

Rivière **Tomifobia** Municipalité de Hatley



Programme de détermination des cotes de crues



Pour plus de renseignements, contactez
le Centre d'expertise hydrique du Québec.

Centre d'expertise hydrique du Québec

Édifice Marie-Guyart,
675, boulevard René-Lévesque Est
Aile René-Lévesque, 2^e étage
Québec (Québec) G1R 5V7

Téléphone: (418) 521-3866
Télécopieur: (418) 643-6900
Courrier électronique: cehq@menv.gouv.qc.ca
Site Internet: www.menv.gouv.qc.ca/cehq

Pour des renseignements généraux, contactez
le Centre d'information du ministère de l'Environnement.

Centre d'information

Ministère de l'Environnement
Édifice Marie-Guyart, rez-de-chaussée
675, boulevard René-Lévesque Est
Québec (Québec) G1R 5V7

Téléphone:
Québec (appel local): (418) 521-3830
Ailleurs au Québec: 1 800 561-1616
Télécopieur: (418) 646-5974
Courriel: info@menv.gouv.qc.ca
Internet: www.menv.gouv.qc.ca

Crédits photos: Centre d'expertise hydrique du Québec
Denis Chabot, © Le Québec en images, CCDMD

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec, 2003
ISBN 2-550-41462-4
Envirodoq: ENV/2003/0319
4970-03-06

CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC

SERVICE DE LA CONNAISSANCE ET DE L'EXPERTISE HYDRIQUE

PROGRAMME DE DÉTERMINATION DES COTES DE CRUES DE RÉCURRENCE DE 20 ANS ET DE 100 ANS (PDCC)

**Rivière Tomifobia
Municipalité de Hatley**

PDCC 05-007

Original signé par :

Préparé par :

Andrée Bilodeau, ing. M. Sc.

Approuvé par :

Katia Tremblay, ing.

Mai 2003

Équipe de réalisation

Chargée de projet :	Paula Bergeron, ing. Katia Tremblay, ing.
Rédaction du rapport :	Andrée Bilodeau, ing. M. Sc.
Étude hydraulique :	Andrée Bilodeau, ing. M. Sc.
Étude hydrologique :	Andrée Bilodeau, ing. M. Sc.
Collaboration :	Gilbert Côté, technicien
Corrections et mise en page :	Louise Côté, secrétaire Ronald Greendale, consultant
Figures et mise en plan :	Renée Lavergne, technicienne Isabel Morel, technicienne
Arpentage et relevés hydrométriques :	Geneviève Audet, technicienne Mathieu Delisle, étudiant Éric Paquette, technicien Jacques Parent, technicien Jérôme Tremblay, technicien

Avis aux utilisateurs du présent rapport

- L'expression « niveau d'eau » employée dans ce rapport fait référence à une élévation géodésique.
- Une cote de crue indique le niveau d'eau atteint lors d'une crue donnée.
- Les cotes de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans déterminées dans le présent rapport sont associées à des probabilités théoriques d'occurrence. Par exemple, une cote de crue de récurrence de 20 ans signifie que, chaque année, la probabilité que le niveau de l'eau atteigne cette cote est de 5 %. Ainsi, le fait d'être situé à l'intérieur de la zone inondable délimitée par une cote d'une certaine récurrence ne constitue pas une certitude, mais plutôt une probabilité d'inondation. Aussi, le fait d'être situé à l'extérieur des limites de la zone inondable ne constitue pas une certitude de ne jamais être inondé mais plutôt une probabilité beaucoup plus faible de l'être.

Table des matières

LISTE DES FIGURES	IV
LISTE DES TABLEAUX	IV
LISTE DES ANNEXES.....	IV
1. INTRODUCTION.....	1
2. DESCRIPTION ET LOCALISATION DU SECTEUR À L'ÉTUDE.....	2
3. ÉTUDE HYDROLOGIQUE.....	2
3.1 Objectif.....	2
3.2 Description des méthodes utilisées pour la détermination des débits de crues	5
3.3 Cas de la rivière Tomifobia.....	5
3.3.1 Analyse statistique.....	6
3.3.2 Transposition des débits au secteur à l'étude	7
3.3.3 Facteur de pointe	8
3.3.4 Débits de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans.....	9
4. ÉTUDE HYDRAULIQUE	9
4.1 Objectif.....	9
4.2 Description des méthodes utilisées pour la détermination des cotes de crues	9
4.3 Cas de la rivière Tomifobia.....	10
4.3.1 Données d'entrée du modèle hydraulique	10
4.3.1.1 Localisation des sections transversales.....	10
4.3.1.2 Distances entre les sections	10
4.3.1.3 Coefficients de rugosité.....	11
4.3.2 Relevés hydrométriques	11
4.3.3 Conditions limites aval - Lac Massawappi.....	12
4.3.4 Calage du modèle hydraulique	13
4.3.5 Cotes de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans	14
5. CONCLUSION	19
6. RÉFÉRENCES CITÉES.....	20
7. GLOSSAIRE	21

Liste des figures

Figure 1 :	Bassin versant de la rivière Tomifobia - Localisation du secteur étudié	3
Figure 2 :	Vue en plan et localisation des sections - Rivière Tomifobia à Hatley	17
Figure 3 :	Profil des plans d'eau - Rivière Tomifobia à Hatley	17

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Ouvrages de retenue - Rivière Tomifobia à Hatley	2
Tableau 2 :	Débits de crues obtenus selon les différentes lois - Rivière Coaticook à la station 030215	7
Tableau 3 :	Débits de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans - Rivière Tomifobia à Hatley	7
Tableau 4 :	Calcul du facteur de pointe - Station 030215 de la rivière Coaticook	8
Tableau 5 :	Débits de crues instantanés de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans - Rivière Tomifobia à Hatley	9
Tableau 6 :	Distance entre les sections - Rivière Tomifobia à Hatley	10
Tableau 7 :	Résumé des relevés hydrométriques - Rivière Tomifobia à Hatley	12
Tableau 8 :	Conditions limites aval	13
Tableau 9 :	Résultats du calage - Rivière Tomifobia à Hatley	14
Tableau 10 :	Cotes de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans - Rivière Tomifobia à Hatley	15

Liste des annexes

Annexe 1 :	Analyse statistique des débits maximums annuels enregistrés à la station 030215 - Rivière Coaticook à Waterville
Annexe 2 :	Analyse statistique des débits maximums annuels enregistrés à la station 030241 - Lac Massawippi à North Hatley
Annexe 3 :	Tableau des résultats de la modélisation Hec-Ras
Annexe 4 :	Sections transversales de la rivière Tomifobia

1 Introduction

Au cours du mois de juillet 1996, le Québec a connu des pluies diluviennes ayant causé des crues exceptionnelles dans les régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean, de la Capitale-Nationale, de la Mauricie et de la Côte-Nord. À la suite de ces événements, la Commission scientifique et technique sur la gestion des barrages (CSTGB) a été mise sur pied par le gouvernement du Québec. En janvier 1997, la Commission rendait public un rapport dans lequel elle émet diverses recommandations visant à éviter ou à limiter les dommages lors d'inondations (CSTGB, 1997). Elle propose notamment certaines mesures qui touchent l'aménagement du territoire au regard des zones inondables afin de minimiser la construction de bâtiments et de structures susceptibles d'être touchés par les crues.

En réponse à ces recommandations, le ministère de l'Environnement (MENV) a préparé un document d'orientation sur la gestion des zones inondables. Ce document a été entériné en 1997 par le Comité ministériel de coordination pour la relance économique des régions sinistrées. Puis, en août 1998, le Ministère annonçait la mise en vigueur du Programme de détermination des cotes de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans (PDCC), et ce, pour une période de cinq ans.

Ce nouveau programme vise principalement à soutenir les municipalités régionales de comté (MRC) ainsi que les municipalités locales relativement à leurs attributions, et ce, en vertu de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme. Celle-ci stipule que chacune d'entre elles détermine les zones d'inondation se trouvant sur leurs territoires. À cette fin, le PDCC détermine les cotes de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans pour des secteurs à risque n'ayant pas déjà fait l'objet d'un soutien gouvernemental. Les cotes de crues de récurrence de 2 ans seront également fournies, car celles-ci peuvent être utiles pour l'application de mesures de protection adoptées en vertu de cette même loi à l'égard des rives de lacs et de cours d'eau. Le PDCC permettra donc de déterminer les cotes de crues dans certains secteurs qui n'ont pas pu bénéficier d'une étude complète dans le cadre de l'ancien Programme de cartographie issu de la Convention entre le gouvernement du Canada et le gouvernement du Québec, relativement à la cartographie et à la protection des plaines d'inondation et au développement durable des ressources en eau. Cette entente, mise en œuvre en 1976 et terminée en 2001, a permis de faire la cartographie officielle des zones inondables sur le territoire d'environ 245 municipalités.

La présente étude a pour objectif de déterminer les cotes de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans sur un tronçon de la rivière Tomifobia, situé dans la municipalité de Hatley. Les cotes de crues de récurrence de 2 ans seront aussi évaluées en complément d'information.

Lors de l'ancien Programme de cartographie, une étude a été amorcée sur la rivière Tomifobia à Hatley. Certains travaux alors réalisés seront donc utilisés dans le cadre de cette étude.

En premier lieu, ce rapport présente la localisation ainsi qu'une brève description du secteur visé. Par la suite, une étude hydrologique réalisée en vue d'évaluer les débits de crues de différentes récurrences est exposée. Enfin, une étude hydraulique menant à la détermination des cotes de crues nécessaires à la cartographie des zones inondables est effectuée.

2 Description et localisation du secteur à l'étude

La rivière Tomifobia prend sa source à environ 2,5 km au nord-ouest du lac Lyster, situé à Baldwin Mills. D'une longueur approximative de 57 km, elle se jette dans le lac Massawippi à Hatley. Son bassin versant à l'embouchure est de 438 km² (figure 1).

Le tronçon à l'étude se situe dans la municipalité de Hatley, dont la population est d'environ 700 habitants. D'une longueur de 1,55 km, le tronçon se termine à l'embouchure de la rivière. La superficie du bassin versant est de 435 km² à l'amont du tronçon et de 438 km² à l'aval de celui-ci.

Il y a trois barrages sur la rivière Tomifobia (tableau 1). Le premier (X0002706) a été construit en 1850 et se trouve dans la municipalité de Ogden. Le second (X0002700) date de 1926 et est situé dans la municipalité de Stanstead, à environ 9 km en amont du premier barrage. Enfin, le troisième (X0007340) est situé dans la municipalité de North Hatley. Ces trois ouvrages ont peu d'impact sur le régime d'écoulement du secteur à l'étude. Par ailleurs, le comportement hydraulique de la rivière dépend du niveau du lac Massawippi. Ce dernier est influencé par la présence du barrage de North Hatley (tableau 1), situé à l'exutoire du lac, sur la rivière Massawippi. Cet ouvrage, construit en 1964, est principalement constitué d'une crête déversante.

Tableau 1 : Ouvrages de retenue - Rivière Tomifobia à Hatley

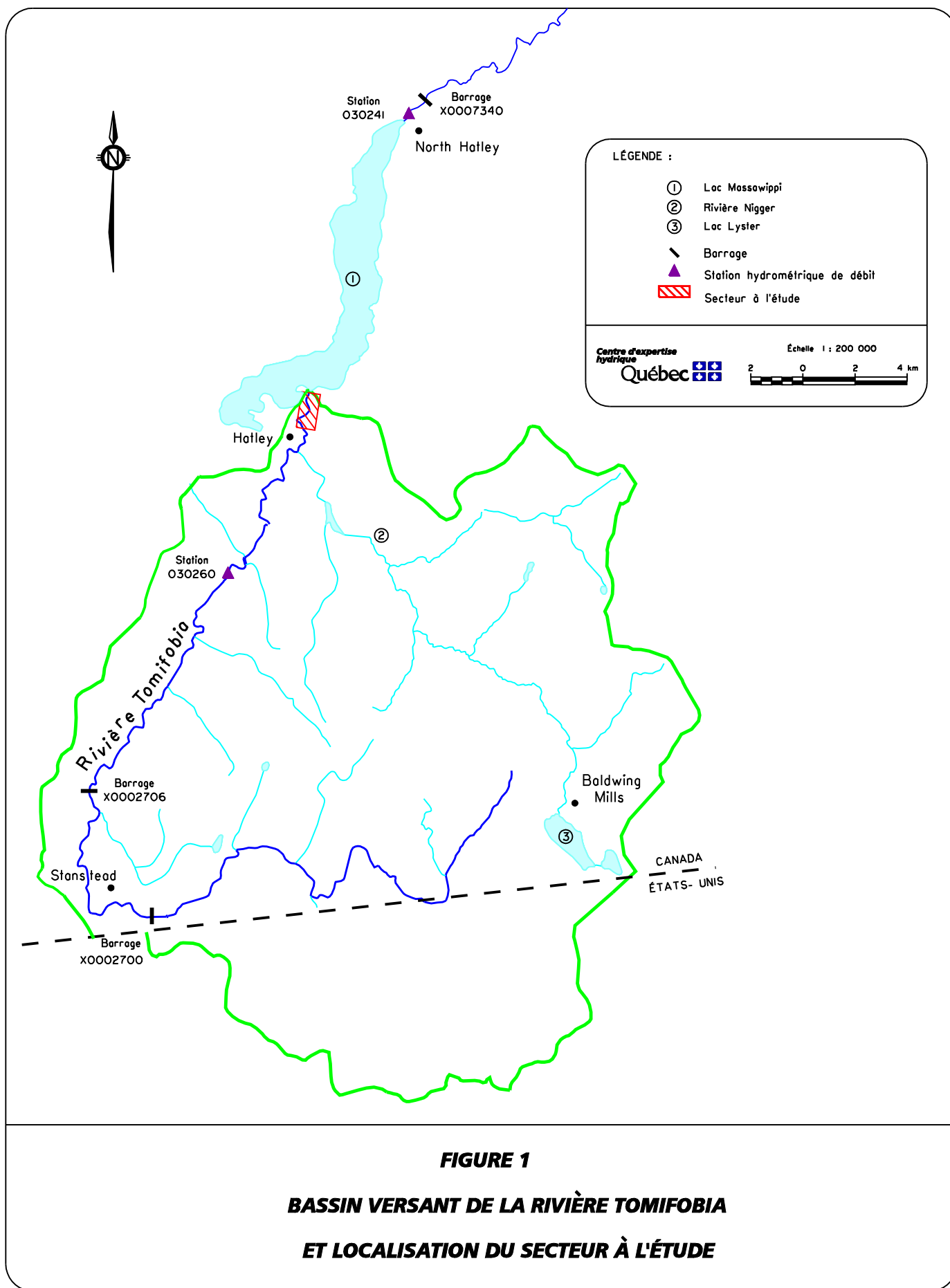
N° MENV	Municipalités	Propriétaire	Type d'utilisation	Capacité de retenue (m ³)
X0002706	Ogden	Personne physique	Inconnue	104 000 Forte contenance
X0002700	Stanstead	Tivoly inc.	Contrôle des inondations	8000 Faible contenance
X0007340	North Hatley	Municipalité du village de North Hatley	Régularisation	45 000 000 Forte contenance

3 Étude hydrologique

3.1 Objectif

Le but de cette étude hydrologique est d'établir les débits de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans de la rivière Tomifobia. Ces données sont nécessaires à la détermination des cotes de crues pour le tronçon concerné.

La section 3.2 décrit les principales méthodes utilisées pour évaluer les débits de crues de différentes récurrences, tandis que les sections subséquentes présentent la méthode retenue et les résultats obtenus.



3.2 Description des méthodes utilisées pour la détermination des débits de crues

Les débits de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans sont généralement évalués à partir d'une étude hydrologique dite classique. Celle-ci consiste à réaliser une analyse statistique des débits maximums annuels enregistrés à une station située sur la rivière à l'étude. Pour ce faire, un nombre suffisant de données doit être disponible.

Dans le cadre du PDCC, les analyses statistiques sont réalisées à l'aide du logiciel d'ajustement de lois statistiques Hyfran (Bobée et autres, 1999). Ce dernier a été mis au point au Centre Eau, Terre et Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique, anciennement INRS-Eau, par l'équipe du Dr Bernard Bobée, dans un contexte de recherche pour le compte de la Chaire en hydrologie statistique CRSNG/Hydro-Québec.

Il arrive fréquemment que la station hydrométrique retenue soit éloignée du secteur à l'étude. On transpose alors au secteur visé les débits de crues estimés à la station, en fonction de la superficie des bassins versants des deux sites. Cette technique est communément appelée « transfert de bassin versant ». Elle peut également servir pour les données provenant d'une station hydrométrique située sur un autre cours d'eau. Les bassins versants des deux rivières doivent toutefois posséder des caractéristiques physiographiques similaires, la plus importante étant la superficie.

D'autres méthodes sont aussi utilisées pour estimer des débits de crues de différentes récurrences. L'analyse régionale élaborée par Anctil et autres (1998) compte parmi les plus courantes. Elle est basée sur l'ensemble des rivières naturelles ou quasi naturelles du Québec, pour lesquelles trois régions homogènes ont été établies. La distribution GEV/moments L « *Generalized Extreme Values* » a été retenue pour décrire les débits mesurés dans chacune de ces régions.

3.3 Cas de la rivière Tomifobia

Les débits de la rivière Tomifobia ont été mesurés à la station hydrométrique 030260 de 1972 à 1986. Depuis 1986, il n'y a aucune station. Par ailleurs, les années pour lesquelles on dispose des mesures de débits ne peuvent être utilisées pour réaliser une étude statistique, puisqu'il manque un trop grand nombre de données.

Dans le cadre de l'ancien Programme de cartographie, une étude hydrologique a été réalisée sur un tronçon de la rivière Tomifobia. La station 030215, située à l'embouchure de la rivière Coaticook, avait alors été retenue pour estimer les débits de crues de la rivière Tomifobia. La superficie du bassin versant de la rivière Coaticook à cette station (519 km²) est comparable à celle du bassin versant du secteur à l'étude (438 km²). De plus, le bassin versant de la rivière Coaticook est situé immédiatement à l'est de celui de la rivière Tomifobia. Enfin, l'analyse régionale élaborée par Anctil et autres (1998) a été utilisée pour la rivière Tomifobia. Les résultats obtenus à partir de cette méthode sont comparables à ceux résultant de l'analyse statistique des débits de la rivière Coaticook à la station 030215.

Les données enregistrées à cette station seront donc utilisées pour évaluer les débits de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans. Une analyse statistique des données de cette station est d'abord réalisée. Par la suite, ces débits sont transposés au secteur à l'étude. Enfin, les débits de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans sont majorés par un facteur de pointe afin d'évaluer les débits maximums instantanés.

3.3.1 Analyse statistique

Les caractéristiques de la station hydrométrique 030215 sont les suivantes :

Localisation :	rivière Coaticook, à 1,3 km en aval du pont-route 143, à Waterville
Coordonnées :	longitude : 71° 53' 58'' latitude : 45° 17' 06'' altitude : 190,50 m
Aire du bassin versant :	519 km ²
Organisme exploitant :	ministère de l'Environnement du Québec
Équipement de mesure :	1959 - 1965 : limnigraphe 1965 - 1997 : enregistreur à ruban perforé depuis 1997 : enregistreur électronique LPN8
Période d'observation :	annuelle (1959 - 2001)
Période retenue :	annuelle (1959 - 1999)
Condition d'écoulement :	régime influencé journallement

La station 030215 est située à l'aval du barrage de Waterville, lequel permet l'alimentation en eau d'une industrie. C'est ce qui explique le fait que le régime d'écoulement à cette station est influencé quotidiennement. Toutefois, malgré une gestion continue des niveaux, l'ajustement du réservoir a peu d'incidence sur les débits à cette station.

Au total, 35 valeurs de débits maximums annuels ont été utilisées pour réaliser une analyse statistique. La valeur utilisée pour le débit maximum annuel correspond à la moyenne des débits mesurés au cours de la journée où le débit est maximal. Le détail de l'analyse effectuée à l'aide du logiciel Hyfran est présenté à l'annexe 1. Certaines années n'ont pas été retenues en raison du manque de données durant d'importantes périodes. Les caractéristiques de l'échantillon sont les suivantes :

Taille :	35
Minimum :	54,3 m ³ s ⁻¹
Maximum :	184,0 m ³ s ⁻¹
Moyenne arithmétique :	107,0 m ³ s ⁻¹
Écart type :	32,9 m ³ s ⁻¹
Médiane :	104,0 m ³ s ⁻¹
Coefficient de variation (Cv) :	0,3076
Coefficient d'asymétrie (Cs) :	0,3237
Coefficient d'aplatissement (Ck) :	2,2840

À cette étape, seule la moyenne journalière des débits maximums enregistrés à la station est considérée dans la détermination des maximums annuels.

À ces débits, les lois statistiques Gumbel (Maximum de vraisemblance corrigé), Pearson type III (Méthode des moments), Log-Pearson type III (Méthode des moments (BOB)) et GEV (Méthode des moments) ont été ajustées afin d'estimer les débits de crues dans le bassin versant de la rivière Coaticook à la station 030215. Suivant l'analyse des différents ajustements, la loi Pearson type III (Méthode des moments) a finalement été retenue. Les résultats obtenus sont présentés au tableau 2 de la page suivante.

Tableau 2 : Débits de crues obtenus selon les différentes lois - Rivière Coaticook à la station 030215

Loi statistique	Débits de crues par période de retour ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)					
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Pearson III (Méthode des moments)	105,1	133,9	150,0	163,8	180,0	191,1
Gumbel (Maximum de vraisemblance corrigé)	101,4	134,3	150,3	163,6	178,2	187,7
Log-Pearson III (Méthode des moments (BOB))	104,8	134,3	150,3	164,7	180,2	190,2
GEV (Méthode des moments)	105,1	133,9	150,0	163,8	180,0	191,1

3.3.2 Transposition des débits au secteur à l'étude

Pour évaluer les débits de crues au secteur à l'étude, les débits retenus doivent être transposés par la technique du transfert de bassin versant. L'équation suivante permet de réaliser cette transposition :

$$Q_2 = Q_1 \left[\frac{A_2}{A_1} \right] \quad (1)$$

où

Q_2 = débit de crue ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) pour le secteur à l'étude sur la rivière Tomifobia

Q_1 = débit de crue ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) à la station 030215

A_2 = superficie (km^2) du bassin versant au site à l'étude

A_1 = superficie (km^2) du bassin versant de la rivière Coaticook à la station 030215

Il n'y a aucun affluent important dans le secteur à l'étude sur la rivière Tomifobia. Le débit est donc considéré comme étant constant sur tout le tronçon. En outre, ce dernier est estimé en considérant la superficie du bassin versant à l'aval du secteur.

Le tableau 3 présente les valeurs obtenues.

Tableau 3 : Débits de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans - Rivière Tomifobia à Hatley

Secteur	Aire BV (km^2)	Débits de crues ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)		
		2 ans	20 ans	100 ans
Station 030215	519	105,1	163,8	191,1
Embouchure	438	88,7	138,2	161,3

3.3.3 Facteur de pointe

Jusqu'à maintenant, les débits maximums annuels considérés sont évalués à partir de moyennes journalières. Ces débits doivent ensuite être majorés par un facteur de pointe, puisque les dommages causés lors d'une crue sont directement liés au niveau d'eau maximum atteint, même s'il est de courte durée. On doit donc tenir compte de la valeur du débit maximum instantané pour déterminer les zones inondables. Cette valeur n'existe cependant pas pour l'ensemble des années documentées. La méthode pour l'obtenir consiste à prendre, pour une station donnée, toutes les crues printanières annuelles dont le débit maximum instantané est disponible afin d'évaluer un facteur de pointe moyen à la station. L'équation suivante est utilisée :

$$FP = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \frac{Q_{inst.}}{Q_{moy.}}}{n} \right] \quad (2)$$

où

$Q_{inst.}$ = débit de crue ($m^3 s^{-1}$) instantané enregistré à la station 030215

$Q_{moy.}$ = débit de crue ($m^3 s^{-1}$) moyen enregistré à la station 030215

n = nombre de crues printanières dont le débit maximum instantané est disponible

i = crue donnée

Tel que présenté au tableau 4, le facteur de pointe a été fixé à 1,22 à l'aide de l'équation 2 et des 19 données printanières relevées entre 1966 et 2000.

Tableau 4 : Calcul du facteur de pointe - Station 030215 de la rivière Coaticook

Année	Débit de crue moyen ($m^3 s^{-1}$)	Débit de crue instantané ($m^3 s^{-1}$)	Facteur de pointe	Date
1966	92,9	123,0	1,32	25 mars
1969	168,0	193,0	1,15	11 avril
1970	147,0	169,0	1,15	19 avril
1971	70,5	75,6	1,07	21 avril
1972	146,0	168,0	1,15	5 mai
1974	133,0	190,0	1,43	4 avril
1975	111,0	136,0	1,23	20 avril
1980	33,4	43,1	1,29	19 mars
1982	184,0	223,0	1,21	18 avril
1983	91,5	117,0	1,28	20 mars
1984	136,0	144,0	1,06	31 mai
1985	75,2	87,7	1,17	29 mars
1986	92,9	109,0	1,17	31 mars
1987	114,0	156,0	1,37	1 ^{er} avril
1989	126,0	136,0	1,08	29 mars
1990	93,6	122,0	1,30	17 mars
1992	104,0	133,0	1,28	12 mars
1994	152,0	187,0	1,23	14 avril
2000	98,5	144,4	1,16	11 mai
Moyenne			1,22	

3.3.4 Débits de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans

Les débits de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans sont présentés au tableau 5. Les débits de récurrence de 20 ans et de 100 ans correspondent à des valeurs instantanées puisqu'ils ont été majorés par le facteur de pointe évalué à la section 3.3.3. Le débit de récurrence de 2 ans n'est toutefois pas multiplié par ce facteur, car il s'agit de déterminer un débit moyen de récurrence de 2 ans dont les résultats devraient se rapprocher de ceux d'une ligne des hautes eaux, laquelle se localiserait, en milieu naturel, à l'endroit où l'on passe d'une prédominance de plantes aquatiques à une prédominance de plantes terrestres.

Tableau 5 : Débits de crues instantanés de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans - Rivière Tomifobia à Hatley

Secteur	Aire BV (km ²)	Q 2 ans (m ³ s ⁻¹)	Q _{inst.} 20 ans (m ³ s ⁻¹)	Q _{inst.} 100 ans (m ³ s ⁻¹)
Embouchure	438	88,7*	168,6	196,8

* Non majoré par le facteur de pointe.

4 Étude hydraulique

4.1 Objectif

Afin d'établir les cotes de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans nécessaires à la détermination des zones inondables, une étude hydraulique de la rivière Tomifobia à Hatley est réalisée. Cette étude permet aussi d'estimer les cotes de crues pour une récurrence de 2 ans, et ce, à titre de complément d'information. La section 4.2 résume les méthodes utilisées dans le cadre du PDCC, tandis que les sections subséquentes présentent la méthodologie retenue et les résultats obtenus.

4.2 Description des méthodes utilisées pour la détermination des cotes de crues

Dans le cadre du PDCC, deux méthodes sont utilisées pour déterminer les cotes de crues relatives à la rivière.

La première méthode est la modélisation du tronçon concerné à l'aide du logiciel HEC-RAS, lequel permet notamment de simuler les niveaux d'eau en tenant compte de l'effet des ponts, des ponceaux, des déversoirs et des autres structures hydrauliques. Ce logiciel a été conçu par le US Army Corps of Engineers (1997, 1998).

La seconde méthode consiste à établir des relations entre les niveaux d'eau mesurés à différents sites et le niveau d'eau relevé à un site de référence (relation niveau-niveau), et ce, pour un même débit. Une relation niveau-débit établie pour le site de référence permet de déterminer les cotes correspondant aux débits de crues. Les cotes sont ensuite estimées pour les autres sites à l'aide des différentes relations niveau-niveau.

Dans la majorité des cas, on choisit une des deux méthodes pour l'étude d'une rivière; à l'occasion, ces deux méthodes sont combinées.

4.3 Cas de la rivière Tomifobia

La simulation des niveaux d'eau à l'aide du logiciel HEC-RAS est la méthode préconisée pour la rivière Tomifobia à Hatley. Dans un premier temps, le secteur à l'étude est modélisé à l'aide de différents relevés d'arpentage. Par la suite, le modèle est calé de façon à ajuster les niveaux d'eau simulés à ceux mesurés lors des campagnes de mesures. Une fois cette étape terminée, les débits de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans sont simulés afin d'obtenir les cotes de crues correspondantes.

4.3.1 Données d'entrée du modèle hydraulique

4.3.1.1 Localisation des sections transversales

Afin de représenter adéquatement la rivière, 20 sections perpendiculaires à l'écoulement ont été relevées par arpentage par les techniciens du PDCC à l'été 1999. Ces relevés sont rattachés à un système de référence géodésique. Les sections sont positionnées en fonction des caractéristiques géomorphologiques de la rivière, telles que les changements de pente ou de section, la présence d'un obstacle ou d'un tributaire, etc. La figure 2 présente la localisation de ces sections sur un plan à l'échelle de 1 : 10 000.

4.3.1.2 Distances entre les sections

Les distances entre les sections ont été évaluées à partir des relevés d'arpentage. Elles sont présentées au tableau 6.

Tableau 6 : Distance entre les sections - Rivière Tomifobia à Hatley

Section	Distance entre les sections (m)	Distance cumulée (m)	Commentaires
1	0,00	0,00	Début du tronçon
2	111,34	111,34	
3	83,42	194,76	
4	102,07	296,83	
5	86,98	383,81	
6	60,93	444,74	
7	148,67	593,41	
8	99,39	692,80	
9	82,21	775,01	
10	47,45	822,46	
11	76,44	898,90	
12	166,00	1064,90	
13	133,67	1198,57	
14	100,50	1299,07	
15	104,88	1403,95	
16	35,33	1439,28	
17	34,28	1473,56	
18	38,22	1511,78	
18.5	---	---	Pont-route 208
19	8,44	1520,22	
20	30,72	1550,94	

4.3.1.3 Coefficients de rugosité

Les coefficients de rugosité de Manning considérés dans le modèle de courbes de remous sont principalement établis à partir des informations recueillies par les techniciens du PDCC lors de visites sur le terrain. Des photographies conventionnelles et aériennes sont également utilisées à cet effet. Par ailleurs, les coefficients de rugosité de Manning sont les principaux paramètres permettant de caler le modèle, car ce sont eux qui influencent le plus les niveaux d'eau simulés. Ils sont donc ajustés de façon à ce que les niveaux d'eau simulés soient représentatifs des niveaux mesurés.

La pente de la rivière Tomifobia dans le secteur à l'étude est très faible, ce qui favorise le dépôt de matériaux fins. Les coefficients de rugosité de Manning du lit varient donc de 0,02 à 0,027, sauf à proximité du pont-route 208 où ils ont été ajustés à 0,035 lors du calage du modèle (section 4.3.3).

En rive droite, la berge du cours d'eau est en majeure partie boisée. Les coefficients considérés sur la berge ainsi que sur la plaine inondable de la rive droite varient de 0,045 à 0,085.

En rive gauche, on trouve des résidences permanentes ainsi que des chalets. Les coefficients considérés sur la berge ainsi que sur la plaine inondable varient de 0,045 à 0,055, sauf en amont du pont-route 208 où ils ont été ajustés à 0,07 lors du calage du modèle.

4.3.2 Relevés hydrométriques

Les campagnes de mesures de niveaux d'eau et de débits sont essentielles au calage du modèle hydraulique. Dans le cadre de l'ancien Programme de cartographie, de telles campagnes ont été entreprises lors des crues printanières survenues entre 1989 et 1994. Dans le cadre du PDCC, des mesures de niveaux d'eau et de débits ont été réalisées au printemps 2001.

Durant ces campagnes, les niveaux d'eau ont été relevés aux sites illustrés à la figure 2. Pour les relevés effectués en 1991 et en 1994, les niveaux d'eau indiqués à la section 1 correspondent aux niveaux du lac mesurés à la station 030241 située à North-Hatley.

Lors de la campagne réalisée en 1994, les débits ont été mesurés dans la rivière Tomifobia en amont de sa confluence avec la rivière Nigger ainsi que dans la rivière Nigger. Les débits à l'aval de cette confluence ont donc été calculés en additionnant ces deux valeurs. Enfin, en 1991 et en 2001, les débits ont été mesurés au pont-route 208.

Le tableau 7 de la page suivante présente les relevés hydrométriques retenus pour l'étape du calage du modèle.

Tableau 7 : Résumé des relevés hydrométriques - Rivière Tomifobia à Hatley

Site	Section	Niveaux d'eau (m)				
		1991-04-11	1994-04-19	2001-04-14	2001-04-24	2001-04-25
1	1	161,37	162,18	161,49	161,81	161,84
2	7	161,41	162,24	161,53	161,83	161,85
3	13			161,63	161,90	161,89
4	18			161,70	161,94	161,94
5	19	161,47	162,28	161,71	161,96	161,96
6	20			161,76	161,98	161,97
Débit jaugé (m ³ s ⁻¹)		31,9	46,1	79,2	69,3	62,1

4.3.3 Conditions limites aval - Lac Massawippi

Les conditions limites en aval correspondent généralement aux cotes de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans à l'aval du secteur étudié. Elles doivent préalablement être insérées dans le modèle hydraulique de la rivière afin de simuler les débits de crues de même récurrence. Pour les déterminer, une relation niveau-débit est établie. Celle-ci permet d'évaluer les niveaux correspondant aux débits de crues recherchés. Toutefois, il arrive que l'embouchure de la rivière fasse partie du tronçon à l'étude. Dans ce cas, les conditions limites en aval considérées correspondent aux cotes de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans évaluées dans le cours d'eau récepteur. Ces cotes sont généralement supérieures à celles qui seraient estimées à l'aval du tronçon étudié, en considérant uniquement les débits de crues dans le tronçon de la rivière étudiée. En effet, le cours d'eau récepteur draine toujours un bassin versant plus étendu que son affluent.

Le tronçon à l'étude débute à l'embouchure de la rivière Tomifobia dans le lac Massawippi. Il est caractérisé notamment par une très faible pente. C'est pourquoi les niveaux de la rivière sont influencés par ceux du lac, et ce, sur tout le tronçon étudié. Les conditions limites aval devraient donc correspondre aux cotes de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans sur le lac Massawippi.

La station hydrométrique 030241 mesure les niveaux du lac Massawippi depuis 1965. Des cotes de crues de différentes récurrences sont donc estimées sur le lac à l'aide d'une analyse statistique. Les caractéristiques de la station hydrométrique 030241 sont les suivantes :

Localisation :	lac Massawippi, au pont du CN à North-Hatley
Coordonnées :	longitude : 71° 58' 27''
	latitude : 45° 16' 33''
	altitude : 160,60 m
Aire du bassin versant :	606 km ²
Organisme exploitant :	ministère de l'Environnement du Québec
Équipement de mesure :	échelle limnimétrique (1965 - 1974)
	limnigraphe (depuis 1974)
Période d'observation :	annuelle (1965 - 2001)
Période retenue :	annuelle (1966 - 1998)
Condition d'écoulement :	régime influencé

Au total, 30 valeurs de niveaux maximums annuels ont été utilisées pour réaliser une analyse statistique. Le détail de cette analyse réalisée à l'aide du logiciel Hyfran est présenté à l'annexe 2. Certaines années n'ont pas été retenues en raison du manque de données en période de crue.

Les lois statistiques Gumbel (Maximum de vraisemblance corrigé), Pearson type III (Méthode des moments), Log-Pearson type III (Méthode des moments) et GEV (Méthode des moments) ont été ajustées pour estimer les niveaux de crues sur le lac Massawippi. La loi Gumbel (Maximum de vraisemblance corrigé) a finalement été retenue puisqu'elle représentait le mieux les valeurs maximales atteintes. Les cotes de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans ainsi obtenues (tableau 8) seront utilisées comme niveaux de départ pour simuler les débits de crues de même récurrence dans la rivière Tomifobia.

Tableau 8 : Conditions limites aval

Niveau d'eau (m)		
2 ans	20 ans	100 ans
161,59	162,20	162,58

4.3.4 Calage du modèle hydraulique

En simulant les débits issus des campagnes de mesures, certains paramètres du modèle de courbes de remous ont été ajustés afin que les niveaux d'eau simulés soient représentatifs de ceux mesurés. Les résultats présentés au tableau 9 de la page suivante permettent de comparer les niveaux d'eau observés à ceux obtenus lors de la simulation. Les niveaux d'eau simulés à chacune des sections sont présentés dans le tableau des résultats de l'annexe 3.

Tableau 9 : Résultats du calage - Rivière Tomifobia à Hatley

Section	1991-04-11 31,9 m ³ s ⁻¹			1994-05-19 46,1 m ³ s ⁻¹			2001-05-14 79,2 m ³ s ⁻¹		
	Niveau simulé (m)	Niveau observé (m)	Écart (cm)	Niveau simulé (m)	Niveau observé (m)	Écart (cm)	Niveau simulé (m)	Niveau observé (m)	Écart (cm)
1	161,37	162,18	0				161,49	161,49	0
7	161,38	161,41	-3	162,19	162,24	-5	161,55	161,53	2
13							161,62	161,63	-1
18							161,70	161,70	0
19	161,42	161,47	-5	162,23	162,28	-5	161,72	161,71	1
20							161,76	161,76	0

Tableau 9 (suite) : Résultats du calage - Rivière Tomifobia à Hatley

Section	2001-05-24 69,3 m ³ s ⁻¹			2001-05-25 62,1 m ³ s ⁻¹		
	Niveau simulé (m)	Niveau observé (m)	Écart (cm)	Niveau simulé (m)	Niveau observé (m)	Écart (cm)
1	161,81	161,81	0	161,84	161,84	0
7	161,84	161,83	1	161,86	161,85	1
13	161,88	161,90	-2	161,89	161,89	0
18	161,93	161,94	-1	161,93	161,94	-1
19	161,94	161,96	-2	161,94	161,96	-2
20	161,97	161,98	-1	161,96	161,97	-1

Les écarts entre les niveaux simulés et mesurés sont satisfaisants puisqu'ils se situent en deçà de ± 10 cm. On peut donc conclure que le modèle de courbes de remous représente bien le tronçon de rivière à l'étude.

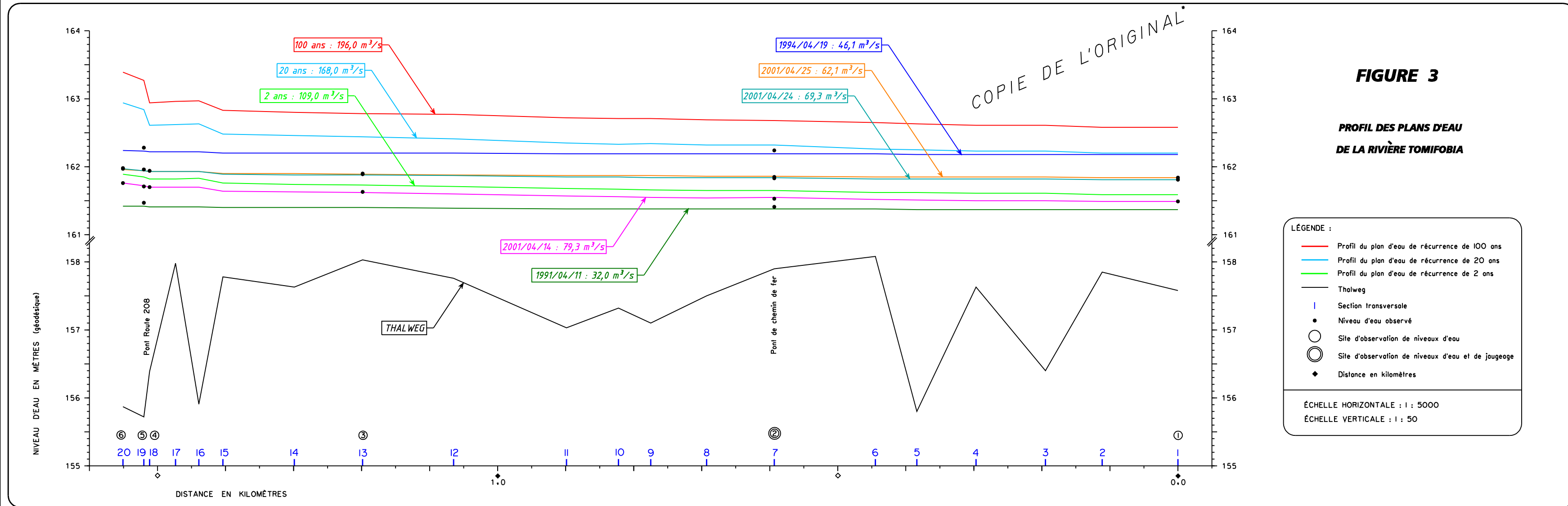
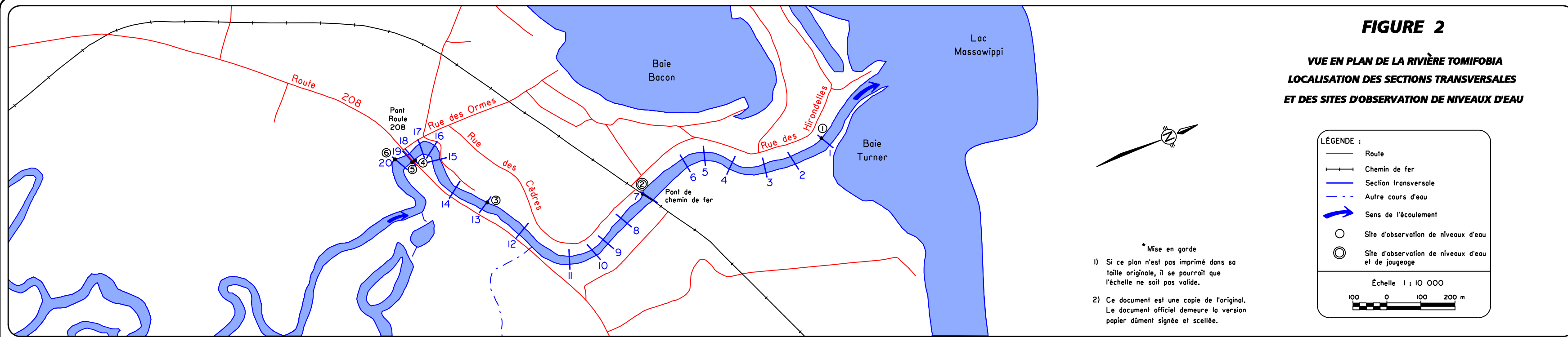
4.3.5 Cotes de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans

Une fois le calage du modèle terminé, les coefficients de rugosité ont été maintenus pour la simulation des débits de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans. Les conditions limites aval pour ces débits sont indiquées au tableau 8.

Les résultats obtenus à la suite de la simulation des débits de crues sont présentés au tableau 10 de la page suivante ainsi qu'à l'annexe 3. Les profils des plans d'eau apparaissent à la figure 3, tandis que la géométrie des sections est présentée à l'annexe 4.

**Tableau 10 : Cotes de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans -
Rivière Tomifobia à Hatley**

Section	2 ans (m)	20 ans (m)	100 ans (m)
1	161,59	162,20	162,58
2	161,59	162,20	162,58
3	161,61	162,23	162,61
4	161,61	162,23	162,62
5	161,62	162,25	162,63
6	161,62	162,26	162,65
7	161,65	162,32	162,68
8	161,65	162,32	162,69
9	161,66	162,34	162,71
10	161,66	162,33	162,71
11	161,68	162,35	162,72
12	161,71	162,41	162,77
13	161,73	162,44	162,78
14	161,74	162,46	162,80
15	161,76	162,48	162,83
16	161,83	162,63	162,97
17	161,82	162,62	162,96
18	161,82	162,61	162,94
19	161,85	162,84	163,27
20	162,89	162,94	163,39



5 Conclusion

L'objectif de cette étude était d'établir les cotes de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans relatives à la rivière Tomifobia, à Hatley, dans le but de déterminer les zones inondables correspondantes. Elle visait également à évaluer les cotes de crues de récurrence de 2 ans.

En premier lieu, une étude hydrologique classique a été réalisée en utilisant 35 débits maximums annuels enregistrés à la station 030215 située sur la rivière Coaticook. En ajustant différentes lois aux valeurs observées, la loi Pearson type III (Méthode des moments) a finalement été retenue pour estimer les débits de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans à la station concernée. Ces débits ont ensuite été transposés au secteur à l'étude. Puis, un facteur de pointe de 1,22 a été appliqué aux débits de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans afin d'obtenir des débits de crues instantanés, les maximum annuels étant considérés jusque-là comme des moyennes journalières.

En second lieu, une étude hydraulique a été effectuée en vue de déterminer les cotes de crues recherchées. Pour ce faire, le logiciel de courbes de remous HEC-RAS version 2.2 a été utilisé. Différents relevés sur le terrain ont d'abord permis de modéliser le tronçon de rivière étudié. Certains paramètres du modèle ont ensuite été ajustés afin que les niveaux d'eau simulés soient représentatifs des niveaux d'eau mesurés lors des campagnes de mesures. L'étape du calage a alors été jugée satisfaisante.

Afin de procéder à la simulation des débits de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans, les conditions limites aval ont été déterminées. Puisque les niveaux de la rivière Tomifobia sont influencés par ceux du lac Massawippi, ces conditions doivent correspondre aux cotes de crues de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans de celui-ci. Pour déterminer ces cotes, une analyse statistique a été réalisée à partir d'un échantillon de 30 valeurs de niveaux maximums annuels enregistrées sur le lac à la station 030241. À la suite de l'ajustement de différentes lois aux valeurs observées, la loi Gumbel (Maximum de vraisemblance corrigé) a finalement été retenue pour estimer les niveaux de départ de récurrence de 2 ans, de 20 ans et de 100 ans. Une fois les conditions limites déterminées à l'aval du tronçon, les débits de crues ont été simulés.

6 Références citées

ANCTIL, François, Nicolas MARTEL et Van Diem HOANG (1998). « Analyse régionale des crues journalières de la province de Québec », *Revue canadienne de génie civil*, volume 25, n° 2, p. 360-369.

BOBÉE, Bernard, Vincent FORTIN, Luc PERREAULT et Hugues PERRON (1999). *Hyfran 1.0 (logiciel hydrologique : Chaire en hydrologie statistique CRNSG/Hydro-Québec*, INRS-Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, Québec.

COMMISSION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE SUR LA GESTION DES BARRAGES (1997). *Rapport de la Commission scientifique et technique sur la gestion des barrages*, Bibliothèque nationale du Canada.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS (1997). *HEC-RAS (River Analysis System): User's Manual*, Davis, California.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS (1998). *HEC-RAS (River Analysis System): Hydraulic Reference Manual*, Davis, California.

.

7 Glossaire

Affluent :	Cours d'eau qui se jette dans un autre.
Amont :	Direction opposée à l'écoulement d'un cours d'eau.
Aval :	Direction vers laquelle coule un cours d'eau.
Barrage à faible contenance :	Barrage d'une hauteur de 2 m ou plus qui n'est pas à forte contenance.
Barrage à forte contenance :	Barrage d'une hauteur de 1 m ou plus dont la capacité de retenue est supérieure à 1 000 000 m ³ ; barrage d'une hauteur de 2,5 m ou plus dont la capacité de retenue est supérieure à 30 000 m ³ ; barrage d'une hauteur de 7,5 m ou plus, sans égard à la capacité de retenue.
Bassin versant :	Territoire circonscrit par une ligne de partage des eaux et qui se draine dans un cours d'eau, un lac, un réservoir ou un autre plan d'eau.
Campagne de mesures :	Ensemble des relevés effectués dans un secteur à l'étude et pendant une période continue.
Carte topographique :	Carte représentant le relief d'un terrain ainsi que l'espace naturel et l'espace humanisé. Le relief est habituellement représenté par un ensemble de lignes appelées « courbes de niveau ». Ces dernières correspondent à une ligne reliant des points d'altitude égale par rapport au niveau moyen des mers (zéro géodésique). Sur les cartes topographiques, le relief peut être également représenté par une série de points d'altitudes connues appelés « points cotés ».
Coefficient de rugosité :	Nombre qui permet de représenter la rugosité des matériaux présents dans le lit et sur les berges d'une rivière. Ce nombre est utilisé notamment dans le calcul des vitesses d'écoulement.
Confluent :	Endroit où deux cours d'eau se joignent.
Cote de crue :	Élévation du niveau de l'eau pour un débit de crue donné.
Courbe de remous :	Profil longitudinal de la ligne d'eau d'une rivière.
Débit de crue :	Débit élevé causé par de fortes pluies ou la fonte des neiges.
Débit journalier maximum annuel :	À l'échelle d'une année, débit maximum obtenu au cours d'une journée. Ce débit est calculé en effectuant la moyenne de tous les débits enregistrés pendant une journée.
Débit maximum instantané :	Débit de crue maximal enregistré à un instant donné lors d'une journée de crue.

Délaissé de crue :	Trace laissée sur le rivage indiquant le niveau d'eau maximum atteint lors d'une crue. Cette trace peut être notamment une marque sur un arbre, une branche cassée ou encore un objet transporté par les eaux.
Embouchure :	Lieu où un cours d'eau se jette dans un autre cours d'eau, un lac, un réservoir ou la mer.
Échelle limnimétrique :	Échelle servant à mesurer les niveaux d'eau. Généralement, cette dernière est installée sur un pilier de pont, en bordure du cours d'eau ou encore à l'intérieur de la zone inondable.
Jauge à maxima :	Tube cylindrique perforé à la base qui contient une baguette de bois et du liège. Cet instrument permet de déterminer un niveau maximal instantané atteint lors d'une crue donnée. Lorsque l'eau monte, elle pénètre à l'intérieur de la jauge (par la base) pour atteindre un niveau maximal. Le liège monte alors également; lorsque le niveau de l'eau redescend, il laisse une trace sur la tige de bois.
Limnigraphe :	Appareil qui mesure le niveau de l'eau. Cet appareil se compose principalement d'un capteur indiquant les niveaux de l'eau et d'instruments d'enregistrement. Les débits sont transcrits de façon continue sur papier.
Petit barrage :	Barrage de plus de 1 m de hauteur et qui n'est pas de forte contenance ou de faible contenance.
Profil en long :	Graphique qui présente, pour un débit donné, l'allure du plan d'eau pour un tronçon de rivière et qui permet de mettre en évidence les paliers, ruptures de pente, secteurs de pente forte et secteurs de pente faible du tronçon de rivière à l'étude.
Récurrence :	Période de retour d'un événement égale à l'inverse de la probabilité que cet événement soit dépassé ou égalé chaque année (probabilité au dépassement). Par exemple, un débit dont la récurrence est de 100 ans est un débit dont la probabilité au dépassement est de 0,01 (1/100).
Relation niveau-débit :	Relation entre le niveau d'eau observé à une section d'écoulement et le débit correspondant. On l'appelle également « courbe de tarage ».
Relation niveau-niveau :	Graphique qui permet de mettre en relation le niveau mesuré à une section d'écoulement donnée par rapport au niveau mesuré à une autre section pour un même débit.
Section d'écoulement :	Coupe transversale et perpendiculaire à l'écoulement.
Site d'observation de niveaux d'eau :	Endroit précis sur le terrain où des instruments de mesure ou encore des repères sont installés afin de prendre des mesures de niveaux d'eau.
Station hydrométrique :	Ensemble des instruments nécessaires à la collecte, à l'enregistrement et à la retransmission des données hydrométriques (niveau ou débit).
Système de référence géodésique :	Ensemble de repères définissant la structure géométrique de la terre, indispensable à une localisation unique des éléments s'y trouvant.

Annexe 1

**Analyse statistique des débits maximums annuels enregistrés à la station 030215 -
Rivière Coaticook à Waterville**

1 Échantillon

1.1 Débits maximums journaliers considérés

Débit (m ³ s ⁻¹)	Date	Probabilité empirique	Code
<i>118,0</i>	<i>1959-11-29</i>	<i>0,6066</i>	<i>R</i>
128,0	1960-04-01	0,7273	
71,1	1961-02-27	0,1875	
98,8	1962-04-08	0,4716	
92,6	1963-04-22	0,2727	
139,0	1964-04-15	0,8409	
58,6	1965-09-25	0,0455	
92,9	1966-03-25	0,3011	
157,0	1967-04-03	0,9261	
97,7	1968-03-24	0,4432	
168,0	1969-04-11	0,9545	
147,0	1970-04-19	0,8977	
<i>70,5</i>	<i>1971-04-21</i>	<i>0,1801</i>	<i>R</i>
146,0	1972-05-05	0,8693	
92,9	1973-12-22	0,3295	
133,0	1974-04-05	0,7557	
111,0	1975-04-20	0,5568	
114,0	1976-08-11	0,5852	
96,3	1977-03-15	0,4148	
72,8	1978-04-14	0,2159	
118,0	1979-03-07	0,6420	
67,2	1980-11-25	0,1307	
<i>124,0</i>	<i>1981-10-29</i>	<i>0,6540</i>	<i>R</i>
184,0	1982-04-18	0,9830	
124,0	1983-12-14	0,6705	
136,0	1984-05-31	0,8125	
75,2	1985-03-29	0,2443	
92,9	1986-03-31	0,3580	
114,0	1987-04-01	0,6136	
54,3	1988-11-21	0,0170	
126,0	1989-03-29	0,6989	
93,6	1990-03-17	0,3864	
62,8	1991-04-10	0,0739	
104,0	1992-03-12	0,5000	
<i>108,0</i>	<i>1993-04-11</i>	<i>0,4882</i>	<i>R</i>
<i>152,0</i>	<i>1994-04-17</i>	<i>0,8910</i>	<i>R</i>
67,5	1995-11-13	0,1591	
<i>170,0</i>	<i>1996-01-20</i>	<i>0,9621</i>	<i>R</i>
62,8	1997-12-02	0,1023	P
<i>50,0</i>	<i>1998-01-08</i>	<i>0,0142</i>	<i>P</i>
108,0	1999-09-18	0,5284	
134,0	2000-12-18	0,7841	

R : Refoulement

P : Préliminaire

* Les données en italique n'ont pas été utilisées dans l'analyse statistique.

1.2 Statistiques de base sur l'échantillon

	Données actives	Toutes les données
Nombre d'observations	35	42
Minimum	54,3 m ³ s ⁻¹	50,0 m ³ s ⁻¹
Maximum	184,0 m ³ s ⁻¹	184,0 m ³ s ⁻¹
Moyenne	106,9 m ³ s ⁻¹	107,9 m ³ s ⁻¹
Écart-type	32,9 m ³ s ⁻¹	34,1 m ³ s ⁻¹
Médiane	104,0 m ³ s ⁻¹	108,2 m ³ s ⁻¹
Coefficient de variation (Cv)	0,3076	0,3160
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0,3237	0,2163
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2,2840	2,1810

1.3 Tests statistiques

• Test d'indépendance (Wald-Wolfowitz)

Hypothèses

H0 : Les observations sont indépendantes.

H1 : Les observations sont dépendantes (autocorrélation d'ordre 1).

Résultats

Valeur de la statistique $|U| = 0,0069$

p-value $p = 0,9945$

Conclusion

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %.

• Test de stationnarité (Kendall)

Hypothèses

H0 : Il n'y a aucune tendance dans les observations.

H1 : Il y a une tendance dans les observations.

Résultats

Valeur de la statistique $|K| = 1,0370$

p-value $p = 0,2999$

Conclusion

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %.

• Test d'homogénéité à l'échelle annuelle (Wilcoxon)

Hypothèses

H0 : Les moyennes des deux sous-échantillons sont égales.

H1 : Les moyennes des deux sous-échantillons sont différentes.

Résultats

Valeur de la statistique $|W| = N/D$

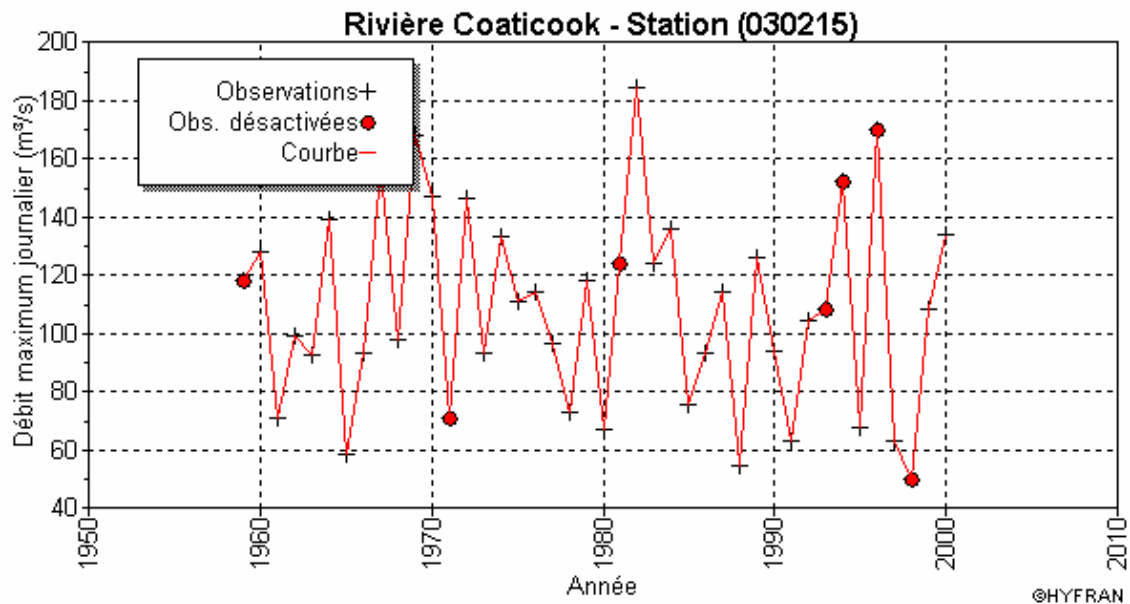
p-value $p = N/D$

Conclusion

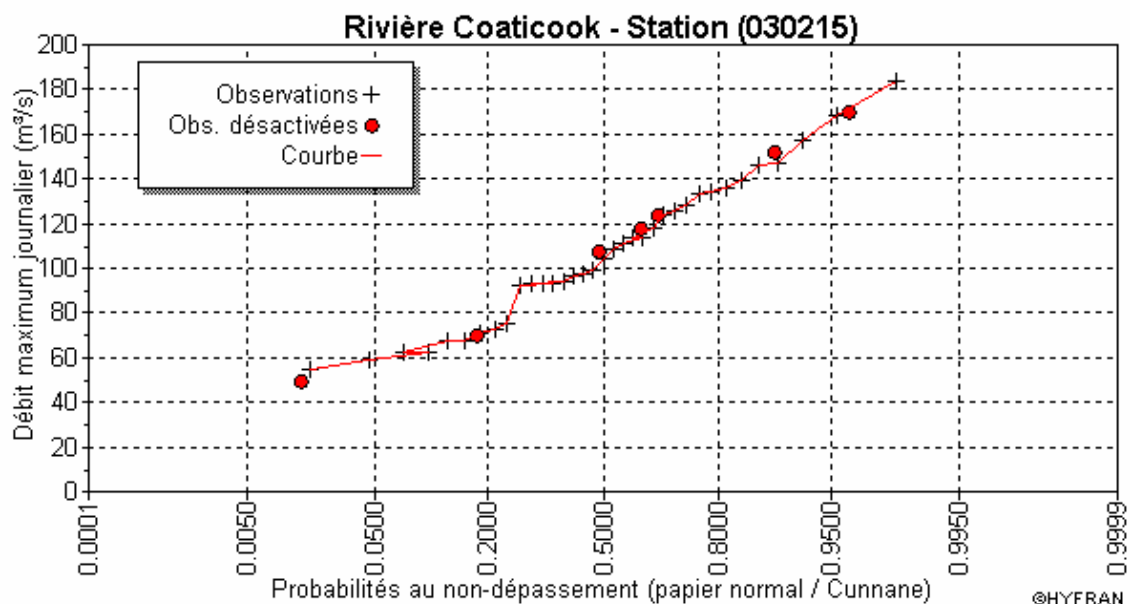
Il faut diviser l'échantillon en deux sous-groupes avant d'appliquer le test de Wilcoxon.

1.4 Représentations graphiques de l'échantillon

Débits maximums annuels ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) en fonction de la chronologie



Débits maximums annuels ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) en fonction des probabilités au non-dépassement



2 Loi d'ajustement

2.1 Loi d'ajustement Pearson type III (Méthode des moments)

- Résultats de l'ajustement

Nombre d'observations : 35

Paramètres

alpha 0,1879
lambda 38,1711
m -96,2829

Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	X	Écart-type	Intervalle de confiance (95 %)	
10 000	0,9999	252,5	42,1	170,0	- 335,1
2000	0,9995	232,8	33,4	167,3	- 298,3
1000	0,9990	223,8	29,8	165,5	- 282,2
200	0,9950	201,6	21,6	159,3	- 243,9
100	0,9900	191,1	18,2	155,4	- 226,8
50	0,9800	180,0	15,0	150,5	- 209,5
20	0,9500	163,8	11,2	141,9	- 185,8
10	0,9000	150,0	8,8	132,8	- 167,2
5	0,8000	133,9	7,0	120,1	- 147,8
3	0,6667	119,8	6,3	107,5	- 132,2
2	0,5000	105,1	6,0	93,3	- 117,0
1,4286	0,3000	88,5	5,9	76,9	- 100,0
1,2500	0,2000	78,8	5,9	67,2	- 90,5
1,1111	0,1000	66,0	6,6	53,2	- 78,8
1,0526	0,0500	55,9	7,8	40,6	- 71,2
1,0204	0,0200	45,1	10,3	25,0	- 65,2
1,0101	0,0100	38,3	12,5	13,8	- 62,7
1,0050	0,0050	32,2	14,9	3,0	- 61,4
1,0010	0,0010	20,5	20,8	-20,4	- 61,4
1,0005	0,0005	16,2	23,5	N/D	- N/D
1,0001	0,0001	7,3	29,5	N/D	- N/D

- **Test d'adéquation (Khi carré)**

Hypothèses

H0 : L'échantillon provient d'une loi Pearson type III.

H1 : L'échantillon ne provient pas d'une loi Pearson type III.

Résultats

Résultat de la statistique : $\chi^2 = 1,34$

p-value : $p = 0,8541$

Degrés de liberté : 4

Nombre de classes : 8

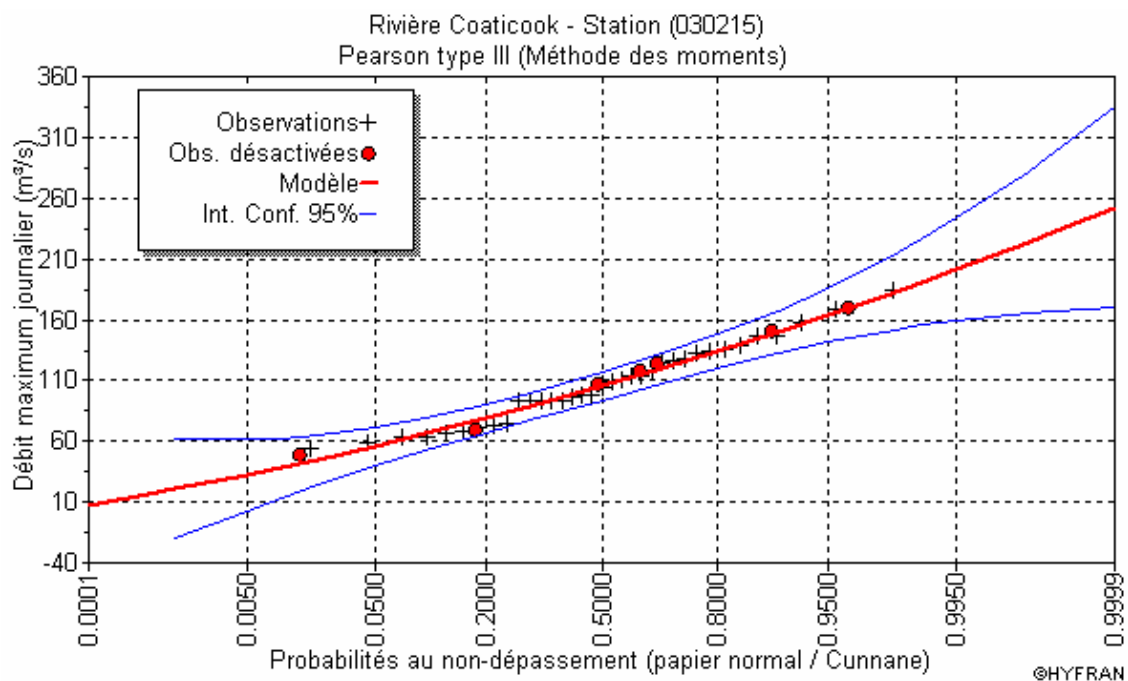
Conclusion

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %.

- **Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon**

	Caractéristiques de la loi	Caractéristiques de l'échantillon
Minimum	-96,3 m ³ s ⁻¹	54,3 m ³ s ⁻¹
Maximum	Aucun	184,0 m ³ s ⁻¹
Moyenne	106,9 m ³ s ⁻¹	106,9 m ³ s ⁻¹
Écart-type	32,9 m ³ s ⁻¹	32,9 m ³ s ⁻¹
Médiane	105,1 m ³ s ⁻¹	104,0 m ³ s ⁻¹
Coefficient de variation (Cv)	0,3077	0,3077
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0,3237	0,3237
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3,1572	2,2840

- **Graphique de l'ajustement**



2.2 Loi d'ajustement Gumbel (Maximum de vraisemblance)

- Résultats de l'ajustement

Nombre d'observations : 35

Paramètres

alpha 90,8976

u 28,7696

Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	X	Écart-type	Intervalle de confiance (95 %)	
10 000	0,9999	355,9	37,6	282,2	- 429,6
2000	0,9995	309,6	31,4	248,0	- 371,1
1000	0,9990	289,6	28,7	233,3	- 346,0
200	0,9950	243,3	22,6	198,9	- 287,6
100	0,9900	223,2	20,0	184,1	- 262,4
50	0,9800	203,2	17,4	169,1	- 237,2
20	0,9500	176,4	13,9	149,0	- 203,7
10	0,9000	155,6	11,4	133,4	- 177,9
5	0,8000	134,1	8,8	116,8	- 151,3
3	0,6667	116,9	7,0	103,2	- 130,6
2	0,5000	101,4	5,7	90,3	- 112,6
1,4286	0,3000	85,6	4,9	75,9	- 95,2
1,2500	0,2000	77,2	4,9	67,7	- 86,8
1,1111	0,1000	66,9	5,2	56,8	- 77,0
1,0526	0,0500	59,3	5,6	48,4	- 70,3
1,0204	0,0200	51,7	6,1	39,6	- 63,7
1,0101	0,0100	47,0	6,6	34,1	- 59,8
1,0050	0,0050	42,9	6,9	29,4	- 56,5
1,0010	0,0010	35,3	7,7	20,2	- 50,4
1,0005	0,0005	32,5	8,0	16,9	- 48,2
1,0001	0,0001	27,0	8,6	10,2	- 43,9

- **Test d'adéquation (Khi carré)**

Hypothèses

H0 : L'échantillon provient d'une loi Gumbel.

H1 : L'échantillon ne provient pas d'une loi Gumbel.

Résultats

Résultat de la statistique : $X^2 = 10,94$

p-value : $p = 0,0525$

Degrés de liberté : 5

Nombre de classes : 8

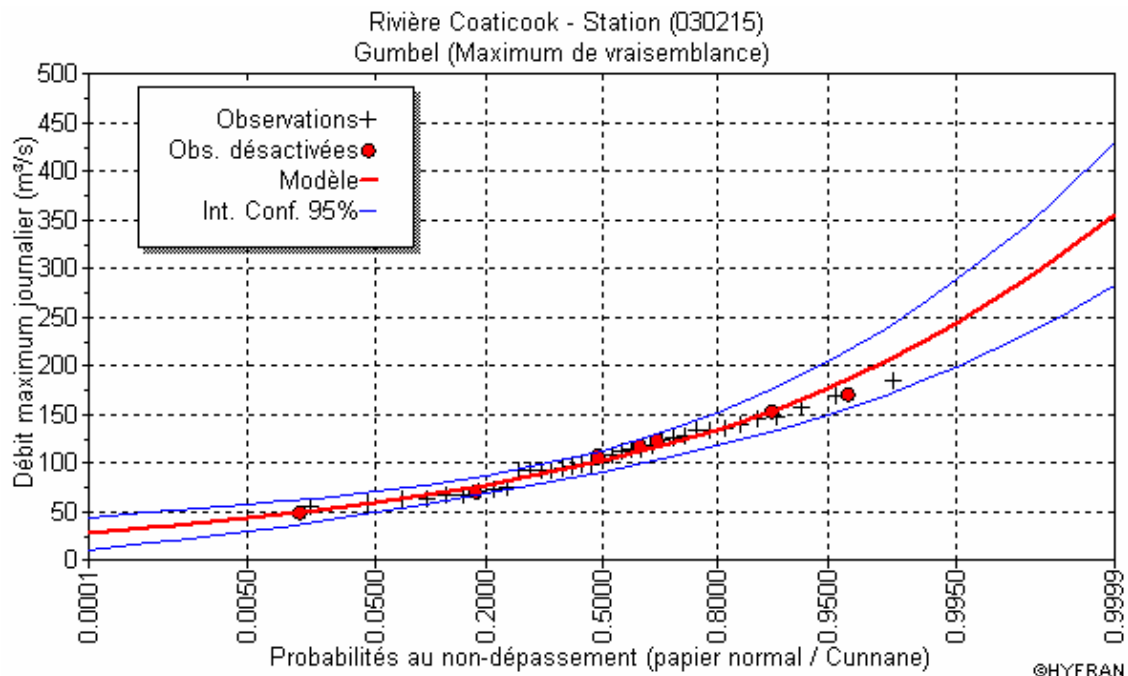
Conclusion

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %.

- **Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon**

	Caractéristiques de la loi	Caractéristiques de l'échantillon
Minimum	Aucun	54,3 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
Maximum	Aucun	184,0 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
Moyenne	107,5 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	106,9 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
Écart-type	36,9 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	32,9 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
Médiane	101,4 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	104,0 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
Coefficient de variation (Cv)	0,3432	0,3077
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1,1395	0,3237
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2,4000	2,2840

- **Graphique de l'ajustement**



2.3 Loi d'ajustement Log-Pearson type III (Méthode des moments (BOB))

- Résultats de l'ajustement

Nombre d'observations : 35

Paramètres

alpha -24,2173
m 11,6237
nu 2,4875

Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	X	Écart-type	Intervalle de confiance (95 %)		
10 000	0,9999	230,9	42,9	N/D	-	N/D
2000	0,9995	218,6	33,4	N/D	-	N/D
1000	0,9990	212,6	29,4	N/D	-	N/D
200	0,9950	196,1	20,4	156,2	-	236,1
100	0,9900	187,7	16,8	154,7	-	220,7
50	0,9800	178,2	13,6	151,6	-	204,9
20	0,9500	163,6	10,2	143,7	-	183,5
10	0,9000	150,3	8,4	134,0	-	166,7
5	0,8000	134,3	7,2	120,2	-	148,5
3	0,6667	119,8	6,5	107,0	-	132,6
2	0,5000	105,0	6,0	93,1	-	116,8
1,4286	0,3000	88,1	5,7	76,9	-	99,2
1,2500	0,2000	78,5	5,8	67,1	-	89,8
1,1111	0,1000	66,2	6,3	53,8	-	78,5
1,0526	0,0500	56,9	6,9	43,3	-	70,4
1,0204	0,0200	47,5	7,7	32,4	-	62,5
1,0101	0,0100	41,8	8,1	25,9	-	57,7
1,0050	0,0050	37,0	8,4	20,5	-	53,5
1,0010	0,0010	28,4	8,8	11,2	-	45,6
1,0005	0,0005	25,5	8,8	8,3	-	42,7
1,0001	0,0001	20,0	8,6	3,2	-	36,8

- **Test d'adéquation (Khi carré)**

Hypothèses

H0 : L'échantillon provient d'une loi Log-Pearson type III.

H1 : L'échantillon ne provient pas d'une loi Log-Pearson type III.

Résultats

Résultat de la statistique : $X^2 = 1,34$

p-value : $p = 0,8541$

Degrés de liberté : 4

Nombre de classes : 18

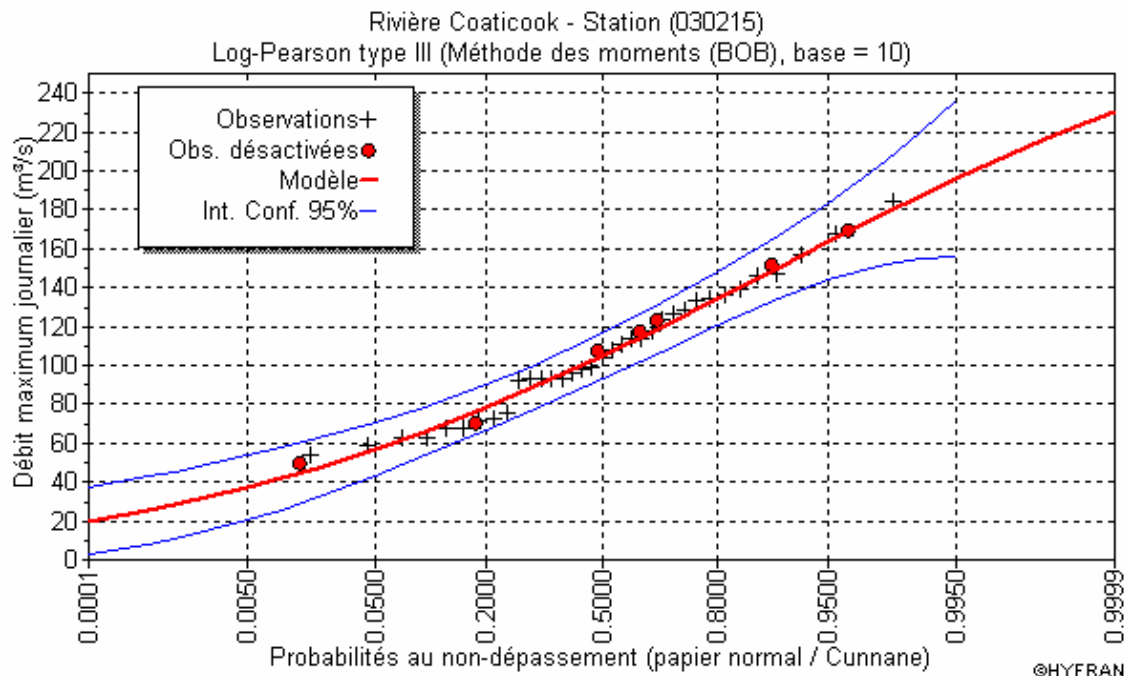
Conclusion

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %.

- **Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon**

	Caractéristiques de la loi	Caractéristiques de l'échantillon
Minimum	Aucun	Aucun
Maximum	307,2 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	307,2 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
Moyenne	106,9 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	106,9 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
Écart-type	32,4 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	32,4 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
Médiane	105,0 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	105,0 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
Coefficient de variation (Cv)	0,3032	0,3032
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0,3097	0,3097
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2,8692	2,8692

- **Graphique de l'ajustement**



2.4 Loi d'ajustement GEV (Méthode des moments)

• Résultats de l'ajustement

Nombre d'observations : 35

Paramètres

alpha 30,8173
lambda 0,1803
m 93,8424

Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	X	Écart-type	Intervalle de confiance (95 %)		
10 000	0,9999	232,3	41,8	N/D	-	N/D
2000	0,9995	221,4	33,3	N/D	-	N/D
1000	0,9990	215,6	29,5	N/D	-	N/D
200	0,9950	199,0	20,8	158,3	-	239,7
100	0,9900	190,2	17,2	156,5	-	223,9
50	0,9800	180,2	14,0	152,8	-	207,5
20	0,9500	164,7	10,4	144,3	-	185,1
10	0,9000	150,9	8,5	134,2	-	167,5
5	0,8000	134,3	7,2	120,2	-	148,5
3	0,6667	119,5	6,5	106,7	-	132,4
2	0,5000	104,8	6,0	93,0	-	116,6
1,4286	0,3000	88,0	5,7	76,9	-	99,1
1,2500	0,2000	78,5	5,7	67,3	-	89,8
1,1111	0,1000	66,1	6,4	53,6	-	78,6
1,0526	0,0500	56,5	7,4	41,9	-	71,0
1,0204	0,0200	46,2	8,9	28,7	-	63,7
1,0101	0,0100	39,7	10,1	19,8	-	59,6
1,0050	0,0050	33,9	11,3	11,7	-	56,2
1,0010	0,0010	22,6	14,0	-4,7	-	50,0
1,0005	0,0005	18,4	15,1	-11,2	-	48,0
1,0001	0,0001	9,7	17,5	-24,6	-	44,0

- **Test d'adéquation (Khi carré)**

Hypothèses

H0 : L'échantillon provient d'une loi GEV.

H1 : L'échantillon ne provient pas d'une loi GEV.

Résultats

Résultat de la statistique : $X^2 = 1,34$

p-value : $p = 0,8541$

Degrés de liberté : 4

Nombre de classes : 8

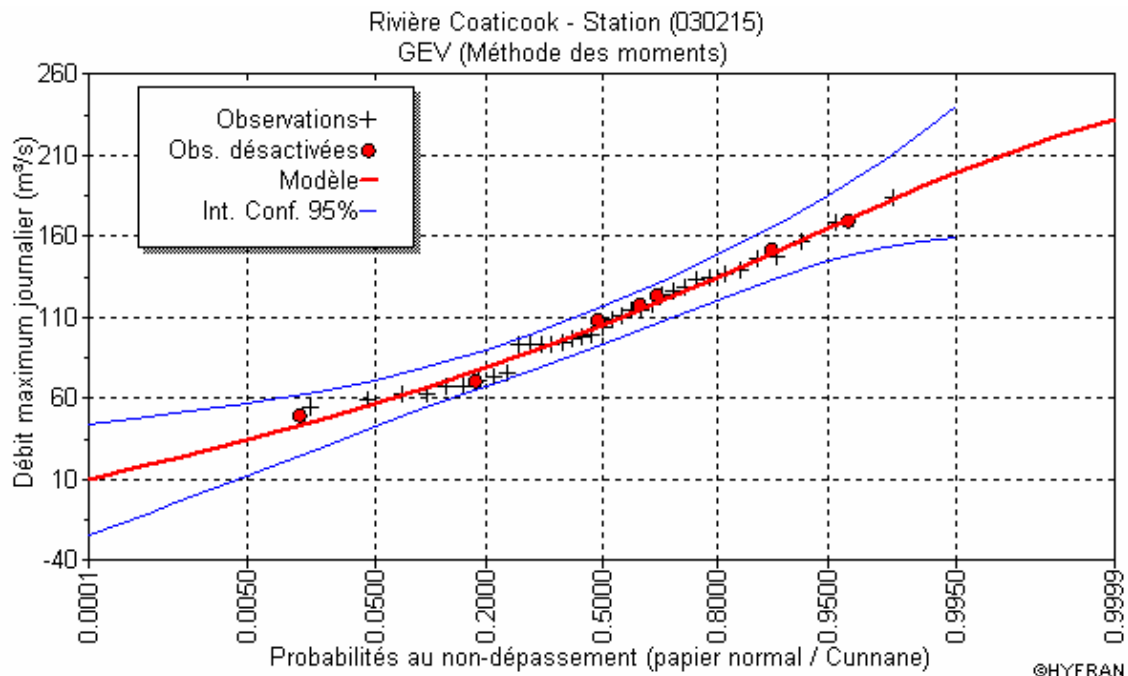
Conclusion

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %.

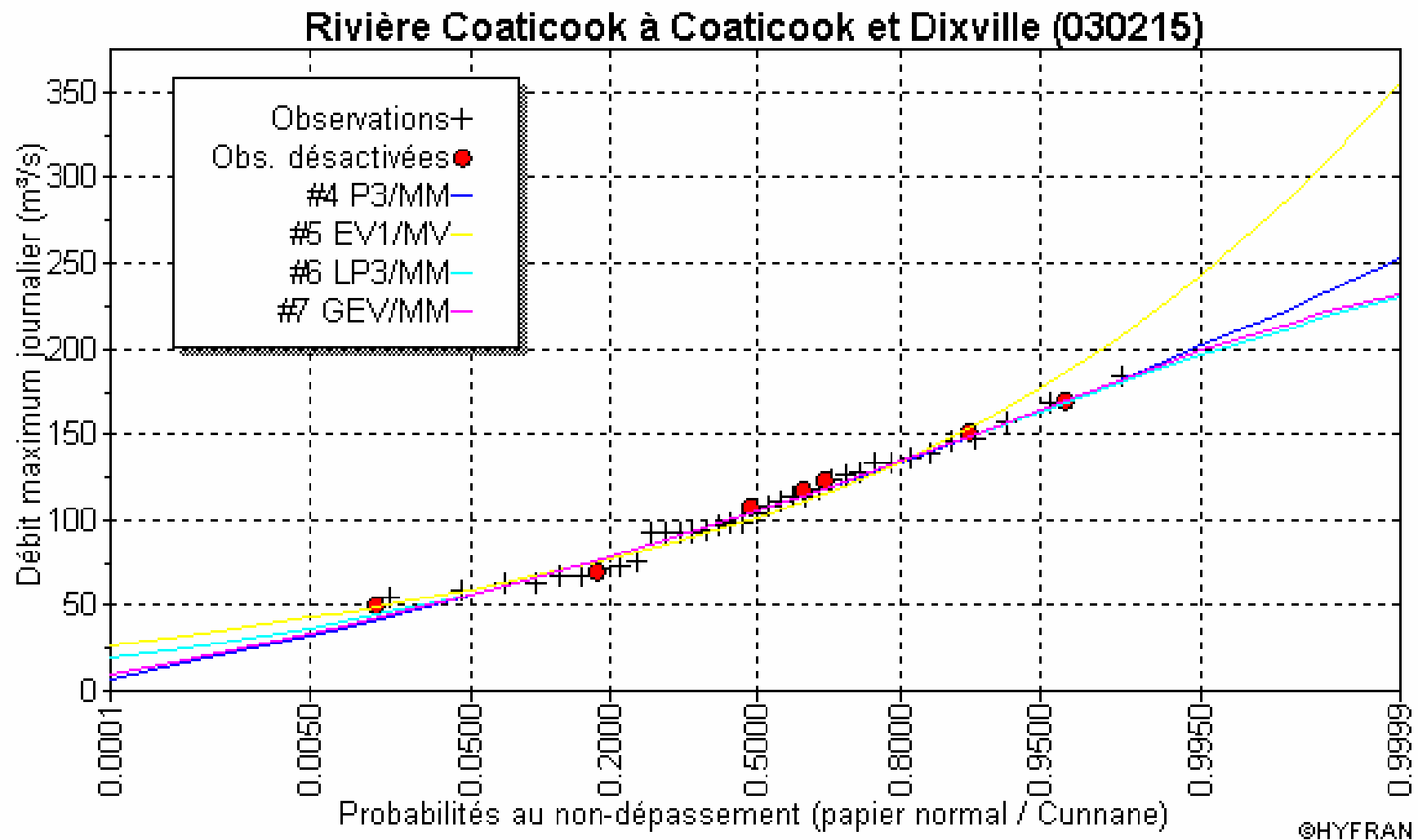
- **Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon**

	Caractéristiques de la loi	Caractéristiques de l'échantillon
Minimum	Aucun	54,3 m ³ s ⁻¹
Maximum	264,8 m ³ s ⁻¹	184,0 m ³ s ⁻¹
Moyenne	106,9 m ³ s ⁻¹	106,9 m ³ s ⁻¹
Écart-type	32,9 m ³ s ⁻¹	32,9 m ³ s ⁻¹
Médiane	104,8 m ³ s ⁻¹	104,0 m ³ s ⁻¹
Coefficient de variation (Cv)	0,3077	0,3077
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0,3237	0,3237
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2,9647	2,2840

- **Graphique de l'ajustement**



2.5 Comparaison des lois d'ajustement



Annexe 2

**Analyse statistique des niveaux maximums annuels enregistrés à la station 030241 -
Lac Massawippi, à North Hatley**

1 Échantillon

1.1 Niveaux maximums journaliers considérés

Niveau (m)	Date	Probabilité empirique	Code
161,65	1966-03-29	0,5497	
161,63	1967-04-06	0,4503	
161,63	1968-03-25	0,4834	
161,92	1969-04-18	0,8808	
162,08	1970-04-20	0,9139	
161,60	1971-04-26	0,3841	
161,89	1972-05-07	0,8477	
161,77	1973-03-18	0,7483	
161,72	1974-04-06	0,6821	
161,60	1975-04-21	0,4172	
161,77	1976-03-29	0,7815	
161,52	1977-03-18	0,3179	
161,66	1978-04-22	0,6159	
161,54	1979-03-27	0,3510	
160,93	1980-04-15	0,0199	
161,36	1981-10-30	0,1523	
<i>161,64</i>	<i>1982-04-24</i>	<i>0,5497</i>	<i>R</i>
161,47	1983-05-05	0,2517	
161,47	1984-06-02	0,2848	
161,27	1985-04-08	0,0861	
161,86	1986-04-01	0,8146	
161,75	1987-04-02	0,7152	
161,26	1988-04-06	0,0530	
161,63	1989-04-08	0,5166	
161,44	1990-03-19	0,2185	
161,35	1991-04-11	0,1192	
<i>161,32</i>	<i>1992-04-22</i>	<i>0,1386</i>	<i>R</i>
161,65	1993-04-12	0,5828	
162,40	1994-04-18	0,9801	
<i>161,29</i>	<i>1995-03-22</i>	<i>0,1084</i>	<i>R</i>
161,71	1996-04-28	0,6490	
161,41	1997-04-09	0,1854	
162,26	1998-04-02	0,9470	P

R : Refoulement

P : Préliminaire

* Les données en italique n'ont pas été utilisées dans l'analyse statistique.

1.2 Statistiques de base sur l'échantillon

	Données actives	Toutes les données
Nombre d'observations	30	33
Minimum	160,93 m	160,93 m
Maximum	162,40 m	162,40 m
Moyenne	161,64 m	161,62
Écart-type	0,29 m	0,29 m
Médiane	161,63 m	161,63 m
Coefficient de variation (Cv)	0,0018	0,0018
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0,3940	0,4861
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3,7047	3,6929

1.3 Tests statistiques

• Test d'indépendance (Wald-Wolfowitz)

Hypothèses

H0 : Les observations sont indépendantes.

H1 : Les observations sont dépendantes (autocorrélation d'ordre 1).

Résultats

Valeur de la statistique $|U| = 1,0881$

p-value $p = 0,2765$

Conclusion

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %.

• Test de stationarité (Kendall)

Hypothèses

H0 : Il n'y a aucune tendance dans les observations.

H1 : Il y a une tendance dans les observations.

Résultats

Valeur de la statistique $|K| = 1,2667$

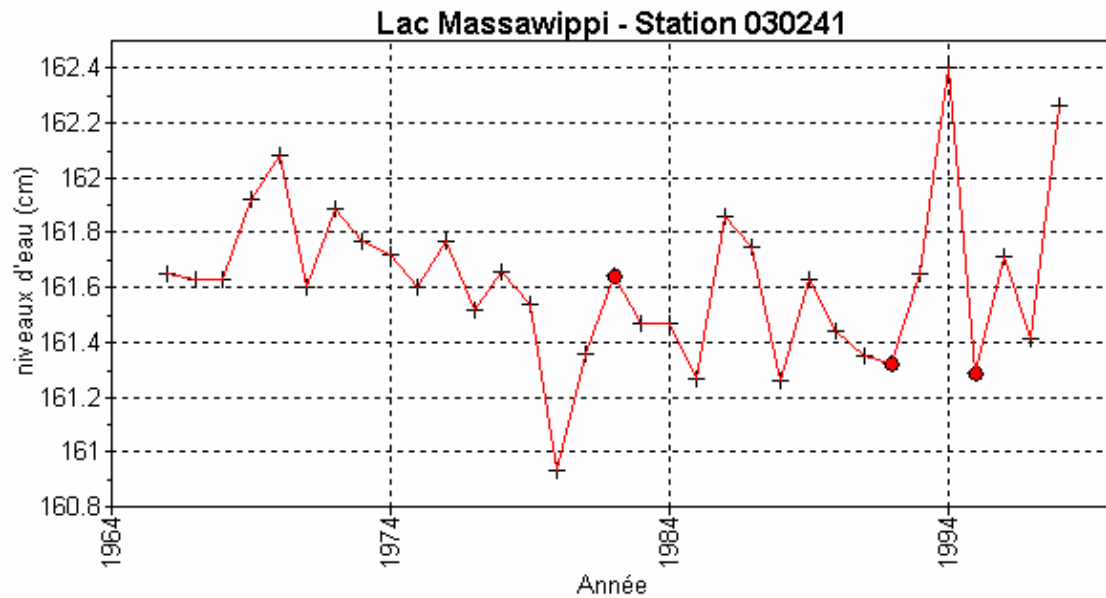
p-value $p = 0,2052$

Conclusion

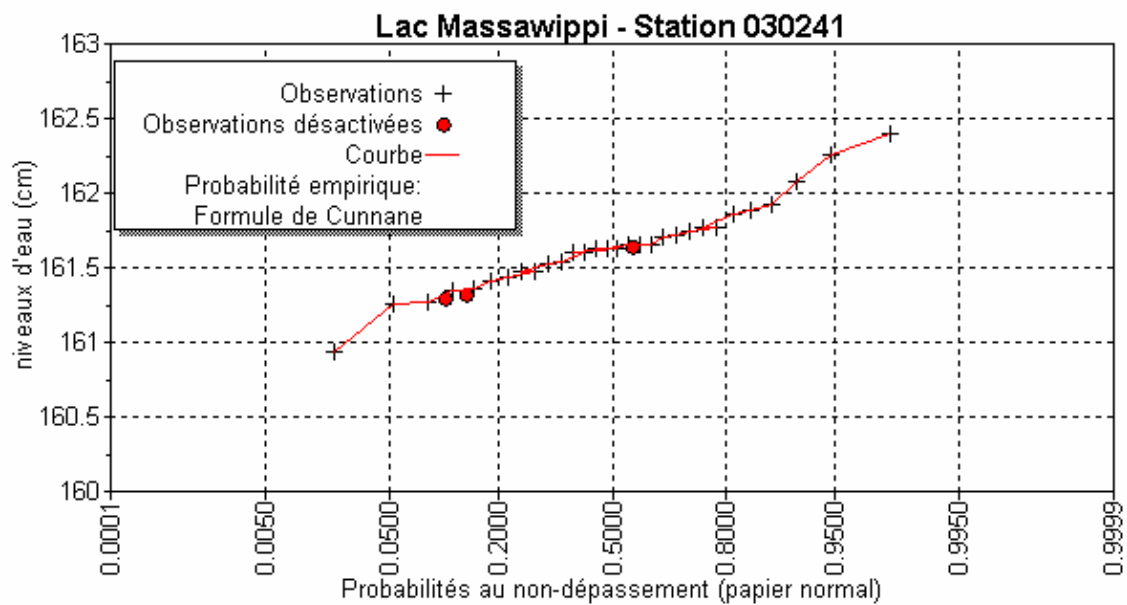
Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %.

1.4 Représentations graphiques de l'échantillon

Niveaux maximums annuels (m) en fonction de la chronologie



Niveaux maximums annuels (m) en fonction des probabilités au non-dépassement



2 Loi d'ajustement

2.1 Loi d'ajustement Gumbel (Méthode des moments pondérés)

- Résultats de l'ajustement

Nombre d'observations : 30

Paramètres

alpha 0,2336
u 161,5051

Quantiles

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	X	Écart-type	Intervalle de confiance (95 %)
10 000	0,9999	163,66	0,3497	162,97 - 164,34
2000	0,9995	163,28	0,2879	162,72 - 163,65
1000	0,9990	163,12	0,2613	162,61 - 163,63
200	0,9950	162,74	0,2000	162,35 - 163,13
100	0,9900	162,58	0,1738	162,24 - 162,92
50	0,9800	162,42	0,1478	162,13 - 162,71
20	0,9500	162,20	0,1138	161,98 - 162,42
10	0,9000	162,03	0,0887	161,86 - 162,20
5	0,8000	161,86	0,0651	161,73 - 161,98
3	0,6667	161,72	0,0505	161,62 - 161,82
2	0,5000	161,59	0,0442	161,50 - 161,68
1,4286	0,3000	161,46	0,0473	161,37 - 161,55
1,2500	0,2000	161,39	0,0525	161,29 - 161,50
1,1111	0,1000	161,31	0,0612	161,19 - 161,43
1,0526	0,0500	161,25	0,0686	161,11 - 161,38
1,0204	0,0200	161,19	0,0769	161,04 - 161,34
1,0101	0,0100	161,15	0,0821	160,99 - 161,31
1,0050	0,0050	161,12	0,0868	160,95 - 161,29
1,0010	0,0010	161,05	0,0958	160,87 - 161,24
1,0005	0,0005	161,03	0,0991	160,84 - 161,23
1,0001	0,0001	160,99	0,1058	160,78 - 161,19

- **Test d'adéquation**

Hypothèses

H0 : L'échantillon provient d'une loi Gumbel.

H1 : L'échantillon ne provient pas d'une loi Gumbel.

Résultats

Résultat de la statistique : $X^2 = 1,73$

p-value : $p = 0,7847$

Degrés de liberté : 4

Nombre de classes : 7

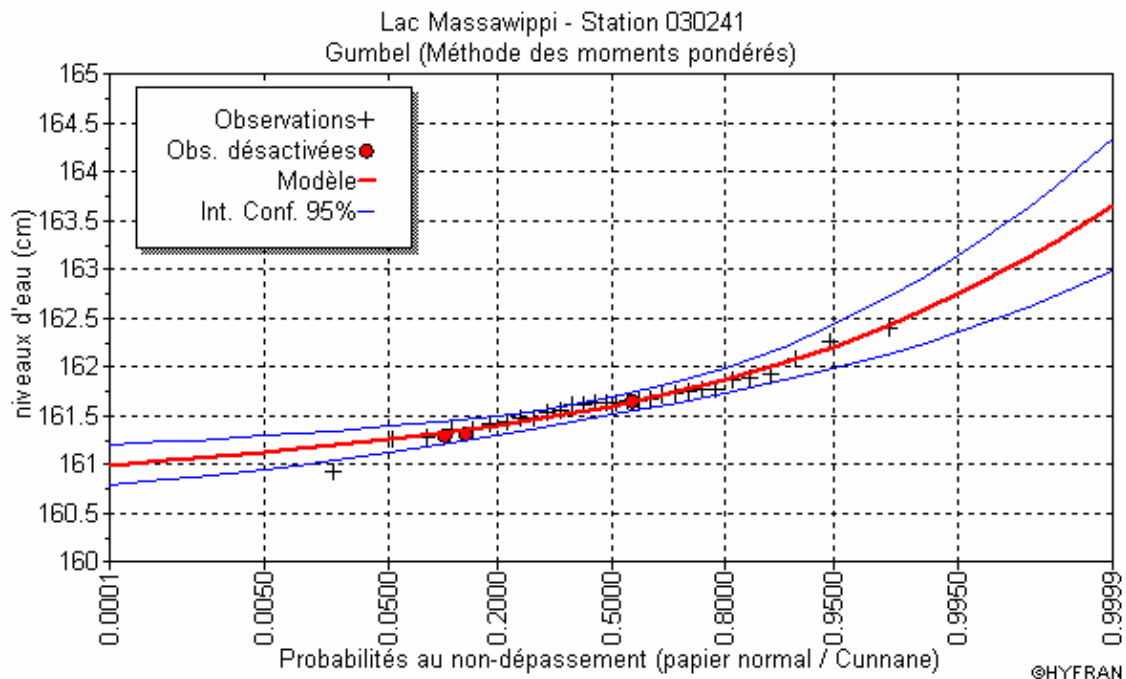
Conclusion

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %.

- **Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon**

	Caractéristiques de la loi	Caractéristiques de l'échantillon
Minimum	Aucun	160,93 m
Maximum	Aucun	162,40 m
Moyenne	161,64 m	161,64 m
Écart-type	0,2996 m	0,2953 m
Médiane	161,59	161,63 m
Coefficient de variation (Cv)	0,0019	0,0018
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1,1395	0,3940
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2,4000	3,7047

- **Graphique de l'ajustement**



2.2 Loi d'ajustement Log Pearson type III (WCR)

• Résultats de l'ajustement

Nombre d'observations : 30

Paramètres

alpha	6532,38
lambda	26,848
m	2,4875

Quantiles

$q = F(X)$ (probabilité au non-dépassement)

$T = 1/(1-q)$

T	q	X	Écart-type	Intervalle de confiance (95 %)
10 000	0,9999	162,99	0,4332	N/D - N/D
2000	0,9995	162,81	0,3430	N/D - N/D
1000	0,9990	162,72	0,3051	N/D - N/D
200	0,9950	162,51	0,2201	156,2 - 236,1
100	0,9900	162,41	0,1853	154,7 - 220,7
50	0,9800	162,31	0,1523	151,6 - 204,9
20	0,9500	162,16	0,1125	143,7 - 183,5
10	0,9000	162,03	0,0874	134,0 - 166,7
5	0,8000	161,88	0,0694	120,2 - 148,5
3	0,6667	161,75	0,0619	107,0 - 132,6
2	0,5000	161,62	0,0588	93,1 - 116,8
1,4286	0,3000	161,47	0,0566	76,9 - 99,2
1,2500	0,2000	161,39	0,0565	67,1 - 89,8
1,1111	0,1000	161,28	0,0615	53,8 - 78,5
1,0526	0,0500	161,19	0,0735	43,3 - 70,4
1,0204	0,0200	161,10	0,0972	32,4 - 62,5
1,0101	0,0100	161,04	0,1186	25,9 - 57,7
1,0050	0,0050	160,99	0,1415	20,5 - 53,5
1,0010	0,0010	160,89	0,1972	11,2 - 45,6
1,0005	0,0005	160,86	0,2213	8,3 - 42,7
1,0001	0,0001	160,79	0,2765	3,2 - 36,8

- **Test d'adéquation (Khi carré)**

Hypothèses

H0 : L'échantillon provient d'une loi Log-Pearson type III.

H1 : L'échantillon ne provient pas d'une loi Log-Pearson type III.

Résultats

Résultat de la statistique : $X^2 = 4,53$

p-value : $p = 0,2093$

Degrés de liberté : 3

Nombre de classes : 7

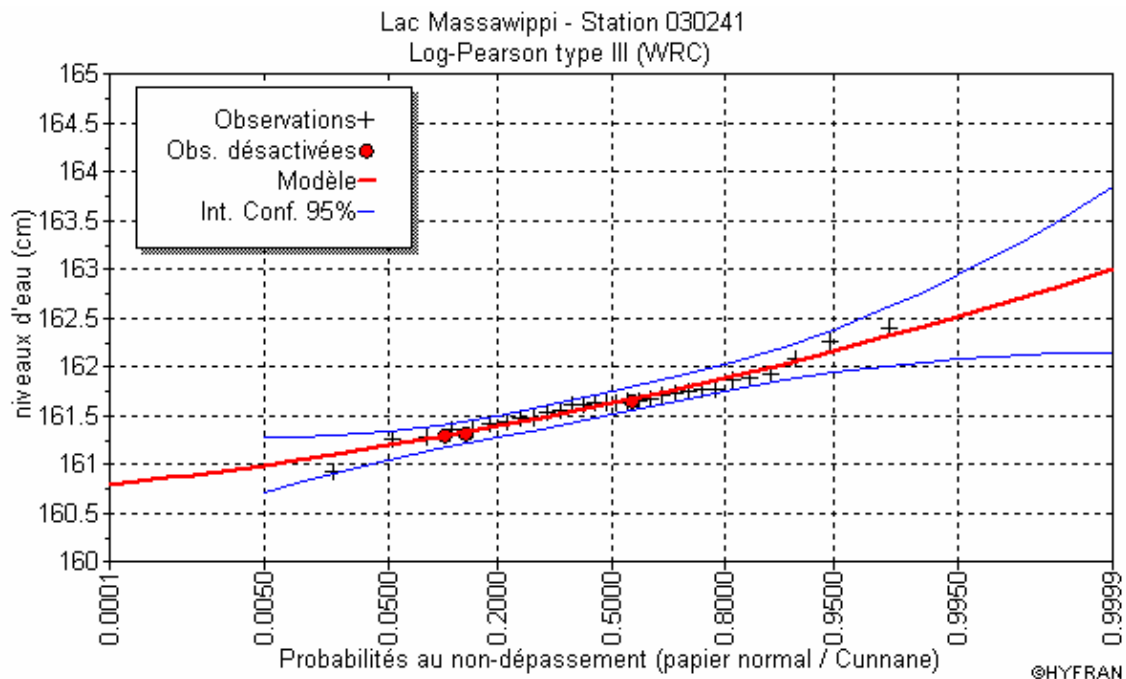
Conclusion

Nous pouvons accepter H0 au niveau de signification de 5 %.

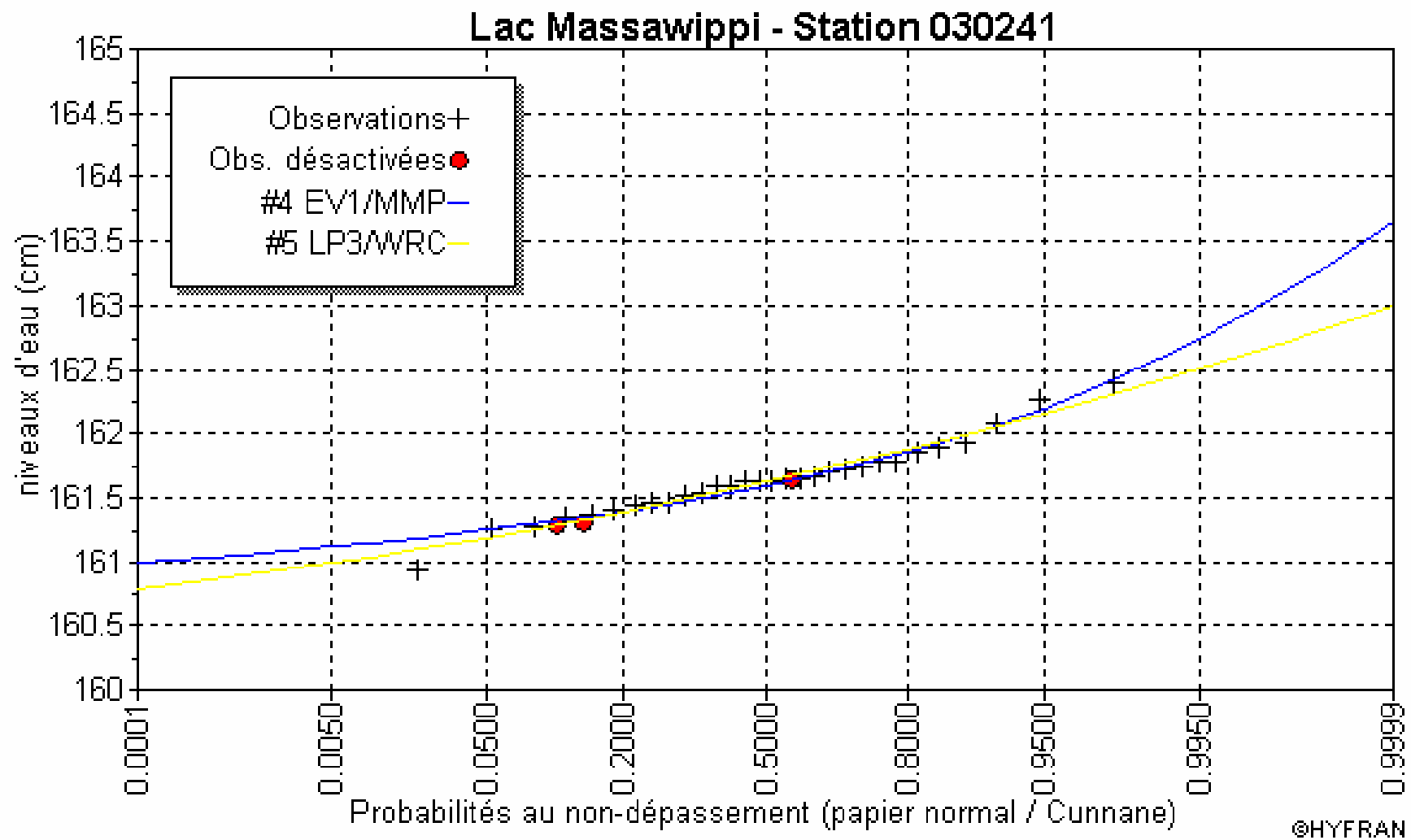
- **Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon**

	Caractéristiques de la loi	Caractéristiques de l'échantillon
Minimum	160,12 m	160,93 m
Maximum	Aucun	162,40 m
Moyenne	161,64 m	161,64 m
Écart-type	0,30 m	0,30 m
Médiane	161,62 m	161,63 m
Coefficient de variation (Cv)	0,0018	0,0018
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0,3917	0,3940
Coefficient d'aplatissement (Ck)	3,2324	3,7047

- **Graphique de l'ajustement**



2.3 Comparaison des lois d'ajustement



Annexe 3

Tableau des résultats

LÉGENDE DU TABLEAU DES RÉSULTATS

River Stat. :	Numéro de la section transversale
Q total :	Débit simulé
Min Ch El :	Cote inférieure de chacune des sections
W.S. Elev :	Cote de niveau d'eau correspondant au débit simulé à la section correspondante
E.G. Slope :	Pente de la ligne d'énergie
Crit W.S. :	Hauteur d'eau critique
Vel Left :	Vitesse moyenne sur la rive gauche
Vel Chnl :	Vitesse moyenne au centre de la section
Vel Right :	Vitesse moyenne sur la rive droite
Mann Wtd Left :	Coefficient de Manning sur la rive gauche
Mann Wtd Chnl :	Coefficient de Manning sur le lit de la rivière
Mann Wtd Right :	Coefficient de Manning sur la rive droite
Froude # Chl :	Nombre de Froude

Rivière Tomifobia
Municipalité de Hatley

River Stat.	Profile	Q Total (m ³ s ⁻¹)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Slope (m m ⁻¹)	Crit W.S. (m)	Vel Left (m s ⁻¹)	Vel Chnl (m s ⁻¹)	Vel Right (m s ⁻¹)	Mann Wtd Left	Mann Wtd Chnl	Mann Wtd Right	Froude # Chl
1	1991-04-11	32,0	157,58	161,37	0,000011	158,56	0,03	0,33	0,02	0,05	0,02	0,05	0,06
1	1994-04-19	46,1	157,58	162,18	0,000009	158,73	0,04	0,35	0,05	0,05	0,02	0,05	0,06
1	2001-04-14	79,3	157,58	161,49	0,000056	159,03	0,06	0,78	0,06	0,05	0,02	0,05	0,14
1	2001-04-24	69,3	157,58	161,81	0,000030	158,95	0,06	0,61	0,07	0,05	0,02	0,05	0,10
1	2001-04-25	62,1	157,58	161,84	0,000023	158,88	0,05	0,54	0,06	0,05	0,02	0,05	0,09
1	2 ans	88,7	157,58	161,59	0,000063	159,11	0,07	0,84	0,07	0,05	0,02	0,05	0,15
1	20 ans	168,6	157,58	162,20	0,000117	159,68	0,15	1,29	0,18	0,05	0,02	0,05	0,21
1	100 ans	196,8	157,58	162,58	0,000109	159,85	0,17	1,33	0,21	0,05	0,02	0,05	0,21
2	1991-04-11	32,0	157,85	161,37	0,000012	158,58	0,04	0,35	0,02	0,05	0,02	0,08	0,07
2	1994-04-19	46,1	157,85	162,18	0,000010	158,75	0,04	0,38	0,04	0,05	0,02	0,08	0,06
2	2001-04-14	79,3	157,85	161,49	0,000065	159,09	0,07	0,83	0,06	0,05	0,02	0,08	0,15
2	2001-04-24	69,3	157,85	161,81	0,000035	158,99	0,04	0,65	0,05	0,05	0,02	0,08	0,11
2	2001-04-25	62,1	157,85	161,84	0,000027	158,92	0,04	0,58	0,05	0,05	0,02	0,08	0,10
2	2 ans	88,7	157,85	161,59	0,000072	159,17	0,05	0,90	0,07	0,05	0,02	0,08	0,16
2	20 ans	168,6	157,85	162,20	0,000137	159,78	0,14	1,39	0,14	0,05	0,02	0,08	0,23
2	100 ans	196,8	157,85	162,58	0,000127	159,97	0,18	1,43	0,15	0,05	0,02	0,08	0,22
3	1991-04-11	32,0	156,40	161,37	0,000009	157,71	0,03	0,32	0,02	0,05	0,02	0,08	0,06
3	1994-04-19	46,1	156,40	162,18	0,000008	157,94	0,04	0,36	0,03	0,05	0,02	0,08	0,05
3	2001-04-14	79,3	156,40	161,50	0,000046	158,35	0,08	0,77	0,05	0,05	0,02	0,08	0,13
3	2001-04-24	69,3	156,40	161,82	0,000026	158,24	0,05	0,61	0,04	0,05	0,02	0,08	0,10
3	2001-04-25	62,1	156,40	161,85	0,000020	158,15	0,05	0,54	0,04	0,05	0,02	0,08	0,09
3	2 ans	88,7	156,40	161,61	0,000053	158,45	0,05	0,84	0,05	0,05	0,02	0,08	0,14
3	20 ans	168,6	156,40	162,23	0,000101	159,17	0,15	1,29	0,11	0,05	0,02	0,08	0,20
3	100 ans	196,8	156,40	162,61	0,000095	159,38	0,18	1,32	0,13	0,05	0,02	0,08	0,19

Rivière Tomifobia
Municipalité de Hatley

River Stat.	Profile	Q Total (m ³ s ⁻¹)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Slope (m m ⁻¹)	Crit W.S. (m)	Vel Left (m s ⁻¹)	Vel Chnl (m s ⁻¹)	Vel Right (m s ⁻¹)	Mann Wtd Left	Mann Wtd Chnl	Mann Wtd Right	Froude # Chl
4	1991-04-11	32,0	157,63	161,37	0,000015	158,53	0,03	0,36	0,02	0,05	0,022	0,08	0,07
4	1994-04-19	46,1	157,63	162,18	0,000013	158,70	0,04	0,39	0,03	0,05	0,022	0,08	0,06
4	2001-04-14	79,3	157,63	161,50	0,000081	159,03	0,07	0,86	0,05	0,05	0,022	0,08	0,15
4	2001-04-24	69,3	157,63	161,82	0,000044	158,94	0,04	0,67	0,05	0,05	0,022	0,08	0,11
4	2001-04-25	62,1	157,63	161,85	0,000035	158,86	0,03	0,60	0,05	0,05	0,022	0,08	0,10
4	2 ans	88,7	157,63	161,61	0,000091	159,11	0,08	0,93	0,06	0,05	0,022	0,08	0,16
4	20 ans	168,6	157,63	162,23	0,000165	159,72	0,14	1,40	0,13	0,05	0,022	0,08	0,23
4	100 ans	196,8	157,63	162,62	0,000147	159,92	0,18	1,41	0,14	0,05	0,022	0,08	0,22
5	1991-04-11	32,0	155,80	161,37	0,000013	157,58	0,02	0,35	0,02	0,055	0,022	0,085	0,06
5	1994-04-19	46,1	155,80	162,18	0,000012	157,89	0,03	0,39	0,03	0,055	0,022	0,085	0,06
5	2001-04-14	79,3	155,80	161,51	0,000069	158,45	0,06	0,83	0,04	0,055	0,022	0,085	0,14
5	2001-04-24	69,3	155,80	161,82	0,000039	158,29	0,03	0,66	0,04	0,055	0,022	0,085	0,11
5	2001-04-25	62,1	155,80	161,85	0,000030	158,18	0,03	0,58	0,04	0,055	0,022	0,085	0,09
5	2 ans	88,7	155,80	161,62	0,000078	158,60	0,04	0,90	0,05	0,055	0,022	0,085	0,15
5	20 ans	168,6	155,80	162,25	0,000149	159,36	0,12	1,38	0,11	0,055	0,022	0,085	0,21
5	100 ans	196,8	155,80	162,63	0,000137	159,58	0,16	1,41	0,13	0,055	0,022	0,085	0,21
6	1991-04-11	32,0	158,08	161,38	0,000022	158,86	0,04	0,36	0,02	0,055	0,025	0,085	0,07
6	1994-04-19	46,1	158,08	162,19	0,000018	159,02	0,04	0,39	0,03	0,055	0,025	0,085	0,07
6	2001-04-14	79,3	158,08	161,52	0,000116	159,33	0,10	0,86	0,04	0,055	0,025	0,085	0,16
6	2001-04-24	69,3	158,08	161,82	0,000062	159,24	0,08	0,67	0,05	0,055	0,025	0,085	0,12
6	2001-04-25	62,1	158,08	161,85	0,000048	159,18	0,07	0,60	0,04	0,055	0,025	0,085	0,11
6	2 ans	88,7	158,08	161,62	0,000128	159,41	0,10	0,93	0,05	0,055	0,025	0,085	0,17
6	20 ans	168,6	158,08	162,26	0,000218	159,99	0,15	1,37	0,12	0,055	0,025	0,085	0,23
6	100 ans	196,8	158,08	162,65	0,000188	160,16	0,20	1,36	0,14	0,055	0,025	0,085	0,22

Rivière Tomifobia
Municipalité de Hatley

River Stat.	Profile	Q Total (m ³ s ⁻¹)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Slope (m m ⁻¹)	Crit W.S. (m)	Vel Left (m s ⁻¹)	Vel Chnl (m s ⁻¹)	Vel Right (m s ⁻¹)	Mann Wtd Left	Mann Wtd Chnl	Mann Wtd Right	Froude # Chl
7	1991-04-11	32,0	157,90	161,38	0,000012		0,03	0,28	0,02	0,055	0,025	0,085	0,05
7	1994-04-19	46,1	157,90	162,19	0,000011		0,04	0,32	0,03	0,055	0,025	0,085	0,05
7	2001-04-14	79,3	157,90	161,55	0,000063		0,08	0,66	0,06	0,055	0,025	0,085	0,12
7	2001-04-24	69,3	157,90	161,84	0,000036		0,07	0,52	0,05	0,055	0,025	0,085	0,09
7	2001-04-25	62,1	157,90	161,86	0,000028		0,06	0,47	0,04	0,055	0,025	0,085	0,08
7	2 ans	88,7	157,90	161,65	0,000071		0,09	0,71	0,06	0,055	0,025	0,085	0,13
7	20 ans	168,6	157,90	162,32	0,000134		0,15	1,11	0,11	0,055	0,025	0,085	0,18
7	100 ans	196,8	157,90	162,68	0,000134		0,17	1,18	0,13	0,055	0,025	0,085	0,18
8	1991-04-11	32,0	157,50	161,38	0,000022	158,37	0,01	0,36	0,03	0,045	0,027	0,075	0,06
8	1994-04-19	46,1	157,50	162,19	0,000019	158,55	0,04	0,39	0,05	0,045	0,027	0,075	0,06
8	2001-04-14	79,3	157,50	161,54	0,000112	158,91	0,02	0,85	0,06	0,045	0,027	0,075	0,15
8	2001-04-24	69,3	157,50	161,84	0,000062	158,81	0,04	0,67	0,06	0,045	0,027	0,075	0,11
8	2001-04-25	62,1	157,50	161,86	0,000048	158,73	0,04	0,59	0,06	0,045	0,027	0,075	0,10
8	2 ans	88,7	157,50	161,65	0,000125	159,00	0,02	0,91	0,07	0,045	0,027	0,075	0,16
8	20 ans	168,6	157,50	162,32	0,000215	159,66	0,15	1,35	0,17	0,045	0,027	0,075	0,21
8	100 ans	196,8	157,50	162,70	0,000188	159,85	0,21	1,34	0,19	0,045	0,027	0,075	0,20
9	1991-04-11	32,0	157,10	161,38	0,000027	158,59	0,01	0,39	0,05	0,05	0,027	0,07	0,07
9	1994-04-19	46,1	157,10	162,19	0,000021	158,78	0,05	0,40	0,06	0,05	0,027	0,07	0,07
9	2001-04-14	79,3	157,10	161,55	0,000137	159,15	0,04	0,90	0,12	0,05	0,027	0,07	0,16
9	2001-04-24	69,3	157,10	161,84	0,000073	159,05	0,06	0,70	0,10	0,05	0,027	0,07	0,12
9	2001-04-25	62,1	157,10	161,87	0,000057	158,97	0,06	0,62	0,09	0,05	0,027	0,07	0,11
9	2 ans	88,7	157,10	161,66	0,000150	159,25	0,04	0,96	0,13	0,05	0,027	0,07	0,17
9	20 ans	168,6	157,10	162,34	0,000240	159,92	0,19	1,38	0,22	0,05	0,027	0,07	0,22
9	100 ans	196,8	157,10	162,71	0,000208	160,13	0,24	1,36	0,24	0,05	0,027	0,07	0,21

Rivière Tomifobia
Municipalité de Hatley

River Stat.	Profile	Q Total (m ³ s ⁻¹)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Slope (m m ⁻¹)	Crit W.S. (m)	Vel Left (m s ⁻¹)	Vel Chnl (m s ⁻¹)	Vel Right (m s ⁻¹)	Mann Wtd Left	Mann Wtd Chnl	Mann Wtd Right	Froude # Chl
10	1991-04-11	32,0	157,32	161,38	0,000028	158,65	0,05	0,39	0,02	0,05	0,027	0,055	0,07
10	1994-04-19	46,1	157,32	162,19	0,000025	158,86	0,06	0,43	0,03	0,05	0,027	0,055	0,07
10	2001-04-14	79,3	157,32	161,56	0,000144	159,24	0,13	0,91	0,06	0,05	0,027	0,055	0,17
10	2001-04-24	69,3	157,32	161,85	0,000081	159,13	0,07	0,72	0,04	0,05	0,027	0,055	0,13
10	2001-04-25	62,1	157,32	161,87	0,000063	159,05	0,07	0,64	0,04	0,05	0,027	0,055	0,11
10	2 ans	88,7	157,32	161,66	0,000161	159,33	0,14	0,99	0,05	0,05	0,027	0,055	0,18
10	20 ans	168,6	157,32	162,34	0,000279	159,96	0,22	1,48	0,11	0,05	0,027	0,055	0,24
10	100 ans	196,8	157,32	162,71	0,000240	160,14	0,27	1,45	0,17	0,05	0,027	0,055	0,23
11	1991-04-11	32,0	157,03	161,38	0,000036	158,57	0,02	0,41	0,05	0,05	0,027	0,055	0,08
11	1994-04-19	46,1	157,03	162,19	0,000030	158,88	0,05	0,45	0,08	0,05	0,027	0,055	0,08
11	2001-04-14	79,3	157,03	161,57	0,000180	159,32	0,07	0,96	0,13	0,05	0,027	0,055	0,18
11	2001-04-24	69,3	157,03	161,85	0,000099	159,19	0,06	0,76	0,12	0,05	0,027	0,055	0,14
11	2001-04-25	62,1	157,03	161,87	0,000078	159,10	0,05	0,67	0,10	0,05	0,027	0,055	0,12
11	2 ans	88,7	157,03	161,68	0,000198	159,43	0,07	1,03	0,15	0,05	0,027	0,055	0,19
11	20 ans	168,6	157,03	162,35	0,000337	160,21	0,20	1,54	0,27	0,05	0,027	0,055	0,26
11	100 ans	196,8	157,03	162,73	0,000277	160,38	0,26	1,49	0,24	0,05	0,027	0,055	0,24
12	1991-04-11	32,0	157,76	161,39	0,000034		0,06	0,41	0,07	0,05	0,027	0,055	0,08
12	1994-04-19	46,1	157,76	162,20	0,000028		0,06	0,44	0,09	0,05	0,027	0,055	0,08
12	2001-04-14	79,3	157,76	161,60	0,000165		0,04	0,95	0,17	0,05	0,027	0,055	0,18
12	2001-04-24	69,3	157,76	161,87	0,000091		0,09	0,75	0,15	0,05	0,027	0,055	0,13
12	2001-04-25	62,1	157,76	161,88	0,000072		0,08	0,67	0,13	0,05	0,027	0,055	0,12
12	2 ans	88,7	157,76	161,71	0,000181		0,08	1,02	0,19	0,05	0,027	0,055	0,19
12	20 ans	168,6	157,76	162,41	0,000291		0,22	1,49	0,29	0,05	0,027	0,055	0,25
12	100 ans	196,8	157,76	162,77	0,000261		0,27	1,50	0,30	0,05	0,027	0,055	0,24

Rivière Tomifobia
Municipalité de Hatley

River Stat.	Profile	Q Total (m ³ s ⁻¹)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Slope (m m ⁻¹)	Crit W.S. (m)	Vel Left (m s ⁻¹)	Vel Chnl (m s ⁻¹)	Vel Right (m s ⁻¹)	Mann Wtd Left	Mann Wtd Chnl	Mann Wtd Right	Froude # Chl
13	1991-04-11	32,0	158,03	161,40	0,000039		0,06	0,44	0,09	0,05	0,027	0,055	0,08
13	1994-04-19	46,1	158,03	162,20	0,000032		0,07	0,47	0,12	0,05	0,027	0,055	0,08
13	2001-04-14	79,3	158,03	161,62	0,000181		0,10	0,99	0,23	0,05	0,027	0,055	0,19
13	2001-04-24	69,3	158,03	161,88	0,000102		0,09	0,79	0,19	0,05	0,027	0,055	0,14
13	2001-04-25	62,1	158,03	161,89	0,000081		0,08	0,71	0,17	0,05	0,027	0,055	0,13
13	2 ans	88,7	158,03	161,73	0,000199		0,11	1,07	0,25	0,05	0,027	0,055	0,20
13	20 ans	168,6	158,03	162,44	0,000335		0,26	1,60	0,41	0,05	0,027	0,055	0,26
13	100 ans	196,8	158,03	162,79	0,000330		0,30	1,68	0,41	0,05	0,027	0,055	0,26
14	1991-04-11	32,0	157,63	161,40	0,000043		0,07	0,47	0,06	0,05	0,027	0,055	0,09
14	1994-04-19	46,1	157,63	162,20	0,000038		0,06	0,52	0,08	0,05	0,027	0,055	0,09
14	2001-04-14	79,3	157,63	161,63	0,000203		0,12	1,08	0,14	0,05	0,027	0,055	0,20
14	2001-04-24	69,3	157,63	161,88	0,000118		0,08	0,87	0,12	0,05	0,027	0,055	0,15
14	2001-04-25	62,1	157,63	161,90	0,000093		0,07	0,77	0,11	0,05	0,027	0,055	0,14
14	2 ans	88,7	157,63	161,74	0,000225		0,11	1,16	0,16	0,05	0,027	0,055	0,21
14	20 ans	168,6	157,63	162,46	0,000391		0,26	1,75	0,23	0,05	0,027	0,055	0,28
14	100 ans	196,8	157,63	162,80	0,000384		0,33	1,84	0,24	0,05	0,027	0,055	0,29
15	1991-04-11	32,0	157,78	161,40	0,000052		0,08	0,52	0,07	0,05	0,027	0,05	0,10
15	1994-04-19	46,1	157,78	162,20	0,000046		0,05	0,58	0,09	0,05	0,027	0,05	0,10
15	2001-04-14	79,3	157,78	161,64	0,000241		0,19	1,18	0,18	0,05	0,027	0,05	0,21
15	2001-04-24	69,3	157,78	161,89	0,000142		0,16	0,95	0,16	0,05	0,027	0,05	0,17
15	2001-04-25	62,1	157,78	161,90	0,000113		0,14	0,85	0,14	0,05	0,027	0,05	0,15
15	2 ans	88,7	157,78	161,76	0,000267		0,22	1,27	0,21	0,05	0,027	0,05	0,23
15	20 ans	168,6	157,78	162,48	0,000469		0,20	1,93	0,20	0,05	0,027	0,05	0,31
15	100 ans	196,8	157,78	162,83	0,000437		0,30	1,97	0,28	0,05	0,027	0,05	0,30

Rivière Tomifobia
Municipalité de Hatley

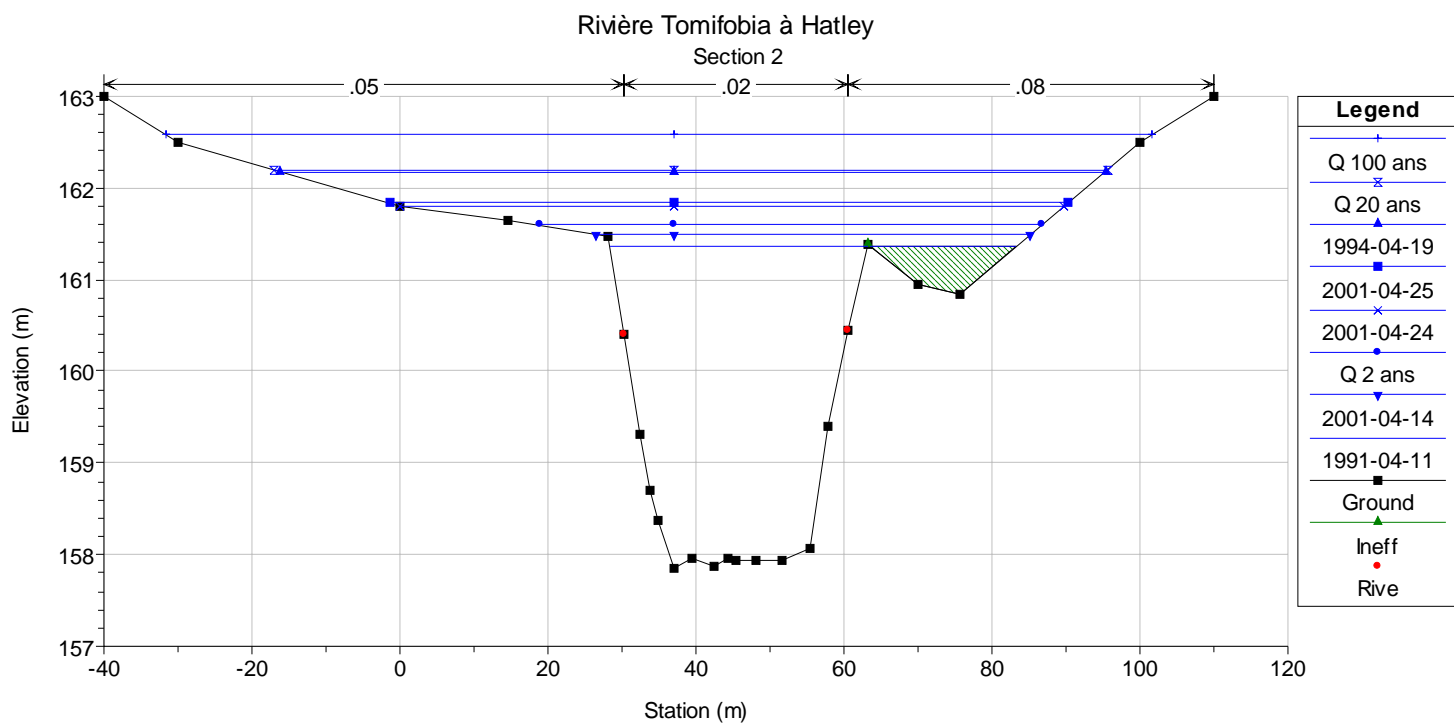
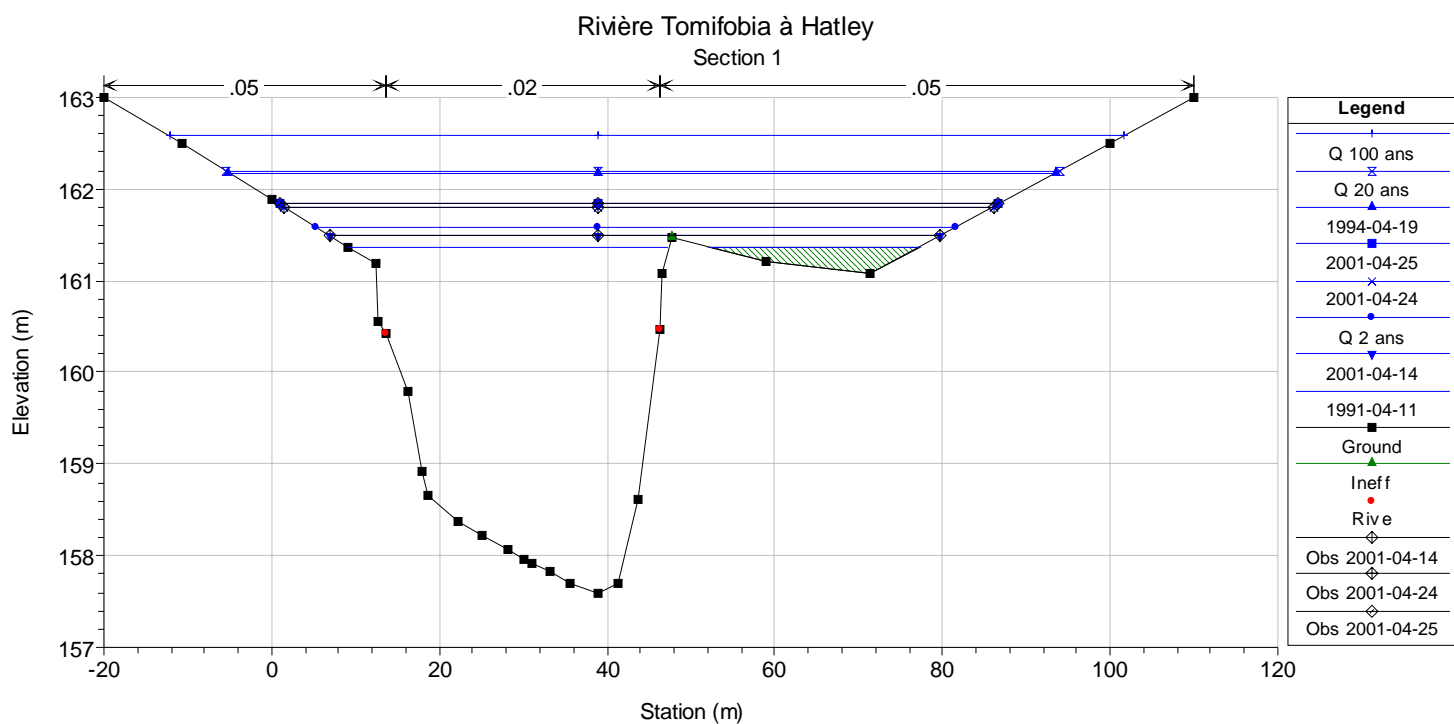
River Stat.	Profile	Q Total (m ³ s ⁻¹)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Slope (m m ⁻¹)	Crit W.S. (m)	Vel Left (m s ⁻¹)	Vel Chnl (m s ⁻¹)	Vel Right (m s ⁻¹)	Mann Wtd Left	Mann Wtd Chnl	Mann Wtd Right	Froude # Chl
16	1991-04-11	32,0	155,91	161,41	0,000009	157,22	0,03	0,27	0,02	0,055	0,027	0,055	0,04
16	1994-04-19	46,1	155,91	162,22	0,000010	157,46	0,02	0,32	0,03	0,055	0,027	0,055	0,05
16	2001-04-14	79,3	155,91	161,70	0,000045	157,94	0,08	0,62	0,05	0,055	0,027	0,055	0,10
16	2001-04-24	69,3	155,91	161,93	0,000029	157,80	0,05	0,51	0,05	0,055	0,027	0,055	0,08
16	2001-04-25	62,1	155,91	161,93	0,000023	157,68	0,04	0,46	0,05	0,055	0,027	0,055	0,07
16	2 ans	88,7	155,91	161,83	0,000051	158,04	0,07	0,67	0,06	0,055	0,027	0,055	0,10
16	20 ans	168,6	155,91	162,63	0,000097	158,69	0,12	1,04	0,09	0,055	0,027	0,055	0,15
16	100 ans	196,8	155,91	162,97	0,000100	158,88	0,16	1,10	0,12	0,055	0,027	0,055	0,15
17	1991-04-11	32,0	157,98	161,41	0,000040		0,06	0,36	0,01	0,05	0,035	0,055	0,07
17	1994-04-19	46,1	157,98	162,22	0,000038		0,07	0,41	0,02	0,05	0,035	0,055	0,07
17	2001-04-14	79,3	157,98	161,70	0,000183		0,16	0,82	0,02	0,05	0,035	0,055	0,14
17	2001-04-24	69,3	157,98	161,93	0,000112		0,10	0,67	0,02	0,05	0,035	0,055	0,11
17	2001-04-25	62,1	157,98	161,93	0,000089		0,09	0,60	0,02	0,05	0,035	0,055	0,10
17	2 ans	88,7	157,98	161,82	0,000202		0,15	0,88	0,02	0,05	0,035	0,055	0,15
17	20 ans	168,6	157,98	162,62	0,000356		0,15	1,34	0,14	0,05	0,035	0,055	0,21
17	100 ans	196,8	157,98	162,96	0,000355		0,24	1,41	0,21	0,05	0,035	0,055	0,21
18	1991-04-11	32,0	156,39	161,41	0,000045	157,76	0,07	0,43	0,07	0,05	0,035	0,055	0,07
18	1994-04-19	46,1	156,39	162,22	0,000049	158,04	0,12	0,50	0,10	0,05	0,035	0,055	0,07
18	2001-04-14	79,3	156,39	161,70	0,000218	158,55	0,20	0,98	0,17	0,05	0,035	0,055	0,15
18	2001-04-24	69,3	156,39	161,93	0,000138	158,39	0,18	0,81	0,15	0,05	0,035	0,055	0,12
18	2001-04-25	62,1	156,39	161,93	0,000110	158,28	0,16	0,72	0,14	0,05	0,035	0,055	0,11
18	2 ans	88,7	156,39	161,82	0,000246	158,68	0,23	1,06	0,19	0,05	0,035	0,055	0,17
18	20 ans	168,6	156,39	162,61	0,000482	159,50	0,44	1,67	0,38	0,05	0,035	0,055	0,24
18	100 ans	196,8	156,39	162,95	0,000521	159,73	0,50	1,81	0,44	0,05	0,035	0,055	0,25

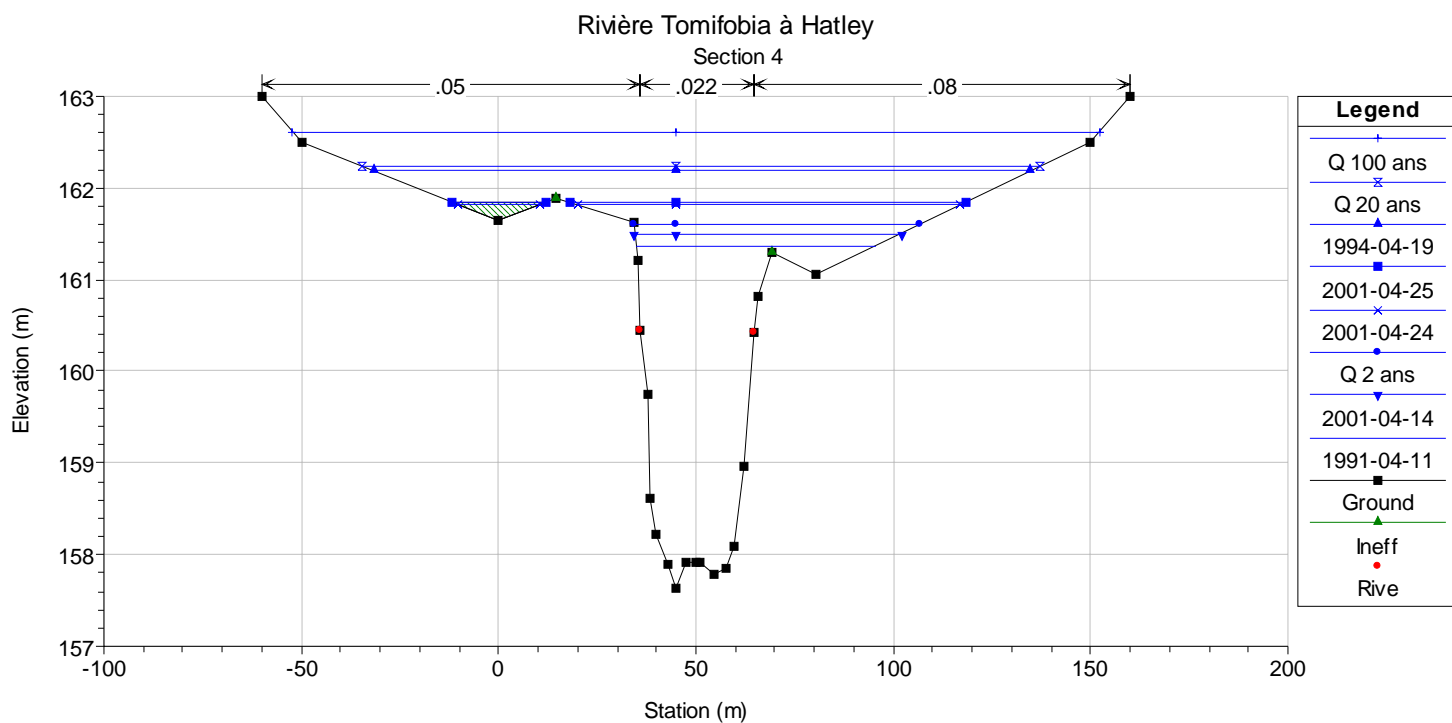
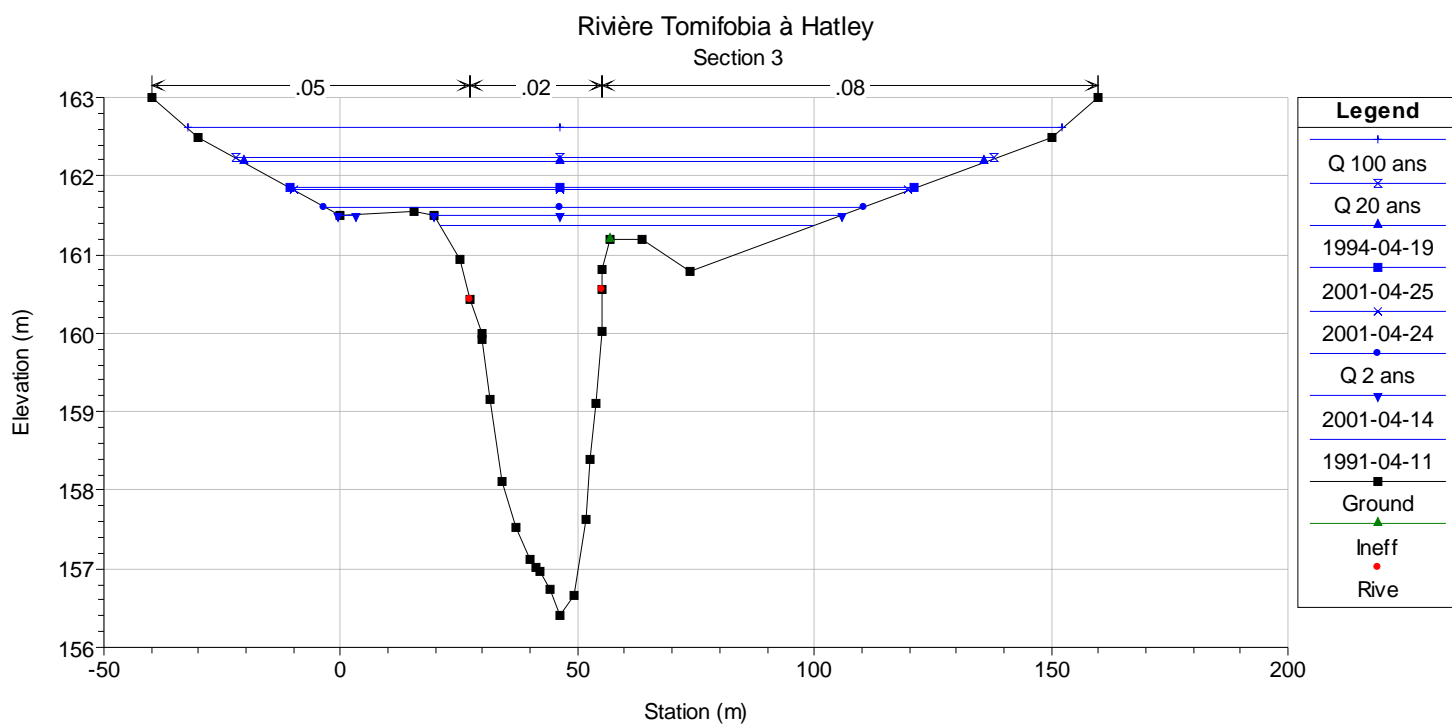
Rivière Tomifobia
Municipalité de Hatley

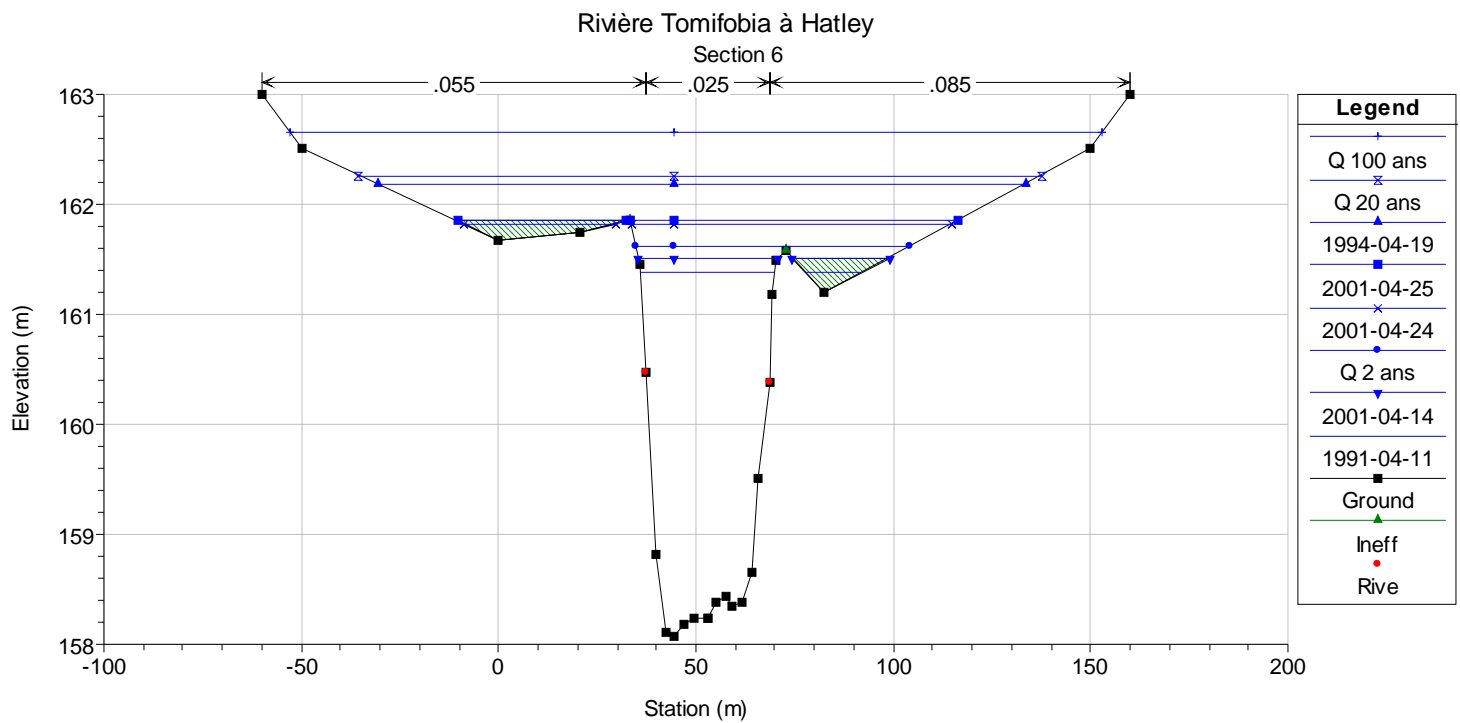
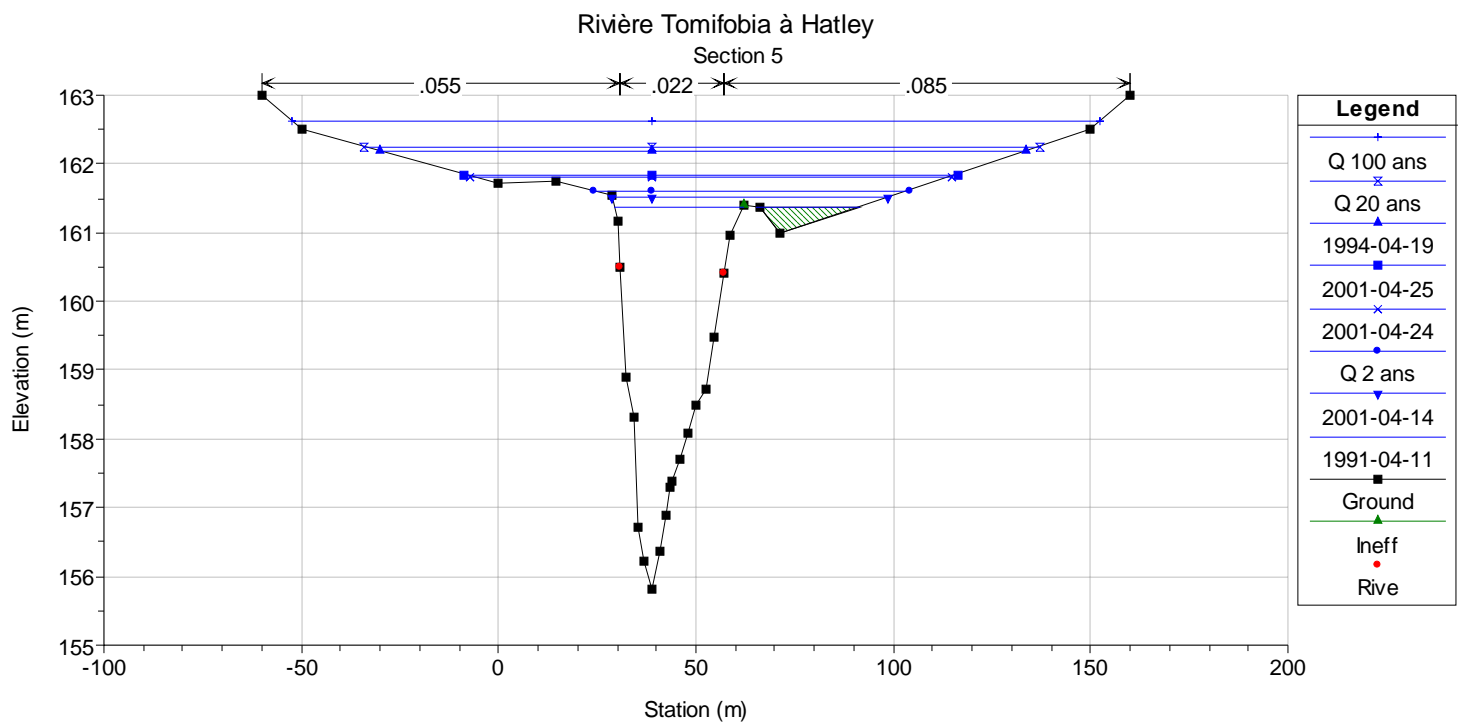
River Stat.	Profile	Q Total (m ³ s ⁻¹)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Slope (m m ⁻¹)	Crit W.S. (m)	Vel Left (m s ⁻¹)	Vel Chnl (m s ⁻¹)	Vel Right (m s ⁻¹)	Mann Wtd Left	Mann Wtd Chnl	Mann Wtd Right	Froude # Chl
Hatley	18,5	Bridge											
19	1991-04-11	32,0	155,72	161,42	0,000031	157,17	0,04	0,37	0,06	0,07	0,035	0,07	0,06
19	1994-04-19	46,1	155,72	162,23	0,000035	157,43	0,07	0,45	0,08	0,07	0,035	0,07	0,06
19	2001-04-14	79,3	155,72	161,72	0,000148	157,95	0,12	0,86	0,13	0,07	0,035	0,07	0,13
19	2001-04-24	69,3	155,72	161,94	0,000096	157,80	0,11	0,71	0,12	0,07	0,035	0,07	0,10
19	2001-04-25	62,1	155,72	161,94	0,000077	157,70	0,09	0,64	0,10	0,07	0,035	0,07	0,09
19	2 ans	88,7	155,72	161,85	0,000169	158,07	0,13	0,93	0,15	0,07	0,035	0,07	0,14
19	20 ans	168,6	155,72	162,84	0,000308	158,95	0,26	1,43	0,27	0,07	0,035	0,07	0,19
19	100 ans	196,8	155,72	163,27	0,000326	159,19	0,30	1,55	0,22	0,07	0,035	0,07	0,20
20	1991-04-11	32,0	155,87	161,42	0,000006		0,03	0,21	0,01	0,05	0,027	0,07	0,03
20	1994-04-19	46,1	155,87	162,24	0,000006		0,03	0,25	0,03	0,05	0,027	0,07	0,04
20	2001-04-14	79,3	155,87	161,76	0,000026		0,04	0,48	0,04	0,05	0,027	0,07	0,07
20	2001-04-24	69,3	155,87	161,97	0,000017		0,04	0,40	0,04	0,05	0,027	0,07	0,06
20	2001-04-25	62,1	155,87	161,96	0,000014		0,04	0,36	0,03	0,05	0,027	0,07	0,05
20	2 ans	88,7	155,87	161,89	0,000030		0,05	0,52	0,05	0,05	0,027	0,07	0,08
20	20 ans	168,6	155,87	162,95	0,000045		0,13	0,75	0,12	0,05	0,027	0,07	0,10
20	100 ans	196,8	155,87	163,39	0,000044		0,16	0,77	0,14	0,05	0,027	0,07	0,10

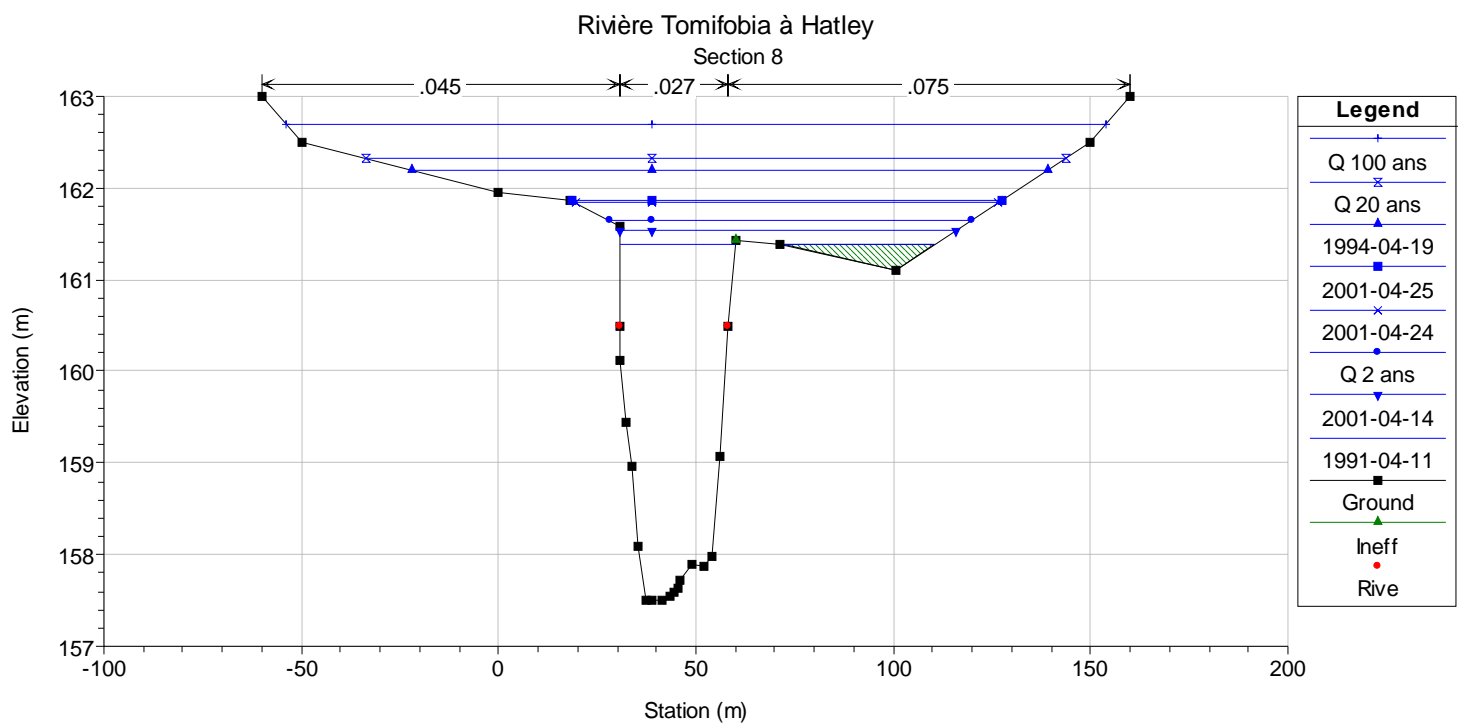
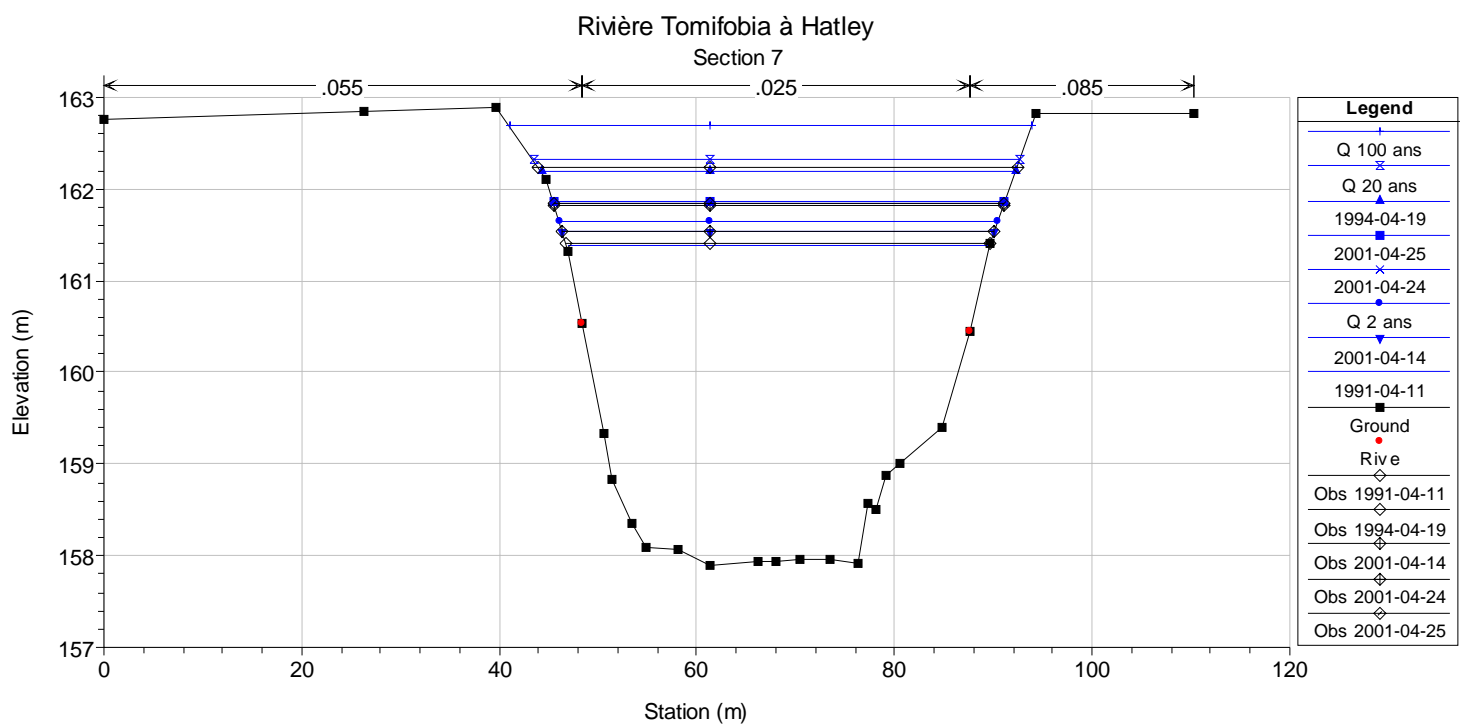
Annexe 4

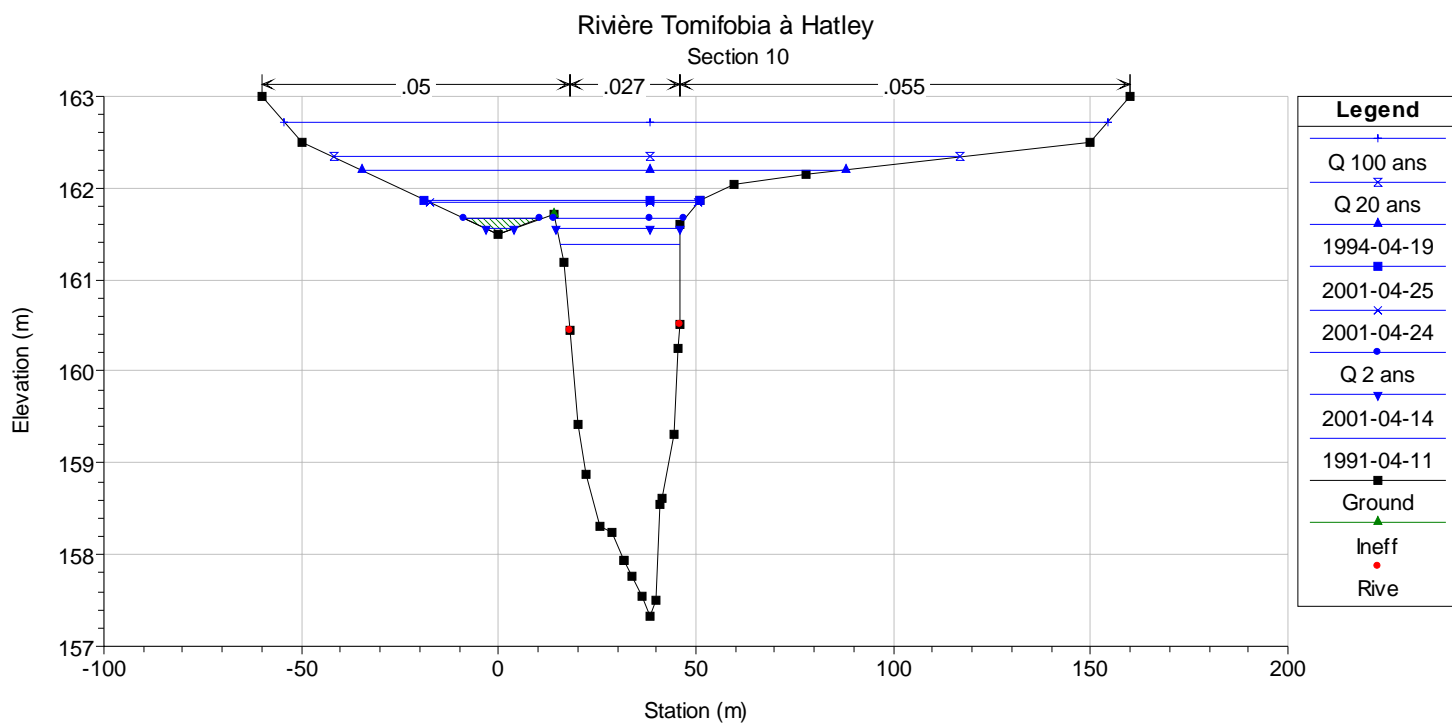
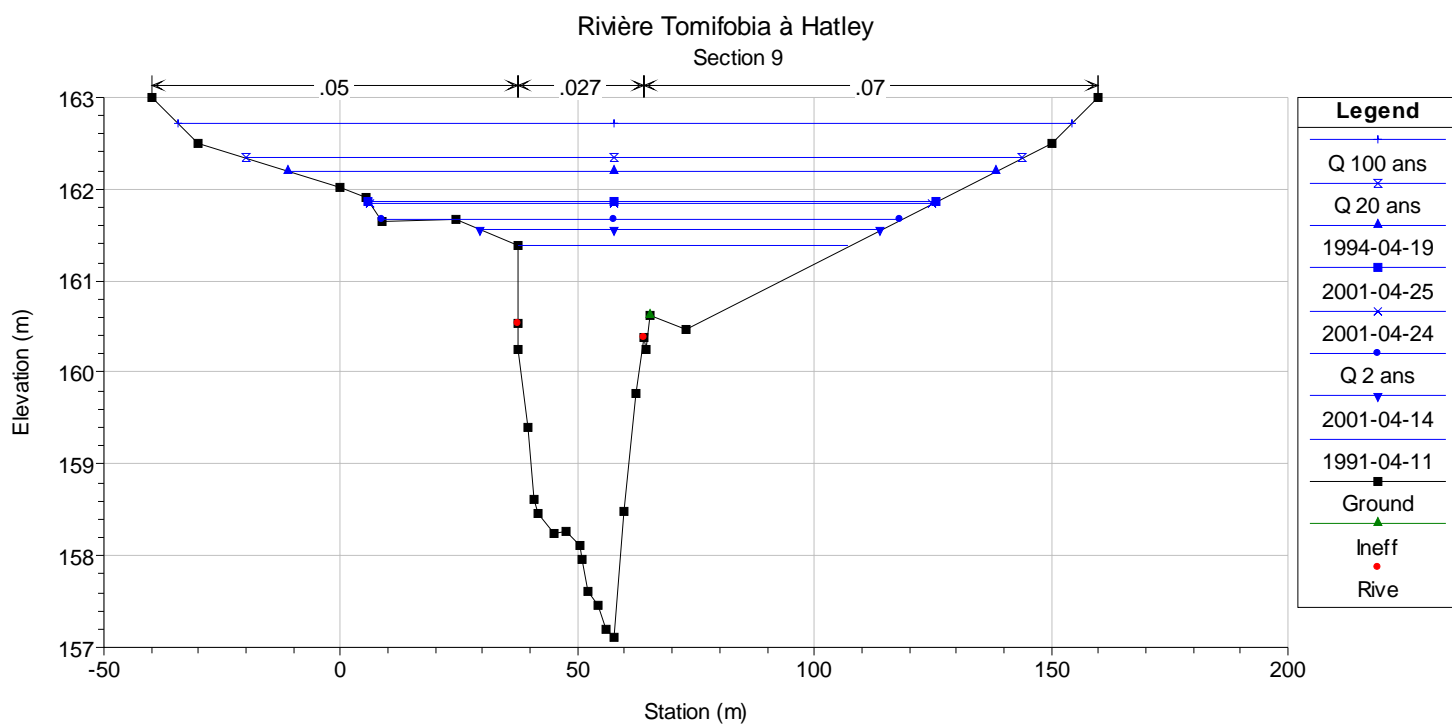
Sections transversales de la rivière Tomifobia, à Hatley

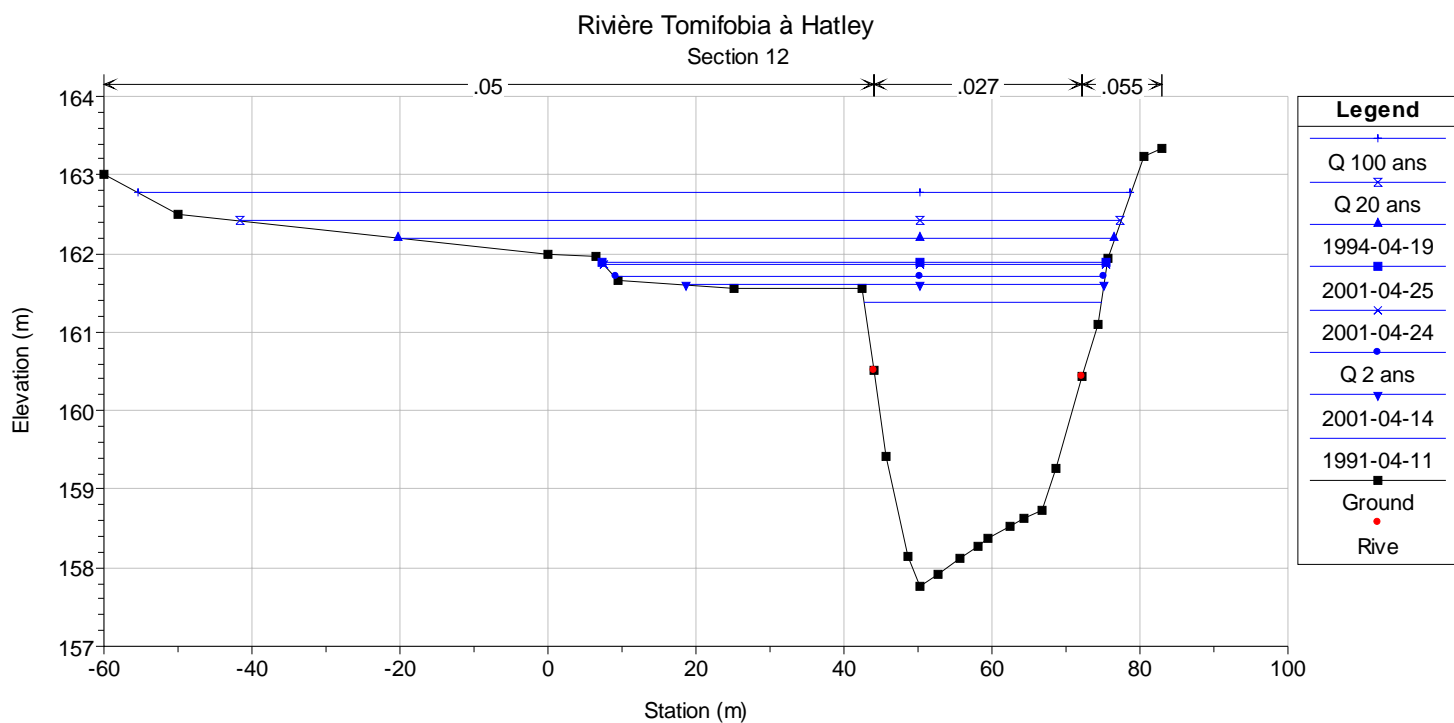
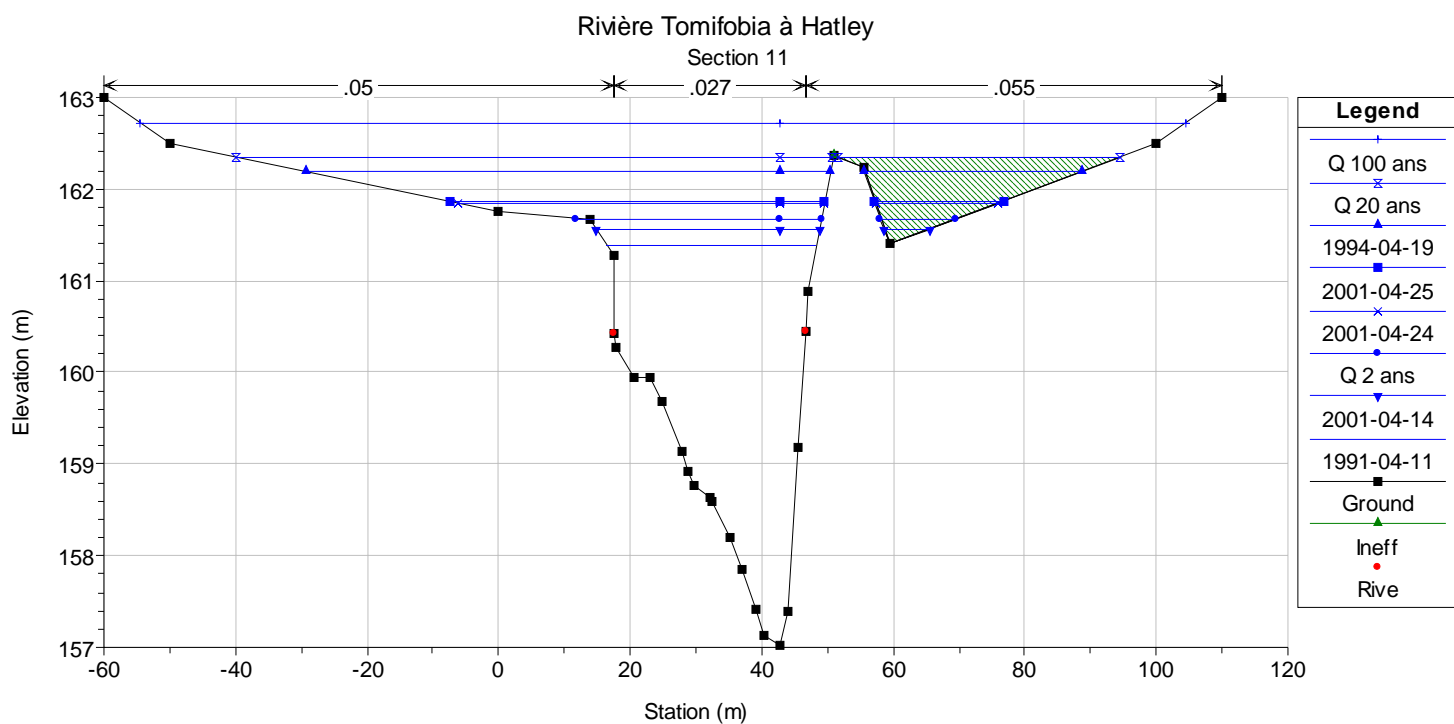


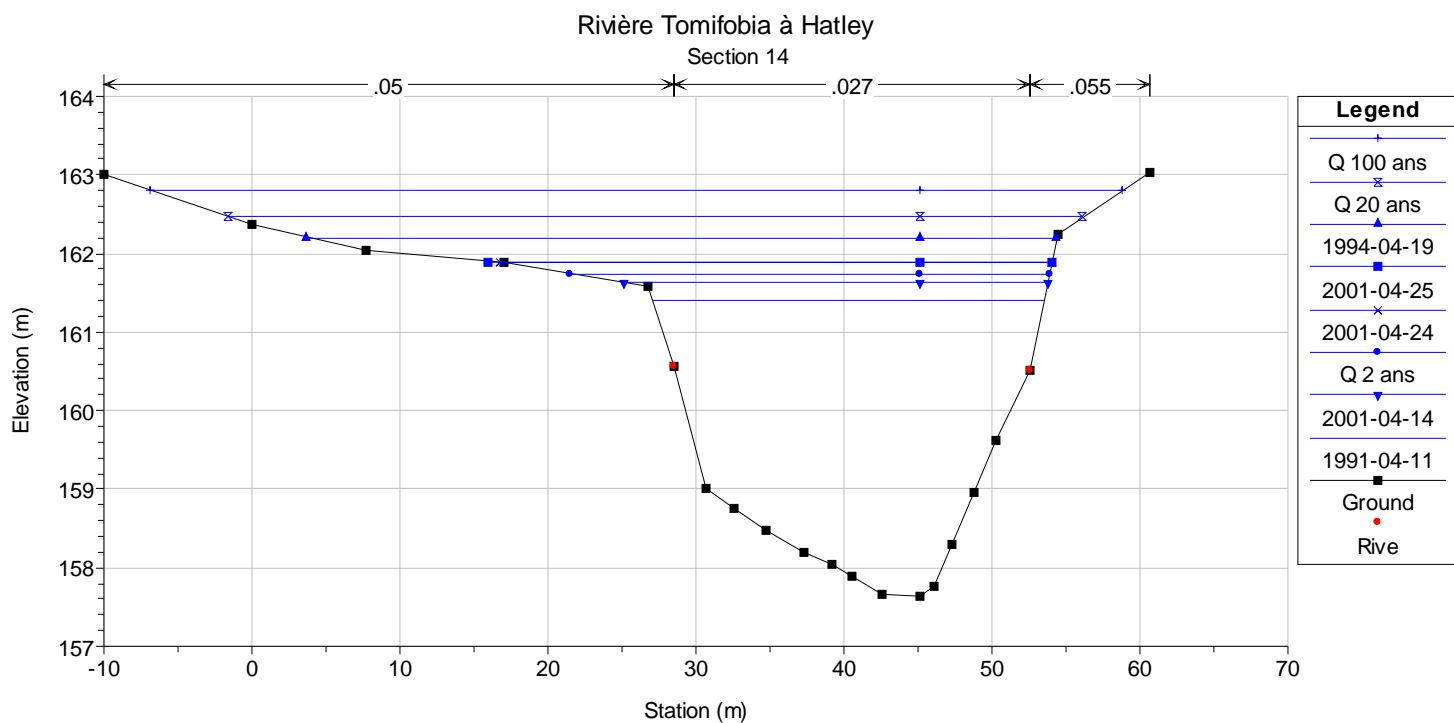
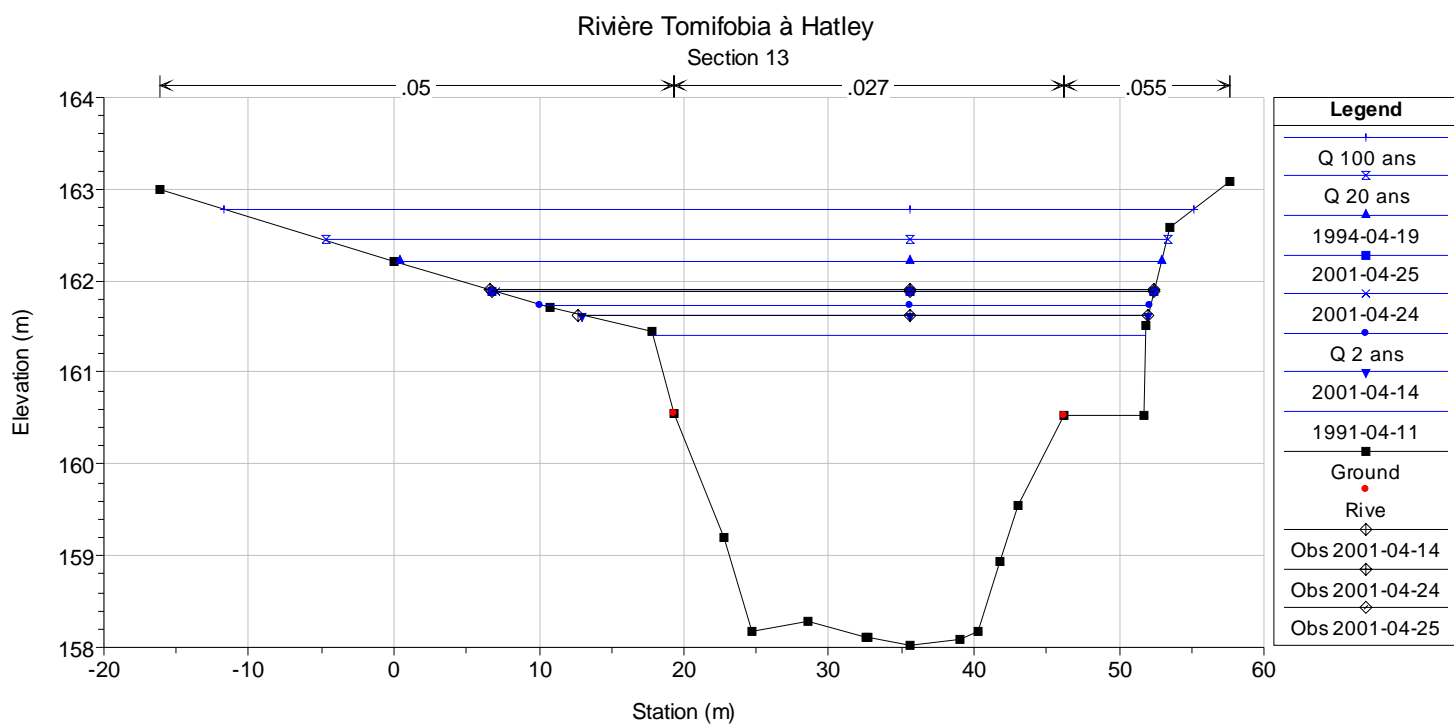


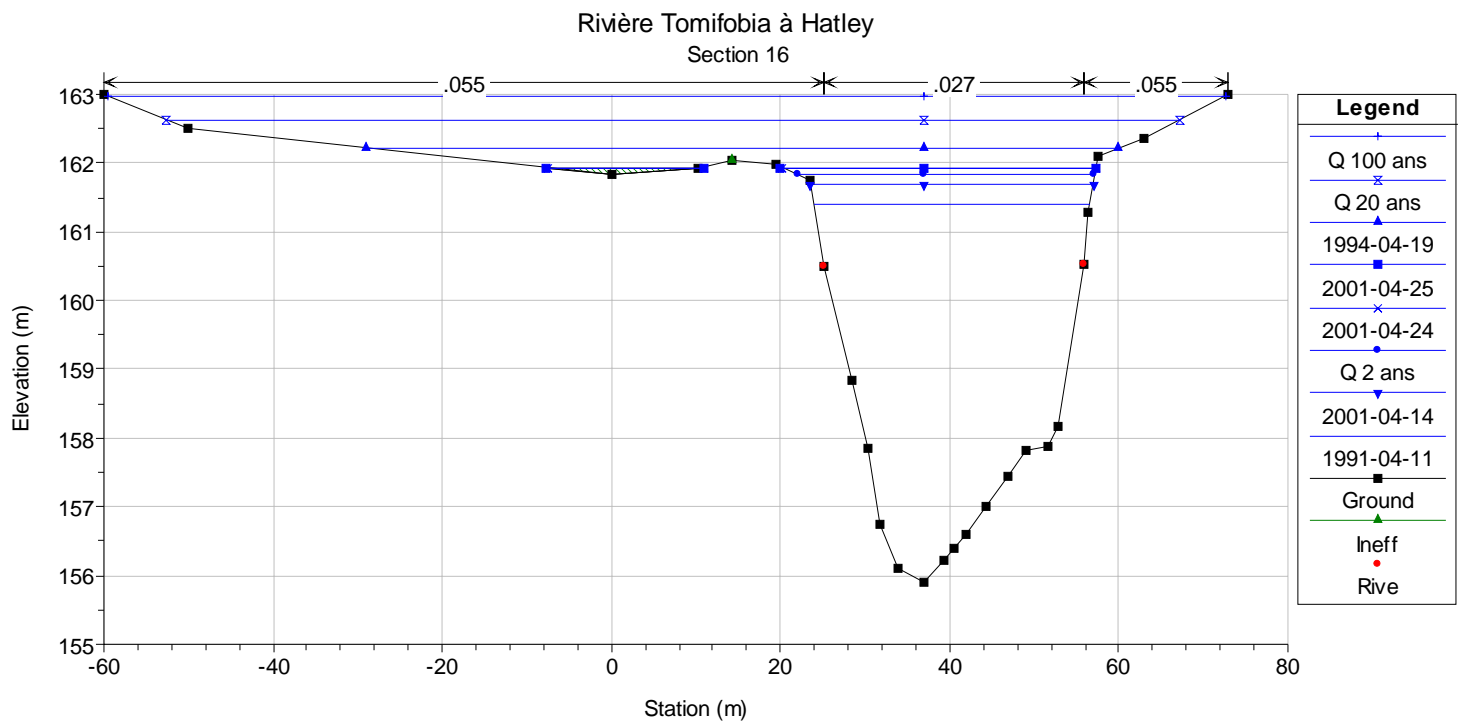
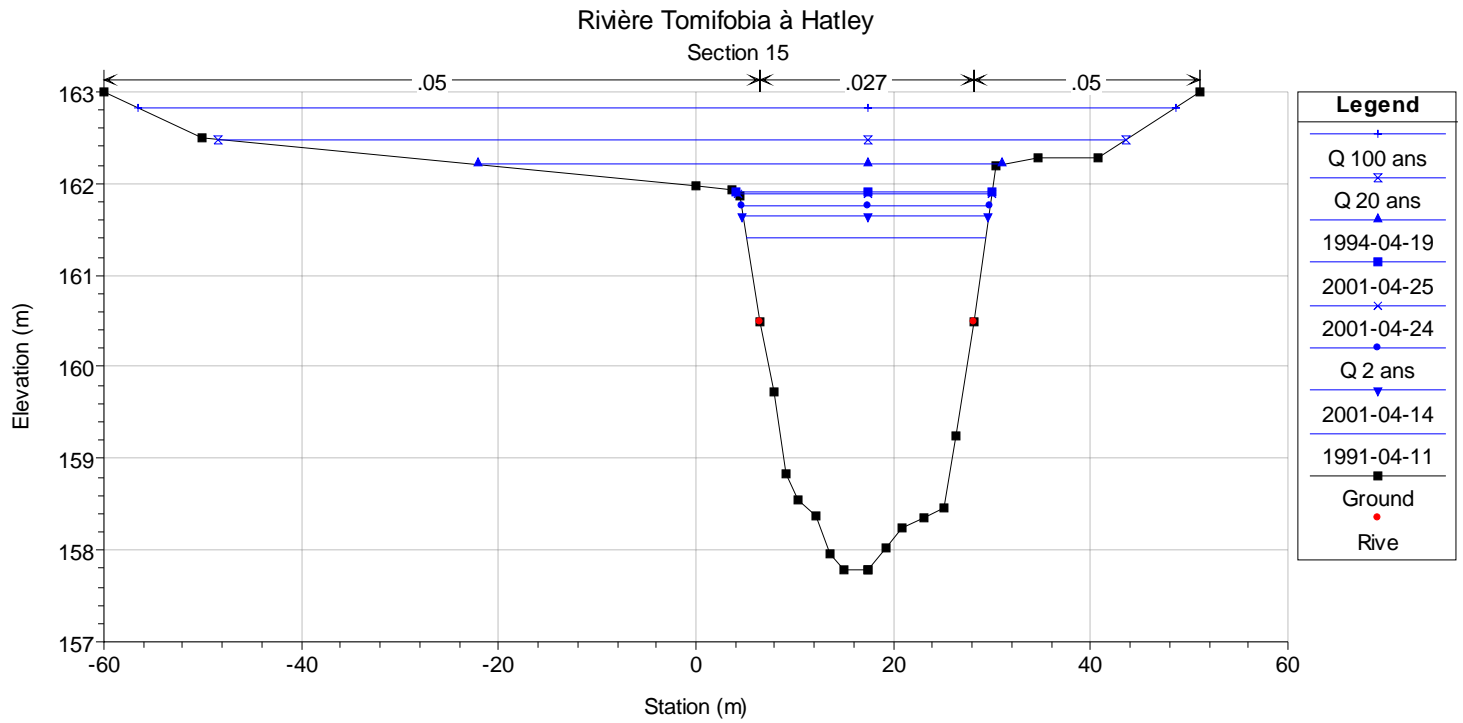


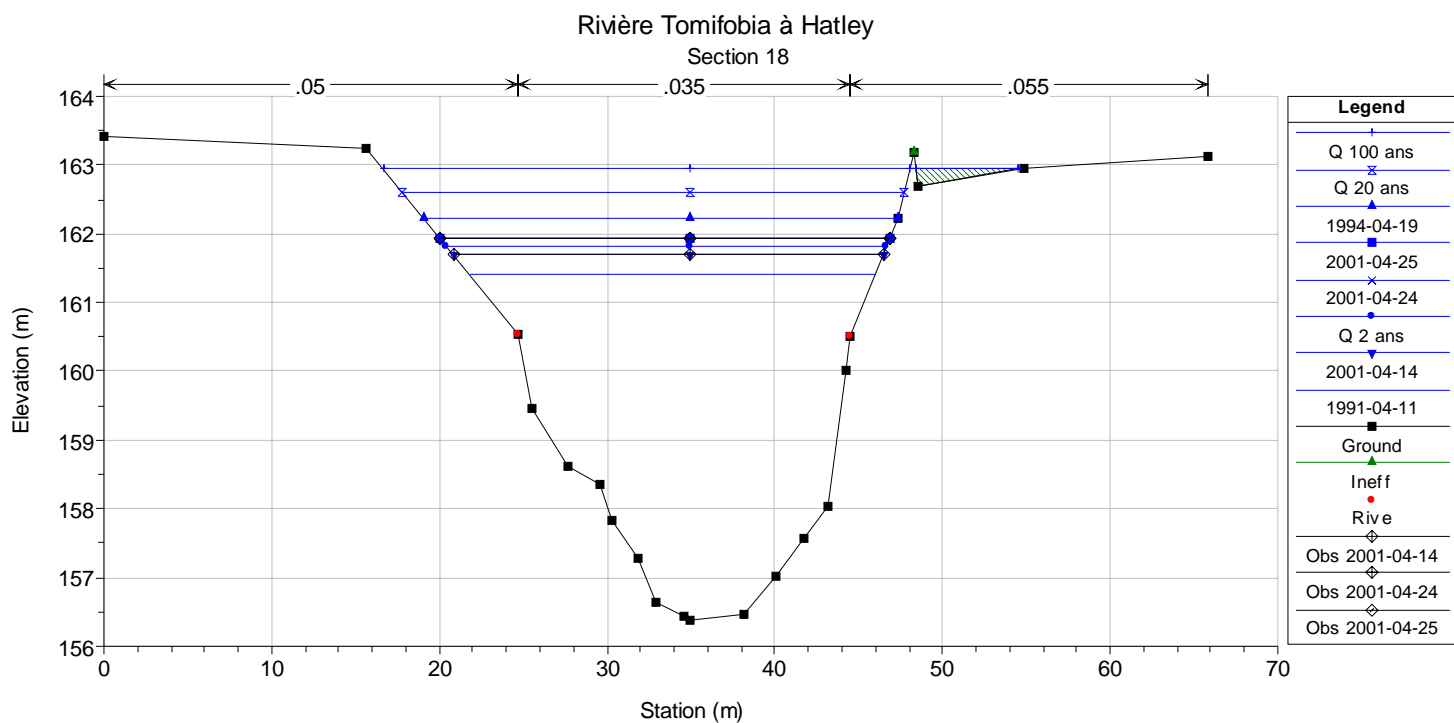
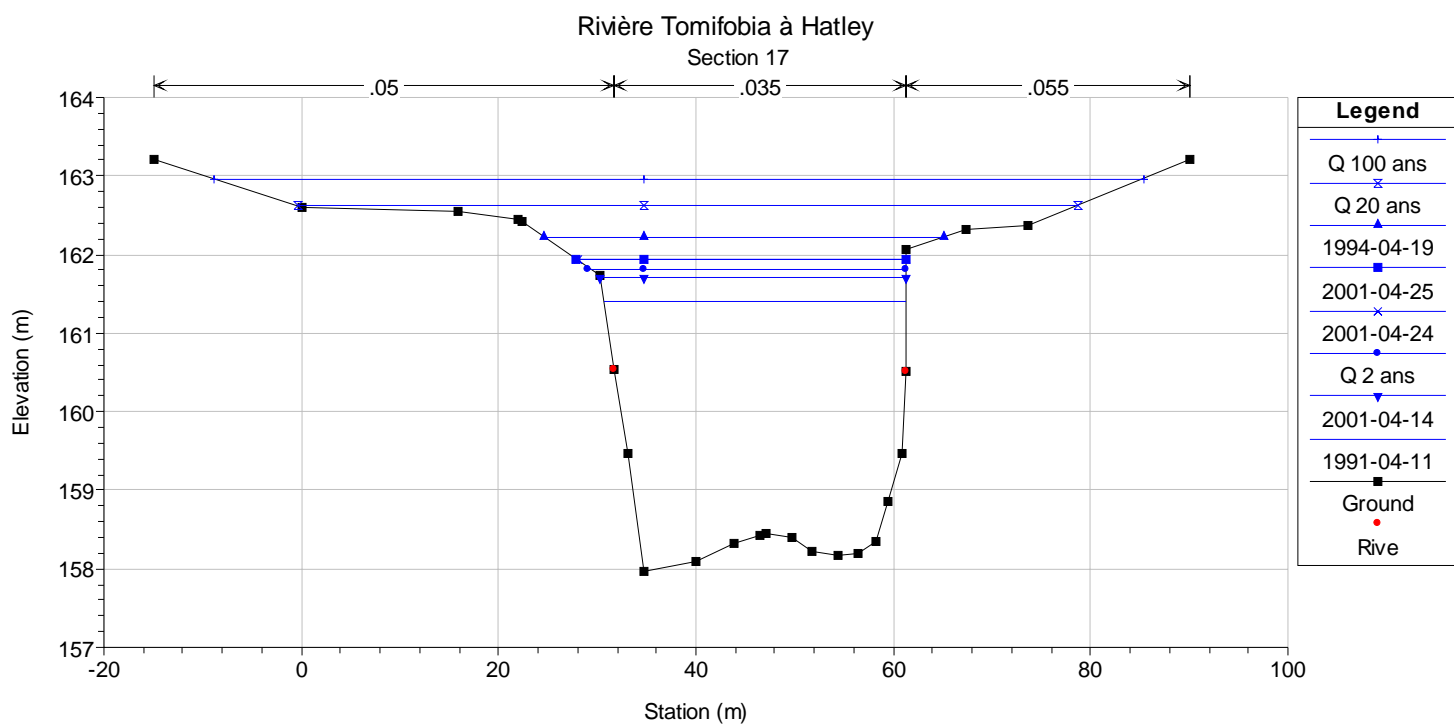


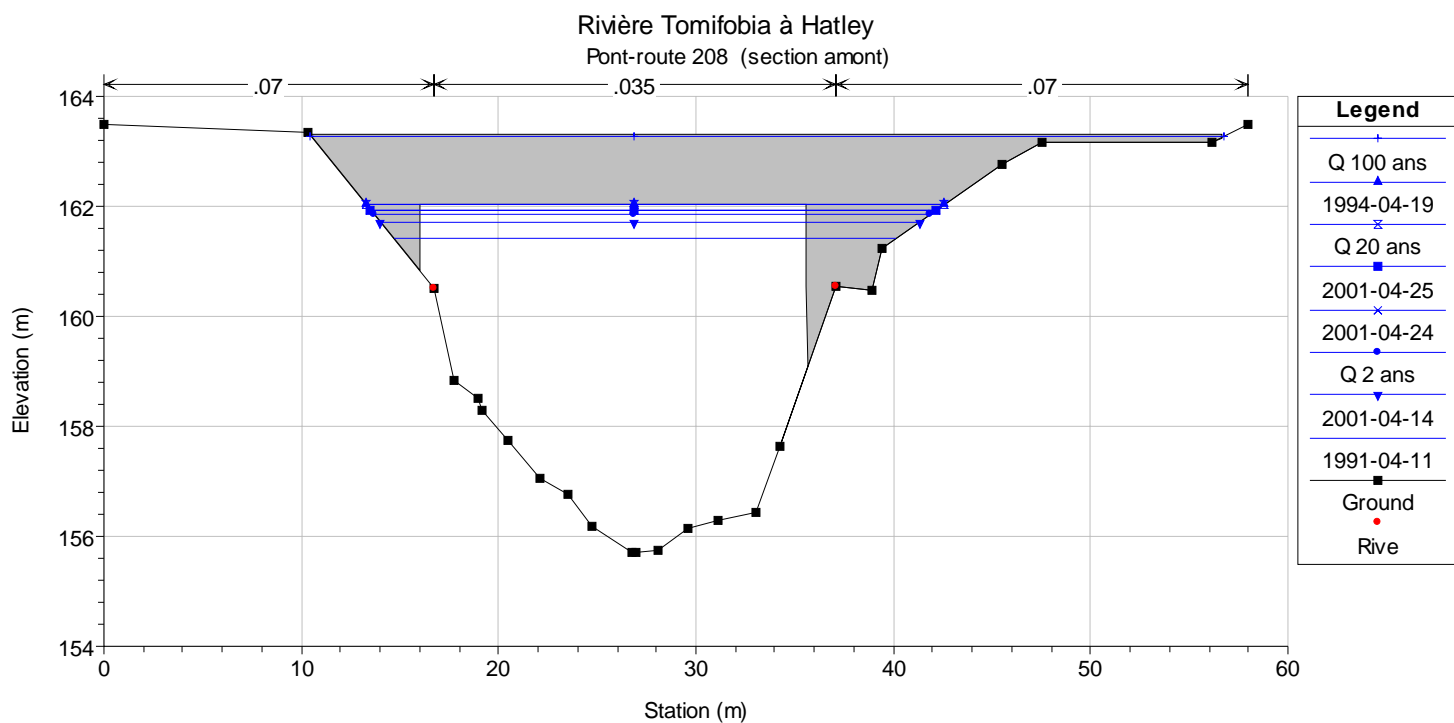
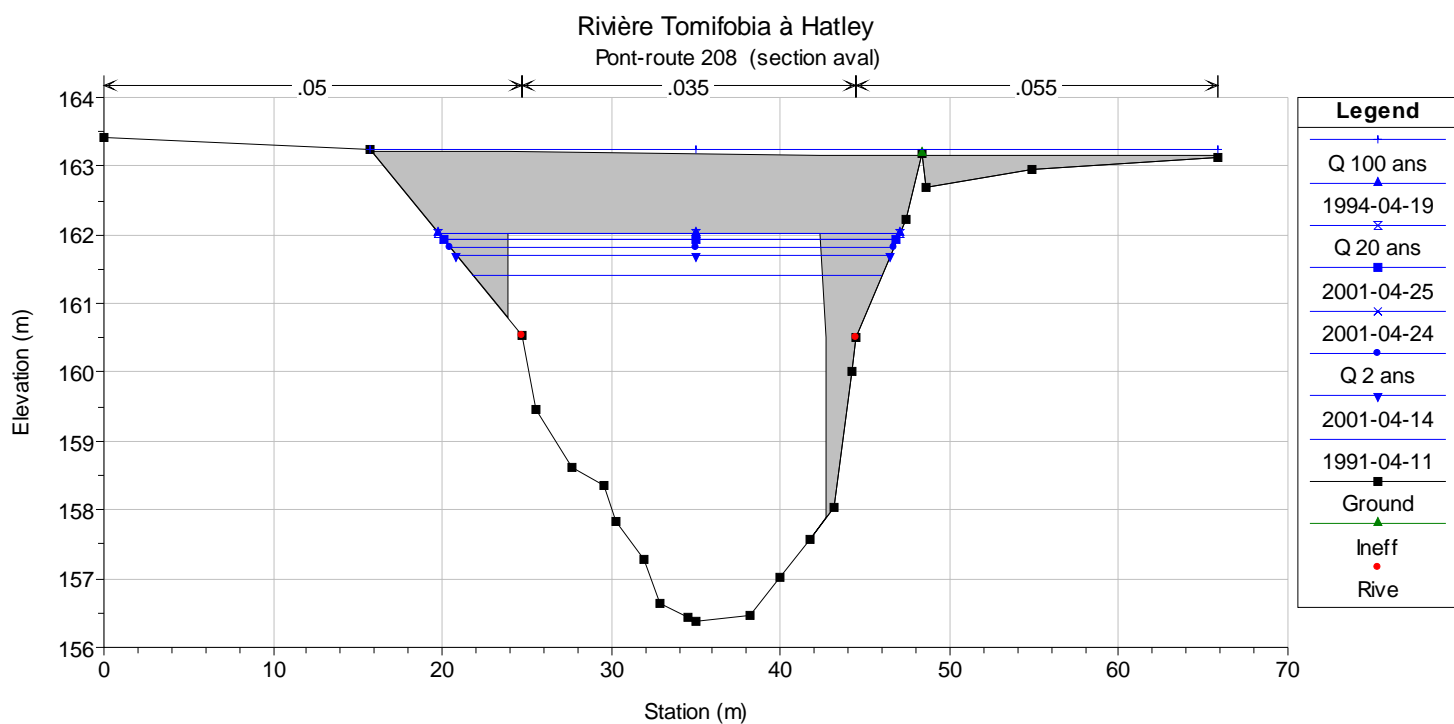


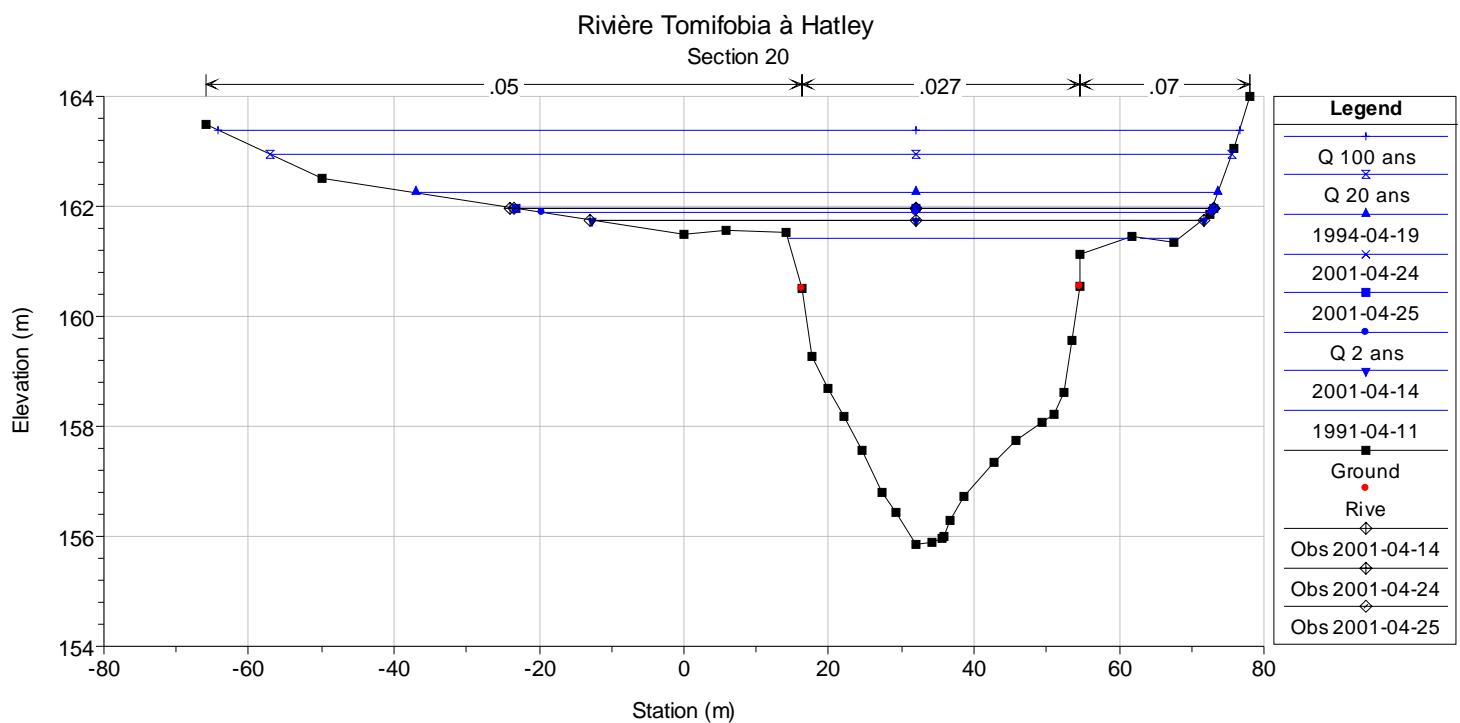
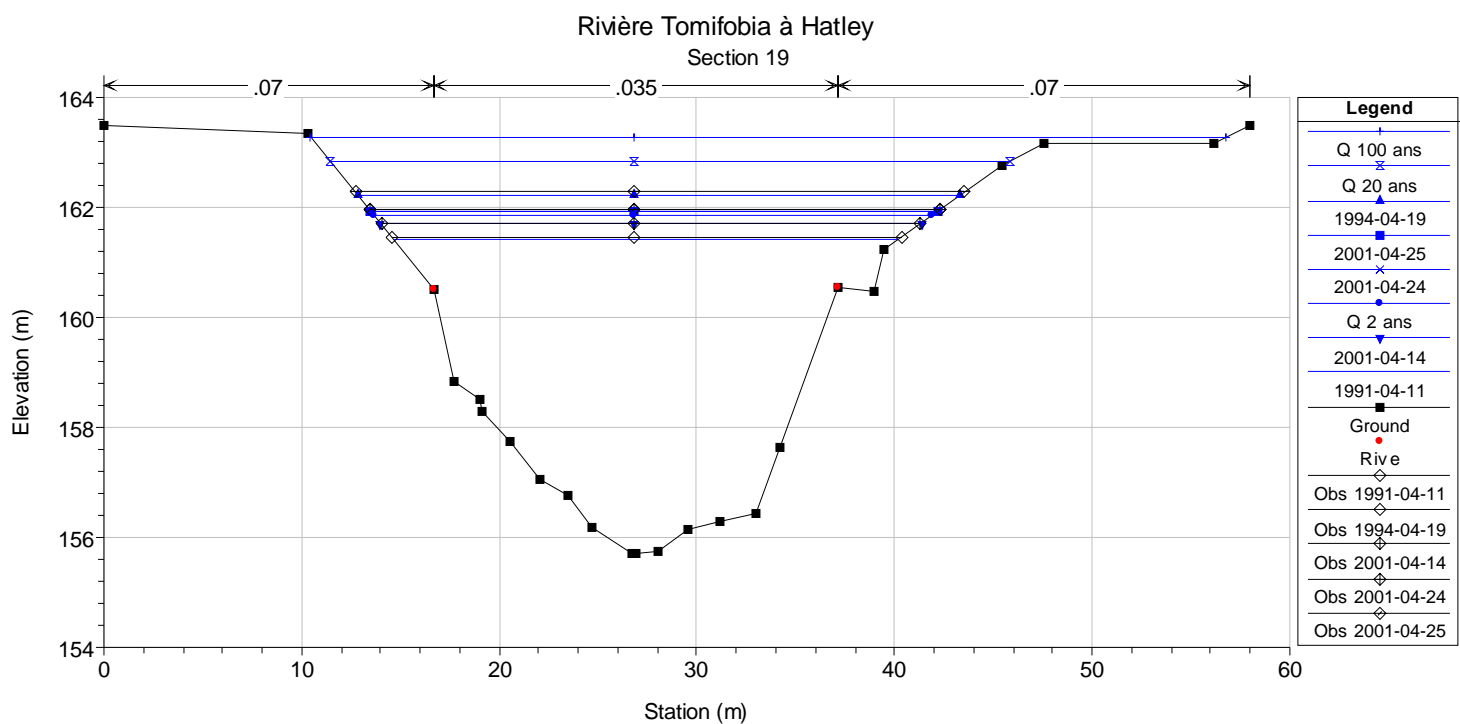


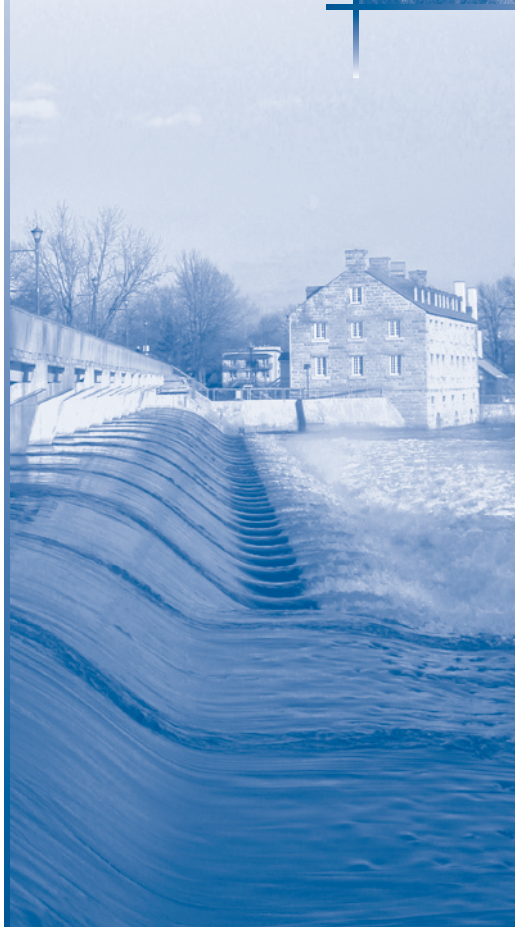












Cette étude vise à déterminer les cotes de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans sur un tronçon de la rivière Tomifobia, situé dans la municipalité de Hatley. Ces cotes sont fournies aux municipalités régionales de comté pour les soutenir dans l'application de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Pour ce faire, divers travaux de relevés et d'analyses ont été réalisés dans le cadre du Programme de détermination des cotes de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans du ministère de l'Environnement. Par ailleurs, les cotes de crues de récurrence de 2 ans sont également fournies, puisque cette information est d'une grande utilité pour l'application de la Politique.

