



**POLYTECH<sup>®</sup>**  
**TOURS**

Département  
Aménagement et Environnement

# Effets des variations des caractéristiques de l'écoulement sur la réponse physiologique et comportementale du poisson en rivière

Rapport de stage 4e année cycle ingénieur – 1<sup>er</sup> juin-28  
août 2017

Maitre de stage : Emmanuelle CHRETIEN  
Tuteur de stage : Pierre PEETERS  
Jury de stage : Pierre PEETERS  
Catherine BOISNEAU

Etudiant: Gabriel Conesa de  
Warlincourt

## Remerciements

Je souhaite adresser mes remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé, soutenu, encouragé et renseigné tout au long de mon travail.

Je voudrais remercier, dans un premier temps, Mme Francesca Di Pietro, pour m'avoir donné l'opportunité d'effectuer ce stage en proposant cette offre à ma promotion IMA.

Je tiens également à remercier mon tuteur de stage M. Peeters, qui a eu la bienveillance de prendre le tutorat de mon sujet de stage, ainsi que Mme Boisneau, membre du jury et professeur qui m'a aidé à affiner une problématique de stage.

De manière plus globale, je voudrais remercier tout le corps pédagogique du département « Aménagement » de *Polytech Tours*. Les professeurs que j'ai rencontrés pour des questions précises m'ont toujours aidé avec plaisir.

Je remercie Mme Emmanuelle Chrétien, doctorante au Laboratoire Daniel Boisclair de l'Université de Montréal, pour m'avoir donné l'opportunité de faire ce stage mais aussi pour m'avoir accueilli et fait découvrir la culture québécoise ; je remercie aussi Cynthia Guéveneux et Noémie Vanier membres de l'équipe de terrain avec laquelle j'ai vécu et travaillé pendant trois mois, pour leur soutien et leur professionnalisme ; et enfin M. Daniel Boisclair, enseignant chercheur à l'Université de Montréal, pour sa disponibilité ainsi que ses précieux conseils.

## Résumé

Ce stage a été effectué dans le cadre des travaux de doctorat d'Emmanuelle Chrétien, au sein du Laboratoire Daniel Boisclair de l'Université de Montréal. Il s'est déroulé sur la rivière Kiamika, sur la commune de Chute-Saint-Philippe, dans la région des Laurentides au Québec. L'espèce ciblée par cette étude est l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*), en raison de sa population importante dans la rivière Kiamika, enregistrée lors de travaux menés en août 2013 par NSERC-HydroNet.

L'objectif des travaux pour l'été 2017, était de comparer la capacité explicative et prédictive de Modèles de Qualité d'Habitat (MQH) basés sur l'abondance des poissons à ceux basés sur les taux de mouvements des poissons.

L'objectif de ce stage était donc de recueillir assez de données de terrain afin de pouvoir comparer les résultats de deux outils de qualification des modèles de qualité d'habitat, en l'occurrence la radio télémétrie ainsi que l'approche visuelle en plongée.

Afin de collecter toutes ces données, 43 sites ont été échantillonnés en plongée, 28 achigans ont été capturés, et un émetteur radio leur a été implanté et environ 5,4km de rivière ont été couverts de façon quotidienne pendant un mois en suivi de télémétrie.

La plongée est une approche peu utilisée en Europe car souvent jugée peu fiable, mais souvent utilisée outre Atlantique, en suivant un protocole rigoureux. La radio-télémétrie consiste en l'implantation d'émetteurs radio par chirurgie dans plusieurs poissons prélevés dans la rivière d'étude, puis au suivi régulier pendant une période donnée de leurs déplacements.

Les résultats obtenus par ces deux méthodes montrent clairement que l'approche de radio-télémétrie apporte des renseignements complémentaires à ceux fournis par la plongée en site. De par leurs mouvements, et leurs choix de secteurs, les poissons caractérisent leur habitat.

This internship has been completed in correlation with the PHD work of Emmanuelle Chrétien, inside the research group of Daniel Boisclair from the Université de Montréal. We worked on the Kiamika river, at Chute-Saint-Philippe, in the Laurentides region in Québec, for three months. The studied specie is the smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*), because of its important population in the Kiamika river assessed through a study in august 2013 led by NSERC-HydroNet.

The goal of summer 2017 field work, was to compare the efficiency of the Habitat Quality Models (HQM) based on abundances metrics and those based on fish movements metrics.

The goal of this internship was to collect enough field data to be able to compare the results of these tools, in this case the radio telemetry and snorkeling.

In order to collect this data, 43 sites have been sampled through diving, and 28 smallmouth bass have been captured, a radio transmitter was implanted on every one of them surgically, and a 5,4km segment of the Kiamika river has been covered on every day basis, with the telemetry device.

Snorkeling is not a very popular approach in Europe because it is often considered unreliable, unlike in North America, where they follow a thorough protocol. Radio-telemetry consists in a surgical implantation of radio transmitters inside several fish captured in the studied river, then to the regular recording of their positions and movement for a predetermined length of time.

Results registered through these two methods clearly show that the radio-telemetry approach gives complementary intel on those given through snorkeling. Through their movements, and their choice of sector, fish are characterizing their habitat.

## Sommaire

<b>Remerciements .....</b>	<b>2</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>3</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Matériel et méthodes .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Site d'étude .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 Espèce étudiée .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3 Déplacement : Capture, chirurgie et radio-télémetrie .....</b>	<b>9</b>
1.3.1 Capture .....	9
1.3.2 Chirurgie .....	9
1.3.3 Radio-télémetrie .....	12
1.3.4 Plongée en tuba .....	12
1.3.5 Caractéristiques environnementales .....	13
<b>2. Résultats .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Télémetrie .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Plongée .....</b>	<b>17</b>
<b>3. Discussion .....</b>	<b>18</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>19</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>20</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>20</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>21</b>

## Introduction

Approximativement 65% du débit des rivières à travers le monde est considéré comme moyennement à hautement menacé, la principale menace à la biodiversité étant la dégradation des habitats résultant des prélèvements et de la baisse du courant (Vörösmarty et al., 2010).

La distribution des poissons dans un milieu est intimement liée à des conditions environnementales, et la compréhension de la distribution dans la nature est l'un des challenges clés en écologie (Guisan and Thuiller, 2005).

Les Modèles de Qualité d'Habitat (MQH), sont des systèmes d'analyses permettant d'établir un lien entre ces dites conditions environnementales, et des conditions de développement favorable d'un poisson sur un site donné. Traditionnellement, ces modèles associent des données d'abondance (présence/absence, biomasse, abondance) aux conditions environnementales (Température, substrat, vitesse du courant, etc.) (Teal et al., 2015).

Cependant si l'on part du principe que les poissons choisissent l'habitat qui permet de maximiser leur performance, une compréhension mécaniste de la façon dont les espèces réagissent à leur environnement, d'un point de vue physiologique à une réponse comportementale, est nécessaire afin de mieux prédire les impacts et les changements anthropogéniques sur la répartition d'une espèce (Cooke et al., 2013 ; Horodysky et al., 2015).

Dès lors, il devient nécessaire d'améliorer la capacité explicative et prédictive des MQH.

En effet les données d'abondances à un endroit donné à un moment T, peuvent se montrer insuffisantes pour qualifier un habitat. Il peut donc être intéressant de s'intéresser au déplacement de ces poissons.

Mais de quelle façon l'étude et l'analyse des déplacements des poissons permettent d'améliorer la capacité explicative et prédictive des MQH ?

Les résultats d'un suivi de radio-télémétrie permettant d'enregistrer les mouvements des poissons vont être comparés aux résultats d'une des méthodes de recueil de données d'abondance non intrusive : la plongée. Après avoir comparé les résultats obtenus, nous discuterons de leurs avantages et de leurs limites.

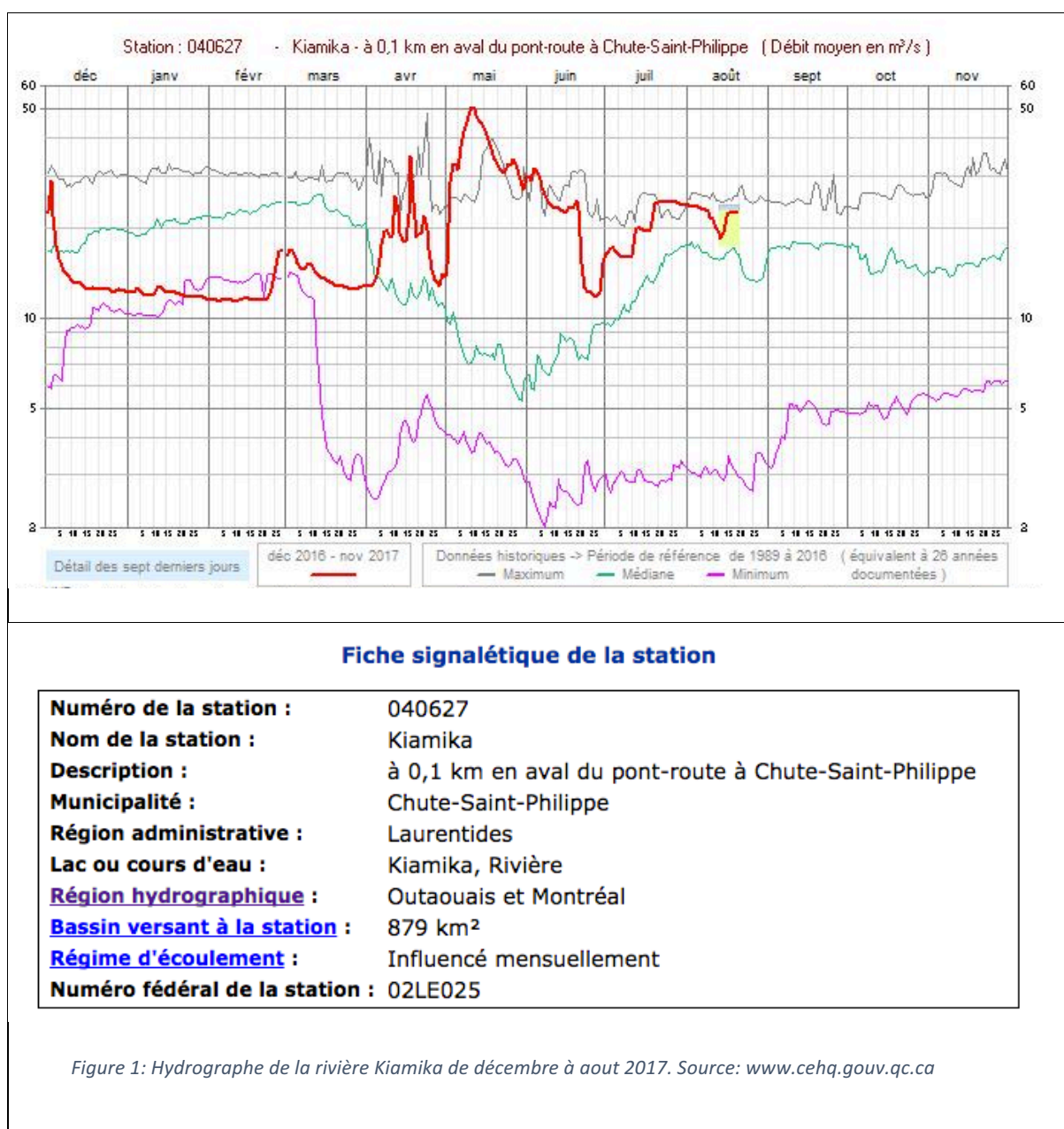
Ce stage a été réalisé au sein du laboratoire d'ichtyologie Daniel Boisclair de l'Université de Montréal (UDM), dont les objectifs généraux sont de trouver des solutions aux défis liés au développement de modèles qui permettent d'expliquer les variations spatiales et temporelles de la qualité des habitats des poissons en lacs et en rivières ; et de prédire les effets de perturbations naturelles et anthropiques sur la quantité et la qualité des habitats des poissons.

Ce laboratoire dirigé par Daniel Boisclair, enseignant chercheur à l'UDM, rassemble : Emmanuelle Chrétien, doctorante ; et Cynthia Guéveneux, étudiante en maîtrise. Ces travaux sont menés dans le cadre du doctorat de Mme Chrétien.

## 1. Matériel et méthodes

### 1.1 Site d'étude

Cette étude se déroule sur la rivière Kiamika, dans la région des Laurentides au Québec, plus précisément, l'aire d'étude est localisée à l'aval d'un barrage hydroélectrique construit en 1954. Ce barrage est aujourd'hui uniquement utilisé comme réservoir, ce qui suppose que la rivière connaît un débit régulé. Le barrage retient la plupart des crues importantes et lâche de l'eau en respectant des volumes saisonniers. Cependant l'été 2017 a connu des niveaux exceptionnellement élevés d'un point de vue hydrographique (voir figure 1). L'importante hauteur d'eau nous a forcé à renoncer à l'échantillonnage de certains sites, ainsi qu'à des techniques d'échantillonnages telles que la seine et la pêche électrique.





Les limites géographiques du site d'étude son en amont : 46.62821° de latitude et - 75.12508° de longitude, à l'aval : 46.62935° de latitude et -75.21605° de longitude (Voir figure 2).

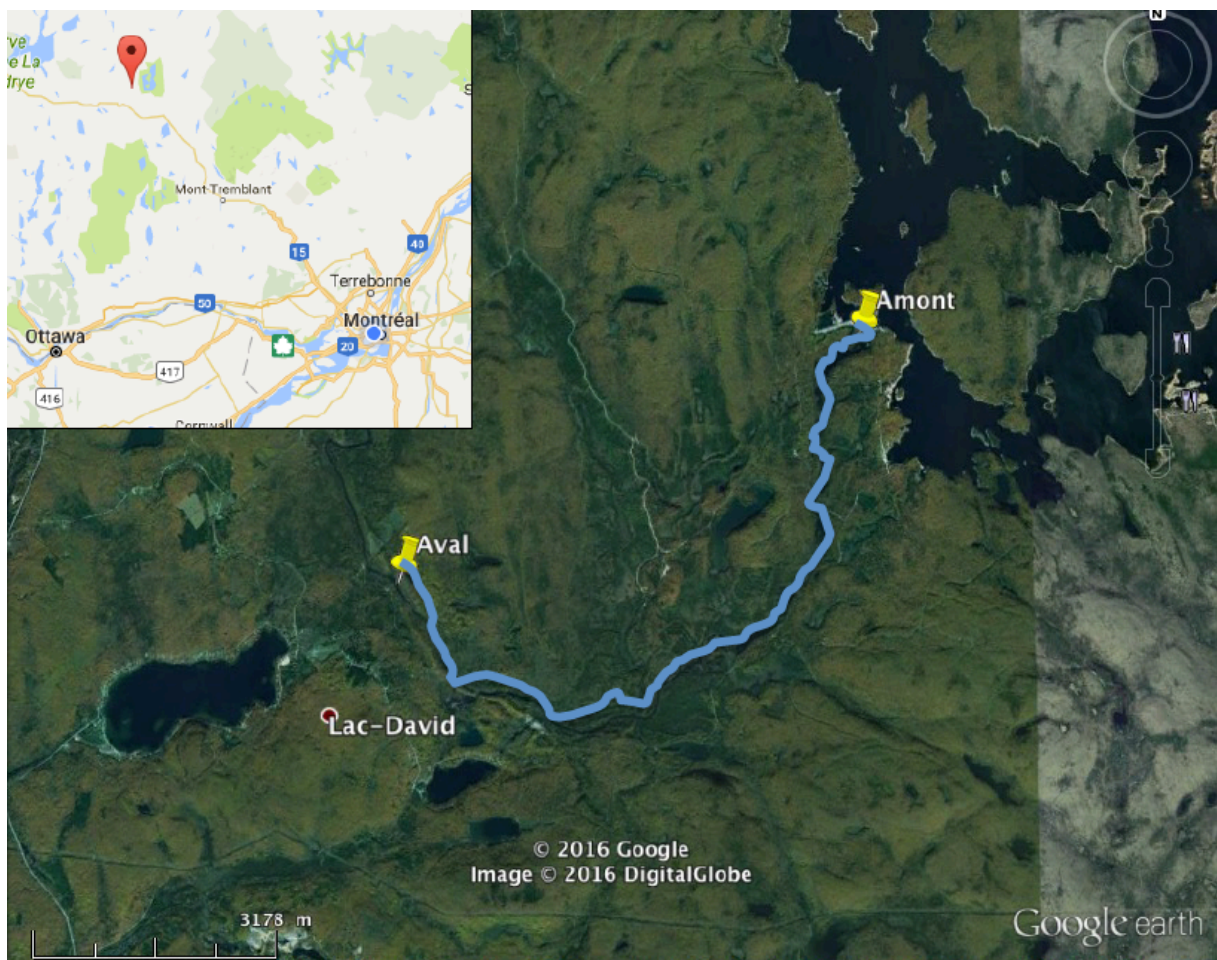



Figure 2: Localisation de la rivière Kiamika (source : Emmanuelle Chrétien ; Google Earth)

## 1.2 Espèce étudiée

L'espèce qu'Emmanuelle Chrétien a choisit d'étudier pour son doctorat, est l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*), dont voici la fiche ci-dessous (figure 3) :

Autres noms communs :	Nom scientifique :	Nom commun anglais :
Achigan noir	<i>Micropterus dolomieu</i>	Smallmouth bass



© Sentier CHASSE-PÊCHE  
Source : La grande encyclopédie de la pêche

Figure 3: Illustration d'un achigan à petite bouche. Source: <http://www.mffp.gouv.qc.ca>

<b>Famille : Centrarchidé</b>
<b>Taille : de 20 à 38cm</b>
<b>Poids : 250g à 1kg</b>

Cette espèce a été ciblée en raison des résultats d'une étude menée en août 2013 sur la rivière Kiamika par NSERC-HydroNet, montrant que la population de cette espèce de centrarchidée était bien développée. Il est donc question ici d'améliorer un modèle de prédiction d'habitat de ces poissons. L'habitat est « le milieu où une population d'individus d'une espèce donnée ou d'un groupe d'espèces peuvent normalement vivre et s'épanouir. (...) Il est formé d'un ensemble de facteurs écologiques qui constituent le milieu et offrent les ressources suffisantes pour permettre à une population d'une espèce de vivre et se reproduire. Finalement, il correspond à une entité écologique incluant espèces et communautés, ainsi que leur environnement biotique et abiotique. » ([www.supagro.fr](http://www.supagro.fr)).

Des habitats types, ont déjà été proposés d'un point de vue de la température, on sait que cette espèce préfère des températures entre 20,3 et 21,3°C l'été et affectionne les zones profondes par temps chaud, tous avec une préférence pour des structures pouvant offrir des cachettes potentielles (W.B. Scott 1974), (Bernatchez L. et al, 2012). L'objectif est de parvenir à construire un modèle de qualité d'habitat le plus précis possible pour cette espèce. Il est donc nécessaire de collecter des données afin de pouvoir dégager un optimum d'habitat pour ces poissons. Pour les besoins de l'étude, nous n'étudierons que des individus ayant une taille comprise entre 15 et 25cm, ou entre 50 et 200 grammes, ce qui correspond à des poissons de 2 à 4 ans. Pour la limite inférieure, il est nécessaire que ces poissons puissent supporter le radio-émetteur, et concernant la limite supérieure, elle est plafonnée de telle façon que pour la suite des travaux de recherche, les individus puissent être introduits dans des bassins d'étude.



### 1.3 Déplacement : Capture, chirurgie et radio-télémetrie

Les déplacements de 28 achigans à petite bouche, implantés avec des émetteurs radio Lotek nano NTC-4 (3 sec d'intervalle de pulsation, 74 jours d'autonomie, 1.4 g dans l'air, 1g dans l'eau, figure 4), ont été étudiés de juillet à août 2017, et les conditions de détention des poissons en captivité ont été suivies sur un total de 20 poissons du 21 juin au 3 juillet 2017. La capture des poissons et la pose des émetteurs pour étudier leurs déplacements, a été faite entre le 3 et le 10 juillet 2017.



*Figure 4: Radio-émetteur N°36.  
Photo : Emmanuelle Chrétien*

#### 1.3.1 Capture

Les achigans ont été capturés en pêche à la ligne, depuis un canoé ou du bord de la rivière, en utilisant des hameçons sans arillons avec des leurres artificiels, montés sur des lignes de nylon (4.5-5.4 kg test). Les poissons ont été mis dans une épuisette et décrochés alors qu'ils étaient encore dans l'eau de façon à minimiser leurs stress au maximum et d'assurer une récupération rapide. Ils ont été ensuite placés dans une glacière remplie au préalable avec de l'eau de la rivière, oxygénée au moyen d'une pompe à air portable, avant d'être mesurés et pesés.

#### 1.3.2 Chirurgie

Les émetteurs radios ont été implantés dans la cavité abdominale des poissons. Les chirurgies ont été réalisées sur le terrain, sur le bord de la rivière (figure 5).

Avant la chirurgie, les instruments d'opération et de suture sont plongés dans une solution d'eau et de Bétadine, puis rincés à l'eau Claire de façon à les désinfecter.

Le chirurgien porte des gants de nitrile pour la chirurgie. Lorsque le chirurgien est prêt, l'assistant va prendre le poisson de la glacière en utilisant des gants électriques. Un deuxième assistant ajuste l'intensité du courant en fonction de la réaction du poisson (le poisson doit rester immobile, mais ses opercules doivent pouvoir bouger afin qu'il puisse s'oxygéner). Le poisson est placé dans un support en V et oxygéné en continu via un système d'intubation, avec de l'eau fraîche pompée dans un réservoir sous la table d'opération. L'assistant portant les gants tient le poisson, et le tube dans la bouche du poisson pendant toute la durée de l'opération et surveille les mouvements des opercules.



Figure 5 : Installation du bloc d'opération. Photos : Gabriel Conesa



Le chirurgien procède à une incision droite entre l'orifice uro-génital et les nageoires pelviennes, sur la linea alba, à l'aide d'un scalpel. Si l'incision a besoin d'être élargie, le chirurgien utilise des forceps pour tenir les tissus musculaires, empêchant ainsi de couper à travers des tissus mous.

Le radio-émetteur est inséré dans la cavité abdominale et poussé dans la partie antérieure du poisson. Un trou est percé après l'incision, un peu de travers, à l'aide d'une aiguille, afin de faire passer l'antenne de l'émetteur.

Une fois l'émetteur inséré, le chirurgien fait des points de sutures afin de refermer la cavité. Chaque suture est composée de 3 nœuds l'un sur l'autre. Le premier est léger et doit rester plat, les deux autres sont serrés. Le schéma utilisé est 3-2-2 ou 3-3 selon la taille de l'incision. Une fois la chirurgie terminée, le poisson est replacé dans la glacière, et son comportement est surveillé (combien de temps lui est nécessaire pour récupérer). Il est gardé en observation pendant 15 minutes puis il est relâché dans la rivière.



Figure 6 : Suture d'un achigan. Photo : Gabriel Conesa

Lorsque cela est possible, les poissons sont relâchés en groupe dans la rivière, de façon à minimiser leur vulnérabilité aux prédateurs.

Le troisième assistant a pour mission de prendre des notes. Pour chaque poisson, il note la taille, le poids, le numéro de l'émetteur, l'heure de la capture, la présence de parasites, de blessures, ou le comportement anormal d'un poisson, la durée de la chirurgie, et l'heure de la remise à l'eau.

### 1.3.3 Radio-télémetrie

Il doit y avoir un minimum de décalage de 4 jours entre la pose d'un radio-émetteur et la phase de localisation de l'émetteur (Harvey-Lavoie et al. 2016). La localisation est réalisée à différents moments afin d'assurer que les variations quotidiennes de courant et de température seront couvertes. Des sorties de nuit ont également été effectuées afin de pouvoir comparer le comportement nocturne et diurne des poissons.

La position des poissons est déterminée en utilisant un radiorécepteur portable équipé avec une antenne Yagi à trois branches (Lotek SRX 800 Telemetry Receiver, Lotek, Ontario, Canada). Les poissons seront localisés en utilisant la technique de réduction progressive du gain, au début avec un gain de réception élevé, puis en diminuant graduellement à l'approche de la source du signal de façon à localiser le plus précisément possible le poisson (Harvey-Lavoie et al. 2016) à bord d'un canoé. Une embarcation sans moteur est nécessaire pour ne pas effrayer les poissons à notre approche.

Les coordonnées géographiques du poisson seront notées en utilisant un GPS portable avec une précision de 5 mètres. La température de l'eau, la vitesse du courant, la profondeur, la présence de structures, la position générale dans la rivière (milieu ou berge), la présence de canopée, l'heure et la date.

### 1.3.4 Plongée en tuba

Le comptage visuel des poissons nécessite une équipe de deux plongeurs entraînés à estimer les tailles et à reconnaître les espèces. Deux plongeurs progressent vers l'amont de façon à minimiser la perturbation des poissons, et note chaque poisson rencontré par espèce et par classe de taille. Les deux plongeurs utilisent des sites de 5 x 60 m, et chacun couvre une largeur de 2,5m.

*Tableau 1: Classes de taille des poissons en plongée.*

<b>Classe de taille</b>	<b>Taille en cm</b>
Classe 0	0 à 3cm
Classe 1	3 à 5cm
Classe 2	5 à 10cm
Classe 3	10 à 15cm
Classe 4	15 à 20cm
Classe 5	20 à 25cm
Classe 6	25 à 30cm

Chaque plongeur doit garder à l'esprit la largeur couverte lorsqu'il compte des poissons. Au début du site, les plongeurs notent la visibilité, la largeur du site à leur droite et à leur gauche à laquelle les poissons peuvent être identifiés avec certitude et comptabilisés, et se tenir à ces distances. La somme de ces distances correspond à la largeur du site échantillonné. La surface totale

couverte par les plongeurs doit arriver à un total de 300m<sup>2</sup>. La visibilité de chaque plongeur est généralement de 500cm.

Pour de bons échantillonnages visuels : 1) une bonne communication entre plongeurs est nécessaire, and 2) une vitesse de plongée appropriée.

1. La communication entre les plongeurs est importante pour deux raisons (Eye contact et/ou bruit). La première est de s'assurer que les plongeurs progressent à la même vitesse. Une vitesse trop importante peut perturber les poissons en avant et fausser l'échantillonnage. En effet un plongeur trop rapide peut attirer certaines espèces extérieures au site échantillonné, ou en faire fuir certaines présentes sur le site et par conséquent fausser les données collectées. La seconde raison est d'éviter de compter deux fois les mêmes poissons. Des poissons peuvent se trouver entre les deux plongeurs, et une bonne communication est nécessaire pour éviter que les mêmes poissons soient comptés plusieurs fois ou même ignorés.

2. La vitesse de plongée adéquate pour le comptage est très lente (~6 secondes/ m<sup>2</sup>) de façon à détecter les espèces ayant tendance à se cacher, pour maintenir une communication constante entre les plongeurs, et pour être certain d'identifier correctement chaque espèce rencontrée. La vitesse visée est celle du plongeur le plus lent, mais la durée totale de la plongée pour un site de 300 m<sup>2</sup> est d'environ 30 minutes.

Enfin, les plongeurs doivent toujours scanner activement la rivière en progressant vers l'amont. Regarder devant eux afin d'identifier les poissons avant qu'ils ne s'échappent, chercher sous les débris ligneux et autres refuges augmente considérablement l'efficacité de l'échantillonnage.

### 1.3.5 Caractéristiques environnementales

Plusieurs caractéristiques environnementales ont été enregistrées en faisant attention de ne pas perturber l'observation des sites. Ces caractéristiques sont enregistrées après chaque passage en plongée sur des sites de 5m de large par 60m de long pour un total de 300m<sup>2</sup>.

- La prise des points GPS de début et de fin de site, en utilisant le système NAD83.
- Prendre la mesure de la largeur mouillée de la rivière au niveau du site étudié. S'il y a un autre bras à la rivière, on mesure la largeur totale. On utilise un Range Finder si possible, mais si la rivière est franchissable à pied, l'usage d'un décamètre est préférable.
- Indiquer le nombre de tributaires qui rejoignent la rivière au niveau de chaque site (seulement les tributaires représentant 1/3 de la largeur mouillée de la rivière sont considérés), mesurer la largeur mouillée de ces tributaires et prendre la température de l'eau. La reprendre à chaque fois que les conditions météorologiques changent.
- Indiquer la présence ou l'absence de routes, pont, forêt, champs, drains, habitation ou de bâtiment industriel.
- Noter le pourcentage de couverture nuageuse (estimer la couverture nuageuse au moment de l'échantillonnage), si elle varie, il est recommandé de faire une moyenne de la couverture pendant la durée de l'échantillonnage.
- Prendre la température de l'eau au milieu du site d'échantillonnage.
- Une mesure de la transparence de l'eau par segment de 500m est acceptable si les conditions sont stables, sinon il est nécessaire de la prendre plus régulièrement. La personne

qui tient le disque secchi doit être dos au soleil, on note la distance maximale à laquelle le plongeur peut distinguer la limite entre le blanc et le noir.

- Des variables environnementales sont prises à 10 points au hasard sur chaque site le long de trois axes (3 berge, 4 milieu, 3 limite extérieure).
- Pour chacun des 10 points, la profondeur est prise à chacun des 10 points grâce à la tige du courantomètre.
- A chacun des 10 points, on place la sonde du courantomètre à 40% de la profondeur et on prend une mesure en m/s. Si pour une raison quelconque, la sonde ne se trouve pas à 40% de la profondeur, il est important de noter la hauteur d'eau exact à l'endroit où le courant est mesuré. Cela permettra le calcul du courant à posteriori.
- Pour chacun des 10 points, il faut prendre la mesure de la composition du substrat en pourcentage (argile, limon, sable, gravier, caillou, galet, roche, roche métrique ou roche mère). Il faut s'assurer que la surface totale est bien de 100%. On note le % de couverture de canopée, le périphyton, les plantes aquatiques émergentes, les macrophytes, les débris ligneux. (Argile, limon <0.06mm, sable 0.06-2mm, gravier 2-32mm, caillou 32-64mm, galet 64-250mm, roche 250-1000mm, roche métrique >1000mm).
- Les sites se voient attribuer un M=middle, R= right et L=left pour designer leur position dans la rivière (en regardant vers l'amont).

## 2. Résultats

### 2.1 Télémétrie

La télémétrie nous apporte des informations dans l'espace et dans le temps sur la position des poissons et leur préférences d'habitat en fonction des conditions climatiques ou anthropogéniques.

Au total, 469 points ont été relevés du 18 juillet au 19 août 2017.

Sur les 28 poissons opérés, 21 poissons sont encore en vie. Certains ont disparu du tronçon de rivière étudié (n°18, 35, 36, 21, 20,1) probablement victimes de la prédation aviaire, d'autres ont été victimes de la prédation piscicole (n°20), et même de tortue (N°13).

Bien que certains de ces individus ne soient plus observables, les données les concernant ayant été récoltées avant leur mort, sont toujours exploitables.

Les annexes 1 et 2 nous montrent les points de capture ainsi que les points où les poissons ont été détectés par radio télémétrie. A chacun de ces points sont associés des données environnementales.

Nous pouvons faire deux constats, d'après les annexes :

Les poissons sont regroupés dans des zones particulières de la rivière, ces zones se superposent à des points de capture. Or des études empiriques suggèrent que le taux de déplacement d'un animal a tendance à diminuer dans un environnement de haute qualité (Kuefler D. et al, 2012). On peut donc en déduire que les faibles déplacements de ces poissons dans ces secteurs, nous permet de les assimiler à des habitats préférentiels pour cette espèce.

Par ailleurs les données environnementales nous renseignent sur ces zones de regroupement :



Nombre de ID	Étiquettes de colonnes																																						Total
Étiquettes de lignes	11	12	13	14	17	18	19	20	20,1	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39	40	général										
Aucun											1	1							1							1								4					
Débris ligneux	8	9	3	5	2		16			9	8	7	5	5	7	7	5	12	5	1	7	8		8	7	10	15	8						177					
Débris ligneux + emergentes					1						1														1									3					
Débris ligneux + macrophytes	1	5	3	2	11	1	1			3	4	2	1		4	2	3		7		1	2		2		5	4	3					67						
Débris ligneux + macrophytes + emergentes			1																1						1								3						
Débris ligneux + roches	1	2								1	1			1	1																			7					
Débris ligneux + roches + emergentes		1																																1					
Débris ligneux + roches + macrophytes	1	1																																2					
Emergentes								1	1			1								5		1												9					
Macrophytes	1			13	2			1		2	1	1	3				1		1	1		3	5		4		1	1						41					
Macrophytes + emergentes			2	1	2			12	3	1		7	5						3	13			10											59					
NA		2	3		1	3	4		2		3		5	14	7	2	11	8	1	1	13	5	4	4	9	5		8						115					
Roches	9	1								1			1	1	2	1	1																	17					
Roches + macrophytes															1			1																2					
Total général	21	21	12	21	19	4	21	14	6	17	19	19	20	21	22	12	21	21	19	21	21	19	19	14	22	21	20	20					507						

Figure 7 : Tableau des structures préférées par les poissons étudiés. Source: Gabriel Conesa

:

En abscisse sont indiqués les numéros des émetteurs qui sont suivis en télémétrie et qui correspondent à un achigan. Chaque achigan a des préférences, le but de ce tableau est de dégager une tendance commune à tous ces poissons. On peut ainsi voir ici que 33% des achigans suivis ont une préférence marquée pour les débris ligneux (tronc submergés, branches, etc.), mais également 22,6% ont une préférence pour les zones profondes de la rivière (signifiées par NA dans le tableau).

Dans le tableau suivant (figure 8), on cherche à comparer les profondeurs de préférence des poissons. Une profondeur 1 correspond à une profondeur inférieure à 1m, une profondeur 2 correspond à une profondeur comprise entre 1m et 1,5m, et une profondeur 3 correspond à une profondeur supérieure à 1,5m :

Nombre de ID Étiquettes de lignes	Étiquettes de colonnes				Total NA général
	1	2	3		
11	8	5	8		21
12	11	3	7		21
13	5	1	5	1	12
14	12	6	3		21
17	11	6	2		19
18	1		3		4
19	7	3	11		21
20	11	3			14
20,1	3	1	2		6
21	6	2	9		17
22	7	3	9		19
23	7	10	2		19
24	1	10	9		20
25	1	3	17		21
26	3	7	12		22
27	1	6	4	1	12
28	1	7	13		21
29	7	3	11		21
30	9	7	3		19
31	4	17			21
32	1	1	19		21
33	6	6	7		19
34	4	7	8		19
36	3	1	10		14
37	4	4	14		22
38	2	5	14		21
39	3	13	4		20
40	3	4	13		20
<b>Total général</b>	<b>142</b>	<b>144</b>	<b>219</b>	<b>2</b>	<b>507</b>

Figure 8 : Tableau des relations entre les poissons étudiés et les profondeurs auxquelles ils évoluent. Source : Gabriel Conesa

Ainsi on peut voir que seulement 43,2% des achigans ont une préférence pour les zones dont la profondeur est supérieure à 1,5m, tandis que 56,4% évoluent dans des eaux d'une profondeur inférieure à 1,5m et par conséquent, des zones exploitables en plongée.

## 2.2 Plongée

La plongée nous apporte des informations sur les espèces présentes sur un site, sur l'activité des poissons et sur l'habitat.

43 sites ont été échantillonnés en 2 semaines, sur un rythme moyen de 6 sites par jour. Les données environnementales ont été recueillies quelques heures après le passage des plongeurs de façon à corréliser le plus possible les données d'abondance.

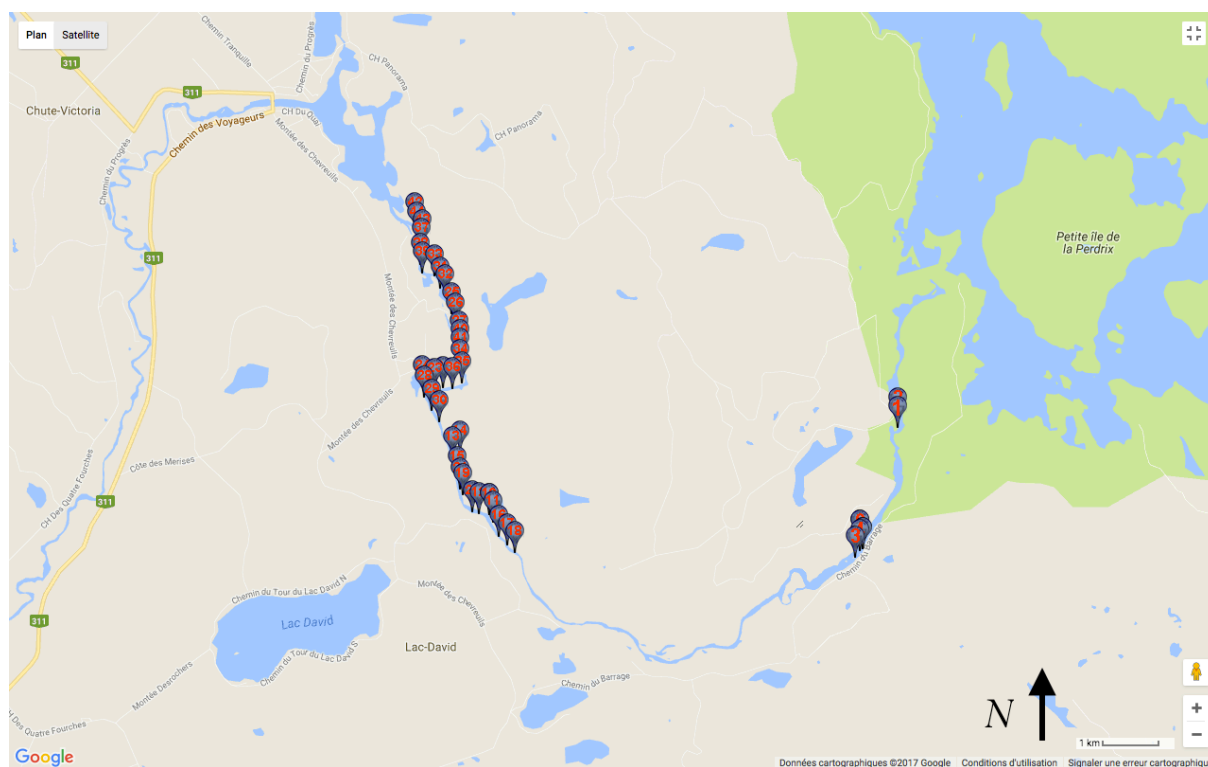


Figure 9 : Carte des emplacements de sites de plongée sur la rivière Kiamika. Source : Google maps

Comme il est possible de le voir sur la figure 9, la majorité des sites ont été implantés dans le secteur aval couvert par l'étude télémétrique.

De plus, la plongée a permis de recenser la population piscicole de ce secteur, et donc de fournir un indicateur sur sa diversité. Le relevé des caractéristiques environnementales a permis de compléter ce premier relevé d'abondance, en décrivant le milieu naturel dans lequel ont été observés les achigans et le reste de la population piscicole. Tous les sites qui ont fait l'objet d'une plongée ont enregistré au moins un achigan à petite bouche et au maximum 6 comme le décrit la figure 10. La présence de l'espèce sur ces sites rend exploitable les données environnementales qui ont été prélevées en complément afin de détailler la qualité de l'habitat. Comme nous l'avons vu plus haut dans le protocole, les caractéristiques sont détaillées et variées, depuis la composition du substrat aux vitesses d'écoulement, en passant par les structures.

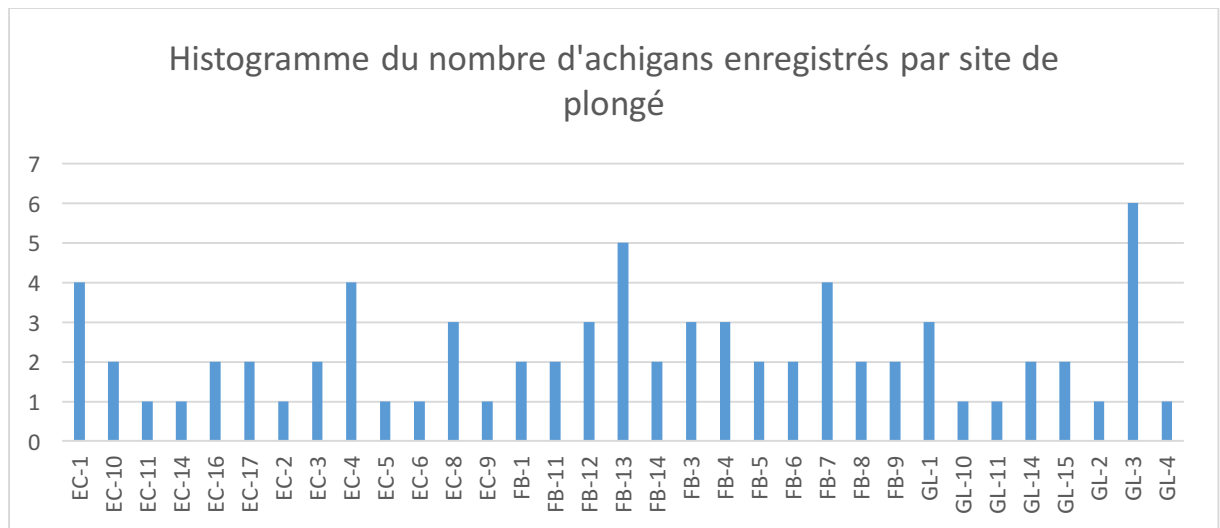


Figure 10 : Histogramme du nombre d'achigans enregistrés par site de plongé. Source : Gabriel Conesa

### 3. Discussion

Il est nécessaire dans un premier temps de clarifier un point de cette étude concernant les mesures de débit dans la section étudiée en télémétrie. Les vitesses de courant ont été mesurées sur les sites de plongé, mais elles ne sauraient rendre état de l'ensemble des vitesses de courant de la rivière Kiamika. Emmanuelle Chrétien a fait le choix d'élaborer un modèle hydrodynamique se basant sur un travail de bathymétrie afin d'en déduire des vitesses de courant. Malheureusement, ces données ne sont pas encore exploitables et devraient être traitées cet hiver à Montréal. Bien que les données de vitesses soient d'une grande importance dans cette étude car elles permettent d'expliquer une partie des mouvements des poissons dans leur habitat, nous les mettons de côté dans cette discussion.

La question principale de ce stage étant : en quoi l'étude des mouvements des poissons permet d'améliorer les capacités prédictives et explicatives des MQH ?

L'utilisation des données d'abondances pour la qualification des modèles de qualités d'habitat est souvent critiquée, car ces données sont jugées insuffisantes dès lors que les poissons peuvent parcourir des distances importantes et que leur présence sur un site à un moment T, ne donne en aucun cas l'assurance que ce site correspond leur habitat de prédilection (Boisclair D. 2001). Le suivi des mouvements des poissons a permis la collecte de données sur un territoire vaste (plus de 5km de rivière), et sur une durée d'un mois de façon quasi quotidienne, tandis que la collecte de données en plongée n'a pris que deux semaines à raison de 6 sites par jour. Ce travail dans le temps permet de couvrir d'étudier des réponses comportementales des poissons en fonction de la météo ou de l'ensoleillement par exemple. Par ailleurs les sites de plongée sont aussi choisis pour leur praticabilité, il est nécessaire que les plongeurs puissent avoir pied pour leur sécurité et une meilleure qualité d'échantillonnage. Ce parti pris, peut être un handicap à un échantillonnage qualitatif.

On peut donc émettre l'hypothèse que les données récoltées par télémétrie sont plus fiables que celles provenant d'une étude d'abondance.

Cependant il apparaît que la télémétrie apporte un complément significatif à une étude d'abondance car le champ d'étude s'en trouve élargit : on passe d'un site de pêche à un tronçon de rivière. Dès lors on peut observer le poisson évoluer dans l'intégralité de la rivière. De plus, le suivi télémétrique permet d'obtenir des résultats quotidiens sur la position des poissons, ce qui permet de tracer leurs déplacements et d'établir des schémas de mouvement. Cependant cette technique a

également ses limites : on ne connaît que la position du poisson, mais on ignore tout de son activité (chasse, repos, refuge) ou encore de son état de santé (vivant, malade ou mort), enfin la radio-télémétrie ne donne pas d'information sur la profondeur exacte à laquelle évolue le poisson, on ne peut qu'estimer la hauteur de la colonne d'eau dans laquelle le poisson a été détecté. La plongée compense en revanche plusieurs de ces limites : elle offre des informations sur l'activité du poisson, sur son état de santé mais également sur sa position dans l'habitat échantillonné.

On pourrait donc émettre la suggestion de procéder à un suivi télémétrique a priori de l'échantillonnage de données d'abondance, de façon à cibler le plus précisément les zones les plus susceptibles de correspondre à un habitat optimal pour les achigans.

## Conclusion

En conclusion, nous avons comparé l'étude du mouvement des poissons avec les données d'abondance collectées en parallèle sur des sites choisis pour leur praticabilité, et il apparaît que ces données sont complémentaires, car elles permettent deux approches différentes de l'habitat des achigans. La télémétrie permet de cibler une zone d'étude, tandis que la plongée permet une approche plus précise et plus complète. Les MQH sont des modèles mécanistes qui sont encore appelés à se perfectionner, et c'est grâce aux progrès technologiques et à l'apparition de nouvelles techniques que ces modèles parviendront à optimiser leurs capacités prédictives et explicatives. Dans le cadre de ce stage, j'ai eut l'opportunité d'observer une technique d'opération unique pour la pose de radio-émetteurs, mais aussi de pouvoir pratiquer des relevés d'abondance en utilisant des techniques variées, ainsi que des relevés télémétriques. Si certains sites peuvent rester difficiles d'accès pour la collecte de données d'abondance, les drones aquatiques pourraient bientôt compenser cette carence en allant explorer les zones qui restent impraticables en plongée ou en pêche électrique.

## Bibliographie

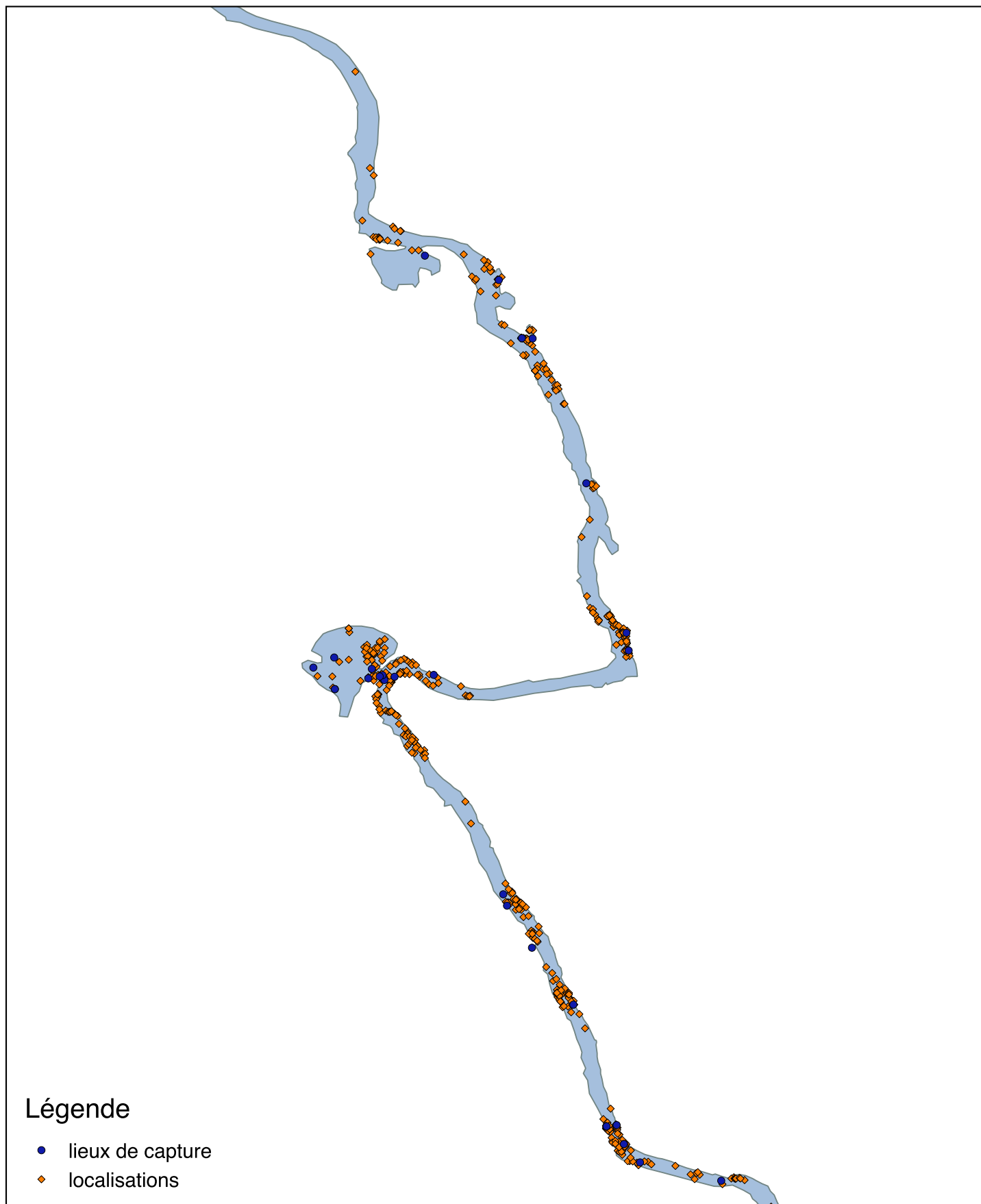
- Bernatchez L., Giroux M. (2012) Les poissons d'eau douce du Québec, Antoine Broquet, Ottawa 2012, 280-282.
- Boisclair D. (2001) Fish habitat modeling: from conceptual framework to functional tools, Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 58.
- Cooke SJ, Philipp D.P. (2009) Centrarchid fishes: Diversity, biology and conservation, Blackwell Publishing.
- Cooke SJ, Sack L, Franklin CE, Farrell a. P, Beardall J, Wikelski M, Chown SL (2013) What is conservation physiology? Perspectives on an increasingly integrated and essential science. Conserv Physiol 1: 1–23.
- Guisan A, Thuiller W (2005) Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. Ecol Lett 8: 993–1009.
- Harvey-Lavoie S. (2016) Effets des fluctuations de débit sur la réponse au stress des poissons : étude intégrative de la physiologie et du comportement chez le grand brochet (*Esox lucius* L.) Thèse, Université de Montréal.
- Kuefler D, Avgar T, Fryxell JM (2012) Rotifer population spread in relation to food, density and predation risk in an experimental system. J Anim Ecol 81: 323–329.
- Scott W.B., Crossman E.J. (1974) Poissons d'eau douce du Canada (Traduction française du bulletin de W.B. Scott et E. J. Crossman intitulé "Freshwater fishes of Canada" publié en 1973, Ministère de l'Environnement, Service des pêches et des sciences de la mer, Ottawa 1974, Bulletin 184:779-786.
- Teal LR, Marras S, Peck MA, Domenici P (2015) Physiology-based modelling approaches to characterize fish habitat suitability: Their usefulness and limitations. Estuar Coast Shelf Sci 1–8.
- Vörösmarty CJ, McIntyre PB, Gessner MO, Dudgeon D, Prusevich A, Green P, Glidden S, Bunn SE, Sullivan C a, Liermann CR, et al. (2010) Global threats to human water security and river biodiversity. Nature 467: 555–561.

## Liste des figures

Figure 1: Hydrographe de la rivière Kiamika de décembre à aout 2017. Source: <a href="http://www.cehq.gouv.qc.ca">www.cehq.gouv.qc.ca</a>	6
Figure 2: Localisation de la rivière Kiamika (source : Emmanuelle Chrétien ; Google Earth)	7
Figure 3: Illustration d'un achigan à petite bouche. Source: <a href="http://www.mffp.gouv.qc.ca">http://www.mffp.gouv.qc.ca</a>	8
Figure 4: Radio-émetteur N°36. Photo : Emmanuelle Chrétien	9
Figure 5 : Installation du bloc d'opération. Photos : Gabriel Conesa	10
Figure 6 : Suture d'un achigan. Photo : Gabriel Conesa	11
Figure 7 : Tableau des structures préférées par les poissons étudiés. Source: Gabriel Conesa	15
Figure 8 : Tableau des relations entre les poissons étudiés et les profondeurs auxquelles ils évoluent. Source : Gabriel Conesa	16
Figure 9 : Carte des emplacements de sites de plongé sur la rivière Kiamika. Source : Google maps	17
Figure 10 : Histogramme du nombre d'achigans enregistrés par site de plongé. Source : Gabriel Conesa	18

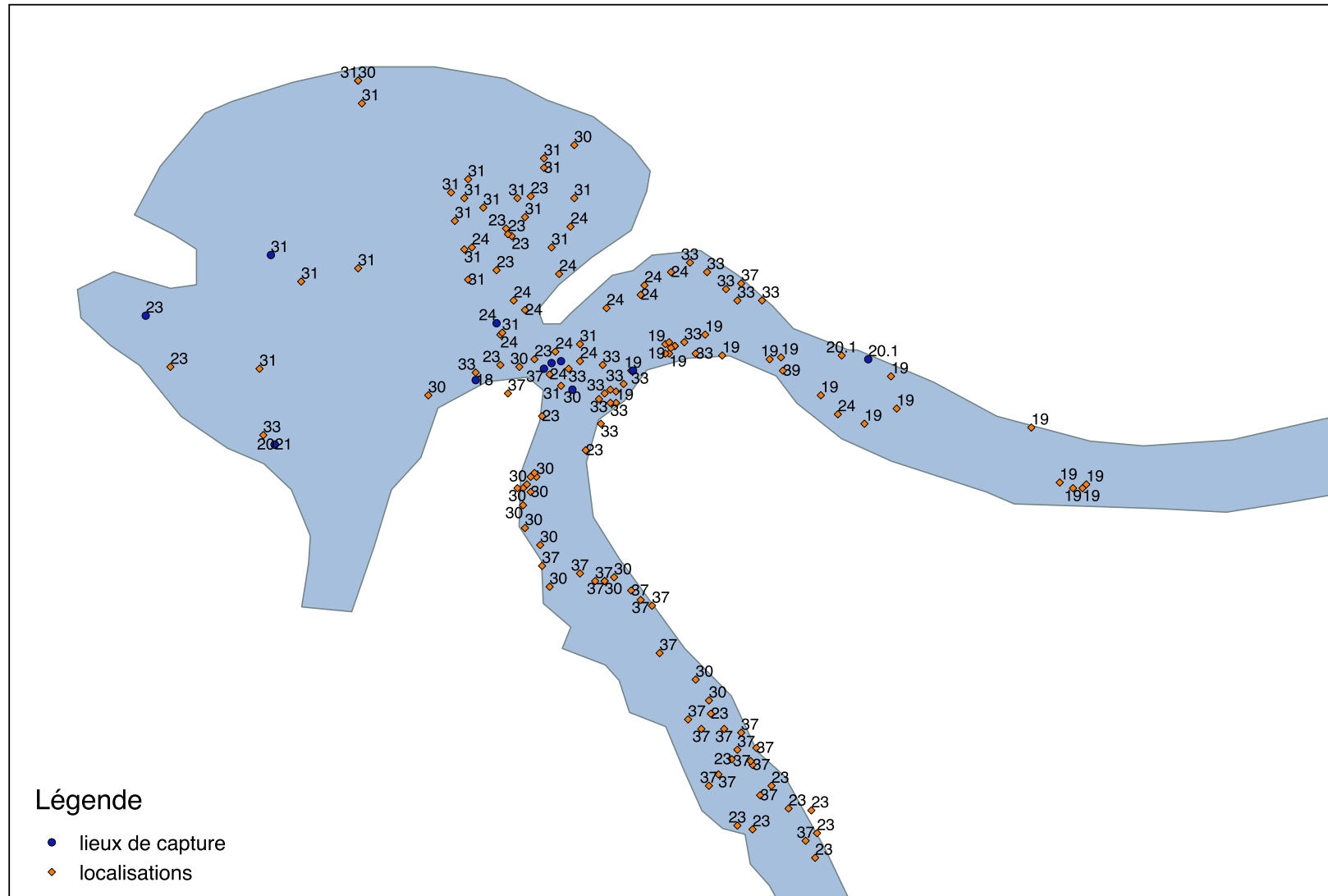


## Localisation des achigans - Rivière Kiamika



carte par Emmanuelle Chrétien - 18 août 2017

# Localisation des achigans - rivière Kiamika (section centre du segment à l'étude)



carte par Emmanuelle Chrétien - 18 août 2017

