

**ANALYSE COMPARATIVE DU SUIVI DES
TEMPÉRATURES DE L'EAU AUX STATIONS
HYDROMÉTRIQUES OU À PROXIMITÉ AVEC
D'AUTRES STATIONS DANS LE MÊME BASSIN
VERSANT**

Un premier cas d'étude au Québec

**Habiba Ferchichi et André St-Hilaire
Centre Eau Terre Environnement
Institut National de la Recherche Scientifique
et
Canadian Rivers Institute**

Rapport soumis pour Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les
changements climatiques

Janvier 2022

© INRS, Centre - Eau Terre Environnement, 2022
Tous droits réservés

ISBN : 978-2-89146-969-2 (version électronique)

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2023
Dépôt légal - Bibliothèque et Archives Canada, 2023

Table des matières

Table des matières	2
Table des figures	3
Table des tableaux	4
1.0. Introduction	5
2.0. Méthodologie	7
2.1. Zone d'étude et base de données	7
2.2. Analyse statistique	8
2.2.1. Analyse des statistiques descriptives	8
2.2.2. Analyse des corrélations	9
2.2.3. Analyse d'entropie	10
2.2.4. Ajustement de la fonction Gaussienne	11
2.2.5. Analyse de la sensibilité thermique	12
3.0. Résultats et discussion	14
4.0. Conclusion	23
5.0. Références	26
6.0. Annexe	28

Table des figures

Figure 1. Localisation des thermographes d'étude au Québec.....	8
Figure 2. Diagrammes de hamac des maximums annuels des températures maximales journalières des thermographes localisés le long de la rivière Matapédia	15
Figure 3. La variation de l'entropie le long des rivières Ouelle et Matapédia	17
Figure 4. Diagrammes de hamac de la variation des paramètres d'ajustement de la fonction Gausienne	18
Figure 5. Diagrammes de hamac de la variation de la sensibilité thermique des thermographes de référence (StationTx) et les thermographes associés (StationTy) à travers les rivières testées en utilisant la série temporelle concomitante par pair de stations.....	21
Figure 6. Diagrammes de hamac de la variation de la sensibilité thermique des thermographes de référence (StationTx) et les thermographes associés (StationTy) à travers les rivières testées en utilisant la série temporelle commune entre les deux.....	21
Figure 7. Comparaison entre les écarts types de la sensibilité thermique de la station de référence (barre en bleu) et leur thermographes associés dans les rivières Ouelle, Matane, Natashquan et Matapédia ...	22

Table des tableaux

Tableau 1. Liste des stations de référence et thermographes associés dans la zone d'étude	29
Tableau 2. Résultats des analyses d'entropie et corrélation.....	36
Tableau 3. Résultats d'ajustement des fonctions Gaussiennes sur les températures moyennes journalières	40
Tableau 4. Résultats de la sensibilité thermique des stations de référence et thermographes associés en utilisant la série temporelle concomitante par pair de stations	48
Tableau 5. Résultats de la sensibilité thermique des stations de référence et thermographes associés en utilisant la série temporelle commune entre les deux.....	53

1.0. Introduction

La température de la rivière représente une variable de première importance pour évaluer la qualité de l'écosystème et de la santé du biote aquatique. Cette variable peut affecter les différents processus physiques, chimiques et biologiques des rivières (Caissie, 2006). En effet, elle influence grandement les organismes aquatiques, notamment leur croissance (Elliott & Hurley, 1997), distribution géographique (Ebersole *et al.*, 2001), abondance (Harvey *et al.*, 2002) ainsi que leur taux de mortalité (Bjornn & Reiser, 1991). Au cours des 30 dernières années, la température de l'eau dans les rivières a augmenté dans le monde entier en raison du changement climatique (Liu *et al.*, 2020). Cette augmentation de température touche sévèrement les écosystèmes lotiques en modifiant le régime thermique des rivières et, par conséquent, en altérant l'habitat thermique des espèces aquatiques, particulièrement les poissons d'eau froide (ex. salmonidés) (Arismendi *et al.*, 2013; Isaak *et al.*, 2017; Wanders *et al.*, 2019).

Concernant la variation spatiale, les rivières situées aux latitudes moyennes à élevées sont exposées à une augmentation plus importante de la température de l'air que celle des rivières à plus basse altitude, ce qui augmentera la température de l'eau et, par conséquent, affectera fortement leurs régimes (Boyer *et al.*, 2021; Gitay *et al.*, 2002). En plus de la variation spatiale du régime thermique des rivières, la variation temporelle est aussi importante. Sa relation avec la température de l'air peut être partiellement décrite par la sensibilité thermique (Boyer *et al.*, 2021). La sensibilité thermique de la rivière représente la valeur de la pente de régression linéaire entre les mesures de la température de l'eau et celles de l'air (T_{air}) (Chang & Psaris, 2013; Culler *et al.*, 2018). La force de la relation entre ces deux variables, estimée quantitativement par la corrélation, indique comment la température de l'eau peut être prédite par la température de l'air. Une valeur de pente élevée reflète une sensibilité élevée de la rivière, i.e., changement élevé des températures de l'eau pour un changement de température de l'air donné (Kelleher *et al.*, 2012). Par conséquent, la pente de la relation $T_{air} - T_{eau}$ (lorsque supposée linéaire) peut indiquer la variation du régime thermique des rivières dans un contexte de changement climatique (Chang & Psaris, 2013; Culler *et al.*, 2018; Kelleher *et al.*, 2012).

Le suivi de la température de l'eau se fait souvent à l'aide de thermographes autonomes (e.g., (Caissie & El-Jabi, 2020)). Cependant, au cours des dernières années, des capteurs de température ont été déployés par la Division des relevés hydrologiques du Canada et par la direction de l'expertise hydrique du MELCC du Québec qui sont souvent colocalisés avec des stations hydrométriques. La localisation de la station hydrométrique est le plus souvent choisie pour optimiser la qualité des mesures de niveau/débit d'eau. Les critères utilisés dans cette sélection incluent le confinement de l'écoulement d'eau dans un seul chenal, la morphologie constante du chenal dans le temps, l'absence d'ouvrages de contrôle hydraulique, les marées, etc. (Rantz, 1982). Bien que certains de ces critères s'appliquent également dans la sélection de l'emplacement adéquat de la station pour le suivi thermique, d'autres conditions hydrauliques et géomorphologiques supplémentaires sont nécessaires dans la mesure de la température de l'eau qui représente les conditions thermiques du tronçon/de la rivière. Ces conditions comprennent notamment l'évitement des zones à risque de stratification verticale ou latérale ainsi que minimiser le risque d'enfouissement du capteur entraîné par le déplacement des sédiments du lit (Beaupré *et al.*, 2017).

Dans cette étude, nous abordons la question suivante : Les températures mesurées par des thermographes localisés spécifiquement aux stations hydrométriques ou à proximité sont-elles représentatives de la variation thermique de la rivière ?

L'approche utilisée pour répondre aux objectifs de ce projet est d'effectuer une analyse comparative des séries chronologiques de la température de l'eau mesurée par des thermographes situés sur la même rivière qu'un thermographe colocalisé sur la station hydrométrique (ou à proximité). Cette dernière est appelée la station de référence. Cette comparaison est effectuée par l'intermédiaire de différentes analyses statistiques comprenant la comparaison de statistiques descriptives, des corrélations, l'analyse de l'entropie, l'estimation des paramètres d'une fonction Gaussienne ajustée sur des moyennes journalières interannuelles (Daigle *et al.*, 2019) ainsi que l'analyse de la sensibilité thermique tout au long de la rivière.

2.0. Méthodologie

2.1. Zone d'étude et base de données

La zone d'étude couvre les rivières du sud du Québec. Les séries temporelles des températures des rivières (minimales, maximales et moyennes journalières) sont fournies par le Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques MELCC et Environnement Canada (lorsque les thermographes sont colocalisés avec les stations hydrométriques). Les séries temporelles des températures associées aux thermographes distribuées ailleurs le long de la rivière sont extraites des bases de données du réseau RivTemp (www.rivtemp.ca; Boyer et al., 2016). La base de données RivTemp fournit les séries temporelles quotidiennes des températures de l'eau (maximale, minimale et moyenne) dans les provinces canadiennes du Québec, Nouveau-Brunswick, Terre-Neuve-Labrador, Nouvelle-Écosse et de l'Île-du-Prince-Édouard. La longueur de ces séries de données ne dépasse pas 5 ans (Boyer *et al.*, 2016).

On a d'abord sélectionné les rivières comprenant des thermographes colocalisés avec leurs stations hydrométriques (station de référence) et des thermographes disponibles le long d'une même rivière avec des séries temporelles partiellement ou totalement concomitantes. En suivant cette méthode, nous avons peu de stations de référence. Afin d'augmenter la taille de notre échantillon, nous avons assoupli le critère de colocalisation à la station de référence et accepté une distance < 1km entre la station hydrométrique et le thermographe comme étant des stations « colocalisées ». Le thermographe sélectionné, respectant le critère de distance maximale, a été considéré comme la nouvelle station de référence. Nous avons vérifié que les nouveaux thermographes de référence sont situés dans la même unité géomorphologique de la rivière que la station hydrométrique.

La figure ci-dessous montre la distribution des thermographes dans les rivières du Québec, sélectionnées dans cette étude. Au total, la base de données couvre 13 rivières, qui est considérée limitée dus aux critères de sélection et de la disponibilité des données (Tableau 1 en annexe).

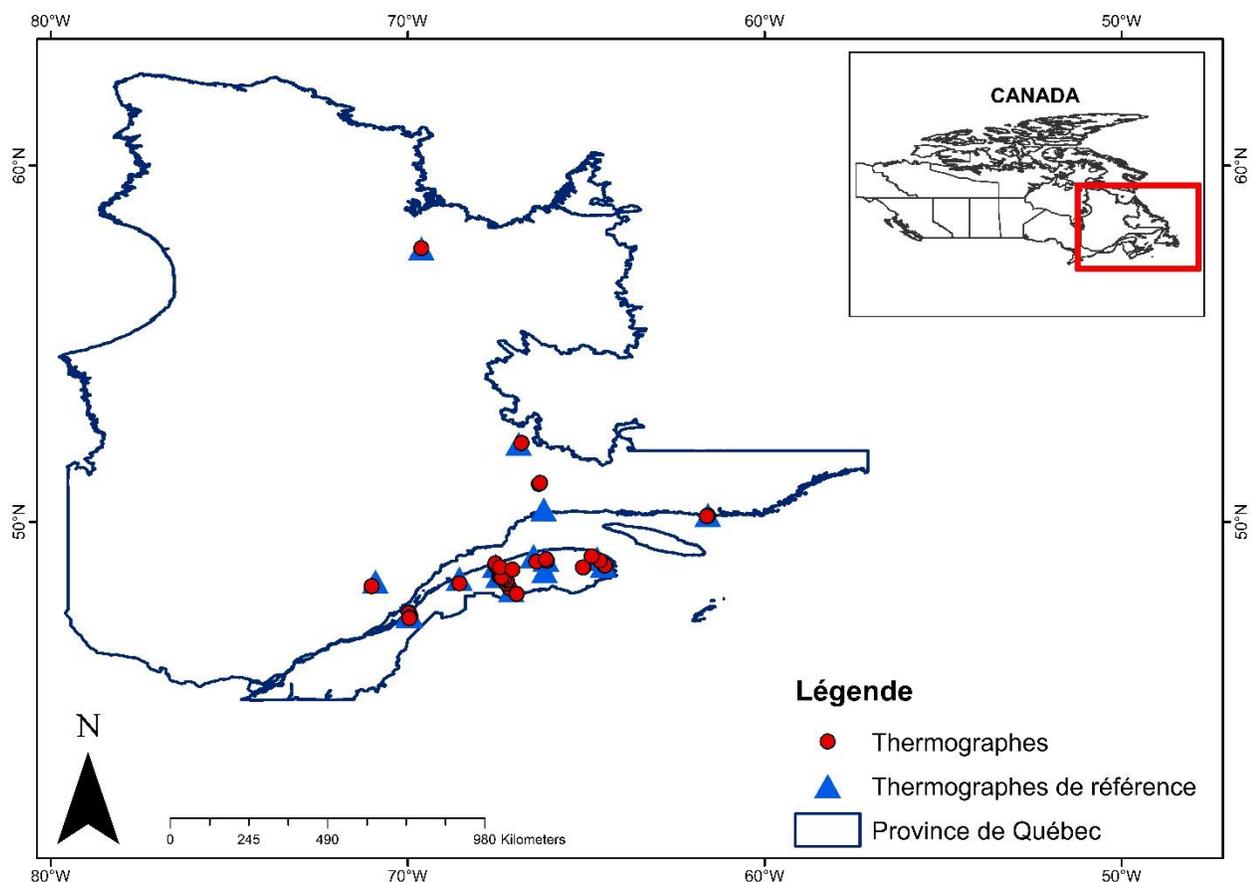


Figure 1. Localisation des thermographes d'étude au Québec

2.2. Analyse statistique

Dans cette étude, les séries temporelles des températures (maximale, minimale et moyenne) sont extraites du juin à septembre. Par suite, l'ensemble des analyses statistiques sont appliquées afin de comparer les séries des températures des thermographes sur chaque rivière.

2.2.1. Analyse des statistiques descriptives

Cette analyse consiste à comparer les statistiques descriptives des séries temporelles de températures (maximum, minimum, moyenne) des différentes stations pour chaque année de la période concomitante. Les statistiques calculées pour chaque station sont le minimum et le maximum des températures journalières (maximale, minimale, moyenne) ainsi que le maximum de différence entre

les séries temporelles des températures (minimum et maximum). Au total, nous avons utilisé sept statistiques descriptives dans cette analyse comparative.

Étant donné que la taille des échantillons des statistiques descriptives est restreinte vu la longueur limitée des séries temporelles des températures (moins de 5 ans), un test non paramétrique de Kruskal-Wallis est utilisé pour comparer les statistiques descriptives des températures des stations. Ce test représente une alternative non paramétrique du test de l'analyse de variance (ANOVA) à un seul facteur permettant de comparer plus de deux groupes sans avoir besoin de respecter aucune hypothèse de base sur la distribution des données. Si le test est significatif (valeur de $p < 0,05$), il existe une différence significative entre les groupes (Dinno, 2015).

Si le test est significatif, une analyse post-hoc est menée. Cette analyse consiste à effectuer une comparaison multiple des paires de groupes afin de déterminer les paires différentes. Le test post-hoc le plus courant, associé au test de Kruskal-Wallis, est le test de Dunn (Dinno, 2015). Ce dernier applique les mêmes principes de somme des rangs et l'ensemble de variance utilisés dans le test de Kruskal-Wallis (Dinno, 2015).

2.2.2. Analyse des corrélations

Une régression linéaire est exécutée entre les séries temporelles des températures moyennes journalières de la station de référence (Y) et chacun des thermographes (X) le long de la rivière pour la période de temps commune entre toutes les stations :

$$Y = \alpha X + \beta \quad (1)$$

Où Y représente la température de l'eau ($^{\circ}\text{C}$) de la station de référence, X la température de l'eau ($^{\circ}\text{C}$) de chacun du thermographe localisé à une distance précise de la station de référence, α la pente de la relation entre les deux variables ($^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{C}$) et β l'ordonnée à l'origine ($^{\circ}\text{C}$).

La corrélation linéaire entre la station de référence et chacun de thermographes sur la même rivière est calculée à l'aide du coefficient de Pearson, en utilisant la série chronologique commune entre toutes les stations.

2.2.3. Analyse d'entropie

Dans cette section, une estimation de l'entropie est calculée entre les températures maximales journalières de la station de référence et celles de chacun des thermographes le long de la rivière durant la période du temps commune à la paire de stations.

L'entropie est une mesure de l'incertitude d'une variable aléatoire discrète. Cela signifie qu'une entropie élevée indique une faible prédictibilité de la variable et vice versa. Une distribution uniforme (i.e. toutes les valeurs sont équiprobables) possède une entropie faible tandis qu'une distribution avec une asymétrie élevée a une entropie relativement élevée. L'unité d'entropie est appelée « bits » pour une variable aléatoire discrète et « nats » pour une variable continue. Le concept d'entropie est établi par Shannon (Shannon, 1948) et défini pour une variable aléatoire continue X , avec la fonction de densité de probabilité (p.d.f) f_x , comme suit:

$$H(X) = - \int_{-\infty}^{+\infty} f_x(x) \log f_x(x) dx \quad (2)$$

L'entropie de deux variables aléatoires continues (X , Y) distribuées selon la fonction de densité de probabilité (p.d.f) conjointe $f_{x,y}$, appelée entropie conjointe, est définie comme suit :

$$H(X, Y) = - \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f_{x,y}(x, y) \log f_{x,y}(x, y) dx dy \quad (3)$$

L'entropie conjointe est une estimation de l'incertitude (hétérogénéité) de l'ensemble de deux variables aléatoires. Deux stations avec des distributions de température très similaires ont une faible entropie conjointe. Elle est exprimée par l'équation suivante :

$$H(X, Y) = H(X) + H(Y|X) \quad (4)$$

Avec $H(Y|X)$ l'entropie conditionnelle qui représente l'incertitude estimée de Y en connaissant celle de X .

Un autre paramètre, appelé l'information mutuelle, est calculé dans cette analyse comparative. L'information mutuelle $I(X, Y)$ représente la réduction de l'incertitude sur la variable X après avoir connu la variable Y . En d'autres termes, elle quantifie la quantité d'information obtenue sur X en connaissant la variable Y . Elle est exprimée comme suit :

$$I(X, Y) = H(Y) - H(X|Y) \quad (5)$$

Et peut être définie aussi comme suit :

$$I(X, Y) = H(X) + H(Y) - H(X, Y) \quad (6)$$

Après avoir calculé l'information mutuelle pour chaque thermographe et la station de référence associée, un coefficient de variation C_{vi} est calculé pour évaluer la variation de l'information mutuelle le long de la rivière par rapport à la station de référence.

$$C_{vi}(\%) = \left| \frac{I(X, Y) - I(X, X)}{I(X, X)} \right| \times 100 \quad (7)$$

Avec :

$$I(X, X) = H(X) \text{ and } I(X, Y) < I(X, X) \quad (8)$$

Plus ce coefficient de variation est faible, plus l'information mutuelle (similarité) entre la station de référence et le thermographe associé est forte. Le coefficient de variation est représenté ultérieurement sur des cartes pour certains exemples de rivières.

Dans cette étude, nous avons utilisé la méthode de (Moddemeijer, 1989) afin d'estimer l'entropie conjointe et l'information mutuelle des températures maximales journalières des stations de référence et thermographes associés le long de la rivière en utilisant la série chronologique commune entre les deux.

2.2.4. Ajustement de la fonction Gaussienne

Les séries de Fourier ou fonctions sinusoïdales ont été largement utilisées dans la modélisation des régimes thermiques saisonniers des rivières permettant de simuler les températures moyennes journalières interannuelles des rivières en fonction du temps durant la saison sans glace (Caissie *et al.*, 2001; Daigle *et al.*, 2019; Maheu *et al.*, 2016). Cette approche est limitée étant donné que le modèle est ajusté uniquement sur la saison sans glace et par conséquent les paramètres du modèle sinusoïdal ne coïncident pas avec les métriques du régime thermique (Daigle *et al.*, 2019). Par exemple, la valeur moyenne de la fonction sinusoïdale ne correspond pas à la température moyenne annuelle. Des études récentes sur la classification des régimes thermiques des rivières ont montré que le modèle Gaussien permet de caractériser les régimes thermiques des rivières du Québec (Daigle *et al.*, 2019). En effet,

une fonction Gaussienne est ajustée sur les températures moyennes journalières par l'intermédiaire de l'équation suivante :

$$T_e(d) = a e^{(-\frac{1}{2}(\frac{d-c}{b})^2)} \quad (9)$$

Avec d représente le jour de l'année ([1,365]), T_e la valeur estimée de la température moyenne journalière interannuelle à travers le modèle ajusté au jour d (°C), a facteur d'échelle (la moyenne de la valeur maximale), b l'écart type et c la date d'occurrence de la valeur maximale.

L'équation (9) est bien ajustable et permet d'obtenir des estimations non biaisées. Il est intéressant de noter que (Daigle *et al.*, 2019) ont expliqué que les paramètres du modèle Gaussien sont faciles à interpréter étant donné qu'ils sont liés aux propriétés du régime thermique de la rivière où a correspond à une valeur maximale annuelle moyenne, b à la longueur de la saison chaude et c au jour de l'occurrence de la valeur maximale. En outre, (Daigle *et al.*, 2019) ont corrélié les paramètres de la fonction Gaussienne avec les caractéristiques physioclimatiques des rivières.

Dans la présente étude, on ajuste une fonction Gaussienne sur les températures moyennes journalières de la station de référence et les thermographes associés durant la période concomitante. Par la suite, un test non paramétrique de Wilcoxon, appelé également test de Mann-Whitney, est utilisé comme alternative au test en t de Student afin de comparer les paramètres des fonctions Gaussiennes ajustées sur les séries temporelles des stations de référence et thermographes associés.

2.2.5. Analyse de la sensibilité thermique

Une régression linéaire est appliquée entre les températures de l'eau et l'air de la station de référence et chacun des thermographes le long de la rivière, comme suit :

$$T_w = \alpha T_a + \beta \quad (10)$$

Où T_w est la température de l'eau de rivière (°C), T_a est la température de l'air (°C), α est la pente (°C/°C) entre les températures d'eau et d'air et donc la sensibilité thermique et β est l'ordonnée à l'origine (°C).

Les températures de l'eau journalières (maximales et minimales) ont été extraites de la base de données climatiques ANUSPLIN, interpolées sur une grille de (10 km x 10 km) et couvrant tout le territoire canadien (Hopkinson *et al.*, 2011; Hutchinson *et al.*, 2009; McKenney *et al.*, 2011). Ces variables ont été extraites pour la période disponible entre 1981 et 2017.

La pente de la régression est calculée entre les températures de l'air et de l'eau pour chaque station de référence et les thermographes correspondants le long de la même rivière durant la période du temps commune pour toutes les stations. Compte tenu de la courte durée de la série temporelle commune entre les stations situées sur la même rivière, qui varie majoritairement entre 1 et 2 ans (Tableau 5 en annexe), la pente est calculée de deux manières. La première consiste à utiliser la période du temps commune entre la station de référence et tous les thermographes associés sur la même rivière alors que la deuxième considère la série temporelle concomitante entre chaque paire de stations de référence et thermographe associé.

Une analyse de covariance (ANCOVA) est appliquée dans la comparaison de sensibilité thermique de chaque station de référence et les thermographes situés dans le même cours d'eau durant la série temporelle commune. L'ANCOVA est un test statistique permettant de comparer deux ou plusieurs droites de régression (Zar, 1999). L'hypothèse nulle suppose que les pentes des droites de régression (sensibilité thermique) sont égales entre les stations le long de la rivière sélectionnée. L'hypothèse nulle est testée en calculant le statistique-F qui est comparé par la suite à la valeur critique obtenu de la distribution Fisher à un seuil de signification ($\alpha= 0.05$). Si l'hypothèse nulle est rejetée (valeur $p<0.05$), i.e. la différence entre les pentes est significative, une analyse post-hoc est menée afin d'identifier les paires de stations ayant des valeurs de sensibilité thermique significativement différentes. Cette analyse implique une comparaison des valeurs de sensibilité thermiques par paires de stations en appliquant le test de Tukey-Kramer (Zar, 1999) .

3.0. Résultats et discussion

Parmi les 13 rivières étudiées, seulement deux rivières ont présenté une différence significative entre ses stations (valeur $p < 0,05$) en termes de maximum annuel (Matapédia-11507) et minimum annuel (Matane-21601) des températures journalières maximales. Trois rivières ont des différences significatives en terme du différence maximale de température (Saint Jean-20301, Ouelle-22703 et Aux Pekans-72302). Pour le reste des statistiques descriptives testées, aucune différence significative n'est relevée. On peut conclure que dans la majorité des rivières, les statistiques descriptives des thermographes ne sont pas significativement différentes. La figure 2 montre les diagrammes de hamac des thermographes le long de la rivière Matapédia, à titre d'exemple. Tel que déjà mentionné, cette rivière présente une différence significative entre les maximums annuels des différentes stations. Une analyse post-hoc est exécutée afin de trouver les groupes de thermographes différents. Les diagrammes de hamac des températures maximales journalières des thermographes sont classés par ordre de distance par rapport au thermographe de référence, où :

Station de référence : rivière Matapédia amont de la rivière Assemetquagan (station 11507, Tableau 1 en annexe)

2= 7.4 km en amont de la station de référence

3= 16.39 km en aval de la station de référence

4= 22.98 km en aval de la station de référence

5= 24.06 km en amont de la station de référence

6= 31.82 km en amont de la station de référence

7= 39.34 km en amont de la station de référence

La moyenne des températures maximales journalières interannuelles à la station de référence est similaire à celle de la station 4, la station la plus proche à la station référence (7,4 km) comparativement au reste des thermographes sur cette rivière (> 16 km).

La comparaison post-hoc montre qu'il y'a une différence significative entre les groupes des thermographes suivants : (2-3) (Référence-7), (2-7) et (5-7). La station de référence a seulement une différence significative, en terme du maximum des températures maximales journalières, avec la station la plus éloignée (7), située en aval du lac de Saumon à 40 km (Fig.3). Cette dernière est ainsi significativement différente de reste des thermographes. La station (2), située immédiatement en amont de station de référence, et la station (3), située immédiatement en aval de la station de référence, sont significativement différentes. Cette différence peut être due aux apports d'eau des affluents au point de confluence de la rivière où est située la station de référence (Fig.3).

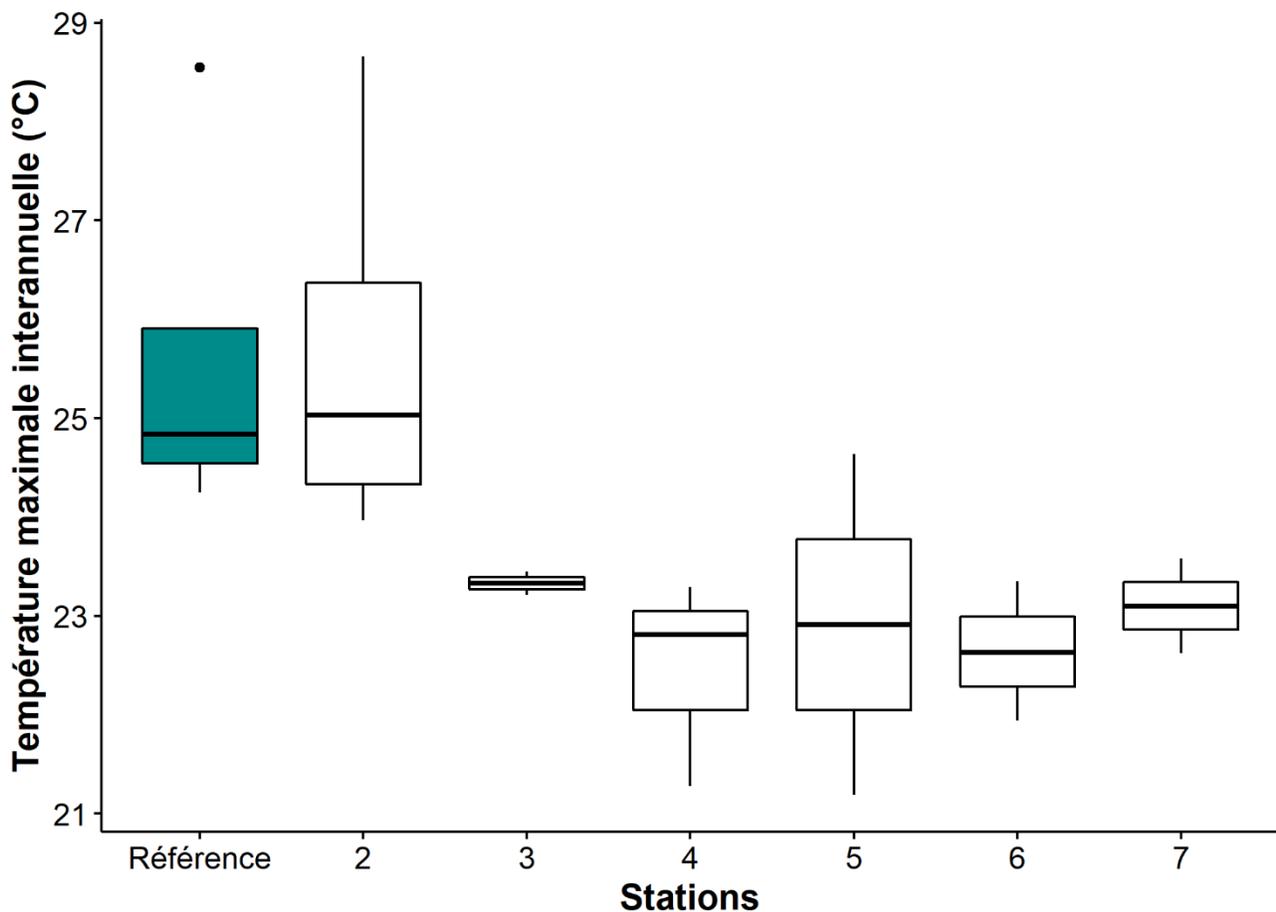


Figure 2. Diagrammes de hamac des maximums annuels des températures maximales journalières des thermographes localisés le long de la rivière Matapédia

Le tableau 2 en annexe présente les résultats des corrélations de Pearson entre les températures moyennes journalières des stations de référence et leurs thermographes associés le long des rivières. Les résultats montrent que la corrélation linéaire est forte entre les séries temporelles des stations de référence et les thermographes correspondants ($>0,9$) dans toutes des rivières.

Le tableau 2 en annexe présente les résultats de l'analyse d'entropie. Dans la majorité des rivières, la valeur de l'entropie conjointe la plus faible est entre la station de référence et la station la plus proche. Cependant, la cartographie de la variation de l'information mutuelle le long des rivières montre une variation monotone importante (Figure 3). En effet, les thermographes, situés sur le même tronçon de rivière que la station hydrométrique (station de référence), ont montré une variation d'information mutuelle plus faible que ceux situés sur des tronçons différents. Les exemples des rivières Ouelle (station 22701) et Matapédia (station 11507), montrés dans la figure 3, confirment cette conclusion. La figure 3 montre que les thermographes situés dans des tronçons de rivière autres que ceux des stations hydrométriques ont une variation d'information mutuelle plus élevée que le reste des thermographes. Par conséquent, les distributions de températures associées étaient moins similaires à la distribution de température à la station de référence. L'analyse précédente des statistiques descriptives a démontré que dans le cas de la rivière Matapédia (station 11507), la station la plus éloignée a montré une différence significative avec la station de référence et le reste des thermographes inclus dans cette étude. En effet, cette différence est expliquée par le fait que cette station est située sur un tronçon de rivière différent de celui de la station de référence ainsi du reste des stations, comme le montre la figure 3 (rivière Matapédia). Donc, les résultats des deux analyses coïncident.

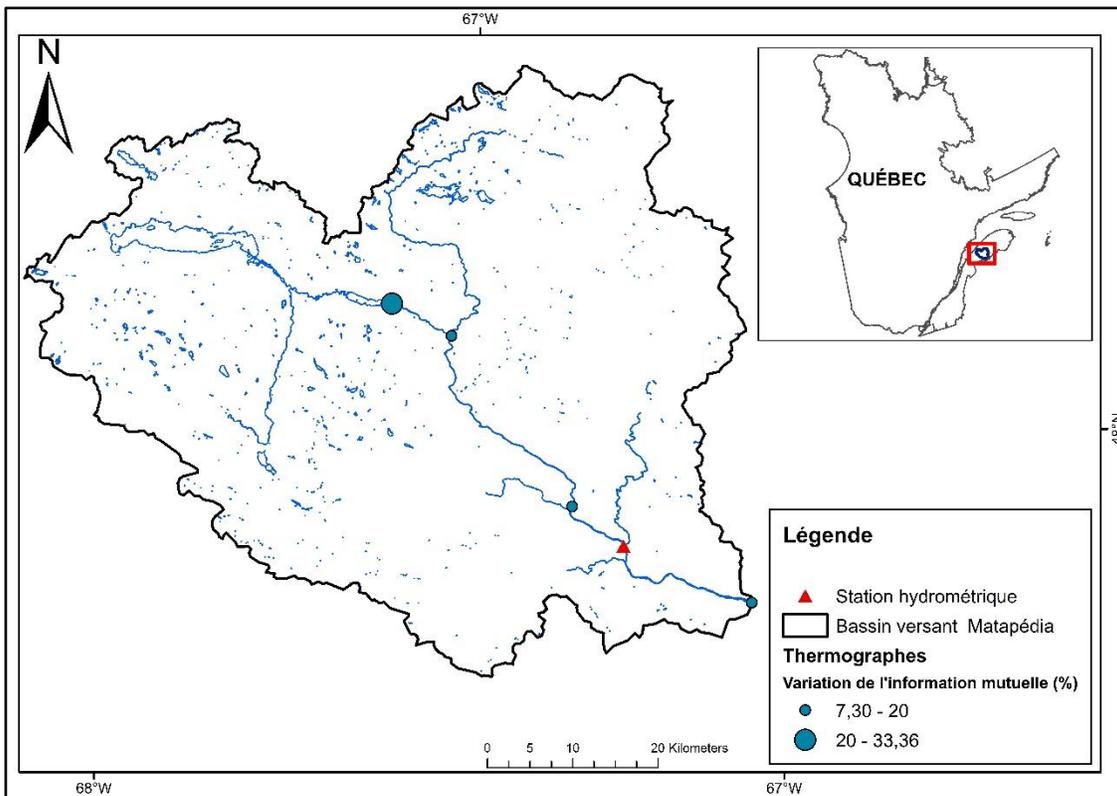
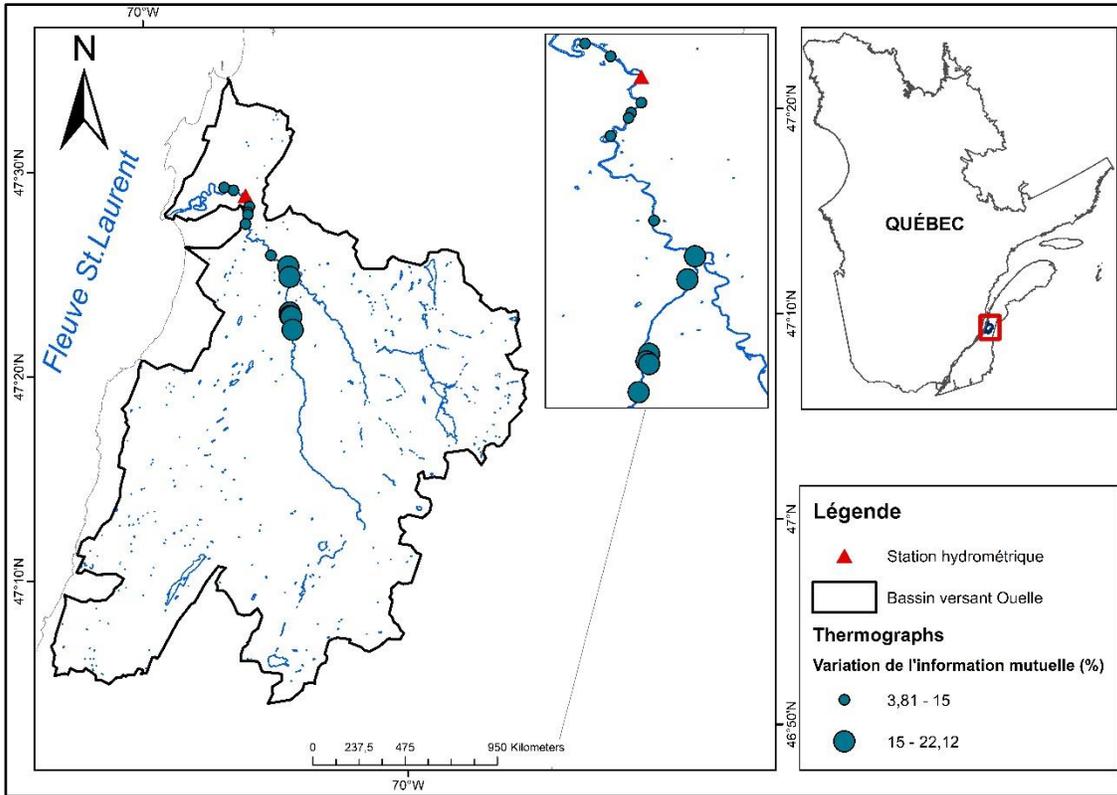


Figure 3. La variation de l'entropie le long des rivières Ouelle et Matapédia

Les trois paramètres de l'ajustement de la fonction Gaussienne sur les températures moyennes journalières sont déterminés pour toutes les stations du Québec et présentés dans (Tableau 3 en annexe). Ce dernier montre les paramètres de l'ajustement Gaussien sur la série temporelle de la station de référence (a-x, b-x et c-x) et celles des thermographes correspondants (a-y, b-y et c-y). Le test de Wilcoxon est utilisé dans la comparaison de chacun des paramètres à travers toutes les rivières. Les résultats montrent qu'il n'y a pas une différence significative entre les paramètres des fonctions Gaussiennes des stations de référence et ceux des thermographes situés sur le même cours d'eau, en termes de paramètre a (valeur $p = 0,57$), b (valeur $p = 0,59$) et c (valeur $p = 0,71$).

La figure suivante présente les diagrammes de hamac de la variation des paramètres de la fonction Gaussienne des stations de référence et les autres thermographes.

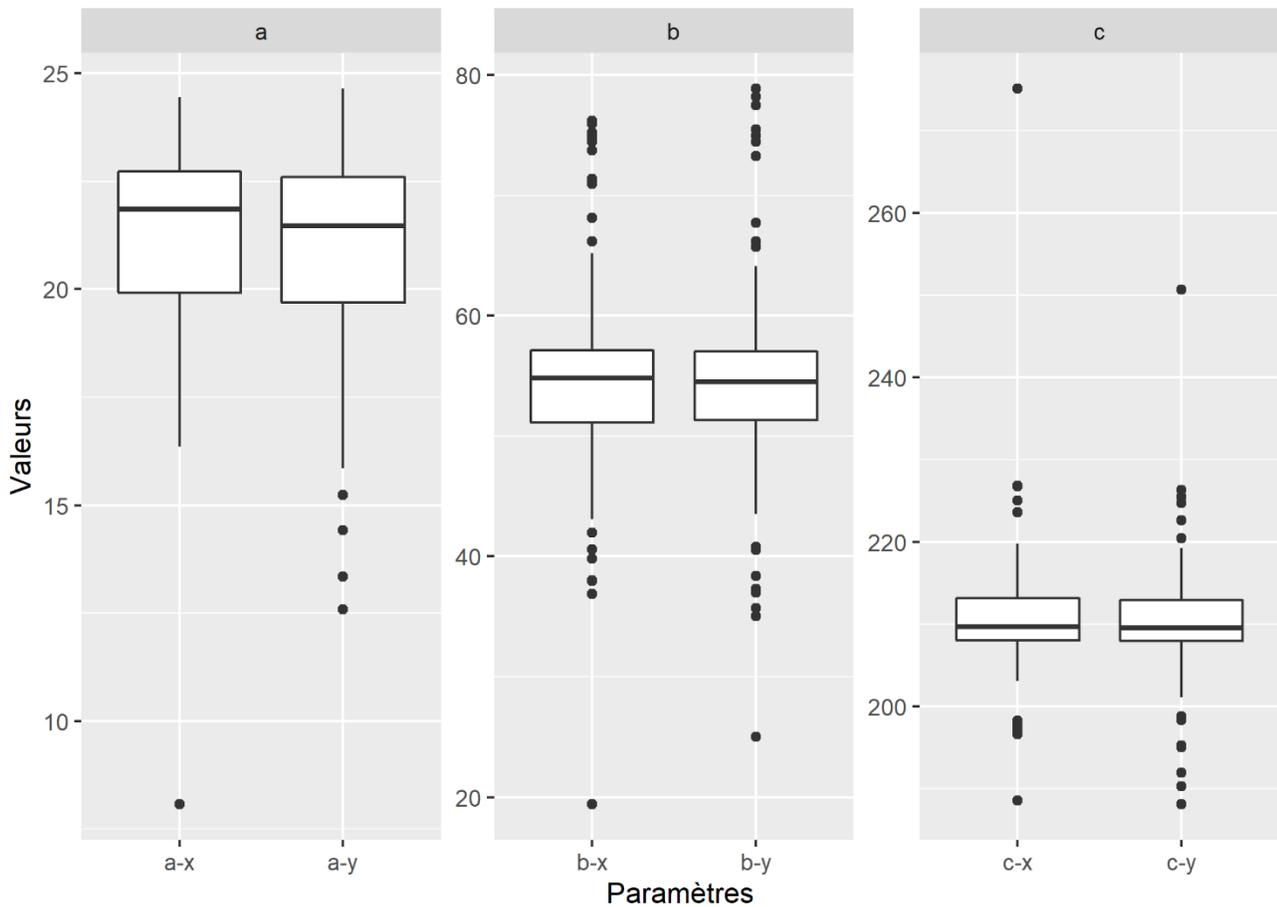


Figure 4. Diagrammes de hamac de la variation des paramètres d'ajustement de la fonction Gaussienne

Les diagrammes de hamac indiquent que les paramètres de la fonction Gaussienne, ajustée sur les séries temporelles des moyennes journalières des stations de référence, ont une variabilité similaire à celle des thermographes associés. La comparaison des valeurs du paramètre a , qui correspond à la valeur de la température maximale annuelle, révèle qu'elle est légèrement supérieure dans environ 63 % des thermographes associés que des stations de référence. Ceci peut être expliqué en partie par l'occupation du sol, la densité du couvert végétal, la profondeur de la sonde et les conditions physiques qui diffèrent selon la localisation des stations le long de la rivière.

Le tableau 4 en annexe présente les résultats de la sensibilité thermique (pente) en utilisant à chaque fois la série temporelle concomitante entre la station de référence et le thermographe associé. Durant cette période, la pente est calculée entre les températures de l'eau et de l'air, associées à la station de référence (pente- x), et de même pour le thermographe associé (pente- y). Les diagrammes de hamac (Figure 5) montrent la variation des pentes calculées pour la station de référence (stationTx) et les thermographes associés (stationTy). Il est clair que les variations des deux stations sont similaires. La comparaison des pentes à travers les rivières testées indique que 55,5 % des thermographes, situés le long de la rivière, ont des valeurs de pente légèrement plus élevées que les stations de référence. Comme mentionné précédemment, cette différence pourrait s'expliquer par l'occupation du sol, la densité du couvert végétal et les conditions physiques qui varient selon la localisation des stations le long de la rivière. La sensibilité thermique estimée pour les stations de références, varie entre 1 et 1,5 pour environ 74 % des stations, moins de 1 dans 24 % et plus de 1,5 dans 2 % des stations. Par conséquent, les rivières les moins sensibles au changement de température de l'air sont Natashquan et Saint Jean (pente- $x < 1$) alors que les plus sensibles sont les rivières Aux Mélézes, Matane et Matapédia (pente- $x > 1,5$).

La sensibilité thermique a été également calculée pour la série chronologique commune entre la station de référence et tous les thermographes situés sur la même rivière. La longueur de cette série temporelle varie majoritairement entre 1 et 2 ans (91 % des stations) (Tableau 5 en annexe). Le tableau 5 en annexe présente les résultats de la sensibilité thermique ainsi que leur écart-type. L'analyse de covariance (ANCOVA) a montré une différence significative (ANCOVA; p -value $< 0,05$) entre la sensibilité thermique des stations de référence et les thermographes associés dans trois rivières seulement (Ouelle-station 22702, A MARS-60703 et Moisie-72301). Il n'y avait qu'une seule différence significative entre la station de référence et un thermographe associé sur la rivière Moisie. Ce thermographe avec une

différence significative est situé le plus loin de la station de référence (plus de 100km). Généralement, on peut conclure qu'il n'y a pas différence significative entre les sensibilités thermiques de la station de référence et des thermographes associés situés à proximité. Les diagrammes de hamac (Figure 6) montre la variation de la sensibilité thermique qui varie entre 0,8 et 1,8. La sensibilité thermique varie majoritairement entre 1 et 1,5 pour environ 62 % des stations de référence et 64 % des thermographes associés. Les rivières les moins sensibles aux changements climatiques sont Natashquan et Saint Jean (pente- $x < 1$), tandis que les plus sensibles sont Aux Mélézes, Matane et Matapédia (pente- $x > 1,5$). Ces derniers résultats coïncident avec ceux de la comparaison de la sensibilité thermique par paires de stations.

On note que les tableaux des résultats de sensibilité thermique (4 et 5 en annexe) n'incluent pas les résultats de quelques rivières étudiées (Cascapédia-11003, Sainte-Anne-21407, Dartmouth-20602, Rimouski-22003) vue que les séries temporelles de températures de l'eau dans leurs stations de référence sont disponibles pour la période au-delà de 2017 alors que les séries temporelles de températures de l'air utilisées pour cette analyse proviennent d'une base de données qui s'arrête à l'année 2017.

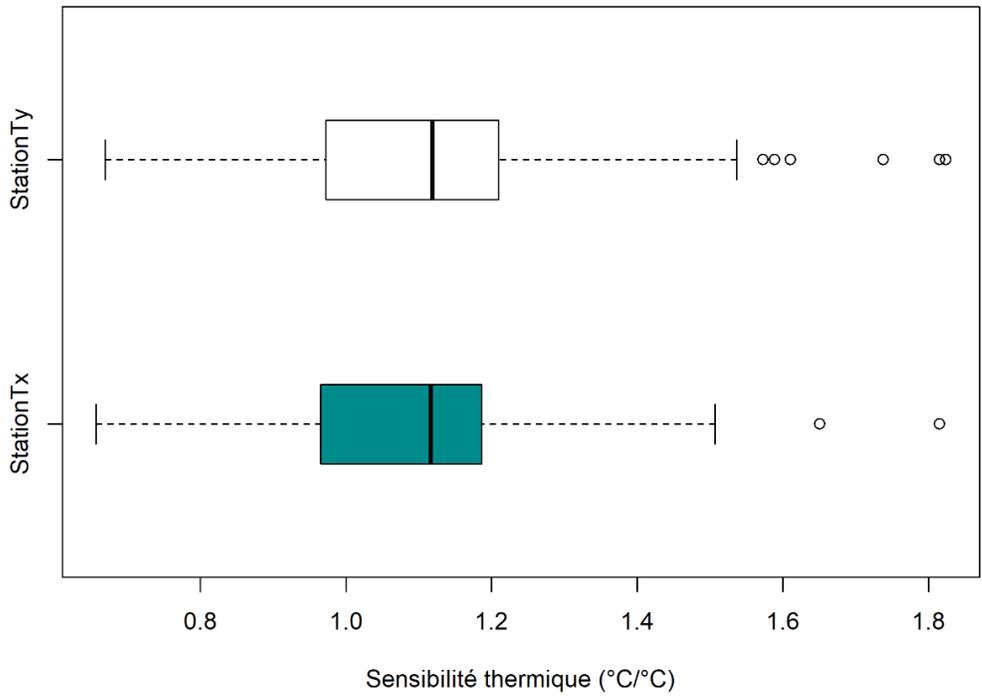


Figure 5. Diagrammes de hamac de la variation de la sensibilité thermique des thermographes de référence (StationTx) et les thermographes associés (StationTy) à travers les rivières testées en utilisant la série temporelle concomitante par pair de stations

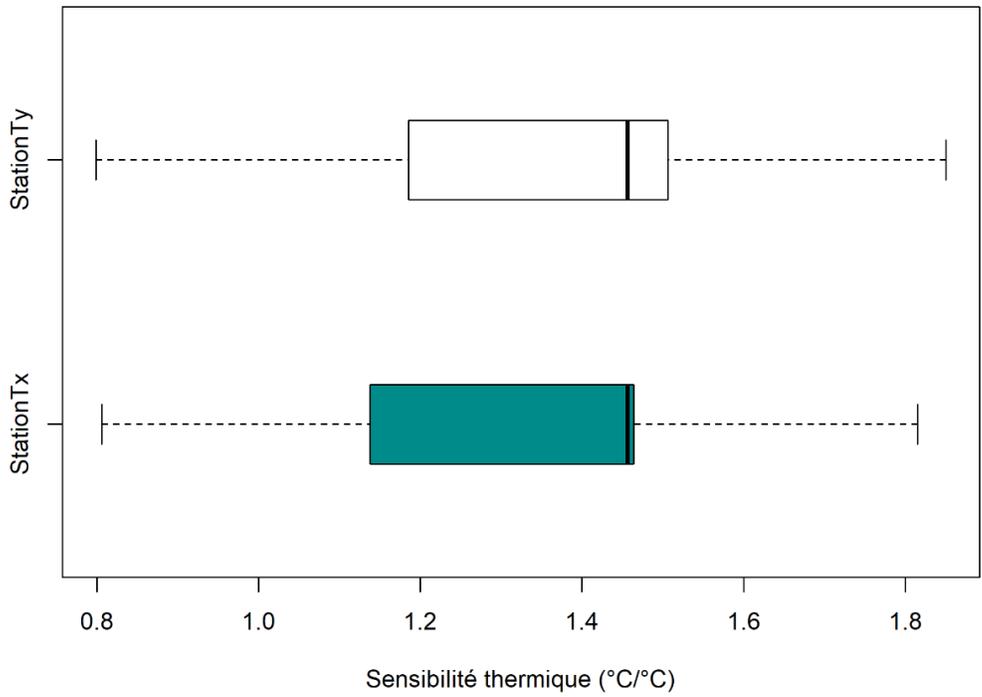


Figure 6. Diagrammes de hamac de la variation de la sensibilité thermique des thermographes de référence (StationTx) et les thermographes associés (StationTy) à travers les rivières testées en utilisant la série temporelle commune entre les deux

La figure 7 montre la variation de la sensibilité thermique pour quelques rivières. Chaque figure présente les barres des écarts types des pentes calculées, avec une valeur moyenne présentée au milieu. La barre d'écart type de pente de la station de référence (station 0) est en bleu et leurs thermographes sont ordonnés en fonction de la distance par rapport la station de référence. On constate qu'en s'éloignant de la station de référence, l'écart entre les barres augmente légèrement. En effet, la barre d'écart-type de pente de la station la plus éloignée est légèrement décalée par rapport à la station de référence. La moyenne de la différence absolue entre la pente des stations de référence et les thermographes associés est d'environ 0,04 (Tableau 5 en annexe). Il est clair que les rivières Matapédia, Matane et Ouelle sont plus sensibles à la variabilité de la température de l'air que la rivière Natashquan.

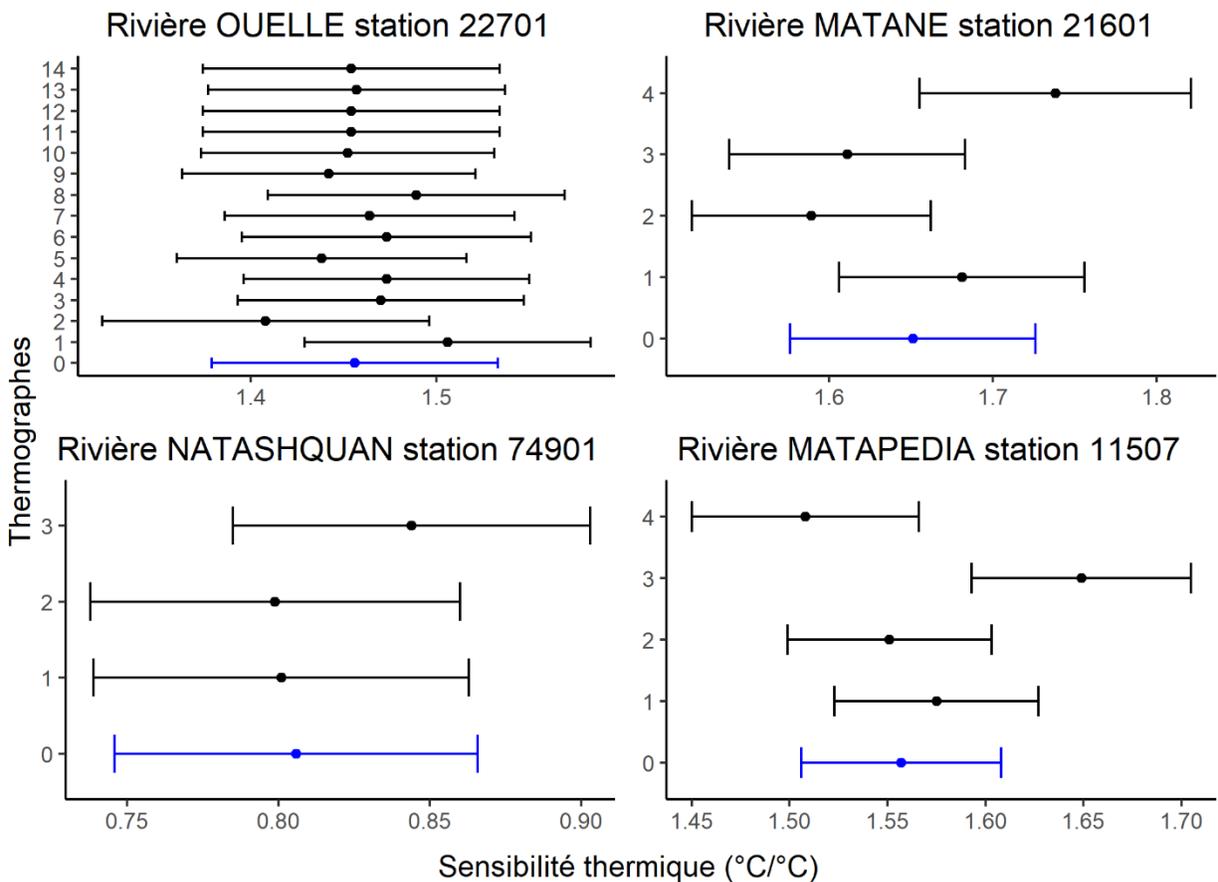


Figure 7. Comparaison entre les écarts types de la sensibilité thermique de la station de référence (barre en bleu) et leur thermographes associés dans les rivières Ouelle, Matane, Natashquan et Matapédia

4.0. Conclusion

Sur la base de la majorité des analyses statistiques effectuées dans cette étude, on peut conclure que généralement le régime thermique varie légèrement entre les thermographes localisés le long d'une même rivière par rapport au thermographe de référence, colocalisé avec la station hydrométrique. En effet, les analyses comparatives de la sensibilité thermique ont montré une variabilité relativement faible. Pour la majorité des rivières, aucune différence significative n'a été trouvée entre les statistiques descriptives calculées à chaque station sur le même tronçon. Des résultats similaires ont été obtenus en comparant les paramètres de la fonction Gaussienne. La corrélation linéaire entre les températures de la station de référence et les autres thermographes de la même rivière était généralement élevée. Cependant, il faut contextualiser ces résultats. La base de données utilisée a une répartition spatiale restreinte. Les stations sur une même rivière sont souvent limitées aux tronçons du cours d'eau accessibles par les routes. La seule rivière pour laquelle une distance inter-station a dépassé 100 km est la rivière Moisie. Conséquemment, le fait que peu de différences significatives ont été répertoriées peut être en partie dû au fait que les stations étaient relativement rapprochées.

Chacune de ces analyses réalisées a servi un objectif spécifique. En fait, l'analyse de la sensibilité thermique évalue de manière quantitative la variation prévue du régime thermique de la rivière en réponse au changement de température de l'air. Cet indicateur pourrait être important dans le contexte du changement climatique. Ainsi, si le réseau des thermographes est conçu pour surveiller la sensibilité des régimes thermiques des rivières au changement climatique, l'application de la variabilité de la sensibilité thermique pour localiser la station pourrait être la meilleure option. Par exemple, dans cette étude, l'analyse de la sensibilité thermique a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre la station de référence et les thermographes situés dans le tronçon principal de la rivière dans la majorité des rivières. Par conséquent, on pourrait conclure dans ce cas d'étude que les thermographes de référence, colocalisés avec la station hydrométrique, sont représentatifs de la sensibilité thermique du tronçon principal sur des distances de l'ordre de plusieurs dizaines de km. Cependant, dans cette étude, les séries chronologiques des températures des rivières utilisées sont courtes. (Boyer *et al.*, 2021) ont indiqué que les sensibilités thermiques devraient être spatialement comparées pour les

conditions climatiques jugées « normales », i.e. pour les années au cours desquelles les valeurs moyennes des températures de l'air et des précipitations sont similaires aux normales climatiques. Ces conditions n'ont pas toujours été respectées dans le contexte de la présente étude.

La comparaison des paramètres de la fonction Gaussienne et des statistiques descriptives peut être utilisée afin de fournir une caractérisation générale du régime thermique, comme indiqué par (Daigle *et al.*, 2019). Dans cette étude, la station de référence est jugée représentative des propriétés du régime thermique du tronçon principal de la rivière, étant donné qu'il n'y a pas de différence significative entre les valeurs des paramètres de la fonction Gaussienne estimés à la station de référence et celles estimées pour les thermographes en amont ou en aval de la station de référence dans la majorité des rivières. En plus, l'analyse de corrélation linéaire a permis d'évaluer la force de la relation linéaire entre les températures de la station de référence et les thermographes associés, et celle-ci s'est avérée généralement élevée dans toutes les rivières de cette étude.

Cependant, l'analyse d'entropie réalisée en calculant l'information mutuelle, i.e., une mesure de la quantité d'information qu'une série chronologique de températures contient sur une autre, a clairement montré une caractérisation importante de l'analyse du régime thermique qui n'était pas claire dans les autres analyses statistiques. En effet, l'étude de la variation de l'information mutuelle entre les stations de référence et les thermographes associés a indiqué que les thermographes situés sur le même tronçon de rivière que les stations hydrométriques présentaient des variations plus faibles que celles situées sur des tronçons différents (i.e. dans un autre bras de rivière ou affluent). Ainsi, les distributions de températures de ces dernières stations étaient moins similaires que celles situées sur le tronçon principal de rivière que la station de référence.

En réponse à la question posée dans l'introduction, les thermographes des stations de référence sont généralement représentatifs de la variation de la température de l'eau sur un tronçon de rivière bien spécifique et ce, sur des distances de plusieurs dizaines de km. Cependant, si le réseau hydrographique de la rivière est fortement dendritique, la température à d'autres endroits peut différer des températures à la station hydrométrique. Par conséquent, afin de s'assurer que les données de la station de référence sont représentatives de la variation du régime thermique de la rivière, il est recommandé de compléter les informations thermiques recueillies à la station hydrométrique en plaçant des thermographes temporaires dans les stations situées sur les affluents

ou en aval des confluences et à des distances de plus de 50 km lorsque la chose est possible. Après quelques saisons de surveillance, une relation statistique entre la station de référence et les thermographes installés peut être établie et les thermographes temporaires peuvent être enlevés. Cette recommandation est proposée dans le but de maximiser la quantité d'informations thermiques obtenues par le réseau de surveillance de la température, tout en minimisant le coût de maintenance des stations.

La taille limitée de l'échantillon des stations et rivières, en raison de la disponibilité des séries chronologiques de températures, a constitué un obstacle dans cette étude. Par conséquent, il est également recommandé de refaire les analyses statistiques sur un échantillon plus large. Dans un contexte canadien, l'accès aux données de l'Ontario pourrait fournir une information pertinente avec des conditions comparables à celles du Québec. L'extension de la base de données, en incluant d'autres rivières au Canada, et l'application des analyses statistiques similaires permettraient d'obtenir des conclusions plus précises sur la variation du régime thermique.

Il est important de noter que la variabilité de la température de la rivière a été étudiée sans prise en compte de l'effet de multiples variables liées aux conditions physiques et hydrauliques qui varient relativement en fonction de la position des stations le long de la rivière. En effet, de nombreuses variables climatiques, hydrologiques et physiographiques influencent la variation température de la rivière, notamment les paramètres hydrauliques (périmètre et profondeur mouillés, forme de la section transversale, etc.), les variables physiques (superficie de drainage, pente, altitude, etc.), les propriétés d'écoulement (débit, vitesse moyenne, etc.), l'occupation des sols et la densité du couvert végétal (Guillemette *et al.*, 2009). Compte tenu de la diversité des variables liées à la variation de la température de l'eau, la modélisation de la température de l'eau dans un système de coordonnées multivariées, suite à l'application d'une analyse de corrélation canonique ou d'une analyse en composantes principales, pourrait fournir une meilleure compréhension de la variation de la température de l'eau le long des rivières (Guillemette *et al.*, 2009).

5.0. Références

- Arismendi I, Safeeq M, Johnson SL, Dunham JB & Haggerty R (2013) Increasing synchrony of high temperature and low flow in western North American streams: double trouble for coldwater biota? *Hydrobiologia* 712(1):61-70.
- Beaupré J, St-Hilaire A, Daigle A, Boyer C & Bergeron N (2017) Normes et procédures pour la collecte de données de température de l'eau en continu dans les cours d'eau.
- Bjornn TC & Reiser DW (1991) Habitat requirements of salmonids in streams. *American Fisheries Society Special Publication* 19(837):138.
- Boyer C, St-Hilaire A, Bergeron N, Daigle A, Curry R, Caissie D & Gillis C (2016) RivTemp: a water temperature network for Atlantic salmon rivers in eastern Canada. *Water News* 35(2).
- Boyer C, St-Hilaire A & Bergeron NE (2021) Defining river thermal sensitivity as a function of climate. *River Research and Applications*.
- Caissie D (2006) The thermal regime of rivers: a review. *Freshwater biology* 51(8):1389-1406.
- Caissie D & El-Jabi N (2020) The importance of cross-calibration and protecting water temperature sensors against direct solar radiation heating in hydrological studies. *Hydrological Sciences Journal* 65(1):102-111.
- Caissie D, El-Jabi N & Satish MG (2001) Modelling of maximum daily water temperatures in a small stream using air temperatures. *Journal of Hydrology* 251(1):14-28.
- Chang H & Parris M (2013) Local landscape predictors of maximum stream temperature and thermal sensitivity in the Columbia River Basin, USA. *Science of The Total Environment* 461-462:587-600.
- Culler LE, Wood ZT, Diaz J, Fey SB, Timmins D & Ayres MP (2018) Streams in an uninhabited watershed have predictably different thermal sensitivities to variable summer air temperatures. *Freshwater Biology* 63(7):676-686.
- Daigle A, Boyer C & St-Hilaire A (2019) A standardized characterization of river thermal regimes in Québec (Canada). *Journal of Hydrology* 577:123963.
- Dinno A (2015) Nonparametric pairwise multiple comparisons in independent groups using Dunn's test. *The Stata Journal* 15(1):292-300.
- Ebersole J, Liss W & Frissell C (2001) Relationship between stream temperature, thermal refugia and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* abundance in arid-land streams in the northwestern United States. *Ecology of freshwater fish* 10(1):1-10.
- Elliott J & Hurley M (1997) A functional model for maximum growth of Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, from two populations in northwest England. *Functional Ecology* 11(5):592-603.
- Gitay H, Suárez A, Watson RT & Dokken DJ (2002) Climate change and biodiversity.
- Guillemette N, St-Hilaire A, Ouarda TBMJ, Bergeron N, Robichaud É & Bilodeau L (2009) Feasibility study of a geostatistical modelling of monthly maximum stream temperatures in a multivariate space. *Journal of Hydrology* 364(1):1-12.
- Harvey BC, White JL & Nakamoto RJ (2002) Habitat relationships and larval drift of native and nonindigenous fishes in neighboring tributaries of a coastal California river. *Transactions of the American Fisheries Society* 131(1):159-170.
- Hopkinson RF, McKenney DW, Milewska EJ, Hutchinson MF, Papadopol P & Vincent LA (2011) Impact of Aligning Climatological Day on Gridding Daily Maximum–Minimum Temperature and Precipitation over Canada. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 50(8):1654-1665.
- Hutchinson MF, McKenney DW, Lawrence K, Pedlar JH, Hopkinson RF, Milewska E & Papadopol P (2009) Development and Testing of Canada-Wide Interpolated Spatial Models of Daily Minimum–Maximum Temperature and Precipitation for 1961–2003. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 48(4):725-741.

- Isaak DJ, Wenger SJ, Peterson EE, Ver Hoef JM, Nagel DE, Luce CH, Hostetler SW, Dunham JB, Roper BB & Wollrab SP (2017) The NorWeST summer stream temperature model and scenarios for the western US: A crowd-sourced database and new geospatial tools foster a user community and predict broad climate warming of rivers and streams. *Water Resources Research* 53(11):9181-9205.
- Kelleher C, Wagener T, Gooseff M, McGlynn B, McGuire K & Marshall L (2012) Investigating controls on the thermal sensitivity of Pennsylvania streams. *Hydrological Processes* 26(5):771-785.
- Liu S, Xie Z, Liu B, Wang Y, Gao J, Zeng Y, Xie J, Xie Z, Jia B & Qin P (2020) Global river water warming due to climate change and anthropogenic heat emission. *Global and Planetary Change* 193:103289.
- Maheu A, Poff N & St-Hilaire A (2016) A classification of stream water temperature regimes in the conterminous USA. *River Research and Applications* 32(5):896-906.
- McKenney DW, Hutchinson MF, Papadopol P, Lawrence K, Pedlar J, Campbell K, Milewska E, Hopkinson RF, Price D & Owen T (2011) Customized Spatial Climate Models for North America. *Bulletin of the American Meteorological Society* 92(12):1611-1622.
- Moddemeijer R (1989) On estimation of entropy and mutual information of continuous distributions. *Signal processing* 16(3):233-248.
- Rantz SE (1982) *Measurement and computation of streamflow*. US Department of the Interior, Geological Survey,
- Shannon CE (1948) A mathematical theory of communications. *Bell Syst. Tech. J.* 27:379-423.
- Wanders N, van Vliet MT, Wada Y, Bierkens MF & van Beek LP (2019) High-resolution global water temperature modeling. *Water Resources Research* 55(4):2760-2778.
- Zar JH (1999) *Biostatistical analysis*. Pearson Education India,

6.0. Annexe

Tableau 1. Liste des stations de référence et thermographes associés dans la zone d'étude

Rivière	Station-Nb	Thermographes Référence (Ref)	Distance_ Référence (km)	Thermographes (T)	Distance (km)	Longitude Ref	Latitude Ref	Latitude T	Longitude T
CASCAPEDIA	11003	CASCAPEDIA	0	CASCAPEDIA NORDIQUE	33,84	48,618	-66,163	48,881	-66,392
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	0.98	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE MILNIKEK	7,6	48,080	-67,098	48,139	-67,149
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	0.98	MATAPEDIA BELOW HALEYS POOL AT VILLAGE BRIDGE	16,39	48,080	-67,098	47,974	-66,946
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	0.98	MATAPEDIA AVAL	16,41	48,080	-67,098	47,974	-66,946
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	0.98	STE-FLORENCE AVAL	22,98	48,080	-67,098	48,263	-67,238
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	0.98	STE-FLORENCE AMONT	24,06	48,080	-67,098	48,275	-67,237
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA	0.98	MATAPEDIA BELOW MOUTH OF CAUSAPSCAL	31,82	48,080	-67,098	48,353	-67,223

		RIVIERE ASSEMETQUAGAN							
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	0.98	RIVIERE MATAPEDIA AVAL DU LAC AU SAUMON	39,34	48,080	-67,098	48,408	-67,291
MATAPEDIA	11508	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA VILLE AMQUI	0.04	MATAPEDIA AMONT	3,39	48,492	-67,448	48,464	-67,430
MATAPEDIA	11508	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA VILLE AMQUI	0.04	RIVIERE MATAPEDIA AVAL DU GOLF D'AMQUI	6,49	48,492	-67,448	48,443	-67,400
MATAPEDIA	11508	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA VILLE AMQUI	0.04	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DU LAC AU SAUMON ROUTE DU LAC A PITRE	8,83	48,492	-67,448	48,438	-67,361
SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	0.12	SAINT-JEAN FOSSE 4 PAV	2,45	48,771	-64,521	48,771	-64,487
SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	0.12	SAINT-JEAN 1 AVAL	3,52	48,771	-64,521	48,771	-64,473
SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	0.12	SAINT-JEAN 2 AMONT	41,27	48,771	-64,521	48,721	-65,076
SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	0.12	SAINT-JEAN PONT DE FER	42,53	48,771	-64,521	48,718	-65,093
DARTMOUTH	20602	DARTMOUTH	0	DARTMOUTH 3 AVAL	9,83	48,978	-64,700	48,909	-64,616
DARTMOUTH	20602	DARTMOUTH	0	DARTMOUTH 1 AMONT	12,01	48,978	-64,700	49,032	-64,842
SAINTE-ANNE	21407	SAINTE-ANNE	0	SAINTE-ANNE CAMPING	27,69	49,044	-66,476	48,948	-66,127
MATANE	21601	MATANE	0	MATANE A PETCHEDETZ	3,19	48,774	-67,540	48,748	-67,522

MATANE	21601	MATANE	0	MATANE AVAL	6,02	48,774	-67,540	48,828	-67,539
MATANE	21601	MATANE	0	MATANE EMBOUCHURE	6,27	48,774	-67,540	48,830	-67,541
MATANE	21601	MATANE	0	MATANE A GAGNON	11,06	48,774	-67,540	48,720	-67,414
MATANE	21601	MATANE	0	MATANE A DUVIVIER	37,13	48,774	-67,540	48,662	-67,065
MATANE	21601	MATANE	0	MATANE AMONT	42,82	48,774	-67,540	48,687	-66,974
RIMOUSKI	22003	RIMOUSKI	0	RIVIERE BLANCHE AVAL	15,78	48,413	-68,555	48,271	-68,555
RIMOUSKI	22003	RIMOUSKI	0	RIVIERE BLANCHE AMONT	15,83	48,413	-68,555	48,271	-68,554
RIMOUSKI	22003	RIMOUSKI	0	PECHE A LANGUILLE	16,23	48,413	-68,555	48,267	-68,548
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	RUE CARON	1,04	47,420	-69,949	47,410	-69,949
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	DE LA PRUCHERE	1,25	47,420	-69,949	47,409	-69,950
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	AUTOROUTE 20	1,29	47,420	-69,949	47,428	-69,961
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	PONT BEGIN P	1,52	47,420	-69,949	47,406	-69,953
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	RUE SANTERRE	1,85	47,420	-69,949	47,404	-69,954
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	PONT DU CHEMIN DU SUD	2,24	47,420	-69,949	47,433	-69,971
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	RANG DE LA CANELLE	2,67	47,420	-69,949	47,397	-69,961
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	2 LACS P	3,54	47,420	-69,949	47,389	-69,959
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	CHEMIN DE LA MONTAGNE THIBOUTOT	4,33	47,420	-69,949	47,381	-69,954
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	CHUTE DES ELFES P	4,52	47,420	-69,949	47,379	-69,949
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	ESCALIER BOIS P	6,3	47,420	-69,949	47,364	-69,944

OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	AVAL DE LA CONFLUENCE	7,78	47,420	-69,949	47,352	-69,928
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	7,91	47,420	-69,949	47,351	-69,927
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	7,95	47,420	-69,949	47,350	-69,928
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	5E RANG	8,93	47,420	-69,949	47,341	-69,931
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	PONT DRAPEAU P	9,81	47,420	-69,949	47,333	-69,937
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	EN AMONT DU PONT DRAPEAU 1	10,03	47,420	-69,949	47,330	-69,940
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	EN AMONT DU PONT DRAPEAU 2	10,48	47,420	-69,949	47,326	-69,944
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	TRIBUTAIRE A CASTOR	11,7	47,420	-69,949	47,315	-69,947
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	AMONT DU TRIBUTAIRE A CASTOR	12,03	47,420	-69,949	47,312	-69,946
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	CAP A CHOUETTES 1	12,35	47,420	-69,949	47,309	-69,947
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	CAP A CHOUETTES 2	12,54	47,420	-69,949	47,308	-69,946
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	AVAL DE LA CHUTE (CHALET BOIS ROND)	13,73	47,420	-69,949	47,297	-69,950
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	ENTRE PONT ET CHUTE	14,15	47,420	-69,949	47,293	-69,951
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0,01	PONT DU COLLEGE	14,34	47,420	-69,949	47,292	-69,952
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	0,15	2 LACS P	1,33	47,379	-69,949	47,389	-69,959
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	0,15	ESCALIER BOIS P	1,81	47,379	-69,949	47,364	-69,944

OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	0,15	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3,63	47,379	-69,949	47,351	-69,927
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	0,15	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3,65	47,379	-69,949	47,350	-69,928
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	0,15	DRAIN AGRICOLE P	4,52	47,379	-69,949	47,420	-69,949
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	0,15	PONT DRAPEAU P	5,33	47,379	-69,949	47,333	-69,937
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	AVAL DE LA CONFLUENCE	1,79	47,364	-69,944	47,352	-69,928
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	CHUTE DES ELFES P	1,81	47,364	-69,944	47,379	-69,949
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	1,94	47,364	-69,944	47,350	-69,928
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	1,94	47,364	-69,944	47,351	-69,927
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	CHEMIN DE LA MONTAGNE THIBOUTOT	2,13	47,364	-69,944	47,381	-69,954
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	5E RANG	2,71	47,364	-69,944	47,341	-69,931
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	2 LACS P	3,07	47,364	-69,944	47,389	-69,959
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	PONT DRAPEAU P	3,52	47,364	-69,944	47,333	-69,937
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	EN AMONT DU PONT DRAPEAU 1	3,73	47,364	-69,944	47,330	-69,940
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	RANG DE LA CANELLE	4,02	47,364	-69,944	47,397	-69,961
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	EN AMONT DU PONT DRAPEAU 2	4,18	47,364	-69,944	47,326	-69,944
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	RUE SANTERRE	4,54	47,364	-69,944	47,404	-69,954
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	PONT BEGIN P	4,84	47,364	-69,944	47,406	-69,953
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	DE LA PRUCHERE	5,06	47,364	-69,944	47,409	-69,950
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	RUE CARON	5,26	47,364	-69,944	47,410	-69,949

OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	TRIBUTAIRE A CASTOR	5,42	47,364	-69,944	47,315	-69,947
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	AMONT DU TRIBUTAIRE A CASTOR	5,74	47,364	-69,944	47,312	-69,946
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	CAP A CHOUETTES 1	6,07	47,364	-69,944	47,309	-69,947
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	OUELLE AVAL	6,23	47,364	-69,944	47,419	-69,950
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	CAP A CHOUETTES 2	6,26	47,364	-69,944	47,308	-69,946
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	DRAIN AGRICOLE P	6,3	47,364	-69,944	47,420	-69,949
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	AUTOROUTE 20	7,34	47,364	-69,944	47,428	-69,961
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	AVAL DE LA CHUTE (CHALET BOIS ROND)	7,46	47,364	-69,944	47,297	-69,950
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	ENTRE PONT ET CHUTE	7,88	47,364	-69,944	47,293	-69,951
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	PONT DU CHEMIN DU SUD	8,06	47,364	-69,944	47,433	-69,971
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0,31	PONT DU COLLEGE	8,08	47,364	-69,944	47,292	-69,952
OUELLE	22704	OUELLE	0	2 LACS P	0,97	47,381	-69,954	47,389	-69,959
OUELLE	22704	OUELLE	0	ESCALIER BOIS P	2,1	47,381	-69,954	47,364	-69,944
OUELLE	22704	OUELLE	0	PONT BEGIN P	2,83	47,381	-69,954	47,406	-69,953
OUELLE	22704	OUELLE	0	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3,99	47,381	-69,954	47,351	-69,927
OUELLE	22704	OUELLE	0	DRAIN AGRICOLE P	4,34	47,381	-69,954	47,420	-69,949
OUELLE	22704	OUELLE	0	PONT DRAPEAU P	5,59	47,381	-69,954	47,333	-69,937
OUELLE	22704	OUELLE	0	PONT DU CHEMIN DU SUD	5,98	47,381	-69,954	47,433	-69,971
OUELLE	22704	OUELLE	0	TRIBUTAIRE A CASTOR	7,39	47,381	-69,954	47,315	-69,947
OUELLE	22704	OUELLE	0	PONT DU COLLEGE	10,01	47,381	-69,954	47,292	-69,952
A MARS	60703	A MARS 01	0,06	A MARS 02	16,93	48,328	-70,907	48,191	-71,006
MOISIE	72301	TMOI-0005	0,35	TMOI-0509	79,17	50,350	-66,190	51,061	-66,324
MOISIE	72301	TMOI-0005	0,35	TMOI-0006	82,24	50,350	-66,190	51,091	-66,292
MOISIE	72301	TMOI-0005	0,35	TMOI-0008	209,79	50,350	-66,190	52,211	-66,810

AUX PEKANS	72302	TPEK-0350	0,45	TPEK-0007	5,69	52,193	-66,893	52,208	-66,812
NATASHQUAN	74901	NATA001	0,51	AMIK-NATA-01	1,97	50,196	-61,592	50,179	-61,591
NATASHQUAN	74901	NATA001	0,51	AMIK-NATA-03	3,35	50,196	-61,592	50,166	-61,593
NATASHQUAN	74901	NATA001	0,51	NATA002	4,98	50,196	-61,592	50,154	-61,617
AUX MELEZES	103605	AUX MELEZES	0	AUX MELEZES	0,16	57,681	-69,618	57,680	-69,617

Tableau 2. Résultats des analyses d'entropie et corrélation

Rivière	NB-Station	StationT_x	StationT_y	Distance (km)	Entropie conjointe	Information mutuelle	C_{vi} (%)	Corrélation Pearson	NB_années
CASCAPEDIA	11003	CASCAPEDIA	CASCAPEDIA NORDIQUE	33,84	4,44	0.73	47.9	0.965	2
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE MILNIKEK	7,6	3,88	1,29	7,31	0,999	2
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	MATAPEDIA BELOW HALEYS POOL AT VILLAGE BRIDGE	16,39	4,04	1,16	16,09	0,997	2
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	MATAPEDIA BELOW MOUTH OF CAUSAPSCAL	31,82	3,89	1,18	14,82	0,997	2
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	RIVIERE MATAPEDIA AVAL DU LAC AU SAUMON	39,34	4,17	0,92	33,36	0,989	2
MATAPEDIA	11508	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA VILLE AMQUI	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DU LAC AU SAUMON ROUTE DU LAC A PITRE	8,83	4,35	1,02	30,59	0,983	2
SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	SAINT-JEAN PONT DE FER	42,53	4,88	1,14	36,07	0,974	2
DARTMOUTH	20602	DARTMOUTH	DARTMOUTH AVAL	9,83	4,21	1,13	24,39	0,983	2
DARTMOUTH	20602	DARTMOUTH	DARTMOUTH AMONT	12,01	4,40	1,05	29,26	0,992	2

SAINTE-ANNE	21407	SAINTE-ANNE	SAINTE-ANNE CAMPING	27,69	4,12	1,18	22,71	0,995	2
MATANE	21601	MATANE	MATANE A PETCHEDETZ	3,19	3,94	1,13	5,60	0,999	1
MATANE	21601	MATANE	MATANE EMBOUCHURE	6,27	4,02	1,10	8,34	0,999	1
MATANE	21601	MATANE	MATANE A GAGNON	11,06	4,07	1,05	12,91	0,998	1
MATANE	21601	MATANE	MATANE A DUVIVIER	37,13	4,09	0,96	20,23	0,992	1
RIMOUSKI	22003	RIMOUSKI	RIVIERE BLANCHE AVAL	15,78	4,40	0,85	37,39	0,987	1
RIMOUSKI	22003	RIMOUSKI	RIVIERE BLANCHE AMONT	15,83	4,44	0,79	41,89	0,985	1
RIMOUSKI	22003	RIMOUSKI	PECHE A LANGUILLE	16,23	4,40	0,86	36,75	0,988	1
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	RUE CARON	1,04	3,40	0,99	4,62	1,000	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	AUTOROUTE 20	1,29	3,60	0,89	14,26	0,985	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	PONT BEGIN P	1,52	3,44	0,96	7,48	1,000	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	RUE SANTERRE	1,85	3,44	0,95	9,20	1,000	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	PONT DU CHEMIN DU SUD	2,24	3,40	1,00	3,82	0,999	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	RANG DE LA CANELLE	2,67	3,44	0,95	9,20	1,000	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	ESCALIER BOIS P	6,3	3,50	0,91	12,56	0,999	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	7,91	3,43	0,97	6,89	0,999	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	7,95	3,58	0,81	22,12	0,998	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	5E RANG	8,93	3,56	0,82	21,53	0,999	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	TRIBUTAIRE A CASTOR	11,7	3,52	0,84	19,62	0,998	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	CAP A CHOUETTES 1	12,35	3,52	0,84	19,58	0,998	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	CAP A CHOUETTES 2	12,54	3,52	0,84	19,06	0,998	2

OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	AVAL DE LA CHUTE (CHALET BOIS ROND)	13,73	3,55	0,82	21,35	0,997	2
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	2 LACS P	1,33	4,17	0,88	35,63	0,954	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	ESCALIER BOIS P	1,81	4,44	0,74	46,19	0,934	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3,63	4,50	0,66	51,50	0,913	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3,65	4,46	0,76	44,72	0,921	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	DRAIN AGRICOLE P	4,52	4,49	0,66	51,59	0,909	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	PONT DRAPEAU P	5,33	4,51	0,70	48,70	0,913	1
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	1,94	3,45	0,95	6,88	1,000	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	1,94	3,52	0,87	14,74	1,000	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	5E RANG	2,71	3,50	0,88	14,09	1,000	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	RANG DE LA CANELLE	4,02	3,49	0,90	11,79	1,000	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	RUE SANTERRE	4,54	3,49	0,90	11,79	0,999	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	PONT BEGIN P	4,84	3,48	0,92	9,84	0,999	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	RUE CARON	5,26	3,48	0,92	9,94	0,999	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	TRIBUTAIRE A CASTOR	5,42	3,48	0,87	14,53	0,999	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	CAP A CHOUETTES 1	6,07	3,47	0,88	13,70	0,999	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	CAP A CHOUETTES 2	6,26	3,48	0,88	13,80	0,999	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	DRAIN AGRICOLE P	6,3	3,50	0,91	10,66	0,999	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	AUTOROUTE 20	7,34	3,64	0,85	16,59	0,986	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	AVAL DE LA CHUTE (CHALET BOIS ROND)	7,46	3,49	0,88	13,80	0,999	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	PONT DU CHEMIN DU SUD	8,06	3,52	0,88	13,47	0,999	2

OUELLE	22704	OUELLE	ESCALIER BOIS P	2,1	2,55	0,62	40,08	0,985	1
OUELLE	22704	OUELLE	PONT BEGIN P	2,83	2,47	0,66	36,33	0,986	1
OUELLE	22704	OUELLE	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3,99	2,48	0,66	36,33	0,983	1
OUELLE	22704	OUELLE	PONT DRAPEAU P	5,59	2,48	0,66	36,33	0,983	1
OUELLE	22704	OUELLE	PONT DU CHEMIN DU SUD	5,98	2,51	0,63	39,59	0,985	1
OUELLE	22704	OUELLE	PONT DU COLLEGE	10,01	2,51	0,60	42,45	0,975	1
A MARS	60703	A MARS 01	A MARS 02	16,93	4,17	0,77	51,47	0,954	4
MOISIE	72301	TMOI-0005	TMOI-0006	82,24	3,90	1,09	23,34	0,997	4
MOISIE	72301	TMOI-0005	TMOI-0008	209,79	3,83	1,03	27,35	0,990	4
AUX PEKANS	72302	TPEK-0350	TPEK-0007	5,69	3,21	1,55	12,96	0,999	7
NATASHQUAN	74901	NATA001	AMIK-NATA-01	1,97	4,30	0,98	31,24	0,990	1
NATASHQUAN	74901	NATA001	AMIK-NATA-03	3,35	4,28	1,00	29,76	0,990	1
NATASHQUAN	74901	NATA001	NATA002	4,98	4,31	1,01	28,63	0,990	1
AUX MELEZES	103605	AUX MELEZES	AUX MELEZES	0,16	2,91	1,46	0,00	1,000	3

Tableau 3. Résultats d'ajustement des fonctions Gaussiennes sur les températures moyennes journalières

NbRegionQ	Rivière	NB-Station	StationT_x	StationT_y	Distance (km)	a-x	a-y	b-x	b-y	c-x	c-y
1	CASCAPÉDIA	11003	CASCAPÉDIA	CASCAPEDIA NORDIQUE	33,84	17,29	19,72	48,78	45,49	207,05	206,15
1	MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE MILNIKEK	7,6	20,43	20,60	53,90	53,52	216,35	217,10
1	MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	MATAPEDIA BELOW HALEYS POOL AT VILLAGE BRIDGE	16,39	20,01	19,64	52,85	52,15	218,17	218,91
1	MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	MATAPEDIA AVAL	16,41	19,90	19,52	58,63	64,12	226,75	225,51
1	MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	STE-FLORENCE AVAL	22,98	18,93	18,50	50,49	51,55	225,03	224,70
1	MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	STE-FLORENCE AMONT	24,06	21,83	21,07	45,67	45,22	219,78	220,42
1	MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA	MATAPEDIA BELOW MOUTH OF CAUSAPSCAL	31,82	19,90	18,91	54,85	53,61	216,60	217,02

			RIVIERE ASSEMETQUAGAN								
1	MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	RIVIERE MATAPEDIA AVAL DU LAC AU SAUMON	39,34	20,14	22,14	52,73	52,95	218,23	222,62
1	MATAPEDIA	11508	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA VILLE AMQUI	MATAPEDIA AMONT	3,39	21,95	22,09	43,88	45,83	226,82	226,33
1	MATAPEDIA	11508	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA VILLE AMQUI	RIVIERE MATAPEDIA AVAL DU GOLF D'AMQUI	6,49	22,26	20,48	55,86	51,72	219,27	219,28
1	MATAPEDIA	11508	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA VILLE AMQUI	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DU LAC AU SAUMON ROUTE DU LAC A PITRE	8,83	21,82	20,29	53,22	53,58	223,63	218,53
2	SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	SAINT-JEAN FOSSE 4 PAV	2,45	17,53	15,24	54,24	57,69	217,39	216,54
2	SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	SAINT-JEAN 1 AVAL	3,52	16,49	16,36	55,32	54,50	215,26	215,37
2	SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	SAINT-JEAN 2 AMONT	41,27	16,45	14,42	56,50	51,04	214,77	219,02
2	SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	SAINT-JEAN PONT DE FER	42,53	17,97	16,56	54,82	56,94	213,82	215,77
2	DARTMOUTH	20602	DARTMOUTH	DARTMOUTH 3 AVAL	9,83	20,33	20,96	39,84	40,52	210,44	210,51
2	DARTMOUTH	20602	DARTMOUTH	DARTMOUTH 1 AMONT	12,01	20,09	20,00	41,96	40,82	209,98	209,75
2	SAINTE-ANNE	21407	SAINTE-ANNE	SAINTE-ANNE CAMPING	27,69	16,85	13,35	43,39	45,78	214,44	215,59

2	MATANE	21601	MATANE	MATANE A PETCHEDETZ	3,19	18,71	19,14	54,80	54,02	216,56	216,86
2	MATANE	21601	MATANE	MATANE AVAL	6,02	19,24	19,68	65,22	67,74	213,43	211,79
2	MATANE	21601	MATANE	MATANE EMBOUCHURE	6,27	16,35	17,26	38,00	38,39	188,56	190,28
2	MATANE	21601	MATANE	MATANE A GAGNON	11,06	16,35	16,68	38,00	37,01	188,56	188,14
2	MATANE	21601	MATANE	MATANE A DUVIVIER	37,13	16,35	15,85	38,00	37,29	188,56	191,93
2	MATANE	21601	MATANE	MATANE AMONT	42,82	19,18	16,49	66,21	78,90	212,96	218,25
2	RIMOUSKI	22003	RIMOUSKI	RIVIERE BLANCHE AVAL	15,78	23,68	23,42	53,96	53,90	209,67	209,31
2	RIMOUSKI	22003	RIMOUSKI	RIVIERE BLANCHE AMONT	15,83	23,59	23,15	49,82	49,15	213,35	213,87
2	RIMOUSKI	22003	RIMOUSKI	PECHE A LANGUILLE	16,23	23,68	23,69	53,64	53,95	209,93	209,55
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	RUE CARON	1,04	22,71	22,40	55,76	55,83	209,78	210,05
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	DE LA PRUCHERE	1,25	20,60	20,33	64,01	63,78	209,00	209,58
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	AUTOROUTE 20	1,29	21,77	21,39	57,07	57,50	207,96	208,54
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	PONT BEGIN P	1,52	22,64	22,56	54,56	54,47	209,10	209,00
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	RUE SANTERRE	1,85	22,16	22,11	56,46	56,21	209,38	209,37
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	PONT DU CHEMIN DU SUD	2,24	23,37	23,58	54,35	54,18	209,80	210,09
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	RANG DE LA CANELLE	2,67	22,09	21,99	56,61	56,26	209,52	209,51
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	2 LACS P	3,54	22,66	22,43	55,98	55,86	207,77	207,38
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	CHEMIN DE LA MONTAGNE THIBOUTOT	4,33	20,67	20,41	74,70	73,27	198,30	198,77
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	CHUTE DES ELFES P	4,52	22,91	22,52	66,20	74,49	204,64	212,00

2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	ESCALIER BOIS P	6,3	22,74	22,56	56,06	55,60	207,89	208,08
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	AVAL DE LA CONFLUENCE	7,78	21,60	21,23	56,48	55,51	208,87	208,77
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	7,91	22,01	21,70	56,60	55,50	207,27	207,14
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	7,95	23,16	22,94	54,30	53,62	208,67	208,42
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	5E RANG	8,93	21,71	21,31	57,14	56,41	208,07	208,07
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	PONT DRAPEAU P	9,81	23,14	22,78	53,79	53,37	209,51	209,36
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	EN AMONT DU PONT DRAPEAU 1	10,03	22,39	21,92	56,27	55,49	211,05	211,12
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	EN AMONT DU PONT DRAPEAU 2	10,48	21,96	21,41	37,96	35,05	197,86	195,07
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	TRIBUTAIRE A CASTOR	11,7	23,02	22,47	54,54	53,79	209,54	209,56
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	AMONT DU TRIBUTAIRE A CASTOR	12,03	20,66	20,08	75,25	77,51	197,90	195,10
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	CAP A CHOUETTES 1	12,35	21,67	20,94	57,41	56,71	207,85	208,17
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	CAP A CHOUETTES 2	12,54	21,67	20,97	57,41	56,55	207,85	208,22
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	AVAL DE LA CHUTE (CHALET BOIS ROND)	13,73	22,08	21,50	56,65	55,66	209,51	209,77

2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	ENTRE PONT ET CHUTE	14,15	19,04	18,06	65,16	59,48	214,30	218,98
2	OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	PONT DU COLLEGE	14,34	23,03	22,60	53,33	52,74	210,22	210,14
2	OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	2 LACS P	1,33	22,52	22,86	73,72	61,35	211,47	201,86
2	OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	ESCALIER BOIS P	1,81	22,43	22,51	75,00	63,42	213,16	203,05
2	OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3,63	22,43	22,13	75,00	62,41	213,16	202,66
2	OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3,65	22,23	22,64	70,95	60,10	209,39	201,13
2	OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	DRAIN AGRICOLE P	4,52	22,52	22,91	74,49	66,20	212,00	204,64
2	OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	PONT DRAPEAU P	5,33	22,48	22,72	71,37	61,19	210,78	202,54
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	AVAL DE LA CONFLUENCE	1,79	21,88	21,70	55,69	55,58	208,58	208,25
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	CHUTE DES ELFES P	1,81	22,51	22,43	63,42	75,00	203,05	213,16
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	1,94	21,48	21,42	58,42	58,01	205,81	205,88
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	1,94	22,90	22,87	54,96	54,67	209,05	208,56

2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	CHEMIN DE LA MONTAGNE THIBOUTOT	2,13	20,35	20,25	76,21	75,51	197,60	198,38
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	5E RANG	2,71	21,44	21,23	56,87	56,85	208,67	208,64
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	2 LACS P	3,07	22,07	22,07	59,79	59,77	205,73	205,43
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	PONT DRAPEAU P	3,52	22,73	22,58	54,72	54,46	209,21	208,81
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	EN AMONT DU PONT DRAPEAU 1	3,73	22,82	22,59	53,16	52,96	208,33	208,17
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	RANG DE LA CANELLE	4,02	22,21	22,35	54,63	54,93	207,43	207,22
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	EN AMONT DU PONT DRAPEAU 2	4,18	21,70	21,38	36,87	35,71	196,62	195,27
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	RUE SANTERRE	4,54	21,42	21,61	56,29	56,47	207,13	207,09
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	PONT BEGIN P	4,84	22,00	22,19	56,01	55,85	208,25	208,60
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	DE LA PRUCHERE	5,06	20,39	20,33	63,69	63,78	208,86	209,58
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	RUE CARON	5,26	23,49	23,59	52,75	53,28	206,86	206,73
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	TRIBUTAIRE A CASTOR	5,42	22,90	22,61	54,56	54,35	209,39	209,13
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	AMONT DU TRIBUTAIRE A CASTOR	5,74	20,41	19,96	75,93	78,24	197,09	195,19
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	CAP A CHOUETTES 1	6,07	22,34	22,02	54,88	54,67	207,51	207,22
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	OUELLE AVAL	6,23	22,08	22,09	52,15	52,49	210,28	210,24
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	CAP A CHOUETTES 2	6,26	21,23	20,77	57,21	57,04	208,97	209,22
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	DRAIN AGRICOLE P	6,3	22,56	22,74	55,60	56,06	208,08	207,89
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	AUTOROUTE 20	7,34	21,53	21,38	56,50	57,54	208,00	208,47
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	AVAL DE LA CHUTE	7,46	21,58	21,19	56,62	56,60	207,90	207,91

				(CHALET BOIS ROND)								
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	ENTRE PONT ET CHUTE	7,88	18,79	18,06	62,82	60,41	215,90	218,47	
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	PONT DU CHEMIN DU SUD	8,06	23,35	23,85	54,28	54,51	209,13	209,18	
2	OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	PONT DU COLLEGE	8,08	22,87	22,70	53,98	53,85	210,39	210,11	
2	OUELLE	22704	OUELLE	2 LACS P	0,97	24,36	24,65	47,99	48,10	211,13	210,98	
2	OUELLE	22704	OUELLE	ESCALIER BOIS P	2,1	23,94	24,10	51,48	51,47	209,84	210,34	
2	OUELLE	22704	OUELLE	PONT BEGIN P	2,83	23,80	24,24	51,01	51,31	209,85	209,79	
2	OUELLE	22704	OUELLE	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3,99	24,27	24,65	50,41	49,80	210,09	209,88	
2	OUELLE	22704	OUELLE	DRAIN AGRICOLE P	4,34	23,92	24,47	49,92	49,98	209,05	209,04	
2	OUELLE	22704	OUELLE	PONT DRAPEAU P	5,59	24,14	24,35	50,53	49,84	210,24	210,02	
2	OUELLE	22704	OUELLE	PONT DU CHEMIN DU SUD	5,98	23,81	24,54	51,03	51,15	209,79	210,08	
2	OUELLE	22704	OUELLE	TRIBUTAIRE A CASTOR	7,39	24,44	24,43	49,67	49,28	209,70	209,68	
2	OUELLE	22704	OUELLE	PONT DU COLLEGE	10,01	24,28	24,40	49,07	48,60	211,82	211,57	
6	A MARS	60703	A MARS 01	A MARS 02	16,93	19,05	17,65	68,14	65,75	208,47	209,94	
7	MOISIE	72301	TMOI-0005	TMOI-0509	79,17	8,08	12,59	19,42	24,99	275,11	250,65	
7	MOISIE	72301	TMOI-0005	TMOI-0006	82,24	19,01	18,24	46,47	45,93	213,13	210,84	
7	MOISIE	72301	TMOI-0005	TMOI-0008	209,79	18,93	16,72	45,17	40,52	214,66	213,59	
7	AUX PEKANS	72302	TPEK-0350	TPEK-0007	5,69	18,05	18,19	43,11	43,52	211,41	211,20	
7	NATASHQUAN	74901	NATA001	AMIK-NATA-01	1,97	19,09	19,60	56,11	55,36	212,81	213,00	
7	NATASHQUAN	74901	NATA001	AMIK-NATA-03	3,35	19,08	19,48	54,17	54,21	214,26	212,93	

7	NATASHQUAN	74901	NATA001	NATA002	4,98	19,10	19,29	56,06	55,59	212,80	212,81
10	AUX MÉLEZES	103605	AUX MÉLEZES	AUX MELEZES	0,16	16,71	16,71	40,59	40,59	213,47	213,47

Tableau 4. Résultats de la sensibilité thermique des stations de référence et thermographes associés en utilisant la série temporelle concomitante par pair de stations

Rivière	NB-Station	StationT_x	Dist_ref	StationT_y	Distance (km)	Pente-x	Pente-y	NB-années
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	0.98	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE MILNIKEK	7.6	1.32	1.29	3
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	0.98	MATAPEDIA BELOW HALEYS POOL AT VILLAGE BRIDGE	16.39	1.30	1.32	2
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	0.98	MATAPEDIA AVAL	16.41	1.51	1.54	1
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	0.98	STE-FLORENCE AVAL	22.98	1.08	1.14	3
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	0.98	STE-FLORENCE AMONT	24.06	1.14	1.19	2
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	0.98	MATAPEDIA BELOW MOUTH OF CAUSAPSCAL	31.82	1.31	1.38	3
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	0.98	RIVIERE MATAPEDIA AVAL DU LAC AU SAUMON	39.34	1.39	1.30	2
MATAPEDIA	11508	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA VILLE AMQUI	0.04	MATAPEDIA AMONT	3.39	1.29	1.32	2
MATAPEDIA	11508	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA VILLE AMQUI	0.04	RIVIERE MATAPEDIA AVAL DU GOLF D'AMQUI	6.49	1.27	1.20	2
MATAPEDIA	11508	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA VILLE AMQUI	0.04	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DU LAC AU SAUMON ROUTE DU LAC A PITRE	8.83	1.19	1.29	2
SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	0.12	SAINT-JEAN FOSSE 4 PAV	2.45	0.89	1.14	2

SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	0.12	SAINT-JEAN 1 AVAL	3.52	0.97	1.03	1
SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	0.12	SAINT-JEAN 2 AMONT	41.27	0.95	1.00	1
SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	0.12	SAINT-JEAN PONT DE FER	42.53	0.83	0.87	2
MATANE	21601	MATANE	0	MATANE A PETCHEDETZ	3.19	1.36	1.41	2
MATANE	21601	MATANE	0	MATANE AVAL	6.02	1.07	1.10	3
MATANE	21601	MATANE	0	MATANE EMBOUCHURE	6.27	1.65	1.59	1
MATANE	21601	MATANE	0	MATANE A GAGNON	11.06	1.65	1.61	1
MATANE	21601	MATANE	0	MATANE A DUVIVIER	37.13	1.65	1.74	1
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	RUE CARON	1.04	1.14	1.17	3
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	DE LA PRUCHERE	1.25	0.90	0.94	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	AUTOROUTE 20	1.29	1.18	1.21	3
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	PONT BEGIN P	1.52	1.12	1.14	5
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	RUE SANTERRE	1.85	1.14	1.17	4
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	PONT DU CHEMIN DU SUD	2.24	1.09	1.08	4
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	RANG DE LA CANELLE	2.67	1.13	1.15	4
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	2 LACS P	3.54	1.10	1.12	4
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	CHEMIN DE LA MONTAGNE THIBOUTOT	4.33	0.88	0.95	1
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	ESCALIER BOIS P	6.3	1.18	1.17	3
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	AVAL DE LA CONFLUENCE	7.78	1.07	1.06	4
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE- LAGRANDE	7.91	1.16	1.14	4
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	7.95	1.19	1.17	3
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	5E RANG	8.93	1.18	1.18	3
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	EN AMONT DU PONT DRAPEAU 1	10.03	1.05	1.04	4
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	EN AMONT DU PONT DRAPEAU 2	10.48	0.93	0.89	1
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	TRIBUTAIRE A CASTOR	11.7	1.13	1.14	4

OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	AMONT DU TRIBUTAIRE A CASTOR	12.03	0.89	0.92	1
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	CAP A CHOUETTES 1	12.35	1.21	1.24	3
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	CAP A CHOUETTES 2	12.54	1.21	1.23	3
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	AVAL DE LA CHUTE (CHALET BOIS ROND)	13.73	1.13	1.12	4
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	ENTRE PONT ET CHUTE	14.15	0.95	0.94	1
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	0.01	PONT DU COLLEGE	14.34	1.07	1.04	4
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	0.15	2 LACS P	1.33	1.08	1.08	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	0.15	ESCALIER BOIS P	1.81	1.10	1.06	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	0.15	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3.63	1.10	1.02	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	0.15	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3.65	1.09	0.96	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	0.15	DRAIN AGRICOLE P	4.52	1.08	1.00	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	0.15	PONT DRAPEAU P	5.33	1.08	0.97	1
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	AVAL DE LA CONFLUENCE	1.79	1.13	1.13	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	CHUTE DES ELFES P	1.81	1.06	1.10	1
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	1.94	1.11	1.11	6
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	1.94	1.09	1.07	8
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	CHEMIN DE LA MONTAGNE THIBOUTOT	2.13	0.89	0.93	1
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	5E RANG	2.71	1.17	1.18	3
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	2 LACS P	3.07	0.94	0.98	6
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	PONT DRAPEAU P	3.52	1.08	1.07	6
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	EN AMONT DU PONT DRAPEAU 1	3.73	1.13	1.14	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	RANG DE LA CANELLE	4.02	1.15	1.20	4

OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	EN AMONT DU PONT DRAPEAU 2	4.18	0.88	0.87	1
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	RUE SANTERRE	4.54	1.20	1.24	3
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	PONT BEGIN P	4.84	1.15	1.19	8
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	DE LA PRUCHERE	5.06	0.90	0.94	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	RUE CARON	5.26	1.18	1.22	3
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	TRIBUTAIRE A CASTOR	5.42	1.13	1.17	5
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	AMONT DU TRIBUTAIRE A CASTOR	5.74	0.88	0.92	1
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	CAP A CHOUETTES 1	6.07	1.19	1.22	3
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	OUELLE AVAL	6.23	0.87	0.85	1
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	CAP A CHOUETTES 2	6.26	1.20	1.24	3
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	DRAIN AGRICOLE P	6.3	1.10	1.10	7
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	AUTOROUTE 20	7.34	1.17	1.21	3
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	AVAL DE LA CHUTE (CHALET BOIS ROND)	7.46	1.17	1.18	3
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	ENTRE PONT ET CHUTE	7.88	0.93	0.96	1
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	PONT DU CHEMIN DU SUD	8.06	1.11	1.10	4
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	0.31	PONT DU COLLEGE	8.08	1.10	1.08	4
OUELLE	22704	OUELLE	0	ESCALIER BOIS P	2.1	0.95	0.86	2
OUELLE	22704	OUELLE	0	PONT BEGIN P	2.83	1.18	1.09	1
OUELLE	22704	OUELLE	0	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3.99	0.95	0.84	2
OUELLE	22704	OUELLE	0	PONT DRAPEAU P	5.59	0.97	0.87	2
OUELLE	22704	OUELLE	0	PONT DU CHEMIN DU SUD	5.98	0.95	0.84	2
OUELLE	22704	OUELLE	0	TRIBUTAIRE A CASTOR	7.39	0.66	0.67	2
OUELLE	22704	OUELLE	0	PONT DU COLLEGE	10.01	0.97	0.86	2
A MARS	60703	A MARS 01	0.06	A MARS 02	16.93	1.23	1.12	4
MOISIE	72301	TMOI-0005	0.35	TMOI-0509	79.17	1.44	1.37	1
MOISIE	72301	TMOI-0005	0.35	TMOI-0006	82.24	1.45	1.57	4
MOISIE	72301	TMOI-0005	0.35	TMOI-0008	209.79	1.44	1.82	4

AUX PEKANS	72302	TPEK-0350	0.45	TPEK-0007	5.69	1.50	1.53	7
NATASHQUAN	74901	NATA001	0.51	AMIK-NATA-01	1,97	0.71	0.74	2
NATASHQUAN	74901	NATA001	0.51	AMIK-NATA-03	3,35	0.81	0.80	1
NATASHQUAN	74901	NATA001	0.51	NATA002	4,98	0.71	0.80	2
AUX MELEZES	103605	AUX MELEZES	0	AUX MELEZES	0,16	1.82	1.82	3

Tableau 5. Résultats de la sensibilité thermique des stations de référence et thermographes associés en utilisant la série temporelle commune entre les deux

Rivière	NB-Station	StationT_x	StationT_y	Distance (km)	Pente-x	Pente-y	Diff Absolue pente	ET-x	ET-y	NB-années
NATASHQUAN	74901	NATA001	AMIK-NATA-01	1,97	0,81	0,8	0,01	0,06	0,06	1
NATASHQUAN	74901	NATA001	AMIK-NATA-03	3,35	0,81	0,8	0,01	0,06	0,06	1
NATASHQUAN	74901	NATA001	NATA002	4,98	0,81	0,84	0,04	0,06	0,06	1
SAINT-JEAN	20301	SAINT-JEAN HOME POOL	SAINT-JEAN PONT DE FER	42,53	0,83	0,87	0,04	0,03	0,04	2
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	2 LACS P	1,33	1,09	1,12	0,03	0,09	0,08	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	ESCALIER BOIS P	1,81	1,09	1,05	0,03	0,09	0,06	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3,63	1,09	1,01	0,08	0,09	0,06	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3,65	1,09	0,96	0,13	0,09	0,06	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	DRAIN AGRICOLE P	4,52	1,09	1,04	0,05	0,09	0,07	1
OUELLE	22702	CHUTE DES ELFES P	PONT DRAPEAU P	5,33	1,09	0,97	0,12	0,09	0,06	1
OUELLE	22704	OUELLE	ESCALIER BOIS P	2,1	1,14	1,15	0,02	0,36	0,31	1
OUELLE	22704	OUELLE	PONT BEGIN P	2,83	1,14	1,1	0,04	0,36	0,32	1
OUELLE	22704	OUELLE	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE-LAGRANDE	3,99	1,14	1,22	0,08	0,36	0,3	1
OUELLE	22704	OUELLE	PONT DRAPEAU P	5,59	1,14	1,25	0,12	0,36	0,31	1
OUELLE	22704	OUELLE	PONT DU CHEMIN DU SUD	5,98	1,14	1,05	0,09	0,36	0,3	1
OUELLE	22704	OUELLE	PONT DU COLLEGE	10,01	1,14	1,3	0,16	0,36	0,3	1
A MARS	60703	A MARS 01	A MARS 02	16,93	1,23	1,12	0,11	0,04	0,06	4
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	RUE CARON	1,04	1,46	1,51	0,05	0,08	0,08	2

OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	AUTOROUTE 20	1,29	1,46	1,41	0,05	0,08	0,09	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	PONT BEGIN P	1,52	1,46	1,47	0,01	0,08	0,08	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	RUE SANTERRE	1,85	1,46	1,47	0,02	0,08	0,08	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	PONT DU CHEMIN DU SUD	2,24	1,46	1,44	0,02	0,08	0,08	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	RANG DE LA CANELLE	2,67	1,46	1,47	0,02	0,08	0,08	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	ESCALIER BOIS P	6,3	1,46	1,46	0,01	0,08	0,08	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE- LAGRANDE	7,91	1,46	1,49	0,03	0,08	0,08	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE- LAGRANDE	7,95	1,46	1,44	0,01	0,08	0,08	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	5E RANG	8,93	1,46	1,45	0	0,08	0,08	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	TRIBUTAIRE A CASTOR	11,7	1,46	1,45	0	0,08	0,08	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	CAP A CHOUETTES 1	12,35	1,46	1,45	0	0,08	0,08	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	CAP A CHOUETTES 2	12,54	1,46	1,46	0	0,08	0,08	2
OUELLE	22701	DRAIN AGRICOLE P	AVAL DE LA CHUTE (CHALET BOIS ROND)	13,73	1,46	1,45	0	0,08	0,08	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	LA GRANDE AMONT CONFLUENCE OUELLE- LAGRANDE	1,94	1,46	1,49	0,03	0,08	0,08	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	OUELLE AMONT CONFLUENCE OUELLE- LAGRANDE	1,94	1,46	1,44	0,02	0,08	0,08	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	5E RANG	2,71	1,46	1,45	0,01	0,08	0,08	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	RANG DE LA CANELLE	4,02	1,46	1,47	0,01	0,08	0,08	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	RUE SANTERRE	4,54	1,46	1,47	0,01	0,08	0,08	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	PONT BEGIN P	4,84	1,46	1,47	0,01	0,08	0,08	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	RUE CARON	5,26	1,46	1,51	0,04	0,08	0,08	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	TRIBUTAIRE A CASTOR	5,42	1,46	1,46	0	0,08	0,08	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	CAP A CHOUETTES 1	6,07	1,46	1,46	0	0,08	0,08	2

OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	CAP A CHOUETTES 2	6,26	1,46	1,47	0	0,08	0,08	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	DRAIN AGRICOLE P	6,3	1,46	1,46	0,01	0,08	0,08	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	AUTOROUTE 20	7,34	1,46	1,41	0,06	0,08	0,09	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	AVAL DE LA CHUTE (CHALET BOIS ROND)	7,46	1,46	1,46	0	0,08	0,08	2
OUELLE	22703	ESCALIER BOIS P	PONT DU CHEMIN DU SUD	8,06	1,46	1,44	0,03	0,08	0,08	2
MOISIE	72301	TMOI-0005	TMOI-0006	82,24	1,46	1,59	0,13	0,03	0,04	4
MOISIE	72301	TMOI-0005	TMOI-0008	209,79	1,46	1,85	0,39	0,03	0,05	4
AUX PEKANS	72302	TPEK-0350	TPEK-0007	5,69	1,5	1,53	0,03	0,02	0,02	7
MATAPEDIA	11508	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA VILLE AMQUI	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DU LAC AU SAUMON ROUTE DU LAC A PITRE	8,83	1,52	1,56	0,04	0,07	0,06	2
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE MILNIKEK	7,6	1,56	1,58	0,02	0,05	0,05	2
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	MATAPEDIA BELOW HALEYS POOL AT VILLAGE BRIDGE	16,39	1,56	1,55	0,01	0,05	0,05	2
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	MATAPEDIA BELOW MOUTH OF CAUSAPSCAL	31,82	1,56	1,65	0,09	0,05	0,06	2
MATAPEDIA	11507	RIVIERE MATAPEDIA AMONT DE LA RIVIERE ASSEMETQUAGAN	RIVIERE MATAPEDIA AVAL DU LAC AU SAUMON	39,34	1,56	1,51	0,05	0,05	0,06	2
MATANE	21601	MATANE	MATANE A PETCHEDETZ	3,19	1,65	1,68	0,03	0,08	0,08	1
MATANE	21601	MATANE	MATANE EMBOUCHURE	6,27	1,65	1,59	0,06	0,08	0,07	1
MATANE	21601	MATANE	MATANE A GAGNON	11,06	1,65	1,61	0,04	0,08	0,07	1
MATANE	21601	MATANE	MATANE A DUVIVIER	37,13	1,65	1,74	0,09	0,08	0,08	1

AUX MELEZES	103605	AUX MELEZES	AUX MELEZES	0,16	1,82	1,82	0	0,05	0,05	3
-------------	--------	-------------	-------------	------	------	------	---	------	------	---