



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

Évaluation du succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville et influence des débits, printemps 2014.

Août 2015





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

Évaluation du succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville et influence des débits, printemps 2014.

Version finale

Août 2015

Référence à citer

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, Émilie Paquin et Remi Delhorme pour le Conseil des Abénakis d'Odanak. 42 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)

Chargé de projet

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

Analyse et rédaction

Michel La Haye

Émilie Paquin

Rémi Delhorme, étudiant en Master Ingénierie et Gestion de l'Eau et de l'environnement, Université de Limoges (France)

Relevés de terrain

Michel La Haye

Émilie Paquin

Luc Gauthier, technicien (Bureau environnement et terre d'Odanak)

Rémi Delhorme

Marion Thierry, étudiante en Master Ingénierie et Gestion de l'Eau et de l'environnement, Université de Limoges (France)

F. Carl Uhland, M. Sc. médecine vétérinaire

Sylvain Tremblay, biologiste, B. Sc.

Travaux de laboratoire

Émilie Paquin

Luc Gauthier

Rémi Delhorme

Marion Thierry

Sylvain Tremblay

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

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

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

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

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

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

Barbara Ann Watso, tri en laboratoire (communauté d'Odnanak)

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

Christine Gill, tri en laboratoire (communauté d'Odanak)

Cartographie

Émilie Paquin

Alex Perreault, technicien en géomatique (Grand Conseil de la Nation Waban Aki)

Édition

Émilie Paquin

Révision

Yves Mailhot, biologiste à la retraite (ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP))

Philippe Brodeur, biologiste (MFFP)

Dominique Bélanger, biologiste et conseillère en environnement (Hydro-Québec Production - Des Cascades)

Julie Benoit, Géographe et correctrice

REMERCIEMENTS

Cette étude a reçu l'appui de plusieurs personnes et organismes. En premier lieu, soulignons la contribution de monsieur Philippe Brodeur (biologiste du MFFP) lors de la préparation de l'étude, de l'exécution des travaux de terrain et de la révision du rapport; ses conseils ont été fort utiles et appréciés. Le Bureau environnement et terre d'Odanak tient aussi à remercier monsieur Yves Mailhot (biologiste du MRNF à la retraite) pour la révision du texte, de même que monsieur Michel La Haye (ichtyologiste à Enviro Science et Faune inc.) pour avoir gracieusement accepté de participer aux analyses et à la rédaction du rapport à l'étude.

De plus, nous tenons à souligner la contribution significative du stagiaire Remi Delhorme, étudiant en fin de Master en Ingénierie et Gestion de l'Eau et de l'environnement de l'Université de Limoges (France) qui a réalisé les analyses et certaines sections des chapitres sur l'abondance des larves et l'influence des débits et des patrons d'écoulement. Par la même occasion nous le remercions, ainsi que Marion Thierry (aussi stagiaire et étudiante dans le même programme) pour leur implication dans la préparation et la réalisation des travaux de terrains et sans qui tout ce travail n'aurait pu être accompli. Nous saluons aussi la patience et la générosité de l'équipe de tri de laboratoire qui a fait un excellent travail, souvent long et fastidieux.

L'accès au cours d'eau est toujours un facteur limitant lors d'études en milieu aquatique. Il en va de même pour l'entreposage du matériel de terrain, nous tenons donc à remercier chaleureusement monsieur Patrick Beaudry, chef d'exploitation du Service de l'ingénierie, division des eaux et usine d'épuration de la ville de Drummondville pour son soutien. M. Beaudry nous a facilité l'accès au bief d'aval de la centrale et nous a fourni un espace de rangement sécuritaire près des zones couvertes par l'étude. Dans le même ordre d'idée, nous tenons aussi à remercier monsieur Éric Verreault, directeur général du Village Québécois d'antan, de nous avoir permis d'accéder à la rivière Saint-François à partir des routes du parc.

Nos remerciements vont également à Hydro-Québec qui nous a gracieusement fourni les données de débit de la centrale hydroélectrique de Drummondville essentielles à nos analyses.

Nous tenons à souligner que cette étude n'aurait pas été possible sans le soutien financier de Pêches et Océans Canada, et ce, par l'intermédiaire du Fonds autochtone pour les espèces en péril (FAEP).

Enfin, nous sommes très reconnaissants envers notre chef Rick O'Bomsawin, nos conseillers Alexis Wawanoloath, Réjean O'Bomsawin, Mathieu Gauthier O'Bomsawin et Claire O'Bomsawin, notre directeur général Daniel G. Nolett et Michel Durand (gestionnaire foncier) du Conseil des Abénakis d'Odanak pour leur soutien au projet.

TABLE DES MATIÈRES

ÉQUIPE DE TRAVAIL	i
REMERCIEMENTS	ii
TABLE DES MATIÈRES.....	iv
LISTE DES CARTES.....	vi
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vi
LISTE DES ANNEXES	vii
1 RÉSUMÉ	1
2 MISE EN CONTEXTE	2
3 OBJECTIFS ET ZONE D'ÉTUDE	4
3.1 Objectifs.....	4
3.2 Zone d'étude	4
4 MATÉRIEL ET MÉTHODE	7
4.1 Localisation des sites de dépôt d'œufs	7
4.2 Estimation du nombre de géniteurs	10
4.2.1 Capture et manipulation des géniteurs	10
4.2.2 Abondance des géniteurs (CMR).....	11
4.3 Estimation du nombre de larves dérivantes	11
4.3.1 Capture des larves	11
4.3.2 Profil hydraulique de la rivière.....	12
4.3.3 Abondance des larves dérivantes.....	13
4.4 Évaluation du succès de la reproduction	14
4.5 Analyse des débits de la rivière Saint-François	14
5 RÉSULTATS	15
5.1 Localisation des sites de dépôt d'œufs et déroulement de la fraie	15
5.2 Caractéristiques physiques du site de dépôt d'œufs	17
5.3 Captures et estimation de l'abondance des géniteurs	17
5.4 Estimation de la production larvaire	19
5.4.1 Captures de larves par station	19
5.4.2 Profil hydrique de la rivière	21
5.4.3 Capture journalière et abondance totale des larves	21
5.5 Succès de la reproduction.....	22
5.6 Bilan de l'utilisation de la frayère de Drummondville	23
5.7 Influence des débits de la rivière Saint-François et des patrons d'écoulement dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville	25

5.7.1	Année 2012.....	25
5.7.2	Année 2014.....	26
6	DISCUSSION	29
6.1	Caractérisation de la fraie et du site de dépôt d'œufs	29
6.2	Estimation du nombre de géniteurs	30
6.3	Production larvaire et succès de la reproduction	31
6.4	Influence des débits et des patrons d'écoulement sur la dynamique de fraie et le succès de reproduction	33
6.4.1	Dynamique de fraie de l'esturgeon jaune dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville	33
6.4.2	Influence des débits et des patrons d'écoulement.....	34
7	CONCLUSION.....	37
8	RÉFÉRENCES	39

LISTE DES CARTES

Carte 1-	Zone d'étude	6
Carte 2-	Caractérisation de la frayère et pêches des géniteurs (Secteur 1) et suivi de la dérive larvaire (Secteur 2).....	9
Carte 3-	Stations et résultats des captures d'esturgeons jaunes et de la collecte d'oeufs.....	16
Carte 4-	Stations d'échantillonnage et récoltes des larves d'esturgeon jaune dérivantes	20
Carte 5-	Localisation des sites de dépôt d'oeufs d'esturgeons jaunes répertoriés de 1996 à 2014 et patrons d'écoulement dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville	24

LISTE DES FIGURES

Figure 1-	CPUE (n/100 m ³ d'eau filtrée) des larves d'esturgeon jaune dérivantes et débits journaliers (m ³ /s) au Sous-secteur E, rivière Saint-François, printemps 2014	22
Figure 2-	Débits (m ³ /s), totaux, déversés et turbinés, température de l'eau (°C), période de fraie et de la dérive larvaire de l'esturgeon jaune, du 5 mai au 8 juin 2012 et 2014, centrale de Drummondville, rivière Saint-François	28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-	Effort (nombre et jours) et période d'échantillonnage des œufs d'esturgeon jaune au moyen des ovocapteurs, frayères de Drummondville, printemps 2014	8
Tableau 2-	Stations et effort de pêche aux filets maillants dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville dans la rivière Saint-François au printemps 2014.....	10
Tableau 3-	Récoltes d'œufs d'esturgeon jaune, période de fraie et température de l'eau aux sous-secteurs de la frayère de Drummondville, rivière Saint-François, printemps 2014.....	17
Tableau 4-	Nombre d'esturgeons jaunes récoltés pour une première fois et recapturés par station d'échantillonnage au filet maillant, frayère de Drummondville, rivière Saint-François, printemps 2014	18
Tableau 5-	Estimation de l'abondance des esturgeons jaunes selon la méthode de Schnabel modifiée. C _t : captures totales; M _t : nombre total de spécimens marqués; R : nombre total de spécimens recapturés; I.C : Intervalle de confiance selon une distribution de fréquence de Poisson pour un coefficient de confiance de 0,95 (p=0,05) (Ricker 1975), frayère de Drummondville, rivière Saint-François, printemps 2014.....	18
Tableau 6-	Nombre de larves récoltées et capture par unité d'effort (n /100 m ³ d'eau filtrée) aux stations de dérive larvaire de la rivière Saint-François, secteur Drummondville, printemps 2014.....	19
Tableau 7-	Débits des sous-sections D et E, totaux calculés ou interpolés au moyen des profils hydriques réalisés le 24 mai et le 1 ^{er} juin 2014, débits réels de la rivière provenant de la centrale de Drummondville (Hydro-Québec), rivière Saint-François, printemps 2014	21
Tableau 8-	Résumé du patron d'écoulement dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville en fonction du débit total de la rivière provenant de l'amont et du mode de gestion de la centrale comprenant une description de l'écoulement dans les secteurs de dépôt d'œufs et des exemples tirés des études de 2012 et 2014 (figure 2).	27

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE 1-** Résultats des captures d'œufs d'esturgeon jaune obtenues à l'aide d'ovocapteurs dans le bief d'aval du barrage de Drummondville dans la rivière Saint-François, printemps 2014.
- ANNEXE 2-** Stations de pêche à l'esturgeon jaune aux filets maillants dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville dans la rivière Saint-François, printemps 2014.
- ANNEXE 3-** Description des stations de pêche aux filets maillants échantillonnées chaque jour de pêche et des captures d'esturgeons jaunes.
- ANNEXE 4A-** Résultat des captures totales de larves d'esturgeon jaune par station de dérive larvaire et données de profondeur prises le 1^{er} juin 2014 au site de chaque station et de vitesses de courant à l'embouchure des filets de dérive, rivière Saint-François secteur Drummondville, printemps 2014.
- ANNEXE 4B-** Nombre total des captures de larves d'esturgeon jaune par station et par jour, résultats des calculs des captures par unité d'effort (nombre / 100 m³ d'eau filtrée) aux stations de dérive larvaire et débits moyens journaliers de la rivière Saint-François, secteur Drummondville, printemps 2014.
- ANNEXE 5A-** Données de distance, de profondeur et de vitesse de stations le long du transect de dérive larvaire prises le 24 mai 2014 de la sous-section D et calcul de la vitesse moyenne, de la surface et du débit des sections de rivière comprises entre ces stations, rivière Saint-François secteur Drummondville, printemps 2014.
- ANNEXE 5B-** Données de distance, de profondeur et de vitesse moyenne de stations le long du transect de dérive larvaire prises le 24 mai 2014 du sous-secteur E et calcul de la surface et du débit des sections de rivière comprise entre ces stations, rivière Saint-François secteur Drummondville, printemps 2014.
- ANNEXE 5C-** Données de distance, de profondeur et de vitesse moyenne de stations le long du transect de dérive larvaire prises le 1^{er} juin 2014 du sous-secteur D et calcul de la surface et du débit des sections de rivière comprise entre ces stations, rivière Saint-François secteur Drummondville, printemps 2014.
- ANNEXE 6-** 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 du sous-secteur D permettant le calcul des CPUE pondérés globaux et du nombre de larves absolu d'esturgeon jaune produites dans le secteur de Drummondville dans la rivière Saint-François au printemps 2014.
- ANNEXE 7-** Carte des stations de collecte d'œufs échantillonnées aux printemps 2012 et 2014 ainsi que les résultats de présence ou d'absence d'œufs à chaque station et information sur les patrons d'écoulement dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville provenant de Roy, 1997.

1 RÉSUMÉ

La population d'esturgeon jaune du fleuve Saint-Laurent au Québec, comprise entre les barrages de Beauharnois et l'estuaire, montre des signes de rétablissement suite à une longue période de surexploitation durant les années 1980 et 1990. Ce rétablissement se traduit par le retour de géniteurs sur certaines frayères abandonnées par l'espèce durant les dernières décennies, ainsi que par une augmentation de la fréquentation de la frayère de la rivière des Prairies (RDP), la plus importante du système fluvial. Dans la rivière Saint-François, une première mention d'une frayère à esturgeon jaune à Drummondville, en 1996, a conduit à l'aménagement du site de fraie au début des années 2000. Le suivi de cette frayère reprend 10 ans plus tard grâce à l'implication de la communauté autochtone des Abénakis d'Odanak qui s'identifient à cet animal qu'ils considèrent comme étant mythique. C'est donc dans un esprit de conservation et en harmonie avec les efforts gouvernementaux visant le redressement de la population d'esturgeon jaune, que le Bureau environnement et terre du Conseil des Abénakis d'Odanak est depuis 2012 l'instigateur de projets visant à connaître l'utilisation de la rivière Saint-François et de la frayère de Drummondville par cette espèce. Les objectifs de ces travaux sont de documenter l'utilisation de la frayère, sa productivité et les facteurs influençant celle-ci.

Le but principal du présent projet est d'évaluer le succès de reproduction de l'esturgeon jaune dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville et d'étudier l'influence des débits et des patrons d'écoulement sur la dynamique de fraie. Plus précisément, les objectifs de l'étude sont de : 1 - localiser les sites de dépôts d'œufs et de décrire la dynamique de fraie, 2 - estimer le nombre de géniteurs mâles et femelles présents dans la zone d'étude, 3 - estimer le nombre de larves dérivantes d'esturgeon jaune produites à la frayère, 4 - évaluer le succès de reproduction, 5 - analyser l'influence des fluctuations de débit et des patrons d'écoulement de la rivière Saint-François sur la dynamique de fraie et le succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville.

Au printemps 2014, aux abords de la centrale hydroélectrique de Drummondville, la fraie s'est déroulée du 14 au 17 mai à des températures comprises entre 14 et 16 °C. Au total, 46 captures d'esturgeons jaunes (comprenant 2 femelles et 5 recaptures) ont été effectuées, et ce, principalement à proximité de la zone de dépôt d'œufs qui était située en dessous et en amont du pont du Curé-Marchand et qui est alimentée par l'eau déversée du déversoir du barrage de Drummondville. D'autres esturgeons jaunes ont été pêchés près du secteur de la frayère utilisée en 2012 situé directement en aval de la centrale et qui est alimenté par l'eau turbinée par la centrale hydroélectrique. L'estimation par l'indice de Schnabel de l'abondance du contingent de géniteurs donne 111 (57-418; 95 % I.C.) esturgeons jaunes en fraie comprenant 5 (3-20; 95 % I.C.) femelles. En fonction de l'équation de fécondité et de la masse des 2 femelles échantillonnées (moyenne de 14,55 kg), une estimation de 1 033 479 (529 989–3 875 546; 95 % I.C.) œufs ont potentiellement été pondus dans le secteur qui a été documenté durant le printemps 2014. Au total, 104 larves d'esturgeon jaune ont été capturées entre le 28 mai et le 7 juin dans principalement 4 stations de dérive larvaire. Situées sur un transect à 3,5 km en aval de la frayère, les 10 stations de dérive larvaire pouvaient collecter les larves produites dans tous les sites potentiels de dépôt d'œufs de la région de Drummondville, dont la grande majorité ont été couverts dans le cadre de cette étude. Le nombre moyen de captures par unité d'effort aux stations a varié entre 0,0027 et 0,0200 larve/m³ d'eau filtrée et le maximum enregistré a été de 0,0684 larve/m³ d'eau filtrée. En fonction du débit total de la rivière, un nombre de 24 094 larves auraient été produites à la frayère en 2014. Le taux de survie estimé entre les stades œuf et larve serait donc 2,33 %. Tous les objectifs de l'étude ont été atteints. Les estimations du nombre de femelles et du succès de la reproduction sont des résultats plausibles compte tenu des résultats obtenus au cours des suivis à la principale frayère du réseau fluvial située dans le bief d'aval de la centrale de la rivière des Prairies (RDP). Ces résultats ont permis de positionner la frayère de Drummondville par rapport à celle de RDP, ainsi que de donner au gestionnaire de la faune du Québec des outils afin de mieux encadrer la pêche sportive à l'esturgeon jaune pratiquée à ce site durant la fraie. À cet effet, un encadrement réglementaire adéquat est à prioriser dans le secteur sensible de la frayère de Drummondville, étant donné le nombre restreint de géniteurs présents et l'accessibilité des sites aux pêcheurs.

L'observation d'un déplacement des géniteurs et des captures, et ce, du secteur de la frayère utilisé au printemps 2012 vers un nouveau secteur de dépôt d'œufs au printemps 2014, coïncide avec une modification du patron d'écoulement dans le bief d'aval de la centrale. Cette modification a été occasionnée en partie par le transfert d'une portion de l'eau turbinée vers le déversoir du barrage par les gestionnaires de la centrale de Drummondville afin d'éviter une mortalité massive de chevaliers (*Moxostoma*) par le maintien d'un écoulement en aval du déversoir après la migration de ces poissons. Ce nouveau patron d'écoulements semble avoir attiré les géniteurs d'esturgeons jaunes en aval du déversoir. Le site de dépôt des œufs documenté en 2014 en aval du déversoir a ensuite été soumis à de fortes variations de débit en raison des grandes fluctuations de la rivière. Ceci pourrait avoir affecté le succès de la reproduction mesuré en 2014, mais l'ampleur de ces effets demeure inconnue. L'étude devra se poursuivre au cours des prochaines années, idéalement dans des conditions de débit variables, pour que ces effets puissent être quantifiés. Ces travaux se veulent une première étape vers une meilleure compréhension des effets des fluctuations de débit et de patron d'écoulement sur la frayère de Drummondville en documentant ces variations et leurs impacts potentiels notamment sur la localisation du dépôt des œufs et sur le taux de survie de l'œuf à la larve. Un des buts visés à long terme est l'amélioration de la gestion de l'écoulement de l'eau de la rivière et de la centrale de Drummondville, comme cela se fait en aval d'autres barrages hydroélectriques au Québec, et ce, afin d'y optimiser la fraie de l'esturgeon jaune.

2 MISE EN CONTEXTE

L'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) est un poisson ayant une situation particulière au Québec. En effet, il est commercialement exploité dans une section du fleuve Saint-Laurent comprise entre le barrage de Beauharnois et le début de l'estuaire, en plus d'être un attrait croissant pour les pêcheurs sportifs dans plusieurs points d'eau de la province. Par contre au niveau fédéral, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) l'a désignée « espèce menacée » pour l'Unité Grands Lacs – Haut Saint-Laurent (UD8) dans laquelle se trouvent les populations québécoises d'esturgeon jaune du fleuve Saint-Laurent et l'UD8 est en évaluation depuis 2006 pour être inscrite à l'Annexe 1 de la Loi sur les espèces en péril du Canada.

Au niveau provincial, l'esturgeon jaune est susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable au Québec. La situation des populations d'esturgeon jaune du fleuve Saint-Laurent a fait l'objet d'une évaluation par le gouvernement du Québec en 2013 (Dumont *et al.*, 2013) dans le cadre de la révision du plan de gestion de la pêche commerciale de l'esturgeon jaune dans ce cours d'eau. Les conclusions de cette révision sont qu'à l'opposé des 2 autres populations présentes dans le Saint-Laurent (la population du lac Saint-François et celle du lac des Deux Montagnes), la population comprise entre l'aval des barrages de Beauharnois et les eaux saumâtres du fleuve montre des signes de rétablissement. Faisant suite à une période de surexploitation survenue au cours des années 1980 et 1990, ce rétablissement est attribué, entre autres, à la productivité du système, à son grand territoire libre d'obstacle, ainsi qu'à la restauration de plusieurs frayères ayant eu pour effet d'augmenter leur productivité. De plus, les normes d'encadrements plus strictes de la pêche commerciale entamée en 2000 (réduction des prélèvements et resserrement des règles de contrôle) permettent aujourd'hui de maintenir cette pêcherie lucrative et augmentent les chances d'assurer la pérennité de cette population à long terme. Néanmoins, la sensibilité de l'espèce à l'exploitation en raison des particularités de son cycle vital (sa croissance lente, sa maturité tardive et son comportement grégaire) nécessite des efforts soutenus afin que cette population poursuive son rétablissement. Enfin, on mentionne également qu'un meilleur encadrement de la pêche sportive serait nécessaire afin de connaître et de réduire au besoin les impacts de celle-ci (Dumont *et al.*, 2013).

Le rétablissement de la population du couloir fluvial du fleuve Saint-Laurent s'est traduit, entre autres, par une augmentation de l'abondance des juvéniles, un recrutement annuel, le retour des géniteurs sur certaines frayères situées dans des tributaires du fleuve qui avaient été abandonnés depuis quelques décennies et une augmentation de la fréquentation de la principale frayère du système, soit celle de RDP. Pour sa part, la rivière Saint-François renferme une frayère dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville dont l'utilisation a été confirmée pour la première fois en 1996 (La Haye et Clermont, 1996). Un lien intime lie la communauté autochtone d'Odanak à la rivière Saint-François (ARSIKANTEG8 en langue abénakise), qui la borde, ainsi qu'à l'esturgeon jaune, un animal mythique (KABASA en langue abénakise) qui est le symbole de cette communauté depuis sa fondation il y a plus de 350 ans. Dans un esprit de conservation et en harmonie avec les efforts gouvernementaux visant le redressement de la population du fleuve, les Abénakis d'Odanak réalisent des projets de suivi de la fraie de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville.

Les études portant sur l'esturgeon jaune dans la rivière Saint-François remontent à Cuerrier qui publiait en 1966 un article sur les caractéristiques des géniteurs pêchés en 1947 et 1948 dans son embouchure. Par la suite, des inventaires généraux sur la faune ichtyenne réalisés de 1965 à 1974 ont permis la capture de quelques esturgeons jaunes, principalement en aval du barrage de Drummondville et à l'embouchure. À cette époque, la communauté d'esturgeons jaunes utilisant la rivière Saint-François montrait déjà des signes de déclin attribués probablement à l'état lamentable de la rivière selon les auteurs Mongeau et Legendre (1975). Par la suite, un projet de recherche ciblant spécifiquement l'esturgeon jaune dans la rivière Saint-François conduisait à la découverte d'une frayère à Drummondville en dessous du pont de La Traverse en 1996 (La Haye, 1996). À la suite de cette découverte, une étude hydrologique et géomorphologique du site a été réalisée (Roy *et al.*, 1997), ainsi que l'aménagement d'une frayère en eaux vives au pied de la centrale de Drummondville en 2001, en même

temps que la restauration de la frayère connue (Faucher et Abbott, 2001). Enfin l'année suivante, l'utilisation des secteurs aménagés était confirmée par la collecte d'œufs d'esturgeon jaune (Ouellet et Faucher, 2002). Néanmoins, les études réalisées entre 1996 et 2002 laissaient croire que l'utilisation par l'esturgeon jaune des frayères de ce secteur était faible et restreinte, et ce, possiblement en raison de la grande fluctuation du niveau d'eau ainsi que de sa mauvaise qualité. Au printemps 2012, des récoltes d'œufs ont permis de reconfirmer l'utilisation de quelques sites dans le bief d'aval de la centrale pour la fraie de l'esturgeon tandis que des pêches réalisées en 2013 permettaient de circonscrire et de décrire les habitats d'alimentation estivaux des adultes présents en aval de celle-ci (Bureau environnement et terre Odanak, 2012 et 2014). Durant ces travaux, il a été noté que de la pêche sportive à l'esturgeon était effectuée durant la fraie (la pêche de l'espèce étant permise dans cette zone à ce moment), ce qui peut nuire à son succès de reproduction.

Dans les travaux précédents du Bureau environnement et terre d'Odanak, comme mentionner auparavant par La Haye et Clermont en 1996 ainsi que par Mongeau et Legendre en 1975, il a été constaté que le régime hydrique de la rivière était très variable dans le secteur inférieur de la rivière Saint-François. En effet, la rivière Saint-François subit des fluctuations naturelles de débit importantes en raison du vaste territoire de son bassin versant. En plus des facteurs naturels, plus de 300 barrages sont répertoriés dans le bassin versant de la rivière Saint-François, dont 19 sont pour des usages hydroélectriques (CEHQ, 2014). Bien que les ouvrages hydroélectriques soient tous au fil de l'eau, à la différence du barrage de Drummondville qui possède des crêtes de déversement, quinze autres barrages possèdent des vannes de déversement (CEHQ, 2014). Ces barrages peuvent emmagasiner une certaine quantité d'eau qui n'est pas utilisée pour la production d'électricité en créant une retenue. Ils peuvent aussi faire des lâchées en ouvrant des vannes quand la retenue d'eau dépasse la cote maximale du barrage. De plus, mis à part 3 barrages appartenant à Hydro-Québec, tous les autres barrages hydroélectriques appartiennent à des propriétaires privés (ville de Sherbrooke, ville de Magog, ville de Coaticook, Hydro Bromptonville inc., Domtar inc., Boralex inc., S.E.C. Forces motrices) et sont donc gérés de manière indépendante (CEHQ, 2014).

En 2014, les travaux du Bureau environnement et terre d'Odanak concernent premièrement le niveau d'utilisation et la productivité de la frayère à esturgeon jaune de Drummondville par l'estimation du nombre de géniteurs, par la circonscription du dépôt des œufs et par l'estimation du succès de reproduction. Ces éléments permettront de situer l'importance de cette frayère par rapport à d'autres et principalement à celle de RDP, afin d'examiner notamment la pertinence de lui conférer le statut de sanctuaire de pêche. Ces travaux se concentrent deuxièmement sur l'influence des fluctuations de débit de la rivière Saint-François et des patrons d'écoulement sur la localisation des zones de dépôts d'œufs, l'abondance des géniteurs, la qualité du substrat ainsi que la superficie de fraie propice. Une meilleure connaissance de ces paramètres physiques pourrait permettre, si cela est jugé pertinent, d'instaurer des mesures de gestion afin d'optimiser la productivité de la frayère et d'améliorer le succès de production de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville.

Au niveau régional, une autre frayère à esturgeon jaune a été répertoriée en amont de la centrale de Drummondville au printemps 2014 (Sylvain Roy, biologiste au MFFP, communications personnelles). Quatre barrages ont été construits de 1901 à 1936 entre Bromptonville et le fleuve Saint-Laurent (d'aval en amont : barrage de Drummondville, Chute Hemming, Windsor et Laroche à Bromptonville). La construction de ces barrages a eu pour effet de morceler l'habitat de l'esturgeon jaune. Depuis qu'ils sont en opération, les poissons du fleuve peuvent circuler jusqu'au barrage de Drummondville pour se reproduire, alors que la population située entre la centrale de Drummondville et celui de Bromptonville y est confinée. Ceci renforce la nécessité de mieux connaître l'influence de la gestion hydrique sur la dynamique de la fraie et sur le succès de la reproduction de l'espèce.

3 OBJECTIFS ET ZONE D'ÉTUDE

3.1 Objectifs

L'objectif principal du suivi est d'évaluer le succès de reproduction de l'esturgeon jaune dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville. En second lieu, l'étude doit permettre d'étudier l'influence des fluctuations de débit la rivière Saint-François et des patrons d'écoulement sur la dynamique de fraie et le succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville. Plus spécifiquement, les objectifs de l'étude sont :

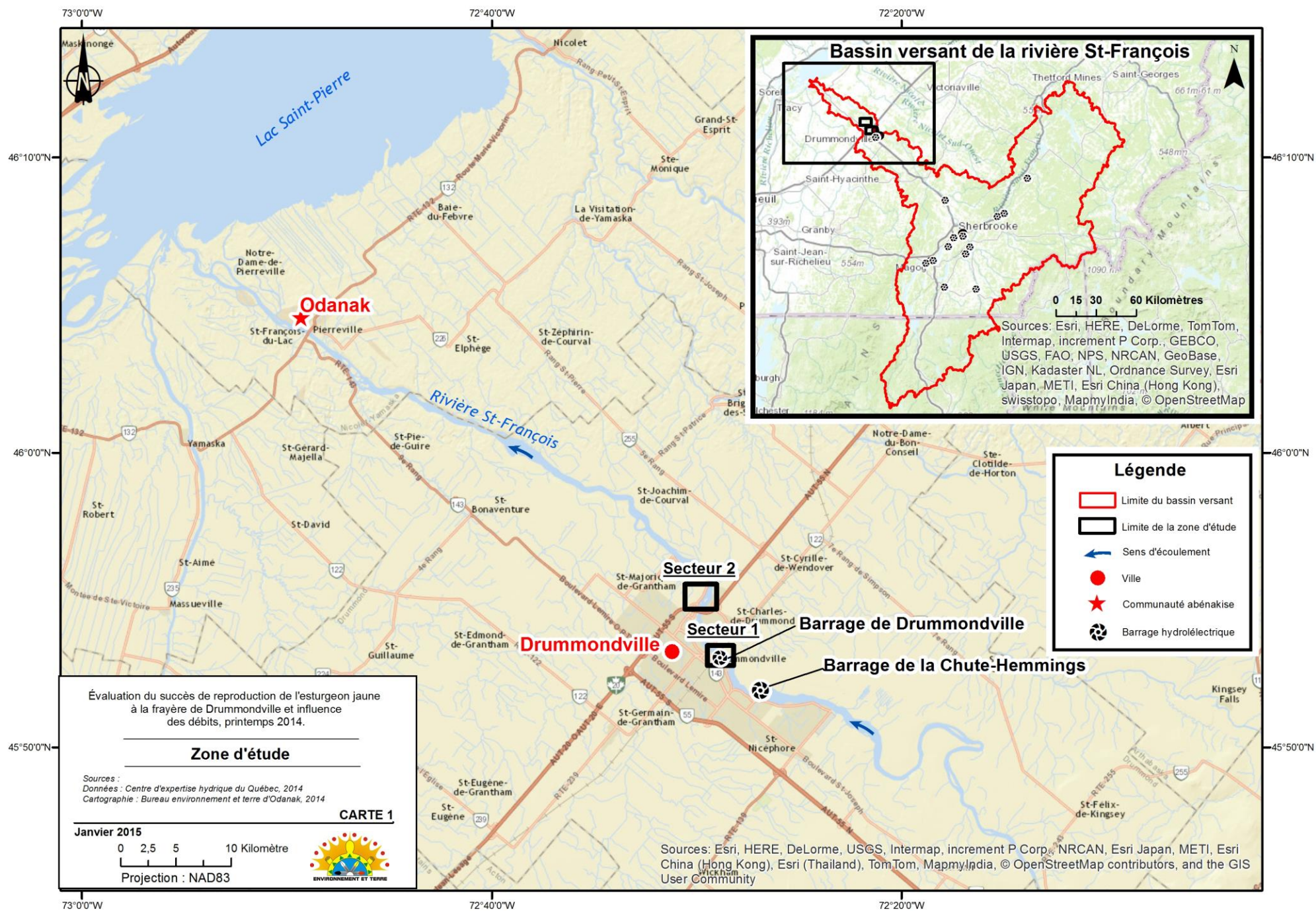
1. Localiser le ou les sites de dépôt d'œufs et de décrire la dynamique de fraie de l'esturgeon jaune dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville par la collecte d'œufs et l'observation des géniteurs.
2. Estimer le nombre de géniteurs mâles et de femelles présents dans la zone d'étude par une étude de capture marquage et recapture (CMR) et par le sexage des esturgeons jaunes capturés.
3. Estimer le nombre de larves dérivantes produites à la frayère de Drummondville par l'étude de la dérive larvaire.
4. Évaluer le succès de reproduction dans la zone d'étude, d'abord par l'estimation du nombre d'œufs potentiellement déposés à la zone d'étude selon l'estimation du taux de fécondité et de l'abondance des femelles, et ensuite par le ratio entre l'estimation du nombre d'œufs potentiellement déposés dans la zone d'étude et l'estimation du nombre de larves dérivantes produites à la frayère.
5. Analyser l'influence des fluctuations de débit de la rivière Saint-François et des patrons d'écoulement sur la dynamique de fraie et le succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville.

3.2 Zone d'étude

Le bassin versant de la rivière Saint-François, situé au sud du Québec, draine une superficie de 10 228 km². D'une longueur de 240 km, cette rivière prend sa source dans le Grand lac Saint-François et se jette à la tête du lac Saint-Pierre. Le régime hydrologique de cette rivière est soumis à deux types de régulations, d'une part, une naturelle très importante causée par la présence de nombreux lacs (Aylmer, Massawippi, Memphrémagog et Coaticook), et, d'autre part, une autre artificielle, due à plus de 300 barrages, dont 19 pour la production hydroélectrique (CEHQ, 2014). Ses principaux tributaires sont les rivières Magog, Eaton, Massawippi, Coaticook et Au Saumon (COGESAF, 2006).

Cette étude couvre le bief d'aval de la centrale de Drummondville dans la municipalité du même nom qui est située dans le cours inférieur de la rivière Saint-François à environ 50 km de son embouchure avec le fleuve Saint-Laurent (carte 1). La zone d'étude se divise en deux secteurs séparés de 3,5 km, soit en amont le secteur 1 qui renferme la frayère ainsi que le secteur 2 où s'est déroulé le suivi de la dérive larvaire. Le secteur 1 est soumis à l'influence du barrage hydroélectrique de Drummondville (construit en 1919) qui possède deux crêtes déversantes permettant de concentrer l'eau au niveau de la centrale au fil de l'eau. La cote maximale du barrage est de 81,44 m ; au-delà de cette cote, l'eau se déverse par-dessus les crêtes à partir du déversoir (CEHQ, 2014). Un total de 4 turbines gèrent un débit maximal de 200 m³/s et permettent une production annuelle

d'électricité de 14,6 MW (Roy *et al.*, 1997). Le débit excédant la capacité maximale de turbinage de la centrale s'écoule du déversoir en rive droite de la rivière. Cette centrale et celle de la chute Hemming, aussi dans la municipalité de Drummondville, sont les plus importantes du bassin versant de la rivière Saint-François produisant à elles seules 35 MW (plus de 40 % de la production totale du bassin versant) (COGESAF, 2006). Mentionnons que les esturgeons jaunes du fleuve Saint-Laurent peuvent circuler jusqu'au barrage de Drummondville pour se reproduire.



4 MATÉRIEL ET MÉTHODE

4.1 Localisation des sites de dépôt d'œufs

La fraie de l'esturgeon jaune débute habituellement quand la température de l'eau atteint environ 10 °C. La température de fraie peut varier selon que le printemps est hâtif ou tardif. De plus, la fraie peut être interrompue à l'occasion d'un refroidissement important. Un suivi de l'utilisation des frayères à esturgeon jaune dans le bief d'aval a été réalisé au printemps 2014 par un échantillonnage des œufs et par l'observation des comportements de fraie des géniteurs (Secteur 1; Sous-secteurs A, B et C; carte 2). Les sites présentant un bon potentiel de fraie et ceux utilisés en 2012 ont été échantillonnés à l'aide d'ovocapteurs (trappes à œufs), installés à gué et en embarcation.

La température de l'eau a d'abord été suivie à partir du mois d'avril sur le site internet de l'Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL) afin d'avoir un aperçu de l'évolution des températures de l'eau du fleuve. La température de l'eau de la rivière Saint-François a ensuite été prise quotidiennement (dès la mi-avril) dans la région d'Odanak à l'aide d'un thermographe HANNA Checktemp ($1 \pm 0,1$ °C). Enfin, lors des travaux sur le terrain, les températures de l'eau ont été prises plusieurs fois par jour à la surface de la rivière à partir de l'embarcation dans la zone d'étude.

L'installation des ovocapteurs s'est faite à partir du 12 mai 2014 en raison de la hausse des températures de l'eau et de l'observation de sauts d'esturgeons dans la zone d'étude. L'ovocapteur est composé d'un bloc de ciment (parpaing de 101 mm X 203 mm X 406 mm) entouré d'une bande de filtre à air (fibres animales recouvertes de latex). Il est relié à la surface à l'aide d'une corde et d'une ou plusieurs bouées (répertoire photographique). Mis au point au départ par des biologistes américains pour couvrir des milieux rapides et profonds, l'ovocapteur a ensuite été utilisé et perfectionné par La Haye *et al.* (2000) au printemps 1999 pour évaluer l'utilisation d'une frayère à esturgeon jaune aménagée dans le canal de fuite no 1 de la centrale de Beauharnois. Il a ensuite été utilisé pour localiser une frayère naturelle de l'espèce en amont des rapides de Lachine en 2001 (La Haye et Clermont, 2003) et de nouveau en 2003 (La Haye *et al.*, 2003). Au printemps 2014, la superficie des frayères connues a été échantillonnée avec une densité optimale de trappes à œufs déterminée lors du second suivi en amont des rapides de Lachine, soit tous les 5 à 10 m². Selon l'importance des sites à couvrir, de 12 à 18 engins ont été utilisés dans chaque zone (tableau 1). La fréquence des levées a varié de 2 à 3 jours sur l'ensemble des sites. Les œufs provenant de toutes les espèces ont été identifiés et dénombrés sur le terrain, puis remis dans la rivière sauf quelques échantillons qui ont été conservés dans des fioles remplies d'éthanol 90 % (répertoire photographique). L'habitat situé aux environs de chaque ovocapteur a été décrit sommairement (profondeur, vitesse de courant et composition du substrat).

L'effort d'échantillonnage a été le plus systématique possible durant la totalité de la période de fraie de l'esturgeon. En effet, tous les secteurs du bief d'aval accessibles et caractérisés par un écoulement propice pour la fraie de l'esturgeon jaune ont été couverts par des stations de collecte d'œufs. Le secteur en aval immédiat de la centrale (Sous-secteur A), utilisé comme site de dépôt d'œufs au printemps 2012, a été couvert par 18 ovocapteurs du 12 au 21 mai. En ce qui concerne le Sous-secteur B, en aval du déversoir, 15 ovocapteurs ont d'abord été déployés le 12 mai en aval du pont du Curé-Marchand en rive droite. Une forte diminution du débit à partir du déversoir a nécessité la reconfiguration de ces stations. Ces ovocapteurs, qui étaient alors dans une zone de faible courant et pratiquement asséchés, ont été relocalisés le 15 mai. Neuf ont été repositionnés plus haut dans un secteur auparavant inaccessible en raison du débit trop élevé, soit en amont et en dessous du pont du Curé-Marchand. Enfin, pour mieux couvrir le Sous-secteur B, 4 stations ont été ajoutées le 16 mai. Les 6

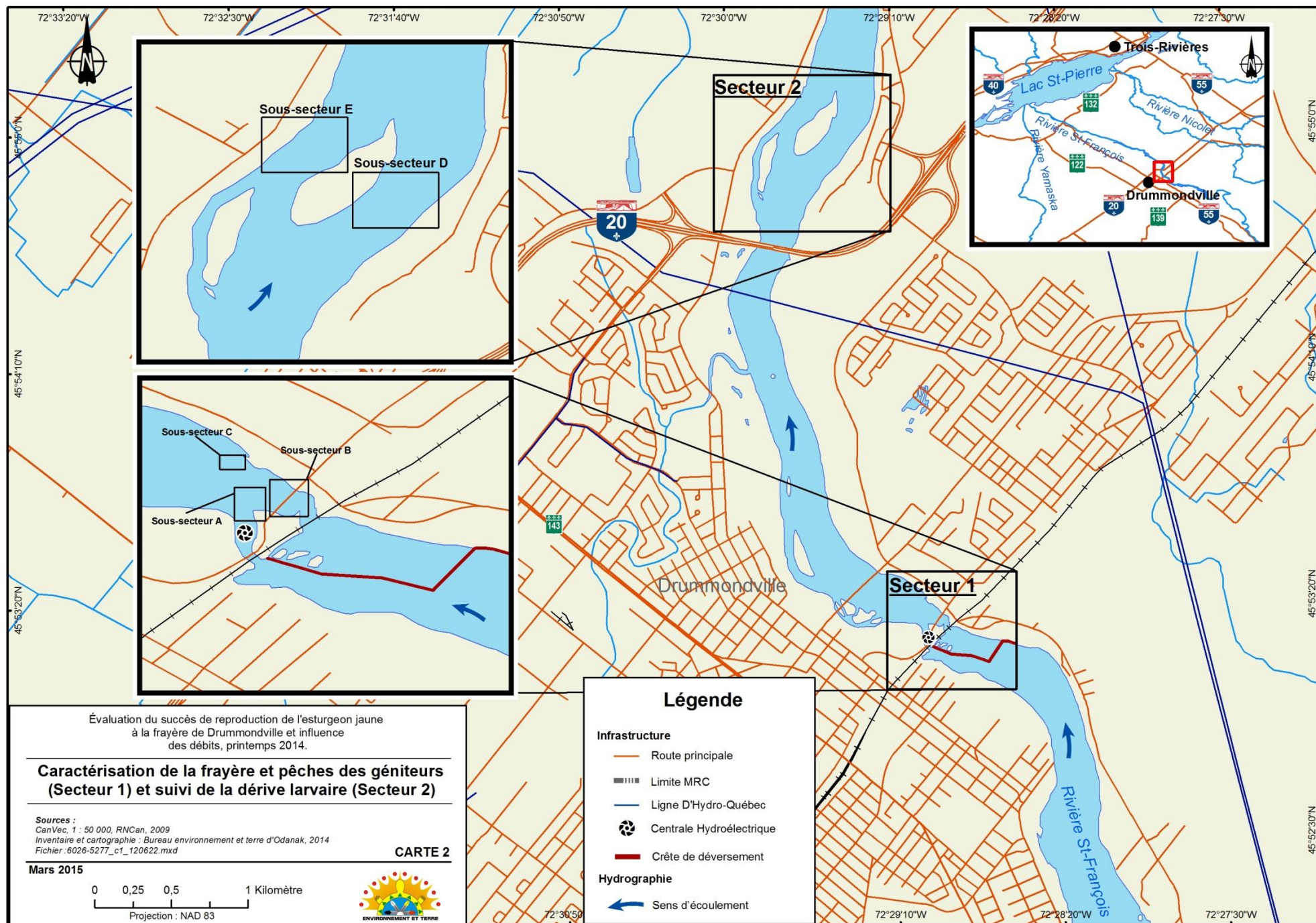
stations restantes ont été repositionnées plus en aval avec 6 nouvelles stations pour couvrir un secteur potentiellement propice pour la fraie de l'esturgeon jaune mis en évidence par la forte diminution du débit déversé (Sous-secteur C). Les stations présentes dans les Sous-secteurs B et C ont été retirées lorsque la fin de la fraie a été confirmée le 20 ou le 21 mai.

Tableau 1- Effort (nombre et jours) et période d'échantillonnage des œufs d'esturgeon jaune au moyen des ovocapteurs, frayère de Drummondville, printemps 2014

Sous-secteur	Stations	Nombre	Effort (jours)	Période
A	1 à 18	18	9	12 au 21 mai
	19 à 33	15	3	12 au 15 mai
B	34 à 42	9	6	15 au 21 mai
	43 à 46	4	5	16 au 21 mai
C	47 à 58	12	5	15 au 20 mai

Un autre site de dépôt d'œufs d'esturgeon jaune localisé sous le pont de La Traverse (route 122), confirmé par de la collecte d'œufs en 1996 (La Haye, 1996) et 2002 (Ouellet et Faucher, 2002), n'a pas été couvert en raison de la difficulté d'accès et des moyens limités de l'équipe pour réaliser l'ensemble des objectifs de l'étude. Des observations quotidiennes durant la fraie ont tout de même été réalisées à partir du pont de la route 122 et de la rive afin d'observer de l'activité de fraie.

La délimitation et le calcul de la superficie de la frayère ont été effectués en encerclant les stations d'ovocapteurs ayant récolté des œufs viables d'esturgeon jaune au moyen du logiciel de ArcGIS10.2 (fonction calcul de la géométrie).



4.2 Estimation du nombre de géniteurs

4.2.1 Capture et manipulation des géniteurs

Des pêches au moyen de filets maillants ont été effectuées entre le 12 et le 20 mai 2014 dans le secteur 1 situé dans la partie amont du bief d'aval de la centrale de Drummondville (carte 2) (répertoire photographique). Ces pêches avaient deux objectifs ; premièrement celui de suivre le déroulement de la fraie dans ce secteur par la détermination des stades de maturité des esturgeons récoltés, et deuxièmement de procéder à l'estimation de l'abondance des géniteurs mâles et femelles au moyen d'une campagne de capture-marquage-recapture (CMR) et du sexage des captures. Deux filets maillants de maille étirée de 203 et 241 mm ont été utilisés. Ils ont une longueur de 30,48 m et sont fabriqués de nylon tordu (multifilament) de gros diamètre pour éviter les blessures lors de la capture et de la levée du filet. Celui de 203 mm de maille étirée (F125) a été le plus utilisé (hauteur : 1,82 m). La hauteur du second filet (F303) est de 2,43 m. Ils ont été placés dans les fosses situées à proximité des sites de dépôt d'œufs potentiels, mais en prenant soin d'éviter les concentrations de géniteurs pour ne pas nuire au bon déroulement de la fraie. Les filets ont été tendus parallèlement au courant de 1,75 à 7,40 heures par jour. Ils ont été visités, après un maximum de 3 heures de pêche consécutives afin de réduire les risques de blessures et d'épuisement des poissons. Au total, 10 sites de pêches différents ont été couverts entre le 12 et le 20 mai (tableau 2). Leur emplacement et leur nombre ont évolué dans le temps en raison des modifications de l'écoulement et des activités de fraie des poissons, mais l'effort de pêche a été maintenu à un niveau comparable entre les jours de pêche.

Tableau 2- Stations et effort de pêche aux filets maillants dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville dans la rivière Saint-François, au printemps 2014.

Station	Type de Filet	Date de pêche (mai 2014)	Total d'heures de pêche (h)
1	F125	12, 13, 14, 15, 16, 17, 20	36,5
2	F303	12	2,8
3	F303-F125	13, 14, 15, 16, 17	27,7
4	F125	13, 14	5,7
5	F303	13, 14, 15	7,9
6	F303	15	4,0
7	F303	16	2,6
8	F303	16, 17, 20	13,7
9	F125	20	5,5
10	F303	20	5,8

Les esturgeons capturés ont été conservés dans un bac rempli d'eau fraîche dans l'embarcation de pêche avant leurs manipulations ou dans une cage de rétention placée à même la rivière (rive droite) lorsqu'ils étaient trop nombreux. Chaque individu a été mesuré (mm; longueur totale et à la fourche), pesé (kg) (répertoire photographique) et muni d'une étiquette en forme de T (t-bar tag) numérotée individuellement insérée dans la partie postérieure de la base de la nageoire dorsale. Le sexe et la maturité sexuelle ont été déterminés selon deux approches, d'abord par exclusion des gamètes en exerçant des pressions sur l'abdomen du poisson (répertoire photographique) ou, lorsque cette méthode ne donnait aucun résultat, au moyen d'une biopsie réalisée par un vétérinaire. En accord avec le protocole de bons soins aux animaux soumis au Conseil canadien

de Protection des Animaux (CCPA), la biopsie a consisté à pratiquer une petite incision de 3 mm de longueur dans l'abdomen à l'aide d'un scalpel dans laquelle une canule creuse a ensuite été insérée pour prélever un échantillon de gonade (répertoire photographique). Cette méthode est particulièrement efficace pour identifier les femelles qui laissent rarement échapper leurs œufs par pressions abdominales. Les incisions ont été refermées au moyen d'un point de suture (répertoire photographique). Après ces manipulations, chaque esturgeon a été remis à l'eau près de la rive et légèrement maintenu en place tant qu'il ne montrait pas des signes évidents de récupérations (tonus musculaire, battement de queue, stabilité et équilibre latéral).

Pour les recaptures, seul le numéro d'étiquette a été noté après le démaillage du poisson qui a aussitôt été remis en liberté à partir de l'embarcation.

4.2.2 Abondance des géniteurs (CMR)

La méthode de calcul utilisée pour l'estimation de l'abondance des géniteurs est celle de Schnabel (équation modifiée, Ricker, 1975). Cette méthode a été employée par Thibodeau *et al.* (1999) dans le cadre du suivi de l'évolution des caractéristiques des esturgeons jaunes à la frayère de la rivière des Prairies entre 1983 et 1996 et lors des suivis subséquents (Dumont *et al.*, 2011; Fortin *et al.*, 2002). Étant donné la dimension restreinte du secteur 1, où se sont déroulées toutes les pêches, on peut considérer les résultats des 10 sites dans le calcul d'abondance. La journée d'échantillonnage a été l'unité temporelle retenue.

L'intervalle de confiance a été calculé en considérant le nombre de recaptures totales comme une variable de poisson (Ricker, 1975). Comme le mentionne Thibodeau *et al.* (1999), une estimation d'abondance de Seber Jolly, utilisée dans le cadre de groupement ouvert, où les poissons sont libres de circuler de part et d'autre de la zone de pêche (comme dans le cas du présent suivi) aurait été plus appropriée. Néanmoins, le faible taux de recapture obtenu en 2014 ne permet pas son utilisation.

4.3 Estimation du nombre de larves dérivantes

4.3.1 Capture des larves

L'échantillonnage a été effectué au moyen de filets de dérive conique à ouverture circulaire de 1 m de diamètre et de 4,2 m de longueur (mailles des filets de 0,75 mm) munis à leur extrémité d'un godet de 100 mm de diamètre (maille de 0,3 mm) qui sert à retenir les larves. Au total, 10 filets retenus par 2 ancrs ont été disposés à environ tous les 25 m le long d'un transect à 3,5 km en aval de la frayère en face du parc des Voltigeurs dans la municipalité de Drummondville (secteur 2; carte 2) (répertoire photographique). La position du filet le long du mouillage a été ajustée de manière à couvrir le centre de la colonne d'eau dont la profondeur variait entre 1,5 et 3,5 m. Les filets ont été relevés et les godets vidés de leur contenu tous les matins du 24 mai au 10 juin 2014 (répertoire photographique).

Les 3 stations couvrant le chenal secondaire de la rivière à gauche de l'île (secteur 2, Sous-secteur E; carte 2) ont été abandonnées le 1^{er} juin en raison de l'absence de capture dans ces stations alors que des larves étaient récoltées depuis 4 jours dans les autres filets localisés dans le chenal principal. De plus, ces filets accumulaient une trop grande quantité de débris entre chaque levée. Il a été démontré par la réalisation du profil hydrique de

l'ensemble de la rivière le 24 mai qu'une faible portion du débit total de la rivière (environ 15 %) passait par ce petit chenal.

Le matériel présent dans le godet ainsi que dans le reste du filet a été vidé dans des pots conservés ensuite au frais. À chaque levée, les filets ont été nettoyés avant d'être remis en place (répertoire photographique). Les pots contenant le matériel de dérive ont ensuite été acheminés au laboratoire du Bureau environnement et terre d'Odanak et remisés dans un réfrigérateur. Étant donné le grand volume recueilli quotidiennement, le tri du matériel de dérive a nécessité la participation de plus de 10 personnes issues de la communauté d'Odanak (répertoire photographique). Les larves d'esturgeon jaune vivantes au moment du tri ont été remises à l'eau dans la rivière Saint-François, en face d'Odanak, alors que les autres larves ont été conservées dans de l'éthanol 90 % afin de pouvoir être identifiées ultérieurement (répertoire photographique).

4.3.2 Profil hydraulique de la rivière

Le profil hydraulique du transect de la rivière a été réalisé le 24 mai (Sous-secteurs D et E, secteur 2; carte 2) et le 1^{er} juin (Sous-secteur D seulement, secteur 2; carte 2), et ce, afin de déterminer précisément le débit du cours d'eau en différent endroit et le débit total en utilisant la méthode d'exploration des champs de vitesse. Cette méthode consiste à mesurer la vitesse d'écoulement en différents points du cours d'eau ainsi que la profondeur afin de calculer le débit qui est la vitesse de courant (m/s) multiplié par la surface mouillée (m²). Pour ce faire, des mesures de vitesse de courant ont été prises à l'aide d'un débitmètre digital de marque General Oceanics à tous les 7 m (distance moyenne) de long d'un transect à 0,2 (V₁), 0,6 (V₂) et 0,8 (V₃) fois la profondeur du cours d'eau lorsque celle-ci était supérieure à 2 m ou seulement à 0,6 (V₂) fois en deçà de cette profondeur. Afin de corriger les décalages des points reliés à la prise de donnée sur le terrain, les points ont d'abord été rapportés sur le transect dans le logiciel ArcGIS10.2. Le cours d'eau a ensuite été séparé en sections correspondant à un rectangle qui représente la surface mouillée, la largeur étant la distance entre deux points sur le transect et la longueur correspondant à la profondeur de la rivière à ce point. La vitesse moyenne de la colonne d'eau de chaque segment de rivière a ensuite été calculée par l'équation suivante (La Haye, 2003) :

$$V_{\text{moy colonne d'eau}} = \frac{V_1 + (2 \cdot V_2) + V_3}{4}$$

Les résultats des débits du 24 mai calculés par cette méthode pour les Sous-secteurs D, E et total ont été utilisés pour extrapoler les valeurs de débits du Sous-secteur E et total pour le 1^{er} juin. Ces valeurs ont ensuite été comparées avec les données réelles de débit de la rivière fournies par Hydro-Québec à la centrale de Drummondville à des fins de validation. La valeur calculée du débit total de la rivière le 1^{er} juin de 214 m³/s est, en effet, très similaire à la valeur du débit total moyen pour la journée du 1^{er} juin provenant du barrage de Drummondville situé 3,5 km en amont qui est de 218 m³/s.

4.3.3 Abondance des larves dérivantes

L'abondance des larves d'esturgeon jaune dérivantes a été estimée selon l'approche utilisée par Garceau et Bilodeau (2004) à partir du nombre de captures quotidien dans le courant et du profil hydraulique de la rivière. Tout d'abord, les captures par unité d'effort (CPUE par 100 m³ d'eau filtrée) de chaque filet de dérive de chaque jour ont été calculées selon l'équation suivante (tirée de Garceau et Bilodeau, 2004) :

$$CPUE = \frac{N_i}{V_i * S_i * T_i} * 100$$

Où « N_i » est le nombre de larves capturées le jour i , « V_i » la vitesse du courant (m/s) au jour i , « S_i » la surface du filet (m²) utilisé le jour i , et « T_i » le temps de pêche (secondes) le jour i . Il est à noter que la vitesse de courant au centre de l'ouverture des filets a été prise seulement ponctuellement au moment de faire les profils hydrauliques à l'aide du débitmètre pour des raisons logistiques. Les vitesses mesurées le 1^{er} juin ont ainsi été utilisées comme V_i puisque le débit de la rivière à ce moment était très près du débit moyen de la période de dérive larvaire. De plus, puisque les filets étaient vidés tous les matins vers 9 h le T_i utilisé est de 86 400 secondes (24 h). Ensuite, un flux de larves (CPUE) est associé ou interpolé à des segments de rivière (qui sont ici les 28 sections du profil hydraulique du 1^{er} juin) en utilisant la valeur de CPUE la plus proche. Par la suite, le ratio entre la surface du segment et la surface totale du cours d'eau (addition de tous les segments de rivière) permet de pondérer les CPUE journaliers de chaque segment (CPUE_{pond}). Un ratio estimé à partir des données

$$N_i = \frac{(CPUE_{gx}) * V_{xy}}{100}$$

du 1^{er} juin est utilisé dans ce cas-ci étant donné que des mesures journalières ne sont pas disponibles. Ensuite, pour chaque jour, ces CPUE_{pond} sont additionnés donnant un CPUE_{pond} global (CPUE_g) par jour. Le nombre de larves absolu (N_i) est finalement estimé en utilisant la formule suivante (Garceau et Bilodeau, 2004) :

où le « CPUE_{gx} » est la somme des CPUE_g et le « V_{xy} » est la somme des volumes d'eau de la rivière pour chaque jour calculé à partir du débit total moyen journalier de la centrale de Drummondville. À cette fin, les données de débit de la centrale ont été fournies par Hydro-Québec. De plus, le ratio entre le débit du Sous-secteur D et le débit total de la rivière calculé dans le cadre du profil hydraulique du 24 mai est utilisé pour extrapoler le volume d'eau passant uniquement dans le Sous-secteur D (le Sous-secteur E ayant été abandonné le 1^{er} juin).

4.4 Évaluation du succès de la reproduction

Le succès de la reproduction repose sur le rapport de l'estimation de l'abondance absolue de larves en dérive à celui de l'abondance absolue des œufs potentiellement déposés. Les méthodes de calculs de l'abondance absolue des larves (N_l) ont été décrites à la section 4.3.3 ci-dessus.

L'évaluation du dépôt potentiel des œufs suit deux étapes, soit l'estimation d'abondance des femelles et le calcul de dépôt d'œufs individuel en fonction de la fécondité. Rappelons que l'abondance absolue des femelles a été estimée par la méthode de Schnabel (section 4.2.2). Pour l'évaluation de nombre d'œufs déposés, la méthode décrite par Thibodeau *et al.* (1999) a été simplifiée étant donnée le faible nombre de femelles matures capturées. Plutôt que de ventiler les captures par classes de 5 cm par catégorie d'esturgeon, le nombre d'œufs (N_o) a été extrapolé directement à partir de l'équation fécondité — masse des femelles esturgeon jaune du Québec donnée par Fortin *et al.* (1992) et la masse moyenne des femelles capturées comme suit :

$$N_o = -1\,192,2 + 13\,079 \text{ masse (kg)} \quad (N=16; R^2=0,94).$$

La fécondité individuelle ainsi obtenue a ensuite été multipliée par le nombre absolu de femelles évalué par la campagne de CMR pour obtenir le nombre d'œufs potentiellement déposés sur la frayère.

Finalement, en considérant que le sexe et la maturité de tous les individus capturés ont bien été identifiés et qu'il existe peu de probabilité qu'une femelle n'ait pas été reconnue, le succès de la reproduction a été calculé directement à partir du rapport de l'estimation d'abondance absolue des larves dérivantes (N_l) à celle de l'abondance des œufs potentiellement déposés (N_o).

4.5 Analyse des débits de la rivière Saint-François

Une analyse des variations de débit turbiné versus déversé et de dépôt des œufs (chronologie et localisation) a été réalisée grâce aux données fournies par la centrale hydroélectrique de Drummondville et des campagnes de collecte d'œufs de 2012 (Bureau environnement et terre d'Odanak, 2012) et 2014. Pour ce faire, les débits turbinés, déversés et totaux au pas de temps de 5 minutes pour l'ensemble de l'année 2012 et 2014 ont été fournis par Hydro-Québec en plus des débits totaux journaliers sur toute l'année de 1962 à 2014. Ces données ont permis de réaliser des graphiques comparatifs entre 2012 et 2014 durant la période de fraie et de dérive larvaire. De plus, le patron d'écoulement du bief d'aval de la centrale de Drummondville (Roy *et al.*, 1997), ainsi que les informations sur les sites de fraie de l'esturgeon jaune identifiés dans le secteur inférieur de la rivière Saint-François en 1996 (La Haye, 1996), 2002 (Ouellet, 2002), 2012 (Bureau environnement et terre d'Odanak, 2012) et lors de cette étude à Drummondville ont été utilisés pour la réalisation de cartes et l'analyse de l'emplacement des sites de dépôts des œufs et des captures d'esturgeons jaunes.

5 RÉSULTATS

5.1 Localisation des sites de dépôt d'œufs et déroulement de la fraie

Afin de bien synchroniser le début des travaux de terrain avec la fraie de l'esturgeon jaune, la température de l'eau de la rivière Saint-François a été mesurée quotidiennement à partir de la mi-avril. Le matériel de terrain a été mobilisé le 9 mai alors que la température de l'eau de la rivière était de 10 °C. Cependant, étant donné que le débit de la rivière était trop élevé dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville pour permettre un travail sécuritaire en embarcation, l'échantillonnage des œufs et des géniteurs n'a débuté que le 12 mai à une température de l'eau de 12,7 °C.

Selon les résultats de récoltes des œufs, la fraie s'est principalement déroulée du 14 au 17 mai à des températures variant de 14 à 16 °C près de la rive droite en amont et sous le pont du Curé-Marchand dans le Sous-secteur B (carte 3).

Au début des travaux de terrain le 12 mai, des sauts d'esturgeon jaune ont d'abord été observés en aval de la centrale de Drummondville ainsi qu'à proximité de la station de pêche RSF14F01 (Sous-secteur A, carte 3). Ensuite, après le 15 mai, aucun saut d'esturgeon n'a été observé dans le Sous-secteur A, en aval de la centrale. À partir de cette date, un certain volume d'eau s'est écoulé continuellement du déversoir du barrage et a alimenté le Sous-secteur B, où la fraie s'est produite.

Le 15 mai, 1, 2, 10 et 3 œufs ont été récoltés respectivement aux stations 20, 21, 23 et 27 (carte 3). Selon l'observation visuelle de leur stade de développement ontogénique (4 à 16 divisions cellulaires), ceux-ci avaient été pondus durant la journée précédente à une température de l'eau de 14 °C. Le 17 mai, la température de l'eau a atteint 16 °C alors que des œufs d'esturgeon jaune pondus quelques heures auparavant ont été récoltés de nouveau dans le Sous-secteur B en dessous et en amont du pont du Curé-Marchand (station 39 n =1, station 40 n=1, station 41 n=3 et 42 n=3). Aucun œuf n'a été récolté aux deux autres sous-secteurs au cours du suivi.

À la suite d'une brusque augmentation du niveau de l'eau entraînant la présence de forts débits à partir du 17 mai (répertoire photographique) aucun échantillonnage n'a été effectué les 2 jours suivants (18 et 19 mai, maximum, de 360,67 m³/s). L'échantillonnage des œufs a repris le 20 mai malgré des débits toujours très élevés. Lors du retrait des ovocapteurs les 20 et 21 mai, 3 prolarves ont été récoltées aux stations 38 et 39 du Sous-secteur B et à la station 56 du Sous-secteur C. Dans ce cas, il semble que ces prolarves ont vraisemblablement été délogées du substrat dans le Sous-secteur B et emportées vers l'aval lors du coup d'eau des jours précédents.

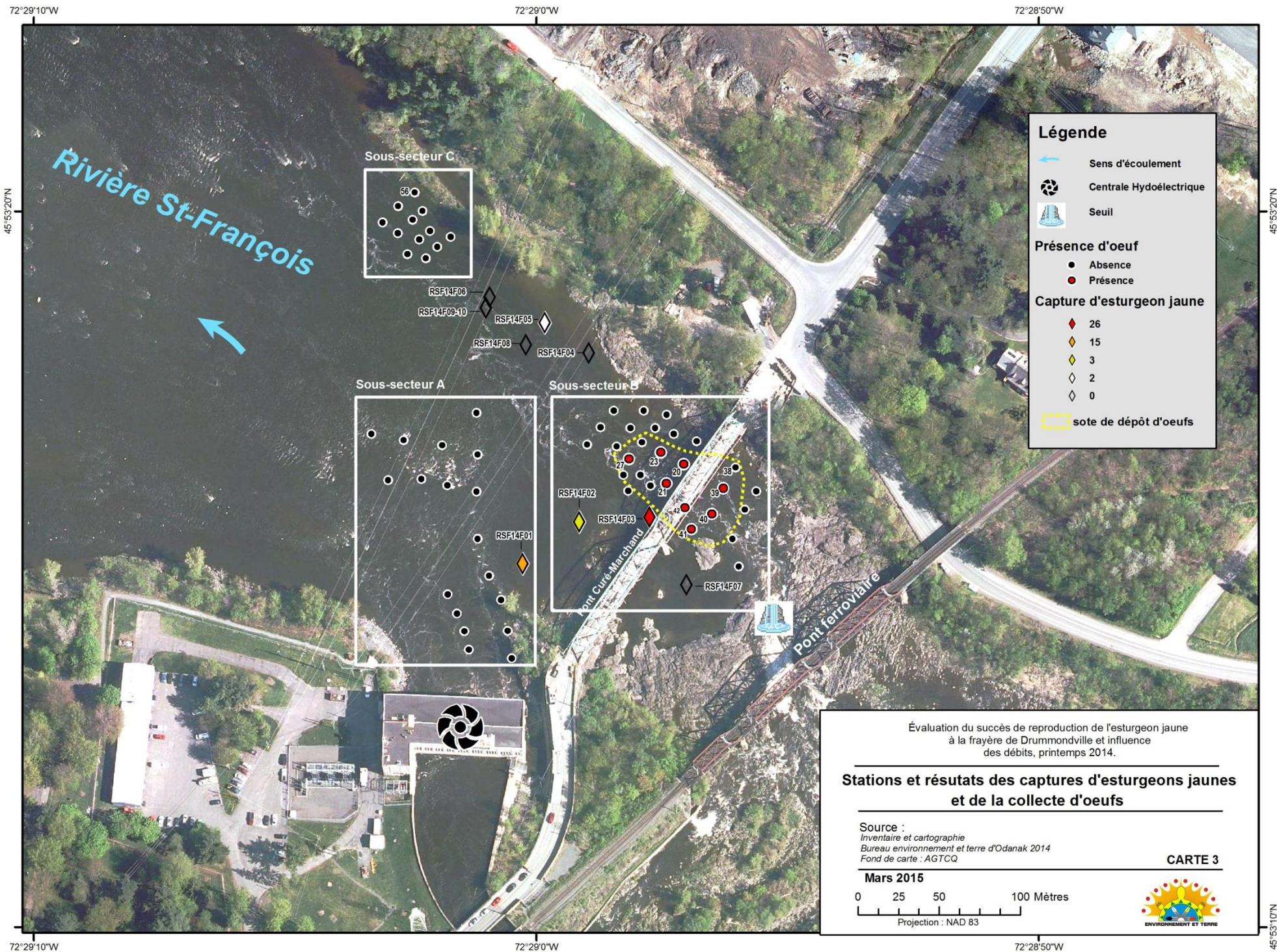


Tableau 3- Récoltes d'œufs d'esturgeons jaunes, période de fraie et température de l'eau aux sous-secteurs de la frayère de Drummondville, rivière Saint-François, printemps 2014.

Sous-secteur	Nombre total de stations	Nombre de stations avec œufs	Nombre total d'œufs	Nombre moyen d'œufs	Période de fraie	Température Fraie (°C)
A	18	0	0	0	Aucune	Aucune
B	28	8	24	0,86	14 au 17 mai	14 à 16
C	12	0	0	0	Aucune	Aucune

5.2 Caractéristiques physiques du site de dépôt d'œufs

Au printemps 2014, un seul site de fraie a été identifié autour d'un petit îlot rocheux situé près de la rive droite de la rivière directement en dessous du pont du Curé-Marchand ainsi qu'un peu en amont (carte 3; répertoire photographique). La répartition des stations avec œufs et la présence de groupes de géniteurs très visible le 15 mai ont permis de bien la circonscrire. Les œufs ont été récoltés sur des ovocapteurs placés dans 0,5 à 1,2 m de profondeur. Le substrat des sites utilisés pour la fraie est constitué de roche mère avec quelques amoncellements de particules plus fines, telles du galet et de la roche. L'écoulement a été très variable durant la période de fraie et de développement des œufs (répertoire photographique). En effet, le débit déversé a fluctué entre 10 et 220 m³/s entre le 14 et le 21 mai. Durant les conditions moyennes de débits déversés rencontrés pendant la fraie (40 m³/s), l'écoulement prenait une forme giratoire autour de l'îlot rocheux. De 3 à 6 groupes de géniteurs en fraie ont été observés simultanément le 15 mai de part et d'autre de celui-ci.

5.3 Captures et estimation de l'abondance des géniteurs

Les pêches des géniteurs se sont déroulées du 12 au 20 mai avec un effort moyen stable d'environ 4/filet/jour (tableau 4). Au total, 41 esturgeons jaunes, en excluant les recaptures, ont été récoltés, dont 39 mâles et 2 femelles. Les caractéristiques de ces captures figurent à l'annexe 3, mais en résumé les mâles avaient une longueur totale moyenne de 1160 mm (950 à 1390 mm) et un poids moyen de 9,22 kg (4,28 à 17,5 kg). Pour leur part, les 2 femelles mesuraient 1350 et 1455 mm avec des poids correspondants de 14,5 et 14,6 kg (poids moyen : 14,55 kg). Les principales captures ont eu lieu aux stations RSF14F03 et RSF14F01 avec respectivement 21 et 15 individus récoltés pour une première fois entre le 12 et le 16 mai (tableau 4). Les captures ont été réparties équitablement entre les deux types de filets. Aucun individu n'est mort à la capture et 5 recaptures, tous des mâles, ont été effectuées les 13, 14 et 15 mai.

Durant la première journée de pêche, le 12 mai, 7 géniteurs ont été pêchés à la station RSF14F01 et 3 à la station RSF14F02. Le lendemain, 4 esturgeons ont été capturés à la station RSF14F01, 2 à la station RSF14F03 et 1 à la station RSF14F05.

Les résultats des pêches et l'observation des sauts suggèrent que les esturgeons jaunes étaient moins présents dans le Sous-secteur A à partir du 14 mai. En effet le 14 mai, 1 géniteur a été pêché à la station RSF14F01 alors

que 7 ont été récoltés à la station RSF14F03 et 1 à la station RSF14F05. Le 15 mai, seulement 1 esturgeon a été capturé à la station de pêche du Sous-secteur A, alors que 10 géniteurs ont été récoltés dans le Sous-secteur B à la Station RSF14F03. Le lendemain, 2 esturgeons ont été pêchés dans le Sous-secteur A et 7 dans le Sous-secteur B (RSF14F03). Les groupes de géniteurs en fraie (saut et clapotis en surface) ont été observés principalement le 15 mai sous le pont du Curé-Marchand.

Aucune capture n'a eu lieu dans les pêches du 17 mai. Le 20 mai, encore aucun géniteur n'a été capturé dans les 4 stations de pêches, bien que des sauts d'esturgeons ont été observés principalement près de la station RSF14F10. Ceci a mis fin à la campagne de pêche de géniteurs d'esturgeon jaune au printemps 2014.

Durant toute la campagne de pêche, 5 individus différents, sur un total de 41 captures ont été recapturés autour du site de dépôt des œufs du Sous-secteur B ou en bordure de celui-ci (carte 3) donnant un estimé de Schnabel corrigé de 111 esturgeons en fraie tous sexes confondus (5) avec un intervalle de confiance de (I.C. $p = 0,05$) de 57 – 418 géniteurs. En fonction du ratio mâle-femelle obtenu (4,9 %), une estimation de 5 (3-20; 95 % I.C.) femelles matures étaient présente dans la zone d'étude.

Tableau 4- Nombre d'esturgeons jaunes récoltés pour une première fois et recapturés par station d'échantillonnage au filet maillant, frayère de Drummondville, rivière Saint-François, printemps 2014.

Date (mai)	STATION										total
	RSF14F 01	RSF14F 02	RSF14F 03	RSF14F 04	RSF14F 05	RSF14F 06	RSF14F 07	RSF14F 08	RSF14F 09	RSF14F 10	
12	7	3									10
13	4		1 (1)	0	1						6
14	1		6* (1)	0	1						8
15	1		7* (3)		0	0					8
16	2		7				0	0			9
17	0		0					0			0
20	0		0					0	0	0	0
Total**	15	3	21	0	2	0	0	0	0	0	41

* Présence d'une femelle parmi les captures, tous les autres étant des mâles

** Total en excluant les recaptures

() Nombre de recaptures

Tableau 5- Estimation de l'abondance des esturgeons jaunes selon la méthode de Schnabel modifiée. C_t : captures totales; M_t : nombre total de spécimens marqués; R : nombre total de spécimens recapturés; I.C. : Intervalle de confiance selon une distribution de fréquence de Poisson pour un coefficient de confiance de 0,95 ($p=0,05$) (Ricker 1975), frayère de Drummondville, rivière Saint-François, printemps 2014.

Jour pêche	C_t	R	M_t	$C_t M_t$
12-mai	10		0	0
13-mai	6	1	10	60
14-mai	8	1	16	128
15-mai	8	3	24	192
16-mai	9		32	288
Total	41	5	82	668
N Schnabel	$\sum(C_t M_t) / (R+1) = 111$			
I.C. ($P=0,05$)	57 - 418			

5.4 Estimation de la production larvaire

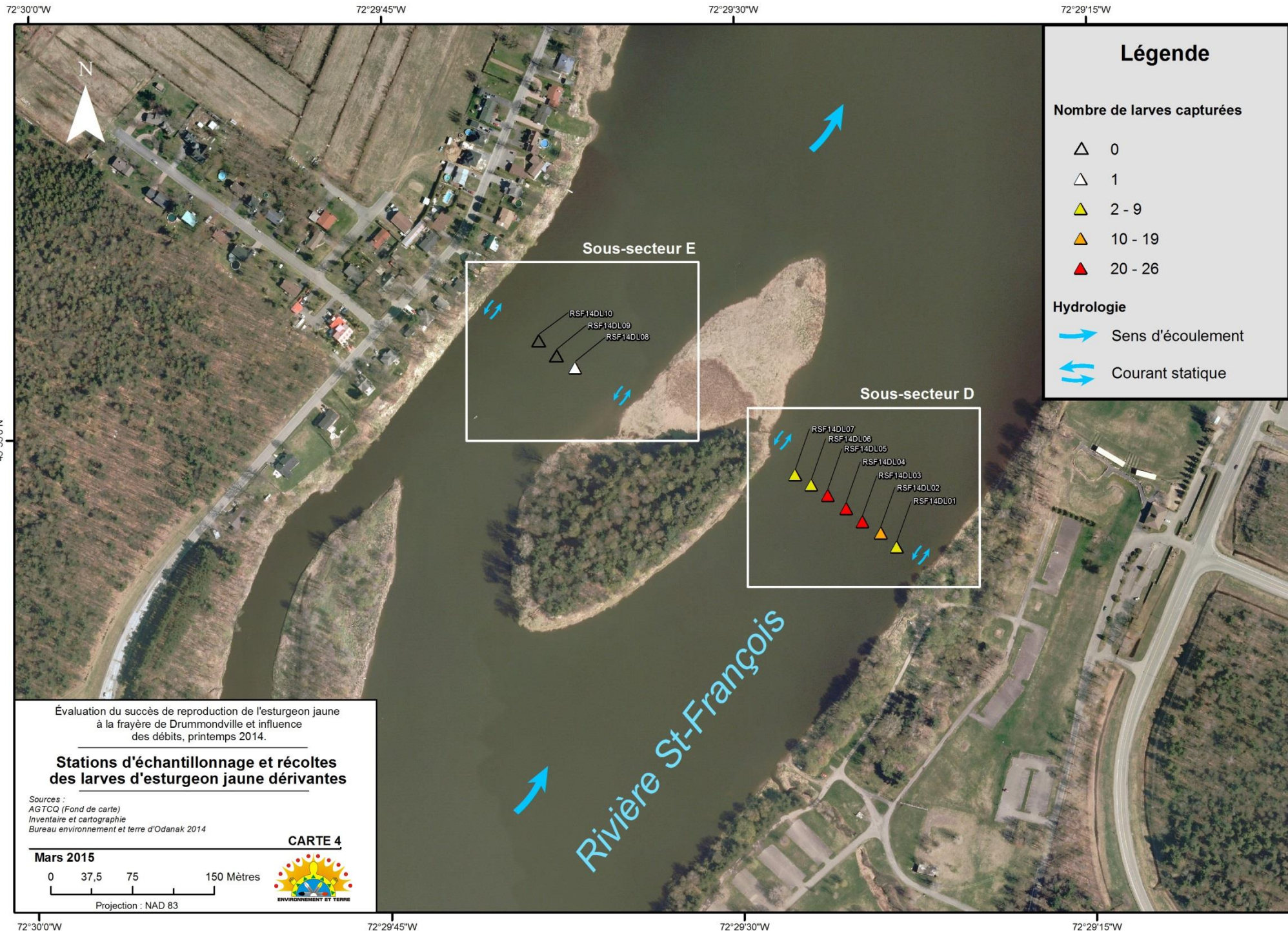
5.4.1 Captures de larves par station

Les captures de larves d'esturgeon jaune dérivantes dans les filets de dérive se sont déroulées du 28 mai au 7 juin. Un total de 104 larves ont été capturées. Toutes les larves ont été recueillies dans les stations localisées dans le chenal principal de la rivière (Sous-secteur D) à l'exception d'une seule larve capturée le 1^{er} juin dans le chenal secondaire (Sous-secteur E) (tableau 6 et carte 4). Dans l'ensemble, la majorité des larves ont été récoltées aux stations couvrant la partie centrale de la rivière, en particulier aux stations RSF14DL02 à RSF14DL05 avec près de 75 % des captures (n= 88 larves; tableau 6). Les meilleures captures par unité d'effort (CPUE) ont également été obtenues à ces stations avec des valeurs moyennes variant de 0,0091 à 0,02 larve/100 m³ d'eau filtrée. La valeur maximale est de 0,0684 larve/100 m³ d'eau filtrée et a été obtenue à la station RSF14DL05.

Tableau 6- Nombre de larves récoltées et capture par unité d'effort (n /100 m³ d'eau filtrée) aux stations de dérive larvaire de la rivière Saint-François, secteur Drummondville, printemps 2014.

Station	Nombre larves	CPUE moyen	CPUE max.
RSF14DL01	6	0,0080	0,0586
RSF14DL02	16	0,0091	0,0293
RSF14DL03	20	0,0112	0,0469
RSF14DL04	26	0,0193	0,0440
RSF14DL05	26	0,0200	0,0684
RSF14DL06	5	0,0033	0,0147
RSF14DL07	4	0,0027	0,0147
RSF14DL08 ¹	1		
RSF14DL09 ¹	0		
RSF14DL10 ¹	0		
Total	104		

¹ Ces stations ont été retirées le 1^{er} juin 2014.



72°30'0"W

72°29'45"W

72°29'30"W

72°29'15"W

45°55'0"N

45°55'0"N

72°30'0"W

72°29'45"W

72°29'30"W

72°29'15"W

5.4.2 Profil hydrique de la rivière

Un profil hydrique de l'ensemble de la rivière a été réalisé le 24 mai et un autre seulement du Sous-secteur D le 1^{er} juin le long de la section de rivière échantillonnée au filet de dérive larvaire (annexe 5). La réalisation de ces profils était nécessaire pour le calcul de l'estimation du nombre de larves produites afin de pondérer les captures par unité d'effort (CPUE) de larves associées à chaque segment de la rivière en fonction du pourcentage de débit de la rivière comprise dans chaque segment. La proportion des débits des sous-secteurs calculés à l'aide du profil du 24 mai a permis l'extrapolation du débit du Sous-secteur E et du débit total de la rivière du 1^{er} juin (tableau 7). La valeur du débit total de la rivière extrapolée lors du profil hydrique du 1^{er} juin (214 m³/s) étant très rapprochée de celle du débit moyen journalier réel de la rivière enregistré par la centrale de Drummondville quelques kilomètres en amont (218 m³/s) suppose que les valeurs de ce profil hydrique sont valides. De plus, le débit de la rivière calculé le 24 mai est très faible (85 m³/s) par rapport à la moyenne des débits réels journaliers (de la centrale de Drummondville) de la période de dérive larvaire (201 m³/s) à la différence du débit calculé pour le 1^{er} juin. C'est pourquoi seules les valeurs obtenues lors du profil hydrique du 1^{er} juin ont été utilisées dans le calcul de l'estimation du nombre de larves.

Tableau 7- Débits des Sous-secteurs D et E, totaux calculés ou interpolés au moyen des profils hydriques réalisés le 24 mai et le 1^{er} juin 2014, débits réels de la rivière provenant de la centrale de Drummondville (Hydro-Québec), rivière Saint-François, printemps 2014.

	24 mai	1 ^{er} juin
Débit du Sous-secteur D (m ³ /s)	74	186
Débit du Sous-secteur E (m ³ /s)	11	Valeur extrapolée : 28
Débit total du Secteur 2 (m ³ /s)	85	Valeur extrapolée : 214
Débit moyen journalier ¹ (m ³ /s)	102	218
Moyenne des débits journaliers ¹ durant la dérive larvaire ²	201	

¹ Données du barrage de Drummondville d'Hydro-Québec
² 24 mai au 7 juin 2014

5.4.3 Capture journalière et abondance totale des larves

La moyenne journalière des captures de larves par 100 m³ d'eau filtrée a connu 3 pics durant la période de dérive larvaire. Le plus grand pic (CPUE de 0,0200 larve/100m³ d'eau filtrée) a été atteint le 29 mai, soit 15 jours après le dépôt des premiers œufs sur la frayère en amont (figure 1). Un second pic presque aussi élevé est présent le 2 juin (0,0194) et un troisième pic plus faible le 6 juin (CPUE 0,0100 larve/100m³ d'eau filtrée). Au niveau des débits de la rivière, ceux-ci ont connu de fortes variations au début de la période de dérive. En effet, des débits extrêmement bas, voire un quasi-assèchement de la rivière (minimum de 5 m³/s), ont été enregistrés entre le 23 et le 25 mai. Cette chute a été suivie par le deuxième coup d'eau de la période de fraie du 28 au 30 mai (maximum de 421 m³/s). Une variation de débit de la rivière de l'ordre de 416 m³/s a caractérisé la période où les premières larves d'esturgeon jaune ont immergé du substrat et entreprendre leur dérive. Les données de profil hydrique ont été effectuées en condition de débit très bas de la rivière le 24 mai et en condition moyenne le 1^{er} juin.

Le nombre de larves produit à la frayère de Drummondville au printemps 2014 est estimé à 24 094. Les détails des calculs sont présentés à l'annexe 6.

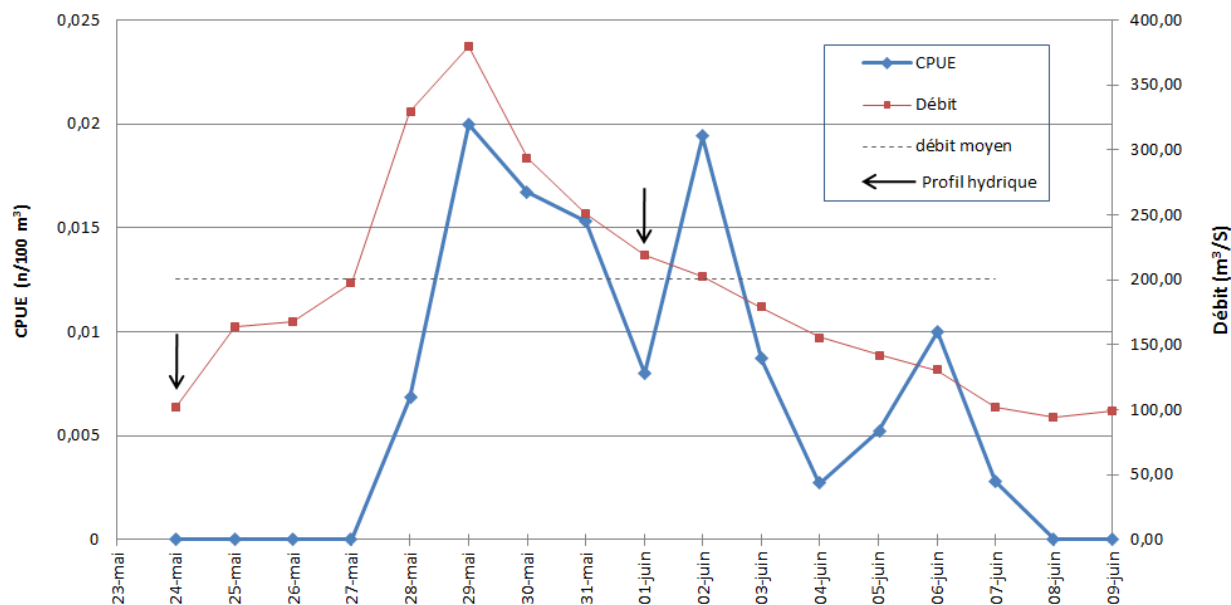


Figure 1- CPUE (n/100 m³ d'eau filtrée) des larves d'esturgeons jaunes dérivantes et débits journaliers (m³/s) au Sous-secteur E, rivière Saint-François, printemps 2014

5.5 Succès de la reproduction

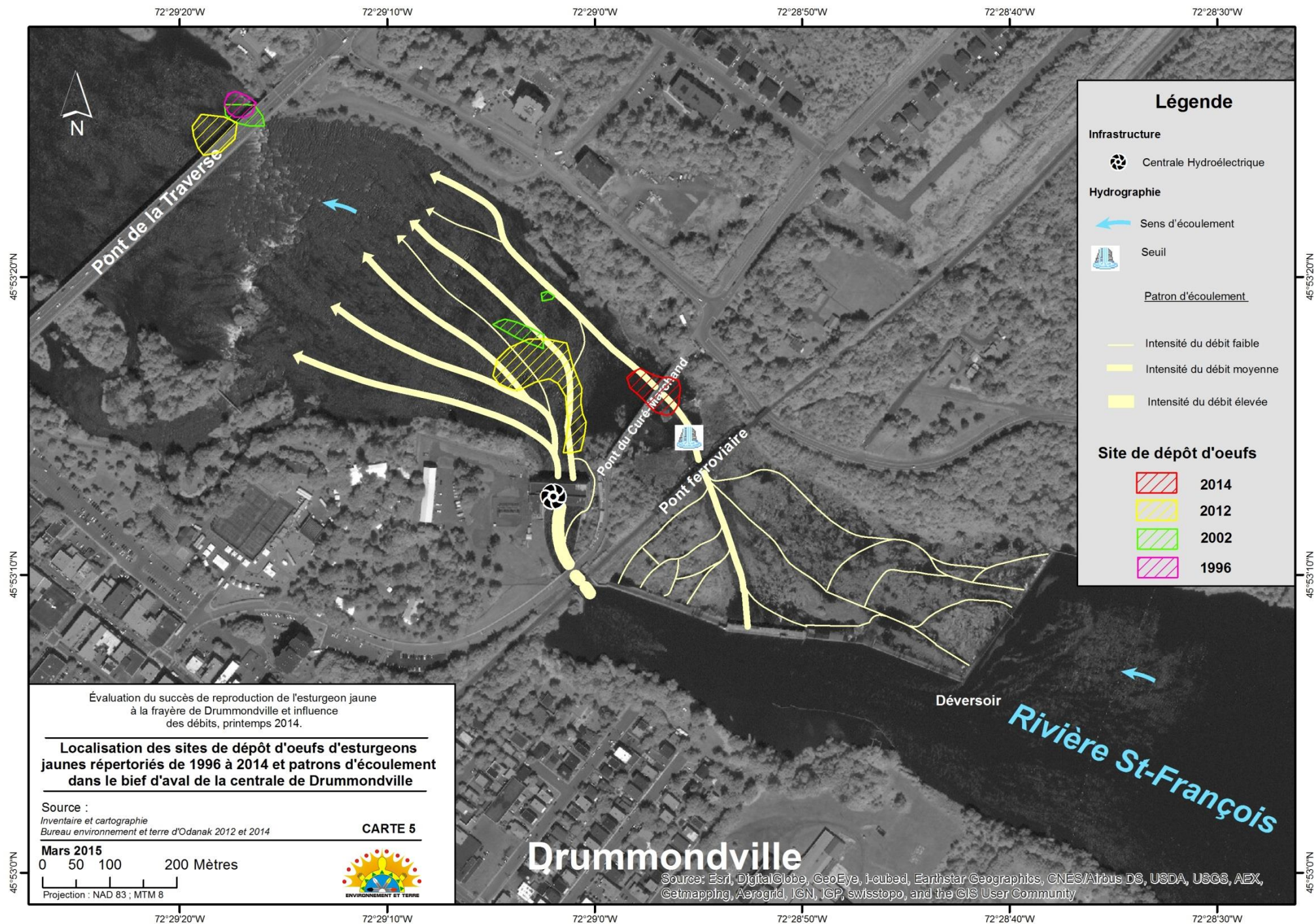
Les captures de géniteurs ont été composées de 2 femelles matures et 41 mâles à la frayère de Drummondville au printemps 2014. Ce ratio donne une proportion de femelles de 4,9 %. L'abondance absolue des géniteurs obtenue par la campagne de CMR et l'équation modifiée de Schnabel est de 111 (57-418; 95 % I.C.) individus (section 5.3), nombre plausible puisque 3 à 6 groupes de géniteurs en fraie, comprenant en moyenne une douzaine d'individus chacun, ont été observés simultanément sur la frayère le 15 mai (d'autres ont été aperçus au même moment en aval de celle-ci). Selon la proportion de femelles dans les captures, leur abondance s'élèverait à 5 (3-20; 95 % I.C.) individus, ce qui correspond grosso modo au nombre d'attroupements de géniteurs observés durant la fraie (normalement composé d'une femelle entourée de plusieurs mâles; La Haye 1992). Le poids moyen des femelles capturées basé sur la capture de 2 individus est de 14,55 kg. Selon l'équation de fécondité en fonction de la masse (section 4.4) donnée par Fortin *et al.* (1992), ce poids correspond à une fécondité individuelle de 190 296 œufs/femelle. Pour 5 femelles, ce nombre s'élève à un total de 1 033 479 œufs potentiellement pondus à la frayère durant le printemps 2014 avec un minimum de 529 989 et un maximum de 3 875 546 œufs potentiellement pondus dans la zone d'étude selon l'intervalle de confiance de l'estimation du nombre de femelles matures présentes.

Le suivi de la dérive larvaire donne une estimation de 24 094 larves (section 5.4.3). Le succès de la reproduction, qui est le ratio de ce nombre sur celui des œufs pondus, est 2,33 % avec un intervalle de 0,62 % à 4,55% en fonction de l'intervalle de l'estimation du nombre d'œufs potentiellement déposés dans la zone d'étude. Notons qu'un nombre de femelles estimé plus grand que celui obtenu ($n=5$; il peut y avoir de la fraie ailleurs que dans la zone d'étude, dont en dessous du pont de La Traverse sans qu'elle soit nécessairement détectée) affaiblirait ce ratio.

5.6 Bilan de l'utilisation de la frayère de Drummondville

Depuis les 20 dernières années, 3 zones de dépôt d'œufs ont été identifiées à la frayère de Drummondville. La première, en dessous du pont de la Traverse (route 122), a été découverte en 1996 (carte 5). À cette époque, la collecte d'œufs à proximité d'un bourrelet de gravier a confirmé l'existence d'une frayère à esturgeon jaune dans la rivière Saint-François (La Haye et Clermont, 1996). De plus, des attroupements de géniteurs ont été observés à partir du pont (communications personnelles de Claude Lemire, technicien de la faune et Michel La Haye, biologiste). Un aménagement de frayère a par la suite été réalisé en 2001. À cet effet, le bourrelet de gravier sous le pont de la Traverse a été décapé et agrandi et des abris de courant ont été installés dans le bief d'aval de la centrale (Faucher et Abbot, 2001). Une campagne de récolte d'œufs réalisée dans le cadre d'un suivi en 2002 a confirmé ensuite l'utilisation par l'esturgeon jaune du nouveau secteur de fraie aménagé devant la centrale en plus de la zone sous le pont de la Traverse (Ouellet et Faucher, 2002). Il a fallu attendre jusqu'en 2012 et en 2014 avant que les suivis sur la fraie de l'espèce ne reprennent. En effet, durant le printemps 2012, des œufs d'esturgeon jaune ont été récoltés en aval de la centrale ainsi qu'en dessous du pont de la Traverse lors d'échantillonnages menés par le Bureau environnement et terre d'Odanak en collaboration avec une firme de consultants privée (Bureau environnement et terre d'Odanak, 2012). Durant le printemps 2012, de gros esturgeons ont été capturés en abondance par des pêcheurs sportifs dans le bassin immédiatement devant les turbines de la centrale.

En 2014, aucune activité de fraie n'a été observée sous le pont de La Traverse lors des périodes quotidiennes d'observation à partir du pont tout au long de la période de fraie. Mentionnons qu'aucun effort n'a été déployé pour confirmer la présence d'œufs à cet endroit. Au printemps 2014, des œufs ont été récoltés uniquement dans le secteur sous le pont du Curé-Marchand malgré une couverture des autres secteurs du bief d'aval de la centrale de Drummondville offrant un bon potentiel pour la fraie de l'esturgeon. Au cours des différentes études, aucun œuf d'esturgeon jaune n'a été récolté dans la partie centrale du bief d'aval de la centrale et très peu de sauts de géniteurs y ont été observés.



5.7 Influence des débits de la rivière Saint-François et des patrons d'écoulement dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville

5.7.1 Année 2012

Chronologie de la fraie

Au printemps 2012, la fraie de l'esturgeon jaune s'est déroulée à partir du 10 mai (date de collecte des premiers œufs dans les collecteurs à œufs) (Bureau environnement et terre d'Odanak, 2012). Par contre, étant donné qu'aucune analyse de la date de ponte des œufs n'a été effectuée, il est impossible de définir précisément la fin de la fraie en 2012. En effet, des œufs ont pu avoir été délogés de leur substrat et s'être retrouvés dans les engins de pêche suite au grand coup d'eau du 12 mai (figure 2). La date de fin a tout de même été associée à la fin de la période de récolte d'œufs qui est le 15 mai (température de l'eau de 15 °C). Puisque la dérive larvaire débute environ 10 jours après la ponte des premiers œufs sur une frayère, celle-ci s'est théoriquement déroulée entre le 20 mai et le début du mois de juin.

Mode de gestion de la centrale

Le mode de gestion de la centrale mis en place au printemps 2012 vise une production maximale d'électricité en turbinant au maximum de sa capacité (un peu plus de 200 m³/s) l'eau en provenance de l'amont. Donc lorsque le débit de la rivière qui arrive au barrage est égal ou en dessous de 200 m³/s (la capacité maximale du barrage), la totalité du débit de la rivière passe par les turbines et s'écoule en aval de la centrale dans le Sous-secteur A. Lorsque le débit de la rivière est au-dessus de 200 m³/s, le surplus d'eau se déverse par les crêtes du déversoir du barrage, puis s'écoule par le Sous-secteur B (voir carte 5 et tableau 8).

Dépôt des œufs

La centrale a fonctionné au maximum de sa capacité au printemps 2012, turbinant un peu plus de 200 m³/s lorsque les débits de la rivière le permettaient, ou la totalité du débit de la rivière en dessous de cette valeur (figure 2), à l'exception du 9 mai. Les débits en provenance du déversoir du barrage étaient donc nuls lorsque le débit de la rivière était inférieur à la capacité des turbines de la centrale (inférieur à 200 m³/s ; 8 mai et majorité de la période du 21 au 30 mai). Durant la journée du 9 mai, plusieurs turbines ont momentanément cessé de fonctionner. Le surplus d'eau s'est évacué par le déversoir faisant ainsi apparaître un pic de débit déversé de même valeur que la diminution de débit turbiné enregistré.

Au court de la ponte des premiers œufs sur la frayère le 10 mai 2012, les débits déversés étaient nuls. Un débit très faible, voire presque nul, passait aux Sous-secteurs B et C qui sont alimentés par l'eau déversée de ce barrage au fil de l'eau. Par la suite, une hausse de l'apport en eau provenant du bassin versant a fait augmenter considérablement le débit de la rivière. De grandes quantités d'eau ont alors été déversées dans le Sous-secteur B (valeur maximale au-delà de 200 m³/s) jusqu'au 14 mai (figure 2).

Dérive larvaire

Une seconde augmentation du niveau de la rivière est survenue entre le 16 et le 20 mai, début théorique de la dérive larvaire. Quant à la période théorique de dérive larvaire, celle-ci a été marquée par de grandes variations intra journalières de débit pouvant atteindre plus de 100 m³/s (figure 2), ce qui est vraisemblablement associé à des fluctuations de l'apport en eau en provenance du bassin versant.

Patron d'écoulement

À la différence des Sous-secteurs B et C qui connaissent des variations de niveau d'eau et de débit fréquents, le niveau d'eau et les débits dans le Sous-secteur A, situé en aval de la centrale, a présenté une stabilité associée au turbinage maximal et à des débits de la rivière élevés durant cette période. Un écoulement continu et stable a donc alimenté le Sous-secteur A tout au long de la fraie. En ce qui concerne le Sous-secteur B en aval du déversoir, une absence d'écoulement a marqué le début de la fraie, suivi d'une forte augmentation de l'écoulement qui a connu un maximum vers de milieu de la fraie. Étant donné l'ampleur et l'intensité des variations observées pour de courtes périodes de temps, il est probable que celles-ci ne soient pas seulement dues à des facteurs naturels, mais en partie à des modalités de gestion des ouvrages de contrôle situés plus en amont.

5.7.2 Année 2014

Mode de gestion de la centrale

Le printemps 2014 a été très différent de celui de 2012. En effet, afin d'éviter une mortalité massive de chevalier blanc (*Moxostoma anisurum*) pris au piège dans les cuvettes en aval immédiat du déversoir du barrage (événement survenu au printemps 2013), la gestion de sa centrale a été modifiée pour laisser un écoulement par le déversoir (Philippe Brodeur, communication personnelle). Les débits turbinés au début de la fraie étaient de l'ordre de 160 m³/s (figure 2), soit un peu en dessous de sa pleine capacité (un peu plus de 200 m³/s), malgré des débits de la rivière très au-dessus de la capacité maximale de la centrale. Ensuite, les débits turbinés ont été diminués entre le 14 et le 15 mai pour se maintenir à un maximum de 130 m³/s jusqu'au 28 mai. De plus, les débits turbinés par la centrale ont été diminués davantage lorsque le débit de la rivière était sous les 160 m³/s (ex. 17 mai) afin de maintenir un débit déversé qui semblait être de 40 m³/s.

Débits lors de la période de dépôt des œufs

Les débits dans le Sous-secteur A (en aval de la centrale) en 2014 ont donc été plus faibles qu'en 2012 et moins stables (variant entre 85 m³/s et 165 m³/s) durant la période de fraie. En ce qui concerne les débits déversés qui alimentent les Sous-secteurs B et C, au début des travaux (le 12 mai), ceux-ci étaient au-dessus de 100 m³/s. Ensuite, ils ont varié entre 10 et 60 m³/s durant la fraie avec une moyenne de 40 m³/s (figure 2). Juste après la période de dépôt des œufs, une première hausse de l'apport en eau provenant du bassin versant a fait grimper les débits déversés à plus de 200 m³/s. Le Sous-secteur B, où ont été déposés les œufs dans le substrat de la rivière, a été soumis à de grandes variations de débit juste après la fraie due à de grandes fluctuations de l'apport en eau provenant du bassin versant. En effet, les débits déversés ont quintuplé, puis ont descendu tranquillement pour remonter à nouveau à plus de 100 m³/s le 22 mai avant d'être pratiquement nuls le lendemain. Par ailleurs, un autre événement extrême a marqué cette période, soit une diminution du débit total de la rivière à 5 m³/s pendant 45 min et en dessous de 30 m³/s pendant plus de 2 heures le 23 mai (figure 2). Durant cette période critique, le débit déversé du barrage a été nul pendant une heure et demie en raison de la quasi-absence d'eau provenant de l'amont. Donc, un courant très faible, voire nul, était présent dans le Sous-secteur B. La frayère a alors été en partie asséchée au début de la période où les larves émergeaient théoriquement du substrat sous le pont du Curé-Marchand autour du 24 mai. Toutes ces fluctuations suggèrent encore une fois que d'autres facteurs, autres que naturels, ont influencé les débits en provenance de l'amont au printemps 2014.

Débits lors de la période de dérive larvaire

La période de dérive larvaire a aussi été ponctuée de grande variation intra journalière de plus de 100 m³/s comme en 2012 (avec un extrême de 200 m³/s le 2 juin) attribuable à une hausse du débit total de la rivière. Une deuxième forte augmentation du niveau d'eau a été enregistrée entre le 28 et le 1^{er} juin pendant laquelle la centrale a turbiné à plein rendement (à l'exception du 29 mai).

Patron d'écoulement

Un écoulement d'eau de débit variable s'est écoulé tout au long de la fraie en aval de la centrale dans le Sous-secteur A, ainsi qu'en aval du déversoir dans le Sous-secteur B (tableau 8).

Tableau 8- Résumé du patron d'écoulement dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville en fonction du débit total de la rivière provenant de l'amont et du mode de gestion de la centrale comprenant une description de l'écoulement dans les secteurs de dépôt d'œufs et des exemples tirés des études de 2012 et 2014 (figure 2).

Mode de gestion de la centrale	Débit total	Écoulement				exemple
		En aval de la centrale Sous-secteur A		En aval du déversoir Sous-secteur B		
Production maximale d'électricité (2012)	≤ 200 m³/s	Variable	Égal au débit total de la rivière	négligeable	Pas d'écoulement	9 mai 2012
	> 200m³/s	Stable	Égal à la capacité maximale de la centrale	Variable	Égal au débit total de la rivière moins la capacité totale de la centrale	12 mai 2012
Débit minimum déversé volontairement conservé (2014)	≤ 200 m³/s	Variable	Égal au débit total de la rivière moins le débit déversé volontairement conservé	± stable	Égal au débit déversé volontairement conservé	15 mai 2014
	> 200 m³/s	± Stable	Égal au débit turbiné	Variable	Égal au débit total de la rivière moins le débit turbiné	19 mai 2014

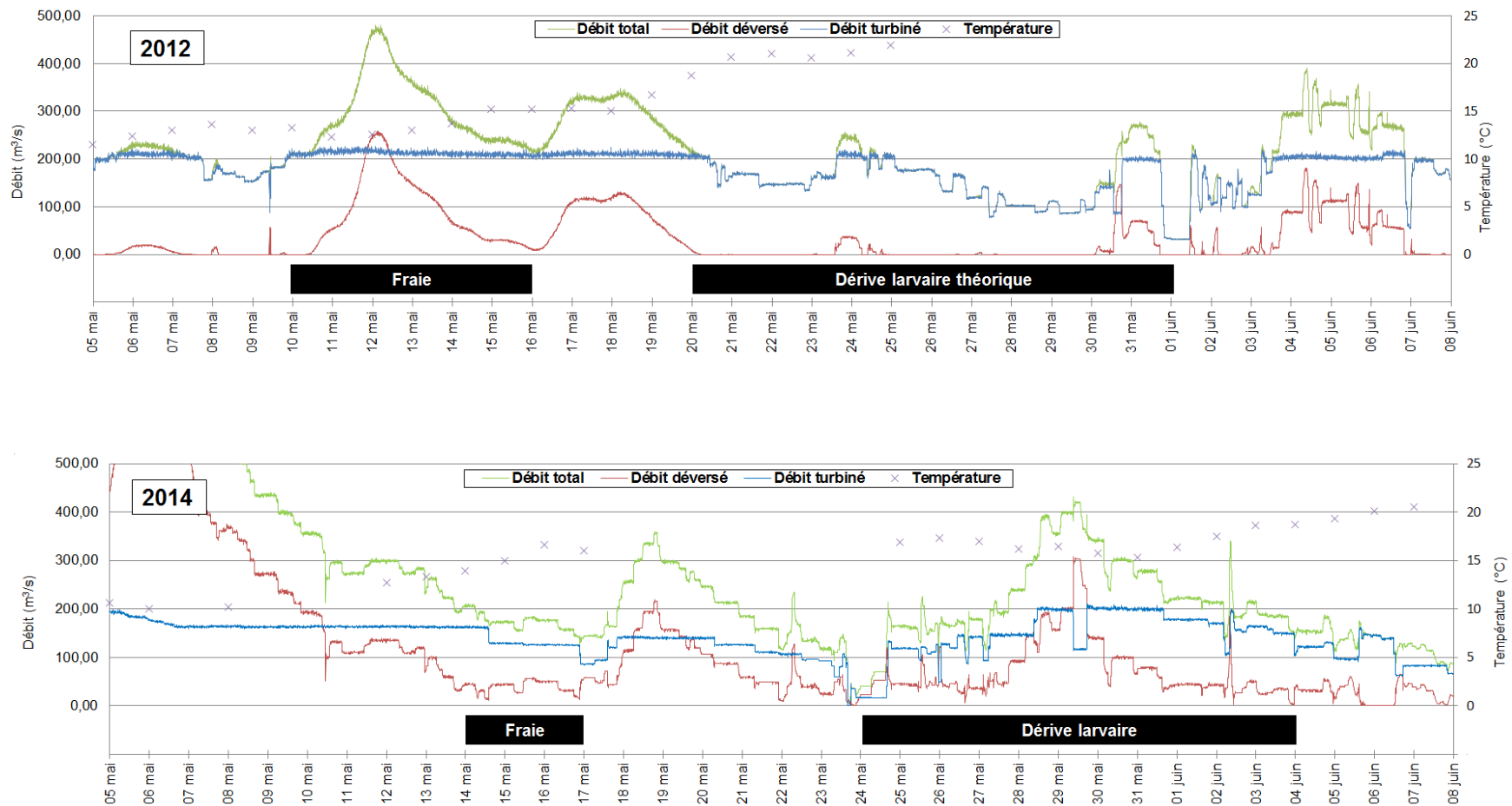


Figure 2- Débits (m^3/s), totaux, déversés et turbinés, température de l'eau ($^{\circ}\text{C}$), période de fraie et de la dérive larvaire de l'esturgeon jaune, du 5 mai au 8 juin 2012 et 2014, centrale de Drummondville, rivière Saint-François.

6 DISCUSSION

6.1 Caractérisation de la fraie et du site de dépôt d'œufs

Au début des travaux de terrain les 12 et 13 mai 2014, les esturgeons étaient très actifs devant et dans le canal de fuite de la centrale de Drummondville et ailleurs dans le Sous-secteur A, en particulier près de la station de pêche RSF14F01 (carte 3). De nombreux sauts y ont été observés durant ces 2 journées, mais aucun œuf n'a été capturé dans ce secteur. Suite à des changements dans le patron d'écoulement dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville (diminution de l'écoulement provenant du déversoir ainsi et de la centrale) entre le 13 et le 15 mai, les esturgeons semblent avoir abandonné ce sous-secteur au profit d'un autre situé près du pont du Curé-Marchand et de la rive droite (Sous-secteur B, carte 3). Les premiers œufs d'esturgeon ont été récoltés le 15 mai en aval du pont du Curé-Marchand. Après des ajustements dans la couverture spatiale des ovocapteurs, des œufs ont été récoltés de nouveau le 17 mai dans des ovocapteurs du Sous-secteur B en dessous et en amont de ce même pont. De courte durée, la fraie s'est déroulée du 14 au 17 mai à des températures variant de 14 à 16 °C. Les résultats et observations permettent de croire que le reste du bief d'aval de la centrale a été peu ou pas utilisé par les géniteurs au cours du printemps 2014. Le Sous-secteur B est le seul où des œufs d'esturgeon fraîchement déposés ont été récoltés durant le suivi, malgré une bonne couverture des autres secteurs au moyen de plusieurs ovocapteurs durant toute la période critique. Quelques sections des Sous-secteurs A et C présentaient pourtant un bon potentiel pour la fraie de l'espèce. Des sauts d'esturgeon y ont d'ailleurs été observés au cours des travaux de terrain. À cet effet, en plus de l'échantillonnage des œufs, tout le bief d'aval de la centrale, en particulier les zones utilisées pour la fraie de l'esturgeon en 1996, 2002 et 2012 (carte 5), a fait l'objet d'observations journalières à partir des ponts et de la rive droite durant toute la durée de l'étude. Ces observations n'ont pas permis de localiser d'autres attroupements de géniteurs en fraie (groupes serrés et stables d'esturgeons de grandes tailles, et clapotis près de la surface).

Même peu abondante, la collecte d'œufs d'esturgeon jaune a permis de circonscrire le site de dépôt d'œufs de 2014. Selon l'étalement des œufs retrouvés, sa superficie mesure approximativement 3 445 m² (carte 3). En réalité, les observations de géniteurs suggèrent que la fraie s'est déroulée dans une zone beaucoup plus restreinte, autour d'un petit îlot rocheux légèrement en amont du pont du Curé-Marchand le long de la rive droite. Les œufs récoltés en aval ont dû dériver avant de se déposer sur les ovocapteurs. La superficie utilisée par les géniteurs correspondrait probablement davantage au dixième de celle calculée, soit autour de 345 m². Ce secteur restreint contient une petite portion de substrat meuble composé de roche et de galet, alors que le reste du lit de la rivière à cet endroit est dominé par de la roche mère. Ce substrat est peu adéquat, pour la fraie et le succès de la reproduction de l'espèce (Pollock *et al.*, 2015; Thiem *et al.*, 2013; Dumont *et al.*, 2011; Fortin *et al.*, 2002; La Haye, 1996; La Haye *et al.*, 1992; La Haye et Fortin, 1990). L'utilisation par l'esturgeon jaune de sites au substrat médiocre pour la fraie et le développement des œufs a été documenté à quelques reprises et soulignée par Thiem *et al.* (2013) et Paragamian (2012). L'amélioration du substrat d'une frayère à esturgeon peut alors augmenter son succès de reproduction. L'exemple le mieux documenté au Québec est l'aménagement en 1996 d'une zone de plus de 8 000 m² de substrat de qualité dans le bief d'aval de la centrale de RDP où se trouve la plus importante frayère à esturgeon jaune du réseau fluvial. À cet effet, un document de synthèse produit par Fortin *et al.* (2002) résume les résultats des différentes études de suivis de cette frayère avant (Thibodeau et Fortin, 1995; Dubuc *et al.* 1996) et après l'importation de substrat (Dubuc *et al.* 1997; Thibodeau *et al.*, 1998 et 1999). Semblablement, Dumont *et al.* (2011) utilisent les résultats de 3 années en état de référence (1994-1996) et ceux de 7 années après la construction (1997-2003) pour effectuer une analyse concernant cet aménagement. Ces différents travaux démontrent que cet ajout de substrat a contribué à faire augmenter sensiblement le succès de reproduction de l'espèce lorsque les conditions d'hydraulicité de la rivière des Prairies

permettaient son utilisation ou attiraient les géniteurs vers celle-ci. Cette nouvelle frayère a été aménagée, à l'époque, selon les critères énoncés par La Haye (1996). Les résultats des suivis subséquents ont permis de les raffiner. Ainsi, selon Fortin *et al.* (2002), chaque femelle aurait besoin de 13 à 48 m² d'habitats de fraie adéquat pour optimiser le taux de survie de l'œuf à la larve. Ces auteurs recommandent de considérer la plus grande valeur dans le cas où une très faible superficie de substrat adéquat est disponible ou que celui-ci est de mauvaise qualité (comme c'est le cas à la frayère de Drummondville). À cet effet, puisque l'on estime qu'autour de 5 femelles ont possiblement utilisé 345 m² d'habitat de fraie, chaque femelle aurait disposé d'environ 69 m² pour déposer ces œufs. Cette densité d'utilisation est au-dessus de la valeur de référence supérieure suggérée par Fortin *et al.* (2002). Par contre, les superficies de fraie contenant du substrat de qualité n'ont pas pu être évaluées avec précision en 2014 et devront l'être lors de prochains suivis. Il est donc difficile de statuer sur le niveau d'utilisation réel de cette frayère. Quoi qu'il en soit, il faudrait réduire la superficie de fraie calculée par le dépôt des œufs d'un facteur de 30, ou que 27 femelles aient frayé pour atteindre la valeur plancher mentionnée par ces auteurs, ce qui semble être peu plausible. La superficie du site de dépôt des œufs ne semble donc pas avoir été un facteur limitant en 2014.

Bien que la frayère de Drummondville n'ait pas semblé être surutilisée au printemps 2014, on peut se questionner sur son pouvoir de rétention des œufs lorsqu'elle est soumise à des coups d'eau en raison d'une hausse de l'apport en eau en provenance de l'amont, comme cela fut le cas immédiatement après la fraie (entre le 17 et le 20 mai). Le secteur situé en aval du déversoir est particulièrement vulnérable à ces variations de débit. Ces conditions sont susceptibles de déloger une partie des œufs déposés sur le substrat. Il est possible qu'une partie des œufs ait été délogée et emportée plus en aval où aucun substrat adéquat ne se trouvait pour le retenir et le soustraire à la prédation. La capture de quelques prolarves dans le Sous-secteur C le 21 mai après ces coups d'eau corrobore cette hypothèse.

En comparaison avec quelques frayères mieux connues du sud-ouest du Québec, dont celle de RDP (mentionnée plus haut), de La Gabelle (Gilbert, 1988; GDG, 2001) et de celle située en amont des rapides de Lachine (La Haye *et al.*, 2003 et 2004), la frayère de Drummondville peut paraître de moindre importance. Cependant, elle semble être utilisée chaque printemps comme le montrent les résultats des 5 derniers suivis entrepris en 1996, 2002, 2012, 2013 et 2014 (Bureau environnement et terre d'Odanak, 2014 et 2012; Ouellet et Faucher, 2002; La Haye *et al.*, 1996). De plus, étant donné que la population du système fluvial montre des signes évidents de récupération (Dumont *et al.*, 2013), on peut présumer que son utilisation va augmenter au cours de la prochaine décennie. Enfin, la frayère de Drummondville contribue au recrutement de l'esturgeon jaune dans un secteur du fleuve qui en renferme très peu de connues pour le moment. Malgré sa petite taille et le fait qu'elle accueille un nombre relativement restreint de géniteurs chaque printemps, ces caractéristiques lui confèrent tout de même une certaine importance dans le réseau fluvial.

6.2 Estimation du nombre de géniteurs

Durant l'ensemble des pêches dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville au printemps 2014, 41 esturgeons jaunes ont été capturés une première fois, 5 une seconde fois. En comparaison avec les pêches effectuées dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville au printemps 2013, où 40 esturgeons ont été capturés à la fin de la période de fraie, essentiellement le 2 mai en quelques heures de pêche dans 2 filets (31 captures) (Bureau environnement et terre d'Odanak, 2014), le nombre d'individus enregistrés dans les stations a été moins élevé en 2014, malgré une bonne couverture de toutes les fosses présentes dans le secteur. En plus des 2 femelles récoltées durant la fraie, 39 mâles matures ou en voie de l'être ont été capturés, ce qui donne un sexe-ratio de 4,9 %. Ce nombre se situe entre les proportions de femelles matures observées à la frayère de RDP entre 1995 et 1999 qui variaient de 0,41 à 1,93 % et celles des estimations (Schnabel) qui varient de 11 à

19 % pour la même période (selon deux approches de calculs différentes, Fortin *et al.*, 2002). Par conséquent, le sexe-ratio des esturgeons récoltés au printemps 2014 à la frayère de Drummondville semble réaliste et doit refléter assez fidèlement celui du contingent de géniteurs qui y était présent.

L'abondance des géniteurs estimée par la méthode modifiée de Schnabel s'élève à 111 individus (I.C. $p = 0,05$; 57 – 418 géniteurs). Selon le sexe-ratio des captures, un total de 5 (3-20; 95 % I.C.) femelles aurait fréquenté la zone à l'étude au cours du printemps 2014. Ce nombre est plausible puisque de 3 à 6 groupes de géniteurs en fraie ont été observés simultanément les 15 et 16 mai. Les esturgeons jaunes qui se reproduisent forment normalement des groupes composés d'une femelle accompagnée de plusieurs mâles. Il est possible que le nombre total de femelles ayant frayé dans le bief d'aval de la centrale au printemps 2014 ait été plus élevé que celui évalué selon la campagne de CMR en raison de l'imprécision entraînée par le faible nombre de recaptures. Pareillement, le nombre de groupes de poissons observés est potentiellement sous-estimé puisque les esturgeons en fraie sont plus actifs la nuit et les travaux ont été menés que le jour. De plus, d'autres géniteurs ont pu échapper aux pêches. Cependant, compte tenu de la superficie relativement restreinte de la frayère et du faible nombre de femelles capturées, il ne s'agirait que de quelques individus.

Ce faible nombre de femelles montre l'importance de bien protéger les géniteurs durant la fraie à Drummondville. Contrairement à la frayère de RDP, dont le contingent de géniteurs a varié entre 4 163 à 7 166 individus de 1995 à 1999 (Fortin *et al.*, 2002), celui de Drummondville est beaucoup plus fragile. En effet, la capture par un pêcheur sportif, ne serait-ce que d'une seule femelle, se traduirait en une perte d'une portion significative du frai et une réduction substantielle du nombre de larves produites. Les rives du bief d'aval de la centrale à Drummondville sont accessibles. Une pêche sportive aux chevaliers, et aux dorés est réalisée à proximité des frayères à esturgeon jaune au printemps. De plus, une pêche sportive ciblant l'esturgeon jaune a été documentée au printemps 2012 dans le canal de fuite de la centrale (Bureau environnement et terre d'Odanak, 2012). La frayère à esturgeon jaune de Drummondville mériterait d'être mieux protégée. Ceci pourrait passer par des mesures limitant la pêche à l'esturgeon dans une section de la rivière (restreinte et clairement défini), soit entre le déversoir de la centrale, en amont, et le pont de la Traverse (route 122). Bien qu'un autre secteur tout juste en aval de ce pont ait déjà été utilisé par l'esturgeon jaune, celui-ci est peu accessible pour les pêcheurs sportifs et donc moins sensible.

La frayère de RDP est la seule où le contingent de géniteurs a été évalué avec précision au Québec. Elle accueille chaque printemps quelques milliers d'esturgeons qui viennent s'y reproduire. Le nombre de géniteurs utilisant la frayère de Drummondville est beaucoup plus restreint que celui de cette frayère, mais il est comparable à d'autres sites qui ont reçu un statut particulier de protection (comme celle de la rivière L'Assomption située non loin de Joliette), ou qui ont fait l'objet de travaux correcteurs importants (comme celle de la rivière Ouareau) (MRNF-CARA, 2010; La Haye et Gendron, 1994; Fortin *et al.*, 1992; La Haye *et al.*, 1992; La Haye et Fortin, 1990; La Haye *et al.*, 1990; Leclerc, 1985 et 1986). La frayère aménagée en aval de la centrale de la Gabelle sur la rivière Saint-Maurice en 1999 en compensation des pertes d'habitats de poisson engendrées par sa réfection en 1992-1993 en est un autre exemple (Gilbert, 1988; Lamontagne et Gilbert, 1990; GDG 1997, 1999 et 2001).

6.3 Production larvaire et succès de la reproduction

Comme base de comparaison avec l'estimation du nombre de larves dérivantes et du succès de la reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville en 2014, les résultats des suivis de la dérive larvaire effectués à la frayère de RDP sans interruption de 1994 à 2003 seront utilisés. Notons que le succès de la reproduction y a été évalué que de 1995 à 1999. Ces suivis ont fait l'objet de plusieurs rapports, dont 3

principaux, soit celui de Fortin *et al.* (2002) pour les données de 1995 à 1999, et ceux de Garceau et Bilodeau (2003 et 2004) concernant les données de 2000 à 2003. Plusieurs aspects des méthodologies utilisées dans ces suivis et la présente étude permettent ces comparaisons. Tout d'abord, les méthodes pour déterminer le sexe et l'abondance des géniteurs ainsi que des larves sont pratiquement les mêmes. Ensuite, dans les deux cas, la section de rivière échantillonnée pour la dérive larvaire est située à moins de 5 km de la frayère. Enfin, l'estimation du succès de la reproduction a également été effectuée à partir de l'équation de fécondité mise au point par Fortin *et al.* (1992) pour les femelles de l'esturgeon jaune du Québec.

La dévalaison des larves s'est déroulée durant une douzaine de jours en 2014, soit sur une période légèrement moins étendue que celle mentionnée dans l'ensemble des études menées à RDP (qui varie entre 14 à 40 jours). Cette période de dévalaison, moins étendue, reflète la fraie de 2014 à Drummondville qui a été intensive, de courte durée et qui a impliqué un nombre restreint de femelles. Une autre différence dans la dynamique de dérive larvaire de ces 2 frayères est l'allure des patrons de captures journalières qui a été généralement bimodale à RDP tandis qu'il présente plusieurs petits pics à la frayère de Drummondville. La distribution des captures journalières est aussi plus chaotique comparativement à celle obtenue à RDP composée de courbes bien lissées. Ces différences pourraient être le fruit des grandes variations de débit observées dans la rivière Saint-François du début à la fin de la période de dérive larvaire au printemps 2014. Ces bouleversements pourraient avoir été suffisants pour décaler des flux de larves dérivantes, en retardant leur progression durant les périodes d'étiage. Par ailleurs, le nombre relativement faible de larves récoltées (104 au total, soit entre 1 et 26 par jour) fait en sorte que les disparités journalières sont plus évidentes que dans le cas de RDP où des nombres élevés de larves ont été récoltés (plusieurs centaines avec en général des CPUE $\geq 0,2$ larve/100 m³ d'eau filtrée comparativement à un maximum de 0,07 larve/100m³ d'eau filtrée pour la frayère de Drummondville).

Les estimations d'abondances des larves à RDP sont de l'ordre 1,2 à 12,8 millions tandis que ce nombre n'est que de 24 094 larves pour la frayère de Drummondville. Encore une fois, le nombre restreint de femelles ayant frayé dans le territoire à l'étude explique ces grandes disparités. De plus, si l'on se fie à la petite taille des 2 femelles capturées, qui se retrouvent au bas de la courbe de fécondité du Québec avec un poids moyen de seulement 14,55 kg, on peut projeter que celles ayant utilisé la frayère en 2014 étaient également de petite taille et, par conséquent, moins fécondes que les grosses femelles généralement capturées à RDP. Par contre, cette projection peut être à l'origine d'une sous-estimation du nombre d'œufs potentiellement déposés sur frayère. En effet, si le poids d'une (ou de plusieurs) des 5 femelles qui auraient fréquenté la frayère est considérablement plus grand que la moyenne des 2 captures, le nombre d'œufs potentiellement déposés sur la frayère peut-être beaucoup plus élevé. Cette sous-estimation produirait un effet inverse sur le succès de la reproduction.

La comparaison entre les différentes valeurs de taux de survie obtenues à RDP de 1995 à 1999 et à Drummondville en 2014 confirme que les estimations d'abondance des femelles, de dépôt potentiel d'œufs et de larves dérivantes à la frayère de Drummondville au printemps 2014 sont plausibles. En effet, Fortin *et al.* (2002) mentionnent des valeurs (nb larves/nb œufs pondus) de 0,8 % en 1995 et 1996, avant l'aménagement de la frayère, comparativement à 5,44 % en 1997, 3,65 % en 1998 et 2,41 % en 1999, alors que celui de Drummondville est de 2,33 % et peut varier de 0,62 à 4,6 % selon l'intervalle de confiance du nombre de femelles estimé. Ce taux de survie est deux fois plus faible que le meilleur taux rencontré à la frayère de RDP et se compare aux plus faibles valeurs obtenues à cette frayère suite aux travaux de restauration.

Suite bon déroulement de toutes les étapes de l'étude de 2014 : localisation des sites, campagne de CMR et suivi de la dérive larvaire, le succès de la reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville a pu être évalué. Par contre, l'interprétation de ce résultat et les comparaisons avec d'autres frayères doivent être effectuées avec prudence. Il faudra attendre les résultats des prochaines études (2015 et 2016) pour vérifier si une tendance se dessine et si les valeurs obtenues reflètent bien les conditions observées sur le terrain durant la fraie, le développement des œufs et la dérive larvaire. Le bilan de ces suivis permettra d'obtenir une meilleure vue d'ensemble du succès de la reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville.

6.4 Influence des débits et des patrons d'écoulement sur la dynamique de fraie et le succès de reproduction

6.4.1 Dynamique de fraie de l'esturgeon jaune dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville

Les sites de fraie identifiés depuis une vingtaine d'années dans le bief d'aval de la centrale sont localisés dans sa partie amont ainsi qu'en dessous du pont de la Traverse (du côté droit de la rivière) (carte 5). Dans les deux cas, ces sites sont situés en aval d'obstacles, soit infranchissables pour les poissons (le déversoir du barrage et la centrale), ou soit de nature à ralentir leur progression (présence d'un seuil rocheux traversant la rivière en amont du pont de la Traverse). La partie centrale du bief, caractérisée par la présence de nombreux blocs erratiques, de haut-fond rocheux et d'un écoulement torrentiel, semble n'avoir jamais été utilisée ni même fréquentée par les géniteurs au cours des différents échantillonnages. Dans le cadre de l'agrandissement de la frayère de RDP en 1996, La Haye (1996) a présenté quelques scénarios d'aménagement et une synthèse des mentions des classes de la vitesse du courant observées aux frayères à esturgeon jaune alors connue au Québec. Cette revue couvre 16 mentions et montre que la fraie de l'esturgeon se déroule en général à des sites exposés à des vitesses de courant inférieures à 1,4 m/s. La Haye *et al.* (2003) mentionnent une vitesse moyenne de 1,3 m/s aux sites de fraie utilisés par l'esturgeon jaune en amont des rapides de Lachine. Thiem *et al.* (2013) ont mesuré des valeurs de 0,5 à 1,5 m/s pour celle située dans le bief d'aval du barrage de Saint-Ours dans la rivière Richelieu. Aucune donnée semblable n'existe pour la partie centrale du bief d'aval de la centrale de Drummondville, mais les vitesses y semblent nettement plus élevées que ces valeurs, ce qui pourrait expliquer l'absence de fraie dans ce secteur. L'esturgeon jaune a également tendance à éviter les zones de trop fortes turbulences pour frayer (La Haye et Fortin, 1990) qui sont nombreuses dans cette partie du bief soumise à un écoulement principalement torrentiel sur un lit de rivière présentant une forte rugosité.

La fraie s'est produite à différents endroits dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville. Outre près du pont de la Traverse, il y a peu de recoupement entre ces sites. Pourtant, selon plusieurs observations au Québec, et bien qu'il ne soit pas question de homing proprement dit, les géniteurs esturgeons jaunes démontrent généralement une certaine fidélité à leur site de ponte d'origine même lorsque des structures offrant de meilleures conditions de fraie sont aménagées ou présentes non loin. Ce comportement a d'ailleurs été documenté à la frayère de RDP (Fortin *et al.*, 2002; Dumont *et al.*, 2011) et à celle de la centrale La Gabelle (GDG, 2001). Dans les deux cas, les auteurs expliquent que les conditions d'hydraulicité du cours d'eau abritant la frayère seraient un des facteurs importants modulant le choix des géniteurs vers les hauts-fonds déjà existants ou les aménagements pour y frayer. Par contre, dans ces 2 frayères, certains sites qui étaient utilisés antérieurement n'ont pas cessé de l'être, même après l'ajout de structure plus adéquat pour la fraie. Un autre exemple de fidélité au site de fraie historique (ou datant d'au moins quelques décennies) est celui de la frayère de la rivière Ouareau située au nord de Montréal et dont la première description remonte à 1985 (Leclerc, 1985). À la suite d'un éboulis survenu au cours du printemps 1990, une portion appréciable de cette frayère a été ensevelie. Deux études ont été entreprises pour évaluer l'impact de cet éboulement sur la dynamique de fraie de l'esturgeon jaune en 1990 et 1994 (La Haye et Clermont, 1994; La Haye *et al.*, 1990). Il a été constaté qu'une bonne partie du contingent de géniteurs a continué d'utiliser la portion encore accessible de la frayère ancestrale même si d'autres sites, offrant de meilleures conditions pour la fraie, étaient disponibles à peu de distance en amont et en aval. Les observations nous portent à croire que le manque de fidélité des géniteurs envers un site de dépôt d'œufs précis dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville ou leur déplacement entre 2 sites au cours de la même période de fraie comme au printemps 2014, ont un lien avec les patrons d'écoulement de ce secteur, qui sont influencés par les fluctuations du niveau d'eau de la rivière en provenance de l'amont, mais aussi par le mode de gestion de la centrale de Drummondville.

6.4.2 Influence des débits et des patrons d'écoulement

Au printemps 2012, la fraie de l'esturgeon s'est déroulée dans le Sous-secteur A. Plusieurs captures d'esturgeons de grandes tailles en face des turbines de la centrale (par des pêcheurs sportifs), une récolte d'œufs abondante immédiatement en aval de cette zone (dans un petit filet de dérive) et enfin un patron de dispersion des œufs qui suit le patron d'écoulement du côté droit de la centrale corrobore l'hypothèse que les géniteurs ont frayé au printemps 2012 en aval de la centrale près de la rive droite (Bureau environnement et terre d'Odanak, 2012). Malheureusement, cette zone précise n'a pas pu être couverte par des engins de collecte d'œufs en 2012. Quant aux œufs capturés durant cette saison, ils ont probablement dérivé dans la zone identifiée sur la carte 5 contenant un substrat rocheux de taille variable et une gamme de profondeur de 0,5 à 2,0 m. Il est à noter que les engins de collecte d'œufs utilisés lors de ces deux études sont différents. Les collecteurs à œufs qui ont servi au printemps 2012 (une à plusieurs roches insérées dans un tapis dans une poche d'ancrage) sont plus rugueux et possèdent une plus grande capacité de captage d'œufs en dérive que les blocs de ciment plats (ovocapteurs) utilisés en 2014 (qui capturent les œufs pondus à moins de 10 m de distance). En revanche, l'observation des géniteurs en 2014 et la collecte d'œufs sur ces ovocapteurs montrent que les esturgeons ont frayé dans un espace restreint en aval du déversoir du barrage en rive droite, et ce, après avoir fréquenté le secteur utilisé en 2012 juste avant la fraie.

La comparaison de la gestion des débits déversés et turbinés entre les deux années explique en partie ces résultats. En 2012, au début de la fraie le 10 mai, les déversements étaient nuls ce qui n'était pas de nature à attirer les géniteurs vers le Sous-secteur B tandis que le turbinage était à son niveau maximal ($200 \text{ m}^3/\text{s}$; figure 2). Les deux 2 jours suivants, le débit de la rivière a augmenté ce qui s'est traduit par le déversement de grandes quantités d'eau dans ce sous-secteur qui est demeuré tout aussi peu attrayant pour les géniteurs. En comparaison, la photo 14, prise le 19 mai 2014, montre une partie du Sous-secteur B soumis à de forts courants durant le coup d'eau qui a suivi la fraie. Les conditions d'écoulement devaient être similaires ou encore pires dans cette zone durant une bonne partie de la période de fraie le long de la rive droite en 2012.

En 2014, la gestion de la centrale de Drummondville a été différente et visait à réduire les mortalités de chevalier blanc (*Moxostoma anisurum*) pris au piège dans les cuvettes du déversoir du barrage en maintenant un écoulement dans celui-ci. Les 12 et 13 mai, la température de fraie était déjà atteinte. À ce moment, des esturgeons très actifs ont été observés dans le canal de fuite de la centrale et près de la zone de fraie de 2012 (un peu en aval, au centre de la rivière) (carte 5). Déjà à ce moment, le turbinage à la centrale n'était pas maximal. Il se situait autour de $160 \text{ m}^3/\text{s}$, alors que le débit déversé était au-dessus de $100 \text{ m}^3/\text{s}$. Entre le 13 et le 15 mai, le débit de la rivière a diminué à $160 \text{ m}^3/\text{s}$. À ce moment, une portion d'environ $30 \text{ m}^3/\text{s}$ du débit turbiné a été transférée vers le déversoir afin de maintenir un écoulement d'eau par-dessus les crêtes du barrage. Ce transfert a provoqué un changement de comportement chez les esturgeons qui se sont alors regroupés en rive droite pour y frayer. Le turbinage s'est ensuite maintenu au même niveau ($130 \text{ m}^3/\text{s}$) durant toute la durée de la fraie, soit du 14 au 17 mai. Cette manœuvre a permis de maintenir un débit déversé qui a varié durant la période de fraie entre 10 et $60 \text{ m}^3/\text{s}$ (avec une moyenne de $40 \text{ m}^3/\text{s}$). Des déplacements d'esturgeons en fraie semblable ont déjà été observés à la frayère de RDP à l'occasion du suivi de l'impact de l'aménagement d'un premier haut-fond en 1985 (Gendron, 1988). Afin d'optimiser l'utilisation de cet aménagement, quelques scénarios de déversement des portes de l'évacuateur avaient été mis à l'essai. Il a été constaté que les esturgeons en fraie réagissaient en quelques minutes aux changements de patrons d'écoulement en se déplaçant parfois d'une rive à l'autre (distantes de 400 m en aval de l'évacuateur) durant ces opérations. Il n'est donc pas surprenant que ceux présents en 2014 à Drummondville aient pu changer de zone de fraie suite au transfert d'environ 20 % du turbinage vers les déversoirs.

Bien que l'influence de la gestion de la centrale sur la dynamique de fraie de l'esturgeon mérite d'être étudiée davantage, les résultats obtenus au printemps 2014 permettent déjà de constater l'influence de la gestion locale de la centrale sur le comportement des esturgeons jaunes en fraie :

- Sans déversement, le Sous-secteur B n'exerce aucun attrait pour les géniteurs.
- À 60 % de la capacité maximale de turbinage de la centrale (environ 130 m³/s), le Sous-secteur A, n'est pas utilisé pour la fraie si une quantité d'eau retenue est déversée (l'étendue de ces valeurs reste cependant à préciser).
- Lorsque le débit déversé est de 100 m³/s et plus (mais cette limite devra être précisée également), l'écoulement est trop fort et turbulent dans le Sous-secteur B pour que les esturgeons y fraient.
- Le site de dépôt d'œufs utilisé en 2014 offre des conditions peu adéquates pour la fraie et le succès de la reproduction de l'esturgeon (présence d'un courant giratoire, de turbulences, d'un substrat dominé par de la roche mère et grandes fluctuations de débit). Il est aussi très accessible aux pêcheurs.
- Le site de dépôt d'œufs de 2012 est situé dans une zone offrant des conditions de fraie plus adéquates au développement des œufs et il est soumis à des débits plus stables dus à la présence de la centrale. Par contre, une partie de celui-ci est accessible aux pêcheurs (rive droite du canal de fuite de la centrale).
- La qualité des habitats de fraie au site utilisé en dessous du pont de la Traverse et la sensibilité de ce site de dépôt d'œufs aux fluctuations de débit et de patron d'écoulement sont très peu connues. Néanmoins, ce secteur est peu ou pas accessible aux pêcheurs.

En ce qui concerne l'influence des fluctuations de débit de la rivière Saint-François elle-même, tel qu'il est expliqué à la section 6.6.2, plusieurs indices portent à croire que les variations de débit intra-journalières ou étalées sur quelques jours peuvent être induites par des facteurs anthropiques. Ces fluctuations peuvent avoir une influence sur la centrale de Drummondville surtout dans le cadre de contraintes de gestion imposées à HQ, comme la survie des chevaliers blancs. C'est ce qui s'est produit au printemps 2014 au début de la fraie des esturgeons quand une partie du débit de la rivière a été transféré des turbines vers les déversoirs. Enfin, l'influence des facteurs naturels régissant le déclenchement de la fraie, tel le réchauffement de l'eau, vient s'ajouter à celles des fluctuations de débit et de patron d'écoulement de la rivière. Cette combinaison de facteurs (pouvant tous interagir les uns avec les autres) contribue à rendre la dynamique de fraie de l'esturgeon jaune très instable d'une année à l'autre dans le bief d'aval de la centrale. Cela expliquerait les changements de sites de dépôt d'œufs de l'esturgeon jaune observés depuis le début des études en 1996.

Concernant le succès de reproduction, les grandes fluctuations du débit de la rivière provenant de l'amont combiné au mode de gestion de la centrale adoptée au printemps 2014 pourraient avoir contribué à le diminuer. En effet, le déplacement de la fraie vers un site moins propice contenant un substrat peu adéquat (roche mère) peut augmenter la prédation et la mortalité des œufs qui sont plus facilement emportés hors du substrat lors des fluctuations de débit importantes (variations observées, entre autres, en 2012 et 2014 pendant la période de développement des œufs). Bien entendu, ces mortalités ont comme conséquence de diminuer le taux de survie de l'œuf à la larve. À cet effet, le taux de 2,33 % calculé au printemps 2014 se situe à la limite inférieure des valeurs obtenues à RDP après la mise en place du nouveau haut-fond en 1996.

À l'heure actuelle, il existe une seule évaluation du taux de survie œuf-larve, ce qui empêche de tirer des conclusions claires sur les impacts des fluctuations de débit et de patron d'écoulement sur le succès de reproduction, ou de formuler des recommandations pour améliorer la fraie de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville. Cependant, la poursuite de suivis à cette frayère permettra de comparer les impacts de différents

modes de gestion de la centrale sur la dynamique de fraie et le succès de la reproduction et ainsi fournir des pistes de solutions pour le futur (aménagement, modes de gestion, etc.). À cet effet, il serait intéressant de comparer le succès de reproduction lorsque la gestion de la centrale vise une production maximale d'électricité (mode de gestion normal) au succès de reproduction de 2014 qui visait la survie des chevaliers dans le déversoir (par un déversement ininterrompu d'eau).

7 CONCLUSION

Les travaux de terrain effectués dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville au printemps 2014 ont permis d'atteindre tous les objectifs de l'étude. Un site de dépôt d'œufs a été localisé avec précision par la récolte d'œufs et l'observation d'esturgeons jaunes frayant le long de la rive droite en aval du déversoir. La dynamique de reproduction des esturgeons a été bien documentée. Les pêches aux filets maillants ont permis la capture de géniteurs en nombre suffisant pour estimer pour la première fois le contingent de géniteurs qui a fréquenté ce secteur. De ces captures, un nombre de femelles a pu être estimé, de même que le dépôt potentiel d'œufs. La campagne de dérive larvaire qui a suivi a permis d'estimer un nombre de larves dérivantes ainsi que le succès de la reproduction (% du nombre de larves produites/dépôt potentiel d'œufs).

En ce qui concerne l'analyse de l'influence des débits et des patrons d'écoulement, les résultats suggèrent que leur variation dans le bief d'aval de la centrale, causée par les fluctuations de débit de la rivière ainsi que du mode de gestion de la centrale de Drummondville, influence le comportement des géniteurs et potentiellement le succès de reproduction.

Quelques points méritent d'être soulignés en ce qui a trait à ces résultats et analyses :

- L'emplacement des sites de dépôt d'œufs varie entre les années.
- L'importance du contingent de géniteurs semble aussi varier entre les années.
- Le nombre de géniteurs estimé en 2014 (total de 111, dont 5 femelles) est plausible compte tenu des observations effectuées des groupes d'esturgeons en fraie sur la frayère.
- Malgré le nombre restreint de géniteurs et la petite superficie utilisée pour la fraie, la frayère de Drummondville est relativement importante en comparaison de celles déjà connues dans le réseau fluvial, car elle alimente un secteur qui n'en contient qu'une autre connue à ce jour (frayère de la rivière Richelieu).
- Les patrons de débit, potentiellement influencés par la gestion de la centrale et les apports en eau provenant du bassin versant, semblent avoir une influence directe sur le choix final du site de fraie. Cependant, cette influence reste à préciser.
- Le suivi des déplacements des géniteurs en 2014 durant la fraie et les analyses des débits ont permis de chiffrer de manière préliminaire les niveaux des débits déversés et turbinés ayant une certaine influence sur les géniteurs. D'autres études sont nécessaires pour éventuellement être en mesure de suggérer un modèle de gestion favorisant le succès de la reproduction de l'esturgeon.
- Dans le même ordre d'idée, une gestion de la centrale favorisant l'attrait des géniteurs vers le Sous-secteur B (site de fraie de 2014) est probablement à proscrire, car les habitats de fraie qu'il contient sont de mauvaise qualité ; les variations de débit y sont fréquentes et le site est facilement accessible aux pêcheurs sportifs. Ces éléments ne peuvent garantir le succès de la reproduction de l'esturgeon.
- En 2012 et 2014, des variations importantes de débit ont été observées durant la fraie, la période de développement des œufs et celle de dérive des larves de l'esturgeon jaune. Dans ce cas, c'est davantage la dynamique hydrologique de la rivière Saint-François (naturelle et anthropique) et moins celle de la centrale qui est en cause.

Le taux de succès de la reproduction obtenu en 2014 (2,33 %) et l'incertitude autour de cette estimation se situent dans les valeurs inférieures rencontrées à RDP après la mise en place du dernier haut-fond aménagé (1996). Cependant, d'autres études sont nécessaires afin de valider ce résultat et de voir si le taux de 2014 a été surestimé en raison du faible nombre de femelles capturées et de leur petite taille, et si ce taux augmente lorsque la fraie se produit sur de meilleurs sites et dans des conditions qui favorisent un dépôt d'œufs en aval de la centrale.

Sur la base des conditions observées en 2014, il sera difficile de pouvoir concilier une gestion de la centrale visant la survie des chevaliers blancs captifs en aval du déversoir avec celle du succès de la reproduction de l'esturgeon jaune dans le bief d'aval de la centrale. Des pistes de solution pourront être formulées ou avancées après les prochaines études (aménagement d'un nouveau site de fraie, construction d'un seuil et de canaux de vidange, ou retrait manuel des poissons captifs, etc.).

La population d'esturgeon jaune du Saint-Laurent est en pleine croissance. Il est donc possible que la fréquentation de la frayère de Drummondville prenne de l'importance au cours des prochaines années. Cette éventualité devrait inciter les gestionnaires de la faune à mettre en œuvre toute une série de mesures favorisant le succès de reproduction de l'espèce à cette frayère. Pour le moment, une modification réglementaire interdisant la pêche sportive de l'espèce entre le pont du Curé-Marchand et celui de la Traverse serait souhaitable pour éliminer la pêche sportive dans ce secteur durant la fraie de l'esturgeon jaune (début mai à mi-juin).

Comme le montrent les analyses des débits de 2012 et 2014 de la rivière Saint-François, ceux-ci fluctuent considérablement durant toutes les étapes de la reproduction de l'esturgeon jaune, soit durant la fraie, le développement des œufs et la dérive larvaire, ce qui peut potentiellement nuire au succès de la reproduction à la frayère de Drummondville. C'est probablement ce facteur, combiné à la gestion de la centrale, qui incite les esturgeons à changer de site de dépôt d'œufs d'une année à l'autre, et même au cours d'une saison de reproduction. Des compléments d'information sont donc nécessaires pour mieux comprendre l'influence de ces paramètres sur la dynamique de la fraie et sur le succès de reproduction de l'esturgeon jaune à la frayère de Drummondville. Ils pourraient permettre de développer, au besoin, des modalités de gestion ou d'aménagements qui répondront adéquatement à ces problématiques.

8 RÉFÉRENCES

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.

Bureau environnement et terre d'Odanak. 2014. *Restauration de l'esturgeon jaune (Acipenser fulvescens) dans le bassin inférieur de la rivière Saint-François, capture-marquage-recapture et utilisation du cours inférieur de la rivière Saint-François en période estivale*. Bureau environnement et terre d'Odanak, 40 pages et annexe.

CEHQ (Centre d'expertise hydrique du Québec). 2014. *Répertoire des barrages*. Page consultée le 2 décembre 2014. [En ligne] : www.cehq.gouv.qc.ca/barrages/.

COGESAF (Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François). 2006. *Analyse du bassin versant de la rivière Saint-François*. 255 pages et annexes.

Cuerrier, J.-P. 1966. *L'esturgeon de lac Acipenser fulvescens Raf. de la région du lac Saint-Pierre au cours de la période de frai*. Le Naturaliste canadien 93 : 279-334.

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, Fortin R. 2011. *Effects of the development of a newly created spawning ground in the Des Prairies River (Quebec, Canada) on the reproductive success of lake sturgeon (Acipenser fulvescens)*. J. Appl. Ichthyol. 27: 394-404.

Dumont P., Mailhot Y. et N. Vachon. 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.

Faucher R. et M. Abbot. 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.

Fortin, R., Guénette, S. et Dumont, P. 1992. *Biologie, exploitation, modélisation et gestion des populations d'esturgeon jaune (Acipenser fulvescens) dans 14 réseaux de lacs et de rivières du Québec*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune et Service de la faune aquatique, Montréal et Québec. 213 pages et annexes.

Fortin, R., J. D'Amours et S. Thibodeau. 2002. *Effets 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*. 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.

Garceau, S. et P. Bilodeau. 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 et 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.

- GDG (GDG Environnement Ltée). 1997. *Réfection de la centrale La Gabelle - Caractérisation de la frayère à esturgeon jaune et proposition d'aménagement*. Rapport d'étape présenté à Hydro-Québec, vice-présidence Ingénierie et Services, Service Études environnementales. 31 pages et annexes.
- GDG (GDG Conseil inc.). 1999. *Projet de réfection de la centrale La Gabelle. Aménagement d'une frayère pour l'esturgeon jaune. Bilan des travaux - 1999*. Rapport présenté à Hydro-Québec. 10 pages et annexes.
- 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
- Gilbert, L. 1988. *Étude des poissons de la rivière Saint-Maurice en aval du barrage de La Gabelle*. Rapport d'étape présenté à Hydro-Québec- Région Saint-Maurice. 20 pages et annexes.
- La Haye, M., Guénette S. et P. Dumont, 1990. *Utilisation de la frayère de la rivière Ouareau par l'esturgeon suite à l'éboulement survenu en mars 1990*. Québec : Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal, Rapp. Trav. 06-07. 30 pages et annexes.
- La Haye, M. et R. Fortin. 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 pages et annexes.
- La Haye, M. et M. Gendron. 1994. *Reproduction de l'esturgeon jaune, bief d'aval de Pointe-des-Cascades et de Beauharnois*. Le Groupe de Recherche SÉEEQ Ltée, rapport réalisé pour Hydro-Québec, vice-présidence Environnement. 73 pages et annexes
- La Haye, M., A. Branchaud, M. Gendron, R. Verdon et R. Fortin. 1992. *Reproduction, early life history, and characteristics of the spawning grounds of the lake sturgeon (Acipenser fulvescens) in Des Prairies and L'Assomption rivers, near Montréal, Québec*. Canadian Journal of Zoology 70 :1681-1689.
- La Haye, M. et S. Clermont. 1994. *Utilisation de la frayère de la rivière Ouareau par l'esturgeon jaune au printemps 1994*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de L'Aménagement et de l'Exploitation de la Faune, Montréal. 40 pages et annexes.
- La Haye, M. 1996. *Scénario d'aménagement d'une frayère à esturgeon jaune dans le bief d'aval de la centrale de la Rivière-des-Prairies*. Enviro-science pour le compte d'Hydro-Québec, Direction Maisonneuve, 22 pages et annexes.
- 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., S. Clermont et C. Côté. 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. and S. Clermont. 2003. *Lake sturgeon (Acipenser fulvescens) experimental fishery and search for spawning grounds in the upstream portion of the Lachine Rapids in the spring of 2001*. Study carried out by Enviro-science inc. and Limno-Service inc. on behalf of the 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, Technical report 16-11E, viii + 32 pages et annexes.

La Haye, M., S. Desloges, C. Côté, J. Deer, S. Philips Jr., B. Giroux, S. Clermont et P. Dumont. 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., S. Desloges, C. Côté., A. Rice, S. Philips "Junior", J. Deer, B. Giroux, K. de Clerk and P. Dumont. 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 pages et annexes.

Lamontagne, D. et Gilbert, L. 1990. *Étude des frayères du Saint-Maurice en aval de la centrale de La Gabelle / 1990*. GDG Environnement Ltée, pour la vice-présidence Environnement, Hydro-Quebec. 111 pages et annexes.

Leclerc, P. 1985. *Localisation d'une frayère à esturgeon de lac (Acipenser fulvescens) dans la rivière Ouareau*. Service d'étude en exploitation écosystémique du Québec. Rapport présenté au Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 5 pages et annexes.

Leclerc, P. 1986. *Localisation d'une frayère à esturgeon de lac (Acipenser fulvescens) dans la rivière L'Assomption entre Joliette et l'embouchure de la rivière Ouareau*. Service d'étude en exploitation écosystémique du Québec. Rapport présenté au Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 20 pages et annexes.

Mongeau, J.-R. et V. Legendre. 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.

MRNF-CARA. 2010. *Restauration des frayères d'esturgeon jaune de la rivière Ouareau : sommaire du suivi biologique 2010*. 10 pages et annexes.

OGSL (Observation globale du Saint-Laurent). 2014. Réseau d'observation. Page consultée le 24 août 2014. [En ligne] : <http://ogsl.ca/observations/>.

Ouellet G et R. Faucher. 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.

Paragamian, V.L. 2012. *Kootenai River white sturgeon: synthesis of two decades of research*. Endanger Species Res. 17: 157–167. doi:10.3354/esr00407.

Pollock M.S. Meghan C., Kreitals N.M. et I. D. Phillips. 2015. *Review of a species in peril: what we do not know about lake sturgeon may kill them*. Environ. Rev. 23: 30–43.

Ricker, W.E. 1975. *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Bull. Fish. Res. Board Can. No. 191.

Roy, N., La Haye, M et C. Marche. 1997. *Étude hydrologique et géomorphologique portant sur l'habitat de fraie de l'esturgeon jaune (Acipenser fulvescens), rivière Saint-François près de Drummondville, Québec*. Rapport technique produit pour l'APCLASP. 15 pages et annexes.

Thibodeau, S., J. D'Amours et R. Fortin, 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., J. D'Amours et R. Fortin. 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.

Thibodeau, S., et R. Fortin. 1995. *Estimation de l'abondance des géniteurs d'esturgeon jaune à la frayère de la rivière des Prairies au printemps de 1995*. Rapport préparé pour le Module Environnement, Service Technique, Région Maisonneuve et la Vice-présidence Environnement, Hydro-Québec. Université du Québec à Montréal, Département des sciences biologiques.

Thiem J.D., Hatin D., Dumont P., Van Der Kraak G., and S.J. Cooke. 2013. *Biology of lake sturgeon (Acipenser fulvescens) spawning below a dam on the Richelieu River, Quebec: behaviour, egg deposition, and endocrinology*. Can. J. Zool. 91: 175–186.

RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE



PHOTOS 1 ET 2 – Vue de la centrale hydroélectrique de Drummondville et de l'emplacement de stations de collecte d'œufs dans les Sous-secteurs A et B (12 mai)



RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE



PHOTOS 3 ET 4 – Vue sur la frayère et le déversoir du barrage de Drummondville, du pont du Curé-Marchand (au premier plan) et du pont ferroviaire (photo du haut). Vue de la frayère, du pont du Curé-Marchand et du pont de la Traverse, en arrière-plan, à partir du pont ferroviaire (photo du bas) (12 et 14 mai)



RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE



PHOTOS 5 ET 6 – Engin de collecte d'œufs (ovocapteur) et pêche au moyen d'un filet maillant



RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE



PHOTOS 7 ET 8 – Manipulation de poissons (sexage par expulsion des gamètes et prise de mesure de la longueur et du poids)



RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE



PHOTOS 9 ET 10 – Sexage par biopsie (prise d'un échantillon de gonade et fermeture de la plaie à l'aide d'un point de suture)



RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE



PHOTOS 11 ET 12 – Examen du filtre d'un ovocapteur et œuf d'esturgeon jaune fraîchement pondu sur celui-ci (comportant environ 8 divisions cellulaires)



RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE



PHOTOS 13 ET 14 – Vues amont de la frayère prises du pont du Curé-Marchand le 15 mai au moment de la fraie (photo du haut) et le 19 mai pendant le coup d'eau (en bas)



RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE



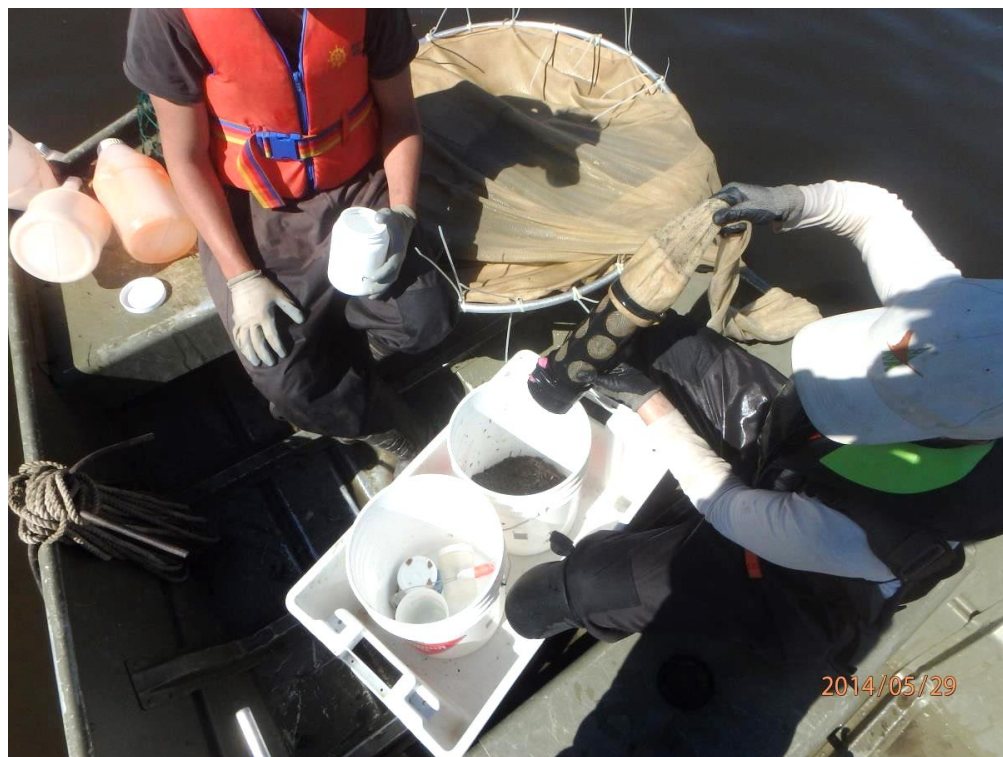
PHOTOS 15 ET 16 – Station de dérive larvaire (RSF14DL01 à RSFF14DL04) et nettoyage d'un filet de dérive



RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE



PHOTOS 17 ET 18 – Récolte du matériel de dérive d'un godet de filet de dérive larvaire



RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE



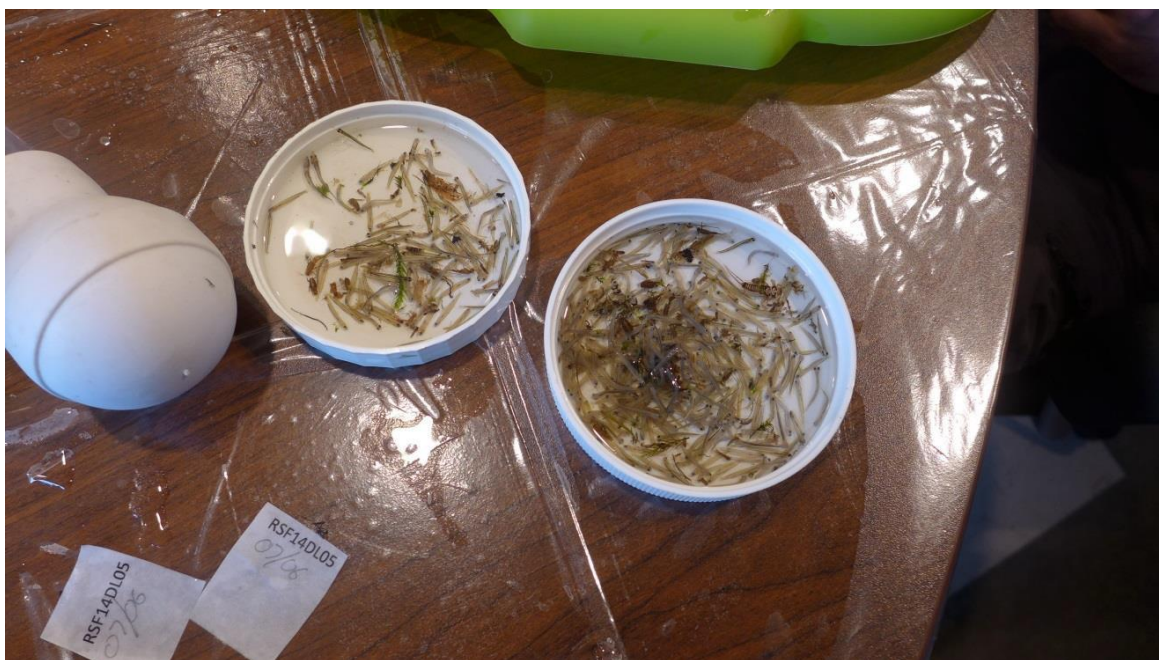
PHOTOS 17 ET 18 – Tri du matériel de dérive par des membres de la communauté d'Odanak



RÉPERTOIRE PHOTOGRAPHIQUE



PHOTOS 19 ET 20 – Larve d'esturgeon jaune (photo du haut) et larves d'autres espèces (photo du bas)



ANNEXE 1- Résultats des captures d'œufs d'esturgeon jaune obtenues à l'aide d'ovocapteurs dans le bief d'aval du barrage de Drummondville dans la rivière Saint-François, printemps 2014.

Sous-secteur	Station	Coordonnées		Début	Date		Nombre d'œufs
		Latitude	Longitude		Fin		
A	RSF14OV01	45,8872	-72,4835	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV02	45,8873	-72,4835	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV03	45,8874	-72,4835	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV04	45,8875	-72,4836	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV05	45,8876	-72,4837	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV06	45,8878	-72,4837	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV07	45,8880	-72,4837	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV08	45,8881	-72,4837	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV09	45,8872	-72,4837	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV10	45,8873	-72,4837	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV11	45,8873	-72,4838	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV12	45,8874	-72,4838	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV13	45,8878	-72,4838	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV14	45,8879	-72,4840	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV15	45,8879	-72,4842	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV16	45,8880	-72,4839	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV17	45,8880	-72,4841	2014-05-12	2014-05-16		
A	RSF14OV18	45,8880	-72,4842	2014-05-12	2014-05-16		
B	RSF14OV19	45,8880	-72,4824	2014-05-12	2014-05-15		
B	RSF14OV20	45,8879	-72,4825	2014-05-12	2014-05-15	1	
B	RSF14OV21	45,8878	-72,4826	2014-05-12	2014-05-15	2	
B	RSF14OV22	45,8880	-72,4826	2014-05-12	2014-05-15		
B	RSF14OV23	45,8880	-72,4826	2014-05-12	2014-05-17	10	
B	RSF14OV24	45,8881	-72,4826	2014-05-12	2014-05-15		
B	RSF14OV25	45,8881	-72,4827	2014-05-12	2014-05-15		
B	RSF14OV26	45,8880	-72,4827	2014-05-12	2014-05-15		
B	RSF14OV27	45,8879	-72,4828	2014-05-12	2014-05-15	3	
B	RSF14OV28	45,8881	-72,4827	2014-05-12	2014-05-15		
B	RSF14OV29	45,8881	-72,4828	2014-05-12	2014-05-15		
B	RSF14OV30	45,8880	-72,4829	2014-05-12	2014-05-15		
B	RSF14OV31	45,8881	-72,4829	2014-05-12	2014-05-15		
B	RSF14OV32	45,8881	-72,4830	2014-05-12	2014-05-15		
B	RSF14OV33	45,8880	-72,4831	2014-05-12	2014-05-15		
B	RSF14OV34	45,8878	-72,4821	2014-05-15	2014-05-17		
B	RSF14OV35	45,8877	-72,4822	2014-05-15	2014-05-17		
B	RSF14OV36	45,8876	-72,4822	2014-05-15	2014-05-17		
B	RSF14OV37	45,8875	-72,4822	2014-05-15	2014-05-17		
B	RSF14OV38	45,8879	-72,4822	2014-05-15	2014-05-17		
B	RSF14OV39	45,8878	-72,4823	2014-05-15	2014-05-17	1	
B	RSF14OV40	45,8877	-72,4824	2014-05-15	2014-05-17	1	
B	RSF14OV41	45,8877	-72,4825	2014-05-15	2014-05-17	3	
B	RSF14OV42	45,8877	-72,4825	2014-05-15	2014-05-17	3	
B	RSF14OV43	45,8878	-72,4827	2014-05-15	2014-05-17		
B	RSF14OV44	45,8878	-72,4828	2014-05-15	2014-05-17		
B	RSF14OV45	45,8879	-72,4828	2014-05-15	2014-05-17		
B	RSF14OV46	45,8879	-72,4828	2014-05-15	2014-05-17		
C	RSF14OV47	45,8888	-72,4838	2014-05-15	2014-05-17		
C	RSF14OV48	45,8888	-72,4839	2014-05-15	2014-05-17		
C	RSF14OV49	45,8887	-72,4839	2014-05-15	2014-05-17		
C	RSF14OV50	45,8888	-72,4839	2014-05-15	2014-05-17		
C	RSF14OV51	45,8888	-72,4840	2014-05-15	2014-05-17		
C	RSF14OV52	45,8887	-72,4840	2014-05-15	2014-05-17		
C	RSF14OV53	45,8888	-72,4841	2014-05-15	2014-05-17		
C	RSF14OV54	45,8889	-72,4840	2014-05-15	2014-05-17		
C	RSF14OV55	45,8889	-72,4840	2014-05-15	2014-05-17		
C	RSF14OV56	45,8890	-72,4840	2014-05-15	2014-05-17		
C	RSF14OV57	45,8889	-72,4841	2014-05-15	2014-05-17		
C	RSF14OV58	45,8888	-72,4842	2014-05-15	2014-05-17		

ANNEXE 2- Stations de pêche à l'esturgeon jaune aux filets maillants dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville dans la rivière Saint-François, printemps 2014.

Station	Coordonnées		Type de Filet	Date de pêche (mai 2014)	Nombre total d'heures de pêche (h)
	Latitude	Longitude			
RSF14F01	45,8875	-72,4834	F125	12, 13, 14, 15, 16, 17, 20	36,5
RSF14F02	45,8877	-72,4831	F303	12	2,8
RSF14F03	45,8877	-72,4827	F303 + F125	13, 14, 15, 16, 17	27,7
RSF14F04	45,8883	-72,4830	F125	13, 14	5,7
RSF14F05	45,8885	-72,4833	F303	13, 14, 15	7,9
RSF14F06	45,8886	-72,4836	F303	15	4,0
RSF14F07	45,8875	-72,4825	F303	16	2,6
RSF14F08	45,8884	-72,4834	F303	16, 17, 20	13,7
RSF14F09	45,8885	-72,4836	F125	20	5,5
RSF14F10	45,8885	-72,4836	F303	20	5,8

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

F303 : filet maillant, maille étirée de 243 mm en nylon tordu multifilament, 30,48 m de longueur et 2,43 m de hauteur

ANNEXE 3- Description des stations de pêche aux filets maillants échantillonnées chaque jour de pêche et des captures d'esturgeons jaunes.

Station	Date	Heure à la pose	Heure à la levée	Durée	Nombre de levées	Identifiant de la capture	Longueur totale (mm)	Longueur à la fourche (mm)	Poids (g)	Sexe et maturité sexuelle	Numéro de l'étiquette	Capture	Temp. à la pose (°C)	Temp à la levée (°C)	Analyse	Profondeur
RSF14F01	2014-05-12	15:08	17:40	02:32	1	1	1110	985	7100	M5	00023	PC	13,3	14,4	aucune	4
RSF14F01	2014-05-12	15:08	17:40	02:32	1	2	1150	1022	9400	M5	00013	PC	13,3	14,4	aucune	4
RSF14F01	2014-05-12	15:08	17:40	02:32	1	3	1040	955	6070	M5	00020	PC	13,3	14,4	aucune	4
RSF14F01	2014-05-12	15:08	17:40	02:32	1	4	1110	1030	8880	M5	00021	PC	13,3	14,4	aucune	4
RSF14F01	2014-05-12	15:08	17:40	02:32	1	5	1070	1000	7250	M5	00022	PC	13,3	14,4	aucune	4
RSF14F01	2014-05-12	15:08	17:40	02:32	1	6	1150	1040	7230	M4	00024	PC	13,3	14,4	aucune	4
RSF14F01	2014-05-12	15:08	17:40	02:32	1	7	1140	1040	7500	M5	00073	PC	13,3	14,4	aucune	4
RSF14F02	2014-05-12	15:15	18:00	02:45	1	8	1260	1160	11800	M3	00061	PC	13,3	14,4	biopsie	4
RSF14F02	2014-05-12	15:15	18:00	02:45	1	9	1230	1140	10480	M5	00069	PC	13,3	14,4	aucune	4
RSF14F02	2014-05-12	15:15	18:00	02:45	1	10	1170	1090	9300	M5	00070	PC	13,3	14,4	aucune	4
RSF14F01	2014-05-13	10:30	14:48	04:18	2	11	950	843	4280	M3	00088	PC	13	13,7	biopsie	4
RSF14F01	2014-05-13	10:30	14:48	04:18	2	12	1110	1010	6670	M4	00066	PC	13	13,7	aucune	4
RSF14F01	2014-05-13	10:30	14:48	04:18	2	13	960	870	4500	M5	00087	PC	13	13,7	aucune	4
RSF14F01	2014-05-13	10:30	14:48	04:18	2	14	1010	920	6700	M5	00086	PC	13	13,7	aucune	4
RSF14F03	2014-05-13	10:40	15:04	04:24	2	15					00013	RC	13	13,7	aucune	4
RSF14F03	2014-05-13	10:40	15:04	04:24	2	16	1250	1170	12800	M5	00065	PC	13	13,7	aucune	4
RSF14F05	2014-05-13	11:20	14:30	03:10	1	17	1200	1150	10100	M4	00085	PC	13	13,3	aucune	4
RSF14F01	2014-05-14	10:15	15:40	05:25	2	18	1090	1000	6300	M5	00055	PC	13,6	14,3	aucune	4
RSF14F03	2014-05-14	10:30	15:59	05:29	2	19	1320	1250	15290	M5	00053	PC	13,6	14,3	aucune	4
RSF14F03	2014-05-14	10:30	15:59	05:29	2	20	1350	1240	14500	F6	00052	PC	13,6	14,3	aucune	4
RSF14F03	2014-05-14	10:30	15:59	05:29	2	21					00024	RC	13,6	14,3	aucune	4
RSF14F03	2014-05-14	10:30	15:59	05:29	2	22	1250	1140	12120	M5	00056	PC	13,6	14,3	aucune	4
RSF14F03	2014-05-14	10:30	15:59	05:29	2	23	1320	1210	12850	M5	00083	PC	13,6	14,3	aucune	4
RSF14F03	2014-05-14	10:30	15:59	05:29	2	24	1320	1210	12300	M5	00057	PC	13,6	14,3	aucune	4
RSF14F03	2014-05-14	10:30	15:59	05:29	2	25	1270	1165	11500	M5	00081	PC	13,6	14,3	aucune	4
RSF14F05	2014-05-14	11:06	13:44	02:38	1	26	1270	1150	11600	M5	00054	PC	13,6	13,9	aucune	4
RSF14F03	2014-05-15	10:30	17:30	07:00	3	27					00085	RC	14,5	15,5	aucune	4
RSF14F03	2014-05-15	10:30	17:30	07:00	3	28	1310	1230	11400	M5	00059	PC	14,5	15,5	aucune	4
RSF14F03	2014-05-15	10:30	17:30	07:00	3	29					00065	RC	14,5	15,5	aucune	4
RSF14F03	2014-05-15	10:30	17:30	07:00	3	30	1380	1300	13200	M5	00078	PC	14,5	15,5	aucune	4
RSF14F03	2014-05-15	10:30	17:30	07:00	3	31	1310	1200	11700	M5	00080	PC	14,5	15,5	aucune	4
RSF14F03	2014-05-15	10:30	17:30	07:00	3	32	970	850	4300	M5	00060	PC	14,5	15,5	aucune	4
RSF14F03	2014-05-15	10:30	17:30	07:00	3	33					00061	RC	14,5	15,5	aucune	4
RSF14F03	2014-05-15	10:30	17:30	07:00	3	34	1130	1020	10450	M5	00062	PC	14,5	15,5	aucune	4
RSF14F03	2014-05-15	10:30	17:30	07:00	3	35	1455	1360	14600	F6	00063	PC	14,5	15,5	biopsie	4
RSF14F03	2014-05-15	10:30	17:30	07:00	3	36	1260	1170	12320	M5	00126	PC	14,5	15,5	aucune	4
RSF14F01	2014-05-15	10:21	17:45	07:24	3	37	959	870	4500	M5	00102	PC	14,5	15,5	aucune	4
RSF14F03	2014-05-16	13:20	18:48	05:28	3	38	1200	1105	10650	M5	00124	PC	16,6	17,2	aucune	4
RSF14F03	2014-05-16	13:20	18:48	05:28	3	39	1100	1000	10800	M5	00122	PC	16,6	17,2	aucune	4
RSF14F03	2014-05-16	13:20	18:48	05:28	3	40	1130	1015	10300	M5	00121	PC	16,6	17,2	aucune	4
RSF14F03	2014-05-16	13:20	18:48	05:28	3	41	1000	920	7800	M5	00120	PC	16,6	17,2	aucune	4
RSF14F03	2014-05-16	13:20	18:48	05:28	3	42	1390	1260	17500	M5	00119	PC	16,6	17,2	aucune	4
RSF14F03	2014-05-16	13:20	18:48	05:28	3	43	1160	1080	10650	M5	00117	PC	16,6	17,2	aucune	4
RSF14F03	2014-05-16	13:20	18:48	05:28	3	44	1100	1020	7300	M5	00114	PC	16,6	17,2	aucune	4
RSF14F01	2014-05-16	13:34	18:24	04:50	3	45	1070	990	9550	M5	00116	PC	16,6	17,2	aucune	4
RSF14F01	2014-05-16	13:34	18:24	04:50	3	46	1080	990	6000	M5	00115	PC	16,6	17,2	aucune	4
RSF14F04	2014-05-13	11:10	14:19	03:09	1								13	13,3		3
RSF14F04	2014-05-14	10:53	13:27	02:34	1											2

Station	Date	Heure à la pose	Heure à la levée	Durée	Nombre de levée	Identifiant de la capture	Longueur totale (mm)	Longueur à la fourche (mm)	Poids (kg)	Sexe et maturité sexuelle	Numéro de l'étiquette	Capture	Temp. à la pose (°C)	Temp. à la levée (°C)	Analyse	profondeur
RSF14F05	2014-05-15	10:47	12:52	02:05	1								14,5	14,7		
RSF14F06	2014-05-15	14:08	18:10	04:02	2								14,7	15,5		
RSF14F07	2014-05-16	13:46	16:20	02:34	1								16,6	17,2		
RSF14F08	2014-05-16	16:45	18:30	01:45	1								16,6	17,2		
RSF14F03	2014-05-17	13:00	18:23	05:23	2								15,5	11,3		4
RSF14F01	2014-05-17	13:00	18:23	05:23	2								15,5	11,3		4
RSF14F08	2014-05-17	13:00	18:25	05:25	2								15,5	11,3		
RSF14F01	2014-05-20	10:20	17:00	06:40	2								14,4	14,4		
RSF14F08	2014-05-20	10:30	17:00	06:30	2								14,4	14,4		
RSF14F09	2014-05-20	11:30	17:00	05:30	2								14,4	14,4		
RSF14F10	2014-05-20	11:10	17:00	05:50	2								14,4	14,4		

ANNEXE 4A- Résultat des captures totales de larves d'esturgeon jaune par station de dérive larvaire et données de profondeur prises le 1^{er} juin 2014 au site de chaque station et de vitesses de courant à l'embouchure des filets de dérive, rivière Saint-François secteur Drummondville, printemps 2014.

Station	Coordonnées		Profondeur du site de la station (m)	Vitesse à l'embouchure du filet (m/s)	Nombre total de larves
	Latitude	Longitude			
RSF14DL01	45,9157	-72,4898	0,9	0,10	6
RSF14DL02	45,9159	-72,4900	1,2	0,25	16
RSF14DL03	45,9159	-72,4902	1,2	0,25	20
RSF14DL04	45,9160	-72,4905	1,4	0,20	26
RSF14DL05	45,9162	-72,4906	1,6	0,30	26
RSF14DL06	45,9162	-72,4909	1,6	0,20	5
RSF14DL07	45,9163	-72,4910	1,2	0,20	4
RSF14DL08 ¹	45,9172	-72,4936			1
RSF14DL09 ¹	45,9173	-72,4939			0
RSF14DL10 ¹	45,9174	-72,4941			0

¹ Ces stations étaient retirées le 1^{er} juin 2014. Aucune mesure de profondeur de la station ni de vitesse de courant n'a donc été réalisée à ce moment.

ANNEXE 4B- Nombre total des captures de larves d'esturgeon jaune par station et par jour, résultats des calculs des captures par unité d'effort (nombre / 100 m³ d'eau filtrée) aux stations de dérive larvaire et débits moyens journaliers de la rivière Saint-François, secteur Drummondville, printemps 2014.

Date	Station	Nombre de larves ACFU	CPUE ¹	CPUE moyen journalier	débit moyen journalier ²
28-05-2014	RSF14DL01		0,0000	0,0068	329,36
	RSF14DL02	5	0,0293		
	RSF14DL03	1	0,0059		
	RSF14DL04		0,0000		
	RSF14DL05	1	0,0049		
	RSF14DL06	1	0,0073		
	RSF14DL07		0,0000		
29-05-2014	RSF14DL01	1	0,0147	0,0200	379,81
	RSF14DL02		0,0000		
	RSF14DL03	8	0,0469		
	RSF14DL04	6	0,0440		
	RSF14DL05	4	0,0195		
	RSF14DL06	1	0,0073		
	RSF14DL07	1	0,0073		
30-05-2014	RSF14DL01	4	0,0586	0,0167	293,77
	RSF14DL02	3	0,0176		
	RSF14DL03	2	0,0117		
	RSF14DL04	3	0,0220		
	RSF14DL05		0,0000		
	RSF14DL06	1	0,0073		
	RSF14DL07		0,0000		
31-05-2014	RSF14DL01	1	0,0147	0,0153	251,26
	RSF14DL02	3	0,0176		
	RSF14DL03	4	0,0234		
	RSF14DL04	6	0,0440		
	RSF14DL05		0,0000		
	RSF14DL06		0,0000		
	RSF14DL07	1	0,0073		
01-06-2014	RSF14DL01		0,0000	0,0080	218,64
	RSF14DL02	2	0,0117		
	RSF14DL03		0,0000		
	RSF14DL04	6	0,0440		
	RSF14DL05		0,0000		
	RSF14DL06		0,0000		
	RSF14DL07		0,0000		
02-06-2014	RSF14DL01		0,0000	0,0194	202,43
	RSF14DL02	3	0,0176		
	RSF14DL03	1	0,0059		
	RSF14DL04	2	0,0147		
	RSF14DL05	14	0,0684		
	RSF14DL06	2	0,0147		
	RSF14DL07	2	0,0147		
03-06-2014	RSF14DL01		0,0000	0,0087	178,76
	RSF14DL02		0,0000		
	RSF14DL03	2	0,0117		
	RSF14DL04	2	0,0147		
	RSF14DL05	7	0,0342		
	RSF14DL06		0,0000		
	RSF14DL07		0,0000		

Date	Station	Nombre de larves ACFU	CPUE ¹	CPUE moyen journalier	débit moyen journalier ²
04-06-2014	RSF14DL01		0,0000	0,0027	155,82
	RSF14DL02		0,0000		
	RSF14DL03	2	0,0117		
	RSF14DL04	1	0,0073		
	RSF14DL05		0,0000		
	RSF14DL06		0,0000		
	RSF14DL07		0,0000		
05-06-2014	RSF14DL01		0,0000	0,0052	142,16
	RSF14DL02		0,0000		
	RSF14DL03		0,0000		
	RSF14DL04	1	0,0073		
	RSF14DL05	6	0,0293		
	RSF14DL06		0,0000		
	RSF14DL07		0,0000		
06-06-2014	RSF14DL01		0,0000	0,0100	130,46
	RSF14DL02	1	0,0059		
	RSF14DL03	1	0,0059		
	RSF14DL04	2	0,0147		
	RSF14DL05	9	0,0440		
	RSF14DL06		0,0000		
	RSF14DL07		0,0000		
07-06-2014	RSF14DL01		0,0000	0,0028	101,93
	RSF14DL02		0,0000		
	RSF14DL03		0,0000		
	RSF14DL04		0,0000		
	RSF14DL05	4	0,0195		
	RSF14DL06		0,0000		
	RSF14DL07		0,0000		

¹CPUE (captures par 100 m³ d'eau filtrée) = $(N / V \cdot S \cdot T) \cdot 100$

N = Nombre de larves

V = Vitesse dans l'embouchure du filet (m/s) prise le 1^{er} juin 2014 (Annexe 4A)

S = Surface de l'embouchure du filet (0,79 m²)

T = Temps (86400 secondes)

²(débit moyen journalier) Moyenne journalière des débits réels de la rivière provenant de données de la centrale de Drummondville d'Hydro-Québec

ANNEXE 5A-

Données de distance, de profondeur et de vitesse de stations le long du transect de dérive larvaire prises le 24 mai 2014 de la sous-section D et calcul de la vitesse moyenne, de la surface et du débit des sections de rivière comprises entre ces stations, rivière Saint-François secteur Drummondville, printemps 2014.

Station	Coordonnées		Distance de la rive droite (m)	Distance entre les stations le long du transect (m)	Profondeur totale h (m)	Vitesse V ₁ (m/s)	Vitesse V ₂ (m/s)	Vitesse V ₃ (m/s)	Vitesse moyenne $(V_1 + (2 \cdot V_2) + V_3) / 4$ (m/s)	Surface section s (m ²)	Débit q section (m ³ /s)
	Latitude	Longitude									
RSF14PR01	45,9156	-72,4900	2,5	2,5	1,00		0,10		0,10	2,50	0,25
RSF14PR02	45,9156	-72,4900	12,6	10,1	1,30		0,10		0,10	13,13	1,31
RSF14PR03	45,9157	-72,4901	14,9	2,3	1,50		0,20		0,20	3,45	0,69
RSF14PR04	45,9157	-72,4901	19,0	4,1	1,60		0,30		0,30	6,56	1,97
RSF14PR05	45,9158	-72,4901	22,8	3,8	1,65	0,30	0,30	0,30	0,30	6,27	1,88
RSF14PR06	45,9158	-72,4902	28,4	5,6	1,80	0,20	0,20	0,20	0,20	10,08	2,02
RSF14PR07	45,9158	-72,4902	32,9	4,5	2,00	0,20	0,30	0,20	0,23	9,00	2,10
RSF14PR08	45,9158	-72,4902	39,0	6,1	2,00	0,30	0,20	0,15	0,22	12,20	2,64
RSF14PR09	45,9159	-72,4902	45,0	6,0	2,00	0,30	0,20	0,10	0,20	12,00	2,40
RSF14PR10	45,9159	-72,4903	49,7	4,7	2,20	0,20	0,15	0,15	0,16	10,34	1,68
RSF14PR11	45,9158	-72,4904	55,2	5,5	2,00	0,25	0,20	0,15	0,20	11,00	2,20
RSF14PR12	45,9159	-72,4904	58,8	3,6	2,20	0,20	0,25	0,10	0,20	7,92	1,58
RSF14PR13	45,9159	-72,4904	62,6	3,8	2,20	0,20	0,20	0,10	0,18	8,36	1,46
RSF14PR14	45,9159	-72,4904	66,0	3,4	2,30	0,20	0,15	0,10	0,15	7,82	1,17
RSF14PR15	45,9159	-72,4905	73,8	7,8	2,40	0,18	0,10	0,05	0,11	18,72	1,99
RSF14PR16	45,9160	-72,4905	79,8	6,0	2,70	0,20	0,10	0,10	0,13	16,20	2,03
RSF14PR17	45,9160	-72,4906	84,5	4,7	2,70	0,20	0,15	0,10	0,15	12,69	1,90
RSF14PR18	45,9160	-72,4906	89,9	5,4	2,60	0,20	0,20	0,15	0,19	14,04	2,63
RSF14PR19	45,9160	-72,4906	96,9	7,0	2,50	0,30	0,30	0,23	0,28	17,50	4,94
RSF14PR20	45,9160	-72,4907	98,6	1,7	2,80	0,40	0,28	0,20	0,29	4,760	1,37
RSF14PR21	45,9160	-72,4907	102,4	3,8	2,75	0,30	0,30	0,25	0,29	10,45	3,00
RSF14PR22	45,9161	-72,4907	106,4	4,0	2,90	0,30	0,28	0,10	0,24	11,60	2,76
RSF14PR23	45,9161	-72,4908	108,4	2,0	2,80	0,30	0,28	0,20	0,26	5,60	1,47
RSF14PR24	45,9161	-72,4908	111,2	2,8	2,80	0,37	0,33	0,20	0,31	7,84	2,41
RSF14PR25	45,9161	-72,4908	118,9	7,7	2,85	0,30	0,30	0,30	0,30	21,95	6,58
RSF14PR26	45,9161	-72,4909	124,4	5,5	2,60	0,33	0,23	0,20	0,25	14,30	3,54
RSF14PR27	45,9161	-72,4909	134,5	10,1	2,50	0,37	0,23	0,20	0,26	25,25	6,50
RSF14PR28	45,9161	-72,4910	140,5	6,0	2,10	0,20	0,15	0,07	0,14	12,60	1,80
RSF14PR29	45,9161	-72,4911	148,4	7,9	2,00	0,17	0,20	0,10	0,17	15,80	2,65
RSF14PR30	45,9161	-72,4911	157,6	9,2	1,70	0,20	0,20	0,10	0,18	15,64	2,74
RSF14PR31	45,9162	-72,4912	162,2	4,6	1,70	0,20			0,20	7,82	1,56
RSF14PR32	45,9162	-72,4912	167,2	5,0	1,70	0,10			0,10	8,50	0,85
TOTAL										361,885	74,08

ANNEXE 5B- Données de distance, de profondeur et de vitesse moyenne de stations le long du transect de dérive larvaire prises le 24 mai 2014 du sous-secteur E et calcul de la surface et du débit des sections de rivière comprise entre ces stations, rivière Saint-François secteur Drummondville, printemps 2014.

Station	Coordonnées		Distance de la rive droite (m)	L Distance entre les stations (m)	h Profondeur totale (m)	V _{moy} Vitesse moyenne (m/s)	S	q
	Latitude	Longitude					Surface section L*h (m ²)	Débit section V _{moy} *S (m ³ /s)
RSF14PR33	45,9172	-72,4936	6,4	6,4	1,40	0,10	8,96	0,90
RSF14PR34	45,9172	-72,4937	9,0	2,6	1,30	0,10	3,38	0,34
RSF14PR35	45,9172	-72,4937	13,2	4,2	1,40	0,10	5,88	0,59
RSF14PR36	45,9172	-72,4937	17,1	3,9	1,50	0,20	5,85	1,17
RSF14PR37	45,9172	-72,4937	24,5	7,4	1,60	0,10	11,84	1,18
RSF14PR38	45,9173	-72,4938	29,1	4,6	1,70	0,10	7,82	0,78
RSF14PR39	45,9173	-72,4938	33,7	4,6	1,70	0,10	7,82	0,78
RSF14PR40	45,9173	-72,4939	38,2	4,5	1,70	0,20	7,65	1,53
RSF14PR41	45,9173	-72,4939	44,0	5,8	1,50	0,10	8,70	0,87
RSF14PR42	45,9173	-72,4940	49,9	5,9	1,60	0,10	9,44	0,94
RSF14PR43	45,9173	-72,4940	59,1	9,2	1,30	0,10	11,96	1,20
RSF14PR44	45,9173	-72,4941	65,1	6,0	1,35	0,05	8,10	0,41
RSF14PR45	45,9173	-72,4941	72,0	6,9	1,00	0,05	6,90	0,35
RSF14PR46	45,9174	-72,4942	78,0	6,0	1,10	0,00	6,60	0,00
TOTAL							110,9	11,03

ANNEXE 5C- Données de distance, de profondeur et de vitesse moyenne de stations le long du transect de dérive larvaire prises le 1^{er} juin 2014 du sous-secteur D et calcul de la surface et du débit des sections de rivière comprise entre ces stations, rivière Saint-François secteur Drummondville, printemps 2014.

Station	Coordonnées		Distance de la rive droite (m)	L Distance entre les stations (m)	h Profondeur totale (m)	V _{moy} Vitesse moyenne (m/s)	S Surface section L*h (m ²)	q Débit section V _{moy} *S (m ³ /s)
	Latitude	Longitude						
RSF14PR01	45,9156	-72,4898	8	8	1,1	0,30	8,8	2,640
RSF14PR02	45,9156	-72,4898	15,2	7,2	1,4	0,30	10,08	3,024
RSF14PR03	45,9156	-72,4899	21,2	6	1,6	0,40	9,6	3,840
RSF14PR04	45,9156	-72,4900	27,4	6,2	1,75	0,50	10,85	5,425
RSF14PR05	45,9157	-72,4900	32,4	5	2	0,50	10	5,000
RSF14PR06	45,9157	-72,4900	40,5	8,1	2	0,39	16,2	6,278
RSF14PR07	45,9158	-72,4900	47,3	6,8	2,1	0,38	14,28	5,355
RSF14PR08	45,9158	-72,4901	60,3	13	2,4	0,40	31,2	12,480
RSF14PR09	45,9158	-72,4902	68,4	8,1	2,4	0,45	19,44	8,748
RSF14PR10	45,9158	-72,4903	73,1	4,7	2,7	0,36	12,69	4,600
RSF14PR11	45,9159	-72,4903	77,5	4,4	2,6	0,43	11,44	4,862
RSF14PR12	45,9159	-72,4903	83,3	5,8	2,7	0,34	15,66	5,285
RSF14PR13	45,9159	-72,4904	93,6	10,3	2,7	0,40	27,81	11,124
RSF14PR14	45,9159	-72,4905	100,3	6,7	2,8	0,30	18,76	5,628
RSF14PR15	45,9160	-72,4905	106,3	6	3	0,38	18	6,750
RSF14PR16	45,9160	-72,4906	111,6	5,3	3,1	0,48	16,43	7,804
RSF14PR17	45,9160	-72,4906	116,7	5,1	3	0,38	15,3	5,738
RSF14PR18	45,9160	-72,4906	122,3	5,6	2,9	0,48	16,24	7,714
RSF14PR19	45,9160	-72,4907	134	11,7	2,7	0,55	31,59	17,375
RSF14PR20	45,9161	-72,4908	138,1	4,1	2,7	0,46	11,07	5,120
RSF14PR21	45,9161	-72,4908	150,8	12,7	2,3	0,55	29,21	16,066
RSF14PR22	45,9161	-72,4909	165,7	14,9	2,2	0,49	32,78	15,980
RSF14PR23	45,9161	-72,4910	167,4	1,7	1,6	0,40	2,72	1,088
RSF14PR24	45,9162	-72,4910	173,9	6,5	1,2	0,40	7,8	3,120
RSF14PR25	45,9162	-72,4911	179,5	5,6	1,4	0,36	7,84	2,842
RSF14PR26	45,9162	-72,4912	190,7	11,2	1,2	0,45	13,44	6,048
RSF14PR27	45,9162	-72,4912	197,2	6,5	1,4	0,35	9,1	3,185
RSF14PR28	45,9162	-72,4913	202,2	5	1,4	0,40	7	2,800
TOTAL							435,33	185,918

ANNEXE 6- 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 du sous-secteur D permettant le calcul des CPUE pondérés globaux et du nombre de larves absolu d'esturgeon jaune produites dans le secteur de Drummondville dans la rivière Saint-François au printemps 2014.

Date	Station	Proportion du segment ¹ (%)	CPUE Associé au segment ²	CPUE Pondéré ³	Débit total moyen journalier ⁴ (m ³ /s)	Débit moyen journalier du sous-secteur D ⁵ (m ³ /s)	Volume d'eau journalier ⁶ (m ³)	CPUE pondéré global ⁷	Nombre de larves absolu ⁸
28-5-14	RSF14PR01	2%	0,0000	0,0000	329,36	279,50	24148928	0,0068	1652
28-5-14	RSF14PR02	2%	0,0000	0,0000					
28-5-14	RSF14PR03	2%	0,0000	0,0000					
28-5-14	RSF14PR04	2%	0,0000	0,0000					
28-5-14	RSF14PR05	2%	0,0000	0,0000					
28-5-14	RSF14PR06	4%	0,0293	0,0011					
28-5-14	RSF14PR07	3%	0,0293	0,0010					
28-5-14	RSF14PR08	7%	0,0293	0,0021					
28-5-14	RSF14PR09	4%	0,0059	0,0002					
28-5-14	RSF14PR10	3%	0,0059	0,0002					
28-5-14	RSF14PR11	3%	0,0059	0,0002					
28-5-14	RSF14PR12	4%	0,0059	0,0002					
28-5-14	RSF14PR13	6%	0,0000	0,0000					
28-5-14	RSF14PR14	4%	0,0000	0,0000					
28-5-14	RSF14PR15	4%	0,0000	0,0000					
28-5-14	RSF14PR16	4%	0,0000	0,0000					
28-5-14	RSF14PR17	4%	0,0049	0,0002					
28-5-14	RSF14PR18	4%	0,0049	0,0002					
28-5-14	RSF14PR19	7%	0,0049	0,0004					
28-5-14	RSF14PR20	3%	0,0049	0,0001					
28-5-14	RSF14PR21	7%	0,0049	0,0003					
28-5-14	RSF14PR22	8%	0,0074	0,0006					
28-5-14	RSF14PR23	1%	0,0074	0,0000					
28-5-14	RSF14PR24	2%	0,0074	0,0001					
28-5-14	RSF14PR25	2%	0,0000	0,0000					
28-5-14	RSF14PR26	3%	0,0000	0,0000					
28-5-14	RSF14PR27	2%	0,0000	0,0000					
28-5-14	RSF14PR28	2%	0,0000	0,0000					
29-5-14	RSF14PR01	2%	0,0147	0,0003	379,81	322,31	27847793	0,0219187	6104
29-5-14	RSF14PR02	2%	0,0147	0,0003					
29-5-14	RSF14PR03	2%	0,0147	0,0003					
29-5-14	RSF14PR04	2%	0,0147	0,0003					
29-5-14	RSF14PR05	2%	0,0147	0,0003					
29-5-14	RSF14PR06	4%	0,0000	0,0000					
29-5-14	RSF14PR07	3%	0,0000	0,0000					
29-5-14	RSF14PR08	7%	0,0000	0,0000					
29-5-14	RSF14PR09	4%	0,0469	0,0019					
29-5-14	RSF14PR10	3%	0,0469	0,0014					
29-5-14	RSF14PR11	3%	0,0469	0,0012					
29-5-14	RSF14PR12	4%	0,0469	0,0017					
29-5-14	RSF14PR13	6%	0,0440	0,0028					
29-5-14	RSF14PR14	4%	0,0440	0,0019					
29-5-14	RSF14PR15	4%	0,0440	0,0018					
29-5-14	RSF14PR16	4%	0,0440	0,0017					
29-5-14	RSF14PR17	4%	0,0195	0,0007					
29-5-14	RSF14PR18	4%	0,0195	0,0007					
29-5-14	RSF14PR19	7%	0,0195	0,0014					
29-5-14	RSF14PR20	3%	0,0195	0,0005					
29-5-14	RSF14PR21	7%	0,0195	0,0013					
29-5-14	RSF14PR22	8%	0,0073	0,0005					
29-5-14	RSF14PR23	1%	0,0073	0,0000					
29-5-14	RSF14PR24	2%	0,0073	0,0001					
29-5-14	RSF14PR25	2%	0,0073	0,0001					
29-5-14	RSF14PR26	3%	0,0073	0,0002					
29-5-14	RSF14PR27	2%	0,0073	0,0002					

Date	Station	Proportion du segment ¹ (%)	CPUE Associé au segment ²	CPUE Pondéré ³	Débit total moyen journalier ⁴ (m ³ /s)	Débit moyen journalier du sous-secteur D ⁵ (m ³ /s)	Volume d'eau journalier ⁶ (m ³)	CPUE pondéré global ⁷	Nombre de larve absolu ⁸
29-5-14	RSF14PR28	2%	0,0073	0,0001					
30-5-14	RSF14PR01	2%	0,0586	0,0013					
30-5-14	RSF14PR02	2%	0,0586	0,0013					
30-5-14	RSF14PR03	2%	0,0586	0,0013					
30-5-14	RSF14PR04	2%	0,0586	0,0012					
30-5-14	RSF14PR05	2%	0,0586	0,0013					
30-5-14	RSF14PR06	4%	0,0176	0,0007					
30-5-14	RSF14PR07	3%	0,0176	0,0006					
30-5-14	RSF14PR08	7%	0,0176	0,0013					
30-5-14	RSF14PR09	4%	0,0117	0,0005					
30-5-14	RSF14PR10	3%	0,0117	0,0003					
30-5-14	RSF14PR11	3%	0,0117	0,0003					
30-5-14	RSF14PR12	4%	0,0117	0,0004					
30-5-14	RSF14PR13	6%	0,0220	0,0014					
30-5-14	RSF14PR14	4%	0,0220	0,0009	293,77	249,30	21539466	0,0152944	3294
30-5-14	RSF14PR15	4%	0,0220	0,0009					
30-5-14	RSF14PR16	4%	0,0220	0,0008					
30-5-14	RSF14PR17	4%	0,0000	0,0000					
30-5-14	RSF14PR18	4%	0,0000	0,0000					
30-5-14	RSF14PR19	7%	0,0000	0,0000					
30-5-14	RSF14PR20	3%	0,0000	0,0000					
30-5-14	RSF14PR21	7%	0,0000	0,0000					
30-5-14	RSF14PR22	8%	0,0073	0,0005					
30-5-14	RSF14PR23	1%	0,0073	0,0000					
30-5-14	RSF14PR24	2%	0,0073	0,0001					
30-5-14	RSF14PR25	2%	0,0000	0,0000					
30-5-14	RSF14PR26	3%	0,0000	0,0000					
30-5-14	RSF14PR27	2%	0,0000	0,0000					
30-5-14	RSF14PR28	2%	0,0000	0,0000					
31-5-14	RSF14PR01	2%	0,0147	0,0003					
31-5-14	RSF14PR02	2%	0,0147	0,0003					
31-5-14	RSF14PR03	2%	0,0147	0,0003					
31-5-14	RSF14PR04	3%	0,0147	0,0004					
31-5-14	RSF14PR05	2%	0,0147	0,0003					
31-5-14	RSF14PR06	4%	0,0176	0,0007					
31-5-14	RSF14PR07	3%	0,0176	0,0006					
31-5-14	RSF14PR08	7%	0,0176	0,0013					
31-5-14	RSF14PR09	4%	0,0234	0,0009					
31-5-14	RSF14PR10	3%	0,0234	0,0007					
31-5-14	RSF14PR11	3%	0,0234	0,0006					
31-5-14	RSF14PR12	4%	0,0234	0,0008					
31-5-14	RSF14PR13	6%	0,0440	0,0028					
31-5-14	RSF14PR14	4%	0,0440	0,0019	251,26	213,23	18422724	0,0160228	2952
31-5-14	RSF14PR15	4%	0,0440	0,0018					
31-5-14	RSF14PR16	4%	0,0440	0,0017					
31-5-14	RSF14PR17	4%	0,0000	0,0000					
31-5-14	RSF14PR18	4%	0,0000	0,0000					
31-5-14	RSF14PR19	7%	0,0000	0,0000					
31-5-14	RSF14PR20	3%	0,0000	0,0000					
31-5-14	RSF14PR21	7%	0,0000	0,0000					
31-5-14	RSF14PR22	8%	0,0000	0,0000					
31-5-14	RSF14PR23	1%	0,0000	0,0000					
31-5-14	RSF14PR24	2%	0,0000	0,0000					
31-5-14	RSF14PR25	2%	0,0073	0,0001					
31-5-14	RSF14PR26	3%	0,0073	0,0002					
31-5-14	RSF14PR27	2%	0,0073	0,0002					
31-5-14	RSF14PR28	2%	0,0073	0,0001					
1-6-14	RSF14PR01	2%	0,0000	0,0000	251,26	213,23	18422724	0,0098454	1814
1-6-14	RSF14PR02	2%	0,0000	0,0000					

Date	Station	Proportion du segment ¹ (%)	CPUE Associé au segment ²	CPUE Pondéré ³	Débit total moyen journalier ⁴ (m ³ /s)	Débit moyen journalier du sous-secteur D ⁵ (m ³ /s)	Volume d'eau journalier ⁶ (m ³)	CPUE pondéré global ⁷	Nombre de larve absolu ⁸
1-6-14	RSF14PR03	2%	0,0000	0,0000	202,43	171,79	14842549	0,0249402	3702
1-6-14	RSF14PR04	2%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR05	2%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR06	4%	0,0117	0,0004					
1-6-14	RSF14PR07	3%	0,0117	0,0004					
1-6-14	RSF14PR08	7%	0,0117	0,0008					
1-6-14	RSF14PR09	4%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR10	3%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR11	3%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR12	4%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR13	6%	0,0440	0,0028					
1-6-14	RSF14PR14	4%	0,0440	0,0019					
1-6-14	RSF14PR15	4%	0,0440	0,0018					
1-6-14	RSF14PR16	4%	0,0440	0,0017					
1-6-14	RSF14PR17	4%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR18	4%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR19	7%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR20	3%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR21	7%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR22	8%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR23	1%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR24	2%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR25	2%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR26	3%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR27	2%	0,0000	0,0000					
1-6-14	RSF14PR28	2%	0,0000	0,0000					
2-6-14	RSF14PR01	2%	0,0000	0,0000	178,76	151,70	13106891	0,0123723	1622
2-6-14	RSF14PR02	2%	0,0000	0,0000					
2-6-14	RSF14PR03	2%	0,0000	0,0000					
2-6-14	RSF14PR04	2%	0,0000	0,0000					
2-6-14	RSF14PR05	2%	0,0000	0,0000					
2-6-14	RSF14PR06	4%	0,0176	0,0007					
2-6-14	RSF14PR07	3%	0,0176	0,0006					
2-6-14	RSF14PR08	7%	0,0176	0,0013					
2-6-14	RSF14PR09	4%	0,0059	0,0002					
2-6-14	RSF14PR10	3%	0,0059	0,0002					
2-6-14	RSF14PR11	3%	0,0059	0,0002					
2-6-14	RSF14PR12	4%	0,0059	0,0002					
2-6-14	RSF14PR13	6%	0,0147	0,0009					
2-6-14	RSF14PR14	4%	0,0147	0,0006					
2-6-14	RSF14PR15	4%	0,0147	0,0006					
2-6-14	RSF14PR16	4%	0,0147	0,0006					
2-6-14	RSF14PR17	4%	0,0684	0,0024					
2-6-14	RSF14PR18	4%	0,0684	0,0025					
2-6-14	RSF14PR19	7%	0,0684	0,0050					
2-6-14	RSF14PR20	3%	0,0684	0,0017					
2-6-14	RSF14PR21	7%	0,0684	0,0046					
2-6-14	RSF14PR22	8%	0,0147	0,0011					
2-6-14	RSF14PR23	1%	0,0147	0,0001					
2-6-14	RSF14PR24	2%	0,0147	0,0003					
2-6-14	RSF14PR25	2%	0,0147	0,0003					
2-6-14	RSF14PR26	3%	0,0147	0,0005					
2-6-14	RSF14PR27	2%	0,0147	0,0003					
2-6-14	RSF14PR28	2%	0,0147	0,0002					
3-6-14	RSF14PR01	2%	0,0000	0,0000	178,76	151,70	13106891	0,0123723	1622
3-6-14	RSF14PR02	2%	0,0000	0,0000					
3-6-14	RSF14PR03	2%	0,0000	0,0000					
3-6-14	RSF14PR04	2%	0,0000	0,0000					
3-6-14	RSF14PR05	2%	0,0000	0,0000					

Date	Station	Proportion du segment ¹ (%)	CPUE Associé au segment ²	CPUE Pondéré ³	Débit total moyen journalier ⁴ (m ³ /s)	Débit moyen journalier du sous-secteur D ⁵ (m ³ /s)	Volume d'eau journalier ⁶ (m ³)	CPUE pondéré global ⁷	Nombre de larve absolu ⁸
3-6-14	RSF14PR06	4%	0,0000	0,0000	155,82	132,23	11424696	0,0028905	330
3-6-14	RSF14PR07	3%	0,0000	0,0000					
3-6-14	RSF14PR08	7%	0,0000	0,0000					
3-6-14	RSF14PR09	4%	0,0117	0,0005					
3-6-14	RSF14PR10	3%	0,0117	0,0003					
3-6-14	RSF14PR11	3%	0,0117	0,0003					
3-6-14	RSF14PR12	4%	0,0117	0,0004					
3-6-14	RSF14PR13	6%	0,0147	0,0009					
3-6-14	RSF14PR14	4%	0,0147	0,0006					
3-6-14	RSF14PR15	4%	0,0147	0,0006					
3-6-14	RSF14PR16	4%	0,0147	0,0006					
3-6-14	RSF14PR17	4%	0,0342	0,0012					
3-6-14	RSF14PR18	4%	0,0342	0,0013					
3-6-14	RSF14PR19	7%	0,0342	0,0025					
3-6-14	RSF14PR20	3%	0,0342	0,0009					
3-6-14	RSF14PR21	7%	0,0342	0,0023					
3-6-14	RSF14PR22	8%	0,0000	0,0000					
3-6-14	RSF14PR23	1%	0,0000	0,0000					
3-6-14	RSF14PR24	2%	0,0000	0,0000					
3-6-14	RSF14PR25	2%	0,0000	0,0000					
3-6-14	RSF14PR26	3%	0,0000	0,0000					
3-6-14	RSF14PR27	2%	0,0000	0,0000					
3-6-14	RSF14PR28	2%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR01	2%	0,0000	0,0000	142,16	120,64	10423361	0,0083019	865
4-6-14	RSF14PR02	2%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR03	2%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR04	2%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR05	2%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR06	4%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR07	3%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR08	7%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR09	4%	0,0117	0,0005					
4-6-14	RSF14PR10	3%	0,0117	0,0003					
4-6-14	RSF14PR11	3%	0,0117	0,0003					
4-6-14	RSF14PR12	4%	0,0117	0,0004					
4-6-14	RSF14PR13	6%	0,0073	0,0005					
4-6-14	RSF14PR14	4%	0,0073	0,0003					
4-6-14	RSF14PR15	4%	0,0073	0,0003					
4-6-14	RSF14PR16	4%	0,0073	0,0003					
4-6-14	RSF14PR17	4%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR18	4%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR19	7%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR20	3%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR21	7%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR22	8%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR23	1%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR24	2%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR25	2%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR26	3%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR27	2%	0,0000	0,0000					
4-6-14	RSF14PR28	2%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR01	2%	0,0000	0,0000	142,16	120,64	10423361	0,0083019	865
5-6-14	RSF14PR02	2%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR03	2%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR04	2%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR05	2%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR06	4%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR07	3%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR08	7%	0,0000	0,0000					

Date	Station	Proportion du segment ¹ (%)	CPUE Associé au segment ²	CPUE Pondéré ³	Débit total moyen journalier ⁴ (m ³ /s)	Débit moyen journalier du sous-secteur D ⁵ (m ³ /s)	Volume d'eau journalier ⁶ (m ³)	CPUE pondéré global ⁷	Nombre de larve absolu ⁸
5-6-14	RSF14PR09	4%	0,0000	0,0000	130,46	110,71	9565745	0,0147729	1413
5-6-14	RSF14PR10	3%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR11	3%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR12	4%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR13	6%	0,0073	0,0005					
5-6-14	RSF14PR14	4%	0,0073	0,0003					
5-6-14	RSF14PR15	4%	0,0073	0,0003					
5-6-14	RSF14PR16	4%	0,0073	0,0003					
5-6-14	RSF14PR17	4%	0,0293	0,0010					
5-6-14	RSF14PR18	4%	0,0293	0,0011					
5-6-14	RSF14PR19	7%	0,0293	0,0021					
5-6-14	RSF14PR20	3%	0,0293	0,0007					
5-6-14	RSF14PR21	7%	0,0293	0,0020					
5-6-14	RSF14PR22	8%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR23	1%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR24	2%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR25	2%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR26	3%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR27	2%	0,0000	0,0000					
5-6-14	RSF14PR28	2%	0,0000	0,0000					
6-6-14	RSF14PR01	2%	0,0000	0,0000	130,46	110,71	9565745	0,0147729	1413
6-6-14	RSF14PR02	2%	0,0000	0,0000					
6-6-14	RSF14PR03	2%	0,0000	0,0000					
6-6-14	RSF14PR04	2%	0,0000	0,0000					
6-6-14	RSF14PR05	2%	0,0000	0,0000					
6-6-14	RSF14PR06	4%	0,0059	0,0002					
6-6-14	RSF14PR07	3%	0,0059	0,0002					
6-6-14	RSF14PR08	7%	0,0059	0,0004					
6-6-14	RSF14PR09	4%	0,0059	0,0002					
6-6-14	RSF14PR10	3%	0,0059	0,0002					
6-6-14	RSF14PR11	3%	0,0059	0,0002					
6-6-14	RSF14PR12	4%	0,0059	0,0002					
6-6-14	RSF14PR13	6%	0,0147	0,0009					
6-6-14	RSF14PR14	4%	0,0147	0,0006					
6-6-14	RSF14PR15	4%	0,0147	0,0006					
6-6-14	RSF14PR16	4%	0,0147	0,0006					
6-6-14	RSF14PR17	4%	0,0440	0,0015					
6-6-14	RSF14PR18	4%	0,0440	0,0016					
6-6-14	RSF14PR19	7%	0,0440	0,0032					
6-6-14	RSF14PR20	3%	0,0440	0,0011					
6-6-14	RSF14PR21	7%	0,0440	0,0029					
6-6-14	RSF14PR22	8%	0,0000	0,0000					
6-6-14	RSF14PR23	1%	0,0000	0,0000					
6-6-14	RSF14PR24	2%	0,0000	0,0000					
6-6-14	RSF14PR25	2%	0,0000	0,0000					
6-6-14	RSF14PR26	3%	0,0000	0,0000					
6-6-14	RSF14PR27	2%	0,0000	0,0000					
6-6-14	RSF14PR28	2%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR01	2%	0,0000	0,0000	101,93	86,50	7473754	0,0046215	345
7-6-14	RSF14PR02	2%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR03	2%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR04	2%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR05	2%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR06	4%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR07	3%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR08	7%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR09	4%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR10	3%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR11	3%	0,0000	0,0000					

Date	Station	Proportion du segment ¹ (%)	CPUE Associé au segment ²	CPUE Pondéré ³	Débit total moyen journalier ⁴ (m ³ /s)	Débit moyen journalier du sous-secteur D ⁵ (m ³ /s)	Volume d'eau journalier ⁶ (m ³)	CPUE pondéré global ⁷	Nombre de larve absolu ⁸
7-6-14	RSF14PR12	4%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR13	6%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR14	4%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR15	4%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR16	4%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR17	4%	0,0195	0,0007					
7-6-14	RSF14PR18	4%	0,0195	0,0007					
7-6-14	RSF14PR19	7%	0,0195	0,0014					
7-6-14	RSF14PR20	3%	0,0195	0,0005					
7-6-14	RSF14PR21	7%	0,0195	0,0013					
7-6-14	RSF14PR22	8%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR23	1%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR24	2%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR25	2%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR26	3%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR27	2%	0,0000	0,0000					
7-6-14	RSF14PR28	2%	0,0000	0,0000					
Total									24094

¹ **(Proportion du segment)** Les segments sont les parties de la rivière comprises entre deux stations du profil hydrique

² **(CPUE associé au segment)** Un flux de larves (CPUE = nombre / 100 m³ d'eau filtrée) est associé à chaque segment de rivière en utilisant la valeur de CPUE (du filet de dérive) la plus proche.

³ **(CPUE pondéré)** Portion du CPUE du segment de la rivière (en fonction de la proportion du segment)

⁴ **(Débit moyen journalier)** débit réel de la rivière, données de centrale de Drummondville d'Hydro-Québec

⁵ **(Débit moyen journalier du sous-secteur D)** Représente 85 % du débit total de la rivière

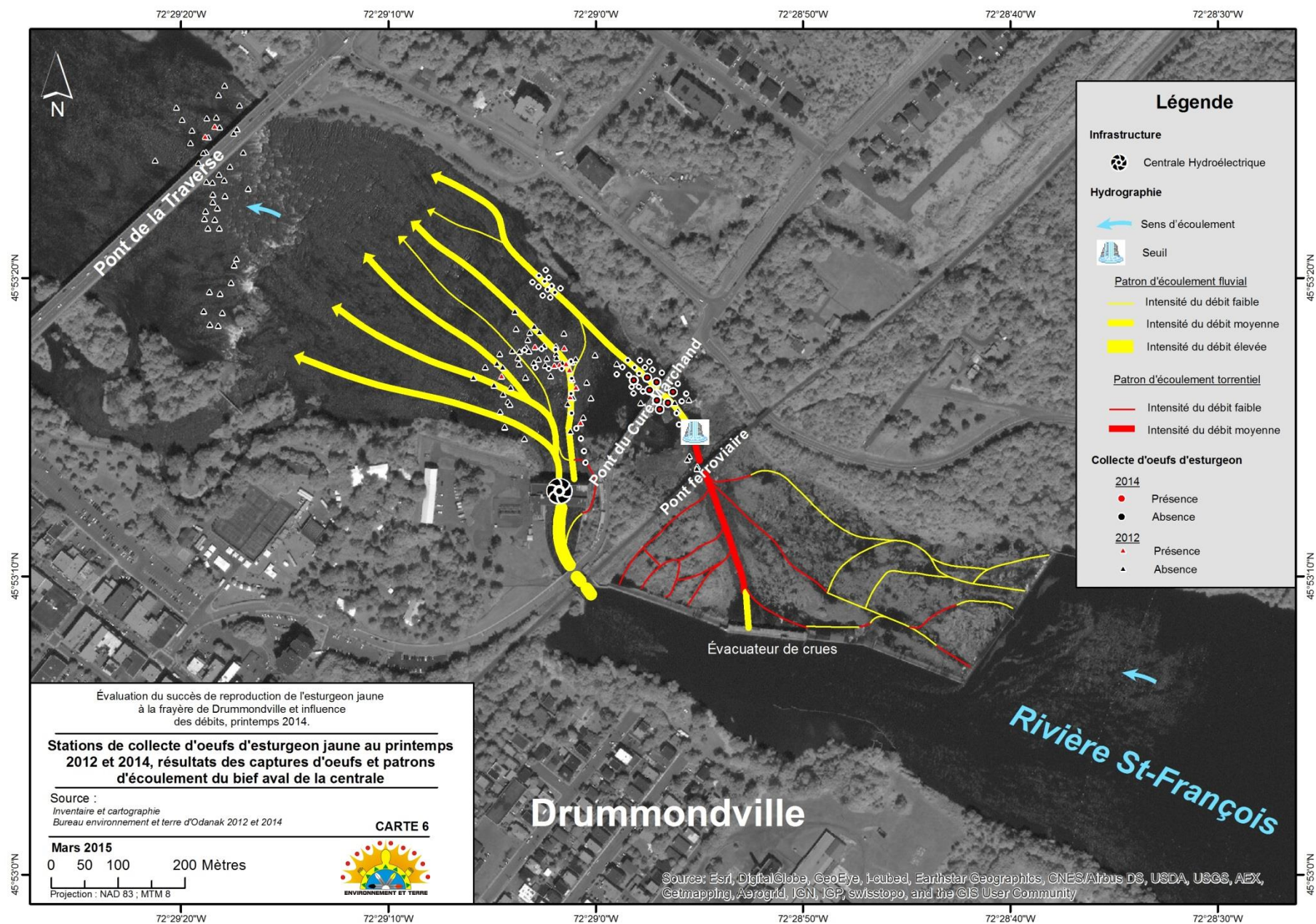
⁶ **(Volume d'eau journalier)** Débit moyen journalier du sous-secteur D X 24 h (86400 secondes)

⁷ **(CPUE pondéré global)** Somme des CPUE pondérés pour une journée

⁸ **(Nombre de larves absolu)** (CPUE pondéré global X Volume d'eau) / 100

ANNEXE 7-

Carte des stations de collecte d'œufs échantillonnées aux printemps 2012 et 2014 ainsi que les résultats de présence ou d'absence d'œufs à chaque station et information sur les patrons d'écoulement dans le bief d'aval de la centrale de Drummondville provenant de Roy, 1997.



Ce projet a été rendu possible grâce au Fonds autochtone pour les espèces en péril (FAEP) du gouvernement du Canada.

