



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

Analyse des facteurs naturels et anthropiques des variations de débit de la rivière Saint-François en aval du barrage de Drummondville – 2014-2015

Juin 2016

par Claudie Giguère-Croteau, stagiaire en biologie

Référence à citer :

Bureau environnement et terre d'Odanak. 2016. *Analyse des facteurs naturels et anthropiques des variations de débit de la rivière Saint-François en aval du barrage de Drummondville – 2014-2015*. Rapport préparé par Claudie Giguère-Croteau pour le Conseil des Abénakis d'Odanak. ii + 7 pages.



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

TABLE DES MATIÈRES

<u>1. INTRODUCTION</u>	<u>1</u>
<u>2. MÉTHODOLOGIE</u>	<u>2</u>
<u>2.1 ZONE D'ETUDE</u>	<u>2</u>
<u>2.2 ÉCHELLE TEMPORELLE</u>	<u>3</u>
<u>2.3 DONNEES METEOROLOGIQUES ET HYDROMETRIQUES</u>	<u>3</u>
<u>3. RÉSULTATS</u>	<u>4</u>
<u>3.1 DÉBIT VS PRÉCIPITATIONS</u>	<u>4</u>
<u>3.2 COMPARAISON ENTRE LES BARRAGES</u>	<u>3</u>
<u>4. CONCLUSION</u>	<u>6</u>
<u>5. BIBLIOGRAPHIE</u>	<u>7</u>

1. INTRODUCTION

Le présent rapport vise àachever le rapport « Enquête sur les sources de variation de débits de la rivière Saint-François durant la période de fraye de l'esturgeon jaune » (Clément-Robert, 2016). Dans le cadre de son étude sur le succès reproducteur de l'esturgeon jaune dans la rivière Saint-François (2012-2016), le Bureau environnement et terre d'Odanak (BETO) avait commandé cette étude pour évaluer l'influence des barrages dans le bassin versant de la rivière Saint-François sur les variations importantes de débits d'eau rencontrées en aval de la centrale de Drummondville, où l'on trouve la frayère de l'esturgeon jaune. En effet, durant les périodes de fraye et de dérive larvaire en 2014 et en 2015, de grandes variations de débit ont été observées. Or, les conditions optimales de fraye de cette espèce sont en partie dépendantes des conditions d'écoulement de l'eau (débit, vitesse, profondeur et turbulence) et il est reconnu que les systèmes hydrologiques altérés par des barrages et des ouvrages hydroélectriques peuvent porter atteinte à la reproduction de l'esturgeon en modifiant la variabilité naturelle du cours d'eau et en entraînant de grandes fluctuations de débits (Beamesderfer et Farr 1997; Belzile 1997). Il apparaissait donc primordial de déterminer les causes de ces grandes variations.

Cette enquête s'est intéressée à l'analyse des événements de débits, c'est-à-dire aux variations brusques de débits de plus de 30 m³/s en quelques heures seulement qui présentaient un patron de type « éclusé ». Elle a permis de dresser un portrait exhaustif des barrages présents dans le bassin versant de la rivière Saint-François, de déterminer que le barrage de la Chute-Hemmings est celui amenant le plus d'impacts directs au barrage de Drummondville et qu'une meilleure gestion visant la diminution des événements extrêmes de variation de débits durant la période critique pour l'esturgeon jaune pourrait être instaurée.

Bien que cette petite échelle temporelle soit pertinente, car elle permet de mettre en lumière la gestion fine des vannes de déversement et des turbines, il est essentiel de considérer également une échelle temporelle plus longue. La présente analyse vise donc à étudier les variations de débits de la rivière Saint-François pour les années 2014 et 2015, sur une échelle de quelques jours à l'année entière, afin d'aborder le régime hydrologique naturel et la réponse aux précipitations du bassin versant dans son ensemble, puis plus spécifiquement à Drummondville. Les processus à l'œuvre étant complexes, multiples et non-linéaires, en plus d'impliquer de multiples échelles spatiales et temporelles, l'analyse emprunte une approche qualitative plutôt que quantitative. Elle permet de mettre en lumière la dynamique globale des variations de débits dans la rivière Saint-François.

L'analyse comporte deux volets : le débit de la rivière Saint-François à Drummondville est d'abord comparé aux précipitations reçues dans le bassin versant, puis aux débits enregistrés aux barrages plus en amont.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 Zone d'étude

La figure 1 présente la carte de la zone d'étude, soit le bassin versant de la rivière Saint-François. Les différents lieux cités dans le texte y sont représentés (barrages, stations hydrométriques, stations météorologiques et rivières).

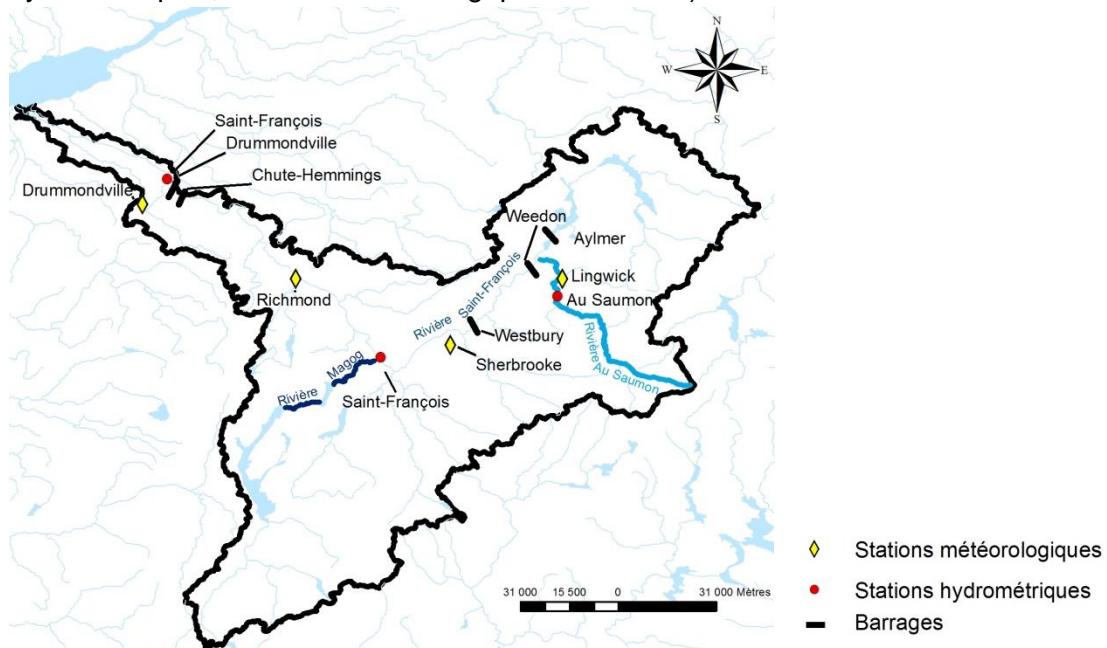


Figure 1. Carte du bassin versant de la rivière Saint-François, des stations météorologiques, des stations hydrométriques, des barrages et des rivières cités dans l'analyse.

La frayère de l'esturgeon jaune est située en aval de la centrale de Drummondville. L'analyse s'intéresse donc particulièrement au débit à ce site. Toutefois, le débit total sortant de la centrale de la Chute-Hemmings a été préféré à celui de la centrale de Drummondville, car il a été démontré que sa valeur est plus fiable et qu'ils sont tous deux très corrélés (figure 2, $r = 0,9981$) (Clément-Robert, 2016).

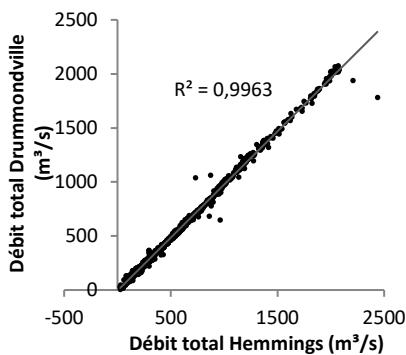


Figure 2. Corrélation entre le débit total sortant de la centrale de Drummondville et le débit total sortant de la centrale de la Chute-Hemmings en 2014, entre le 1^{er} avril et le 30 juin.

2.2 Échelle temporelle

L'échelle temporelle étudiée varie de quelques jours à l'année entière. La période de fraye et de dérive larvaire de l'esturgeon se déroulant généralement entre le 1^{er} mai et le 10 juin, la période temporelle du 1^{er} avril au 30 juin a été retenue comme période d'analyse principale. Les années étudiées sont 2014 et 2015, afin de comparer aux résultats de l'étude sur le succès reproducteur de l'esturgeon jaune du BETO. Les échelles annuelles et historiques (selon la disponibilité des données historiques) sont également abordées, afin de recadrer les résultats de ces deux années dans la variabilité naturelle de l'hydrologie du bassin versant à plus long terme.

2.3 Données météorologiques et hydrométriques

Quatre stations météorologiques ont été sélectionnées pour extraire les données de précipitations, de façon à couvrir différentes portions de la rivière Saint-François de l'amont vers l'aval (tableau 1). Les données de débit ont été fournies par Hydro-Québec, Hydro-Sherbrooke et le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) (tableau 1) selon qu'il s'agit d'un barrage ou d'une station hydrométrique.

Nom	Numéro	Coordonnées		Propriétaire/gestionnaire
		Latitude	Longitude	
Barrages				
Drummondville	X0002226	45,885556	-72,481389	Hydro-Québec
Chute-Hemmings	X0002227	45,862778	-72,45	Hydro-Québec
Aylmer	X0002572	45,76	-71,405833	CEHQ
Westbury	X0002559	45,4975	-71,619722	Hydro-Sherbrooke
Weedon	X0002574	45,661389	-71,462778	Hydro-Sherbrooke
Stations hydrométriques				
Saint-François	30208	45,406111	-71,888889	CEHQ
Au saumon	30282	45,58	-71,385	CEHQ
Stations météorologiques				
Sherbrooke	NA	45,441543	-71,689273	Environnement Canada
Drummondville	NA	45,842475	-72,565723	Environnement Canada
Lingwick	NA	45,63	-71,37	Environnement Canada
Richmond	NA	45,63	-72,13	Environnement Canada

Tableau 1. Description des barrages, des stations hydrométriques et des stations météorologiques desquelles sont tirées les données utilisées dans cette étude.

La rivière Magog, qui est un tributaire majeur couvrant l'Ouest du bassin versant, contribue pour en moyenne 30% seulement des apports en eau dans la rivière Saint-François à son embouchure. À des fins de simplification, elle n'a donc pas été prise en compte dans l'étude. De plus, les précipitations à Magog sont fortement corrélées à celles de Sherbrooke et peuvent donc y être assimilées (figure 3).

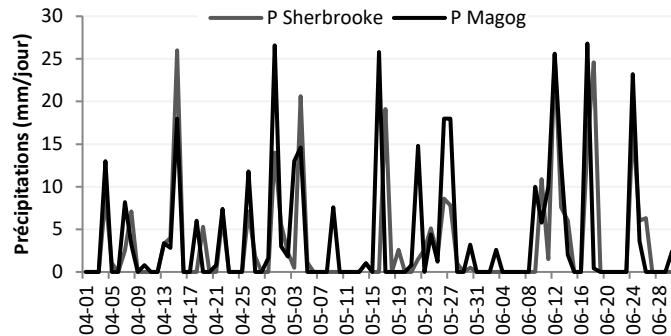


Figure 3. Comparaison entre les précipitations de Sherbrooke et Magog, du 1^{er} avril au 30 juin 2014.

3. RÉSULTATS

3.1 Débit vs précipitations

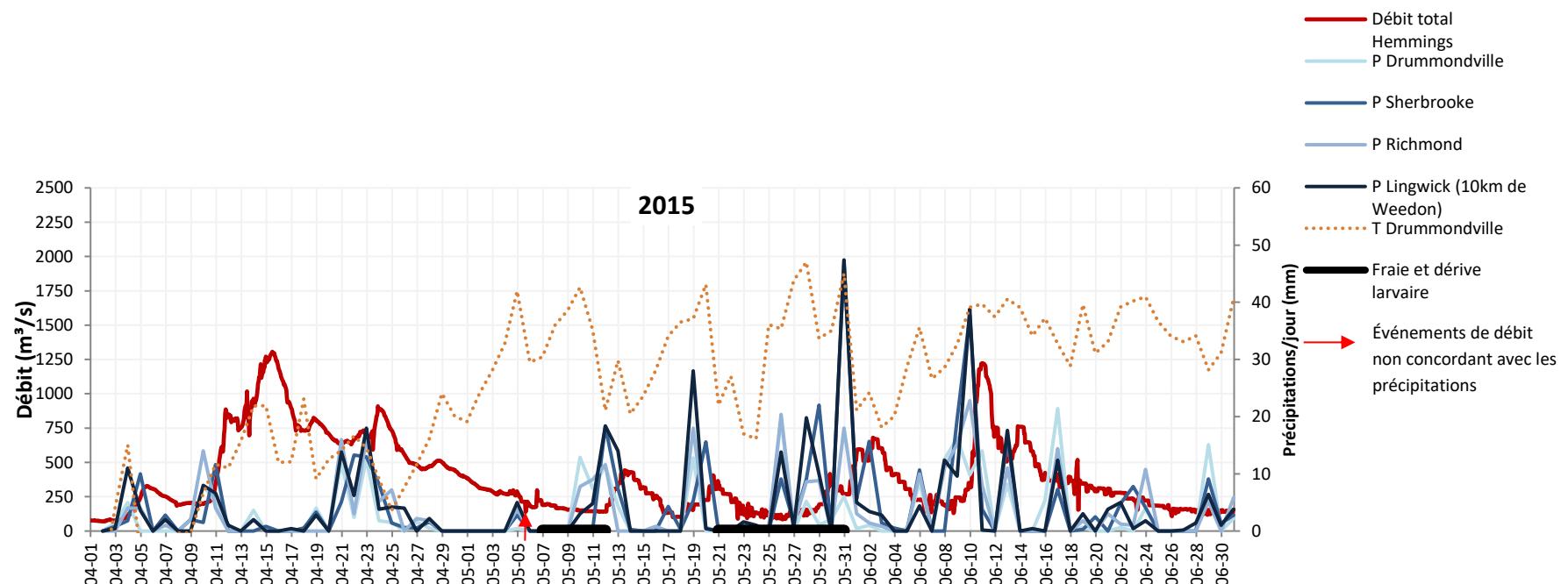
Afin de visualiser l'impact des précipitations sur le débit total sortant au barrage de la Chute-Hemmings, la figure 4 présente l'évolution du débit aux printemps 2014 et 2015 comparé aux précipitations quotidiennes enregistrées à quatre stations météorologiques réparties dans le bassin versant (de l'amont vers l'aval : Lingwick, Sherbrooke, Richmond et Drummondville).

Dans un premier temps, on remarque que les précipitations des différentes localités sont très similaires, puisque les pics sont synchronisés, avec un délai maximal d'une journée. L'amplitude est également similaire (précipitations totales en mm), bien qu'en 2015 les précipitations étaient souvent plus abondantes en amont du bassin versant.

Dans un deuxième temps, on observe une concordance entre les pics de précipitations et les pics de débit à Hemmings, avec un délai de plus ou moins 1 journée entre les deux. Des précipitations prolongées sur quelques jours ont pour effet d'augmenter graduellement le débit sur plusieurs jours également, avec un temps de retour à l'état initial lui aussi proportionnel.

Par contre, quelques évènements ne concordent pas avec l'effet anticipé des précipitations sur le débit, tels que le 11 mai et le 23 mai 2014, ainsi que le 5 mai 2015, où l'on observe des pics de diminution immédiatement après un épisode de pluie dans l'ensemble du bassin versant (flèches rouges, figure 4). L'eau provenant de l'amont a donc été conservée dans le réservoir.

Figure 4. Débit total à Hemmings, précipitations totales quotidiennes à Drummondville, Richmond, Sherbrooke et Lingwick, et température à Drummondville avec les périodes de fraye et de dérive larvaire - 1^{er} avril au 30 juin 2014 et 2015.



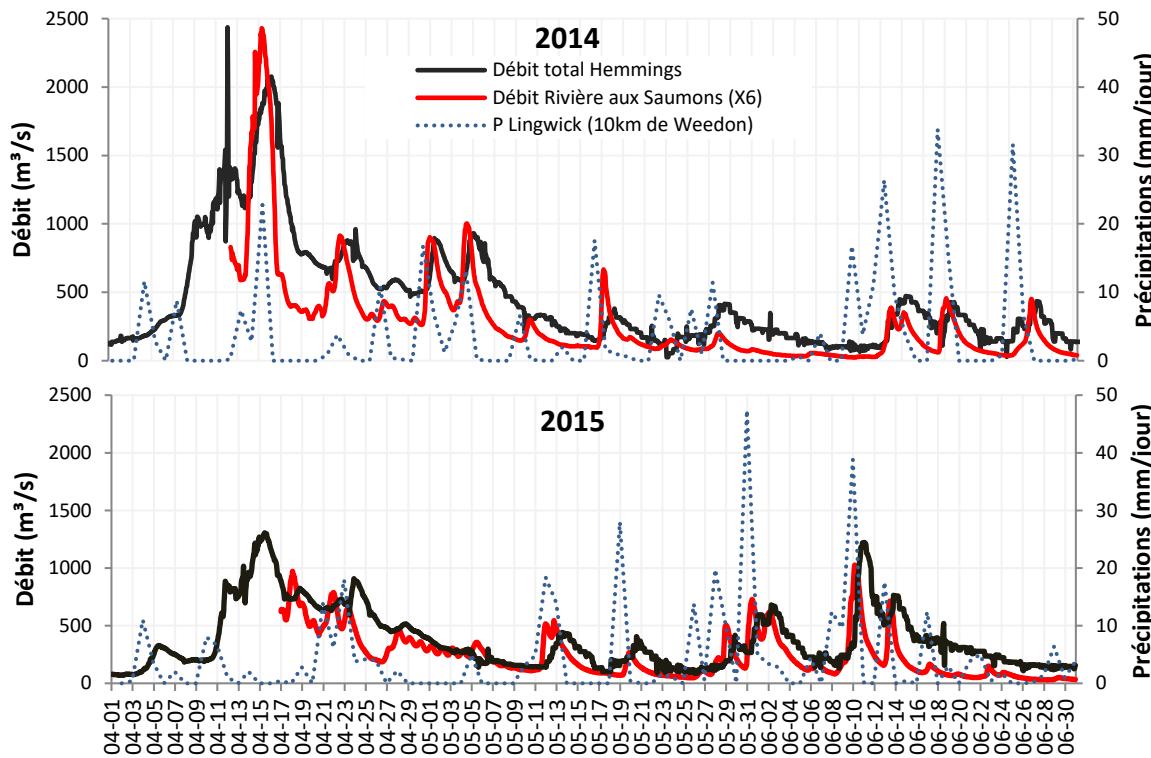


Figure 5. Comparaison entre l'hydrogramme printanier (2014 et 2015) d'une rivière au régime hydrique naturel (Rivière au Saumon, débit multiplié par 6 pour permettre une comparaison visuelle) et celui de la rivière Saint-François en aval du barrage de la Chute-Hemmings, avec précipitations de la station météorologique de Lingwick.

Afin de caractériser l'effet anthropique du barrage de la Chute-Hemmings sur le régime hydrique naturel de la rivière Saint-François, le débit total sortant du barrage au printemps 2014 a été comparé au débit d'une rivière non obstruée par des ouvrages de contrôle située plus en amont dans le bassin versant (figure 5). Il s'agit de la Rivière au Saumon (voir la carte, figure 1) qui rejoint la rivière Saint-François à la hauteur de Weedon. Les précipitations proviennent de la station météorologique de Lingwick, située à 4 km de la station hydrométrique de la Rivière aux Saumons.

L'hydrogramme printanier de la Rivière aux Saumons présente une courbe de débit plus lisse (pas de patron de type « éclusé » ou de courbe en « escalier »), étant donné qu'il n'y a aucune vanne de contrôle. Globalement, les deux courbes de débit suivent le même patron, avec un décalage d'une journée entre les pics, correspondant en moyenne au temps de dévalaison de l'eau entre les deux stations (fonction de la vitesse de l'eau, elle-même fonction du débit). Le délai entre les pics de précipitations et les pics de débits de la Rivière aux Saumons est de quelques heures à deux journées (temps de ruissellement et d'apport en eau des divers tributaires, dépendamment de l'intensité/durée/localisation des précipitations et de l'état initial du bassin versant). Les mêmes pics d'amplitude similaire s'observent à Drummondville, avec un délai légèrement plus long qu'à la Rivière aux Saumons.

Ainsi, les grandes variations de débit de plusieurs dizaines de m³/s sur plusieurs jours au barrage de Drummondville semblent suivre la réponse naturelle du débit d'un cours d'eau aux précipitations régionales. Par contre, il existe quelques cas où une augmentation du débit serait attendue, alors que le débit total sortant diminue drastiquement, tel que le 11 mai et le 23 mai 2014, ce qui semble être causé par une gestion drastique de l'ouverture/fermeture des vannes de déversement.

3.2 Comparaison entre les barrages

La figure 7 présente les courbes de débit printanières de 2014 et 2015 aux différents barrages de la rivière St-François (de l'amont vers l'aval : Aylmer, Weedon, Westbury et Drummondville). Une échelle logarithmique est utilisée pour les débits à des fins de comparaison visuelle, étant donné que les débits absous augmentent significativement de l'amont vers l'aval. On y observe le patron naturel de crue et de décrue, avec un pic de crue entre le 11 et le 17 avril et une décrue qui se poursuit jusqu'à la mi-mai. Aux différents barrages, les courbes de débit suivent le même patron général. En effet, il y a concordance entre les périodes d'augmentation et de diminution de débit à l'échelle d'une journée et plus, provoqué par la fonte des neiges ou les épisodes de précipitations/sécheresses.

Toutefois, on observe des extrêmes aux divers barrages et à différents moments qui ne concordent pas avec l'ensemble du bassin versant (quelques exemples sont pointés en rouge), que l'on peut attribuer à une intervention importante sur l'ouverture/fermeture des vannes à un barrage donné. L'événement le plus remarquable est la forte diminution de débit le 23 mai 2014 au barrage de Drummondville, au lendemain d'un épisode de pluie et alors que les barrages en amont présentent un débit stable ou en légère augmentation. Le débit est passé de 138,0 à 26,1 m³/s en une heure seulement. En 2015, une baisse aussi drastique n'a pas été observée.

La figure 6 met également en évidence le mode de fonctionnement différent du barrage Aylmer et son effet sur le débit total sortant, étant donné qu'il s'agit d'un barrage-réservoir. En effet, à cause de sa grande capacité de retenue (215 548 000 m³), le barrage a pour effet de stabiliser le débit sur des périodes d'une à plusieurs journées, tout en présentant des événements de débit de type éclusé de plus grande amplitude (aspect de courbe en escalier). Le régime du débit sortant est donc moins naturel et moins synchronisé avec l'ensemble du bassin versant. Par exemple, le 21 avril 2015, alors que la crue se fait encore sentir aux autres barrages, le débit sortant à Aylmer est soudainement réduit pour conserver l'eau dans le réservoir. Toutefois, le débit absolu est somme toute assez faible par rapport au débit absolu à Drummondville et il a donc peu d'impact sur le débit à la centrale de Chute-Hemmings.

Par ailleurs, l'étude de l'hydrogramme annuel moyen à Aylmer, Weedon, Sherbrooke et Drummondville (figure 5) met en lumière l'impact de ces barrages sur le régime hydrique naturel annuellement. À Aylmer, la gestion est à mi-chemin entre le régime de type

inversé et de type naturel. Le barrage crée un régime de hautes eaux en hiver, il atténue légèrement la crue puis crée un régime de basses eaux en été (dans un barrage de type inversé, le régime des basses eaux est rencontré au printemps puisque toute l'eau de la crue est conservée, ce qui n'est pas le cas ici). Aux barrages de Weedon et de Drummondville, le régime est de type naturel (hautes eaux au printemps et étiage en été). (Lajoie *et al* 2006)

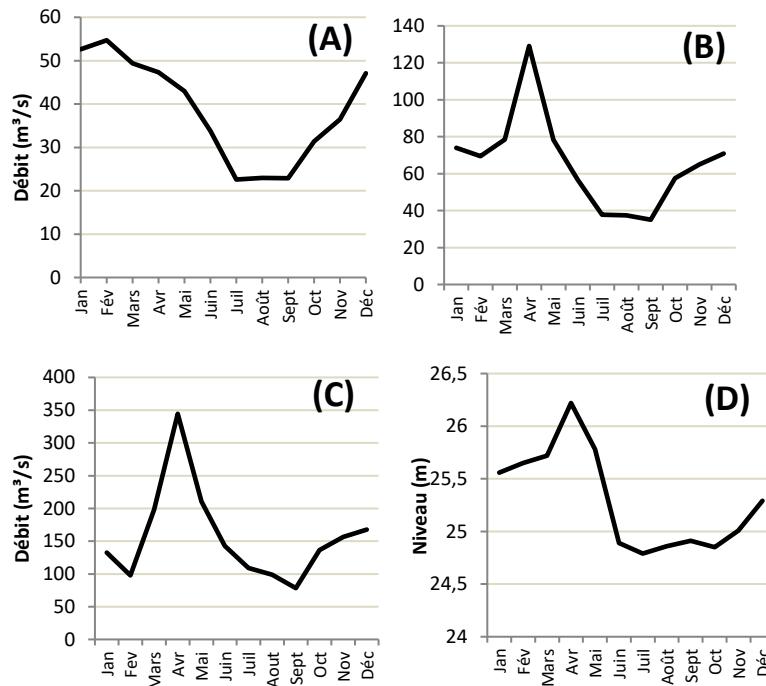


Figure 6. Histogramme historique (moyennes mensuelles) de la rivière Saint-François en aval du barrage Aylmer (A; 1977-2015), en aval de la centrale de Weedon (B; 1970-2015), à la station hydrométrique de Sherbrooke (C; 1998-2015) et à la station hydrométrique de Drummondville (D; 1965-1972) au parc des Voltigeurs.

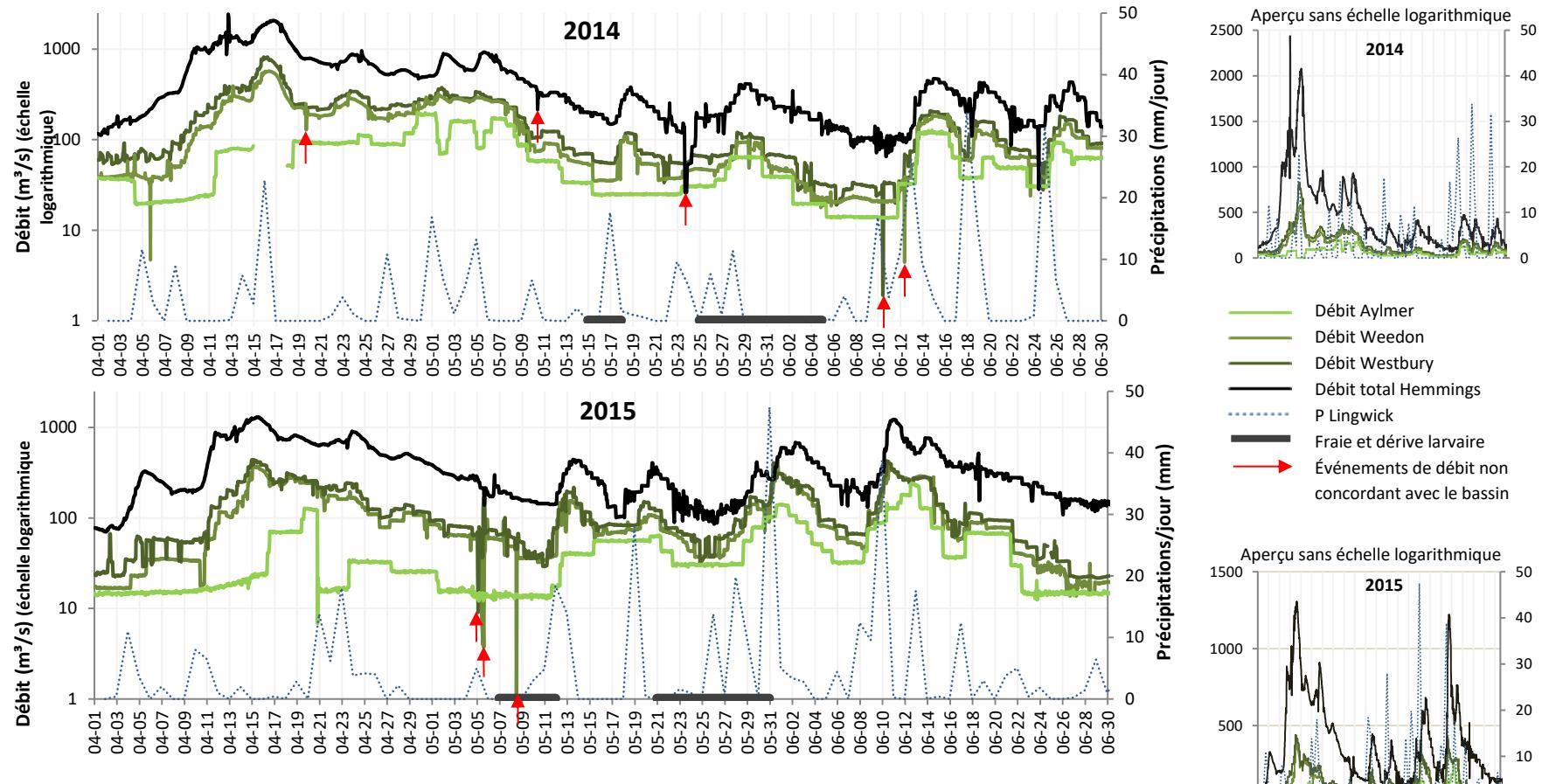


Figure 7. Débit total à Hemmings, comparé aux débits totaux sortant des barrages Aylmer, Weedon et Westbury, avec précipitations quotidiennes de la station météorologique de Lingwick – 1^{er} avril au 30 juin 2014 et 2015.

4. CONCLUSION

Au niveau de sa dynamique globale, le débit total sortant à Hemmings suit le régime « de type naturel » d'un cours d'eau (Assani et al 2005) : hautes eaux au printemps et basses eaux en été. De plus, le débit augmente lors d'évènements de précipitations dans le bassin versant et diminue ensuite progressivement jusqu'au débit initial. Toutefois, la gestion des vannes a un effet de « paliers » sur la courbe de débit (type « éclusé »), puisque leur ouverture/fermeture doit régulièrement être ajustée aux variations du débit provenant de l'amont, ce qui provoque des changements brusques de débit. L'impact de l'amplitude des changements de débit sur la période de fraye et de dérive larvaire de l'esturgeon jaune doit être évalué, tout comme les facteurs de variabilité de cette amplitude de changements brusques.

De plus, certains évènements de débit sont extrêmes et relèvent d'autres causes que le simple ajustement au débit, tel que le rétablissement du niveau d'eau dans le réservoir Hemmings, qui a pour effet de réduire presque à sec le débit sortant, et ce, pour plusieurs heures, avec une soudaine remontée du débit lorsque le réservoir est plein. Il apparaît nécessaire d'évaluer l'impact d'une telle intervention sur l'écosystème aquatique en aval et sur l'esturgeon plus spécifiquement. Il serait notamment pertinent de vérifier que le débit réservé est bel et bien respecté, d'autant plus que malgré l'adoption de la *Politique de débits réservés écologiques pour la protection du poisson et de ses habitats* en 1999 (Faune et Parcs Québec), la gestion des barrages ayant été construits antérieurement à cette date n'a pas changé depuis (Lajoie et al 2006). De plus, à ce jour, très peu d'ouvrages hydrauliques ont été contraints à respecter un débit réservé (Vigeant 2015). La méthode de Belzile et al. (1997) pourrait être employée à cet effet, en conformité avec les recommandations de la *Politique* citées ci-haut.

Par ailleurs, bien que le débit total évacué en amont de la centrale de Drummondville suit la dynamique générale du bassin versant en réponse à la crue et aux précipitations, la gestion locale du débit turbiné versus le débit déversé entraîne d'autres modifications locales du régime d'écoulement directement en aval du déversoir ou en aval des turbines. Cela a un impact sur la fraie de l'esturgeon tel qu'il a été démontré par l'étude du Bureau environnement et terre d'Odanak (2015). Cet impact doit être considéré si des mesures d'amélioration de la gestion de l'eau à la centrale de Drummondville sont mises en œuvre, puisque l'esturgeon jaune fraie directement dans ces milieux en aval du barrage.

5. BIBLIOGRAPHIE

- Assani, A. a., Gravel, É., Buffin-bélanger, T., & Roy, A. G. (2005). Impacts des barrages sur les débits annuels minimums en fonction des régimes hydrologiques artificialisés au Québec (Canada). *Journal of Water Science*, 18(1), 103–127. <http://doi.org/10.7202/705552ar>
- Beamesderfer, R. C. P., & Farr, R. A. (1997). Alternatives for the protection and restoration of sturgeons and their habitat. *Z Environmental Biology of Fishes*, 48, 407–417.
- Belzile, L., Bérubé, P., Hoang, V. D., & Leclerc, M. (1997). Méthode écohydrologique de détermination des débits réservés pour la protection des habitats du poisson dans les rivières du Québec. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- 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 Rémi Delhorme pour le conseil des Abénakis d'Odanak. 42 pages et annexes.
- Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) (2003). Suivi hydrologique de différentes stations hydrométriques. Repéré sur le site du CEHQ, section Niveau d'eau et débit – suivi hydrologique des stations en temps réel : <https://www.cehq.gouv.qc.ca/suivihydro/default.asp>
- Clément-Robert, G., Gingras, S., Pellerin, M. et Poirier, R. (2016). Enquête sur les sources de variation de débits de la rivière Saint-François durant la période de fraie de l'esturgeon jaune. Sherbrooke, Québec : Université de Sherbrooke
- Faune et Parcs Québec. (1999). Politique de débits réservés écologiques pour la protection du poisson et de ses habitats. Direction de la faune et des habitats. 23 p.
- Gouvernement du Canada (2015) Donnés climatiques historiques. Repéré sur le site du Gouvernement du Canada, section Données : <http://climat.meteo.gc.ca/>
- Lajoie, F., Assani, A. A., Matteau, M., Mesfioui, M., & Roy, A. G. (2006). Comparaison entre débits réservés écologiques et débits lâchés en aval des barrages au Québec: Influence du mode de gestion des barrages, de la taille des bassins versants et de la saison. *Water Quality Research Journal of Canada*, 41(3), 263–274.
- Vigeant, F. (2015). Débits réservés et prise en compte des usages anthropiques pour une meilleure gestion des ouvrages hydrauliques. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*. Université de Sherbrooke. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.000>