



Bureau environnement et terre  
Conseil des Abénakis d'Odanak  
62 rue Waban Aki  
Odanak, Qc, CAN  
J0G 1H0  
450-568-6363



Enviro Science et Faune inc.  
105 Concession 7  
St-Eugène, Ontario, CAN  
K0B 1P0  
613-677-1705

## Évaluation du succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville et influence des débits, printemps 2017.

Juillet 2018





Bureau environnement et terre  
Conseil des Abénakis d'Odanak  
62 rue Waban Aki  
Odanak, Qc, CAN  
J0G 1H0  
450-568-6363



Enviro Science et Faune inc.  
105 Concession 7  
St-Eugène, Ontario, CAN  
K0B 1P0  
613-677-1705

## Évaluation du succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville et influence des débits, printemps 2017.

Version finale

Juillet 2018

---

### Référence à citer

Bureau environnement et terre d'Odanak. 2018. *Évaluation du succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville et influence des débits, printemps 2017*. Rapport préparé par Samuel Dufour-Pelletier et Michel La Haye pour le Conseil des Abénakis d'Odanak. 44 pages et annexes.

## **ÉQUIPE DE TRAVAIL**

### **Directeur de projet, Bureau environnement et terre d'Odanak**

Samuel Dufour-Pelletier, biologiste, M. Sc. (BETO)

### **Compilation, analyse et rédaction**

Samuel Dufour-Pelletier

Michel La Haye, ichtyologiste, M. Sc. (PDG Enviro Science et Faune Inc.)

Pascal Pettigrew, biologiste, M. Sc.

### **Relevés de terrain**

Samuel Dufour-Pelletier

Luc G. Nolett, technicien (BETO)

Sophie Proudfoot, biologiste, D.E.S.S. gestion de la faune (BETO)

Christopher Coughlin, aide de terrain (BETO)

Michel La Haye

Carl F. Uhland, Vétérinaire

### **Travaux de laboratoire**

Priscilla Watso, tri en laboratoire (communauté d'Odanak)

Georgette Nolett, tri en laboratoire (communauté d'Odanak)

Denise Panadis, tri en laboratoire (communauté d'Odanak)

Annette Nolett, tri en laboratoire (communauté d'Odanak)

Angelica Duane, tri en laboratoire (communauté d'Odanak)

Diane Nolett, tri en laboratoire (communauté d'Odanak)

### **Cartographie**

Samuel Dufour-Pelletier

### **Révision**

Joannie Beaupré, biologiste B. Sc. (BETO)

Émilie Paquin, biologiste (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs)

**TABLE DES MATIÈRES**

<b>RÉSUMÉ.....</b>	<b>5</b>
<b>MISE EN CONTEXTE .....</b>	<b>6</b>
<b>MATÉRIEL ET MÉTHODES.....</b>	<b>9</b>
ZONE D'ÉTUDE .....	9
ÉCHANTILLONNAGE ET TRAVAUX TERRAIN .....	10
<i>Évolution de la température de l'eau et de l'activité de fraye .....</i>	<i>10</i>
<i>Suivi des sites de dépôt d'œufs.....</i>	<i>10</i>
<i>Capture et manipulation des reproducteurs .....</i>	<i>11</i>
<i>Capture de larves dérivantes.....</i>	<i>11</i>
<i>Profil hydraulique .....</i>	<i>12</i>
<i>Conditions hydrauliques de la rivière Saint-François.....</i>	<i>14</i>
ANALYSE DES DONNÉES .....	16
<i>Abondance des géniteurs .....</i>	<i>16</i>
<i>Abondance des larves dérivantes .....</i>	<i>17</i>
<i>Évaluation du succès reproducteur .....</i>	<i>17</i>
<b>RÉSULTATS .....</b>	<b>18</b>
ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU ET DE L'ACTIVITÉ DE FRAYE .....	18
SUIVI DES SITES DE DÉPÔT D'ŒUFS.....	19
ESTIMATION DU NOMBRE DE REPRODUCTEURS, DE LARVES DÉRIVANTES ET DU SUCCÈS REPRODUCTEUR.....	22
CONDITIONS HYDRAULIQUES DE LA RIVIÈRE SAINT-FRANÇOIS .....	27
<i>Caractérisation des stations permanentes.....</i>	<i>27</i>
<i>Caractérisation des emplacements d'ovocapteurs et points additionnels.....</i>	<i>29</i>
<i>Débits des centrales hydroélectriques.....</i>	<i>31</i>
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>33</b>
SÉQUENCE DE FRAYE DES ESTURGEONS JAUNES AU PRINTEMPS 2017 .....	33
DYNAMIQUE DE FRAYE ET SUCCÈS REPRODUCTEUR EN LIEN AVEC LES DÉBITS.....	33
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	37
<b>RÉFÉRENCES .....</b>	<b>39</b>
<b>ANNEXES. ....</b>	<b>45</b>

## LISTE DES CARTES

CARTE 1. AIRE D'ÉTUDE POUR LE SUIVI DE FRAYE DE L'ESTURGEON JAUNE DANS LA RIVIÈRE SAINT-FRANÇOIS AU PRINTEMPS 2017. LES ENCADRÉS NOIRS ET BLANCS REPRÉSENTENT LES SECTEURS ET LES SOUS-SECTEURS, RESPECTIVEMENT. ....	9
CARTE 2. LOCALISATION DES POINTS DE CARACTÉRISATION (OVOCAPTEURS ET POINTS ADDITIONNELS) ET DES STATIONS PERMANENTES POUR CARACTÉRISATION PHYSIQUE DES <i>SOUS-SECTEURS A</i> ET <i>B</i> (TEMPÉRATURE, PROFONDEUR ET VITESSE D'ÉCOULEMENT DE L'EAU). ....	15
CARTE 3. LOCALISATION DES OVOCAPTEURS (CPUE; NOMBRE/24H) ET DES FILETS À DÉRIVE CONIQUE (CPUE; NOMBRE/H) AU SECTEUR 1. SEULEMENT LA PÉRIODE ACTIVE DE FRAYE (I.E. 1ER ŒUF RÉCOLTÉ JUSQU'AU DERNIER) A ÉTÉ UTILISÉE AFIN DE CALCULER LES VALEURS DE CPUE POUR LES OVOCAPTEURS. LA TAILLE DES SYMBOLES EST PONDÉRÉE EN FONCTION DE LA VALEUR DE CPUE. ....	20
CARTE 4. LOCALISATION DES FILETS MAILLANTS ET CPUE (NOMBRE/H) D'ESTURGEONS JAUNES REPRODUCTEURS AU SECTEUR 1. LA TAILLE DES SYMBOLES EST PONDÉRÉE EN FONCTION DE LA VALEUR DE CPUE ET LE CHIFFRE EN INDICE REPRÉSENTE LE NOMBRE ABSOLU DE CAPTURES TOTAL PAR FILET. ....	25
CARTE 5. LOCALISATION DES FILETS DE DÉRIVE CONIQUE POUR LA CAPTURE DE LARVES DÉRIVANTES AU SECTEUR 2. LE CHIFFRE EN INDICE REPRÉSENTE LA VALEUR DE CPUE (24H) CALCULÉ POUR LA PÉRIODE DE DÉRIVE (I.E. 1RE LARVE RÉCOLTÉE JUSQU'À LA DERNIÈRE). ....	26

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. REPRÉSENTATION DU PROFIL HYDRAULIQUE A) DU <i>SOUS-SECTEUR D</i> ET B) DU <i>SOUS-SECTEUR E</i> ( <i>SECTEUR 2</i> ). CHAQUE POINT NOIR REPRÉSENTE UN POINT D'ÉCHANTILLONNAGE ET CHAQUE MOTIF REPRÉSENTE UN REGROUPEMENT DE SECTIONS. DE GAUCHE À DROITE, LA PROPORTION DU DÉBIT S'ÉCOULANT À CHACUNE DES SECTIONS EST DE 21%, 30%, 19% ET 7% AU <i>SOUS-SECTEUR D</i> , ET DE 6%, 3% ET 2% AU <i>SOUS-SECTEUR E</i> . LES SECTIONS SANS MOTIF ONT ÉTÉ ASSOCIÉES À AUCUN ENGIN DE PÊCHE. ....	13
FIGURE 2. STRUCTURE DE BASE D'UN PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE DE TYPE <i>ROBUST DESIGN</i> (ADAPTÉ DE COOCH ET WHITE 2014) .....	16
FIGURE 3. TEMPÉRATURE DE L'EAU ENTRE LE 15 AVRIL ET LE 15 JUIN 2017 MESURÉE PAR UN THERMOGRAPHE INSTALLÉ EN AMONT DE LA CENTRALE DE LA CHUTE-HEMMINGS. L'ENCADRÉ VERT REPRÉSENTE LA FENÊTRE DE TEMPÉRATURE ADÉQUATE POUR LA FRAYE D'ESTURGEON JAUNE (10°C - 16°C) ET LA LIGNE VERTICALE POINTILLÉE REPRÉSENTE LE DÉBUT DES TRAVAUX TERRAIN. ....	18
FIGURE 4. CPUE JOURNALIER MOYEN DES FILETS À DÉRIVE AYANT CAPTURÉ DES LARVES ET DÉBIT JOURNALIER AU <i>SECTEUR 2</i> ESTIMÉ À PARTIR DU DÉBIT MOYEN QUOTIDIEN À LA CENTRALE DE LA CHUTE-HEMMINGS. LES ÉTOILES REPRÉSENTENT L'ESTIMATION DU NOMBRE DE LARVES AYANT DÉRIVÉ QUOTIDIENNEMENT AU <i>SECTEUR 2</i> ( $N_L$ ). ....	23
FIGURE 5. TEMPÉRATURE DE L'EAU (°C), PROFONDEUR (CM) ET VITESSE DE COURANT MOYENNE $\pm$ ET (M/S) PAR STATION PERMANENTE EN FONCTION DES <i>SOUS-SECTEURS</i> . ....	288
FIGURE 6. A) TEMPÉRATURE DE L'EAU (°C), B) PROFONDEUR MOYENNE $\pm$ ET (CM) ET C) VITESSE MOYENNE DE COURANT $\pm$ ET (M/S) POUR LES <i>SOUS-SECTEURS A</i> ET <i>B</i> LORS DU 18 MAI (CONDITIONS SEMBLABLES À CELLES OBSERVÉES LORS DE LA FRAYE D'ESTURGEON) ET DU 30 MAI (LORS D'UN DÉBIT TOTAL D'ENVIRON 75 M <sup>3</sup> /s). ....	30
FIGURE 7. FLUCTUATION DU DÉBIT DE LA RIVIÈRE SAINT-FRANÇOIS AU PRINTEMPS 2017 EN AVAL DU BARRAGE DE DRUMMONDVILLE. LE DÉBIT TOTAL A ÉTÉ MESURÉ À LA CENTRALE DE LA CHUTE-HEMMINGS, LE DÉBIT TURBINÉ EST CELUI DE LA CENTRALE DE DRUMMONDVILLE ET LE DÉBIT DÉVERSÉ AU BARRAGE DE DRUMMONDVILLE A ÉTÉ CALCULÉ EN SOUSTRAYANT LE DÉBIT TURBINÉ AU DÉBIT TOTAL. ....	32

**LISTE DES TABLEAUX**

TABLEAU 1. ÉCHELLE GRANULOMÉTRIQUE DE BOUDREAU (1984).....	11
TABLEAU 2. CAPTURE D'ŒUFS D'ESTURGEON JAUNE PAR UNITÉ D'EFFORT (CPUE; NOMBRE/24H) PAR DATE ET PAR SOUS SECTEUR À L'AIDE D'OVOCAPTEURS. SEULEMENT LES DATES DE LA PÉRIODE ACTIVE DE FRAYE (I.E. 1ER ŒUF RÉCOLTÉ JUSQU'AU DERNIER) SONT PRÉSENTÉES ET ONT ÉTÉ UTILISÉES POUR LE CALCUL DE CPUE TOTAL. ....	19
TABLEAU 3. CAPTURE D'ŒUFS D'ESTURGEON JAUNE PAR UNITÉ D'EFFORT (CPUE; NOMBRE/H) PAR DATE ET PAR SOUS SECTEUR À L'AIDE DE FILETS À DÉRIVE CONIQUE.....	21
TABLEAU 4. PROPORTION MOYENNE (%) $\pm$ ÉCART-TYPE DU TYPE DE SUBSTRAT À L'EMPLACEMENT DES OVOCAPTEURS AUX <i>SOUS-SECTEURS A ET B</i> .....	21
TABLEAU 5. NOMBRE D'ESTURGEONS JAUNES CAPTURÉS PAR FILET MAILLANT EN FONCTION DE LA DATE ET DU SEXE. LA VALEUR DE CPUE (NOMBRE/H) A ÉTÉ CALCULÉE EN UTILISANT L'EFFORT TOTAL (I.E. TOUS FILETS CONFONDUS). LES CAPTURES DE LA MÊME JOURNÉE ET LES DOUBLES RECAPTURES ONT ÉTÉ OMISES. ....	22
TABLEAU 6. NOMBRE DE LARVES CAPTURÉES ET ESTIMATION DU NOMBRE DE LARVES DÉRIVANTES, DE FEMELLES PRÉSENTES ET DU SUCCÈS REPRODUCTEUR SELON LA MÉTHODE DE SCHNABEL (UTILISÉ DANS BETO 2014; 2015) ET LA MÉTHODE DU <i>MAXIMUM LIKELYHOOD</i> , FRAYÈRE DE DRUMMONDVILLE, PRINTEMPS 2014 À 2017.....	24



## RÉSUMÉ

L'étude de la fraye de l'esturgeon jaune dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville au printemps 2017 avait comme but principal de vérifier les effets des nouvelles directives d'exploitation d'Hydro-Québec (HQ) sur la dynamique et le succès de la reproduction. Ainsi, il était prévu dès 2017, que le débit total s'écoulant à la centrale de Chute-Hemmings ne pourrait être inférieur à 75 m<sup>3</sup>/s et qu'un déversé de 20 m<sup>3</sup>/s devrait en plus être maintenu à la centrale de Drummondville, et ce entre le 1<sup>er</sup> avril et le 15 juin inclusivement. Afin de répondre à ces questions, les objectifs spécifiques de cette étude étaient d'effectuer le suivi des sites de dépôt d'œufs, d'estimer le nombre de reproducteurs, d'estimer le nombre de larves dérivantes, d'évaluer le succès reproducteur, et le cas échéant, de suggérer des modifications aux nouvelles mesures de gestion hydrologique si elles venaient à compromettre le succès de la reproduction. Au total, 171 œufs d'esturgeon jaune ont été capturés à l'aide d'ovocapteurs. Les premiers œufs ont été récoltés dans le *sous-secteur B* le 15 mai. Le nombre maximum d'œufs capturés dans ce sous-secteur a été atteint deux jours plus tard à une température de l'eau de 13,6 °C, soit le 17 mai 2017. Quelques œufs d'esturgeon ont été récoltés dans le *sous-secteur P122* le 16 mai 2017 à une température de l'eau de 13,0°C, mais aucun n'a été récolté dans le *sous-secteur A*. Au total, 61 esturgeons différents ont été capturés entre le 15 et le 19 mai 2017, dont 58 mâles, une femelle et deux de sexe indéterminé. Un total de 12 individus ont été capturés une seconde fois lors des journées subséquentes, ce qui a permis d'estimer le nombre total de reproducteurs à 83 mâles (IC 95% 63-185), 27 femelles (IC 95% 6-129) et 28 de sexe indéterminé (IC 95% 8-130). Au total, 125 larves ont été capturées entre le 26 mai et le 6 juin, avec deux pics de dérive larvaire les 30 mai et 1<sup>er</sup> juin 2017. Ainsi, il a été estimé que 44218 larves ont dérivé au printemps 2017. Le succès reproducteur pour l'esturgeon jaune au printemps 2017 à la frayère de Drummondville est donc estimé à 0,72 % (IC 95% 0,15 - 3,22). Le meilleur succès reproducteur depuis 2014 a été obtenu en 2017 avec le nouveau plan de gestion proposé par HQ. L'élément le plus important a probablement été le maintien des conditions de débit les plus stables depuis 2014, et ce particulièrement pendant la période de développement des œufs et des larves (*i.e.* entre la ponte et la fin de la dérive larvaire). Le nombre de larves produites en 2017 a également été le plus élevé malgré le faible nombre de femelles capturées et l'utilisation massive du *sous-secteur B*. Les résultats obtenus nous portent à croire que le plan de gestion proposé par HQ et mis en application au printemps 2017 devrait être maintenu en 2018. Celui-ci assure qu'aucun des sites de fraye connus dans la zone d'étude ne soient exondé durant et après la période de reproduction en plus de laisser un écoulement suffisant dans le déversoir pour éviter des épisodes de mortalité massive de poissons.

## MISE EN CONTEXTE

La rivière Saint-François abrite une frayère à esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) composée de différents sites distincts, lesquels ont été documentés au cours des 20 dernières années. La première mention d'utilisation aux fins de reproduction remonte au printemps 1996 autour d'un bourrelet de gravier situé sous le pont de la route 122 en aval du complexe hydroélectrique de Drummondville (La Haye et Clermont, 1996). Des travaux de restauration de ce site de fraye, en plus de l'aménagement d'un second site situé directement au pied du barrage de Drummondville, ont par la suite été réalisés par Faucher et Abbott (2001), avant d'en confirmer l'utilisation l'année suivante (Ouellet et Faucher, 2002). Depuis 2012, le Bureau environnement et terre d'Odanak (BETO) effectue des études en lien avec l'utilisation et l'activité de fraye de l'esturgeon jaune à ces différents sites, en plus de couvrir un site supplémentaire situé directement en aval de l'exutoire du déversoir de la centrale de Drummondville (BETO 2012, 2014). Ces études visent plus précisément, depuis 2014, l'évaluation du succès reproducteur dans un contexte de variations de régime hydraulique occasionnées par les précipitations naturelles est la gestion des débits des divers ouvrages hydroélectriques situés en amont (BETO 2015, 2016a, 2018).

Le complexe hydroélectrique de Drummondville, géré par Hydro-Québec (HQ), comprend une centrale au fil de l'eau aménagée directement au-dessus d'un barrage qui assure une gestion de courte durée des débits locaux, principalement au printemps et à l'automne. La centrale a une puissance installée de 14,6 MW fournie par 4 groupes ayant une capacité de turbinage d'environ 50 m<sup>3</sup>/s chacun auquel est annexé, en rive droite, deux crêtes déversantes visant à évacuer le débit excédant la capacité maximale de turbinage qui est de 200 m<sup>3</sup>/s (Roy et al. 1997). Le complexe de la Chute-Hemming, situé à trois kilomètres en amont et appartenant aussi à HQ, est également du type au fil de l'eau, mais possède toutefois des vannes de déversement afin d'ajuster le niveau d'eau de son petit bassin en fonction de sa cote de déversement ou de tout autre besoin spécifique. À la fin de chaque cru printanier, soit vers la mi-mai, HQ procède à l'installation de haussoirs qui visent à augmenter la hauteur de chute à la centrale tout en favorisant l'utilisation de cette portion de rivière par les plaisanciers et les pêcheurs sportifs. Afin d'effectuer ces travaux de façon sécuritaire, le niveau du bassin est d'abord abaissé sous le seuil de la crête déversante du barrage, ce qui occasionne une certaine vidange d'eau en aval (BETO 2018). Une fois les haussoirs en place, HQ procède au remplissage du réservoir jusqu'au niveau d'exploitation estivale de la centrale, après quoi le surplus d'eau est évacué rapidement. Ces manipulations provoquent de grandes variations de débits dans toute la portion aval de la rivière, en particulier lors d'années de faible



hydraulicité comme en 2016, ce qui peut alors affecter l'écologie de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère située dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville (BETO 2018).

Outre le remplissage du réservoir de la centrale de la Chute-Hemming et la fluctuation des débits (d'origine naturelle ou anthropique), une autre problématique théorique a précédemment été soulevée à cette frayère, soit l'attrait des esturgeons reproducteurs vers l'aval immédiat de l'exutoire du déversoir lorsqu'un écoulement y est présent (BETO 2015, 2016a, 2018). La fraye à cet endroit est peu recommandée puisque ce secteur est restreint, soumis aux fortes fluctuations de débit d'origine naturelle et anthropique et renferme un substrat de ponte de faible qualité (BETO 2015, 2016a). Sous ces conditions, il existe un risque de surutilisation du milieu qui se traduirait probablement par un mauvais développement et une mortalité accrue des œufs (Forsythe et al. 2013). En contrepartie, le secteur en aval immédiat de la centrale possède théoriquement toutes les caractéristiques favorables à la fraye de l'esturgeon jaune, puisqu'il est vaste, recouvert d'un substrat hétérogène et que l'écoulement de l'eau y est plus stable (BETO 2015, 2016a). La présence de reproducteur dans l'aval immédiat de l'exutoire du déversoir semble également être favorisée par le mode de gestion expérimentale des débits par HQ au complexe de Drummondville. En effet, depuis 2014, un débit minimal d'environ 40 m<sup>3</sup>/s s'écoule dans le déversoir entre le 1<sup>er</sup> avril et le 15 juin afin d'éviter des épisodes de mortalité massive de poissons qui se trouvent dans les cuvettes du déversoir. Cette problématique concerne en particulier deux espèces du genre *Moxostoma*, soit le chevalier blanc (*Moxostoma anisurum*) et, dans une moindre mesure, le chevalier rouge (*Moxostoma macrolepidotum*), dont les géniteurs remontent dans le déversoir en période de crue printanière (BETO 2017). Ainsi, lorsque le débit total de la rivière est inférieur à 200 m<sup>3</sup>/s, une partie de ce qui devrait être turbiné est alors obligatoirement déversée.

Les suivis de la fraye de l'esturgeon jaune effectués par le BETO depuis 2012 sont donc justifiés, entres autres, par la présence de différents facteurs naturels et anthropiques pouvant affecter le comportement ainsi que le succès de la reproduction dans le bief aval du barrage de Drummondville (BETO 2016b). À ce jour, deux constats généraux s'en dégagent, soit 1) les géniteurs esturgeons jaunes frayent en aval immédiat du l'exutoire du déversoir de Drummondville dans une fourchette de débits déversés allant de 15 m<sup>3</sup>/s à au moins 110 m<sup>3</sup>/s et 2) lorsque le déversement est nul, les esturgeons ne sont pas attirés vers l'exutoire du déversoir et frayent directement en aval de la centrale. De cette façon, en 2014 et 2015, lorsque le débit total de la rivière était inférieur à la capacité de turbinage de la centrale de Drummondville, aucun déversé n'aurait vraisemblablement été perçu et les esturgeons auraient possiblement évité l'aval de l'exutoire du déversoir (BETO 2018).

Afin de donner suite au contexte particulier entourant la période de reproduction de 2016 (voir BETO 2018), un plan de gestion des débits et des niveaux d'eau visant les deux centrales impliquées a été déposé par HQ au début de 2017. Un des éléments du plan de gestion consiste à modifier les directives d'exploitation des centrales afin de s'assurer qu'aucune manœuvre d'exploitation n'affecte la période de fraye printanière des poissons dans la rivière Saint-François, qui s'étend du 1<sup>er</sup> avril au 15 juin inclusivement. Ainsi, il est prévu que dès 2017, pendant cette période, le débit total s'écoulant à la centrale de Chute-Hemmings ne pourra être inférieur à 75 m<sup>3</sup>/s et qu'un déversé d'un minimum de 20 m<sup>3</sup>/s devra en plus être maintenu à la centrale de Drummondville. Ces mesures devaient alors assurer un niveau d'eau suffisant à l'aval des 2 centrales pendant la période de fraye printanière, évitant d'abord l'exondation des frayères et dans une autre mesure, que des poissons ne se retrouvent coincés dans les cuvettes du déversoir lors de périodes de faibles débits.

L'étude de la fraye de l'esturgeon jaune dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville au printemps 2017 a donc comme but principal de vérifier les effets de ces nouvelles directives d'exploitation d'HQ sur la dynamique et le succès de la reproduction. Afin de répondre à ces questions, les objectifs spécifiques de cette étude seront semblables à ceux des années précédentes, soit :

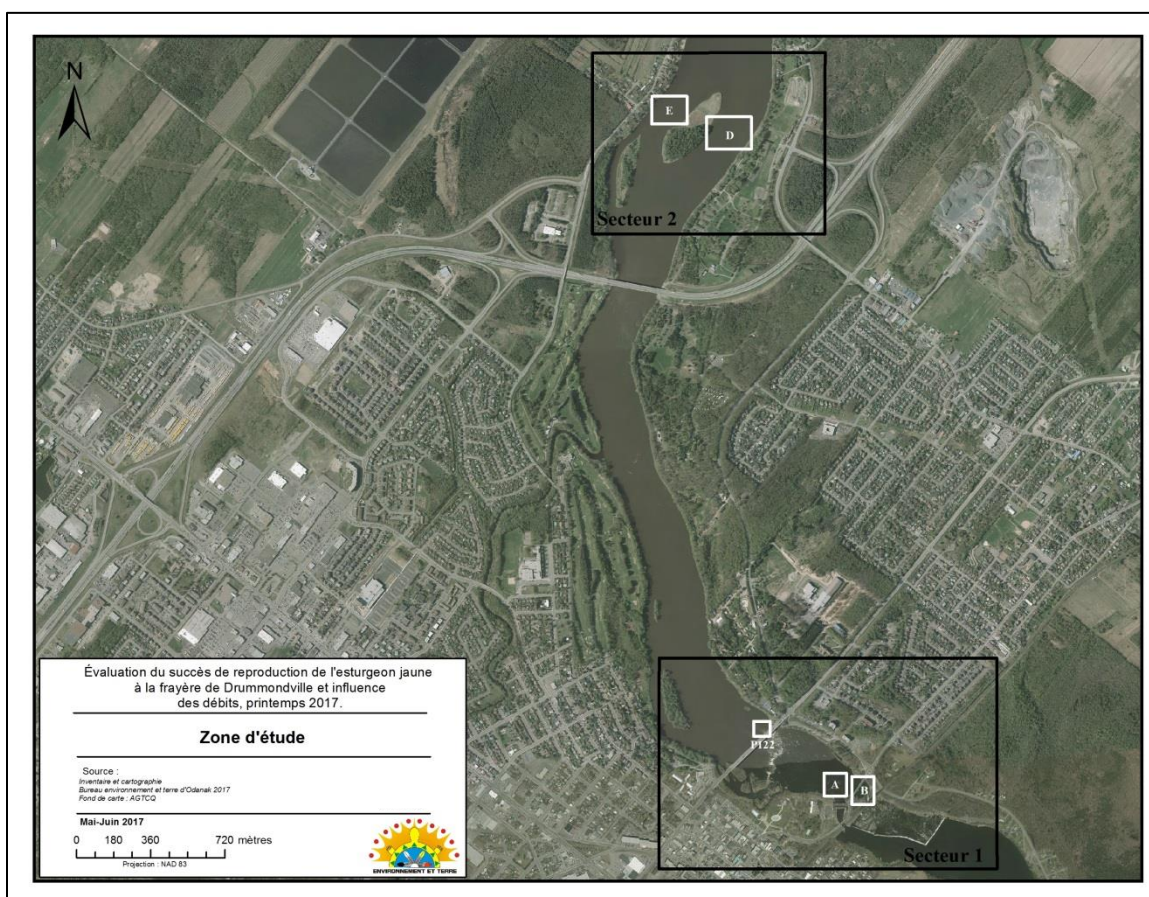
- 1) Effectuer le suivi des sites de dépôt d'œufs;
- 2) Estimer le nombre de reproducteurs;
- 3) Estimer le nombre de larves dérivantes;
- 4) Évaluer le succès reproducteur;
- 5) Le cas échéant, suggérer des modifications aux nouvelles mesures de gestion hydrologique si elles venaient à compromettre le succès de la reproduction.

En plus de viser l'atteinte de ces objectifs, des tâches connexes ont été ajoutées au mandat habituel à la demande d'HQ au cours de la période terrain 2017. Cet ajout consistait entre autres à évaluer la chronologie des activités de reproduction des autres espèces de poissons fréquentant l'aval de la centrale en récupérant des œufs à des fins d'identification. D'autres parts, des mesures supplémentaires de profondeurs, de températures et de vitesses de courant ont été prises à multiples reprises afin de les confronter aux divers éléments entourant la fraye de 2017. Finalement, des observations visuelles ont été réalisées tout au long de la période terrain afin de vérifier la présence de poisson – autre que l'esturgeon – à plusieurs endroits de la zone d'étude. Ces résultats sont présentés dans un rapport technique (BETO 2017).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### *Zone d'étude*

Cette étude a été réalisée dans le bief aval de la centrale de Drummondville dans la rivière Saint-François entre le 26 avril et le 7 juin 2017. L'aire d'étude est composée du *Secteur 1* (45,88°N, -72,48°O; sous-secteurs A, B, et P122), situé en aval du barrage de Drummondville et du *Secteur 2* (45,91°N, -72,49°O; sous-secteurs D et E), situé à proximité du Parc des Voltigeurs (Cartes 1).



Carte 1. Aire d'étude pour le suivi de fraye de l'esturgeon jaune dans la rivière Saint-François au printemps 2017. Les encadrés noirs et blancs représentent les secteurs et les sous-secteurs, respectivement.

## *Échantillonnage et travaux terrain*

### Évolution de la température de l'eau et de l'activité de fraye

La température de l'eau de la rivière Saint-François a été mesurée de façon ponctuelle dans l'aire d'étude entre le 26 avril et le 8 mai à l'aide d'un thermomètre (HANNA Checktemp  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ) en plus des données quotidiennes fournies par Hydro-Québec (pas de temps de cinq minutes). Pendant cette période, le *secteur 1* a été visité quotidiennement afin de détecter visuellement la présence d'esturgeons à la frayère ainsi que des comportements de fraye (*i.e.* sauts, éclaboussures).

### Suivi des sites de dépôt d'œufs

Un suivi de la localisation des sites de dépôt d'œufs dans le *secteur 1* a été réalisé à l'aide d'ovocapteurs (parpaing [101 mm X 203 mm X 406 mm] entouré d'une bande de filtre à air; voir La Haye et al. 2000). Au total, 47 ovocapteurs ont été répartis dans les *sous-secteurs A* ( $n = 24$ ), *B* ( $n = 14$ ) et *P122* ( $n = 9$ ) le 8 mai (voir résultats, Carte 3). Les ovocapteurs ont été installés selon une densité d'un appareil à tous les 5 à 10 m<sup>2</sup>, couvrant ainsi l'ensemble des sites potentiels de dépôt d'œufs dont ceux des années antérieures. Les ovocapteurs ont été actifs pour un total de 22, 22 et 15 jours pour les *sous-secteurs A*, *B* et *P122* respectivement, représentant un effort d'échantillonnage de 825 jours-ovocapteur. Pour les *sous-secteurs A* et *B*, les ovocapteurs étaient minutieusement inspectés environ à tous les deux jours afin de détecter la présence d'œufs de poissons, tandis que pour le *sous-secteur P122*, la fréquence d'échantillonnage était plutôt réduite à environ cinq jours.

Trois filets de dérive conique (0,5 m de diamètre X 1,5 m de long, mailles de 500 µm) ont également été installés à cinq localisations entre le 15 et le 19 mai dans les *sous-secteurs A* ( $n = 2$ ) et *B* ( $n = 3$ ) (voir résultats, Carte 3). Les filets ont été installés à la mi-journée pour être relevés en fin de journée (excepté 1 fois – mis en soirée et relevé le matin), représentant un effort d'échantillonnage de 92,75 heures-filet. À chaque récolte, les filets ont été minutieusement rincés afin de récolter tous les œufs dans le godet.

Tous les œufs, capturés par ovocapteur ou par filet, ont été identifiés visuellement puis mis en pot avec de l'éthanol [95%] pour leur préservation.

Afin d'obtenir un portrait des sites de ponte, une caractérisation du substrat aux *sous-secteurs A* et *B* a été réalisée en période d'étiage, le 30 août 2017, en utilisant l'échelle granulométrique de Boudreault (1984) (Tableau 1). Pour ce faire, l'emplacement de chaque ovocapteur a été inspecté visuellement en apnée, et la proportion de chaque classe granulométrique à l'intérieur d'un gabarit de 1,5 m par 1,5 m a été notée.

Tableau 1. Échelle granulométrique de Boudreault (1984)

Classe	Diamètre (mm)
Roche-mère	N/A
Gros bloc	>500
Bloc	250-500
Galet	80-250
Caillou	40-80
Gravier	5-40
Sable	0,125-5

### Capture et manipulation des reproducteurs

Des pêches expérimentales ont été réalisées dans le *secteur 1* au moyen de deux types de filets maillant en multifilament de nylon (2 m de haut par 30 m de long; voir résultats Carte 4). Le premier type est formé de mailles étirées de 203 mm et le second de mailles étirées de 205 mm. Les pêches se sont déroulées du 15 au 19 mai 2017. Douze stations ont été échantillonnées, dont deux avec un filet double (*i.e.* les deux types de filets mis bout à bout), représentant un effort d'échantillonnage total de 169 heures-filet. La majorité des filets ont été tendus parallèlement au courant et ont été visités après un maximum de trois heures afin de réduire les risques de blessures et d'épuisement des poissons. Les esturgeons capturés ont été conservés dans un bac d'eau directement dans l'embarcation ou dans une cage de rétention placée à même la rivière jusqu'au moment des manipulations réalisées sur un laboratoire portable installé en bordure de rivière. Chaque individu a été mesuré (longueur totale et à la fourche (mm)), pesé (kg), et marqué d'une étiquette avec numérotation séquentielle (*t-bar tag 2½'*) à la base de la partie postérieure de la nageoire dorsale. Le sexe et la maturité sexuelle ont été déterminés par expulsion des gamètes par pressions abdominales ou, lorsqu'impossible, par biopsie percutanée des gonades. Chaque esturgeon a par la suite été remis à l'eau près de la rive en s'assurant qu'il démontre des signes évidents de récupérations (*i.e.* tonus musculaire, battement de queue, stabilité).

### Capture de larves dérivantes

Un suivi de la dérive larvaire a été réalisé entre le 24 mai et le 7 juin à l'aide de filets de dérive conique (1,0 m de diamètre à l'ouverture X 4,2 m de long, mailles de 0,75 mm) munie d'un godet (100 mm de diamètre, mailles de 300 µm). Les engins de capture ont été disposés seulement 10 jours après la capture du premier œuf (comparativement à

15 jours lors des suivis antérieurs) afin de bien couvrir le début de la dérive larvaire. Au total, 10 filets de dérive conique ont été installés dans le *secteur 2*, dont sept dans le *sous-secteur D* et trois dans le *sous-secteur E* (voir résultats, Carte 5). Les engins de capture ont été déployés au centre de la colonne d'eau (entre 1,0 et 1,7 m de profondeur) et distancés de 30 m l'un de l'autre le long d'un transect perpendiculaire à la rive couvrant la totalité du cours d'eau. Le contenu des godets a été récolté quotidiennement et trié par des membres de la communauté d'Odanak au laboratoire du BETO. Trois des sept filets du *sous-secteur D* étaient inefficaces en raison d'un écoulement trop faible et ont conséquemment été exclus des calculs subséquents.

### Profil hydraulique

Un profil hydraulique le long du transect des filets de dérive larvaire a été réalisé le 1<sup>er</sup> juin 2017 dans le *secteur 2*. Pour ce faire, la vitesse d'écoulement (m/s) a été mesurée à l'aide d'un courantomètre (General Oceanics  $\pm 0,05$ ) à l'embouchure de chaque filet, ainsi qu'à des points d'échantillonnage distancés d'environ 10 m le long du transect. À chaque point d'échantillonnage, cette mesure était prise à 20% ( $V_1$ ), 60% ( $V_2$ ) et 80% ( $V_3$ ) de la profondeur observée lorsqu'elle était de plus de 2 m, et à seulement 60% ( $V_2$ ) lorsque la profondeur était de moins de 2 m. La vitesse d'écoulement moyenne à un point d'échantillonnage a été calculée selon la formule de La Haye et al. (2003).

$$(1) V_{\text{moy}} = \frac{V_1 + (2 \cdot V_2) + V_3}{4}$$

La surface couverte entre deux points d'échantillonnage (*i.e.* distance entre deux points multipliée par la profondeur moyenne; ci-après « section ») a été multipliée par la  $V_{\text{moy}}$  entre ces mêmes deux points afin d'obtenir le débit ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) pour une section donnée. La proportion du débit s'écoulant à chacune de ces sections a ainsi pu être déterminée le long de la virée d'échantillonnage (Figure 1).

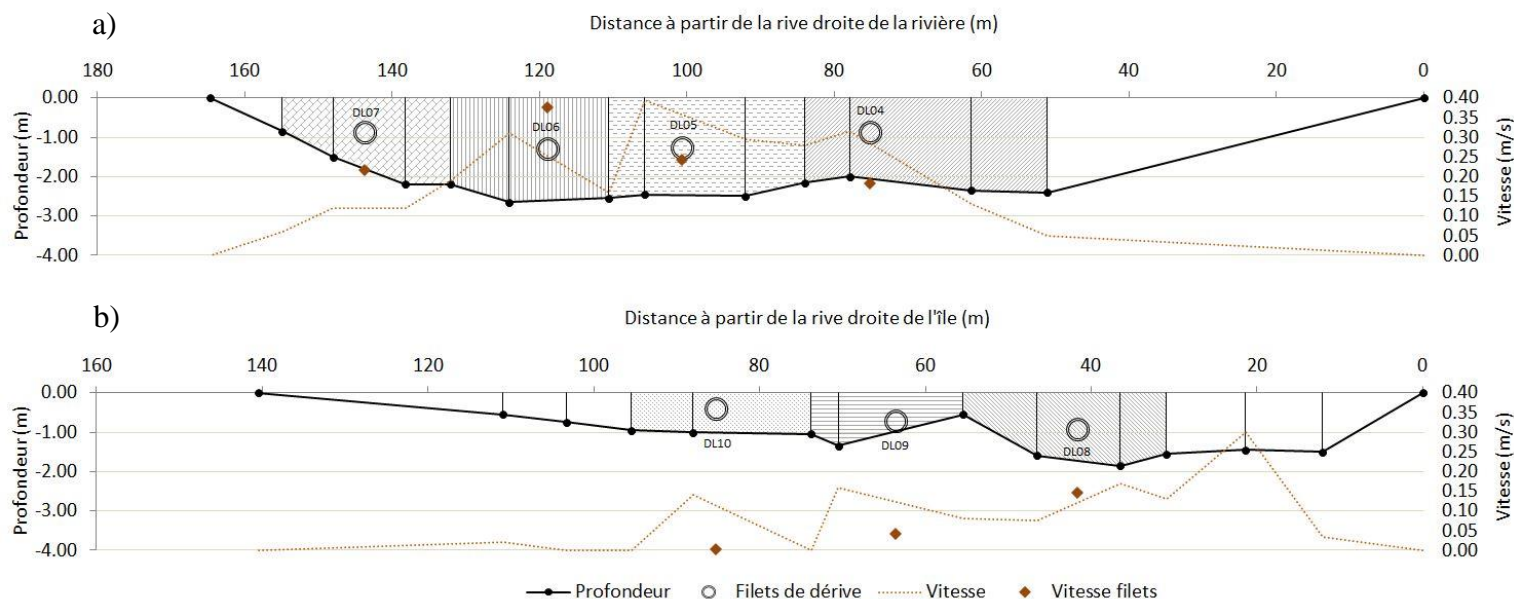


Figure 1. Représentation du profil hydraulique a) du sous-secteur D et b) du sous-secteur E (secteur 2). Chaque point noir représente un point d'échantillonnage et chaque motif représente un regroupement de sections. De gauche à droite, la proportion du débit s'écoulant à chacune des sections est de 21%, 30%, 19% et 7% au sous-secteur D, et de 6%, 3% et 2% au sous-secteur E. Les sections sans motif ont été associées à aucun engin de pêche.

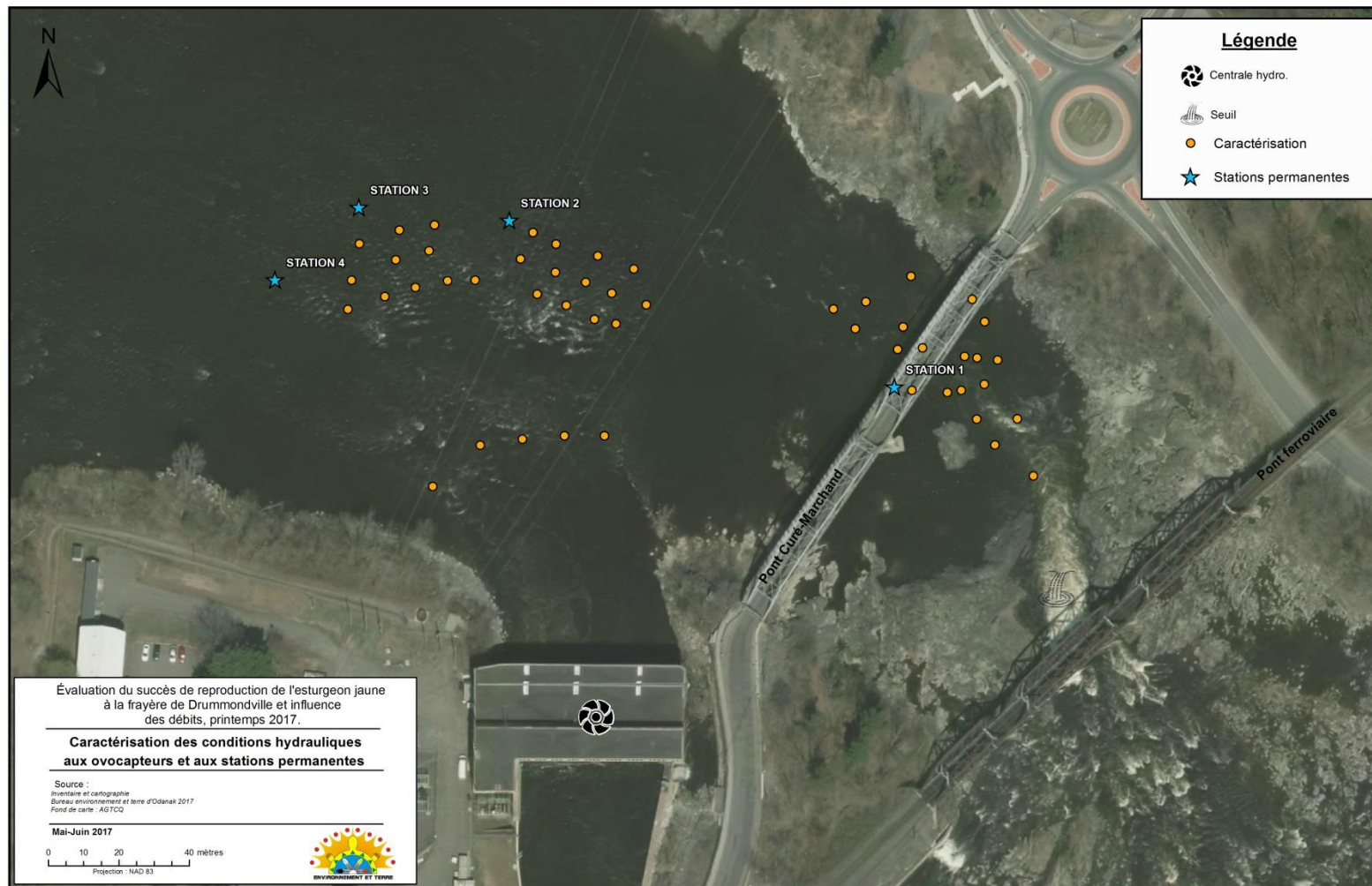


### Conditions hydrauliques de la rivière Saint-François

Les conditions hydrauliques pendant la durée de l'étude ont été évaluées en trois volets. D'abord, des stations permanentes ont été mises en place le 12 mai à quatre endroits différents afin de bien couvrir le *secteur 1* (Carte 2). Ainsi, pour chaque station, la température, la profondeur et les mesures de courant ont été mesurées les 12, 15, 16, 17, 18, 19 et 23 mai.

Ensuite, l'emplacement de chaque ovocapteur et de quelques points additionnels a été visité à deux reprises afin de mesurer la température, la profondeur et la vitesse du courant (Carte 2). La première caractérisation a été réalisée le 18 mai lorsque les conditions du milieu reflétaient celles observées lors de la fraye de l'esturgeon puisqu'il était logistiquement difficile de le faire à ce moment précis. La deuxième caractérisation a été effectuée le 30 mai, soit lorsque le débit total dans le *secteur 1* était d'environ 75 m<sup>3</sup>/s (D. Bélanger, Comm. Pers.).

Finalement, les données de débits turbinés, déversés et totaux des centrales hydroélectriques de Drummondville et de la Chute-Hemmings pour les mois de mai et juin ont été fournies par Hydro-Québec (pas de temps de 5 minutes). Les données de débit déversé du barrage de Drummondville comportent une marge d'erreur importante en raison du patron d'écoulement hétérogène causé par la configuration du lit de la rivière en aval des crêtes de déversement (où la mesure est prise). De ce fait, les données de débit déversé utilisé ont été obtenues en soustrayant les données de débit turbiné à la centrale de Drummondville au débit total de la centrale de la Chute-Hemmings. Un test de corrélation de Pearson confirme d'ailleurs que les débits totaux de ces deux barrages sont similaires ( $r^2 = 0,998$ ). Les débits totaux utilisés pour les analyses sont donc ceux de la centrale de la Chute-Hemmings, tandis que les débits turbinés sont ceux de la centrale de Drummondville.



Carte 2. Localisation des points de caractérisation (ovocapteurs et points additionnels) et des stations permanentes pour caractérisation physique des *sous-secteurs A et B* (température, profondeur et vitesse d'écoulement de l'eau).

## Analyse des données

### Abondance des géniteurs

Un plan d'analyse de type *Robust design* a été utilisé afin d'estimer le nombre de géniteurs d'esturgeon jaune présent pendant la période de fraye (figure 2; voir Kendall et al. 1995). Ce faisant, les occasions d'échantillonnages primaires (les années) considèrent la population à l'étude comme étant ouverte (*i.e.* immigration, émigration, mortalité, naissances), tandis que les occasions d'échantillonnages secondaires (les journées), qui sont nichées à l'intérieur des occasions primaires, considèrent la population comme étant fermée. Ce type plan d'analyse permet, entre autres, un contrôle affiné de la précision relative de chaque paramètre estimé du modèle (Kendall et Pollock 1992; Williams et al. 2002).

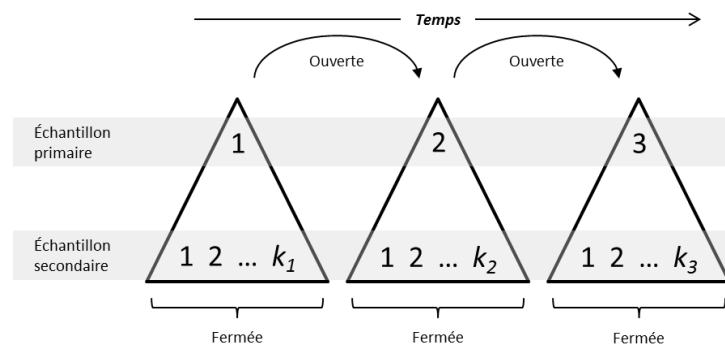


Figure 2. Structure de base d'un plan d'échantillonnage de type *Robust design* (adapté de Cooch et White 2014)

Nous avons utilisé des modèles de capture-marquage-recapture (CMR) qui estiment les paramètres par maximisation de la vraisemblance (*Maximum likelihood*; voir Edwards 1992). Ce principe vise à trouver, à l'aide de routines numériques, la valeur optimale d'un paramètre statistique – et de sa variance – qui maximise la probabilité d'observer les données récoltées. Plusieurs estimateurs, qui permettent d'incorporer des covariables individuelles affectant potentiellement la probabilité de capture ( $p$ ) et de recapture ( $c$ ), ont été comparés selon leur forme nulle (*i.e.* avec l'ensemble des paramètres fixes) sur la base du critère d'information d'Akaike adapté pour de petits échantillons (AICc). L'estimateur ayant la plus faible valeur d'AICc (*i.e.* le plus parcimonieux) a par la suite été sélectionné afin de construire 11 modèles candidats faisant varier  $p$  et  $c$  en fonction du sexe, de la journée et de l'année. Le paramètre d'abondance ( $N_{acfu}$ ) ainsi que l'intervalle de confiance 95% (IC 95%) ont été dérivés du modèle le plus parcimonieux selon l'AICc. Ces analyses ont été réalisées à l'aide de la bibliothèque RMark (Laake 2013) sur la plateforme RStudio (R Core Team 2015; voir Annexe 1).

### Abondance des larves dérivantes

À l'instar des travaux précédents (BETO 2015, 2016a, 2018), l'estimation de l'abondance des larves dérivantes d'esturgeon jaune a été réalisée selon la méthode de Garceau et Bilodeau (2004). D'abord, les captures par unités d'effort (CPUE; nombre de larves dérivant par 100 m<sup>3</sup> d'eau filtré) pour chaque jour-filet ont été calculées selon la formule suivante,

$$(2) \text{ CPUE} = \frac{N_j}{V \cdot S \cdot T} \cdot 100$$

où  $N$  est le nombre de larves capturées au jour  $j$ ,  $V$  est la vitesse du courant (m/s) à l'embouchure du filet lors du profil hydraulique du 1<sup>er</sup> juin,  $S$  est la surface du filet (standardisé à 0,79 m<sup>2</sup>) et  $T$  est le temps écoulé (standardisé à 86 400 secondes). Ensuite, chaque section du profil hydraulique a été associée à la valeur de CPUE du filet de dérive conique le plus proche afin d'obtenir une CPUE pondérée (CPUE<sub>pond</sub>) en fonction de la proportion du débit s'écoulant à chacune des sections (voir Figure 1). Le nombre de larves absolues par jour ( $N_l$ ) a finalement été estimé selon,

$$(3) N_l = \frac{(CPUE_g) \cdot Vol_j}{100}$$

où  $CPUE_g$  est la somme des CPUE<sub>pond</sub> et  $Vol$  est le volume quotidien s'écoulant au secteur 2 calculé à partir du débit moyen quotidien à la centrale de la Chute-Hemmings (adapté de Garceau et Bilodeau 2004). Le nombre total de larves pendant la durée de la dérive larvaire est donc représenté par  $N_{tot}$ .

### Évaluation du succès reproducteur

Le succès de la reproduction repose sur le rapport entre  $N_{tot}$  et le nombre d'œufs potentiellement déposé ( $N_o$ ), qui est estimé selon l'équation fécondité—masse dérivée de Fortin et al. (1992),

$$(4) N_o = \frac{\sum_i^n (13079,6 \cdot m_i - 11921,2)}{n} \cdot N_{acfu} \text{ (femelles)}$$

où  $m$  est la masse (kg) de chaque femelle  $i$  et  $n$  est le nombre de femelles capturées.

## RÉSULTATS

### Évolution de la température de l'eau et de l'activité de fraye

Bien que le seuil de température favorable au début de la fraye ait été atteint le 29 avril, l'eau s'est légèrement refroidie par la suite pendant environ une semaine avant d'atteindre une fenêtre de température adéquate et ainsi entraîner le début des travaux terrain le 8 mai (Figure 3). Quelques sauts d'esturgeon ont également été observés le 8 mai et lors des jours subséquents, ce qui a également confirmé le début des travaux terrain. La dérive larvaire, quant à elle, est caractérisée par une température de l'eau très stable.

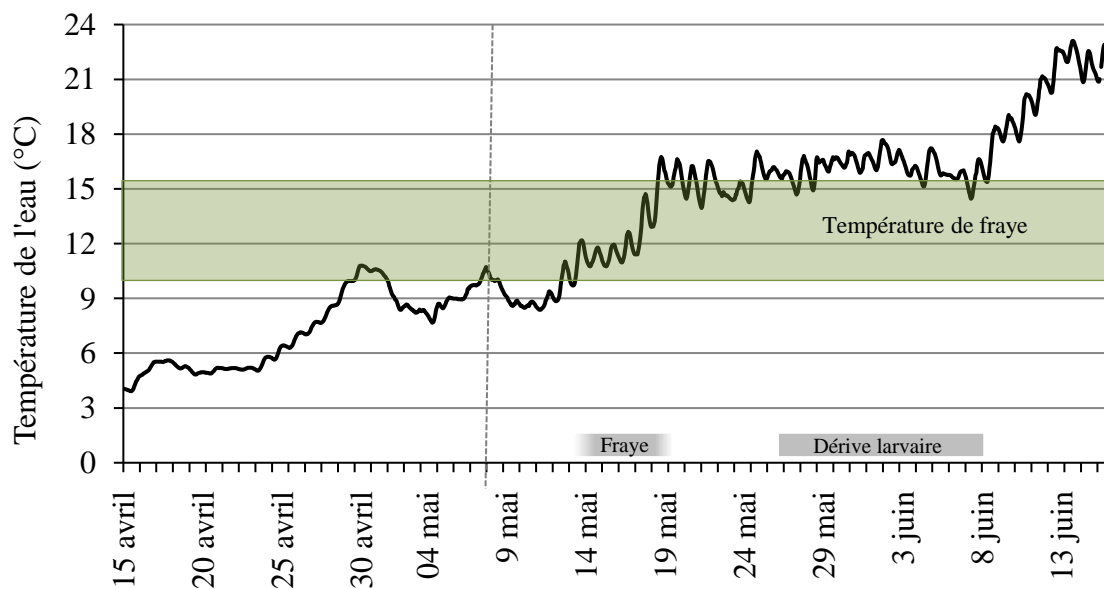


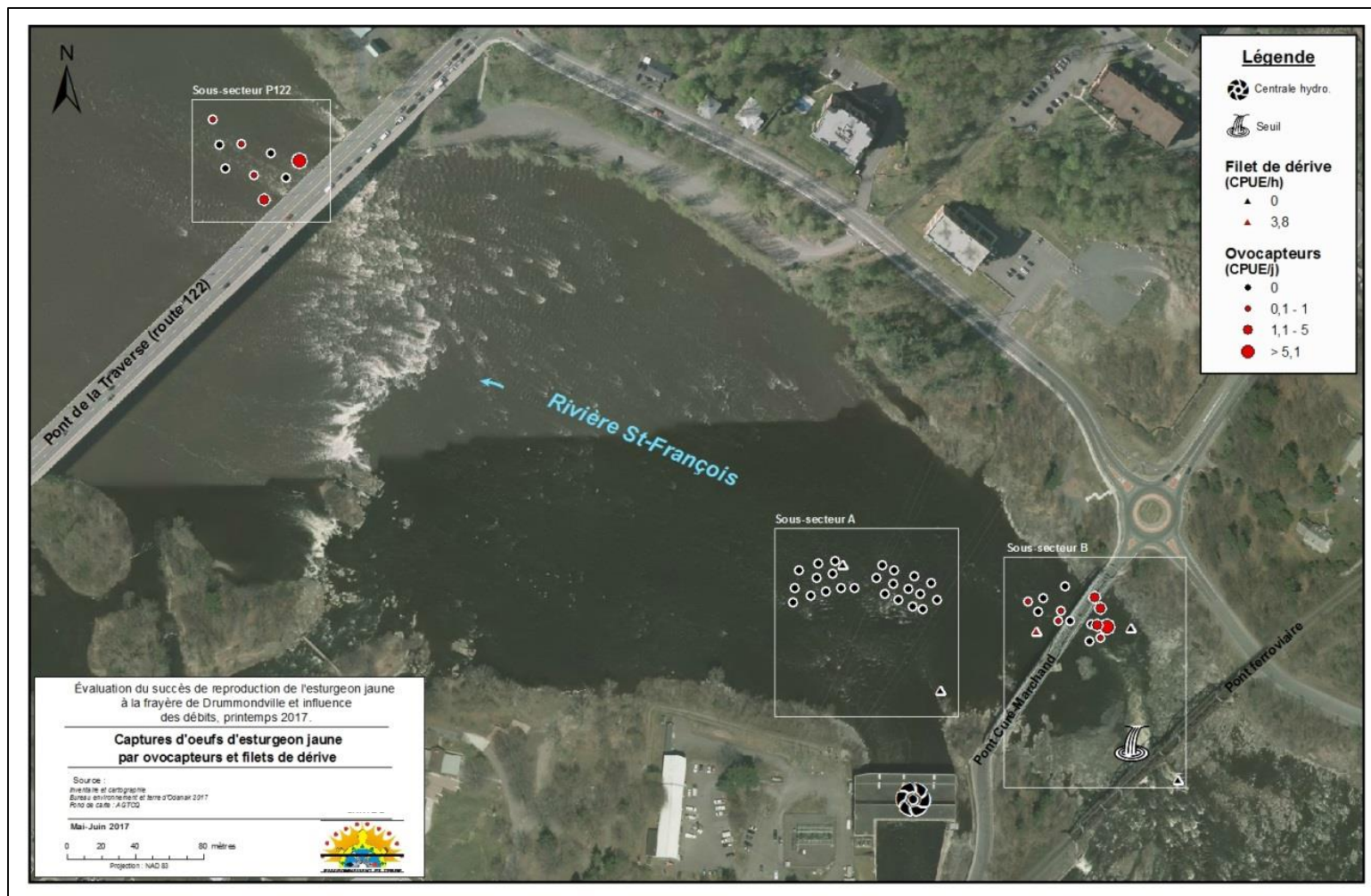
Figure 3. Température de l'eau entre le 15 avril et le 15 juin 2017 mesurée par un thermographe installé en amont de la centrale de la Chute-Hemmings. L'encadré vert représente la fenêtre de température adéquate pour la fraye d'esturgeon jaune (10°C - 16°C) et la ligne verticale pointillée représente le début des travaux terrain.

### Suivi des sites de dépôt d'œufs

Au total, 171 œufs d'esturgeon jaune ont été retrouvés sur 13 des 47 ovocapteurs (Tableau 2, Carte 2). Les premiers œufs ont été récoltés dans le *sous-secteur B* le 15 mai lorsque la température de l'eau était de 12,1°C. Le nombre le plus élevé d'œufs capturés dans ce sous-secteur a été atteint deux jours plus tard à une température de l'eau de 13,6°C, soit le 17 mai. Quelques œufs d'esturgeon ont été récoltés dans le *sous-secteur P122* le 16 mai à une température de l'eau de 13,0°C, mais aucun n'a été récolté dans le *sous-secteur A*.

Tableau 2. Capture d'œufs d'esturgeon jaune par unité d'effort (CPUE; nombre/24h) par date et par sous-secteur à l'aide d'ovocapteurs. Seulement les dates de la période active de fraye (*i.e.* 1<sup>er</sup> œuf récolté jusqu'au dernier) sont présentées et ont été utilisées pour le calcul de CPUE total.

Sous-secteur	Date de pose	Date de levée	Nombre Ovocapteurs actifs	Nombre d'œufs d'esturgeon	Ovocapteurs avec œufs (% par sous-secteur)	Effort de pêche total (hrs)	CPUE (nombre/24h)
A	12 mai	15 mai	24	0	0	1770	0,00
	15 mai	17 mai	23	0	0	1248	0,00
	17 mai	19 mai	24	0	0	1093	0,00
	<b>TOTAL</b>		<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4111</b>	<b>0,00</b>
B	12 mai	15 mai	10	14	3 (30%)	695	0,48
	15 mai	17 mai	8	105	7 (88%)	388	6,50
	17 mai	19 mai	12	1	1 (8%)	600	0,04
	<b>TOTAL</b>		<b>14</b>	<b>120</b>	<b>8 (57%)</b>	<b>1682</b>	<b>1,71</b>
P122	10 mai	16 mai	8	51	5 (63%)	1204	1,02
	<b>TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>51</b>	<b>5 (63%)</b>	<b>1204</b>	<b>1,02</b>



Carte 3. Localisation des ovocapteurs (CPUE; nombre/24h) et des filets à dérive conique (CPUE; nombre/h) au *secteur 1*. Seulement la période active de fraye (*i.e.* 1<sup>er</sup> œuf récolté jusqu'au dernier) a été utilisée afin de calculer les valeurs de CPUE pour les ovocapteurs. La taille des symboles est pondérée en fonction de la valeur de CPUE.



Au total, 19 œufs d'esturgeon jaune ont été récoltés dans un seul filet de dérive conique du *sous-secteur B* lors de la journée 15 mai (Tableau 3). Le filet installé le plus en amont (voir carte 3) a été soumis à de fortes variations de courant, et par conséquent, n'a pas pu pêcher adéquatement pendant toute la période où il a été en place.

Tableau 3. Capture d'œufs d'esturgeon jaune par unité d'effort (CPUE; nombre/h) par date et par sous-secteur à l'aide de filets à dérive conique.

Sous-secteur	Date de pose	Date de levée	Nombre Filets de dérive actifs	Nombre d'œufs d'esturgeon	Effort de pêche total (hrs)	CPUE (nombre/h)
A	16 mai	16 mai	2	0	12	0
	17 mai	17 mai	2	0	11	0
	18 mai	18 mai	2	0	10,8	0
	19 mai	19 mai	2	0	12	0
B	15 mai	15 mai	1	19	5	3,8
	15 mai	16 mai	2	0	23	0
	17 mai	17 mai	1	0	6,5	0
	18 mai	18 mai	1	0	6,5	0
	19 mai	19 mai	1	0	6	0

Le substrat au *sous-secteur A* est relativement hétérogène avec un fond omniprésent de roche-mère (Tableau 4). Plusieurs gros blocs rocheux sont présents et entrecoupés de substrat plus fin (bloc, cailloux, gravier). Le *sous-secteur B*, quant à lui, est composé presque exclusivement de roche-mère. Cette caractérisation fine est représentative de la caractérisation sommaire réalisée à l'été 2012 (BETO 2012).

Tableau 4. Proportion moyenne (%)  $\pm$  Écart-Type du type de substrat à l'emplacement des ovocapteurs aux *sous-secteurs A et B*

Sous-secteur	Roche-mère	Gros bloc	Bloc	Galet	Caillou	Gravier	Sable
A (n = 20)	52 $\pm$ 47	24 $\pm$ 36	13 $\pm$ 26	1 $\pm$ 4	4 $\pm$ 17	6 $\pm$ 15	1 $\pm$ 2
B (n = 15)	98 $\pm$ 6	1 $\pm$ 5	0 $\pm$ 0	1 $\pm$ 3	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0

### ***Estimation du nombre de reproducteurs, de larves dérivantes et du succès reproducteur***

Au total, 61 esturgeons reproducteurs différents ont été capturés entre le 15 et le 19 mai dans le *Secteur 1*, dont 58 mâles, une femelle et deux de sexe indéterminé (Tableau 5). La carte 4 représente les localisations où le plus d'individus ont été capturés. Un total de 12 individus ont été capturés une seconde fois lors des journées subséquentes, ce qui permet d'estimer le nombre de reproducteurs,  $N_{acfu}$  potentiellement présents au *Secteur 1* pendant la période de fraye de 2017, à 83 mâles (IC 95% 63-185), 27 femelles (IC 95% 6-129) et 28 de sexe indéterminé (IC 95% 8-130).

Table 5. Nombre d'esturgeons jaunes capturés par filet maillant en fonction de la date et du sexe. La valeur de CPUE (nombre/h) a été calculée en utilisant l'effort total (*i.e.* tous filets confondus). Les captures de la même journée et les doubles recaptures ont été omises.

Date	Effort de pêche (hrs)	Nombre de 1 <sup>re</sup> captures			Nombre de recaptures	CPUE (nombre/h)
		Mâle	Femelle	N/D		
15 mai	9,25	4	0	0	0	0,43
16 mai	21,12	30	0	0	1	1,42
17 mai	22,70	10	0	0	3	0,44
18 mai	30,03	13	1	2	8	0,53
19 mai	16,23	1	0	0	0	0,06
<b><i>TOTAL</i></b>	<b><i>99,33</i></b>	<b><i>58</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>2</i></b>	<b><i>12</i></b>	<b><i>0,61</i></b>

Des larves d'esturgeon jaune ont été capturées dans 3 des 10 filets à dérive déployés dans le *Secteur 2*. Trois des sept filets du *sous-secteur D* étaient inefficaces en raison d'un écoulement trop faible (Carte 5). Au total, 125 larves ont été capturées entre le 26 mai et le 6 juin, avec deux pics de dérive larvaire les 30 mai (CPUE = 0,1022 / 100m<sup>3</sup> d'eau filtré) et 1<sup>er</sup> juin (CPUE = 0,0997 / 100m<sup>3</sup> d'eau filtré) (Figure 4). Ainsi, il a été estimé que 44218 larves N<sub>tot</sub> ont dérivé au *Secteur 2* au printemps 2017.

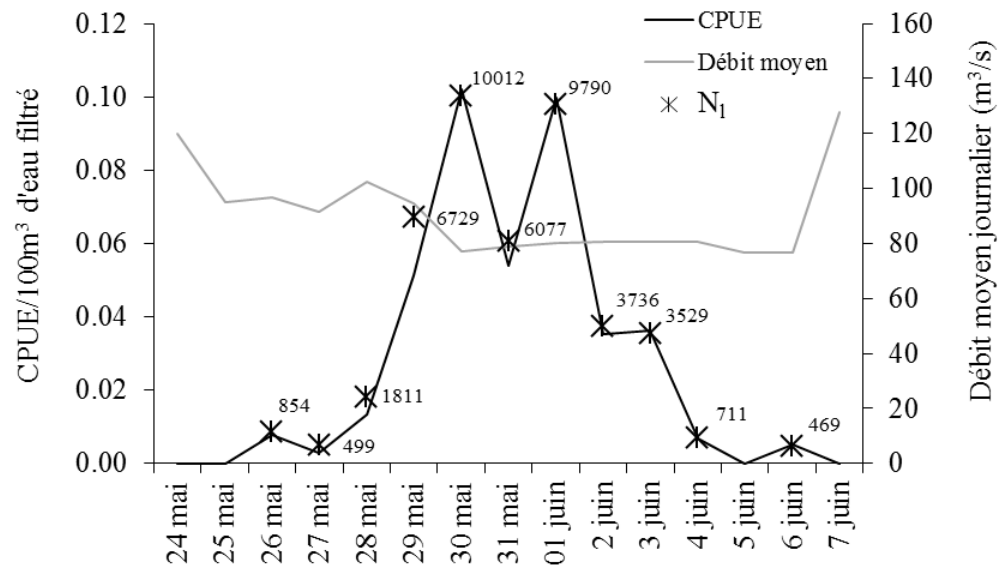


Figure 4. CPUE journalier moyen des filets à dérive ayant capturé des larves et débit journalier au *secteur 2* estimé à partir du débit moyen quotidien à la centrale de la Chute-Hemmings. Les étoiles représentent l'estimation du nombre de larves ayant dérivé quotidiennement au *secteur 2* (N<sub>i</sub>).

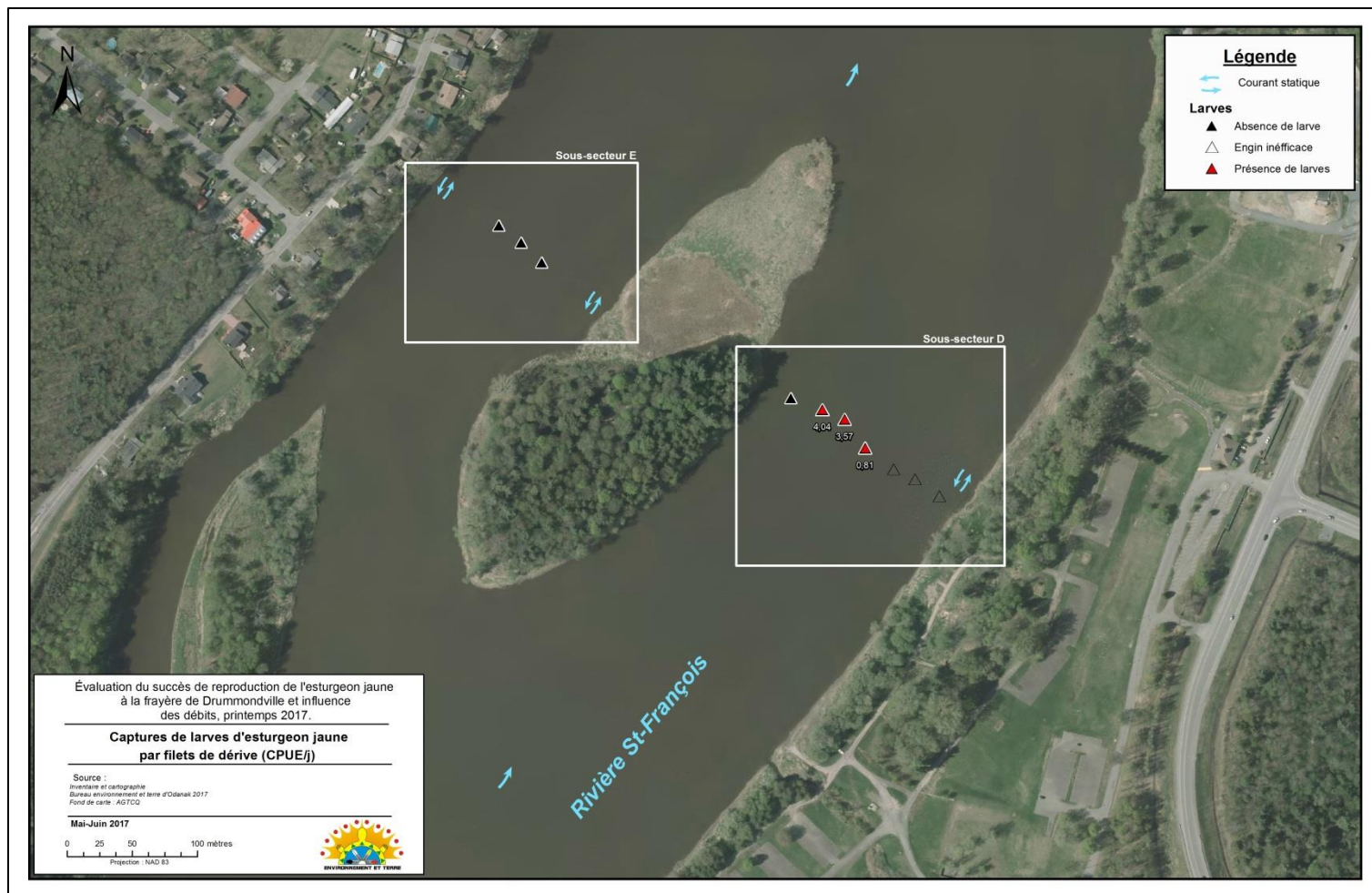
Puisque la masse exacte de la seule femelle capturée n'était pas disponible, son poids a été estimé à partir de l'équation poids—longueur totale fournie par Dumont et al. (2013). Conséquemment, il a été estimé que 6,2M d'œufs ( $N_o$ ) ont été pondus au *secteur I* pendant la période de fraye. Ainsi, le succès reproducteur (*i.e.*  $N_{tot}/N_o$ ) pour l'esturgeon jaune au printemps 2017 à la frayère de Drummondville est estimé à 0,72 % (IC 95% 0,15 – 3,22). À titre de comparaison, le Tableau 6 présente les résultats des années antérieures selon la méthode de Schnabel (BETO 2014, 2015) et la méthode de du *Maximum likelihood* (présent rapport).

Tableau 6. Nombre de larves capturées et estimation du nombre de larves dérivantes, de femelles présentes et du succès reproducteur selon la méthode de Schnabel (utilisé dans BETO 2014; 2015) et la méthode du *Maximum likelihood*, frayère de Drummondville, printemps 2014 à 2017.

Année	Nombre de larves capturées	Nombre estimé de larves	Selon Schnabel [IC 95%]		Selon Maximum Likelihood [IC 95%]	
			Nombre estimé de femelles	Succès reproducteur	Nombre estimé de femelles	Succès reproducteur
2014	104	24 094	5 [3, 20]	2,33 [0,62 - 4,55]	68 [23,206]	0,19 [0,06 - 0,55]
2015	79	12 982	23 [12, 86]	0,35 [0,09 - 0,68]	34 [14,109]	0,24 [0,07 - 0,57]
2016	69	12 768	N/D	N/D	83 [13,500]	N/D
2017	125	44 218	1 [1, 3]	12,42 [5,95 - 20,06]	27 [6,129]	0,72 [0,15 - 3,22]



Carte 4. Localisation des filets maillants et CPUE (nombre/h) d'esturgeons jaunes reproducteurs au *Secteur 1*. La taille des symboles est pondérée en fonction de la valeur de CPUE et le chiffre en indice représente le nombre absolu de captures total par filet.



Carte 5. Localisation des filets de dérive conique pour la capture de larves dérivantes au *secteur 2*. Le chiffre en indice représente la valeur de CPUE (nombre/24h) calculé pour la période de dérive (*i.e.* 1<sup>re</sup> larve récoltée jusqu'à la dernière).

## *Conditions hydrauliques de la rivière Saint-François*

### Caractérisation des stations permanentes

La température de l'eau répertoriée aux quatre stations a augmenté graduellement au cours de la période d'échantillonnage avant de diminuer légèrement lors de la dernière prise de mesure (Figure 5a). Il ne semble pas y avoir de différence entre les valeurs des sous-secteurs A et B.

Les profondeurs d'eau ne semblent pas varier de façon importante entre les journées d'échantillonnage. D'ordre général, il y a un gradient de profondeur allant du plus profond en rive droite au moins profond en rive gauche (*i.e.* station 4 vers station 1). Le 19 mai toutefois, la profondeur de la station 2 était plus grande que celle de la station 1 (Figure 5b). Les données manquantes de la station 1, le 16 et 17 mai, reflètent une profondeur trop grande pour l'instrument de mesure (soit plus de 4 mètres).

Tout comme la profondeur, la vitesse est restée sensiblement constante tout au long de la période d'échantillonnage pour les stations 2, 3, et 4. Il semble cependant y avoir eu une variation de courant à la station 1 pendant la période de fraye de l'esturgeon; passant de 0,54 m/s le 15 mai à 1,16 m/s le 16 mai, pour finalement redescendre à 0,62 m/s le 17 mai. Excepté le 23 mai, la vitesse de courant a été la plus faible à la station 1, tandis qu'elle a été la plus forte à la station 4 (Figure 5c). Cette différence est également observable entre les deux sous-secteurs, avec une moyenne pour toutes les dates suivies ( $\pm$  Écart-Type; ET) de  $1,004 \text{ m/s} \pm 0,39$  au sous-secteur A comparativement à  $0,703 \text{ m/s} \pm 0,32$  au sous-secteur B.



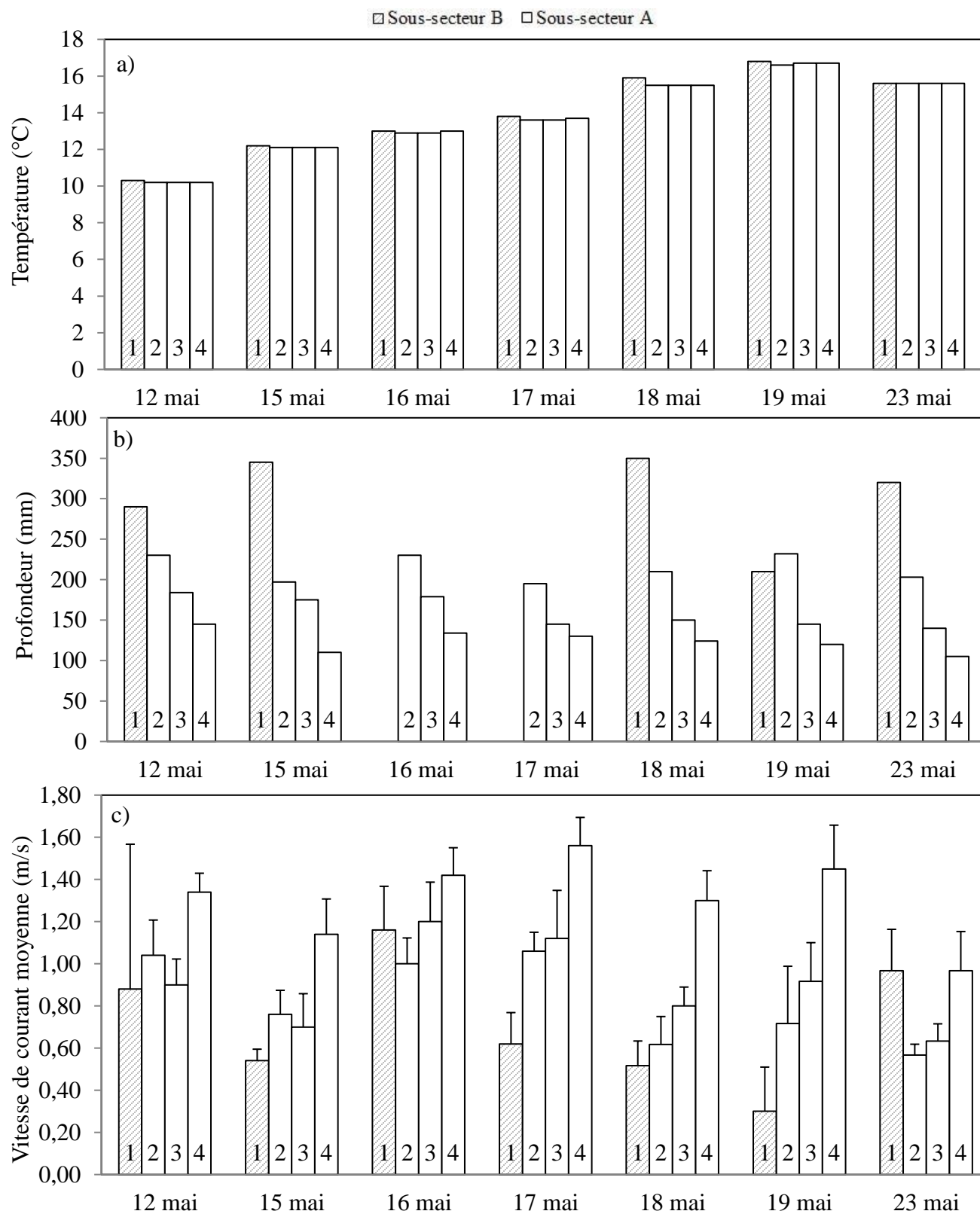


Figure 5. Température de l'eau (°C), profondeur (cm) et vitesse de courant moyenne  $\pm$  ET (m/s) par station permanente en fonction des sous-secteurs.

### Caractérisation des emplacements d'ovocapteurs et points additionnels

La température de l'eau était similaire entre le 18 et le 30 mai pour les *sous-secteurs A* et *B* (Figure 6a). La profondeur moyenne de l'eau, quant à elle, était légèrement supérieure lors du 18 mai que lors du 30 mai. Lors des deux dates, celle-ci était supérieure dans le *sous-secteur B* (Figure 6b). Il est important de noter que tous les secteurs caractérisés étaient couverts d'eau en totalité pendant la réduction de débit à 75 m<sup>3</sup>/s du 30 mai. Le 18 mai, la vitesse moyenne de courant était de  $0,794 \pm 0,59$  m/s et de  $0,385 \pm 0,26$  m/s pour les *sous-secteurs A et B* respectivement. Le 30 mai, respectivement pour les mêmes sous-secteurs, elle était de  $0,364 \pm 0,23$  m/s et de  $0,378 \pm 0,36$  m/s. La Figure 6c permet de visualiser la diminution de la vitesse de courant entre ces deux dates, principalement pour le *sous-secteur A*.

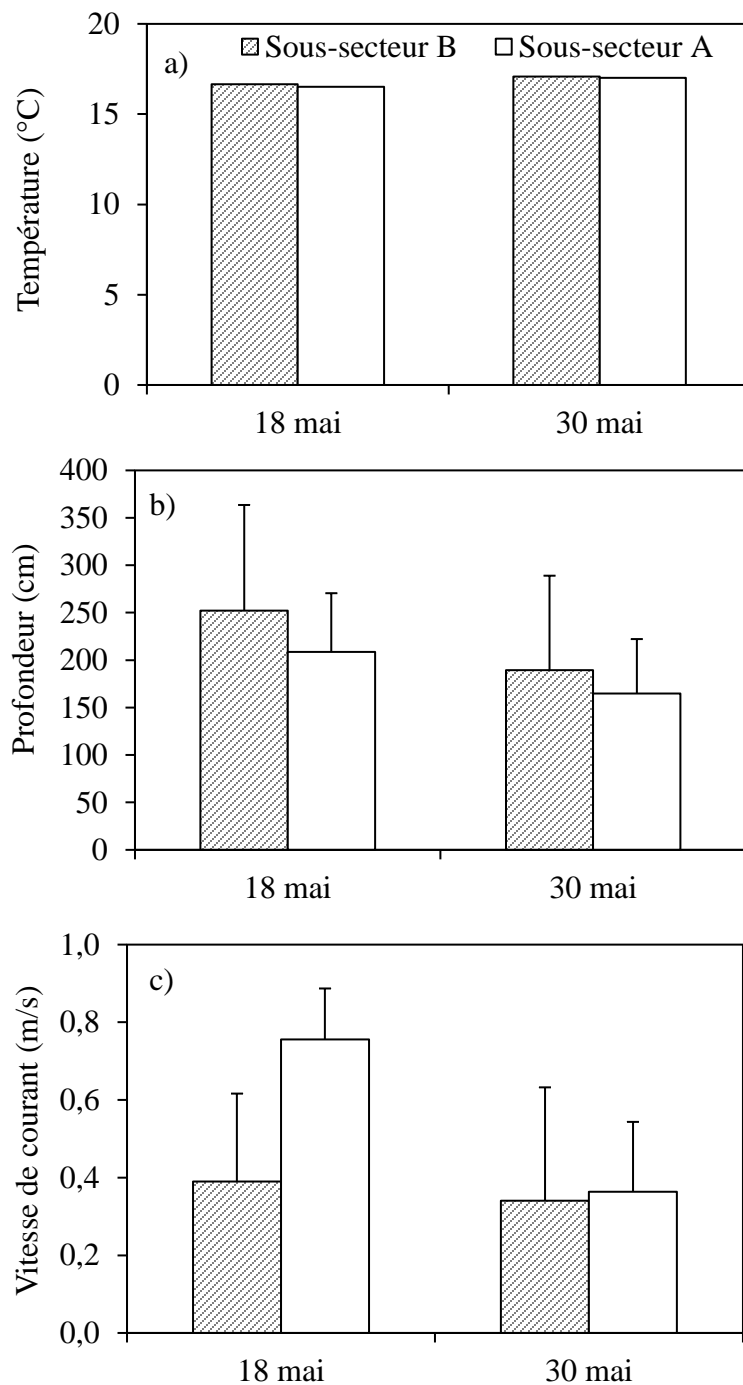


Figure 6. a) Température de l'eau (°C), b) profondeur moyenne  $\pm$  ET (cm) et c) vitesse moyenne de courant  $\pm$  ET (m/s) pour les *sous-secteurs A et B* lors du 18 mai (conditions semblables à celles observées lors de la fraye d'esturgeon) et du 30 mai (lors d'un débit total d'environ 75 m<sup>3</sup>/s).

### Débits des centrales hydroélectriques

Le printemps 2017 a été caractérisé par un débit beaucoup plus stable dans le bief aval de la centrale de Drummondville que lors des années antérieures (BETO 2015, 2016, 2017). Les esturgeons ont débuté leur fraye dans le *sous-secteur B* à un débit déversé d'environ 20 à 30 m<sup>3</sup>/s (Figure 7). Peu de temps après le début de la fraye, soit entre le 16 et le 18 mai, le débit déversé a augmenté à un maximum de 110 m<sup>3</sup>/s avant de redescendre à sa valeur initiale. Cet événement chevauche en partie la période à laquelle la plus grande quantité d'œufs a été récoltée, soit entre le 15 et le 17 mai. Cet apport momentané d'eau est attribuable à l'abaissement du bief amont de la centrale de la Chute-Hemming dans le but de poser sécuritairement les haussoirs. Après l'installation des haussoirs, soit le 29 mai, le bief amont de la centrale de la Chute-Hemmings a été remonté à son niveau estival, jusqu'au 7 juin, tout en s'assurant de conserver un débit relâché à cet endroit (*i.e.* débit total) de  $\geq 75$  m<sup>3</sup>/s. Ainsi, de ce 75 m<sup>3</sup>/s, au moins 20 m<sup>3</sup>/s était déversé afin de ne pas exonder le déversoir. La figure 7 montre que le débit a en effet été relativement stable et en respect avec les normes de gestions mentionnées ci-haut, hormis quelques événements ponctuels (*e.g.* problèmes techniques liés aux turbines, pose d'estacade) où la proportion prévue d'écoulement entre le déversoir et la centrale a varié quelque peu. Alors, de façon générale, la période de dérive larvaire est associée à un écoulement stable et au-delà d'un seuil de 75 m<sup>3</sup>/s.

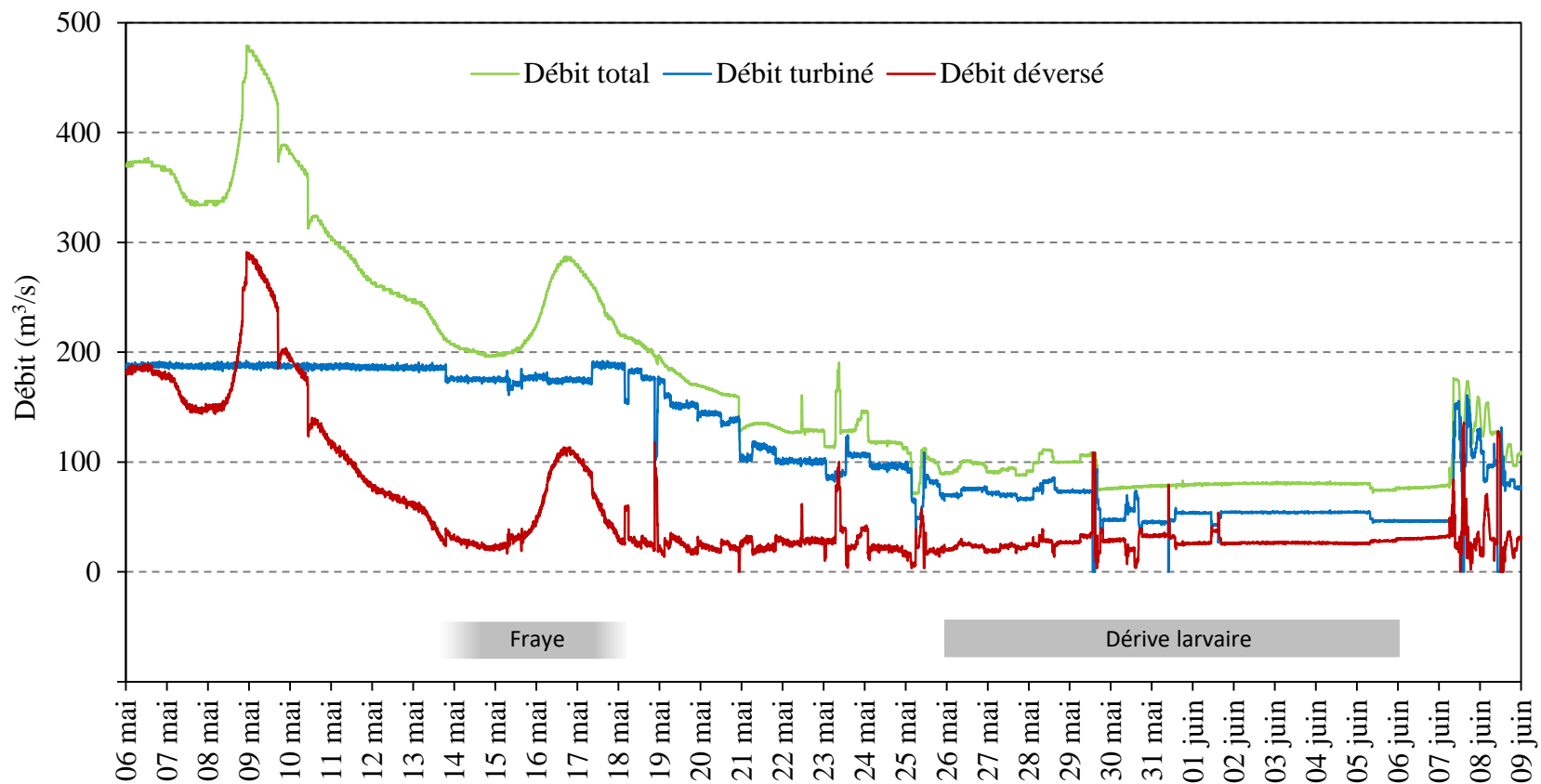


Figure 7. Fluctuation du débit de la rivière Saint-François au printemps 2017 en aval du barrage de Drummondville. Le débit total a été mesuré à la centrale de la Chute-Hemmings, le débit turbiné est celui de la centrale de Drummondville et le débit déversé au barrage de Drummondville a été calculé en soustrayant le débit turbiné au débit total.

## DISCUSSION

### *Séquence de fraye des esturgeons jaunes au printemps 2017*

La fraye de l'esturgeon jaune dans le bief aval du complexe hydroélectrique de Drummondville au printemps 2017 s'est produite au *sous-secteur B*, tel qu'il a été documenté lorsque plus de 15 m<sup>3</sup>/s est déversée (BETO 2018), ainsi qu'au *sous-secteur P122*. Avec un pic d'abondance le 17 mai, la période de fraye a été légèrement plus tardive qu'en 2015, mais semblable à celle de 2014 (BETO 2015, 2016a). La couverture temporelle partielle du *sous-secteur P122*, en raison de sa difficulté d'accès, ne permet cependant pas de déterminer la séquence d'utilisation entre les deux sites de fraye documentés au printemps 2017. Le *sous-secteur A*, quant à lui, n'a pas été utilisé pour la fraye en 2017. Depuis 2012, des dépôts d'œufs d'esturgeon jaune y ont été notés seulement qu'en 2012 et 2015, alors que le débit déversé variait de nul à très faible pendant le début de la ponte (BETO 2016a). La température de l'eau pendant le pic de fraye, soit entre 12,1°C et 13,6°C, est représentative de celle des années antérieures (BETO 2015, 2016a) et de celle de plusieurs autres frayères dans les régions des Grands-Lacs et du Saint-Laurent (Baril 2017). La température de l'eau a également été stable entre la période de fraye et le début de la dérive larvaire, demeurant ainsi entre 14 et 17°C entre le 18 et le 26 mai. Ces conditions de développement ont induit une dérive larvaire semblable aux autres années d'études avec un écart temporel d'environ 12-13 jours entre le début de la fraye et de la dérive larvaire (13 jours en 2014 et 14 jours en 2016; respectivement BETO 2015 et BETO 2016a). La durée de la dérive larvaire en 2017 (12 jours) est également semblable à celle de 2014 et de 2015, avec 10 et 12 jours respectivement (BETO 2015, 2016a). Au total, 125 larves ont été capturées, représentant un succès reproduction de 0,72 % (IC 95% 0,15 – 3,22).

### *Dynamique de fraye et succès reproducteur en lien avec les débits*

Les fluctuations du régime hydrologique provoquées par la présence de barrages hydroélectriques peuvent avoir une influence relativement grande, dépendamment du type d'infrastructure et du mode de gestion, sur le comportement et la reproduction des esturgeons appartenant au genre *Acipenser* (Auer 1996; Poff et Hart 2002; Flowers et al. 2009; Haxton et Findlay 2009; Forsythe et al. 2012; Haxton et al. 2015; Baril 2017). Les fluctuations de vitesse d'écoulement et de niveaux d'eau peuvent perturber le comportement de fraye, augmenter le taux de mortalité des œufs en les délogeant du substrat, entraîner les reproducteurs à frayer sur des sites sous-optimaux, ou même les contraindre à cesser toute activité de reproduction dans un secteur donné, comme ce qui

semble s'être produit à Drummondville en 2016 (Bruch et Binkowski 2002; Dumont et al. 2011; Baril 2017; BETO 2018). Les barrages hydroélectriques ont été identifiés comme facteur primaire affectant les variations d'abondance des populations d'esturgeons jaunes dans plusieurs rivières de l'Ontario (Haxton et al. 2015). Cependant, les mêmes auteurs mentionnent que les barrages de type au fil de l'eau sont moins susceptibles d'affecter les populations piscicoles, car les fluctuations de débits qu'ils provoquent se rapprochent de celles rencontrées dans les systèmes naturels. Même si c'est le cas des deux centrales à proximité de l'aire d'étude, celle de Drummondville influence localement le patron d'écoulement en aval du barrage, tandis que celle de la Chute-Hemmings détient une petite capacité d'emmagasinement de l'eau grâce à un petit réservoir. Ces deux infrastructures peuvent donc affecter les populations de poissons en aval.

Un des moyens d'amenuiser les impacts négatifs des fluctuations de débit occasionnés par les barrages sur le succès reproducteur de l'esturgeon jaune est la modulation des débits de façon à favoriser un écoulement adéquat (Richter et al. 2007; Verdon et al. 2013; Haxton et al. 2015). Dû à la nature du bassin versant et aux nombreuses infrastructures de contrôle en amont, le bief aval du complexe hydroélectrique de Drummondville est soumis à de fortes variations (d'origine naturelle et anthropique) de débit (Mongeau et Legendre 1975; La Haye et Clermont 1996; BETO 2016b; Clément-Robert et al. 2016). Au printemps 2013, un épisode de mortalité massive de poissons captifs dans des cuvettes du déversoir en aval du barrage de Drummondville a mené à la mise en place, l'année suivante, d'un premier plan de gestion des débits par les gestionnaires de la centrale (HQ). Ce plan comprenait le maintien d'un déversé minimal (autour de 40 m<sup>3</sup>/s) du 1<sup>er</sup> avril au 15 juin. Cette mesure semblait être efficace pour réduire la quantité de poissons prise au piège dans les cuvettes, mais elle ne pouvait être maintenue lorsque les apports d'eau provenant de la centrale de Chute-Hemmings, situé quelques kilomètres en amont, étaient insuffisants. C'est d'ailleurs ce qui s'est produit en 2016 pendant le remplissage du réservoir de la centrale de la Chute-Hemmings. À la suite de la mise en place des haussoirs, une partie de la frayère à esturgeon jaune de Drummondville a été exondée pendant 48 h (BETO, 2018). Cet indicent a permis de constater qu'une coordination avec la centrale de la Chute-Hemming était nécessaire afin d'assurer des conditions d'écoulement adéquates pendant la période critique pour l'esturgeon (BETO 2018). Cela a mené au développement d'un second plan de gestion des débits de la centrale de Drummondville, dans lequel un débit déversé volontaire (minimum 20 m<sup>3</sup>/s) est dorénavant associé à un débit écologique printanier en aval de la centrale de la Chute-Hémings supérieur à 75 m<sup>3</sup>/s, et ce du 1<sup>er</sup> avril au 15 juin inclusivement. Ce plan de gestion a été respecté au printemps 2017. Malgré un appel d'eau constant d'environ 175 m<sup>3</sup>/s turbiné au *sous-secteur A*, les esturgeons ont amorcé leur fraye au *sous-secteur B* à un débit déversé volontaire de 20 m<sup>3</sup>/s. Par ailleurs les



observations montrent que la fraye s'est poursuivi dans ce même sous-secteur, et ce même pendant la période de vidange d'eau de la centrale Chute-Hemmings (nécessaire avant la pose des haussoirs), où le débit déversé est rapidement passé de 20 à 110 m<sup>3</sup>/s. Ces observations démontrent que les esturgeons jaune utilisent le *sous-secteur B*, même lorsque celui-ci est soumis à des fluctuations rapides de débit, et même si la qualité des habitats de fraye qu'il renferme semble plus faible. Ce constat n'est pas appuyé par ce qui a été documenté à la frayère à esturgeon jaune aménagée dans le bief aval de la centrale de la Rivière-des-Prairies, où différents patrons de déversement ont été mis à l'épreuve afin de déterminer lequel favorisait une utilisation optimale de l'aménagement (Gendron 1988). Il s'est avéré que les esturgeons en fraye ont répondu en quelques minutes au moindre changement d'écoulement provoqué par les manipulations de l'évacuateur de crue, muni de 13 portes. Cette réponse suggère qu'à cet endroit, les esturgeons se mettaient à la recherche de meilleures conditions d'écoulement pour continuer à se reproduire. Ainsi, le fait que les esturgeons de Drummondville soient restés au *sous-secteur B* suite à une augmentation de débit de près de 100 m<sup>3</sup>/s soulève un certain questionnement, d'autant plus qu'à ce moment, le *sous-secteur A* offrait des conditions d'écoulement plus stable et un mélange de substrat théoriquement plus adéquat.

Deux explications peuvent être avancées pour expliquer le choix des sites de fraye par les géniteurs en 2017. D'abord, il est possible que la configuration du lit de la rivière dans le bief aval de la centrale fasse en sorte que, lorsqu'il y a un déversé constant au *sous-secteur B*, l'appel d'eau au *sous-secteur A* ne soit pas perçu par les géniteurs en montaison. Un phénomène semblable semble avoir été observé à une frayère à esturgeon jaune aménagée sur la rive gauche du canal de fuite #1 de la centrale de Beauharnois (Gendron et al. 2002). Plusieurs dizaines d'esturgeons gravides ont été capturés deux printemps de suite durant la période propice à la fraye juste au pied du site aménagé, sans pour autant y frayer. Pour une raison inconnue, les esturgeons ne semblaient pas percevoir la présence du haut-fond aménagé, qui était pourtant situé tout près d'eux.

L'autre élément d'explication pourrait être attribuable à une vitesse de courant de l'eau généralement plus faible au *sous-secteur B* (autour de 0,7 m/s) qu'au *sous-secteur A* (autour de 1,0 m/s) pendant la période de fraye du printemps 2017. Des études dans la portion sud-ouest du système du Saint-Laurent ont montré que la densité des œufs à différentes frayères diminuait lorsque la vitesse du courant augmentait de 0,6 à 1,1 m/s (La Haye et al. 1992), mais qu'elle était toutefois plus élevée à 0,6 m/s qu'à des vitesses inférieures (Johnson et al. 2006). Il est donc possible que la vitesse du courant ait été généralement trop élevée au *sous-secteur A* durant la fraye des esturgeons. La présence d'un substrat hétérogène avec des espaces interstitiels libres de sédiments fins et plus poreux, comme celui présent au *sous-secteur A*, est un atout reconnu pour le succès de la reproduction de l'esturgeon jaune (Johnson et al. 2006; Dumont et al. 2011; Du et al.

2011), mais d'autres facteurs, tels que la vitesse du courant, le sont tout autant dans le choix final du site de fraye (La Haye 1996; Baril 2017).

En général, on devrait s'attendre à ce que le succès de reproduction de l'esturgeon jaune soit plus faible lorsque la majorité de la fraye se déroule dans un habitat de moins bonne qualité que lorsque les habitats utilisés sont optimaux. Ce n'est pourtant pas la tendance montrée par les résultats obtenus depuis 2014. En effet, les estimations produites en 2014, 2015 et 2017 montrent que malgré le faible nombre de femelles capturées et estimées en 2017, la production larvaire a été la plus abondante des trois années (comparaison non statistique). L'estimation du succès reproducteur suit la même tendance (selon la méthode du *Maximum Likelihood*). Le fait que l'estimation de la production larvaire et du succès de reproduction lors de la seule année durant laquelle le *sous-secteur A* ait été utilisé (2015) soient plus faibles que lorsque seul le *sous-secteur B* est utilisé (2014 et 2017) n'appuie pas l'hypothèse selon laquelle la reproduction pourrait être affectée négativement en attirant les esturgeons à frayer à la sortie du déversoir avec un déversé  $\geq 15 \text{ m}^3/\text{s}$  (BETO 2018). La contribution du secteur P122 (utilisé chaque année, mais peu couvert par les suivis) est par contre inconnue et peut influencer ces estimations. De même, des sites alternatifs de fraye non-couverts de 2012 à 2017 peuvent exister et contenir des habitats convenables au développement des œufs et des larves. Cette hypothèse est d'ailleurs soutenue par les résultats de 2016, où des larves ont été récoltées en aval alors qu'aucun œuf n'ait été trouvé sur la frayère documenté en aval de Drummondville. Il se peut également que le *sous-secteur B* offre des conditions de développement convenables à l'échelle fine malgré la faible qualité apparente des habitats présents. Ainsi, les interstices formés à même la roche mère pourraient agir à titre de microhabitats favorables à la fixation et au développement des œufs (Forsythe 2010; Fisher et al. 2018), contribuant alors à la productivité du site. Dans le même ordre d'idées, les œufs déposés au *sous-secteur B* pourraient aussi être emportés en grand nombre à chaque fraye vers un site offrant des conditions propices à leur développement. En effet, Forsythe (2010) a démontré que, dépendamment du substrat, de la vitesse du courant et du patron d'écoulement, les œufs peuvent dériver sur plus de 25 mètres en aval du site de ponte avant de se fixer au substrat. Cela pourrait être soutenu en partie par la capture d'œufs à l'aide de filets à dérive – qui capture les œufs en suspension dans la colonne d'eau — dans le *sous-secteur B* en 2015 et 2017.

Qui plus est, la production de larves plus élevée en 2017 pourrait être reliée au maintien de conditions d'écoulement stables durant la fraye et la période de développement larvaire. La stabilité des débits lors de la période de reproduction des esturgeons jaunes est un des éléments essentiels à son succès (Auer 1996; Haxton et al. 2015; Baril 2017) ainsi que pour d'autres espèces d'esturgeon (Doroshov et al. 1977; Flowers et al. 2009).

Le printemps 2017 est d'ailleurs caractérisé par un écoulement plus stable par rapport aux suivis des années précédentes menés par le BETO.

Le maintien d'un débit total minimum de 75 m<sup>3</sup>/s avec un déversé de 20 m<sup>3</sup>/s assure qu'aucun des sites de fraye connus dans la zone d'étude ne soient exondé durant et après la période de reproduction. Les profondeurs mesurées aux deux sous-secteurs durant la période de fraye et pendant l'épisode de débit de 75 m<sup>3</sup>/s sont incluses dans les gammes de valeurs (0,5 – 10 m) mentionnées par Baril (2017) pour les petits et grands cours d'eau nord-américains.

### ***Conclusion et recommandations***

Ce projet a permis de déterminer que le succès reproducteur du printemps 2017 s'est avéré être le plus élevé depuis 2014. L'élément le plus important a probablement été le maintien des conditions de débit les plus stables depuis 2014, et ce particulièrement pendant la période de développement des œufs et des larves (*i.e.* entre la ponte et la fin de la dérive larvaire). Le nombre de larves produites en 2017 a également été le plus élevé malgré le faible nombre de femelles capturées et l'utilisation du *sous-secteur B*. Les résultats obtenus suggèrent que le plan de gestion mise en œuvre par HQ depuis ce printemps (2017) est bénéfique et devrait être maintenu en 2018.

Depuis 2014, le degré d'incertitude relatif à l'estimation du nombre de femelles – et à l'estimation du nombre d'œufs déposés – demeure élevé en raison du faible nombre de femelles capturées ou recapturées, et ce, malgré l'utilisation d'un modèle CMR plus robuste. L'ajout de données supplémentaires en 2018 ainsi que des estimations de population considérant l'ensemble des recaptures interannuelles de femelles devraient permettre d'augmenter la précision des évaluations du nombre d'œufs. Pour le moment, le nombre de larves capturées ainsi que sa production estimée demeurent les meilleurs indices disponibles pour évaluer et comparer la reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville. Cet indicateur a été utilisé avec succès dans le cadre du projet de détournement de la rivière Rupert visant à évaluer l'efficacité du débit écologique mis en place afin de favoriser la fraye de l'esturgeon jaune (Verdon et al. 2013; McAdam et al 2017). Il s'agit d'un indicateur robuste et constant, lorsqu'utilisé avec une méthode de capture standardisée sur plusieurs années.

Une attention particulière devrait également être portée sur l'utilisation du *sous-secteur B* par les reproducteurs afin de mieux comprendre la dynamique de fraye à Drummondville. Il serait notamment intéressant d'évaluer la valeur maximale de débit déversé qu'ils peuvent tolérer avant d'aller pondre au *sous-secteur A* ou dans un autre site.

Dans l'éventualité que le plan de gestion des débits adopté en 2017 soit maintenu à l'avenir, des efforts devraient être consentis pour améliorer les conditions de fraye au

*sous-secteur B.* L'amélioration de l'habitat de fraye peut se faire, entres autres, par l'ajout de substrat adéquat à des sites stratégiques, par la mise en place de structures modifiant l'écoulement ou par la modification du lit d'un cours d'eau (Foltz et Meyers, 1985; Dumont et al. 2011; Verdon et al. 2013; Many et al. 2015). McAdam et al. (2017) décrivent d'ailleurs 18 projets d'aménagement de frayère à esturgeon réalisés au Canada, aux États-Unis et en Russie dans lesquels divers types de substrat rocheux ont été ajoutés pour améliorer les conditions de fraye. Ces tentatives n'ont pas toujours abouti vers une augmentation directe du succès reproducteur, mais dans plusieurs cas, l'agrandissement ou l'amélioration de sites de fraie déjà existants a entraîné des résultats concluants (La Haye 1996, Dumont et al. 2011, Environnement Illimité 2013b, McAdam et al. 2018).

Il va sans dire que des efforts de conservations dictées par des règles de gestions adéquates et adaptées favorisent le rétablissement d'espèces en péril tel que l'esturgeon jaune. La poursuite de ces interventions s'avère d'autant plus importante dans le contexte où la population d'esturgeon jaune du fleuve Saint-Laurent montre des signes de redressement importants depuis deux décennies (*i.e.* recrutement annuel constant et augmentation de l'abondance des juvéniles); principalement depuis la mise en place d'un plan de pêche commercial très restrictif en 2000 (Mailhot et al. 2011).

## RÉFÉRENCES

- Auer NA. 1996. Response of spawning lake sturgeons to change in hydroelectric facility operation. *Transaction of the American Fisheries Society*. 125: 66–77.
- Baril AM. 2017. Assessing a restoration project for lake sturgeon spawning habitat: use of habitat suitability and numerical models. Presented in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science (Biology) at Concordia University Montreal, Quebec, Canada. 65 pages et annexes.
- BETO (Bureau environnement et terre d'Odanak). 2012. Restauration de l'esturgeon jaune dans le bassin inférieur de la rivière Saint-François. 55 pages et annexe.
- BETO (Bureau environnement et terre d'Odanak). 2014. Restauration de l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) dans le bassin inférieur de la rivière Saint-François. Capture-marquage-recapture et utilisation du cours inférieur de la rivière Saint-François en période estivale. Rapport préparé par Émilie Paquin et Julie D'Amours pour le Conseil des Abénakis d'Odanak. 44 pages et annexes.
- BETO (Bureau environnement et terre d'Odanak). 2015. Évaluation du succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville et influence des débits, printemps 2014. Rapport préparé par Michel La Haye et Émilie Paquin pour le Conseil des Abénakis d'Odanak. 42 pages et annexes.
- BETO (Bureau environnement et terre d'Odanak). 2016a. Évaluation du succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville et influence des débits, printemps 2015. Rapport préparé par Michel La Haye et Émilie Paquin pour le Conseil des Abénakis d'Odanak. 38 pages et annexes.
- BETO (Bureau environnement et terre d'Odanak). 2016b. Analyse des facteurs naturels et anthropiques des variations de débit de la rivière Saint-François en aval du barrage de Drummondville – 2014-2015. Rapport préparé par Claudie Giguère-Croteau pour le Conseil des Abénakis d'Odanak. 7 pages.
- BETO (Bureau environnement et terre d'Odanak). 2017. Suivi des travaux terrains effectués sur la rivière Saint-François par l'équipe du bureau environnement et terre d'Odanak au printemps 2017. Rapport préparé par Sophie Proudfoot et Samuel Dufour-Pelletier pour le Conseil des Abénakis d'Odanak. 22 pages.
- BETO (Bureau environnement et terre d'Odanak). 2018. Évaluation du succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville et influence

- des débits, printemps 2016. Rapport préparé par Samuel Dufour-Pelletier et Michel La Haye pour le Conseil des Abénakis d’Odanak. 38 pages et annexes.
- Boudreault A. 1984. Méthode d’évaluation des habitats à saumon par photointerprétation. Rapport de Gilles Shooner inc. Pour le Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 24 pages.
- Bruch RM et Binkowski F. 2002. Spawning behaviour of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*). Journal of Applied Ichthyology, 18: 570-579.
- Clément-Robert G, Gingras S, Pellerin M et Poirier R. 2016. Enquête sur les sources de variation de débits de la rivière Saint-François durant la période de fraie de l’esturgeon jaune. Sherbrooke, Québec : Université de Sherbrooke. 88 pages et annexes.
- Cooch EG et White GC. 2014. Program MARK – a ‘gentle introduction’. [En ligne] : <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book>
- Doroshov SI, Moberg GP et Eenennaam JP. 1977. Observations on the reproductive cycle of cultured white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. Sturgeon Biodiversity and Conservation Developments in Environmental Biology of Fishes, 265-278.
- Du H, Wei, QW, Zhang H, Liu Z, Wang C et Li Y. 2011. Bottom substrate attributes relative to bedform morphology of spawning site of Chinese sturgeon *Acipenser sinensis* below the Gezhouba dam. Journal of Applied Ichthyology, 27(2): 257-262.
- Dumont P, D’Amours J, Thibodeau S, Dubuc N, Verdon R, Garceau S, Bilodeau P, Mailhot Y et Fortin R. 2011. Effects of the development of a newly created spawning ground in the Des Prairies River (Quebec, Canada) on the reproductive success of Lake Sturgeon (*Acipenser fulvescens*). Journal of Applied Ichthyology 27:394–404.
- Dumont P, Mailhot Y et Vachon N. 2013. Révision du plan de gestion de la pêche commerciale de l’esturgeon jaune dans le fleuve Saint-Laurent.
- Edwards AW. 1992. Likelihood, expanded ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Environnement Illimité Inc. Burton F, St-Onge I, La Haye M, Guay G, Gendron M et Tremblay G. 2013. Eastmain-1-A and Sarcelle Powerhouses and Rupert Diversion — Summary of Knowledge Acquired on Lake Sturgeon. Rapport préparé pour la Société d’énergie de la Baie James. 194 pages + annexes.

- Faucher R et Abbot M. 2001. Restauration d'habitats propices à la reproduction de l'esturgeon jaune dans la rivière Saint-François — secteur Drummondville. Bilan des travaux 1999-2001. Rapport présenté à la Société de la faune et des parcs du Québec. 10 pages.
- Fischer JL, Pritt JJ, Roseman EF, Prichard CG, Craig JM, Kennedy GW et Manny BA. 2018. Lake Sturgeon, Lake Whitefish, and Walleye Egg Deposition Patterns with Response to Fish Spawning Substrate Restoration in the St. Clair–Detroit River System. *Transactions of the American Fisheries Society*, 147 : 79-93.
- Flowers HA, Pine III WE, Dutterer AC, Johnson KG, Ziewitz JW, Allen MS et Parauka FM. 2009. Spawning Site Selection and Potential Implications of Modified Flow Regimes on Viability of Gulf Sturgeon Populations, *Transactions of the American Fisheries Society*, 138(6): 1266-1284.
- Folz D et Meyers L. 1985. Management of the Lake Sturgeon, *Acipenser Fulvescens*, Population in the Lake Winnebago System, Wisconsin. Pages 135–146. In Binkowski FP et Doroshov SI (éd.). *North American Sturgeons* Dr. W. Junk Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 160 pages.
- Forsythe PS. 2010. Exogenous correlates of migration, spawning, egg deposition and egg mortality in the lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*). Ph.D. dissertation, Department of Zoology Michigan State University, East Lansing, Mich.
- Forsythe, PS, Crossman JA, Bello NM, Baker EA et Scribner KT. 2012. Individual-based analyses reveal high repeatability in timing and location of reproduction in lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 69, 60–72.
- Fortin R, Guénette S et Dumont P. 1992. Biologie, exploitation, modélisation et gestion des populations d'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) dans 14 réseaux de lacs et de rivières du Québec.
- Garceau S et Bilodeau P. 2004. La dérive larvaire de l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) à la rivière des Prairies, aux printemps 2002 et 2003. Étude réalisée pour le compte du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil - Rapport technique 16-21, xi + 21 pages et annexes.
- Gendron M, Lafrance P et La Haye M. 2002. Assessment of Spawning Activity on the man-Made Spawning Ground Downstream From the Beauharnois Power Dam. Report produced for Environnement Illimité and Hydro Quebec. 38 pages et annexes.

- Gendron M. 1988. Rivière des Prairies, suivi de l'aménagement du haut-fond, synthèse 1982-1988. Le groupe de recherche SÉEEQ Ltée, pour le service de Recherches en Environnement et santé publique, vice-présidence Environnement, Hydro-Québec. 95 pages et annexes.
- Haxton TJ and Findlay CS. 2009. Variation in large-bodied fish-community structure and abundance in relation to water-management regime in a large regulated river. *Journal of Fish Biology* 74:2216–38.
- Haxton TJ, Friday M, Cano T et Hendry C. 2015. Assessing the Magnitude of Effect of Hydroelectric Production on Lake Sturgeon Abundance in Ontario, North American Journal of Fisheries Management, 35 (5) : 930-941.
- Johnson J, LaPan S, Klindt R et Schiavone A. 2006. Lake sturgeon spawning on artificial habitat in the St Lawrence. *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 465-470.
- Kendall WL et Pollock KH. 1992. The robust design in capture-recapture studies: A review and evaluation by Monte Carlo simulation. Dans "Wildlife 2001: Populations" (D. R. McCullough et R.H. Barrett, eds.), pp. 31-43. Elsevier Appl. Sci., New York.
- Kendall WL, Pollock KH et Brownie C. 1995. A likelihood-based approach to capture-recapture estimation of demographic parameters under the robust design. *Biometrics* : 293-308.
- La Haye M et Clermont S. 1996. Rapport technique. Localisation d'une frayère à esturgeon jaune dans le cours inférieur de la rivière Saint-François. Rapport produit par l'APCLSP. 15 pages et annexes.
- La Haye M, Branchaud A, Gendron M, Verdon R et Fortin R. 1992. Reproduction, early life history, and characteristics of the spawning grounds of the lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) in Des Prairies and L'Assomption rivers, near Montréal, Québec. *Canadian Journal of Zoology*, 70: 1681-1690.
- La Haye M, Desloges S, Côté C, Deer J, Philips Jr. S, Giroux B, Clermont S et Dumont P. 2003. Localisation des frayères d'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) dans la partie amont des Rapides de Lachine, fleuve Saint-Laurent. Étude réalisée pour le compte de la Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, Rapport technique 16-15F, ix + 43 pages et annexes.



- La Haye M. 1996. Scénario d'aménagement d'une frayère à esturgeon jaune dans le bief d'aval de la centrale de la Rivière-des-Prairies. Enviro-science pour le compte d'Hydro-Québec, Direction Maisonneuve, 22 pages et annexes.
- Laake JL. 2013. RMark: An R Interface for Analysis of Capture-Recapture Data with MARK. AFSC Processed Rep 2013-01, 25 pages.
- Mailhot Y, Dumont P et Vachon N. 2011. Management of the lake Sturgeon *Acipenser fulvescens* population in the lower St Lawrence River from the 1910s to the present. Journal of Applied Ichthyology, 27: 405-410.
- Manny BA, Roseman EF, Kennedy G, Boase JC, Craig JM, Bennion DH et Drouin R. 2015. A scientific basis for restoring fish spawning habitat in the St. Clair and Detroit Rivers of the Laurentian Great Lakes. Restoration Ecology, 23, 149–156.
- McAdam SO, Crossman JA, Williamson C, St-Onge I, Dion R, Manny BA et Gessner J. 2017. If you build it, will they come? Spawning habitat remediation for sturgeon. Journal of Applied Ichthyology, 34:258–278.
- Mongeau J-R et Legendre V. 1975. Les ressources fauniques du bassin inférieur de la rivière Saint-François : évolution des populations en dix ans, 1965 – 1974. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement de la faune et Service de la recherche biologique. Montréal. 126 pages et annexes.
- Ouellet G et Faucher R. 2002. Restauration d'habitats propices à la reproduction de l'esturgeon jaune dans la rivière Saint-François — secteur Drummondville. Suivi de l'utilisation des frayères aménagées — printemps 2002. Rapport présenté à la Société de la faune et des parcs du Québec. 19 pages et annexes.
- Poff NL et Hart DD. 2002. How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal. BioScience 52:659–668. Richter BD et Thomas GA. 2007. Restoring environmental flows by monitoring dam operations. Ecology and Society. 12(1): 12.
- Richter BD et Thomas GA. 2007. Restoring environmental flows by modifying dam operations. Ecology and Society 12:12.
- Roy N, La Haye M et Marche C. 1997. Étude hydrologique et géomorphologique portant sur l'habitat de fraie de l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*), rivière Saint-François près de Drummondville, Québec. 30 pages et annexes.

- Verdon R, Guay JC, La Haye M, Simoneau M, Côté-Bherer A, Ouellet N et Gendron M. 2013. Assessment of spatio-temporal variation in larval abundance of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) in the Rupert River (Quebec, Canada), using drift nets. *Journal of Applied Ichthyology*, 29 : 15-25.
- William BK, Nichols JD et Conroy MJ. 2002 *Analysis and management of animal populations*. Academic Press, 837 pages.

ANNEXE 1. Détails relatifs à la méthode d'évaluation du nombre de reproducteurs (CMR par maximisation de la vraisemblance)

A) Descriptions des différents estimateurs CMR par maximisation de la vraisemblable. Les paramètres statistiques sont décrits dans (Cooch et White 2014). Le texte en gras correspond au modèle retenu basé sur la plus faible valeur d'AICc.

Estimateurs CMR (modèle null)	Abréviation	AICc	Paramètres				
<b>Robust Design Pradel Seniority Closed Population Estimation</b>	<b>RDPdGClosed</b>	<b>658,35</b>	<i>Phi</i>	<i>Gamma</i>	<i>p</i>	<i>c</i>	<i>N</i>
Robust Design with Huggins' Estimator	RDHuggins	922,73	<i>S</i>	<i>Gamma''</i>	<i>Gamma'</i>	<i>p</i>	<i>c</i>
Robust Design with Full Heterogeneity Estimator	RDFullHet	924,84	<i>S</i>	<i>Gamma''</i>	<i>Gamma'</i>	<i>pi</i>	<i>p c N</i>
Robust Design with Heterogeneity Estimator	RDHet	945,69	<i>S</i>	<i>Gamma''</i>	<i>Gamma'</i>	<i>pi</i>	<i>p N</i>
Robust Design Pradel Recruitment Huggins' Full Closed Captures with Het.	RDPdfHugFullHet	1536,06	<i>Phi</i>	<i>f</i>	<i>pi</i>	<i>p</i>	<i>c</i>
Robust Design Pradel Seniority Huggins' Closed Captures with Het.	RDPdGHugHet	1541,63	<i>Phi</i>	<i>Gamma</i>	<i>pi</i>	<i>p</i>	
Robust Design Pradel Recruitment Huggins' Closed Captures with Het.	RDPdfHugHet	1541,63	<i>Phi</i>	<i>f</i>	<i>pi</i>	<i>p</i>	

B) Descriptions des différents modèles issus de l'estimateur retenu (RDPdGClosed). Le texte en gras correspond au modèle retenu basé sur la plus faible valeur d'AICc.

Modèles selon <b>RDPdGClosed</b>	Probabilité de capture (p)	Probabilité de recapture (c)	AICc
Modèle Null	~1	~1	658,35
Modèle 1	sex	sex	588,36
<b>Modèle 2</b>	<b>time+sex+session</b>	<b>time+sex+session</b>	<b>490,48</b>
Modèle 3	time+sex+session	sex	502,55
Modèle 4	sex	time+sex+session	574,42
Modèle 5	time+session	time+session	538,84
Modèle 6	time+session	time	545,89
Modèle 7	time+session	~1	555,28
Modèle 8	time	~1	624,44
Modèle 9	time	time+session	607,20
Modèle 10	~1	time+session	600,57
Modèle 11	~1	time	608,52

ANNEXE 2. Résultats des captures d'œufs d'esturgeon jaune par ovocapteurs dans le bief aval du barrage de Drummondville de la rivière Saint-François, printemps 2017.

Sous-secteur	Station Ovocapteur	Coordonnées		Date		Nombre d'œufs
		Latitude	Longitude	Pose	Levée	
A	21	45,88797	-72,48364	2017-05-08	2017-05-30	0
A	22	45,88797	-72,48371	2017-05-08	2017-05-30	0
A	23	45,88800	-72,48384	2017-05-08	2017-05-30	0
A	24	45,88804	-72,48396	2017-05-08	2017-05-30	0
A	25	45,88799	-72,48365	2017-05-08	2017-05-30	0
A	26	45,88804	-72,48370	2017-05-08	2017-05-30	0
A	27	45,88804	-72,48381	2017-05-08	2017-05-30	0
A	28	45,88809	-72,48414	2017-05-08	2017-05-30	0
A	29	45,88808	-72,48396	2017-05-08	2017-05-30	0
A	30	45,88805	-72,48370	2017-05-08	2017-05-30	0
A	31	45,88812	-72,48385	2017-05-08	2017-05-30	0
A	32	45,88816	-72,48396	2017-05-08	2017-05-30	0
A	33	45,88815	-72,48395	2017-05-08	2017-05-30	0
A	34	45,88802	-72,48412	2017-05-08	2017-05-30	0
A	35	45,88803	-72,48431	2017-05-08	2017-05-30	0
A	36	45,88805	-72,48468	2017-05-08	2017-05-30	0
A	37	45,88798	-72,48448	2017-05-08	2017-05-30	0
A	38	45,88807	-72,48463	2017-05-08	2017-05-30	0
A	39	45,88813	-72,48442	2017-05-08	2017-05-30	0
A	40	45,88810	-72,48456	2017-05-08	2017-05-30	0
A	41	45,88822	-72,48459	2017-05-08	2017-05-30	0
A	42	45,88815	-72,48484	2017-05-08	2017-05-30	0
A	43	45,88821	-72,48469	2017-05-08	2017-05-30	0
A	44	45,88817	-72,48491	2017-05-08	2017-05-30	0
B	10	45,88805	-72,48255	2017-05-08	2017-05-30	5
B	11	45,88800	-72,48256	2017-05-08	2017-05-30	Perdu
B	12	45,88799	-72,48263	2017-05-08	2017-05-30	0
B	13	45,88806	-72,48268	2017-05-08	2017-05-30	0
B	14	45,88810	-72,48295	2017-05-08	2017-05-30	1
B	15	45,88780	-72,48257	2017-05-08	2017-05-30	4
B	16	45,88774	-72,48238	2017-05-12	2017-05-30	0
B	17	45,88778	-72,48226	2017-05-12	2017-05-30	17
B	18	45,88782	-72,48219	2017-05-12	2017-05-30	25
B	19	45,88784	-72,48245	2017-05-12	2017-05-30	3
B	20	45,88777	-72,48230	2017-05-12	2017-05-30	49
B	45	45,88788	-72,48238	2017-05-16	2017-05-30	0
B	46	45,88795	-72,48233	2017-05-16	2017-05-30	16
B	47	45,88783	-72,48251	2017-05-17	2017-05-30	0
B	48	45,88781	-72,48236	2017-05-17	2017-05-30	0
P122	1	45,89035	-72,48811	2017-05-08	2017-05-23	32
P122	2	45,89032	-72,48820	2017-05-08	2017-05-23	0
P122	3	45,89032	-72,48839	2017-05-08	2017-05-23	8
P122	4	45,89045	-72,48856	2017-05-08	2017-05-23	0
P122	5	45,89038	-72,48860	2017-05-08	2017-05-23	5
P122	6	45,89049	-72,48877	2017-05-08	2017-05-23	5
P122	7	N/D	N/D	2017-05-08	2017-05-23	0
P122	8	45,89044	-72,48921	2017-05-08	2017-05-23	0
P122	9	45,89050	-72,48888	2017-05-08	2017-05-23	1

ANNEXE 3. Stations de pêche d'esturgeon jaune aux filets maillants dans le bief aval de la centrale de Drummondville de la rivière Saint-François, printemps 2017.

Station	Amont		Aval		Type de filet	Effort de pêche (h)	Nombre de captures	Nombre de recaptures
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude				
F01	45,88742	-72,48348	45,88784	-72,48317	1 x 125 - 1 x 303	123,15	40	3
F02	45,88769	-72,48269	45,88798	-72,48335	1 x 125 - 1 x 303	20,37	3	0
F03	45,88825	-72,48324	45,88848	-72,48346	1 x 125	10,48	1	1
F04	45,88823	-72,48300	45,88855	-72,48355	1 x 125 - 1 x 303	8,90	0	0
F05	45,88743	-72,48226	45,88749	-72,48258	1 x 125	5,63	0	0
F06	45,88742	-72,48348	45,88795	-72,48360	1 x 125 - 1 x 303	44,08	8	8
F07	45,88765	-72,48252	45,88799	-72,48326	1 x 125 - 1 x 303	3,13	0	0
F08	45,88765	-72,48252	45,88810	-72,48315	1 x 125 - 1 x 303	40,78	8	0
F09	45,88823	-72,48300	45,88804	-72,48327	1 x 125	8,67	0	0
F10	45,88742	-72,48348	45,88766	-72,48369	1 x 125	4,00	0	0
F11	45,88766	-72,48222	45,88787	-72,48266	1 x 303	2,50	0	0
F12	45,88774	-72,48263	45,88794	-72,48308	1 x 125 - 1 x 303	4,02	1	0

F125 : filet maillant, maille étirée de 203 mm en nylon tordu multi filament, 30,48 m de longueur et 1,82 m de hauteur

F303 : filet maillant, maille étirée de 243 mm en nylon tordu multi filament, 30,48 m de longueur et 1,82 m de hauteur

ANNEXE 4. Résultats journaliers et description des captures d'esturgeon jaune par pêche aux filets maillants, printemps 2017.

Station	Date	Heure de pose	Heure de levée	Étiquette	Capture recapture	Sexe et maturité sexuelle	Masse (g)	Longueur à la fourche (mm)	Longueur totale (mm)
F01	2017-05-16	12h06	12h15	216	Capture	M5	4900	1008	1190
F01	2017-05-16	12h15	14h51	270	Capture	M5	5550	965	1080
F01	2017-05-16	12h15	14h51	143	Capture	M5	5800	980	1060
F01	2017-05-16	12h15	14h51	209	Capture	M5	8650	1040	1133
F01	2017-05-16	12h15	14h51	210	Capture	M5	4350	900	1000
F01	2017-05-16	12h15	14h51	211	Capture	M5	7700	980	1060
F01	2017-05-16	12h15	14h51	212	Capture	M5	7000	995	1085
F01	2017-05-16	12h15	14h51	214	Capture	M5	6750	1006	1130
F01	2017-05-16	12h15	14h51	215	Capture	M5	6300	958	1056
F01	2017-05-16	12h15	14h51	226	Capture	M5	4350	857	943
F01	2017-05-16	12h15	14h51	227	Capture	M5	7000	1000	1091
F01	2017-05-16	12h15	14h51	228	Capture	M5	4600	863	955
F01	2017-05-16	14h51	18h00	107	Capture	M4	6650	1000	1110
F01	2017-05-16	14h51	18h00	117	Capture	M5	7500	1090	1190
F01	2017-05-16	14h51	18h00	155	Capture	M5	6600	963	1045
F01	2017-05-16	14h51	18h00	206	Capture	M5	7500	1020	1103
F01	2017-05-16	14h51	18h00	212	Recapture	M5	7000	995	1085
F01	2017-05-16	14h51	18h00	229	Capture	M5	7400	1035	1130
F01	2017-05-16	14h51	18h00	230	Capture	M5	4300	895	995
F01	2017-05-16	14h51	18h00	231	Capture	M5	5900	960	1070
F01	2017-05-16	14h51	18h00	232	Capture	M5	6300	963	1050
F01	2017-05-16	14h51	18h00	233	Capture	M5	4000	873	945
F01	2017-05-16	14h51	18h00	234	Capture	M5	5400	920	1000
F01	2017-05-16	14h51	18h00	235	Capture	M5	4400	880	956
F01	2017-05-16	14h51	18h00	236	Capture	M5	7550	1015	1120
F01	2017-05-16	14h51	18h00	237	Capture	M5	4500	930	1019
F01	2017-05-16	14h51	18h00	238	Capture	M5	4400	880	970
F01	2017-05-16	14h51	18h00	239	Capture	M5	7000	1050	1155
F01	2017-05-16	18h00	18h41	240	Capture	M4	4600	891	1000
F01	2017-05-16	18h00	18h41	241	Capture	M5	7100	1033	1145
F01	2017-05-16	18h00	18h41	242	Capture	M5	6450	980	1045
F01	2017-05-17	11h37	14h03	211	Recapture	M5	7700	980	1060
F01	2017-05-17	11h37	14h03	243	Capture	M5	6850	1075	1182
F01	2017-05-17	11h37	14h03	244	Capture	M5	4100	865	952
F01	2017-05-17	11h37	14h03	245	Capture	M5	9300	1224	1224
F01	2017-05-17	11h37	14h03	246	Capture	M4	5500	958	1033
F01	2017-05-17	11h37	14h03	00078	Capture	M6	10000	1230	1384

F01	2017-05-17	14h03	17h16	215	Recapture	M5	6300	958	1056
F01	2017-05-17	14h03	17h16	247	Capture	M5	5800	970	1063
F01	2017-05-17	14h03	17h16	248	Capture	M4	5850	1000	1090
F01	2017-05-17	14h03	17h16	249	Capture	M5	4800	905	990
F01	2017-05-17	14h03	17h16	250	Capture	M5	5550	985	1065
F01	2017-05-17	17h16	19h07	251	Capture	M5	4400	905	990
F02	2017-05-15	16h14	18h49	55	Capture	M5	6550	1000	1110
F02	2017-05-15	16h14	18h49	219	Capture	M5	9900	1010	1230
F02	2017-05-15	16h14	18h49	221	Capture	M5	10000	-	1270
F03	2017-05-15	18h46	19h21	218	Capture	M5	4650	901	1012
F03	2017-05-17	17h41	19h38	242	Recapture	M5	6450	980	1045
F06	2017-05-18	11h00	14h13	236	Recapture	M5	7550	1015	1120
F06	2017-05-18	11h00	14h13	277	Capture	I	4550	892	981
F06	2017-05-18	11h00	14h13	011679	Capture	M5	8250	1080	1169
F06	2017-05-18	14h13	17h57	214	Recapture	M5	6750	1006	1130
F06	2017-05-18	14h13	17h57	245	Recapture	M5	9300	1224	1224
F06	2017-05-18	14h13	17h57	253	Capture	I	4100	875	966
F06	2017-05-18	14h13	17h57	273	Capture	M5	5250	950	1045
F06	2017-05-18	14h13	17h57	279	Capture	M5	7000	1080	1195
F06	2017-05-18	14h13	17h57	297	Capture	M5	9800	1210	1332
F06	2017-05-18	14h13	17h57	300	Capture	M5	3500	810	910
F06	2017-05-18	17h57	19h20	233	Recapture	M5	4000	873	945
F06	2017-05-18	17h57	19h20	234	Recapture	M5	5400	920	1000
F06	2017-05-18	17h57	19h20	237	Recapture	M5	4500	930	1019
F06	2017-05-18	17h57	19h20	239	Recapture	M5	7000	1050	1155
F06	2017-05-18	17h57	19h20	251	Recapture	M5	4400	905	990
F06	2017-05-18	17h57	19h20	296	Capture	M5	7100	1010	1110
F08	2017-05-18	14h23	18h19	254	Capture	M5	5700	970	1070
F08	2017-05-18	14h23	18h19	271	Capture	M5	+10000	1330	1460
F08	2017-05-18	14h23	18h19	272	Capture	M5	7900	1045	1135
F08	2017-05-18	14h23	18h19	274	Capture	M5	5900	960	1062
F08	2017-05-18	14h23	18h19	298	Capture	F5	+10000	1410	1515
F08	2017-05-18	14h23	18h19	299	Capture	M5	7100	1045	1135
F08	2017-05-18	14h23	18h19	011672	Capture	M5	+10000	1155	1240
F08	2017-05-18	14h23	18h19	011679	Capture	M5	8500	1080	1162
F12	2017-05-19	17h52	18h00	270	Capture	M5	7100	1036	1166

ANNEXE 5. Résultats par station des captures totales de larves d'esturgeon jaune par la pêche aux filets de dérive et données du profil hydrique prélevées dans la rivière Saint-François à Drummondville, printemps 2017

Station	Latitude	Longitude	Profondeur du filet (m)	Vitesse à l'embouchure du filet (m/s)	Nombre total de larves
DL4	45,91597	-72,49035	1,75	0,12	12
DL5	45,91617	-72,49055	2,55	0,14	53
DL6	45,91624	-72,49077	2,60	0,04	60
DL7	45,91632	-72,49108	1,75	0,02	0
DL8	45,91728	-72,49353	1,85	0,00	0
DL9	45,91742	-72,49373	1,45	0,00	0
DL10	45,91754	-72,49395	0,80	0,00	0



ANNEXE 6. Nombre total des captures journalières de larves d'esturgeon jaune par station, résultats calculés des captures par unité d'effort (nombre / 100m<sup>3</sup> d'eau filtré) aux stations de dérive larvaire et débits moyens journaliers de la rivière Saint-François à Drummondville, printemps 2017.

Date	Station	Nombre de larves ACFU	CPUE	CPUE moyen journalier	Débit moyen journalier
2017-05-24	DL4	0	0,000	0,000	119,9
	DL5	0	0,000		
	DL6	0	0,000		
	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-05-25	DL4	0	0,000	0,000	95,2
	DL5	0	0,000		
	DL6	0	0,000		
	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-05-26	DL4	0	0,000	0,008	96,6
	DL5	1	0,010		
	DL6	1	0,037		
	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-05-27	DL4	0	0,000	0,003	91,3
	DL5	2	0,021		
	DL6	0	0,000		
	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-05-28	DL4	0	0,000	0,013	102,4
	DL5	2	0,021		
	DL6	2	0,073		
	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-05-29	DL4	2	0,024	0,051	94,7
	DL5	11	0,115		
	DL6	6	0,220		
	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-05-30	DL4	5	0,061	0,102	77,1
	DL5	10	0,105		
	DL6	15	0,549		
	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-05-31	DL4	1	0,012	0,054	78,8
	DL5	14	0,147		
	DL6	6	0,220		

	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-06-01	DL4	1	0,012	0,100	80,0
	DL5	6	0,063		
	DL6	17	0,623		
	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-06-02	DL4	1	0,012	0,035	80,5
	DL5	5	0,052		
	DL6	5	0,183		
	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-06-03	DL4	2	0,024	0,036	80,7
	DL5	1	0,010		
	DL6	6	0,220		
	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-06-04	DL4	0	0,000	0,007	80,5
	DL5	1	0,010		
	DL6	1	0,037		
	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-06-05	DL4	0	0,000	0,000	76,6
	DL5	0	0,000		
	DL6	0	0,000		
	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-06-06	DL4	0	0,000	0,005	76,8
	DL5	0	0,000		
	DL6	1	0,037		
	DL7	0	0,000		
	DL8	0	0,000		
	DL9	0	0,000		
	DL10	0	0,000		
2017-06-07	DL4	0	0,000	0,000	127,7
	DL5	0	0,000		
	DL6	0	0,000		
	DL7	0	0,000		

ANNEXE 7. Données de distance, de profondeur et de vitesses du courant prises le long du transect de la dérive larvaire des sous-sections D et E et calcul de la vitesse moyenne, de la surface et du débit des sections de rivières comprises entre ces stations, rivière Saint-François secteur Drummondville, printemps 2017.

Sous-secteur	Point	Latitude	Longitude	Distance à la rive droite (m)	Distance entre les stations le long du transect (m)	Profondeur totale (m)	Vitesse 1 (m/s)	Vitesse 2 (m/s)	Vitesse 3 (m/s)	Vitesse moyenne (m/s)	Surface sections (m2)	Débit section (m3/s)
D	Rive Droite RSF			0,0	0,0	0,0		0,0		0,0	61,3	1,5
D	WP11	45,91584	-72,49010	51,1	51,1	2,4	0,1	0,0	0,1	0,1	24,4	2,2
D	WP12	45,91589	-72,49021	61,4	10,3	2,4	0,1	0,2	0,1	0,1	36,0	8,0
D	WP13	45,91597	-72,49040	77,9	16,5	2,0	0,3	0,3	0,3	0,3	12,7	3,8
D	WP14	45,91605	-72,49042	84,0	6,1	2,2	0,3	0,3	0,2	0,3	18,8	5,4
D	WP15	45,91609	-72,49050	92,1	8,1	2,5	0,3	0,3	0,2	0,3	33,7	11,6
D	WP16	45,91619	-72,49061	105,7	13,6	2,5	0,5	0,4	0,4	0,4	12,3	3,4
D	WP17	45,91619	-72,49069	110,6	4,9	2,6	0,2	0,2	0,1	0,2	35,1	8,3
D	WP18	45,91624	-72,49085	124,1	13,5	2,7	0,4	0,3	0,2	0,3	19,2	4,8
D	WP19	45,91627	-72,49095	132,0	7,9	2,2	0,2	0,2	0,2	0,2	13,6	2,1
D	WP20	45,91628	-72,49103	138,2	6,2	2,2	0,1	0,1	0,1	0,1	18,1	2,2
D	WP21	45,91633	-72,49114	148,0	9,8	1,5	0,2	0,1	0,0	0,1	8,2	0,7
D	WP22	45,91635	-72,49122	155,0	7,0	0,9		0,1		0,1	4,1	0,1
D	Rive droite Île			164,7	9,7	0,0		0,0		0,0		
E	Rive gauche Île			0,0	0,0	0,0		0,0		0,0	9,1	0,2
E	WP23	45,91708	-72,49327	12,1	12,1	1,5	0,0	0,0	0,1	0,0	13,7	2,3
E	WP24	45,91715	-72,49334	21,4	9,3	1,5		0,3		0,3	14,3	3,1
E	WP25	45,91721	-72,49344	30,9	9,5	1,6	0,2	0,1	0,2	0,1	9,5	1,4
E	WP26	45,91726	-72,49347	36,5	5,6	1,9	0,1	0,2	0,2	0,2	17,4	2,1
E	WP27	45,91733	-72,49354	46,6	10,1	1,6	0,1	0,0	0,1	0,1	9,5	0,7
E	WP28	45,91738	-72,49365	55,4	8,9	0,6		0,1		0,1	14,3	1,7
E	WP29	45,91746	-72,49379	70,5	15,1	1,4		0,2		0,2	3,9	0,3
E	WP30	45,91745	-72,49387	73,8	3,3	1,1		0,0		0,0	14,6	1,0
E	WP31	45,91754	-72,49400	88,0	14,3	1,0		0,1		0,1	7,3	0,5
E	WP32	45,91756	-72,49410	95,5	7,5	1,0		0,0		0,0	6,7	0,0
E	WP33	45,91760	-72,49418	103,3	7,8	0,8		0,0		0,0	5,0	0,0
E	WP34	45,91766	-72,49425	111,0	7,7	0,6		0,0		0,0	8,1	0,1
E	Rive gauche RSF			140,4	29,5	0,0		0,0		0,0		

ANNEXE 8. Données journalières de proportions et de CPUE (associés et pondérés) de chaque segment de rivière du profil hydrique ainsi que données des débits de la rivière et des sous-secteur D et E permettant le calcul des CPUE pondérés globaux et du nombre de larve absolu d'esturgeon jaune produit dans le secteur de Drummondville dans la rivière Saint-François au printemps 2017.

Date	Station	Proportion du segment (% débit)	CPUE Associé au segment	CPUE Pondéré	Débit total moyen journalier (m3/s)	Volume d'eau journalier (m3)	CPUE pondéré global	Nombre de larves absolu
2017-05-26	Rive Droite							
	RSF	0,02	0,00	0,00	96,58	8344567,83	0,01	853,81
	WP11 (DL4)	0,03	0,00	0,00				
	WP12 (DL4)	0,12	0,00	0,00				
	WP13 (DL4)	0,06	0,00	0,00				
	WP14 (DL5)	0,08	0,01	0,00				
	WP15 (DL5)	0,17	0,01	0,00				
	WP16 (DL5)	0,05	0,01	0,00				
	WP17 (DL6)	0,12	0,04	0,00				
	WP18 (DL6)	0,07	0,04	0,00				
	WP19	0,03	0,00	0,00				
	WP20	0,03	0,00	0,00				
	WP21	0,01	0,00	0,00				
	WP22	0,00	0,00	0,00				
	Rive gauche île	0,00	0,00	0,00				
	WP23	0,03	0,00	0,00				
	WP24	0,05	0,00	0,00				
	WP25	0,02	0,00	0,00				
	WP26	0,03	0,00	0,00				
	WP27	0,01	0,00	0,00				
	WP28	0,03	0,00	0,00				
	WP29	0,00	0,00	0,00				
	WP30	0,02	0,00	0,00				
	WP31	0,01	0,00	0,00				
	WP32	0,00	0,00	0,00				
	WP33	0,00	0,00	0,00				
	WP34	0,00	0,00	0,00				
2017-05-27	Rive Droite							
	RSF	0,02	0,00	0,00	91,35	7892613,68	0,01	498,98
	WP11 (DL4)	0,03	0,00	0,00				
	WP12 (DL4)	0,12	0,00	0,00				
	WP13 (DL4)	0,06	0,00	0,00				
	WP14 (DL5)	0,08	0,02	0,00				
	WP15 (DL5)	0,17	0,02	0,00				
	WP16 (DL5)	0,05	0,02	0,00				
	WP17 (DL6)	0,12	0,00	0,00				
	WP18 (DL6)	0,07	0,00	0,00				
	WP19	0,03	0,00	0,00				
	WP20	0,03	0,00	0,00				
	WP21	0,01	0,00	0,00				
	WP22	0,00	0,00	0,00				
	Rive gauche île	0,00	0,00	0,00				
	WP23	0,03	0,00	0,00				

WP24	0,05	0,00	0,00
WP25	0,02	0,00	0,00
WP26	0,03	0,00	0,00
WP27	0,01	0,00	0,00
WP28	0,03	0,00	0,00
WP29	0,00	0,00	0,00
WP30	0,02	0,00	0,00
WP31	0,01	0,00	0,00
WP32	0,00	0,00	0,00
WP33	0,00	0,00	0,00
WP34	0,00	0,00	0,00

2017-05-28	Rive Droite						
	RSF	0,02	0,00	0,00	102,42	8848976,42	0,02 1810,84
	WP11 (DL4)	0,03	0,00	0,00			
	WP12 (DL4)	0,12	0,00	0,00			
	WP13 (DL4)	0,06	0,00	0,00			
	WP14 (DL5)	0,08	0,02	0,00			
	WP15 (DL5)	0,17	0,02	0,00			
	WP16 (DL5)	0,05	0,02	0,00			
	WP17 (DL6)	0,12	0,07	0,01			
	WP18 (DL6)	0,07	0,07	0,01			
	WP19	0,03	0,00	0,00			
	WP20	0,03	0,00	0,00			
	WP21	0,01	0,00	0,00			
	WP22	0,00	0,00	0,00			
	Rive gauche île	0,00	0,00	0,00			
	WP23	0,03	0,00	0,00			
	WP24	0,05	0,00	0,00			
	WP25	0,02	0,00	0,00			
	WP26	0,03	0,00	0,00			
	WP27	0,01	0,00	0,00			
	WP28	0,03	0,00	0,00			
	WP29	0,00	0,00	0,00			
	WP30	0,02	0,00	0,00			
	WP31	0,01	0,00	0,00			
	WP32	0,00	0,00	0,00			
	WP33	0,00	0,00	0,00			
	WP34	0,00	0,00	0,00			

2017-05-29	Rive Droite						
	RSF	0,02	0,00	0,00	94,71	8183168,49	0,08 6729,60
	WP11 (DL4)	0,03	0,02	0,00			
	WP12 (DL4)	0,12	0,02	0,00			
	WP13 (DL4)	0,06	0,02	0,00			
	WP14 (DL5)	0,08	0,12	0,01			
	WP15 (DL5)	0,17	0,12	0,02			
	WP16 (DL5)	0,05	0,12	0,01			
	WP17 (DL6)	0,12	0,22	0,03			
	WP18 (DL6)	0,07	0,22	0,02			
	WP19	0,03	0,00	0,00			
	WP20	0,03	0,00	0,00			
	WP21	0,01	0,00	0,00			
	WP22	0,00	0,00	0,00			
	Rive gauche île	0,00	0,00	0,00			
	WP23	0,03	0,00	0,00			

WP24	0,05	0,00	0,00
WP25	0,02	0,00	0,00
WP26	0,03	0,00	0,00
WP27	0,01	0,00	0,00
WP28	0,03	0,00	0,00
WP29	0,00	0,00	0,00
WP30	0,02	0,00	0,00
WP31	0,01	0,00	0,00
WP32	0,00	0,00	0,00
WP33	0,00	0,00	0,00
WP34	0,00	0,00	0,00

2017-05-30	Rive Droite						
	RSF	0,02	0,00	0,00	77,12	6662749,52	0,15 10012,43
	WP11 (DL4)	0,03	0,06	0,00			
	WP12 (DL4)	0,12	0,06	0,01			
	WP13 (DL4)	0,06	0,06	0,00			
	WP14 (DL5)	0,08	0,10	0,01			
	WP15 (DL5)	0,17	0,10	0,02			
	WP16 (DL5)	0,05	0,10	0,01			
	WP17 (DL6)	0,12	0,55	0,07			
	WP18 (DL6)	0,07	0,55	0,04			
	WP19	0,03	0,00	0,00			
	WP20	0,03	0,00	0,00			
	WP21	0,01	0,00	0,00			
	WP22	0,00	0,00	0,00			
	Rive gauche île	0,00	0,00	0,00			
	WP23	0,03	0,00	0,00			
	WP24	0,05	0,00	0,00			
	WP25	0,02	0,00	0,00			
	WP26	0,03	0,00	0,00			
	WP27	0,01	0,00	0,00			
	WP28	0,03	0,00	0,00			
	WP29	0,00	0,00	0,00			
	WP30	0,02	0,00	0,00			
	WP31	0,01	0,00	0,00			
	WP32	0,00	0,00	0,00			
	WP33	0,00	0,00	0,00			
	WP34	0,00	0,00	0,00			

2017-05-31	Rive Droite						
	RSF	0,02	0,00	0,00	78,85	6812631,78	0,09 6076,87
	WP11 (DL4)	0,03	0,01	0,00			
	WP12 (DL4)	0,12	0,01	0,00			
	WP13 (DL4)	0,06	0,01	0,00			
	WP14 (DL5)	0,08	0,15	0,01			
	WP15 (DL5)	0,17	0,15	0,03			
	WP16 (DL5)	0,05	0,15	0,01			
	WP17 (DL6)	0,12	0,22	0,03			
	WP18 (DL6)	0,07	0,22	0,02			
	WP19	0,03	0,00	0,00			
	WP20	0,03	0,00	0,00			
	WP21	0,01	0,00	0,00			
	WP22	0,00	0,00	0,00			
	Rive gauche île	0,00	0,00	0,00			
	WP23	0,03	0,00	0,00			

WP24	0,05	0,00	0,00
WP25	0,02	0,00	0,00
WP26	0,03	0,00	0,00
WP27	0,01	0,00	0,00
WP28	0,03	0,00	0,00
WP29	0,00	0,00	0,00
WP30	0,02	0,00	0,00
WP31	0,01	0,00	0,00
WP32	0,00	0,00	0,00
WP33	0,00	0,00	0,00
WP34	0,00	0,00	0,00

2017-06-01	Rive Droite						
	RSF	0,02	0,00	0,00	79,97	6909037,10	0,14 9789,52
	WP11 (DL4)	0,03	0,01	0,00			
	WP12 (DL4)	0,12	0,01	0,00			
	WP13 (DL4)	0,06	0,01	0,00			
	WP14 (DL5)	0,08	0,06	0,01			
	WP15 (DL5)	0,17	0,06	0,01			
	WP16 (DL5)	0,05	0,06	0,00			
	WP17 (DL6)	0,12	0,62	0,08			
	WP18 (DL6)	0,07	0,62	0,04			
	WP19	0,03	0,00	0,00			
	WP20	0,03	0,00	0,00			
	WP21	0,01	0,00	0,00			
	WP22	0,00	0,00	0,00			
	Rive gauche île	0,00	0,00	0,00			
	WP23	0,03	0,00	0,00			
	WP24	0,05	0,00	0,00			
	WP25	0,02	0,00	0,00			
	WP26	0,03	0,00	0,00			
	WP27	0,01	0,00	0,00			
	WP28	0,03	0,00	0,00			
	WP29	0,00	0,00	0,00			
	WP30	0,02	0,00	0,00			
	WP31	0,01	0,00	0,00			
	WP32	0,00	0,00	0,00			
	WP33	0,00	0,00	0,00			
	WP34	0,00	0,00	0,00			

2017-06-02	Rive Droite						
	RSF	0,02	0,00	0,00	80,55	6959096,54	0,05 3735,63
	WP11 (DL4)	0,03	0,01	0,00			
	WP12 (DL4)	0,12	0,01	0,00			
	WP13 (DL4)	0,06	0,01	0,00			
	WP14 (DL5)	0,08	0,05	0,00			
	WP15 (DL5)	0,17	0,05	0,01			
	WP16 (DL5)	0,05	0,05	0,00			
	WP17 (DL6)	0,12	0,18	0,02			
	WP18 (DL6)	0,07	0,18	0,01			
	WP19	0,03	0,00	0,00			
	WP20	0,03	0,00	0,00			
	WP21	0,01	0,00	0,00			
	WP22	0,00	0,00	0,00			
	Rive gauche île	0,00	0,00	0,00			
	WP23	0,03	0,00	0,00			

WP24	0,05	0,00	0,00
WP25	0,02	0,00	0,00
WP26	0,03	0,00	0,00
WP27	0,01	0,00	0,00
WP28	0,03	0,00	0,00
WP29	0,00	0,00	0,00
WP30	0,02	0,00	0,00
WP31	0,01	0,00	0,00
WP32	0,00	0,00	0,00
WP33	0,00	0,00	0,00
WP34	0,00	0,00	0,00

2017-06-03	Rive Droite						
	RSF	0,02	0,00	0,00	80,69	6971446,50	0,05 3529,42
	WP11 (DL4)	0,03	0,02	0,00			
	WP12 (DL4)	0,12	0,02	0,00			
	WP13 (DL4)	0,06	0,02	0,00			
	WP14 (DL5)	0,08	0,01	0,00			
	WP15 (DL5)	0,17	0,01	0,00			
	WP16 (DL5)	0,05	0,01	0,00			
	WP17 (DL6)	0,12	0,22	0,03			
	WP18 (DL6)	0,07	0,22	0,02			
	WP19	0,03	0,00	0,00			
	WP20	0,03	0,00	0,00			
	WP21	0,01	0,00	0,00			
	WP22	0,00	0,00	0,00			
	Rive gauche île	0,00	0,00	0,00			
	WP23	0,03	0,00	0,00			
	WP24	0,05	0,00	0,00			
	WP25	0,02	0,00	0,00			
	WP26	0,03	0,00	0,00			
	WP27	0,01	0,00	0,00			
	WP28	0,03	0,00	0,00			
	WP29	0,00	0,00	0,00			
	WP30	0,02	0,00	0,00			
	WP31	0,01	0,00	0,00			
	WP32	0,00	0,00	0,00			
	WP33	0,00	0,00	0,00			
	WP34	0,00	0,00	0,00			

2017-06-04	Rive Droite						
	RSF	0,02	0,00	0,00	80,47	6952416,36	0,01 711,37
	WP11 (DL4)	0,03	0,00	0,00			
	WP12 (DL4)	0,12	0,00	0,00			
	WP13 (DL4)	0,06	0,00	0,00			
	WP14 (DL5)	0,08	0,01	0,00			
	WP15 (DL5)	0,17	0,01	0,00			
	WP16 (DL5)	0,05	0,01	0,00			
	WP17 (DL6)	0,12	0,04	0,00			
	WP18 (DL6)	0,07	0,04	0,00			
	WP19	0,03	0,00	0,00			
	WP20	0,03	0,00	0,00			
	WP21	0,01	0,00	0,00			
	WP22	0,00	0,00	0,00			
	Rive gauche île	0,00	0,00	0,00			
	WP23	0,03	0,00	0,00			



WP24	0,05	0,00	0,00
WP25	0,02	0,00	0,00
WP26	0,03	0,00	0,00
WP27	0,01	0,00	0,00
WP28	0,03	0,00	0,00
WP29	0,00	0,00	0,00
WP30	0,02	0,00	0,00
WP31	0,01	0,00	0,00
WP32	0,00	0,00	0,00
WP33	0,00	0,00	0,00
WP34	0,00	0,00	0,00

2017-06-05	Rive Droite						
	RSF	0,02	0,00	0,00	76,56	6615200,88	0,00 0,00
	WP11 (DL4)	0,03	0,00	0,00			
	WP12 (DL4)	0,12	0,00	0,00			
	WP13 (DL4)	0,06	0,00	0,00			
	WP14 (DL5)	0,08	0,00	0,00			
	WP15 (DL5)	0,17	0,00	0,00			
	WP16 (DL5)	0,05	0,00	0,00			
	WP17 (DL6)	0,12	0,00	0,00			
	WP18 (DL6)	0,07	0,00	0,00			
	WP19	0,03	0,00	0,00			
	WP20	0,03	0,00	0,00			
	WP21	0,01	0,00	0,00			
	WP22	0,00	0,00	0,00			
	Rive gauche île	0,00	0,00	0,00			
	WP23	0,03	0,00	0,00			
	WP24	0,05	0,00	0,00			
	WP25	0,02	0,00	0,00			
	WP26	0,03	0,00	0,00			
	WP27	0,01	0,00	0,00			
	WP28	0,03	0,00	0,00			
	WP29	0,00	0,00	0,00			
	WP30	0,02	0,00	0,00			
	WP31	0,01	0,00	0,00			
	WP32	0,00	0,00	0,00			
	WP33	0,00	0,00	0,00			
	WP34	0,00	0,00	0,00			

2017-06-06	Rive Droite						
	RSF	0,02	0,00	0,00	76,78	6633984,85	0,01 469,08
	WP11 (DL4)	0,03	0,00	0,00			
	WP12 (DL4)	0,12	0,00	0,00			
	WP13 (DL4)	0,06	0,00	0,00			
	WP14 (DL5)	0,08	0,00	0,00			
	WP15 (DL5)	0,17	0,00	0,00			
	WP16 (DL5)	0,05	0,00	0,00			
	WP17 (DL6)	0,12	0,04	0,00			
	WP18 (DL6)	0,07	0,04	0,00			
	WP19	0,03	0,00	0,00			
	WP20	0,03	0,00	0,00			
	WP21	0,01	0,00	0,00			
	WP22	0,00	0,00	0,00			
	Rive gauche île	0,00	0,00	0,00			
	WP23	0,03	0,00	0,00			

WP24	0,05	0,00	0,00
WP25	0,02	0,00	0,00
WP26	0,03	0,00	0,00
WP27	0,01	0,00	0,00
WP28	0,03	0,00	0,00
WP29	0,00	0,00	0,00
WP30	0,02	0,00	0,00
WP31	0,01	0,00	0,00
WP32	0,00	0,00	0,00
WP33	0,00	0,00	0,00
WP34	0,00	0,00	0,00

---

**Ce projet a été financé par le  
Fonds Autochtone pour les  
Espèces en Péril**

