprise des espèces émergentes (scirpe d'Amérique [*Schoenoplectus pungens*], scirpe fluviatile [*Bolboschoenus fluviatilis*] et scirpe aigu [*Schoenoplectus lacustris*]) dans le rayon affecté.

Pour ces deux projectiles, les observations de 2021 témoignent d'une continuation de l'accroissement du couvert végétal par les espèces submergées, au point où leur couverture est devenue similaire à celle des espèces submergées dans le milieu non affecté environnant. Pour un des deux projectiles, 2017-177, un rétrécissement du rayon de l'aire sans végétation émergente indique une reprise de l'herbier émergent.

De plus, le présent suivi a inclus quatre autres points de détonation de 105 mm HE, pour un total de six points de détonation de projectiles 105 mm HE. De ceux-ci, deux (2017-2, et 2017-620) montrent un niveau d'effet similaire à ce qui est décrit ci-dessus, tandis que pour les deux autres (2017-169 et 2017-455) aucun effet sur la végétation n'est observé. Dans le cas de 2017-169, il y a même un couvert de scirpe d'Amérique et de scirpe fluviatile dans la zone rapprochée du point de détonation. Dans l'autre cas (2017-455), il y a peu de plantes émergentes dans le milieu environnant.

Sur la base de ces observations, nous considérons que les projectiles de 105 mm HE ont probablement, lors de leur détonation, un effet létal sur les parties souterraines des plantes sur un rayon d'environ 3 m, mais que les espèces végétales submergées, notamment les potamots, recolonisent entièrement ces aires après une durée d'environ 3 à 4 ans. Les scirpes qui dominent les secteurs d'herbiers émergents recolonisent ces milieux plus lentement. Dans la majorité des cas présents dans les secteurs d'herbiers émergents, 4 années ont été insuffisantes pour la reprise des scirpes. Ces résultats sont en accord avec les prédictions de Lalonde et coll. (2003), selon lesquelles les espèces émergentes telles que les scirpes, qui emmagasinent la plus grande partie de leur productivité dans des rhizomes, seraient plus lentes à recoloniser, résultant à des ouvertures persistantes dans l'herbier émergent.

Un point d'une détonation d'un projectile de 4.2'' HE (2017-992) a été visé par les suivis en 2020 et 2021. Aucun effet de cette détonation sur la végétation n'a été observé en 2021, soit 4 ans après la détonation. Les observations en 2020 étaient limitées par une mauvaise visibilité (GHD, 2021a), mais sont compatibles avec celles de 2021. Il est donc probable qu'aucun effet notable n'était présent 3 ans après la détonation.

4.1.1.2 Projectiles HE de calibres inférieurs à 105 mm

Dans le cas des projectiles contenant de la matière explosive (HE) détonnés en 2020, tous de calibre 3''50, aucune zone visiblement perturbée ne pouvait être identifiée ni mesurée à l'exception de deux cratères de rayon de moins de 1 m (2020-1110 et 2020-30). En effet, il y avait souvent présence de végétation à moins de 1 m du point. Malgré l'absence d'une zone autour de ces détonations où les espèces végétales étaient visiblement modifiées, le couvert végétal près de la détonation (1 à 5 m) était toujours inférieur au couvert végétal plus loin (5 à 10 m). Ceci indique que la détonation des projectiles HE de calibre 3''50 peut avoir un effet sur les plantes sur une petite aire près de la détonation, mais sans éliminer cette végétation et sans changer le type d'habitat présent. Puisque l'effet est subtil et sans transition démarquée, il n'est pas possible d'établir un rayon d'effet précis pour celui-ci. Pour la majorité des détonations de 2020, des sacs de sable ont été laissés sur place. À plusieurs points, ceci a rendu impossible l'observation du fond à l'endroit du point de détonation et nuit à la croissance de la végétation à l'endroit des sacs.

4.1.1.3 Projectiles inertes

Dans le cas des détonations de projectile inerte (90 mm et 105 mm), aucun impact sur la végétation entourant le projectile pouvant être lié à l'explosion des charges creuses n'a été détecté. Comme pour les détonations de projectiles HE de calibre de 3''50 en 2020, des sacs de sable ont été laissés sur place à plusieurs de ces points.

4.1.2 Réévaluation de la superficie totale affectée par les détonations

En fonction des observations réalisées en 2019 et 2020, GHD (2021a) avait évalué la superficie d'habitat affectée par les détonations *in situ* à 37 670,8 m². Ce calcul était basé sur les suppositions suivantes :

– Projectiles HE de calibre de 105 mm et plus : Perte des plantes émergentes et submergées sur un rayon de 4 m (50 m²), avec retour des plantes submergées, mais non des plantes émergentes, après 3 ans.
– Projectiles HE de calibre inférieur à 105 mm : Mortalité des plantes dans le cratère. Un rayon de 0,5 m a été utilisé pour décrire un cratère typique, ce qui couvre une superficie d'environ 0,8 m².

En fonction des rayons des zones perturbées observées en 2021 (tableau 3.1), il est possible de recalculer cette superficie en utilisant le rayon moyen affecté autour des projectiles de 105 mm HE après 4 ans. Cela correspond à la moyenne des rayons de la zone perturbée pour les six projectiles de 105 mm HE inclus dans le suivi, soit 2,325 m. Le tableau 4.1 présente la superficie calculée selon les suppositions de GHD (2021a) comme étant la superficie affectée au moment de la détonation, ainsi qu'un deuxième calcul de la superficie affectée après 4 ans selon les suppositions suivantes :

– Projectiles HE de calibre 105 et plus : Perte des plantes émergentes sur un rayon de 2,325 m (17 m²) pour une période de plus de 4 ans, avec retour des plantes submergées. Puisque les observations à ce jour indiquent que certaines espèces de plantes indigènes du marais recolonisent les zones perturbées en 3 ans, cette superficie représente une modification de l'habitat et non une perte. Il faut noter qu'à ce jour, aucun projectile HE de 155 mm n'a été détonné.
– Projectiles HE de calibre inférieur à 105 mm : Aucune perte sur plus de 4 ans. Ceci se base sur les faibles effets observés et suppose une régénération rapide des plantes submergées à ces endroits, comme il a été observé à l'endroit des projectiles HE de calibre 105. De plus, cette supposition nécessite un retirement des sacs de sable aux points de détonation, ce qui n'a pas été le cas à plusieurs points de détonation en 2020.

Tableau 4.1 Calcul de la superficie affectée par les détonations

Calibre du projectile	Nombre de projectiles détonés *in situ* qui devraient contenir de la matière explosive et exploser	Superficie affectée au moment de la détonation (GHD, 2021a) (m²)	Superficie affectée après 4 ans (m²)
155 mm	460	23 000	7 820
105 mm	287	14 350	4 879
3''50 cal	287	229,6	0
90 mm	46	36,8	0
3''70 cal	34	27,2	0
4 po	23	18,4	0
76 mm	11	8,8	0
Total	1 148	37 670,8	12 699

4.2 Effets sur les espèces nuisibles

Tout comme les observations réalisées en 2019 (GHD, 2020), les observations de 2021 indiquent que les perturbations causées par les détonations *in situ* ne semblent pas avantager les EEE. En effet, la recolonisation des zones perturbées se fait principalement par des plantes submergées indigènes et communes, dont notamment le potamot de Richardson (*Potamogeton richardsonii*) et les potamots à feuilles étroites[1]. Aucune EEE n'a été observée

[1] Les potamots à feuille étroite réfèrent à de multiples espèces ayant des feuilles linéaires étroites. Une identification confiante de ces espèces aurait nécessité un examen détaillé d'individus portant des fruits matures (Rappel, 2021).

lors du suivi en 2020 (GHD, 2021a), mais il faut noter que la saison avancée et la faible visibilité limitaient la qualité des observations en 2020.

Une colonisation importante par des cyanobactéries a été observée dans les aires perturbées autour de deux points de détonation de projectiles de calibre 105 mm HE (2017-48 et 2017-620). Il s'agit de deux endroits où la profondeur d'eau était faible (<1 m) et où il y a eu une réduction du couvert par les plantes, notamment en ce qui concerne le couvert des espèces émergentes. Les cyanobactéries étaient également présentes, mais en plus faible quantité, à trois autres endroits correspondant à ces conditions (2017-2, 2017-169 et 2017-177). Il faut noter que des cyanobactéries ont été observées à quelques endroits non affectés par des détonations lors des inventaires des herbiers en 2019 (GHD, 2020).

5. Conclusions

Un suivi de la reprise de végétation à l'endroit des points de détonations de projectiles dans le lac Saint-Pierre a été réalisé, le 9 septembre 2021, dans des conditions de navigabilité et de visibilité idéales. Ce suivi a été réalisé en suivant le *Protocole de suivi de la reprise de la végétation* (GHD, 2021b) ayant été approuvé par le MELCC avant la réalisation des travaux.

Selon les résultats de ce suivi, qui concordent avec les résultats des suivis précédents en 2019 (GHD, 2020) et 2020 (GHD, 2021a), les principales conclusions sont :

– Aucun impact sur la végétation entourant le projectile n'a été détecté pour les projectiles inertes.
– Pour la majorité des détonations de 2020 qui ont été vérifiées, des sacs de sable ont été laissés sur place. À plusieurs points, ceci a rendu impossible l'observation du fond à l'endroit du point de détonation et nuit à la croissance de la végétation à l'endroit des sacs. Il est recommandé que ces sacs soient retirés du milieu. La présence de sacs de sable aux 25 points de détonation de 2020 qui n'ont pas fait partie du suivi devrait être vérifiée et les sacs retirés, le cas échéant.
– Aucune zone visiblement perturbée ne pouvait être identifiée ni mesurée autour des projectiles 3''50 HE détonnés en 2020, à l'exception de deux cratères de rayon de moins de 1 m (2020-1110 et 2020-30). Il y avait souvent présence de végétation à moins de 1 m de ces points. Malgré l'absence d'une zone autour de ces détonations où les espèces végétales étaient visiblement modifiées, le couvert végétal près de la détonation (1 à 5 m) était toujours inférieur au couvert végétal plus loin (5 à 10 m). Ceci indique que la détonation des projectiles HE de calibre 3''50 peut avoir un effet sur les plantes sur une petite aire près de la détonation, mais sans éliminer cette végétation et sans changer le type d'habitat présent. Puisque l'effet est subtil et sans transition démarquée, il n'est pas possible d'établir un rayon d'effet précis pour celui-ci.
– Aucun effet sur la végétation n'a été observé autour d'un projectile de 4,2'' HE (2017-992) 4 ans après sa détonation. Il est probable, selon les observations en 2020 (GHD, 2021a), qu'aucun effet n'était présent 3 ans après la détonation.
– Les projectiles de 105 mm HE ont, lors de leur détonation, un effet létal sur les parties souterraines des plantes sur un rayon de 3 à 4 m. Les espèces végétales submergées recolonisent entièrement ces aires après un délai d'environ 3 à 4 ans. Les scirpes qui dominent les secteurs d'herbiers émergents recolonisent ces milieux plus lentement. Dans la majorité des cas dans les secteurs d'herbiers émergents, 4 ans ont été insuffisants pour la reprise des scirpes.
– La superficie totale affectée à long terme, soit plus de 4 ans, a été évaluée à 12 699 m². Puisque les observations à ce jour indiquent que certaines espèces de plantes indigènes du marais recolonisent les zones perturbées en 3 ans, cette superficie représente une modification de l'habitat et non une perte.
– Une nouvelle colonie de carmantine d'Amérique a été observée dans le marais émergent. Aucune autre espèce menacée ou vulnérable n'a été observée lors des travaux.
– Les perturbations causées par les détonations *in situ* ne semblent pas avantager les EEE. La seule EEE végétale observée a été le myriophylle à épis. Il a été observé à deux reprises en très petites quantités.

– Les ouvertures créées par les détonations de projectiles HE de 105 mm et plus dans les herbiers émergents peu profonds peuvent encourager la croissance de cyanobactéries à ces endroits.

6. Références

GHD (2020). Atténuation du risque à la sécurité publique lié aux munitions explosives non explosées (UXO) au lac Saint-Pierre – Études additionnelles (végétation aquatique et impacts des travaux). 13 avril 2020. 17 p. + annexes.

GHD (2021a). Surveillance des travaux *in situ* 2020 – Atténuation du risque à la sécurité publique lié aux munitions explosives non explosées (UXO) au lac Saint-Pierre. 12 juillet 2021. 37 p. + annexes.

GHD (2021 b). Protocole de suivi de la reprise de la végétation – Atténuation du risque à la sécurité publique lié aux munitions explosives non explosées (UXO) au lac Saint-Pierre. 2 août 2021. 5 p. + annexes.

LALONDE, S., B. CUSSON et D. LONGPRÉ (2003*). État des connaissances sur la végétation de la rive sud du lac Saint-Pierre*. Direction de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Région du Québec. Mars 2003. 119 p. + annexes.

MPO (PÊCHES ET OCÉANS CANADA) (2021). *Lac Saint-Pierre – 15975*. Site Internet de Pêches et Océans Canada. En ligne [https://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/tides/fr/stations/15975/2021-09-09?tz=UTC]

RAPPEL (2021). *Plantes aquatiques*. En ligne [https://rappel.qc.ca/fiches-informatives/plantes-aquatiques/]

7. Portée et limitations

Ce rapport a été préparé pour Construction de Défense Canada et peut être utilisé uniquement par Construction de Défense Canada et le MDN aux fins convenues entre GHD et Construction de Défense Canada et le MDN lesquelles sont décrites à la section 1.2.

GHD décline toute autre responsabilité envers toute autre personne que Construction de Défense Canada et le MDN découlant du présent rapport. GHD exclut aussi les garanties et conditions implicites, dans la mesure permise par la loi.

Les services rendus par GHD dans le cadre de la préparation du présent rapport se limitent à ceux qui y sont précisément décrits et sont assujettis aux limitations de la portée établie dans le rapport.

Les opinions, conclusions et recommandations fournies dans ce rapport sont basées sur les conditions rencontrées et sur les informations examinées à la date de la préparation du rapport. GHD n'a aucune responsabilité ni obligation de mettre à jour ce rapport pour tenir compte d'événements ou de changements survenant après la date à laquelle le rapport a été préparé.

Les opinions, conclusions et recommandations fournies dans le présent rapport sont basées sur les hypothèses formulées par GHD et décrites dans ce dernier (voir la section 2 du rapport). GHD décline toute responsabilité découlant de l'inexactitude de l'une ou l'autre de ces hypothèses.

Les opinions, conclusions et recommandations fournies dans le présent rapport sont basées sur les informations obtenues à des points d'échantillonnage précis, et sur des essais effectués à ou en lien avec ces derniers. Les conditions à d'autres emplacements du site pourraient différer de celles rencontrées aux points d'échantillonnage précis.

Les conditions du site (y compris la présence de substances dangereuses et/ou la contamination du site) pourraient changer après la date du présent rapport. GHD n'accepte aucune responsabilité découlant de, ou relative à, tout changement aux conditions du site. GHD n'est pas non plus responsable de mettre à jour ce rapport si les conditions du site changent.

GHD a préparé le présent rapport en se basant sur les informations fournies par Construction de Défense Canada et par d'autres parties (y compris des autorités gouvernementales), que GHD n'a pas vérifiées de manière indépendante au-delà de la portée convenue des travaux. GHD n'accepte aucune responsabilité en lien avec ces informations non vérifiées, y compris toutes erreurs et omissions dans le présent rapport ayant été causées par des erreurs ou omissions dans ces informations.

Figures

Herbiers de vallisnérie d'Amérique et potamot de Richardson

Vallisnérie d'Amérique et potamot de Richardson épars (< 10 % couverture)

Aire des travaux no 1

LAC SAINT-PIERRE

Herbiers submergés plus diversifiés

2020-1110
2020-284
2020-182
2020-772
2020-477
2020-739
2020-270
2020-30
2020-311
2017-455
2020-22
2017-992
2017-2
2017-620
2017-48
2017-169
2017-177

OP-6

Aire des travaux no 2

Route Jarelle

Légende

- Aire des travaux
- Zone prioritaire d'intervention
- Communautés végétales submergées

Type de projectile (inerte ou contenant de la matière explosive [HE])

- 105 mm et HE
- 3"50 et HE
- 4,2" et HE
- 90 mm et Inerte
- 105 mm et Inerte
- 155 mm et Inerte

Espèces émergentes et flottantes dominantes

- Scirpe aigu épars
- Scirpe aigu
- Scirpe aigu et quenouille
- Scirpes aigu et d'Amérique
- Scirpes aigu et fluviatile
- Scirpe d'Amérique
- Scirpes fluviatile et d'Amérique
- Scripe fluviatile
- Scirpes fluviatile et aigu et grand nénuphar
- Scirpes fluviatile et aigu et quenouille
- Scirpe fluviatile et quenouille
- Quenouille
- Quenouille et nymphéa odorant

0 100 200 300
Mètres

Système de référence géodésique : North American Datum 1983
Projection :
Mercator transverse universel, zone 18N

CONSTRUCTION DE DÉFENSE CANADA (CDC)

RAPPORT DE SUIVI DE LA REPRISE DE LA VÉGÉTATION – 2021, ATTÉNUATION DU RISQUE À LA SÉCURITÉ PUBLIQUE LIÉ AUX MUNITIONS EXPLOSIVES NON EXPLOSÉES (UXO) AU LAC SAINT PIERRE

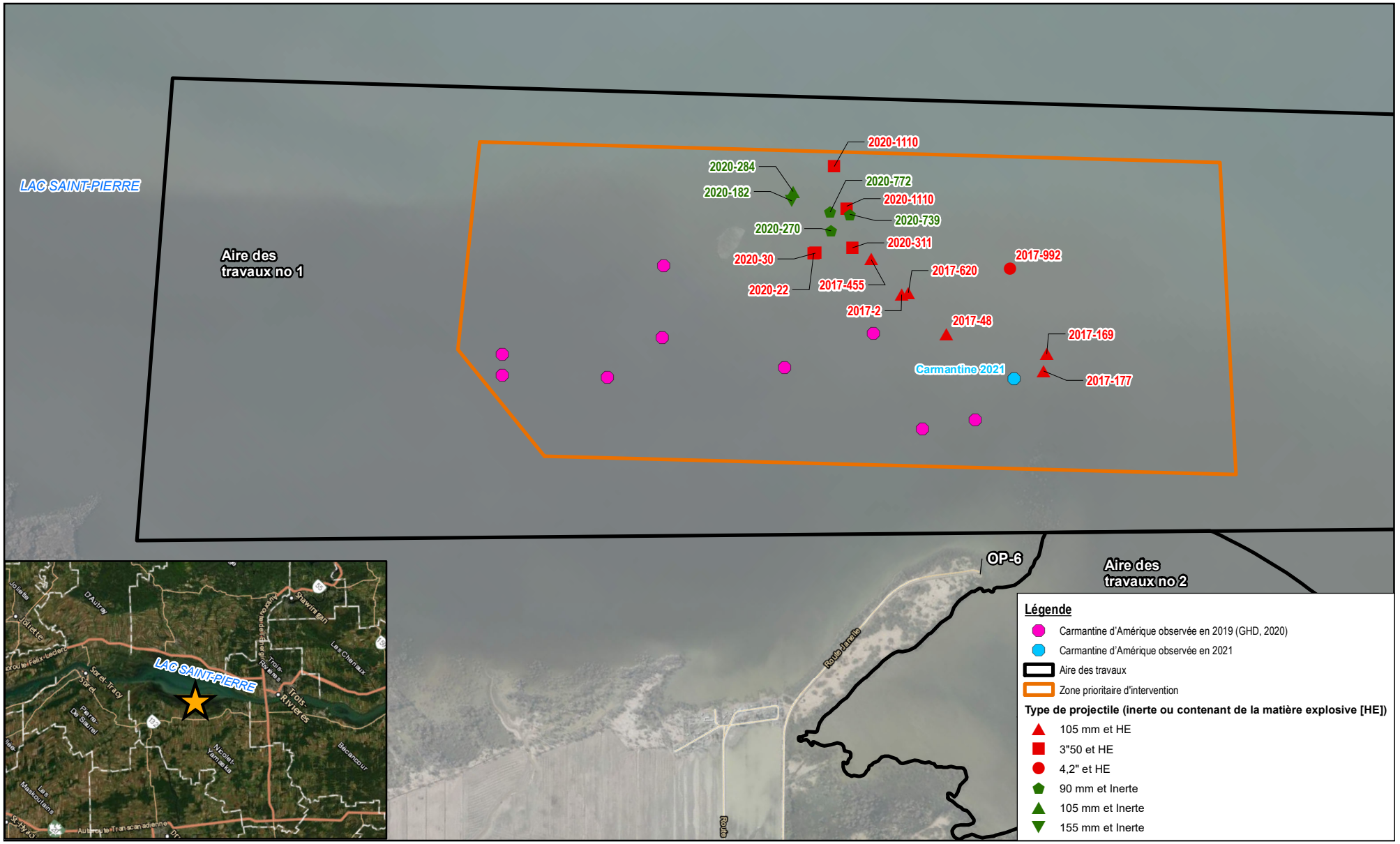
POINTS VISÉS POUR LE SUIVI DE LA REPRISE DE LA VÉGÉTATION EN 2021

No. de projet: 11228893
No. de révision-
Date: 25 Nov, 2021

FIGURE 1

Fichier SIG : Q:\GIS\PROJECTS\11228000s\11228893\Layouts\11228893-E3-RPT5_202111_PointsVisés_SIG001.mxd

La source de données: GHD (2020). Atténuation du risque à la sécurité publique lié aux munitions explosives non explosées (UXO) au lac Saint-Pierre – Études additionnelles (végétation aquatique et impacts des travaux). 13 avril 2020; Limites de la zone d'étude; Limites du CEEM de Nicolet, Zone prioritaire d'intervention, zone d'intervention potentielle : CDC, 2018; Hydrographie, routes: RHN, 2017. Type de Protection: GHD, 2021; Relevé terrain : GHD, 2019; Base cartographique : Service d'imagerie du gouvernement du Québec, 2018.



0 120 240 360 480

Mètres

Projection de carte: Transverse Mercator
Horizontal Datum: North American 1983
Grid: NAD 1983 UTM Zone 18N

CONSTRUCTION DE DÉFENSE CANADA (CDC)

RAPPORT DE SUIVI DE LA REPRISE DE LA VÉGÉTATION – 2021
ATTÉNUATION DU RISQUE À LA SÉCURITÉ PUBLIQUE LIÉ AUX MUNITIONS EXPLOSIVES NON EXPLOSÉES (UXO) AU LAC SAINT PIERRE

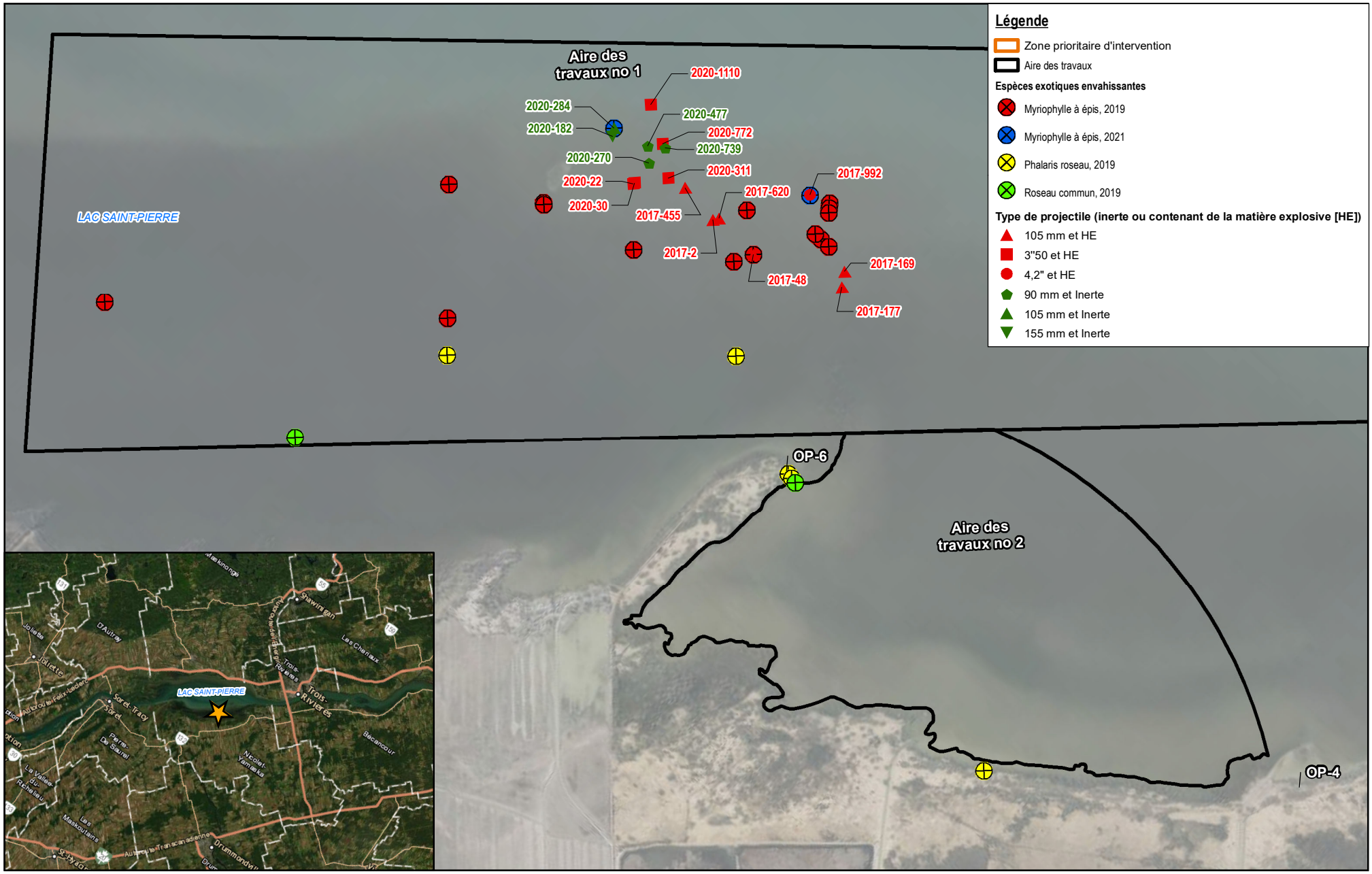
LOCALISATION DES OBSERVATIONS D'ESPÈCES MENACÉES ET VULNÉRABLES

No. de projet **11228893**
No. de révision **-**
Date **25 mars 2022**

FIGURE 2

Q:\GIS\PROJECTS\11228000s\11228893\Layouts\11228893-E3-RPT5_202111_CarmantineD'Amérique_SIG002.mxd
Date d'impression: 25 Mar 2022 - 09:41

La source de données: GHD (2020). Atténuation du risque à la sécurité publique lié aux munitions explosives non explosées (UXO) au lac Saint-Pierre – Études additionnelles (végétation aquatique et impacts des travaux). 13 avril 2020; Limites de la zone d 'étude, Limites du CEEM de Nicolet, Zone prioritaire d 'intervention, zone d 'intervention potentielle : CDC, 2018. Hydrographie, routes: RHN, 2017. Relevé terrain : GHD, 2019; Base cartographique : Service d 'imagerie du gouvernement du Québec, 2018.



Taille de papier ANSI A

0 250 500 750 1,000

Mètres

Projection de carte: Mercator Auxiliary Sphere
Horizontal Datum: WGS 1984
Grid: WGS 1984 Web Mercator Auxiliary Sphere

CONSTRUCTION DE DÉFENSE CANADA (CDC)

RAPPORT DE SUIVI DE LA REPRISE DE LA VÉGÉTATION – 2021, ATTÉNUATION DU RISQUE À LA SÉCURITÉ PUBLIQUE LIÉ AUX MUNITIONS EXPLOSIVES NON EXPLOSÉES (UXO) AU LAC SAINT PIERRE

LOCALISATION DES ESPÈCES VÉGÉTALES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

No. de projet **11228893**
No. de révision **-**
Date **25 mars 2022**

FIGURE 3

Q:\GIS\PROJECTS\11228000s\11228893\Layouts\11228893-E3-RPT5_202111_CaractérisationEEE_SIG003.mxd
Date d'impression: 25 Mar 2022 - 09:36

La source de données: GHD (2020). Atténuation du risque à la sécurité publique lié aux munitions explosives non explosées (UXO) au lac Saint-Pierre – Études additionnelles (végétation aquatique et impacts des travaux). 13 avril 2020; Limites de la zone d'étude, Limites du CEEM de Nicolet, Zone prioritaire d'intervention, zone d'intervention potentielle : CDC, 2018; Hydrographie, routes: RHN, 2017. Type de Protection: GHD, 2021; Relevé terrain : GHD, 2019; Base cartographique : Service d'imagerie du gouvernement du Québec, 2018.

Annexes

Annexe A

Compilation des données enregistrées – Suivi 2021

Station	Calibre	Inerte ou HE	Date et heure	Observateurs	Température de l'air	Température de l'eau	Ennuagement (%)	Précipitations	Vent (km/h)	Vent (direction)	Profondeur d'eau (m)	Hauteur des vagues (cm)	Turbidité de l'eau
2020-1110	3''50	HE	9-9-2021 8h40	Jonathan Olson Julie Dumas	ND	ND	100	Aucune	<5	S	1.3	5	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2020-772	3''50	HE	9-9-2021 9h40	Jonathan Olson Julie Dumas	20.6	17.9	80	Aucune	5-10	S	1.1	5	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2020-311	3''50	HE	9-9-2021 10h10	Jonathan Olson Julie Dumas	21.5	18.1	Soleil (présence de nuages minces)	Aucune	<5	SO	<1	<5	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2020-30	3''50	HE	9-9-2021 10h46	Jonathan Olson Julie Dumas	20.9	18.4	50	Aucune	<5	Trop faible pour évaluer.	0.6	<5	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2020-22	3''50	HE	9-9-2021 11h29	Jonathan Olson Julie Dumas	22.3	18.6	50	Aucune	<5	Trop faible pour évaluer.	0.6	0	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2020-182	155 mm	Inerte	9-9-2021 12h00	Jonathan Olson Julie Dumas	22.4	18.3	75	Aucune	<5	SO	1.1	<5	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2020-284	105 mm	Inerte	9-9-2021 12h35	Jonathan Olson Julie Dumas	20.9	15.5	75	Aucune	<5	SO	1.1	<5	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2020-270	90 mm	Inerte	9-9-2021 13h17	Jonathan Olson Julie Dumas	23.7	18.6	70	Aucune	5 à 10	SO	0.7	5	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2020-477	90 mm	Inerte	9-9-2021 13h42	Jonathan Olson Julie Dumas	22.9	18.6	30	Aucune	5	SO	1.2	5 à 10	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2020-739	90 mm	Inerte	9-9-2021 14h21	Jonathan Olson Julie Dumas	21	18.6	50	Aucune	5	SO	1.1	5 à 10	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2017-992	4,2''	HE	9-9-2021 14h49	Jonathan Olson Julie Dumas	23.5	19.2	30	Aucune	5	SO	0.8	<5	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.

Station	Calibre	Inerte ou HE	Date et heure	Observateurs	Température de l'air	Température de l'eau	Ennuagement (%)	Précipitations	Vent (km/h)	Vent (direction)	Profondeur d'eau (m)	Hauteur des vagues (cm)	Turbidité de l'eau
2017-169	105 mm	HE	9-9-2021 15h22	Jonathan Olson Julie Dumas	22.9	19.9	100	Aucune	5 à 10	SO	0.7	0	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2017-177 (crat 23)	105 mm	HE	9-9-2021 16h00	Jonathan Olson Julie Dumas	21.8	20	100	Aucune	<5	SO	0.6	0	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2017-48 (crat inconnu)	105 mm	HE	9-9-2021 16h40	Jonathan Olson Julie Dumas	22.4	19.9	100	Aucune	10	SO	0,6 et 0,8 (autour du cratère)	0	Bonne. Turbidité temporairement plus élevée à cause du mouvement du bateau.
2017-620	105 mm	HE	9-9-2021 17h20	Jonathan Olson Julie Dumas	21.9	19.8	90	Aucune	10	SO	0.8	<2	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2017-2	105 mm	HE	9-9-2021 17h42	Jonathan Olson Julie Dumas	21.8	19.9	50	Aucune	5	SO	0.8	0	Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.
2017-455	105 mm	HE	9-9-2021 18h15	Jonathan Olson Julie Dumas	20.9	19.5	70	Aucune	5 à 10	S	0.75		Faible. Bonne visibilité jusqu'au fond.

Station	Cratère visible	Rayon du cratère (m)	Profondeur du cratère (m) (profondeur d'eau au cratère - profondeur d'eau à l'extérieur)	Rayon de la zone perturbée (m) (rayon du cratère + largeur de l'aire visiblement perturbée autour du cratère)	Présence de résidus	Végétation (cratère ou 1 m)	Végétation (zone perturbée ou 1 à 5 m)	Végétation (zone non perturbée ou 5 à 10 m)	Cyanobactéries	Photos	Notes
2020-1110	Oui	0.5	Peu (non mesurable, car inférieur à la précision de la méthode [environ 5 cm])	0.5	Aucun	100 % découvert	Potamot de Richardson 10 % Potamot feuilles étroites 5 % Vallisnérie 5 % 80 % découvert	Potamot de Richardson 5 % Potamot feuilles étroites 10 % Vallisnérie 20 % 70 % découvert	Absence	3125-3126 : 1 à 5 m 3127 : 1 m 3128 : 10 m 3129-3132 : près du point	Achigan observé à l'endroit du cratère. Présence de coquilles de mulettes.
2020-772	Non	s.o.	s.o.	s.o.	Aucun	Potamot à feuilles étroites 60 % 40 % découvert	Potamot à feuilles étroites 60 % 40 % découvert	Vallisnérie 80 % Potamot de Richardson 40 % 5 % découvert	Absence	3133-3135 : <5 m 3136 : 5 à 10 m	Petites zones sans végétation à une distance de 0,5 à 1 m du point. Coquilles de mulettes.
2020-311	Non	s.o.	s.o.	s.o.	Sacs de sable laissés sur place.	Potamot à feuilles étroites 25 % 75 % découvert	Hétéranthère litigieuse 5 % Potamot de Richardson 5 % Scirpe aigu 5 % 85 % découvert	Hétéranthère litigieuse 10 % Potamot de Richardson 60 % Scirpe aigu 10 % 20 % découvert	Absence	3137-3139 : point 3140 : 1 à 5 m 3141 : 5 à 10 m	Mulettes observées.
2020-30	Oui	0.25	Peu (non mesurable, car inférieur à la précision de la méthode [environ 5 cm])	0,25 (végétation présente à l'endroit du cratère)	Au moins 2 sacs de sable autour du cratère.	Potamot à feuilles étroites 30 % Vallisnérie 2 % 70 % découvert	Hétéranthère litigieuse 5 % Potamot de Richardson 5 % Scirpe aigu 5 % 85 % découvert	Hétéranthère litigieuse 10 % Potamot de Richardson 50 % Scirpe aigu 15 % 40 % découvert	Absence	3142 : du haut 3143 : cratère 3144 : 1 à 5 m 3145-3146 : 5 à 10 m	Poissons (gobies). Mulettes observées.
2020-22	Non	s.o.	s.o.	s.o.	Deux sacs de sable entiers. Deux sacs de sable brisés. Morceaux de métal qui semblent provenir de l'explosion.	Hétéranthère litigieuse 5 % Vallisnérie 5 % Potamot à feuilles étroites 20 % 70 % découvert	Hétéranthère litigieuse 10 % Potamot de Richardson 5 % Vallisnérie 2 % Scirpe aigu 10 % 75 % découvert	Hétéranthère litigieuse 15 % Potamot de Richardson 25 % Scirpe aigu 15 % 50 % découvert	Absence	3147 à 3152 : point et débris 3153 à 3155 : 1 à 5 m 3156-3157 : 5 à 10 m	Très près de 2020-30 et milieu très similaire. Observation d'aires dénudées autour des sacs de sable. Mulettes observées.
2020-182	Non	s.o.	s.o.	s.o.	Pile de sacs de sable sur le point.	Recouvert de sacs de sable.	Potamot à feuilles étroites 80 % Vallisnérie 5 % Élodée 2 % 20 % découvert	Vallisnérie 20 % Potamot de Richardson 20 % Potamot à feuilles étroites 50 % 35 % découvert	Absence	3158-3159 : point 3160-3161 : 5 à 10 m 3162 : 1 à 5 m	Mulettes observées.
2020-284	Non	s.o.	s.o.	s.o.	8 sacs éventrés	Recouvert de sacs de sable.	Potamot à feuilles étroites 60 % Myriophylle à épis <1 % (1 plant) Élodée 5 % 40 % découvert	Potamot à feuilles étroites 50 % Vallisnérie 2 % Élodée <1 Potamot de Richardson 1 % 50 % découvert	Absence	3163-3164 : point 3165 : 5 à 10 m 3166-3167 : 1 à 5 m	Mulettes observées.
2020-270	Non	s.o.	s.o.	s.o.	3 sacs de sable	Potamot à feuilles étroites 35 % Sacs de sable 65 %	Potamot de Richardson 30 % Potamot feuilles étroites 30 % Vallisnérie 5 % 30 % découvert	Potamot de Richardson 30 % Potamot feuilles étroites 20 % Vallisnérie 30 % 30 % découvert	Absence	3168-3169 : sacs 3170 : 1 à 5 m 3171 : 5 à 10 m	Mulettes observées.
2020-477	Non	s.o.	s.o.	s.o.	5 sacs de sable	Potamot à feuilles étroites 50 % Sacs de sable 50 %	Potamot de Richardson 40 % Vallisnérie 30 % 30 % découvert	Potamot de Richardson 25 % Potamot feuilles étroites 50 % Vallisnérie 20 % 20 % découvert	Absence	3172 : point 3173 : 1 à 5 m 3174 : 5 à 10 m	Mulettes observées.
2020-739	Non	s.o.	s.o.	s.o.	6 sacs de sable éparpillés en trois groupes (3+2+1) sur 2 à 3 m	Potamot à feuilles étroites 70 % 30 % à découvert	Potamot de Richardson 10 % Potamot feuilles étroites 40 % Vallisnérie 20 % 30 % découvert	Potamot de Richardson 40 % Vallisnérie 30 % 30 % découvert	Absence	3175 : 5 à 10 m 3176 : point 3177 : 1 à 5 m	Mulettes observées.
2017-992	Non	s.o.	s.o.	s.o.	Aucun	Vallisnérie 5 % Potamot de Richardson 40 % Hétéranthère litigieuse 30 % 35 % découvert	Vallisnérie 20 % Potamot de Richardson 40 % Potamot à feuilles étroites 5 % Hétéranthère litigieuse 5 % 40 % découvert	Vallisnérie 20 % Potamot de Richardson 40 % Potamot à feuilles étroites 5 % Hétéranthère litigieuse 10 % Myriophylle à épis <1 % 40 % découvert	Absence	3178 : 1 à 5 m 3179-3180 : 5 à 10 m 3181 : point	Mulettes observées.

Station	Cratère visible	Rayon du cratère (m)	Profondeur du cratère (m) (profondeur d'eau au cratère - profondeur d'eau à l'extérieur)	Rayon de la zone perturbée (m) (rayon du cratère + largeur de l'aire visiblement perturbée autour du cratère)	Présence de résidus	Végétation (cratère ou 1 m)	Végétation (zone perturbée ou 1 à 5 m)	Végétation (zone non perturbée ou 5 à 10 m)	Cyanobactéries	Photos	Notes
2017-169	Non	s.o.	s.o.	s.o.	Aucun	Scirpe fluviatile 1 % Scirpe d'Amérique 2 % Hétéranthère litigieuse 10 % Potamot de Richardson 5 % Vallisnérie 10 % 75 % à découvert	Nénuphar jaune 15 % Scirpe d'Amérique 15 % Hétéranthère litigieuse 5 % Potamot de Richardson 1 % Potamot d'Illinois 5 % Scirpe fluviatile 1 % 75 % à découvert	Nénuphar jaune 2 % Scirpe d'Amérique 20 % Potamot de Robbins 5 % Hétéranthère litigieuse 5 % Potamot de Richardson 1 % Potamot d'Illinois 5 % Scirpe aigu 1 % Scirpe fluviatile 1 % 60 % À découvert	Présence. Un peu de mousse sur les scirpes.	3182 : point 3183-3184-3185: 1 à 5 m 3186-3187 : 5 à 10 m	Mulettes observées.
2017-177 (crat 23)	Oui	1.5	Peu (non mesurable, car inférieur à la précision de la méthode [environ 5 cm])	3,25 (1,5+1,75)	Aucun	Potamot de Richardson 35 % Sagittaire dressée 20 % Potamot à feuilles étroites 5 % 40 % à découvert	Potamot de Richardson 15 % Hétéranthère litigieuse 1 % scirpe fluviatile 2 % 85 % à découvert	>5 m du point Nénuphar jaune 1 % Sagittaire 2 % Scirpe fluviatile 10 % Scirpe d'Amérique 15 % Scirpe aigu 5 % Potamot à feuilles étroites 2 % Hétéranthère litigieuse 10 % Potamot de Richardson 1 % 85 % à découvert	Présence. Un peu de mousse sur les scirpes.	3188 à 3190 : ensemble 3192 : 1,5 à 2,25 m 3193 : cratère 3194-3195 : sagittaire 3196-3197 : >5 m	Point de Carmantine observé entre 2017-177 et 2017-48. Photo 3198.
2017-48 (crat inconnu)	Oui	1.7	0,15 (0,95-0,8)	3,7 (1,7+2)	Aucun	Potamot de Richardson 100 % Potamot à feuilles étroites 5 % 0 % à découvert	Cyanobactéries (mousse) 30 % Potamot de Richardson 10 % Vallisnérie 2 % 70 % à découvert	Nénuphar jaune 5 % Scirpe d'Amérique 15 % Scirpe aigu 10 % Scirpe fluviatile 1 % Potamot de Richardson 5 % Vallisnérie 5 % Potamot à feuilles étroites 2 % Hétéranthère litigieuse 2 % 75 % à découvert	Forte abondance	3199 à 3201 : cratère 3202-3203 : zone perturbée 3204 : milieu environnant	Mulettes observées.
2017-620	Non (rempli de potamot)	1,2 (Rayon du cratère estimmé aux limites des potamots)	0,2 (1-0,8)	2,7 (1,2+1,5)	Aucun	Potamot de Richardson 100 % Sagittaire 1 % 0 % à découvert	Cyanobactéries (mousse) 20 % Potamot de Richardson 30 % 50 % à découvert	<5 m du point Scirpe fluviatile 25 % Scirpe aigu 15 % Hétéranthère litigieuse 10 % Potamot de Richardson 5 % Vallisnérie 5 % 50 % à découvert	Forte abondance	3205 : cratère 3206: >5 m 3207-3208 : 1,2 à 2,3 m 3209-3210 : cratère	Marais ouvert (sans plantes émergentes) d'un côté. Cratère non visible à cause de la présence de potamot de Richardson.
2017-2	Non (rempli de potamot)	1,6 (Rayon du cratère estimmé aux limites des potamots)	0,1 (0,9-0,8)	4,3 (1,6+2,7)	Aucun	Potamot de Richardson 100 % 0 % à découvert	Cyanobactéries (mousse) 10 % Potamot de Richardson 10 % Hétéranthère litigieuse 10 % Plantain d'eau commun 5 % 75 % à découvert	Scirpe aigu 10 % Scirpe d'Amérique 15 % Scirpe fluviatile 2 % Potamot de Richardson 5 % Hétéranthère litigieuse 10 % Quenouille <1 % 75 % à découvert	Présence.	3211 : point 3212 : zone non affectée 3213 : 1,6 à 4,3 m 3215 : plantain d'eau	Mulettes observées.
2017-455	Non (recouvert de végétation)	Non mesurable, car recouvert de végétation.	0,05 (0,8-0,75)	Zone avec végétation moins dense, donc zone affectée plus difficile à déterminer.	Aucun	Potamot de Richardson 60 % Vallisnérie 40 % 0 % à découvert	Potamot de Richardson 50 % Vallisnérie 10 % Hétéranthère litigieuse 2 % 50 % à découvert	Scirpe aigu 5 % Potamot de Richardson 15 % Hétéranthère litigieuse 5 % Vallisnérie 1 % Potamot à feuilles étroites 5 % 75 % à découvert	Absence	3217 : 0 à 1 m 3216 : 1 à 5 m 3218-3219 : 5 à 10 m	Mulettes observées.

Annexe B

Photographies des points d’observation

Photographies des points d’observation

Photo 1 *Point 2017-2 (nº Réf. DSCF3211)*

Photo 2 *Fond dans la zone perturbée de 3,1 m à 4,3 m du point 2017-2 (nº Réf. DSCF3213)*

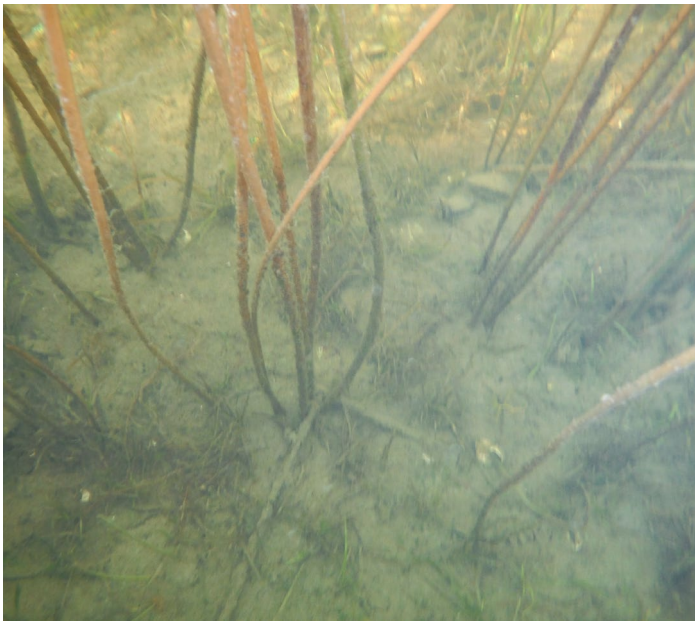


Photo 3 *Fond de la zone non affectée autour du point 2017-2 (nº Réf. DSCF3212)*

Photo 4 *Végétation au point 2017-48 (nº Réf. DSCF3199)*

Photo 5 *Fond de la zone perturbée autour du point 2017-48 (nº Réf. DSCF3203)*

Photo 6 *Fond de la zone non affectée autour du point 2017-48 (nº Réf. DSCF3204)*

Photo 7 *Point 2017-169 (nº Réf. DSCF3182)*

Photo 8 *Milieu autour du point 2017-169 (nº Réf. DSCF3183)*

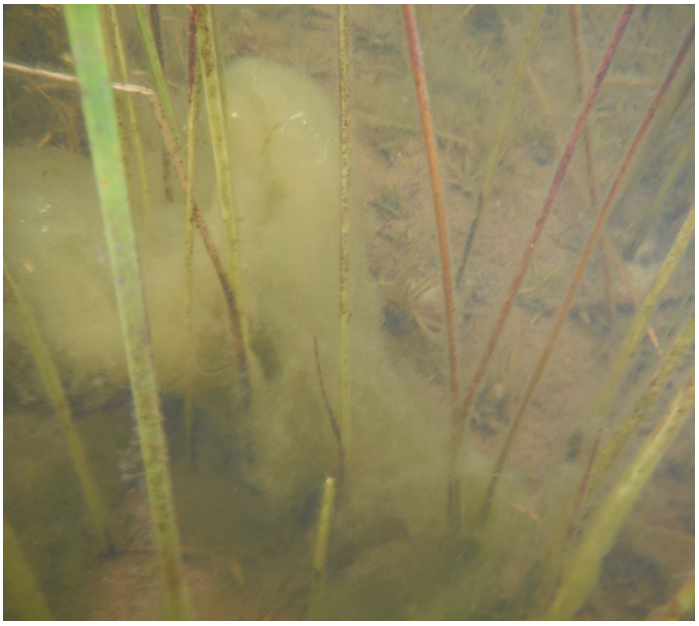


Photo 9 *Fond de 1 à 5 m du point 2017-169 montrant présence de cyanobactérie (nº Réf. DSCF3184)*

Photo 10 *Fond à plus de 5 m du point 2017-169 (nº Réf. DSCF3187)*

Photo 11 *Point 2017-177 (nº Réf. DSCF3189)*

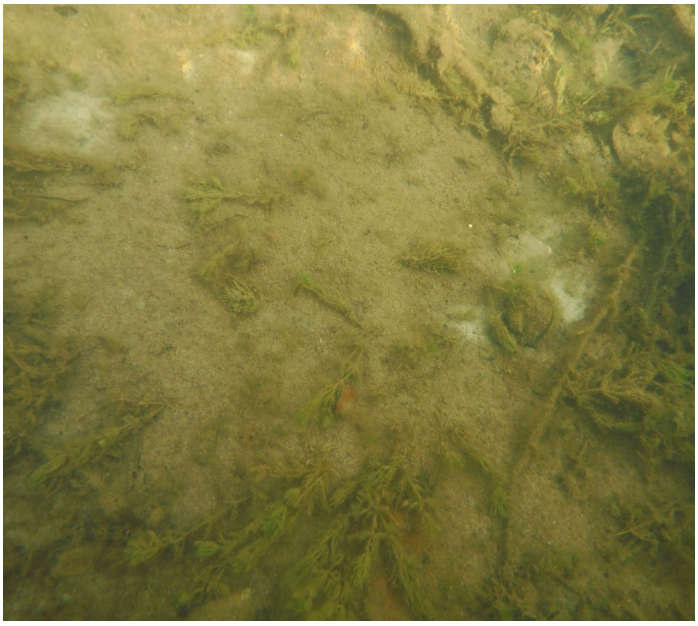


Photo 12 *Fond de la zone perturbée autour de 2017-177 (nº Réf. DSCF3192)*

Photo 13 *Végétation au point 2017-455 (nº Réf. DSCF3217)*

Photo 14 *Fond de 1 à 5 m du point 2017-455 (nº Réf. DSCF3216)*

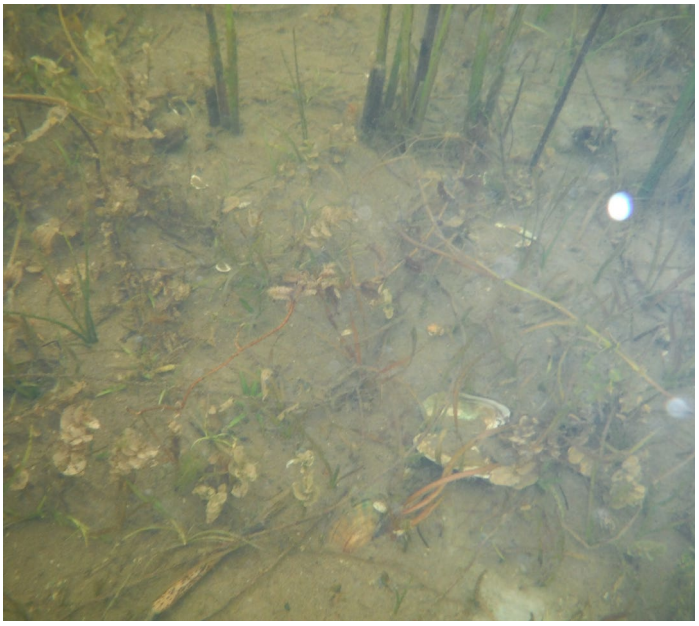


Photo 15 *Fond de 5 à 10 m du point 2017-455 (nº Réf. DSCF3219)*

Photo 16 *Milieu environnant du point 2017-455 (nº Réf. DSCF3218)*

Photo 17 *Point 2017-620 (nº Réf. DSCF3205)*

Photo 18 *Végétation au point 2017-620 (nº Réf. DSCF3210)*

Photo 19 *Fond dans la zone perturbée de 1,2 m à 2,3 m autour du point 2017-620 (nº Réf. DSCF3208)*

Photo 20 *Fond de la zone non affectée autour du point 2017-620 (nº Réf. DSCF3206)*

Photo 21 *Point 2017-992 (nº Réf. DSCF3181)*

Photo 22 *Fond de 1 à 5 m du point 2017-992 (nº Réf. DSCF3178)*

Photo 23 *Fond de 5 à 10 m du point 2017-992 (nº Réf. DSCF3179)*

Photo 24 *Fond au point 2020-1110 (nº Réf. DSCF3127)*

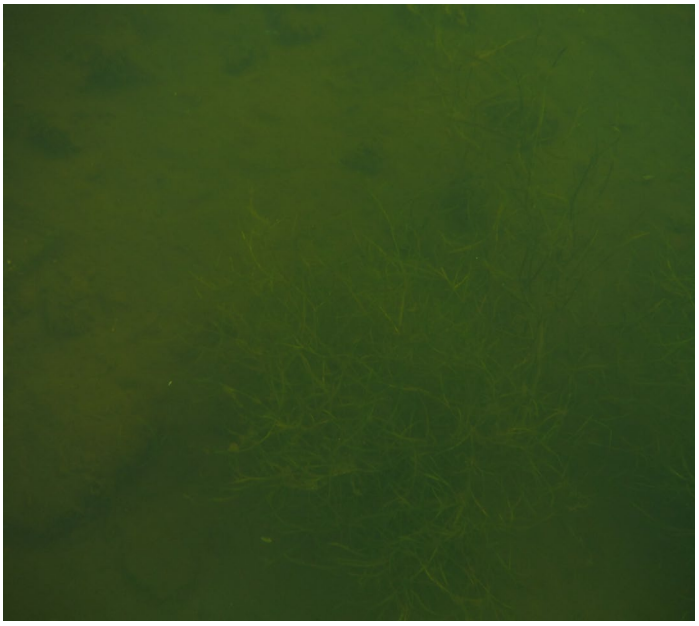


Photo 25 *Fond de 1 à 5 m du point 2020-1110 (nº Réf. DSCF3125)*

Photo 26 *Végétation à 10 m du point 2020-1110 (nº Réf. DSCF3128)*

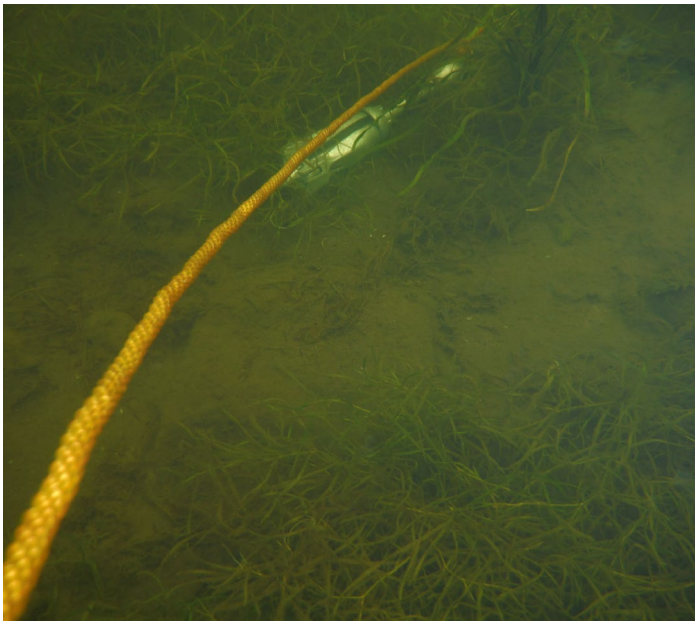


Photo 27 *Point 2020-772 (nº Réf. DSCF3133)*

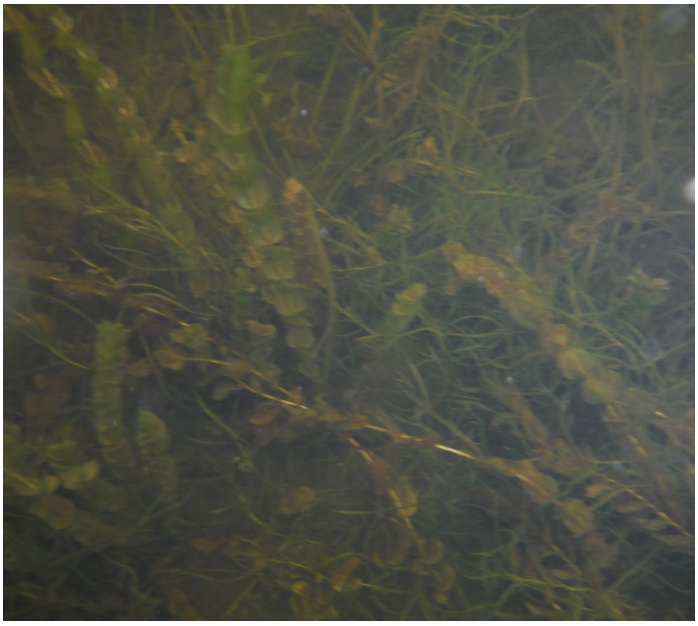


Photo 28 *Végétation de 5 à 10 m du point 2020-772 (nº Réf. DSCF3136)*

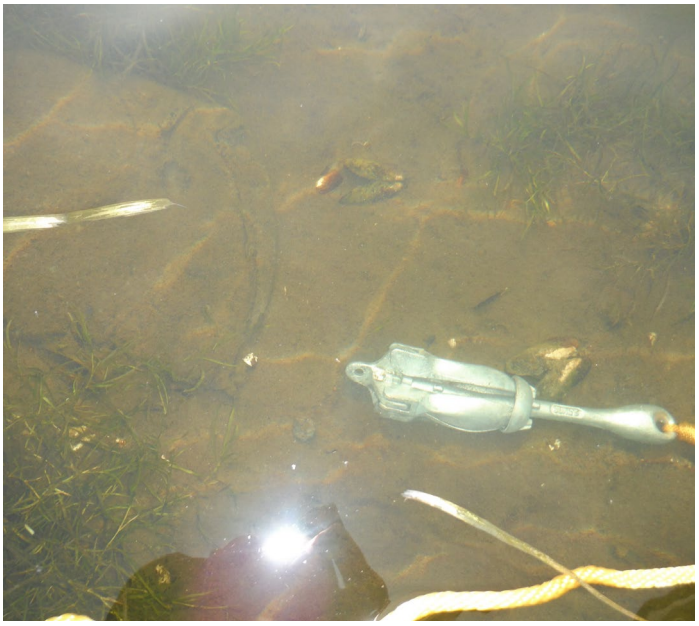


Photo 29 *Point 2020-311 montrant sac de sable et mulettes (nº Réf. DSCF3137)*

Photo 30 *Milieu autour du point 2020-311 (nº Réf. DSCF3141)*

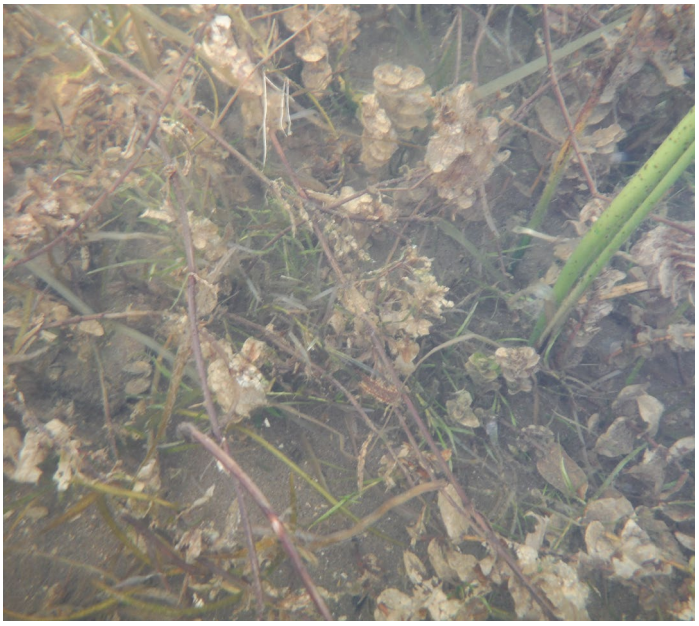


Photo 31 *Fond de 5 à 10 m du point 2020-311 (nº Réf. DSCF3141)*

Photo 32 *Point 2020-30 (nº Réf. DSCF3143)*

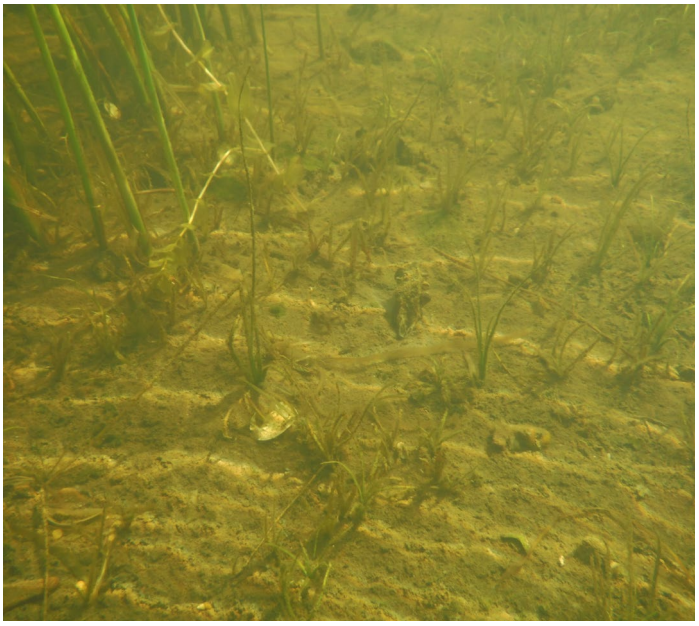


Photo 33 *Fond de 1 à 5 m du point 2020-30 (nº Réf. DSCF3144)*

Photo 34 *Milieu environnant du point 2020-30 (nº Réf. DSCF3146)*

Photo 35 *Point 2020-22 avec morceau de sac de sable et coquillage de mulette (nº Réf. DSCF3149)*

Photo 36 *Sac de sable au point 2020-22 (nº Réf. DSCF3150)*

Photo 37 *Débris au point 2020-22 (nº Réf. DSCF3151)*

Photo 38 *Fond de 1 à 5 m du point 2020-22 (nº Réf. DSCF3155)*

Photo 39 *Fond de 5 à 10 m du point 2020-22 (nº Réf. DSCF3157)*

Photo 40 *Sacs de sable au point 2020-182 (nº Réf. DSCF3159)*

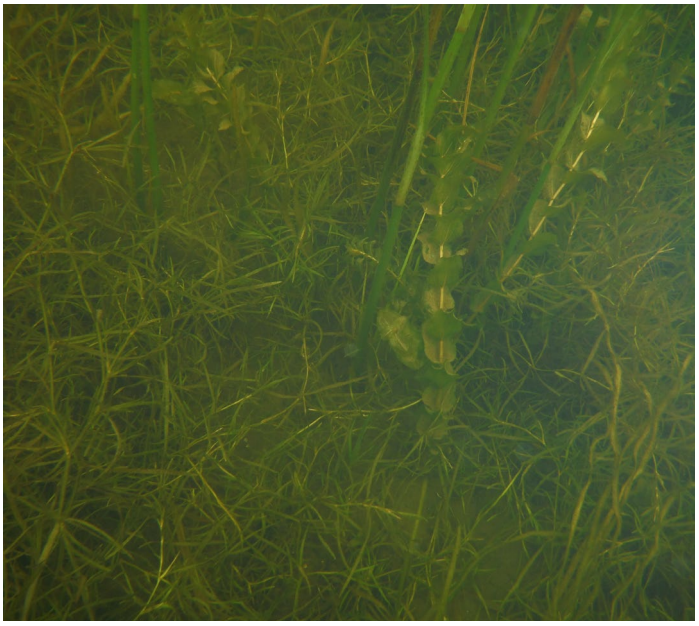


Photo 41 *Fond de 5 à 10 m du point 2020-182 (nº Réf. DSCF3160)*

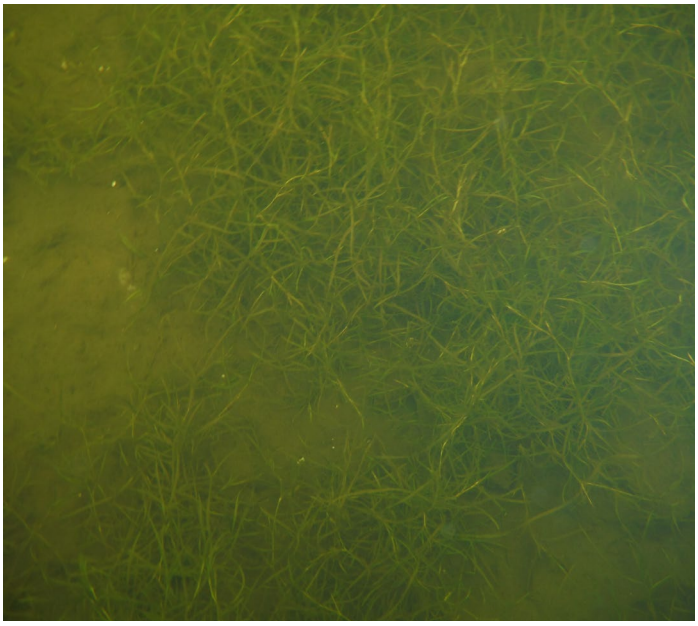


Photo 42 *Fond de 1 à 5 m du point 2020-182 (nº Réf. DSCF3162)*

Photo 43 *Sacs de sable au point 2020-284 (nº Réf. DSCF3163)*

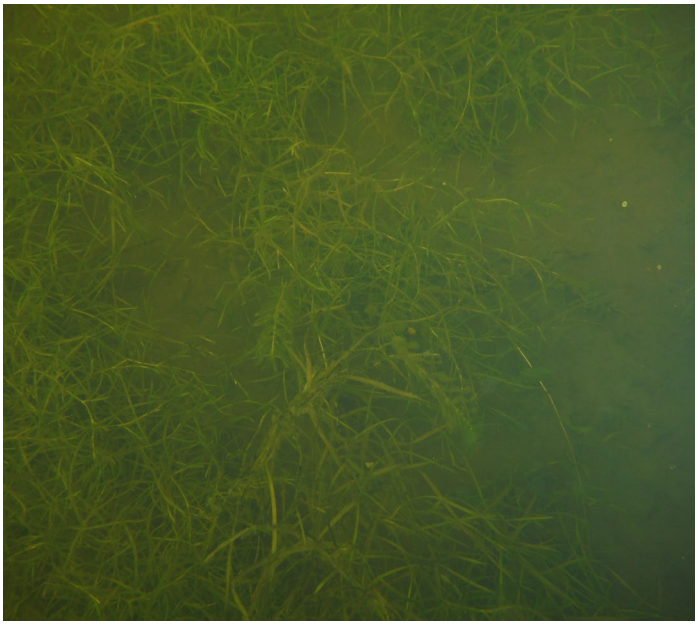


Photo 44 *Fond de 1 à 5 m du point 2020-284 (nº Réf. DSCF3167)*

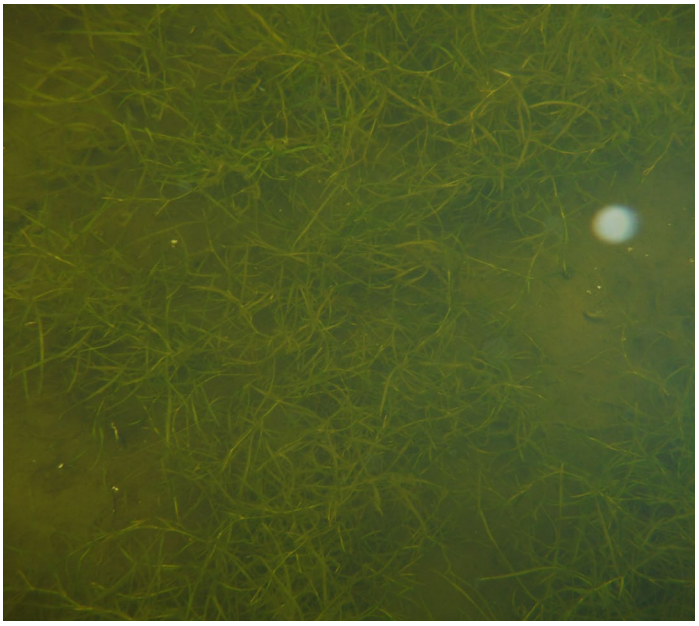


Photo 45 *Fond de 5 à 10 m du point 2020-284 (nº Réf. DSCF3165)*

Photo 46 *Sacs de sable et végétation au point 2020-270 (nº Réf. DSCF3169)*

Photo 47 *Fond de 1 à 5 du point 2020-270 (nº Réf. DSCF3170)*

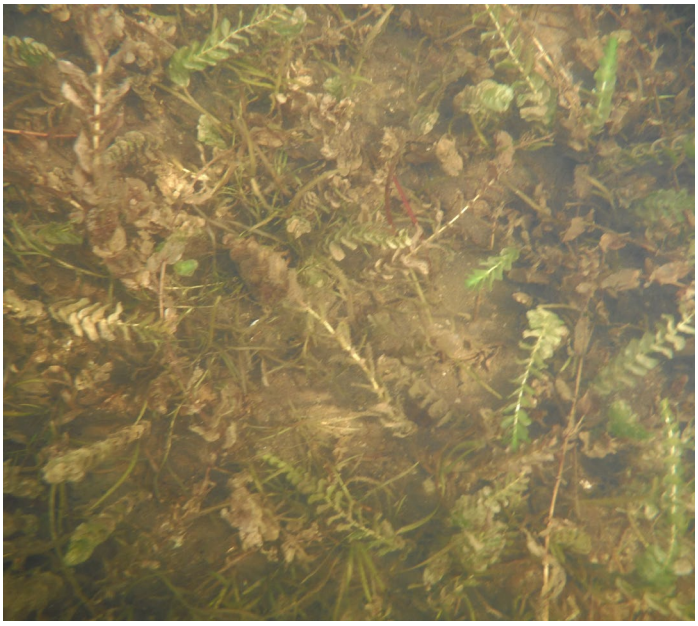


Photo 48 *Fond de 5 à 10 m du point 2020-270 (nº Réf. DSCF3171)*

Photo 49 *Point 2020-477 avec sacs de sable (nº Réf. DSCF3172)*

Photo 50 *Fond de 1 à 5 m du point 2020-477 (nº Réf. DSCF3173)*

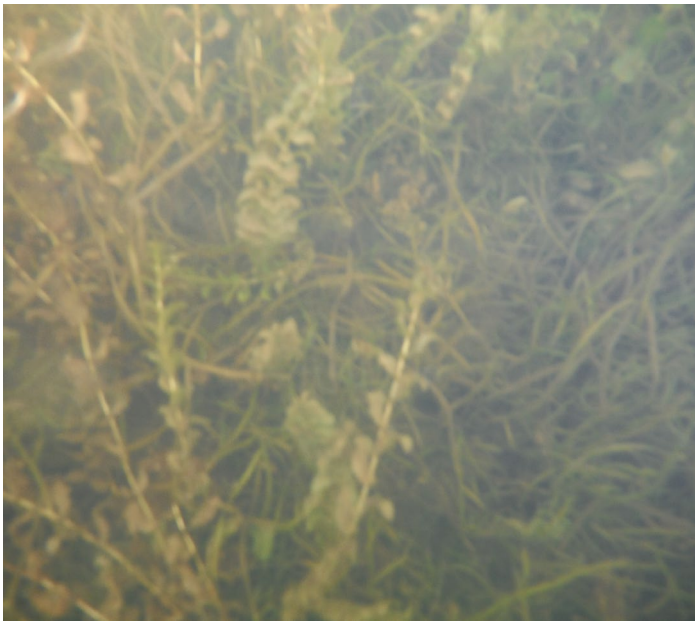


Photo 51 *Fond de 5 à 10 m du point 2020-477 (nº Réf. DSCF3174)*

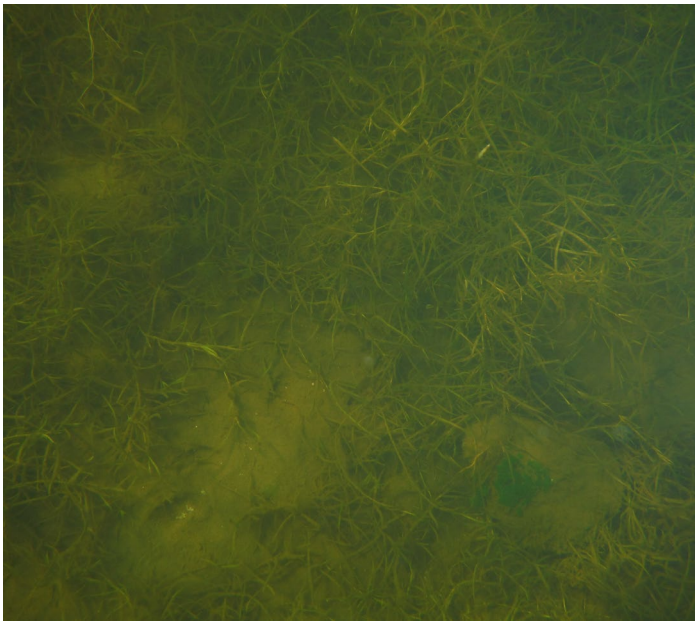


Photo 52 *Fond au point 2020-739 (nº Réf. DSCF3176)*

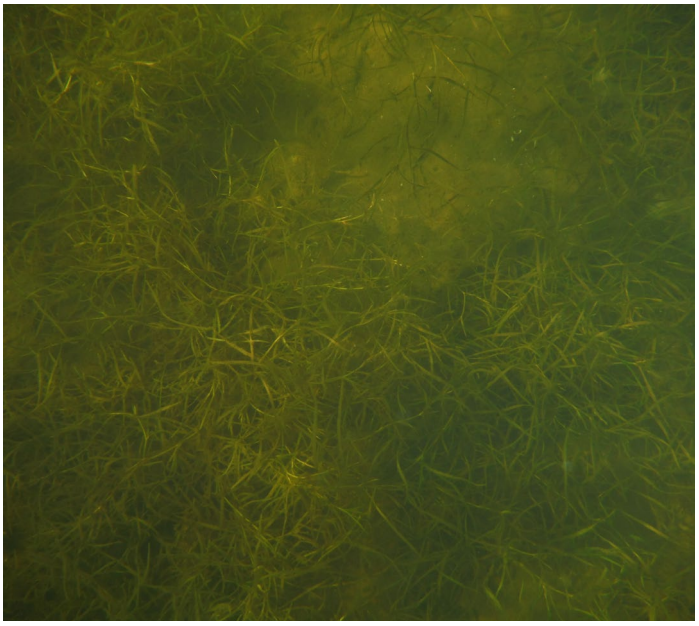


Photo 53 *Fond de 1 à 5 m du point 2020-739 (nº Réf. DSCF3177)*

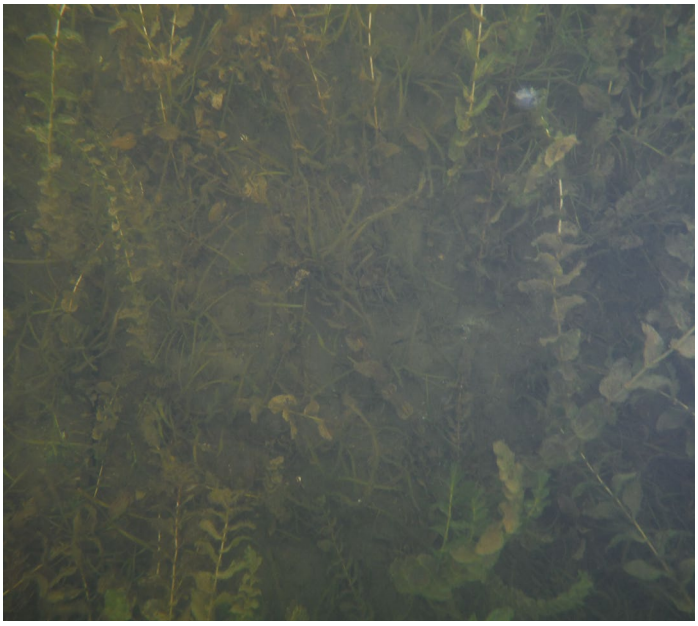


Photo 54 *Fond de 5 à 10 m du point 2020-739 (nº Réf. DSCF3175)*

Photo 55 *Petite colonie de carmantine d'Amérique (nº Réf. DSCF3198)*

Annexe C

Comparaison des résultats des suivis 2019, 2020 et 2021

Identification du projectile (Suivi 2019)	# Anomalie	Coordonnées		Calibre UXO	Année de détonation	Inerte ou HE	Suivi 2019 *(GHD (2020) - Études additionnelles (végétation aquatique et impacts des travaux), 13 avril 2020.)* Date des observations : 19 et 20 septembre 2019		Suivi 2020 *(GHD (2021a) - Surveillance des travaux in situ 2020 – Atténuation du risque à la sécurité publique lié aux munitions explosives non explosées (UXO) au lac Saint-Pierre, 12 juillet 2021* Date des observations : 21-10-2020 et 05-11-2020		Suivi 2021 Date des observations : 9 septembre 2021			
													Aire de la zone perturbée	
		X	Y				Effet bathymétrie	Effet végétation	Effet bathymétrie	Effet végétation	Effet bathymétrie	Effet végétation	Détonation	Sacs de sable
Projectiles HE de calibre supérieur à 105 mm														
CRAT Inconnu	2017-48	672720.3	5116181.3	105 mm	2017	HE	Cratère visible. Rayon : 1,65 m Profondeur : 30 cm	Effet certain. Zone sans végétation émergente d'environ 7 m de diamètre autour du cratère	Cratère visible, Rayon : 1 m	Le centre du cratère recouvert à 100 % de potamot de Richardson. Zone sans végétation émergente d'un diamètre d'environ 8 m centré sur le cratère. Aire entre le cratère et la végétation émergente présente une couverture d'environ 30 % de potamot de Richardson.	Cratère visible, Rayon : 1,7 m Profondeur : 0,15 m	Cratère entièrement colonisé par le potamot de Richardson. Zone perturbée recolonisée partiellement par des espèces submergées et avec une forte abondance de cyanobactéries. Espèces émergentes absentes sur un rayon de 3,7 m. Croissance du potamot de Richardson à l'endroit du cratère depuis 2019. Couvert végétal (excluant les cyanobactéries) plus important qu'en 2019 dans la zone perturbée (12 % versus 5 %) témoignant d'une végétalisation graduelle. Une reprise par le potamot de Richardson avait été observée en 2020 (GHD, 2021a).	43 m² (superficie sans espèces émergentes)	0 m²
CRAT10	2017-1317	672863.1	5116673.5	105 mm	2017	HE	Aucun	Aucun						
CRAT23	2017-177	673173.2	5116383.0	105 mm	2017	HE	Cratère visible. Rayon : 1,5 m Profondeur : 30 cm	Effet certain. Zone sans végétation émergente sur un diamètre d'environ 8 m	Cratère visible, Rayon : 0,75 m Profondeur : 10 cm	Potamot de Richardson présent au centre du cratère. Zone sans végétation émergente d'un diamètre d'environ 7 m centré sur le cratère. Aire entre le cratère et la végétation émergente présente une couverture d'environ 10 % de potamot de Richardson et 10 % d'hétéranthère litigieuse.	Cratère visible, Rayon : 1,5 m Profondeur : < 0,05 m	Recolonisation partielle du cratère et de la zone perturbée environnante. Faible présence d'espèces émergentes dans la zone perturbée d'un rayon de 3,25 m. Couvert végétal plus important qu'en 2019 dans la zone perturbée (15 % versus 1 %), témoignant d'une végétalisation graduelle. Résultats de 2021 similaires aux observations de 2020 (15 % vs 20 %) en ce qui concerne le couvert végétal.	33 m² (superficie de la zone perturbée avec faible présence d'espèces émergentes)	0 m²
CRAT8	2017-1153	672791.0	5116758.9	4,2''	2017	HE	Aucun	Effet incertain. Zone de 1 à 3 m de rayon sans végétation submergée sur le centre du cratère, mais milieu similaire dans les zones adjacentes.						
CRAT9	2017-1294	672851.9	5116715.5	4,2''	2017	HE	Aucun	Effet incertain. Petite zone sans végétation submergée sur le centre du cratère (< 0,5 m). Probablement de la variation naturelle, car couverture des plantes dans le secteur est de moins de 50 %.						
na	2017-2	672439.3	5116163.5	105 mm	2017	HE	na	na	Aucun cratère observé, mais visibilité très faible dans l'eau (5 cm).	Point dans une grande aire d'eau libre avec peu de végétation. Faible densité de végétation submergée. Aucune différence notée entre le point de la détonation et la zone environnante.	Cratère non visible, car rempli de potamot. Rayon : 1,6 m (estimé aux limites des potamots) Profondeur : 0,1 m	Cratère entièrement colonisé par le potamot de Richardson (Potamogeton richardsonii). Zone perturbée recolonisée par des espèces submergées (couvert végétal équivalent à la zone non perturbée). Espèces émergentes absentes sur un rayon de 4,3 m. En novembre 2020, aucune différence n'avait été observée entre le point de détonation et la zone environnante, mais une mauvaise visibilité limitait les observations (GHD, 2021a).	58 m² (superficie sans espèces émergentes)	0 m²
na	2017-169	673125.3	5116449.5	105 mm	2017	HE	na	na	Aucun cratère observé	Aucune zone sans végétation. Couverture de 10 % de scirpe d'Amérique, 20 % de scirpe fluviatile, 10 % de potamot de Richardson et 30 % de grand nénuphar jaune.	Aucun	Aucun cratère ou zone visiblement perturbée. Type de végétation et couvert végétal similaires près du point et dans l'aire environnante (25 % versus 40 %). Ces observations correspondent à celles prises en octobre 2020 (GHD, 2021a).	0 m²	1 m²
na	2017-455	672218.7	5116181.3	105 mm	2017	HE	na	na	Aucun cratère observé, mais visibilité très faible dans l'eau (5 cm).	Point à la limite du marais émergent dans un secteur de très faible densité de scirpe aigu. Scirpe aigu présent à 5 m au sud et 4 m à l'ouest du point. Présence de végétation submergée, difficile à identifier et quantifier à cause de la visibilité très faible.	Cratère non visible, car recouvert de végétation. Rayon : S/O Profondeur : 0,05 m	Cratère entièrement colonisé par le potamot de Richardson et la vallisnérie. Couvert végétal plus élevé près du cratère qu'à plus de 5 m (50-100 % versus 25 %). Effets sur l'herbier émergent difficiles à évaluer, mais jugés faibles, car la zone environnante présente un herbier émergent épars. Les observations de 2021 correspondent à celles de 2020.	0 m²	0 m²
na	2017-620	672457.2	5116191.8	105 mm	2017	HE	na	na	Aucun cratère observé, mais visibilité très faible dans l'eau (5 cm)	Absence de végétation émergente dans une partie progressivement moins dense du marais. Présence de végétation submergée. Difficile à identifier et quantifier à cause de la visibilité très faible.	Cratère non visible, car rempli de potamot. Rayon : 1,2 m (estimé aux limites des potamots) Profondeur : 0,2 m	Cratère entièrement colonisé par le potamot de Richardson. Zone perturbée recolonisée partiellement par des espèces submergées et avec une forte abondance de cyanobactéries. Espèces émergentes absentes sur un rayon de 2,7 m. Comparaison avec les données de 2020 difficiles, car les conditions d'observations en 2020 étaient mauvaises (GHD, 2021a).	23 m² (superficie sans espèces émergentes)	0 m²
na	2017-992	672715.4	5116612.2	4,2''	2017	HE	na	na	Aucun cratère observé, mais la visibilité était pauvre (environ 15 cm).	Potamot de Richardson observé au point. Scirpes aigus présents à quelques mètres du point. Observations difficiles dues à la profondeur d'eau, de vagues de 30 cm et la turbidité de l'eau.	Aucun	Type de végétation au point et près du point similaire à celui de la zone environnante. Couvert végétal égal près du point et à plus de 5 m (60 %). Comparaison avec les données de 2020 difficile, car les conditions d'observations en 2020 étaient mauvaises (GHD, 2021a). Cependant, les observations de 2020 et 2021 sont compatibles.	0 m²	0 m²

Identification du projectile (Suivi 2019)	# Anomalie	Coordonnées		Calibre UXO	Année de détonation	Inerte ou HE	Suivi 2019 *(GHD (2020) - Études additionnelles (végétation aquatique et impacts des travaux), 13 avril 2020.)* Date des observations : 19 et 20 septembre 2019		Suivi 2020 *(GHD (2021a) - Surveillance des travaux in situ 2020 – Atténuation du risque à la sécurité publique lié aux munitions explosives non explosées (UXO) au lac Saint-Pierre, 12 juillet 2021* Date des observations : 21-10-2020 et 05-11-2020		Suivi 2021 Date des observations : 9 septembre 2021			
							Effet bathymétrie	Effet végétation	Effet bathymétrie	Effet végétation	Effet bathymétrie	Effet végétation	Aire de la zone perturbée	
		X	Y										Détonation	Sacs de sable
Projectiles HE de calibre inférieur à 105 mm														
CRAT2	2013-206	672879.5	5116483.5	90 mm	2013	HE	Aucun	Aucun						
CRAT3	2013-215	673106.0	5116509.0	90 mm	2013	HE	Aucun	Aucun (plus de végétation émergente et submergée sur le point que dans les aires adjacentes)						
CRAT22	2016-0409	671302.1	5115002.2	90 mm	2016	HE	Aucun	Effet possible. Milieu avec végétation submergée éparse autour du centre du cratère, sans végétation émergente, sur une zone d'environ 8 x 6,5 m. Présence de végétation émergente autour.						
CRAT5	2016-0321	671604.5	5115338.0	90 mm	2016	HE	Aucun	Aucun						
CRAT24	2017-505	672292.6	5116066.6	90 mm	2017	HE	Aucun	Effet possible. Aucune végétation émergente au centre du cratère et dans un rayon de 6 m autour.						
CRAT11	2017-676	672536.9	5116328.7	90 mm	2017	HE	Aucun	Aucun						
CRAT15	2018-1578	672875.7	5117006.7	90 mm	2018	HE	Aucun	Effet incertain. Absence de végétation submergée sur quelques mètres autour du centre du cratère. Aucune différence avec les environs; zones à nu en alternance avec des zones de végétation.						
CRAT17	2018-1590	672883.4	5116988.8	90 mm	2018	HE	Aucun	Effet incertain. Aucune végétation submergée sur le centre du cratère, mais aucune différence avec les environs; zones à nu en alternance avec des zones de végétation.						
CRAT1	2013-171	672253.0	5115762.0	3"50	2013	HE	Aucun	Aucun						
CRAT21	2016-0191	671917.8	5115967.8	3"50	2016	HE	Faible dépression de 2 cm au point. Possiblement une variation locale naturelle	Aucun Environ 85 % à nu au centre du cratère, mais aucune différence notée par rapport aux environs.						
CRAT4	2016-0253	671647.6	5115384.4	3"50	2016	HE	Aucun	Aucun						
CRAT25	2017-41	672721.7	5116162.7	3"50	2017	HE	Aucun	Aucun						
CRAT12	2017-1383	672904.1	5116610.5	3"50	2017	HE	Aucun	Effet incertain. Vallisnérie éparse sur le centre du cratère, mais plus dense à 2 m de celui-ci.						
CRAT16	2018-1531	672833.4	5116926.5	3"50	2018	HE	Aucun	Effet incertain. Absence de végétation submergée au centre du cratère, mais présence de végétation peu dense autour.						

Identification du projectile (Suivi 2019)	# Anomalie	Coordonnées		Calibre UXO	Année de détonation	Inerte ou HE	Suivi 2019 *(GHD (2020) - Études additionnelles (végétation aquatique et impacts des travaux), 13 avril 2020.)* Date des observations : 19 et 20 septembre 2019		Suivi 2020 *(GHD (2021a) - Surveillance des travaux in situ 2020 – Atténuation du risque à la sécurité publique lié aux munitions explosives non explosées (UXO) au lac Saint-Pierre, 12 juillet 2021* Date des observations : 21-10-2020 et 05-11-2020		Suivi 2021 Date des observations : 9 septembre 2021			
													Aire de la zone perturbée	
		X	Y				Effet bathymétrie	Effet végétation	Effet bathymétrie	Effet végétation	Effet bathymétrie	Effet végétation	Détonation	Sacs de sable
CRAT26	2018-1568	672866.9	5117007.7	3''50	2018	HE	Aucun	Effet incertain. Absence de végétation submergée au centre du cratère. Aucune différence avec les environs; zones à nu en alternance avec des zones de végétation.						
	2020-1110	671784.1	5116367.6	3''50	2020	HE	na	na	na	na	Cratère visible, Rayon : 0,5 m Profondeur : < 0,05 m	Cratère sans végétation sur 0,5 m de rayon. Type de végétation autour du cratère similaire à celui de la zone environnante. Couvert similaire près du point et dans l'aire environnante (20 % versus 30 %).	0,8 m² (superficie du cratère sans végétation)	
	2020-772	671971.3	5116264.7	3''50	2020	HE	na	na	na	na	Aucun	Herbier moins dense près du point, mais couverture tout de même bonne (60 % versus 95 % dans la zone environnante). Effet possible, mais différences possiblement liées à l'hétérogénéité de l'herbier.	0 m²	0 m²
	2020-311	672118.0	5116154.8	3''50	2020	HE	na	na	na	na	Aucun	Sacs de sable laissés sur le point, mais végétation présente entre les sacs avec un couvert de 25 %. Herbier moins dense près du point avec couverture de 15 % versus 80 % dans la zone environnante. Effet possible, mais différences possiblement liées à l'hétérogénéité de l'herbier.	Non visible (présence de sacs de sable)	0,75 m²
	2020-30	672010.9	5116013.7	3''50	2020	HE	na	na	na	na	Cratère visible, Rayon : 0,25 m Profondeur : < 0,05 m	Sacs de sable laissés autour du cratère de rayon de 0,25 m, mais végétation présente entre les sacs, avec un couvert de 30 %. Herbier moins dense près du point avec couverture de 15 % versus 60 % dans l'aire environnante. Effet possible, mais différences possiblement liées à l'hétérogénéité de l'herbier.	0,2 m²	0,7 m²
	2020-22	672007.4	5116006.4	3''50	2020	HE	na	na	na	na	Aucun	Sacs de sable laissés sur le point et débris métalliques présents, mais végétation présente entre les sacs avec un couvert de 30 %. Type de végétation près du point similaire à celle de la zone environnante. Couvert végétal près du point plus faible que dans l'aire environnante (25 % versus 50 %). Effet possible, mais différences possiblement liées à l'hétérogénéité de l'herbier.	Non visible (présence de sacs de sable)	0,7 m²
Projectiles inertes														
	2020-182	671757.1	5116108.9	155 mm	2020	Inerte	na	na	na	na	Aucun	Sacs de sable laissés sur le point. Couvert végétal près du point (autour des sacs, de 1 à 5 m du point) plus grand que celui de la zone environnante (80 % versus 65 %).	Non visible (présence de sacs de sable)	1 m²
	2020-284	671730.9	5116146.0	105 mm	2020	Inerte	na	na	na	na	Aucun	Sacs de sable laissés sur le point. Type de végétation au point et près du point similaire à celui de la zone environnante. Couvert végétal près du point plus grand que celui de la zone environnante (60 % versus 50 %).	Non visible (présence de sacs de sable)	1 m²
	2020-270	671989.5	5116141.8	90 mm	2020	Inerte	na	na	na	na	Aucun	Sacs de sable laissés sur le point, mais végétation présente entre les sacs avec un couvert de 35 %. Type de végétation près du point similaire à celui de la zone environnante et couvert végétal identique (70 %).	Non visible (présence de sacs de sable)	0,65 m²
	2020-477	671923.4	5116201.3	90 mm	2020	Inerte	na	na	na	na	Aucun	Sacs de sable laissés sur le point, mais végétation présente entre les sacs avec un couvert de 50 %. Type de végétation près du point similaire à celui de la zone environnante. Couvert végétal similaire près du point et dans l'aire environnante (70 % versus 80 %).	Non visible (présence de sacs de sable)	0,5 m²
	2020-739	671996.2	5116258.7	90 mm	2020	Inerte	na	na	na	na	Aucun	Sacs de sable laissés autour du point, mais végétation présente à l'endroit du point avec un couvert de 70 %. Type de végétation près du point similaire à celui de la zone environnante et couvert végétal identique (70 %).	0 m³	0,3 m³

ghd.com

→ La force de l'engagement