



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 2016.

Avril 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 2016.

Version finale

Avril 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 2016*. Rapport préparé par Samuel Dufour-Pelletier et Michel La Haye pour le Conseil des Abénakis d'Odanak. 38 pages et annexes.

## **ÉQUIPE DE TRAVAIL**

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

Émilie Paquin, biologiste, B. Sc. (Bureau environnement et terre d'Odanak; BETO)

### **Chargé de projet**

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

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

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

Émilie Paquin

Michel La Haye

Claudie Giguère-Croteau, stagiaire M. Sc. UQAM (BETO)

### **Relevés de terrain**

Michel La Haye

Émilie Paquin

Kenny Pannadis, aide de terrain (BETO)

Christopher Coughlin, aide de terrain (BETO)

Anne-Sophie Lavoie, stagiaire Milieux Naturel CEGEP St-Félicien (BETO)

Claudie Giguère-Croteau

### **Travaux de laboratoire**

Émilie Paquin

Kenny Pannadis, aide de terrain (BETO)

Christopher Coughlin, aide de terrain (BETO)

Anne-Sophie Lavoie, stagiaire Milieux Naturel CEGEP St-Félicien (BETO)

Claudie Giguère-Croteau

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

Claire Laramé, tri en laboratoire (communauté d'Odanak)

Goergette 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**

Émilie Paquin

### **Révision**

Philippe Brodeur, biologiste M. Sc. (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs)

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

**TABLE DES MATIÈRES**

ÉQUIPE DE TRAVAIL.....	1
TABLE DES MATIÈRES .....	2
LISTE DES CARTES .....	3
LISTE DES FIGURES.....	3
RÉSUMÉ .....	4
MISE EN CONTEXTE.....	5
OBJECTIFS ET ZONE D'ÉTUDE .....	6
MATÉRIEL ET MÉTHODES .....	8
Évolution de la température de l'eau et de l'activité de fraye .....	8
Suivi des sites de dépôt d'œufs .....	8
Capture et manipulation des reproducteurs.....	9
Capture de larves dérivantes .....	9
Profil hydraulique et débits observés de la rivière Saint-François.....	10
Abondance des larves dérivantes .....	10
Estimation de la date de ponte .....	11
RÉSULTATS .....	12
Évolution de la température de l'eau et de l'activité de fraye .....	12
Localisation des sites de dépôt d'œufs.....	13
Estimation du nombre de reproducteurs .....	13
Estimation du nombre de larves dérivantes, de la date de ponte et du succès reproducteur.....	14
Analyse des débits.....	18
DISCUSSION .....	21
Dynamique de la fraye et succès de la reproduction de l'esturgeon jaune .....	21
Influence de la gestion des débits sur la fraye de l'esturgeon jaune .....	23
Influence des débits à la frayère de Drummondville .....	24
Influence de la gestion des débits sur la faune.....	27
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	28
RÉFÉRENCES.....	31
ANNEXES .....	39

## LISTE DES CARTES

Carte 1. Zone d'étude pour le suivi de fraye de l'esturgeon jaune dans la rivière Saint-François au printemps 2016 .....	7
Carte 2. Stations et résultats des captures d'esturgeons jaune et de la collecte d'œufs lors du suivi de fraye du printemps 2016 (secteur 1). .....	15
Carte 3. Stations d'échantillonnage des larves dérivantes d'esturgeon jaune lors du suivi de fraye du printemps 2016 (secteur 2). .....	16
Carte 4. Stations d'échantillonnage des larves dérivantes d'esturgeon jaune lors du suivi de fraye du printemps 2016 (secteur 3). .....	17

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Représentation du profil hydraulique au sous-secteur D (secteur 2). Chaque point noir représente un point d'échantillonnage et chaque motif représente un regroupement de sections associé à une valeur de CPUE de filet différente. De gauche à droite, la proportion du débit s'écoulant à chacune des sections est de 1%, 16%, 40%, 11%, 30% et 2%.....	11
Figure 2. Température de l'eau entre le 29 avril et le 6 juin 2016 mesurée par un thermographe situé dans le sous-secteur D. 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.....	13
Figure 3. CPUE journalier du filet ayant capturé des larves (n = 69) et débit moyen 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 au secteur 2. ....	18
Figure 4. <b>A)</b> Fluctuation du débit de la rivière Saint-François au printemps 2016 en aval du barrage de Drummondville et <b>B)</b> réduction rapide du débit dans le bief aval de la rivière entre 13 et 15 mai 2016. 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. ....	20

## RÉSUMÉ

Le suivi de la fraye de l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) a été effectué dans le bief aval de la centrale hydroélectrique de Drummondville, dans la rivière Saint-François, entre le 29 avril et le 8 juin 2016. Les objectifs spécifiques de l'étude étaient de 1) effectuer le suivi des sites de dépôt d'œufs à l'aide d'ovocapteurs et de filets de dérive, 2) estimer le nombre de reproducteurs par capture-marquage-recapture, 3) estimer le nombre de larves dérivantes avec des filets de dérive, 4) évaluer le succès reproducteur (*i.e.* nombre de larves produites sur le nombre d'œufs déposés), 5) caractériser les facteurs affectant potentiellement la reproduction, et finalement 6) émettre des recommandations en lien avec la gestion des débits pendant la fraye. Aucun œuf d'esturgeon jaune n'a été récolté au printemps 2016. De plus, seulement 6 individus mâles ont été capturés, ce qui n'a pas permis d'estimer le nombre de reproducteurs à ce moment. Cela semble indiquer que les esturgeons n'ont pas frayés aux mêmes sites de fraye que les années antérieures. Toutefois, un total de 69 larves ont été capturées, ce qui confirme qu'il y a eu une fraye à un autre endroit non couvert. Les données récoltées n'ont donc pas permis d'évaluer le succès reproducteur. Ces résultats pourraient être attribuables aux grandes fluctuations de débits lors de la fraye, dont la réduction majeure du débit dans le bief aval de la centrale de Drummondville du 13 au 15 mai 2016 où le débit total est passé de 100 m<sup>3</sup>/s à 20 m<sup>3</sup>/s en moins de 4 heures pendant 35 heures. Il est ainsi possible que cet événement ait contribué à réduire le succès de reproduction en obligeant les reproducteurs à se relocaliser juste au moment de frayer. La période de forte réduction de débit et les fluctuations qui ont suivi sont également susceptibles d'avoir augmenté la mortalité des œufs et des larves durant leur développement. Les principales recommandations émises concernent la régularisation du débit pendant la période de restriction des poissons tout en conservant un débit écologique minimal à la centrale de Drummondville et à son déversoir pendant la fraye de l'esturgeon jaune.

## MISE EN CONTEXTE

L'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) a été désigné «Menacé» pour l'*Unité Grands Lacs – Haut Saint-Laurent* (UD8) suite à une évaluation du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC 2006). Son inscription à l'Annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril du Canada* est toujours à l'évaluation depuis 2006. Au niveau provincial, l'esturgeon jaune est «Susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable» en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*.

Contrairement aux populations d'esturgeon jaune du lac Saint-François et du lac des Deux Montagnes – qui sont toujours considérés en situation précaire –, celle du fleuve Saint-Laurent (*i.e.* entre le barrage de Beauharnois et les eaux saumâtres) manifeste des signes de rétablissement encourageants tout en supportant une pêcherie commerciale lucrative et durable (Dumont et al. 2013). Les mesures d'encadrement de la pêche commerciale instaurées graduellement depuis 1987, combinées aux nombreuses actions d'amélioration de l'habitat de reproduction, ont permis d'accroître l'abondance des juvéniles, d'assurer une production annuelle de cohortes, de protéger les femelles matures et de réduire considérablement le prélèvement (GDG Conseil inc. 2001; Faucher et Abbot 2001; Trencia et Collin 2006; MRNF-CARA 2010; Dumont et al. 2011; Mailhot et al. 2011; Dumont et al. 2013).

Une frayère à esturgeon jaune a été localisée pour la première fois dans la rivière Saint-François par La Haye et Clermont en 1996 en aval du barrage de Drummondville, autour d'un bourrelet de gravier situé en partie sous le pont de la route 122 près de la rive droite. Des travaux de restauration de ce site de fraye et d'aménagement d'un second site 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). Quelques années plus tard, le lien traditionnel qui lie la communauté Abénakise d'Odanak à cet animal (*KASABA*) a poussé le Bureau environnement et terre d'Odanak (BETO) à reprendre les efforts de conservation (BETO 2012, 2014, 2015, 2016a). Ces divers travaux ont ainsi permis de caractériser la fraye de l'esturgeon jaune dans le bief aval du barrage de Drummondville et de documenter les facteurs naturels et anthropiques qui affectent potentiellement sa reproduction.

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 de l'esturgeon jaune (Auer 1996; Poff et Hart 2002; Haxton et Findlay 2009; Forsythe et al. 2012). Les fluctuations de vitesse d'écoulement et de niveaux d'eau peuvent potentiellement perturber le comportement de fraye, augmenter le taux de mortalité des

œufs et des larves, ou même entraîner les reproducteurs à frayer sur des sites sous-optimaux (Dumont et al. 2011; BETO 2016a). Le bief aval du barrage hydroélectrique de Drummondville, dont la quantité d'eau reçue est influencée par un grand nombre d'ouvrages de retenue en amont, est d'ailleurs soumis à de fortes variations de débit (Mongeau et Legendre 1975; La Haye et Clermont 1996; BETO 2015, 2016a, 2016b; Clément-Robert et al. 2016). Qu'elles soient d'origine naturelles ou anthropiques, l'amplitude et la durée de certaines de ces variations sont parfois anormalement élevées, et affectent ainsi pendant plusieurs heures la quantité d'eau s'écoulant à cet endroit.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la reproduction de l'esturgeon jaune dans ce secteur au printemps 2016. Le présent rapport assure la continuité des travaux menés par le BETO en 2014 et 2015 visant l'évaluation du succès de reproduction dans le bief aval de la centrale de Drummondville.

## OBJECTIFS ET ZONE D'ÉTUDE

### *Objectifs spécifiques*

- 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) Caractériser les facteurs affectant potentiellement la reproduction;
- 6) Émettre des recommandations en lien avec la gestion des débits pendant la fraye de l'esturgeon jaune.

### *Zone d'étude*

Le bassin versant de la rivière Saint-François draine une superficie de 10 228 km<sup>2</sup> et se déverse à la tête du lac Saint-Pierre. Plus précisément, cette étude a été réalisée dans le bief aval de la centrale de Drummondville entre le 29 avril et le 6 juin 2016. 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, du secteur 2 (45,91°N, -72,49°O; sous-secteurs D et E), situé à proximité du Parc des Voltigeurs, et du secteur 3 (46,05°N, -72,79°O) situé dans les îles de Pierreville (Cartes 1, 2 et 3).

La centrale au fil de l'eau du barrage hydroélectrique de Drummondville a une cote maximale de 81,44 m et est munie de quatre turbines fournissant une production annuelle d'électricité de 14,6 MW (Roy et al. 1997). Le barrage possède deux crêtes déversantes sur la rive droite afin d'évacuer le débit excédant la capacité maximale de turbinage de la



centrale qui est de 200 m<sup>3</sup>/s. Trois kilomètres en amont se trouve le barrage de la Chute-Hemming, également du type au fil de l'eau, mais possédant des vannes de déversement afin d'ajuster le niveau d'eau de son bassin en fonction de sa cote de déversement ou de tout autres besoins spécifiques.

Les caractéristiques physiques des sites de fraye de l'esturgeon jaune en aval du barrage de Drummondville varient en fonction des sous-secteurs. Le substrat du sous-secteur B est composé principalement de roche-mère et caractérisé par de fortes variations de débit et un écoulement turbulent. Les sous-secteurs A et P122 sont caractérisés par un substrat rocheux varié (*i.e.* mélange de galets et de roches parsemé de blocs), des variations de débit de plus faibles amplitudes, et un écoulement généralement laminaire (BETO 2015, 2016a). Le barrage de Drummondville constitue le premier obstacle infranchissable que rencontrent les esturgeons jaunes du fleuve Saint-Laurent venant frayer dans la rivière Saint-François.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### *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 à l'aide d'un thermographe (HANNA Checktemp  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ), jusqu'à ce qu'une sonde de température et de niveau d'eau (HOBO MX2001-0x  $\pm 0,44^{\circ}\text{C}$ , pas de temps de 5 minutes; ci-après thermographe) soit installée le 29 avril dans le secteur 2 (sous-secteur D). Entre le 29 avril et le 6 mai, le site de fraye a été visité régulièrement 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, 43 ovocapteurs ont été répartis dans les sous-secteurs A (n = 24), B (n = 11) et P122 (n = 9) entre le 6 et le 20 mai, représentant un effort d'échantillonnage total de 491 jours-ovocapteur (voir résultats; Carte 2). Les ovocapteurs ont été installés selon une densité optimale d'un appareil à tous les 5 à 10 m<sup>2</sup>, couvrant l'ensemble des sites potentiels de dépôt d'œufs; dont ceux des années antérieures. Les pièges ont été actifs pour un total de 11, 10 et 14 jours (respectivement pour les sous-secteurs A, B et P122) et ont été minutieusement inspectés afin de détecter la présence d'œufs de poissons. Ils ont été relevés environ à mi-échantillonnage et lors du retrait le 19 mai (sous-secteur P122) et le 20 mai (sous-secteurs A et B).

### 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), le premier avec maille étirée de 203 mm et le second avec maille étirée de 205 mm (voir résultats; Carte 2). Les pêches se sont déroulées du 9 au 12 mai ainsi que le 19 mai. Trois 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 107 heures-filet. Les 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 portatif 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. 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 25 mai et le 8 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). Le moment de la pose des engins de capture a été déterminé selon la période séparant la récolte des premiers œufs et des premières larves lors des travaux de 2014 et 2015, soit environ 15 jours. Ce faisant, puisqu'aucun œuf n'a été récolté en 2016, il a été estimé que la dérive larvaire ait débuté un peu plus de 15 jours après l'atteinte des températures de fraye (*i.e.* ~12°C). En raison du faible écoulement dans la rivière Saint-François au printemps 2016, seulement cinq filets de dérive conique ont été installés dans le secteur 2, dont quatre dans le sous-secteur D et un dans le sous-secteur E (voir résultats; Carte 3). Le secteur 3 a également été échantillonné à l'aide de trois filets afin de détecter une fraye potentiel de l'esturgeon jaune en aval des secteurs caractérisés lors des travaux antérieurs (voir résultats; Carte 4). 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.

### Profil hydraulique et débits observés de la rivière Saint-François

Un profil hydraulique le long du transect des filets de dérive larvaire a été réalisé le 8 juin 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 12 m le long du transect. À chaque point d'échantillonnage, cette mesure était prise à 0,2 ( $V_1$ ), 0,6 ( $V_2$ ) et 0,8 ( $V_3$ ) fois la profondeur observée lorsqu'elle était de plus de 2 m, et à 0,6 ( $V_2$ ) fois uniquement 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 X profondeur moyenne; ci-après « section ») a été multipliée par la vitesse d'écoulement moyenne 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).

De plus, les données de débits turbinés, déversés et totaux des centrales hydroélectriques de Drummondville et de la Chute-Hemmings pour les mois d'avril, mai et juin ont été fournis 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 de la configuration du lit de la rivière en aval des crêtes de déversement (où la mesure est prise) et du patron d'écoulement. 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 a d'ailleurs confirmé que les débits totaux de ces deux barrages sont similaires ( $r^2 = 0,994$ ). 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.

### ***Analyse des données***

#### Abondance des larves dérivantes

À l'instar des travaux précédents (BETO 2015, 2016a), 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 par 100  $\text{m}^3$  d'eau filtré) pour chaque jour-filet ont été calculées selon la formule suivante,

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

où  $N$  est le nombre de larves capturées au jour  $i$ ,  $V$  est la vitesse du courant (m/s) à l'embouchure du filet lors du profil hydraulique du 8 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 ( $CPUE_{pond}$ ) en fonction de la proportion du débit s'écoulant à chacune des sections (Figure 1). Le nombre de larves absolues par jour ( $N_i$ ) a finalement été estimé selon,

$$(3) N_i = \frac{(CPUE_g) \cdot Vol_i}{100}$$

où  $CPUE_g$  est la somme des  $CPUE_{pond}$  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).

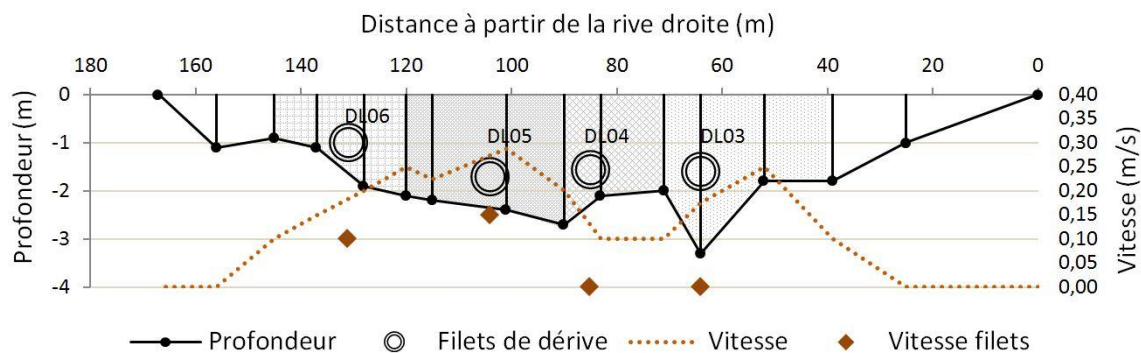


Figure 1. Représentation du profil hydraulique au sous-secteur D (secteur 2). Chaque point noir représente un point d'échantillonnage et chaque motif représente un regroupement de sections associé à une valeur de CPUE de filet différente. De gauche à droite, la proportion du débit s'écoulant à chacune des sections est de 1%, 16%, 40%, 11%, 30% et 2%.

### Estimation des dates de ponte et de dérive larvaire

La chronologie de la période de fraye a été estimée en 2016 selon la méthode proposée par Friday (2014). Considérant le lien direct existant entre la température de l'eau et le développement ontogénique de l'esturgeon jaune (Wang et al. 1985; Kempinger 1988), Friday (2014) a utilisé des données provenant de la rivière Kaministiquia (Ontario) entre 2004 et 2012 afin d'estimer un nombre moyen de degrés-jours (*Cumulative water temperature units*, CTU) séparant le premier jour de fraye et le premier jour de dérive

larvaire de 149,4 (IC 95%,  $\pm 3,6$ ; Étendue, 131-163). Le CTU utilisé par cette méthode se calcule selon la formule de Kempinger (1988)

$$(4) \text{ CTU} = \sum_i^n (x_i - K)$$

où  $x$  est la température moyenne quotidienne ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $n$  est le nombre de jours entre le début de la fraye et la fin de la dérive larvaire et  $K$  est une constante de  $5,8^{\circ}\text{C}$  propre à l'esturgeon jaune. À partir des données de températures prélevées par la sonde, il a été possible de rétrocalculer le nombre de CTU à partir de la date de capture de la première larve afin d'estimer le premier jour de fraye sur la rivière Saint-François. Cette méthode a également été utilisée avec les données relatives aux saisons de reproduction de 2014 et 2015 afin de vérifier l'adéquation entre les dates estimées par la méthode et les dates réelles.

## RÉSULTATS

Chaque année, Hydro-Québec abaisse le niveau d'eau du bassin de la Chute-Hemmings pendant quelques jours afin de poser des haussoirs. Après l'installation, Hydro-Québec limite la quantité d'eau s'écoulant à la centrale afin de réaugmenter le niveau d'eau de quelques centimètres; tout cela dans un souci de favoriser la productivité et la navigation de plaisance. Au printemps 2016, le rétablissement très rapide du niveau estival du réservoir a causé une très forte réduction du débit de la rivière Saint-François en aval du barrage de Drummondville. Cet événement a engendré un assèchement de certaines portions du lit de la rivière qui a été observé à plusieurs endroits en aval du barrage de Drummondville les 12 et 13 mai 2016 : au pied du barrage de Drummondville, en amont et en aval des rapides Spicer, au bassin de Saint-Bonaventure, au Béliet ainsi qu'en amont des îles de Pierreville (Annexe 1). La réduction significative du débit, couplé à deux périodes de refroidissements soudains, tous survenus au cours de la période de reproduction de l'esturgeon jaune ont potentiellement impacté certains aspects de la fraye de cette espèce.

### 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 (Figure 2). Il y a eu par la suite deux brusques refroidissements consécutifs pendant la période de fraye potentielle de l'esturgeon (9 mai,  $T_{\min}^{\circ} = 9,7^{\circ}\text{C}$ ; 18 mai,  $T_{\min}^{\circ} = 9,8^{\circ}\text{C}$ ). La dérive larvaire, quant à elle, est caractérisée par une lente

augmentation constante de la température de l'eau. Il est à noter que les valeurs de température prises manuellement au secteur 1 sont légèrement inférieures à celles prises par le thermographe situé au secteur 2 (sous-secteur D). Aucune observation directe de comportement de reproduction d'esturgeon jaune (saut ou regroupement de géniteurs) n'a été faite au printemps 2016 par l'équipe du BETO au secteur 1. Des sauts d'esturgeon ont toutefois été observés dans la partie amont du secteur 2, en rive gauche, par des pêcheurs sportifs durant et après la réduction majeure de débit (informations rapportées au BETO).

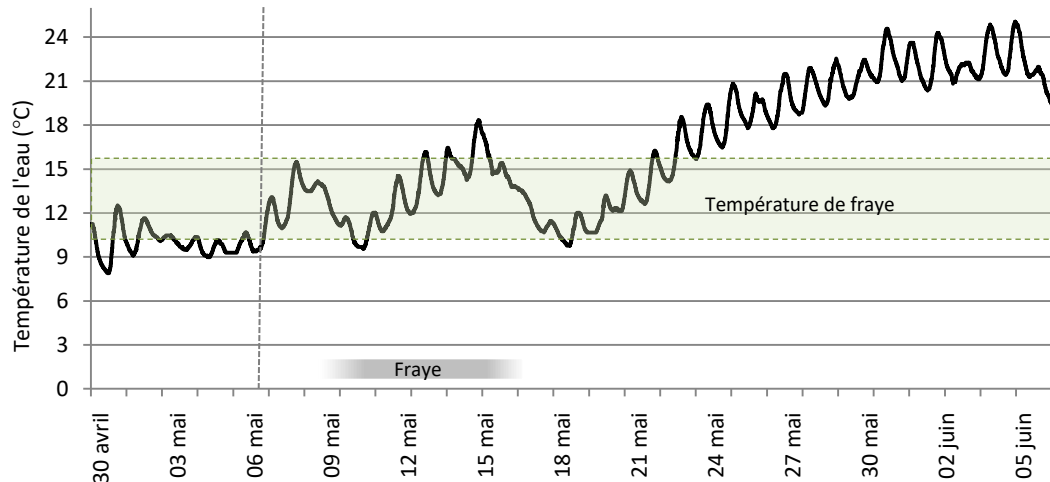


Figure 2. Température de l'eau entre le 29 avril et le 6 juin 2016 mesurée par un thermographe situé dans le sous-secteur D. L'encadré vert représente la fenêtre de température adéquate pour la fraye d'esturgeon jaune (10°C - 16°C) et la ligne verticale pointillée représente le début des travaux terrain.

#### Localisation des sites de dépôt d'œufs

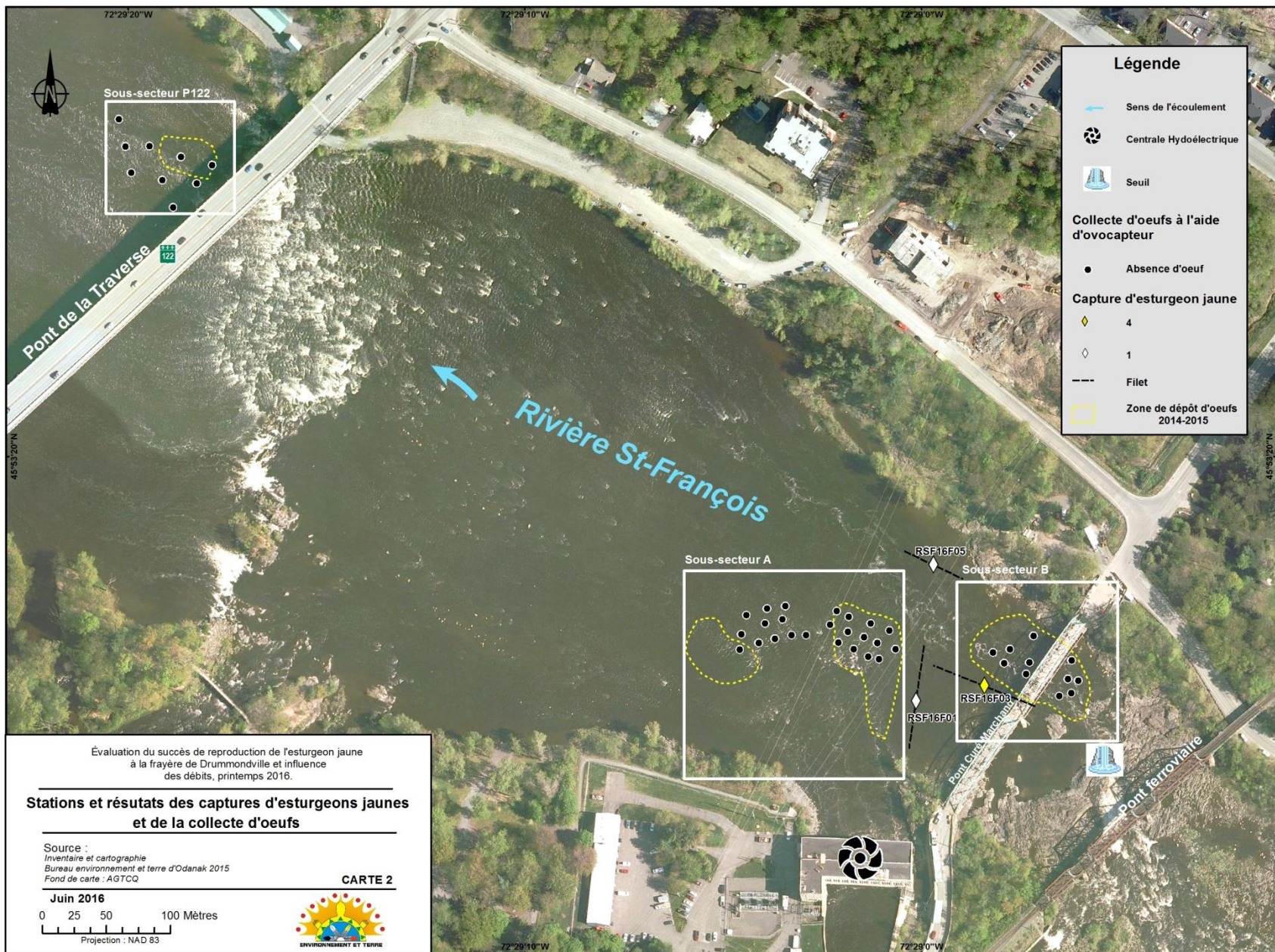
Aucun œuf d'esturgeon jaune n'a été récolté par les 43 ovocapteurs disposés dans le secteur 1 entre le 6 et le 20 mai 2016 (Carte 2), malgré une température de l'eau favorable à la reproduction.

#### Estimation du nombre de reproducteurs

Au total, 6 individus différents ont été capturés le 9 (n=3), le 11 (n=1), le 12 (n=1) ainsi que le 13 mai 2016 (n=1) (Carte 2). Cependant, aucune femelle n'a été capturée et aucune recapture n'a été réalisée. Ce faisant, aucune méthode d'estimation de la taille de la population n'a pu être appliquée.

Estimation du nombre de larves dérivantes, de la date de ponte et du succès reproducteur

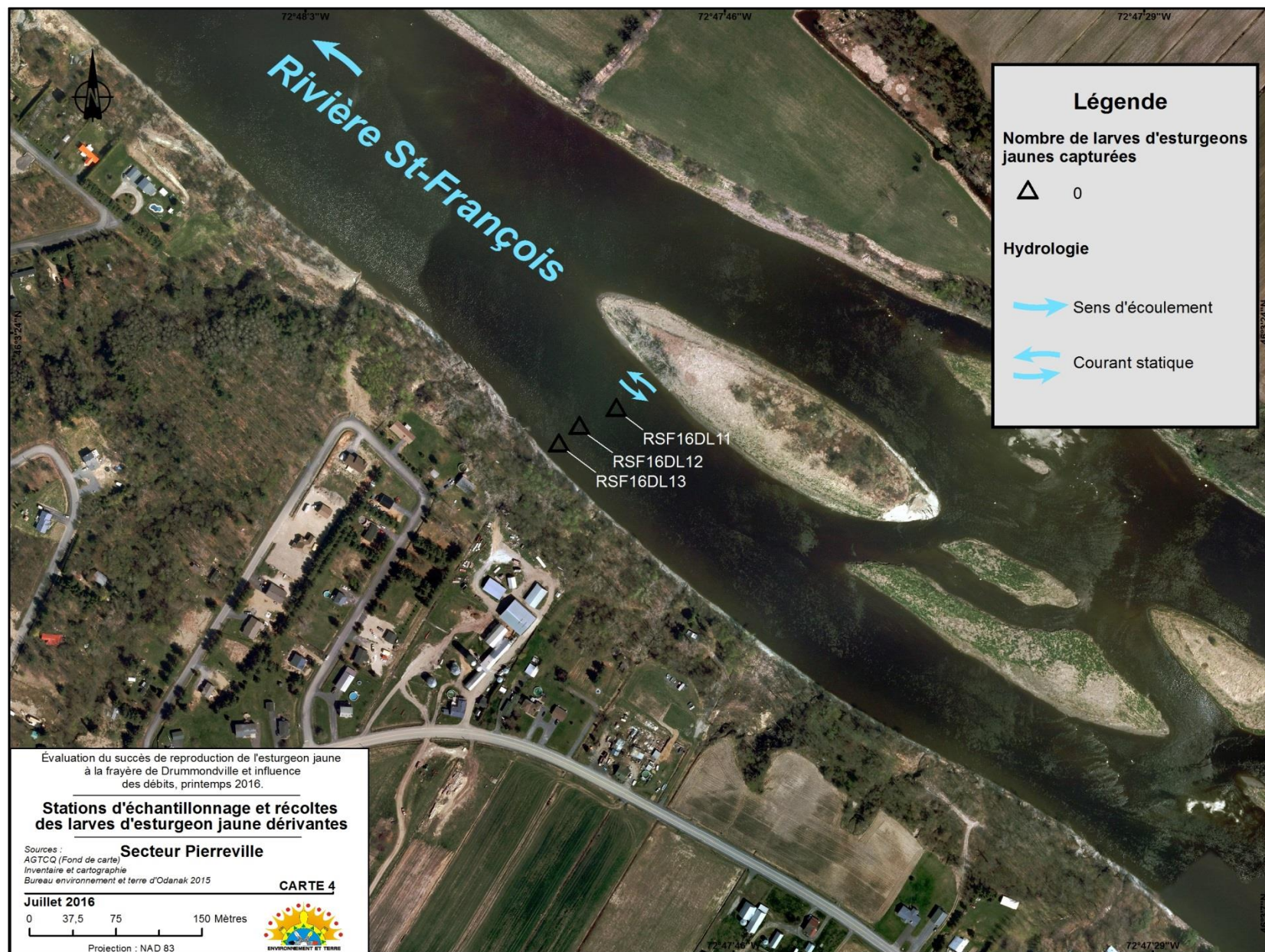
Des larves d'esturgeon jaune ont été capturées dans un seul des 5 filets de dérive déployés au secteur 2 (CPUE moyen =  $0,112 / 100 \text{ m}^3$  d'eau filtré) (Carte 3). Au total, 69 larves ont été capturées entre le 26 mai et le 1<sup>er</sup> juin, avec un pic de dérive larvaire le 28 mai (CPUE =  $0,234 / 100 \text{ m}^3$  d'eau filtré) (Figure 3). Aucune larve n'a été capturée dans le secteur 3 (Carte 4). Ainsi, il a été estimé que 12 768 larves ont dérivé au secteur 2 entre le 26 mai et le 8 juin 2016.



Carte 2. Stations et résultats des captures d'esturgeon jaune et de la collecte d'œufs lors du suivi de fraye du printemps 2016 (secteur 1).



Carte 3. Stations d'échantillonnage des larves dérivantes d'esturgeon jaune lors du suivi de fraye du printemps 2016 (secteur 2).



Carte 4. Stations d'échantillonnage des larves dérivantes d'esturgeon jaune lors du suivi de fraye du printemps 2016 (secteur 3).

Puisqu'aucun œuf d'esturgeon jaune n'a été récolté par les ovocapteurs, il est impossible de déterminer avec certitude le moment auquel a eu lieu la fraye. Il a cependant été estimé, selon le premier jour de capture de larve dérivante, que le premier jour de fraye se situerait autour du 10 mai. Selon l'étendue des données obtenues par Friday (2014) entre 2004 et 2012, il est possible d'estimer grossièrement la précision à  $\pm 2$  jours. En utilisant la durée moyenne de la période de fraye de 2012, 2014 et 2015, soit 5 jours, nous pouvons donc supposer que la fraye de 2016 s'est déroulée entre le 10 et le 15 mai.

Puisqu'aucun esturgeon jaune femelle n'a été capturé, l'abondance totale des œufs potentiellement déposés et le nombre de femelles au site de fraye n'ont pu être estimés, et par conséquent, l'évaluation du succès reproducteur n'a pas été possible.

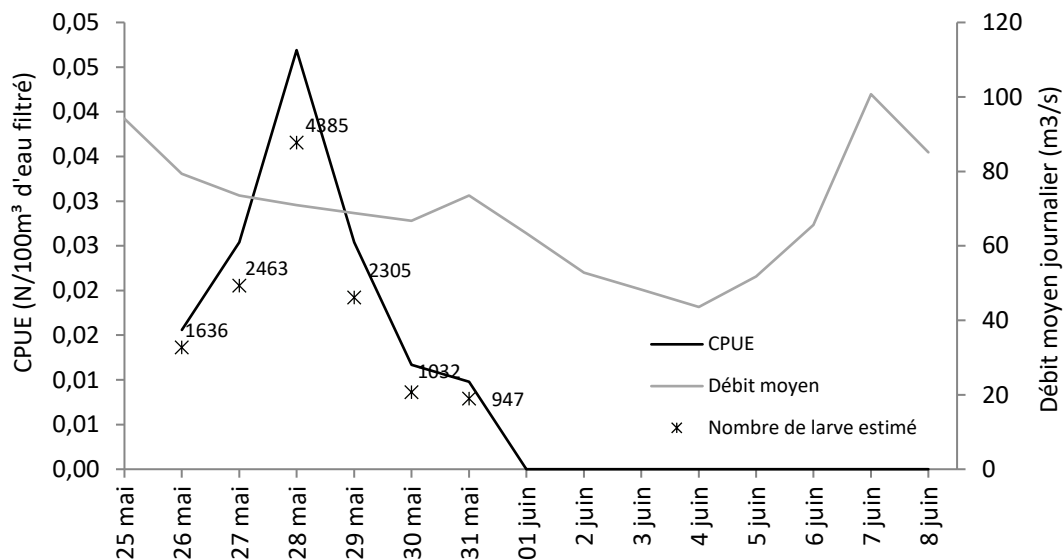


Figure 3. CPUE journalier du filet ayant capturé des larves ( $n = 69$ ) et débit moyen journalier au secteur 2 estimé à partir du débit moyen quotidien à la centrale de la Chute-Hemmings. Les étoiles représentent l'estimation du nombre de larves ayant dérivé au secteur 2.

### Analyse des débits

En comparaison avec 2014 et 2015, le printemps 2016 a été marqué par une réduction majeure du débit pendant quelques jours dans le bief aval de la centrale de Drummondville (Figure 4). Le débit total moyen pendant la période estimée du début de

la fraye était de  $119 \pm 17,5$  ( $\text{m}^3/\text{s} \pm \text{ET}$ ); avec une amplitude maximale de  $83 \text{ m}^3/\text{s}$  sur un peu plus de 2 jours. Environ 3 jours plus tard, soit le 13 mai à 13h00, le débit total est passé de  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  à  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  en moins de 4 heures (Figure 4). Bien que par la suite, le débit total se soit stabilisé à une valeur moyenne de  $21 \pm 0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , le débit en provenance du barrage de Drummondville a atteint un minimum de  $9 \text{ m}^3/\text{s}$ . Après 35 heures de réduction significative du débit, l'ouverture des vannes à la centrale de la Chute-Hemming a provoqué une augmentation subite du débit total de  $214 \text{ m}^3/\text{s}$  en environ une heure (Figure 4a). De plus, en l'espace de 21 heures, soit entre le 15 et le 16 mai, quatre oscillations du débit total de respectivement 191, 123, 121 et  $41 \text{ m}^3/\text{s}$  d'amplitude ont été observées avant de se stabiliser autour de  $210 \text{ m}^3/\text{s}$  pendant quelques jours et de diminuer graduellement par la suite (Figure 4b). La période de dérive larvaire a été caractérisée par le même type de dynamique hydraulique. En effet, entre le 25 et le 27 mai, le débit total a oscillé de façon importante et à de nombreuses reprises, jusqu'à atteindre des amplitudes de variation de plus de  $125 \text{ m}^3/\text{s}$ .

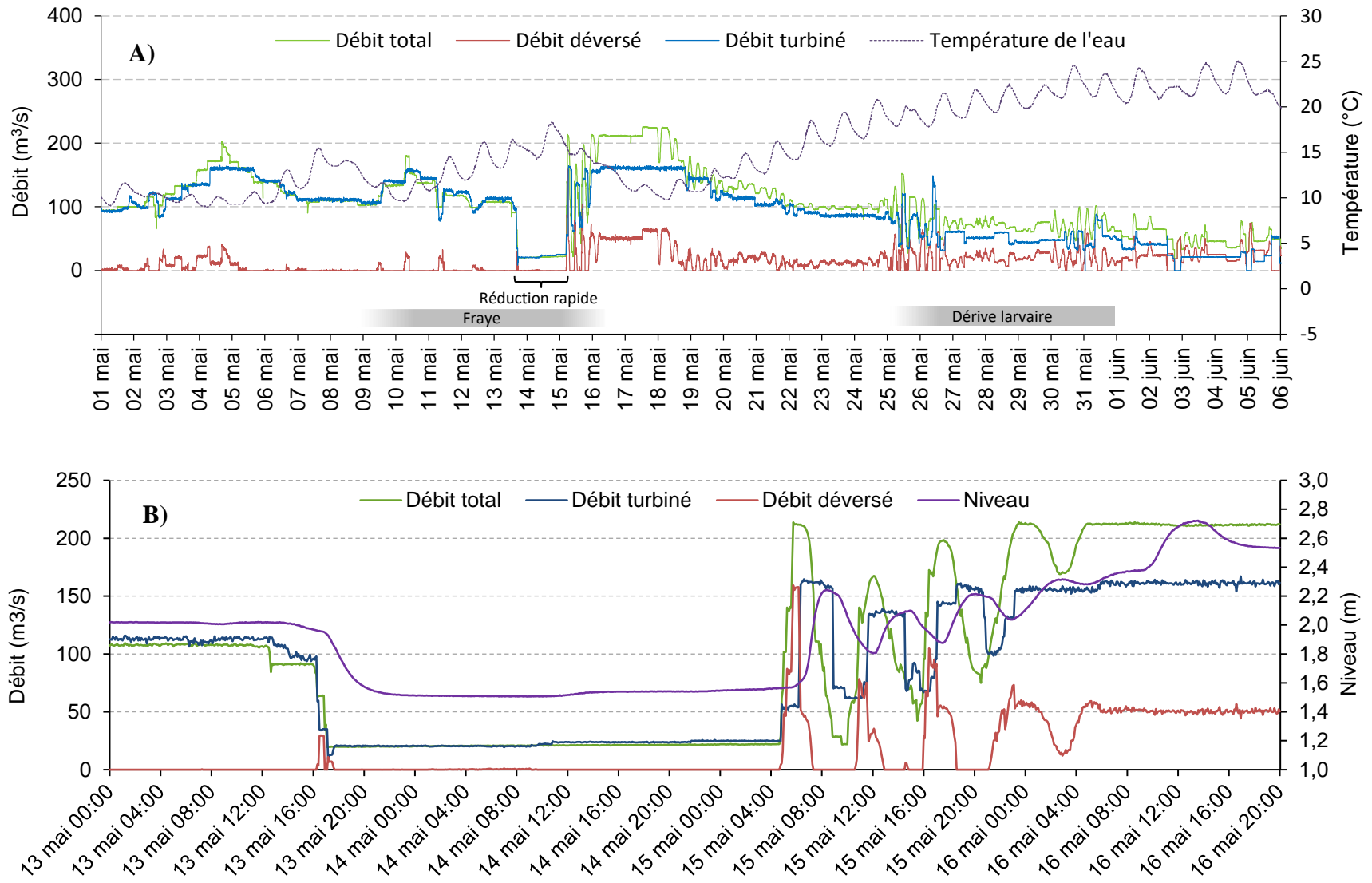


Figure 4. **A)** Fluctuation du débit de la rivière Saint-François au printemps 2016 en aval du barrage de Drummondville et **B)** réduction rapide du débit dans le bief aval de la rivière entre 13 et 15 mai 2016. Le débit total a été mesuré à la centrale de la Chute-Hemmings, le débit turbiné est celui 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

### Dynamique de la fraye et succès de la reproduction de l'esturgeon jaune

Le succès de reproduction de l'esturgeon jaune dans la zone d'étude n'a pas pu être évalué au printemps 2016. Le faible débit de la rivière lors de l'atteinte des températures propices à la fraye, en plus des événements extrêmes de débits et de températures qui ont caractérisé par la suite le printemps 2016, semblent avoir modifié la dynamique de reproduction. Il est d'ailleurs reconnu que cette espèce peut utiliser plus d'un site de reproduction au cours du même printemps (Desjardins 1985, BETO 2015, 2016a). Puisqu'aucune activité de fraye n'a été observée dans la zone d'étude, mais que des larves d'esturgeon ont tout de même été récoltées durant le suivi de dérive larvaire, il semble que la fraye se soit produite dans un autre endroit de la rivière Saint-François situé entre le secteur 1 et le secteur 2. À cet effet, des sauts d'esturgeons observés dans la partie amont du secteur 2 en rive gauche ont été rapportés par des pêcheurs sportifs au BETO durant et après la réduction majeure de débit. Notons cependant qu'aucun suivi ou caractérisation de sites de dépôt d'œufs n'a été réalisé au secteur 2 lors du printemps 2016, et que, par conséquent, il n'existe aucune donnée tangible permettant d'y confirmer le dépôt d'œufs d'esturgeon jaune.

En tenant compte de l'imprécision de la méthode utilisée pour l'estimation de la période de ponte, le premier jour de fraye des esturgeons jaunes se serait produit entre le 8 et le 12 mai inclusivement et la fraye se serait déroulée sur environ 5 jours. La reproduction se serait donc produite avant et pendant la réduction rapide et prononcée du débit survenue entre le 13 et le 15 mai. Il est possible que cet événement extrême ait induit une mortalité d'œufs par leur exondation. Il importe toutefois de prendre en considération que la méthode et les paramètres d'incertitude utilisés pour estimer la chronologie de la période de reproduction sont basés sur des données empiriques issues d'une population provenant d'un système hydrique ne représentant pas parfaitement les paramètres hydrologiques et physico-chimiques de la rivière Saint-François.

Malgré l'importante diminution de débit dans la zone d'étude et les nombreuses fluctuations qui ont suivi, des larves ont été produites en amont du secteur 2. La période de dérive larvaire est, par contre, la plus courte parmi les 3 années d'étude, avec 7 jours comparativement à 10 et 12 jours en 2014 et 2015 respectivement (BETO 2015, 2016a). Cependant, contrairement aux autres années d'étude, des larves ont été récoltées dès le début de l'échantillonnage, signifiant qu'elles ont pu commencer à dériver quelques jours plus tôt. Malgré le biais possible que cela puisse avoir sur les résultats, le nombre de larves estimé en 2016 ( $n=12\,768$ ) est du même ordre de grandeur que celui de 2015 ( $n=12\,982$ ), mais environ deux fois inférieur à celui de 2014 ( $n=24\,094$ ) (BETO 2015,

2016a). Puisque le nombre potentiel d'œufs déposés n'a pu être évalué, il est impossible de se prononcer sur le succès de la reproduction (*i.e.* ratio larves/nb. œufs pondus). Ainsi, aucune comparaison n'est possible avec les résultats des études antérieures pour la même zone d'étude et avec ceux de la frayère à esturgeon jaune de la rivière des Prairies, utilisée comme site de référence et de comparaison en 2014 et 2015 (BETO 2015,2016a).

Il est à considérer que la méthodologie entourant l'estimation de la production larvaire entraîne des imprécisions qui rendent les comparaisons interannuelles difficiles. Les résultats permettent néanmoins de dégager des tendances qui peuvent être validées lors de suivis pluriannuels utilisant une méthodologie comparable. De ces imprécisions, l'utilisation d'un seul profil hydrique avec un nombre restreint de mesures de vitesse du courant peut sous-estimer la variabilité des conditions hydriques, et ultimement compliquer l'inférence sur le nombre de larves dérivantes. Cette approche, qui simplifie la réalité, est tout de même celle qui a été utilisée dans plusieurs études dont celles couvrant le site de référence de la rivière des Prairies durant une décennie (Dubuc et al. 1997; Thibodeau et al. 1998, 1999; Fortin et al. 2002; Garceau et al. 2003, 2004; Dumont et al. 2011). Par contre, des améliorations méthodologiques augmentant la précision des données peuvent être apportées. Ce fut d'ailleurs le cas dans les suivis à la rivière des Prairies, avec l'utilisation du profileur-courantomètre Doppler (une mesure / 625 cm<sup>2</sup>), qui fournit des mesures de débits instantanés sur les portions de la rivière couvertes, à chaque sous-section, de même qu'à l'embouchure de tous les filets. En plus de l'utilisation de ce courantomètre, une procédure objective du choix des sous-sections de rivière à l'aide du logiciel Mapinfo permettrait de réaliser un meilleur découpage des sections couvertes et une estimation beaucoup plus précise du nombre de larves dérivantes au moyen de filets de dérive. Le choix non arbitraire sert en effet à réduire le décalage entre le profilage de la portion complète de la rivière et celui des sous-sections; comme c'est le cas avec la méthode simplifiée utilisée depuis 2014 à la frayère de Drummondville. Cette approche plus complexe est celle qui a été utilisée dans l'évaluation de l'efficacité du débit écologique printanier du projet de dérivation de la rivière Rupert afin d'établir un état de référence et de le comparer à la situation observée en mode de production d'hydroélectricité à trois frayères d'esturgeon jaune (Environnement Illimité 2008a, 2008b, 2010, 2011, 2012, 2013; Verdon et al. 2013). Quoique plus coûteuse et nécessitant des technologues qualifiés, cette méthodologie pourrait être employée lors des prochaines études sur le succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville pour augmenter la précision des estimations de larves dérivantes, et par le fait même, l'évaluation du succès reproducteur.

### Influence de la gestion des débits sur la fraye de l'esturgeon jaune

L'influence du débit printanier sur la dynamique et le succès de reproduction de l'esturgeon jaune a fait l'objet de plusieurs études au Québec. Les préoccupations des aménagistes et gestionnaires de la faune quant à ce sujet remontent à plusieurs années et ont été bien documentées, en particulier à la principale frayère à esturgeon jaune du couloir fluvial du Saint-Laurent (située dans le bief aval du barrage de la rivière des Prairies). Cette frayère a été agrandie à deux reprises avec l'ajout de deux hauts-fonds rocheux en 1986 suivi d'un troisième en 1996. Semblablement à la frayère de Drummondville, celle-ci est sous l'influence des débits provenant de l'amont (la centrale de rivière des Prairies étant elle aussi au fil de l'eau), et également sous celle de la gestion locale des évacuateurs de la centrale. Les nombreuses études à la rivière des Prairies et dans quelques rivières du sud du Québec de moindre importance permettent de mieux comprendre l'influence des débits sur la dynamique de fraye de l'esturgeon jaune (Gendron 1988; La Haye 1991; La Haye et al. 1992). La Haye et Gendron (1994) mentionnent que deux facteurs, la température et le débit du cours d'eau, influencent la montaison des reproducteurs vers les frayères et leur comportement sur celles-ci. Par exemple, une baisse de température peut allonger la période de fraye, alors qu'une modification du débit peut causer la perte du frai par assèchement ou délogement d'œufs du substrat (Gendron 1988; La Haye et Gendron 1994). Il a également été démontré que le débit est le facteur environnemental qui affichait les plus fortes variations interannuelles à la frayère de la rivière des Prairies pendant la fraye de l'esturgeon (Gendron 1988; La Haye 1991). Le débit dépendait, entre autres, de l'importance des crues, des précipitations et de l'utilisation de l'évacuateur de la centrale par Hydro-Québec, une situation très semblable à celle de la frayère de Drummondville (BETO 2012, 2014, 2015, 2016a, 2016b; Clément-Robert et al. 2016). À la rivière des Prairies, les sites utilisés par les reproducteurs – une année donnée ou aux différentes journées pendant la même année — semblent être influencés par le débit déversé (Gendron 1988), comme il semble être le cas à Drummondville. Par exemple, les forts débits déversés observés en 1988 ont permis aux reproducteurs d'utiliser un des hauts-fonds aménagés, alors que celui-ci était exondé en 1987. Ensuite, la fraye a été localisée par La Haye et al. (1992) en 1989, année à fort débit déversé, dans un secteur non utilisé les trois années précédentes (Gendron 1988), mais dont l'utilisation avait été documentée en 1982 (Provost et al. 1982). La Haye et Gendron (1994) précisent que des débits trop élevés sur le haut-fond aménagé étaient en partie responsables du choix des esturgeons au printemps 1989. Le débit a semblé être déterminant également dans d'autres rivières du sud du Québec, telles les rivières Ouareau et l'Assomption, où des esturgeons ont frayé en amont des secteurs utilisés auparavant lorsque soumis à une plus forte hydraulité (La Haye et Fortin 1990). À la rivière des Prairies, Gendron (1988) mentionne que les esturgeons en fraye changeaient de site de ponte selon le patron de

déversement adopté par l'opérateur de la centrale. Suite à une série d'essais d'ouverture des vannes de l'évacuateur, il a constaté que les reproducteurs se déplaçaient en quelques minutes vers des sites offrant de meilleures conditions d'écoulement. Notons que des comportements de sélection de secteurs de fraye en fonction des patrons d'écoulement et des débits ont aussi été évoqués à la frayère de Drummondville (BETO 2012, 2015, 2016a).

À la frayère de la rivière des Prairies, l'aménagement d'un troisième site en 1996 s'est traduit par une augmentation du succès reproducteur (*i.e.* nb. larves produites/ nb. œufs déposés) (La Haye 1996; Dumont et al. 2011). Cette frayère a été suivie en état de référence trois années avant la mise en place du nouveau haut-fond (1994-1996), et ensuite durant sept autres années (1997-2003). Les résultats de ces études montrent que de 1994 à 2003, les cohortes les plus fortes dans le réseau fluvial étaient reliées à des nombres élevés de larves émanant de cette frayère. Toutefois, ces auteurs précisent qu'une production larvaire accrue ne se traduit pas nécessairement par des cohortes plus fortes et que les classes d'âge les plus fortes observées durant ce suivi sont aussi associées avec des débits élevés en juin dans la rivière des Prairies.

Plus récemment, Morin et al. (2016) qui ont procédé à la modélisation de l'habitat de fraye de l'esturgeon jaune et du doré jaune (*Sander vitreus*) dans la Rainy River dans le sud-ouest de l'Ontario, insistent sur l'importance de la stabilité des débits durant la fraye de l'esturgeon. En effet, ils précisent que la baisse soudaine des débits peut affecter négativement les activités de fraye, le développement des œufs et la survie des larves. Morin et al. (2016) précisent, à l'instar de Dumont et al. (2011), que le maintien de débits élevés et stables durant la fraye de l'esturgeon jaune est le meilleur moyen d'optimiser le succès de reproduction de l'espèce.

### Influence des débits à la frayère de Drummondville

Malgré que des larves d'esturgeon jaune aient été produites au printemps 2016, il existe une possibilité que la forte baisse du débit de la rivière ait contribué à réduire le succès de reproduction en obligeant les reproducteurs à se relocaliser juste au moment de frayer. La réduction majeure de débit et les fortes fluctuations qui ont suivi sont également susceptibles d'avoir augmenté la mortalité des œufs et des larves durant leur développement (Gendron 1988; La Haye et Gendron 1994; Morin et al. 2016). Ce mode de gestion anthropique qui a influencé les débits sur la frayère de Drummondville au printemps 2016 va à l'encontre des bonnes pratiques recommandées dans les études récentes sur la reproduction de l'esturgeon jaune dans le sud du Canada (Dumont et al. 2011; Morin et al. 2016).

Une proportion importante des fluctuations de débits de la rivière Saint-François est sous l'influence d'évènements météorologiques ayant cours dans le bassin versant (BETO 2016b). Cependant, les opérations menées au barrage de la Chute-Hemmings au printemps correspondent souvent avec la période de fraye de l'esturgeon jaune et constituent une source de fluctuations de débit supplémentaire, affectant directement celles observées au barrage de Drummondville (Clément-Robert et al. 2016; BETO 2016b). Les effets négatifs de ces fluctuations ont en effet été observés à plusieurs reprises depuis 2014 (BETO 2016a).

À partir des résultats des études menées par le BETO depuis 2014, trois grandes problématiques concernant la fraye de l'esturgeon jaune en aval de la centrale de Drummondville ont été identifiées, soit 1- la fluctuation des débits d'origines diverses (naturelles ou anthropiques), 2- le remplissage du réservoir de la centrale de la Chute-Hemmings (abaissement annuel du niveau du réservoir nécessaire à l'installation des haussoirs suivis de son remplissage) et 3 - l'attrait des reproducteurs vers un site de fraye de moindre qualité causée par le déversement d'eau visant à éviter des mortalités massives de chevaliers (*Moxostoma sp.*) dans le déversoir du barrage.

Parmi les grandes fluctuations de débit observées au printemps, plusieurs d'entre-elles ne concordent pas avec l'effet anticipé des précipitations dans le bassin versant de la rivière Saint-François (BETO 2016b). En effet, elles sont provoquées ou accentuées par la gestion des barrages hydroélectriques à divers niveaux dans le bassin versant, surtout par ceux possédant des vannes de déversement (Clément-Robert et al. 2016). Les principaux barrages dont la gestion se répercute dans le débit arrivant au barrage de Drummondville sont ceux de Westbury, de la Chute-Hemmings et de Bedon (Clément-Robert et al. 2016; BETO 2016b). Cependant, la gestion du barrage de la Chute-Hemmings a une influence plus directe sur les débits du bief aval de la centrale de Drummondville et le cours inférieur de la rivière Saint-François que les barrages situés plus en amont. Cette influence est principalement reliée à la proximité du barrage de la Chute-Hemmings et à l'ampleur des variations de débits provoqués, qu'elles soient d'origine naturelle ou anthropique (Clément-Robert et al. 2016; BETO 2016b).

Ensuite, l'une des pratiques ayant un impact direct sur les débits reçus au barrage de Drummondville est l'abaissement annuel du niveau du réservoir du barrage de la Chute-Hemmings de 15 cm, nécessaire à l'installation des haussoirs (de 2007 à 2016 entre le 27 et le 13 mai) qui est suivie par le remplissage de celui-ci (de 2007 à 2016 entre le 4 mai et le 3 juin) pour assurer la navigation de plaisance. Afin d'élever le niveau d'eau dans le réservoir, le volume d'eau rejeté en aval est diminué pendant une période plus ou moins longue dépendamment du débit de la rivière et de la pluviométrie. Lors de cette manœuvre, le débit d'eau à la sortie du barrage peut chuter à des valeurs en deçà de 25 m<sup>3</sup>/s. Cela représente une diminution de plus de 75% par rapport à la moyenne

historique des débits du mois de mai et juin combinés (Thierry 2014). Outre au printemps 2016, cette problématique a été enregistrée en 2012 (31 mai, min 25 m<sup>3</sup>/s, durée de la manœuvre 18 h) et en 2014 (23 mai, min 26 m<sup>3</sup>/s, durée de la manœuvre 24 h), représentant au total 3 années sur 4 depuis le début des travaux du BETO à la frayère de Drummondville

Enfin, le succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville est potentiellement affecté par la gestion expérimentale de la centrale qui vise à solutionner une autre problématique faunique. Un épisode de mortalité massive de chevaliers survenue au printemps 2013 est à l'origine de la mise en place de cette gestion des débits expérimentale par les gestionnaires d'Hydro-Québec visant à réduire l'assèchement du déversoir durant toute la période durant laquelle ces poissons sont présents (d'avril à mi-juin).

Ces modalités sont les suivantes :

- Un volume d'eau est continuellement déversé par-dessus les crêtes de déversement du barrage par la diminution du turbinage lorsque le débit en amont du barrage est inférieur à la capacité maximale de la centrale (200 m<sup>3</sup>/s);
- Le débit déversé visé est d'environ 40 m<sup>3</sup>/s.

Ces mesures peuvent s'avérer efficaces pour réduire les mortalités de chevaliers, mais aucune étude n'a été effectuée jusqu'à présent pour le valider. Plusieurs contraintes telles que les variations de débit provenant de l'amont peuvent cependant nuire à leur application. De plus, sur la base des observations effectuées au cours des suivis de la fraye de l'esturgeon jaune de 2012 à 2016, l'application de ces mesures provoque certaines inquiétudes par rapport aux risques potentiels d'attirer les reproducteurs vers un site de fraye de moins bonne qualité. Brièvement, les principaux constats émanant des suivis du BETO à la frayère de Drummondville sont les suivants:

- Les reproducteurs frayent en dessous du pont situé en aval du déversoir du barrage de Drummondville lorsque le débit déversé est supérieur 15 m<sup>3</sup>/s, mais semblent éviter ce secteur lors de très forts débits déversés.
- Lorsque le débit déversé est nul, les esturgeons frayent en aval de la centrale (le secteur du déversoir présentant des conditions limitantes pour la fraye).
- La fraye en aval du déversoir est peu recommandée puisque ce secteur est de faible superficie et que le substrat y est de moindre qualité qu'en aval de la centrale (*i.e.* risque de surutilisation du secteur, risque de mauvais développement et de mortalités des œufs). Ce secteur est aussi soumis à de fortes fluctuations de débit anthropiques et naturelles de la rivière.

- Le secteur en aval de la centrale possède des caractéristiques favorables à la fraye de l'esturgeon jaune, puisqu'il est vaste, son substrat est hétérogène et l'écoulement de l'eau y est plus stable.
- S'il n'y avait pas eu l'application du mode de gestion expérimentale de la centrale durant les deux études concluantes sur la fraye de l'esturgeon jaune (2014 et 2015), aucun déversé aurait été enregistré au moment de la ponte des œufs.

L'utilisation du secteur en aval du déversoir est un comportement inhabituel pour l'esturgeon jaune qui préfère normalement frayer sur un substrat plus varié (La Haye et al. 1992; La Haye 1996; La Haye et al. 2004; Dumont et al. 2011). Cependant, Morin et al. (2016) mentionnent que l'ajout du substrat comme variable explicative dans le modèle utilisé pour étudier l'effet de différentes stratégies d'aménagement sur la Rainy River en Ontario n'a pas changé les résultats des modélisations, ce qui confère moins d'importance à cette variable quant au choix final du site de fraye. Malgré plusieurs études montrant que les reproducteurs exercent une certaine sélectivité quant à la nature du substrat de fraye (La Haye et Fortin 1990; La Haye et al. 1992; La Haye et Gendron 1994; La Haye 1996; La Haye et al. 2004; Dumont et al. 2011), d'autres variables, tels la dynamique d'écoulement du cours d'eau, les corridors de déplacement ou les vitesses du courant, semblent davantage importantes lors du choix final du site de fraye. À la frayère de Drummondville, le principal corridor de déplacement des géniteurs est situé le long de la rive droite. Il est possible que sous certaines conditions d'écoulement, les esturgeons ne perçoivent pas l'appel d'eau des sites situés en aval de la centrale, et aboutissent tout simplement en aval du déversoir (sous le pont Curé-Marchand) au bout de ce corridor de déplacement. Cela pourrait expliquer les frayes répétitives observées dans cet habitat peu propice. Ce comportement a été observé à d'autres frayères et était relié à l'hydrodynamique du cours d'eau en général et à la dynamique d'écoulement locale (Thiem et al. 2013).

### Influence de la gestion des débits sur la faune

Les nombreuses études menées par le BETO dans le cours inférieur de la rivière Saint-François ont permis de constater la présence de nombreux habitats ayant des fonctions écologiques variées, telles la reproduction ainsi que la croissance des jeunes et des adultes de plusieurs espèces animales à statut précaire. Entre autres, l'Obovarie olivâtre (*Obovaria olivaria*), une muette rare au Québec, est présente dans cette portion de la rivière (COSEPAC, 2011; Bouvier, 2013; GHD, 2016). La présence accrue de l'esturgeon jaune, son hôte principal, contribue à son développement et à sa dispersion. La section de rivière en aval du barrage de Drummondville accueille aussi plusieurs espèces de poisson ayant un statut précaire, dont le fouille-roche gris (*Percina*

*copelandi*), le méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*) et le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) (BETO 2017). Les pratiques de gestion du barrage de la Chute-Hemmings lors du remplissage de son réservoir peuvent avoir des impacts sur la faune en général ainsi que sur les activités récréatives dans tout le secteur inférieur de la rivière Saint-François. L'exposition directe des individus pris au piège sur des hauts-fonds asséchés ou sur leur site de fraye peuvent avoir des impacts non négligeables sur leurs populations si cette exposition est prolongée. En plus des espèces à statut précaire, les populations de poissons d'intérêt sportifs sont aussi affectées. À titre d'exemple, des nids d'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) asséchés et pillés par les oiseaux de rivage ont été observés lors de l'assèchement partiel du lit de la rivière du printemps 2016. Plusieurs autres poissons de petite taille et des mulottes ont également été retrouvés morts dans les secteurs exondés.

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Finalement, le suivi de fraye au printemps 2016 n'a pas permis d'obtenir une estimation du nombre d'œufs pondus, du nombre de reproducteurs présent aux sites habituels de fraye, et conséquemment, d'évaluer le succès reproducteur. Cependant, la capture de larves dérivantes en aval suggère que les esturgeons ont tout de même frayés, mais à un endroit non couvert par l'étude situé entre les secteurs 1 et 2. Il est possible que ce changement de comportement reproducteur ait été induit par un événement extrême de faible débit en plus de brusques changements de température de l'eau pendant la période propice à la fraye. Ce constat a permis de mettre en lumière l'influence potentielle sur la fraye de l'esturgeon jaune de trois facteurs relatifs à la gestion des débits à Drummondville, soit 1) la fluctuation des débits, 2) le remplissage du réservoir de la centrale de la Chute-Hemmings, et 3) l'attrait des reproducteurs vers un site de moins bonne qualité.

L'effet synergique des trois problématiques soulevées ci-dessus complique grandement la mise en place d'un mode de gestion des ouvrages des centrales de la Chute-Hemmings et de Drummondville visant l'optimisation du succès de reproduction de l'esturgeon jaune. Malgré la complexité de cette problématique, voici des pistes de solution qui méritent d'être examinées:

**Problématique 1 : Fluctuation des débits**

- Opérer la centrale de la Chute-Hemmings afin de réduire l'amplitude des variations de débit en augmentant la durée de la période pendant laquelle l'eau est relâchée lors d'apports soudains en provenance de l'amont. Le réservoir pourrait servir à tamponner les débits provenant de l'amont durant la fraye de l'esturgeon.
- Faire des lâchers d'eau régulés et de faible intensité à la Chute-Hemmings en fonction des contraintes de gestion de la centrale.
- En dehors de la période de restriction pour les poissons (du 16 juin au 31 mars), viser un débit minimal écologique qui limite l'exondation du bief aval de la centrale.

**Problématique 2 : Remplissage du réservoir de la centrale de la Chute-Hemmings**

- Rétablir le niveau du réservoir de la Chute-Hemmings après l'installation des haussoirs en dehors de la période de restriction pour les poissons (1<sup>er</sup> avril au 15 juin), qui coïncide avec la période sensible pour l'esturgeon jaune.
- Rétablir progressivement le niveau d'eau dans le réservoir après l'installation des haussoirs afin de réduire les fortes oscillations de débits à la suite du remplissage du bassin.
- Pendant la période de restriction pour les poissons (1<sup>er</sup> avril au 15 juin), viser un débit minimal écologique de 100 m<sup>3</sup>/s.

**Problématique 3 : Attrait des reproducteurs vers l'aval immédiat du déversoir du barrage de Drummondville**

- Utiliser efficacement la capacité de retenue du réservoir du barrage de la Chute-Hemmings durant la période de restriction pour les poissons (1<sup>er</sup> avril au 15 juin) afin de créer un effet tampon visant à atténuer l'ampleur des variations de débit provenant de l'amont.
- Coordonner la gestion de la centrale de la Chute-Hemmings et de Drummondville pendant la période de fraye de l'esturgeon afin de converser un débit déversé au barrage de Drummondville suffisamment élevé pour rendre le déversoir et sa section aval non attractifs, tout en conservant un débit turbiné afin de maintenir des vitesses d'écoulement favorables à la fraye de l'esturgeon en aval de la centrale.
- Retourner à un mode de gestion normal ou à un mode de gestion expérimental visant la réduction des mortalités des chevaliers au mois de juin

La combinaison de ces mesures pourrait contribuer au succès de reproduction de l'esturgeon jaune et à la réduction des risques de mortalité des chevaliers. Elles demandent toutefois un niveau très élevé de coordination entre les deux barrages situés à Drummondville. De plus, celles-ci pourraient potentiellement être inapplicables en condition de très faible hydraulicité de la rivière au mois de mai. Enfin, cela implique assurément des impacts sociaux-économiques reliés à la diminution de la production d'électricité en mai ainsi qu'au retardement des activités nautiques dans le réservoir du barrage de la Chute-Hemmings.

Bien entendu, l'efficacité, la faisabilité et la pertinence de l'application de ces mesures contraignantes doivent être évaluées par plusieurs suivis et études dont :

- Un suivi de l'efficacité du mode de gestion de la centrale sur la survie des chevaliers;
- Un programme permettant de documenter les effets de la gestion expérimentale de la centrale sur la dynamique de fraye et le succès de la reproduction de l'esturgeon jaune.

Ces études devraient être suivies d'une révision des modalités de gestion en cas d'absence d'atteinte des buts fixés, soit la survie de chevalier sans compromettre le succès de la reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville.

## RÉFÉRENCES

- Auer N A. 1996. Importance of habitat and migration to sturgeons with emphasis on lake sturgeon. *Canadian journal of Aquatic Science*, 53 : 152-160.
- 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). 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. ii + 7 pages.
- BETO (Bureau environnement et terre d'Odanak). 2017. Inventaire d'abondance et estimation de la superficie de l'habitat propice pour le dard de sable dans la rivière Saint-François, secteur inférieur. 34 pages et annexes.
- Bouvier LD, Paquet A et Morris TJ. 2013. Information à l'appui de l'évaluation du potentiel de rétablissement de l'obovarie olivâtre (*Obovaria olivaria*) au Canada. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2013/041. v + 47 p.
- 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.
- COSEPAC. 2006. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) au Canada - Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xi + 124 p.

- COSEPAC. 2011. Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur l'obovarie olivâtre (*Obovaria olivaria*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. Xi + 52 p. ([www.registrelep.gc.ca/Status/Status\\_f.cfm](http://www.registrelep.gc.ca/Status/Status_f.cfm))
- Desjardins G. 1985. Déplacements de l'Esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) dans la région de Montréal et caractérisation de la récolte commerciale selon les secteurs de pêche, de mai 1981 à décembre 1984. Université du Québec à Montréal, Mémoire de maîtrise, 110 p.
- Dubuc N, Thibodeau S et Fortin R. 1997. Impact de l'aménagement d'un nouveau secteur de frayère sur l'utilisation du milieu en période de fraie et le succès de reproduction de l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) à la frayère de la rivière des Prairies au printemps de 1997. Rapport préparé pour la Direction Production, Beauharnois-Gatineau; Hydro-Québec. Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal. 83 pages annexes.
- 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 (Québec, 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. Ministère des Ressources naturelles du Québec. Directions générales de l'Estrie-Montréal-Montérégie et de Laval-Lanaudière-Laurentides et Direction de la Mauricie et du Centre-du- Québec. 127 pages et annexes.
- Environnement Illimité inc, 2008a, Centrales de l'Eastmain-1-A et de la Sarcelle et dérivation Rupert — Suivi environnemental – État de référence (2007) – Dérive larvaire de l'esturgeon jaune – Rivière Rupert (secteur à débit réduit), Rapport rédigé par La Haye, M., M, Gendron et M, Simoneau présenté à Hydro-Québec, 77 p, et 5 annexes.
- Environnement Illimité inc, 2008b, Centrales de l'Eastmain-1-A et de la Sarcelle et dérivation Rupert — Suivi environnemental – État de référence (2008) – Dérive larvaire de l'esturgeon jaune – Rivière Rupert (secteur à débit réduit), Rapport rédigé par La Haye, M., M, Gendron et M, Simoneau, Présenté à la SEBJ, 73 p, et 6 annexes.
- Environnement Illimité inc, 2010, Centrales de l'Eastmain-1-A et de la Sarcelle et dérivation Rupert — Suivi environnemental – État de référence (2009) –

- Dérive larvaire de l'esturgeon jaune – Rivière Rupert (secteur à débit réduit), Rapport rédigé par La Haye, M., M, Gendron, A, Côté-Bherer, N, Ouellet et M, Simoneau, Présenté à la SEBJ, 76 p, et 6 annexes.
- Environnement Illimité inc, 2011, Centrales de l'Eastmain-1-A et de la Sarcelle et dérivation Rupert — Suivi environnemental en phase d'exploitation (2010) – Dérive larvaire de l'esturgeon jaune (secteur à débit réduit), Rapport rédigé par La Haye, M., M, Gendron, I, Lefebvre et M, Simoneau, Présenté à Hydro-Québec Production, 65 p, et annexes.
- Environnement Illimité inc, 2012, Centrales de l'Eastmain-1-A et de la Sarcelle et dérivation Rupert — Suivi environnemental en phase d'exploitation (2011) – Dérive larvaire de l'esturgeon jaune (secteur à débit réduit), Rapport rédigé par La Haye, M., M, Gendron et M, Simoneau, Présenté à Hydro-Québec Production, 69 p, et annexes.
- Environnement Illimité inc., 2013. Centrales de l'Eastmain-1-A et de la Sarcelle et dérivation Rupert — Suivi environnemental en phase exploitation – Rapport d'étude 2012 – Dérive larvaire de l'esturgeon jaune dans la rivière Rupert (secteur à débit réduit). Rapport produit par La Haye, M., M. Gendron et M. Simoneau. Présenté à Hydro-Québec Production. 56 p. et 7 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 et annexes.
- Forsythe PS, Scribner KT, Crossman JA, Ragavendran A, Baker EA, Davis C et Smith KK. 2012. Environmental and lunar cues are predictive of the timing of river entry and spawning-site arrival in lake sturgeon *Acipenser fulvescens*. J Fish Biol, 81 : 35-53.
- Fortin R, D'Amours J et Thibodeau S. 2002. Effets de l'aménagement d'un nouveau secteur de frayère sur l'utilisation du milieu en période de fraie et sur le succès de reproduction jaune (*Acipenser fulvescens*) à la frayère de la rivière des Prairies au printemps. Rapport synthèse 1995-1999. Pour l'Unité Hydraulique et Environnement, Hydro-Québec et Société de la Faune et des Parcs de Montréal, de Laval et de la Montérégie. Université du Québec à Montréal, Département des sciences biologiques.
- Friday M. 2014. Estimating the critical reproductive periods of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) using daily water temperature units. Technical Note TN-48, 7 pages.

- Garceau S et Bilodeau P. 2003. La dérive larvaire de l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) à la rivière des Prairies au printemps 2001. Rapport préparé pour la Société de la Faune et des Parcs du Québec. 27 pages et annexes.
- Garceau S et Bilodeau P. 2004. Garceau, S., P. Bilodeau. 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.
- 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.
- Garceau S, Simoneau M et Bilodeau P. 2007. Modélisation de la séquence temporelle de la reproduction de l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) à la rivière des Prairies. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune et Hydro-Québec—Rapport technique 16-35 viii + 26 pages et annexe.
- GDG (GDG Conseil inc.). 2001. Réfection de la centrale La Gabelle. Programme de surveillance et de suivi environnemental. Utilisation par l'esturgeon jaune d'un nouveau secteur de fraie aménagé en aval de la centrale La Gabelle. Printemps 2000. Rapport d'étape présenté à Hydro-Québec, vice-présidence Exploitation des équipements de production, unité Hydraulique et Environnement, Montréal. 33 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.
- GHD. 2016. Annexe C, GHD, APQ – ÉIE Aménagement d'un quai multifonctionnel en eau profonde au Port de Québec, Beauport 2020, Secteur de Beauport – Port de Québec, 1127625-E1. P. 1-7.
- Haxton TJ et Findlay CS. 2009. Variation in large-bodied fish-community structure and abundance in relation to water-management regime in a large regulated river. J Fish Biol, 74 : 2216-2238.

- Kempinger JJ. 1988. Spawning and early life history of lake sturgeon in the Lake Winnebago system. Wisconsin. Pp. 110-122 in R.D. Hoyt, editor. 11th annual larval fish conference. American Fisheries Society, Symposium 5. Bethesda. Maryland.
- Khoroshko PN et Vlasenko AD. 1970. Artificial spawning grounds of lake sturgeon. Journal of Ichthyology (Engl. Transl.), 10: 286 - 292.
- La Haye M et Fortin R. 1990. Caractérisation de l'habitat de fraie et de l'habitat des juvéniles de l'Esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) dans la région de Montréal. Université du Québec à Montréal, Département des Sciences Biologiques. Rapport final pour l'Hydro-Québec, la Fondation de la Faune du Québec et le Centre Saint-Laurent. 81 p. et annexes.
- La Haye M et Gendron M. 1994. Reproduction de l'Esturgeon jaune, bief d'aval de Pointe-des-Cascades et de Beauharnois. Le Groupe de Recherche SEEEQ Ltée, rapport réalisé pour Hydro-Québec, vice-présidente Environnement. 73 p. et annexes.
- La Haye M et S Clermont. 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, Quebec. Canadian Journal of Zoology, 70.
- La Haye M, Clermont S et Côté C. 2000. Frayère de Beauharnois. Suivi environnemental de la nouvelle frayère aménagée à la sortie de la centrale Beauharnois-3, printemps 1999. Rapport préparé pour la Direction Production, Beauharnois-Gatineau, Hydro-Québec. Enviro-science inc.
- La Haye M, Desloges D, Côté C, Rice A, Philips Jr. S, Deer J, Giroux B, de Clerk K et Dumont P. 2004. Search for and characterization of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) spawning grounds in the upstream portion of the Lachine Rapids, St-Lawrence River in 2003. Study carried out on behalf of the 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, Technical Report 16-20E, ix + 48 p.

- 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. 1991. Comparaison de la biologie et de l'écologie des jeunes stades de l'Esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) dans les rivières des Prairies et L'Assomption, près de Montréal. Mémoire présenté comme exigence partielle de la Maîtrise en sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal. 155 pages + 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.
- Mailhot Y, Dumont P et Vachon N. 2011. Management of the Lake Sturgeon *Acipenser fulvescens* population in the lower St Lawrence River (Québec, Canada) from the 1910s to the present. *Journal of Applied Ichthyology*, 27 : 405-410.
- 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.
- Morin J, Bachand M, Richard JH, Champoux O, Martin S et Guénard G. 2016. Habitat modeling of the Lake Sturgeon and Walleye spawning habitat of the Rainy River. Scientific Report SR-111 MSC – Hydrology and Ecohydraulic Section, Environment Canada, Québec, prepared for the International Joint Commission. 132 pages.
- MRNF-CARA. 2010. Restauration des frayères d'esturgeon jaune de la rivière Ouareau : sommaire du suivi biologique 2010. 10 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 DL. 2002. How Dams Vary and Why It Matters for the Emerging Science of Dam Removal. *BioScience*, 52 : 659-669.
- Provost J, Fortin R, Patenaude G, Picotte J et Hazel PP. 1982. Localisation des frayères et utilisation des hauts-fonds par la faune ichtyenne, site rivière des Prairies. Projet de remplacement de l'évacuateur de crue et d'arasement d'un haut-fond. Département des Sciences Biologiques, Université du Québec à Montréal, pour la vice-présidence Environnement, Hydro-Québec, 90 p.
- 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.
- Thibodeau S, D'Amours J et Fortin R. 1998. Impact de l'aménagement d'un nouveau secteur de frayère sur l'utilisation du milieu en période de fraie et le succès de reproduction de l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) à la frayère de la rivière des Prairies au printemps de 1998. Rapport préparé pour la Direction Production, Beauharnois-Gatineau, Hydro-Québec. Université du Québec à Montréal, Département des sciences biologiques.
- Thibodeau S, D'Amours J et Fortin R. 1999. Impact de l'aménagement d'un nouveau secteur de frayère sur l'utilisation du milieu en période de fraie et le succès de reproduction de l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) à la frayère de la rivière des Prairies au printemps de 1999. Rapport préparé pour la Direction Production, Beauharnois-Gatineau, Hydro-Québec. Université du Québec à Montréal, Département des sciences biologiques.
- Thiem JD, Hatin D, Dumont P, Van Der Kraak G et Cooke SJ. 2013. Biology of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) spawning below a dam on the Richelieu River, Quebec: behaviour, egg deposition, and endocrinology. *Canadian Journal of Zoology*, 91 : 175-186.
- Thierry M. 2014. Gestion des barrages sur le bassin versant de la rivière Saint-François et leurs impacts sur les frayères à esturgeons jaunes (*Acipenser fulvescences*). Mémoire de Master professionnel, Université de Limoges, Faculté des sciences et techniques filière eau et environnement. 32 pages et annexes.
- Trencia G et Collin P-Y. 2006. Rapport d'aménagement d'une frayère pour le poisson à la rivière Chaudière. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction de l'Aménagement de la Faune Chaudière-Appalaches, Lévis.

- 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.
- Wang YL, Binkowski FP et Doroshov SI. 1985. Effect of temperature on early development of white and lake sturgeon, *Acipenser transmontanus* and *A. fulvescens*. *Environmental Biology of Fishes*, 14 : 43-50.

ANNEXE 1. Séquence des événements et description lors de la réduction majeure de débit dans le bief aval de la rivière Saint-François au printemps 2016

Activité	Période (2016)	Description
Pose du thermographe	29 avril	T <sup>eau</sup> 11,3° C / N <sup>eau</sup> 2 m
Atteinte des températures de fraye	30 avril au 6 mai 6 mai (17h00)	T <sup>eau</sup> ~10° C T <sup>eau</sup> 13° C
Pose des ovocapteurs	6 mai 9 mai 9 et 10 mai	Sous-secteur P122 Sous-secteur A Sous-secteur B
Premier refroidissement	9 mai (Minimum) 10 mai (T° de frai)	T <sup>eau</sup> 9,7° C T <sup>eau</sup> 12° C
1 <sup>ère</sup> levée des ovocapteurs	11 mai 12 mai	Sous-secteurs A et B Sous-secteur P122
Pêches aux filets maillants	9 au 12 mai	
Assèchement de la rivière		
Chute-Hemmings	12 mai (13h30)	Réservoir du barrage de la Chute-Hemmings pratiquement à sec
Drummondville	13 mai (17h45 – 20h00)	Lit de la rivière majoritairement exondée Peu de courant à l'endroit des ovocapteurs Poissons hors de l'eau Banc de sédimentation hors de l'eau
Drummondville	14 mai	Aucun esturgeon ne semble actif ou présent (T° = fraye) Plusieurs Goélands s'alimentent sur le banc (peut-être des œufs)
Chute-Hemmings	14 mai	Niveau d'eau déjà plus haut
Amont rapides Spicer	14 mai	Lit de la rivière en partie exondé
Aval rapides Spicer	14 mai	Quelques moules vivantes exondés Rapides pratiquement à sec
Bassin de Saint-Bonaventure	14 mai	Observation de nids d'achigans (avec œufs) pratiquement exondés Au moins 200 chevaliers qui nageaient dans 15 cm d'eau Un pêcheur capturait plusieurs poissons dans un "bassin" résiduel Plusieurs petits poissons coincés dans petites "flaques" isolés
Bélier	14 mai	Rapides à sec = obstacle infranchissable
Amont des Îles de Pierreville	14 mai	Aucun rapide visible Aucun habitat propice pour la fraye de l'esturgeon T°eau à 20°C. À T°air comparable le 12 mai, l'eau était restée à 16°
Chute-Hemmings	16 mai	Niveau habituel
Coup d'eau	16 mai	N <sup>eau</sup> 2,7 m (ΔN <sup>eau</sup> 1,2 m)
Second refroidissement	18 mai 5h00 (Minimum) 18 mai 16h00 (T° de frai)	T <sup>eau</sup> 9,8° C T <sup>eau</sup> 12,0° C
2 <sup>e</sup> levée des ovocapteurs	19 mai 20 mai	Sous-secteur B Sous-secteurs A et P122
Pêches aux filets maillants	19 mai	
Dérive larvaire	25 mai au 8 juin	

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 2016.

Sous-secteur	Station Ovocapteur	Coordonnées			Date		Nombre d'œufs
		Latitude	Longitude	Prof. (m)	Pose	Fin	
P122	RSF16OV01	45,890356	-72,488299	N/A	2016-05-06	2016-05-20	0
P122	RSF16OV02	45,890282	-72,488288	N/A	2016-05-06	2016-05-20	0
P122	RSF16OV03	Perdu	Perdu	N/A	2016-05-06	Perdu	Perdu
P122	RSF16OV04	45,890199	-72,488468	N/A	2016-05-06	2016-05-20	0
P122	RSF16OV05	45,890348	-72,488370	N/A	2016-05-06	2016-05-20	0
P122	RSF16OV06	45,890333	-72,488543	N/A	2016-05-06	2016-05-20	0
P122	RSF16OV07	45,890431	-72,488553	N/A	2016-05-06	2016-05-20	0
P122	RSF16OV08	45,890296	-72,488697	N/A	2016-05-06	2016-05-20	0
P122	RSF16OV09	45,890376	-72,488745	N/A	2016-05-06	2016-05-20	0
P122	RSF16OV10	45,890407	-72,488796	N/A	2016-05-06	2016-05-20	0
A	RSF16OV11	Perdu	Perdu	N/A	2016-05-09	perdu	0
A	RSF16OV12	45,887900	-72,483631	1,5	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV13	45,887913	-72,483708	2,0	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV14	45,887949	-72,483811	1,65	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV15	45,887981	-72,483918	1,2	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV16	45,887949	-72,483518	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV17	45,887979	-72,483643	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV18	45,888007	-72,483738	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV19	45,888035	-72,483849	1,3	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV20	45,888068	-72,483975	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV21	45,888136	-72,483929	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV22	45,88804	-72,483561	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV23	45,888074	-72,483692	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV24	45,888106	-72,483844	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV25	45,888017	-72,484144	1,75	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV26	45,888017	-72,484245	1,5	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV27	45,887999	-72,484363	1,7	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV28	45,887979	-72,484474	0,7	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV29	45,887946	-72,484608	1,4	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV30	45,888095	-72,484309	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV31	45,888072	-72,484432	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV32	45,888021	-72,484596	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV33	45,888159	-72,484289	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV34	45,888147	-72,484417	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
A	RSF16OV35	45,888114	-72,484563	N/A	2016-05-09	2016-05-20	0
B	RSF16OV36	45,887720	-72,482370	>3	2016-05-09	2016-05-19	0
B	RSF16OV37	45,887827	-72,482601	2,15	2016-05-09	2016-05-19	0
B	RSF16OV38	45,887796	-72,482236	2,1	2016-05-10	2016-05-19	0
B	RSF16OV39	45,887803	-72,482309	N/A	2016-05-10	2016-05-19	0
B	RSF16OV40	45,887894	-72,482282	N/A	2016-05-10	2016-05-19	0
B	RSF16OV41	45,887735	-72,482286	1,3	2016-05-10	2016-05-19	0
B	RSF16OV42	45,887884	-72,482579	2,2	2016-05-10	2016-05-19	0
B	RSF16OV43	45,888013	-72,482549	N/A	2016-05-10	2016-05-19	0
B	RSF16OV44	45,887949	-72,482715	N/A	2016-05-10	2016-05-19	0
B	RSF16OV45	45,887881	-72,482755	N/A	2016-05-10	2016-05-19	0
B	RSF16OV46	45,887931	-72,482833	N/A	2016-05-10	2016-05-19	0

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 2016.

Station	Amont		Aval		Type de Filet	Date de pêche (mai 2016)	Nombre total d'heure de pêche (h)	Nb're d'esturgeons capturés
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude				
RSF16F01	45,88747	-72,48344	45,88797	-72,48333	F303 + F125	09, 10, 11, 12, 19	23.17	1
RSF16F03	45,88768	-72,48254	45,88788	-72,48325	F303 + F125	09, 10, 11, 12, 19	19.92	4
RSF16F05	45,8883	-72,48304	45,88843	-42,48345	F125	09, 10, 11, 12, 19	20.75	1

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 2,43 m de hauteur

ANNEXE 4. Résultats journalier et description des captures d'esturgeon jaune par pêche aux filets maillants, printemps 2016.

Station	Date	Heure à la pose	Heure à la levée	Durée	Température à la pose (°C)	Température à la levée (°C)	Nombre de levée	Identifiant de la capture	Longueur totale (mm)	Longueur à la fourche (mm)	Poids (g)	Sexe et maturité sexuelle	Numéro de l'étiquette
RSF16F01	2016-05-09	12:45	18:15	05:30	8.5	10	1	1	1010	915	4410	M4	00203
RSF16F01	2016-05-10	09:50	14:10	04:20	10.0	10.5	1						NA
RSF16F01	2016-05-11	11:20	15:10	03:50	11.4	12.5	1						NA
RSF16F01	2016-05-12	12:00	15:20	03:20	13.9	14.2	1						NA
RSF16F01	2016-05-19	10:00	16:10	06:10	10.8	12.7	1						NA
RSF16F03	2016-05-09	13:20	17:45	04:25	8.5	10	1	2	1030	920	4250	M5	00201
RSF16F03	2016-05-09	13:20	17:45	04:25	8.5	10	1	3	1050	945	3700	M5	00202
RSF16F03	2016-05-10	10:15	13:50	03:35	10.0	10.5	1	4	1030	930	5600	M4	00204
RSF16F03	2016-05-11	11:40	15:10	03:30	11.4	12.5	1						NA
RSF16F03	2016-05-12	12:10	15:30	03:20	13.9	14.1	1	6	1260	1165	8420	M4	00208
RSF16F03	2016-05-19	10:30	15:35	05:05	10.8	12.7	1						NA
RSF16F05	2016-05-09	13:30	18:30	05:00	8.5	10	1						NA
RSF16F05	2016-05-10	10:35	14:30	03:55	10.0	10.5	1						NA
RSF16F05	2016-05-11	11:55	15:20	03:25	11.4	12.5	1	5	1095	1010	8040	M5	00206
RSF16F05	2016-05-12	12:20	15:40	03:20	13.9	14.1	1						NA
RSF16F05	2016-05-19	10:40	15:45	05:05	10.8	12.7	1						NA

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 le 8 juin 2016 dans la rivière Saint-François à Drummondville, printemps 2016

Secteur	Station	Latitude	Longitude	Profondeur du filet (m)*	Vitesse à l'embouchure du filet (m/s)	Nombre total de larves
2	RSF16DL03	45,915657	-72,49048	1.60	0.00	0
2	RSF16DL04	45,915775	-72,4907	1.55	0.00	0
2	RSF16DL05	45,91588	-72,490898	1.70	0.15	69
2	RSF16DL06	45,916023	-72,491173	1.00	0.10	0
2	RSF16DL08	45,917427	-72,493444	1.50	0.00	0
3	RSF16DL11	46,05603	-72,79739	NA	NA	0
3	RSF16DL12	46,05589	-72,79781	NA	NA	0
3	RSF16DL13	46,055	-72,79804	NA	NA	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 2016.

Date	Station	Nombre de larve ACFU	CPUE <sup>1</sup>	CPUE moyen journalier	Débit moyen journalier <sup>2</sup>
2016-05-26	RSF16DL03	0	0.0000	0.0156	79.36
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	8	0.0781		
	RSF16DL06	0	0.0000		
	RSF16DL08	0	0.0000		
2016-05-27	RSF16DL03	0	0.0000	0.0254	73.51
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	13	0.1270		
	RSF16DL06	0	0.0000		
	RSF16DL08	0	0.0000		
2016-05-28	RSF16DL03	0	0.0000	0.0469	70.90
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	24	0.2344		
	RSF16DL06	0	0.0000		
	RSF16DL08	0	0.0000		
2016-05-29	RSF16DL03	0	0.0000	0.0254	68.78
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	13	0.1270		
	RSF16DL06	0	0.0000		
	RSF16DL08	0	0.0000		
2016-05-30	RSF16DL03	0	0.0000	0.0117	66.72
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	6	0.0586		
	RSF16DL06	0	0.0000		
	RSF16DL08	0	0.0000		
2016-05-31	RSF16DL03	0	0.0000	0.0098	73.47
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	5	0.0488		
	RSF16DL06	0	0.0000		
	RSF16DL08	0	0.0000		
2016-06-01	RSF16DL03	0	0.0000	0.0000	63.40
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	0	0.0000		
	RSF16DL06	0	0.0000		
	RSF16DL08	0	0.0000		
2016-06-02	RSF16DL03	0	0.0000	0.0000	52.76
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	0	0.0000		
	RSF16DL06	0	0.0000		

2016-06-03	RSF16DL08	0	0.0000	0.0000	48.25
	RSF16DL03	0	0.0000		
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	0	0.0000		
	RSF16DL06	0	0.0000		
	RSF16DL08	0	0.0000		
2016-06-04	RSF16DL03	0	0.0000	0.0000	43.58
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	0	0.0000		
	RSF16DL06	0	0.0000		
	RSF16DL08	0	0.0000		
2016-06-05	RSF16DL03	0	0.0000	0.0000	51.76
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	0	0.0000		
	RSF16DL06	0	0.0000		
	RSF16DL08	0	0.0000		
2016-06-06	RSF16DL03	0	0.0000	0.0000	65.63
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	0	0.0000		
	RSF16DL06	0	0.0000		
	RSF16DL08	0	0.0000		
2016-06-07	RSF16DL03	0	0.0000	0.0000	100.72
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	0	0.0000		
	RSF16DL06	0	0.0000		
	RSF16DL08	0	0.0000		
2016-06-08	RSF16DL03	0	0.0000	0.0000	85.13
	RSF16DL04	0	0.0000		
	RSF16DL05	0	0.0000		
	RSF16DL06	0	0.0000		
	RSF16DL08	0	0.0000		

<sup>1</sup> **CPUE** (Captures par 100 m<sup>3</sup> d'eau filtrée) = **(N / V\*S\*T) \* 100**

N = Nombre de larves

V = Vitesse dans l'embouchure du filet (m/s)

S = Surface de l'embouchure du filet (0,79 m<sup>2</sup>)

T = Temps

<sup>2</sup> **(Débit moyen journalier)** Moyenne journalière des débits réels de la rivière provenant de données de la centrale de Drummondville d'Hydro-Québec

ANNEXE 7. Données de distance, de profondeur et de vitesses du courant prises le 8 juin 2016 des stations 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 2016.

Sous-Secteur	Station	Latitude	Longitude	Distance de la rive droite (m)	Distance entre les stations le long du transect (m)	Profondeur totale h (m)	Vitesse V <sub>1</sub> (m/s)	Vitesse V <sub>2</sub> (m/s)	Vitesse V <sub>3</sub> (m/s)	Vitesse moyenne (V <sub>1</sub> +(2*V <sub>2</sub> )+V <sub>3</sub> )/4 (m/s)	Surface sections (m <sup>2</sup> )	Débit q section (m <sup>3</sup> /s)
D	T1-00	45,915319	-72,48982	0		0		0		0.00	12.50	0.00
D	RSF16PR01	45,915452	-72,490086	25	25	1.00		0.00		0.00	19.60	0.98
D	RSF16PR02	45,915529	-72,49023	39	14	1.80		0.10		0.10	23.40	4.10
D	RSF16PR03	45,9156	-72,490369	52	13	1.80		0.25		0.25	30.60	6.50
D	RSF16PR04	45,915664	-72,49049	64	12	3.30	0.1	0.20	0.20	0.18	18.55	2.55
D	RSF16PR05	45,915705	-72,49056	71	7	2.00		0.10		0.10	24.60	2.46
D	RSF16PR06	45,915764	-72,490679	83	12	2.10	0.10	0.10	0.10	0.10	16.80	2.52
D	RSF16PR07	45,915805	-72,490753	90	7	2.70	0.10	0.10	0.50	0.20	28.05	6.84
D	RSF16PR08	45,915863	-72,490864	101	11	2.40	0.25	0.30	0.30	0.29	32.20	8.25
D	RSF16PR09	45,915938	-72,491007	115	14	2.20	0.20	0.20	0.30	0.23	10.75	2.55
D	RSF16PR10	45,915967	-72,491066	120	5	2.10	0.15	0.25	0.35	0.25	16.00	3.60
D	RSF16PR11	45,916011	-72,491149	128	8	1.90		0.20		0.20	13.50	2.36
D	RSF16PR12	45,91606	-72,49124	137	9	1.10		0.15		0.15	8.00	1.00
D	RSF16PR13	45,916098	-72,491314	145	8	0.90		0.10		0.10	11.00	0.55
D	RSF16PR14	45,916164	-72,491434	156	11	1.10		0.00		0.00	6.05	0.00
D	T1-99	45,916228	-72,491549	167	11	0.00		0.00		0.00		
E	T2-00	45,917126	-72,492919	0		0.00		0.00		0.00	6.30	0.00
E	RSF16PR15	45,917173	-72,493008	9	9	1.40		0.00		0.00	22.50	0.00
E	RSF16PR16	45,917277	-72,493186	27	18	1.10		0.00		0.00	27.90	0.00
E	RSF16PR17	45,917381	-72,493363	45	18	2.00		0.00		0.00	22.10	5.53
E	RSF16PR18	45,917453	-72,493487	58	13	1.40		0.50		0.50	31.90	7.98
E	RSF16PR19	45,917584	-72,493714	80	22	1.50		0.00		0.00	21.00	0.00
E	RSF16PR20	45,917664	-72,493852	94	14	1.50		0.00		0.00	18.40	0.00
E	RSF16PR21	45,917751	-72,494007	110	16	0.80		0.00		0.00	10.20	0.00
E	RSF16PR22	45,917825	-72,494132	122	12	0.90		0.00		0.00	10.20	0.00
E	RSF16PR23	45,917893	-72,494245	134	12	0.80		0.00		0.00	7.80	0.00
E	T2-99	45,917961	-72,494370	146	12	0.50		0.00		0.00		

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 2016.

Date	Station	Proportion du segment (% débit)	CPUE Associé au segment	CPUE Pondéré	Débit total moyen journalier (m³/s)	Débit moyen journalier Secteur 2 (m³/s)	Volume d'eau journalier (m³)	CPUE pondéré global	Nombre de larve absolu
2016-05-26	RSF16PR00	0.00	0	0.00	79.36	79.36	6856665.31	0.02	1636.31
	RSF16PR01	0.02	0	0.00		0.00			
	RSF16PR02	0.07	0	0.00		0.00			
	RSF16PR03	0.11	0	0.00		0.00			
	RSF16PR04	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR05	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR06	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR07	0.12	0.0781	0.01		0.00			
	RSF16PR08	0.14	0.0781	0.01		0.00			
	RSF16PR09	0.04	0.0781	0.00		0.00			
	RSF16PR10	0.06	0	0.00		0.00			
	RSF16PR11	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR12	0.02	0	0.00		0.00			
	RSF16PR13	0.01	0	0.00		0.00			
	RSF16PR14	0.00	0	0.00		0.00			
	T2-00	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR15	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR16	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR17	0.10	0	0.00		0.00			
	RSF16PR18	0.14	0	0.00		0.00			
	RSF16PR19	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR20	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR21	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR22	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR23	0.00	0	0.00		0.00			
2016-05-27	T1-00	0.00	0	0.00	73.51	73.51	6350840.93	0.04	2462.84
	RSF16PR01	0.02	0	0.00		0.00			
	RSF16PR02	0.07	0	0.00		0.00			
	RSF16PR03	0.11	0	0.00		0.00			
	RSF16PR04	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR05	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR06	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR07	0.12	0.126972965	0.02		0.00			
	RSF16PR08	0.14	0.126972965	0.02		0.00			
	RSF16PR09	0.04	0.126972965	0.01		0.00			
	RSF16PR10	0.06	0	0.00		0.00			
	RSF16PR11	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR12	0.02	0	0.00		0.00			
	RSF16PR13	0.01	0	0.00		0.00			
	RSF16PR14	0.00	0	0.00		0.00			
	T2-00	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR15	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR16	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR17	0.10	0	0.00		0.00			
	RSF16PR18	0.14	0	0.00		0.00			
	RSF16PR19	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR20	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR21	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR22	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR23	0.00	0	0.00		0.00			
2016-05-28	T1-00	0.00	0	0.00	70.90	70.90	6125468.19	0.07	4385.43
	RSF16PR01	0.02	0	0.00		0.00			
	RSF16PR02	0.07	0	0.00		0.00			

	RSF16PR03	0.11	0	0.00		0.00			
	RSF16PR04	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR05	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR06	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR07	0.12	0.234411627	0.03		0.00			
	RSF16PR08	0.14	0.234411627	0.03		0.00			
	RSF16PR09	0.04	0.234411627	0.01		0.00			
	RSF16PR10	0.06	0	0.00		0.00			
	RSF16PR11	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR12	0.02	0	0.00		0.00			
	RSF16PR13	0.01	0	0.00		0.00			
	RSF16PR14	0.00	0	0.00		0.00			
	T2-00	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR15	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR16	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR17	0.10	0	0.00		0.00			
	RSF16PR18	0.14	0	0.00		0.00			
	RSF16PR19	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR20	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR21	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR22	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR23	0.00	0	0.00		0.00			
	T1-00	0.00	0	0.00	68.78	68.78	5942648.62	0.04	2304.54
	RSF16PR01	0.02	0	0.00		0.00			
	RSF16PR02	0.07	0	0.00		0.00			
RSF16PR03	0.11	0	0.00		0.00				
RSF16PR04	0.04	0	0.00		0.00				
RSF16PR05	0.04	0	0.00		0.00				
RSF16PR06	0.04	0	0.00		0.00				
RSF16PR07	0.12	0.1270	0.02		0.00				
RSF16PR08	0.14	0.1270	0.02		0.00				
RSF16PR09	0.04	0.1270	0.01		0.00				
RSF16PR10	0.06	0	0.00		0.00				
RSF16PR11	0.04	0	0.00		0.00				
RSF16PR12	0.02	0	0.00		0.00				
RSF16PR13	0.01	0	0.00		0.00				
RSF16PR14	0.00	0	0.00		0.00				
T2-00	0.00	0	0.00		0.00				
RSF16PR15	0.00	0	0.00		0.00				
RSF16PR16	0.00	0	0.00		0.00				
RSF16PR17	0.10	0	0.00		0.00				
RSF16PR18	0.14	0	0.00		0.00				
RSF16PR19	0.00	0	0.00		0.00				
RSF16PR20	0.00	0	0.00		0.00				
RSF16PR21	0.00	0	0.00		0.00				
RSF16PR22	0.00	0	0.00		0.00				
RSF16PR23	0.00	0	0.00		0.00				
T1-00	0.00	0	0.00	66.72	66.72	5764492.18	0.02	1031.75	
RSF16PR01	0.02	0	0.00		0.00				
RSF16PR02	0.07	0	0.00		0.00				
RSF16PR03	0.11	0	0.00		0.00				
RSF16PR04	0.04	0	0.00		0.00				
RSF16PR05	0.04	0	0.00		0.00				
RSF16PR06	0.04	0	0.00		0.00				
RSF16PR07	0.12	0.058602907	0.01		0.00				
RSF16PR08	0.14	0.058602907	0.01		0.00				
RSF16PR09	0.04	0.058602907	0.00		0.00				
RSF16PR10	0.06	0	0.00		0.00				
RSF16PR11	0.04	0	0.00		0.00				
RSF16PR12	0.02	0	0.00		0.00				
RSF16PR13	0.01	0	0.00		0.00				
RSF16PR14	0.00	0	0.00		0.00				
T2-00	0.00	0	0.00		0.00				
RSF16PR15	0.00	0	0.00		0.00				
RSF16PR16	0.00	0	0.00		0.00				

	RSF16PR17	0.10	0	0.00		0.00			
	RSF16PR18	0.14	0	0.00		0.00			
	RSF16PR19	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR20	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR21	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR22	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR23	0.00	0	0.00		0.00			
	T1-00	0.00	0	0.00	73.47	73.47	6348128.09	0.01	946.84
	RSF16PR01	0.02	0	0.00		0.00			
	RSF16PR02	0.07	0	0.00		0.00			
	RSF16PR03	0.11	0	0.00		0.00			
	RSF16PR04	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR05	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR06	0.04	0	0.00		0.00			
	RSF16PR07	0.12	0.0488	0.01		0.00			
	RSF16PR08	0.14	0.0488	0.01		0.00			
	RSF16PR09	0.04	0.0488	0.00		0.00			
	RSF16PR10	0.06	0	0.00		0.00			
	RSF16PR11	0.04	0	0.00		0.00			
2016-05-31	RSF16PR12	0.02	0	0.00		0.00			
	RSF16PR13	0.01	0	0.00		0.00			
	RSF16PR14	0.00	0	0.00		0.00			
	T2-00	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR15	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR16	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR17	0.10	0	0.00		0.00			
	RSF16PR18	0.14	0	0.00		0.00			
	RSF16PR19	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR20	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR21	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR22	0.00	0	0.00		0.00			
	RSF16PR23	0.00	0	0.00		0.00			

ANNEXE 9. Recueil photographique de la réduction majeure de débit dans le bief aval de la centrale de Drummondville au printemps 2016.



Photo 1. Réservoir du barrage de la Chute-Hemmings le 12 mai 2016. Cela correspond au niveau d'eau après l'abaissement du bassin pour la pose annuelle des haussoirs; juste avant le moment où la centrale limite l'écoulement pour remonter le niveau à la normale estivale.



Photo 2. Réservoir du barrage de la Chute-Hemmings le 14 mai 2016. Le niveau avait déjà augmenté passablement.



Photo 3. Frayère d'esturgeon jaune (Secteur 1; Sous-secteur B) lors de la réduction majeure de débit dans le bief aval le 14 mai 2016.



Photo 4. Frayère d'esturgeon jaune (Secteur 1; Sous-secteur P122) lors de la réduction majeure de débit dans le bief aval 14 mai 2016.



Photo 5. Amont du bassin de Saint-Bonaventure lors de la réduction majeure de débit dans le bief aval le 14 mai 2016. Le bassin se situe entre le secteur 2 et le secteur 3.



Photo 6. Iles de Pierreville (secteur 3) lors de la réduction majeure de débit dans le bief aval 14 mai 2016.



Photo 7. Niveau estival du bassin de la Chute-Hemmings atteint le 16 mai 2016.



Photo 8. Le niveau d'eau du bief aval du barrage de Drummondville avait significativement augmenté le 16 mai 2016, par rapport au 14 mai 2016.