Étude hydrologique et hydraulique de la rivière aux Chiens

présentation aux citoyens

MRC de Thérèse-de-Blainville

Marcel Roy, ing.
Directeur provincial-Québec
JFSA inc.

20 octobre 2020
19h00 à 21h00

Avertissements

Droit d'auteur (copyright)

Il est interdit de reproduire ou de diffuser sur quelques plateformes que ce soient, en partie ou en totalité, sans autorisation expresse les textes, photos et autres éléments qui font partie de cette présentation. L'information contenue dans la présente est et demeure la propriété exclusive de JFSA qui en détient tous les droits de propriété intellectuelle.

Points de discussion

- Présentation de JFSA;
- But et objectif du mandat;
- Méthodologie et approche technique;
- Résultats;
- Estimation des coûts
- Recommandations et conclusions.

Présentation de JFSA

Firme:

- Une firme d'experts-conseil spécialisée en ressources hydriques et en environnement;
- Une trentaine d'employés (ingénieurs, techniciens, biologistes, géomorphologue, etc.);
- 5 bureaux (3 au Québec, 3 en Ontario)
- Fondée en 1993 (plus de 25 ans d'existence)

Mandats:

- Détermination de cotes d'inondation (Gatineau, Outaouais, aux Chiens, etc.);
- Plan directeur sanitaire et pluvial;
- Plan pour le contrôle des débordements d'eaux usées;
- Expert de la cour dans des dossiers de refoulements et d'inondation;
- Gestionnaire de stations météorologiques (pluie, neige, vent, etc.) pour une dixaine de clients municipaux et privés;
- Formateur en gestion des ressources hydriques

But et objectif du mandat

Depuis 2013, la MRC recevait beaucoup de plaintes de la part des citoyens en lien avec le comportement de la rivière aux Chiens au printemps mais également lors d'une forte précipitation estivale.

Face à ces préoccupations, la MRC a lancé au printemps 2015 un appel d'offres de services professionnels afin d'examiner et de comprendre le comportement de cette rivière en conditions critiques.

JFSA a soumissionné sur le projet et a obtenu la note de qualification et éventuellement le meilleur prix pour réaliser le projet

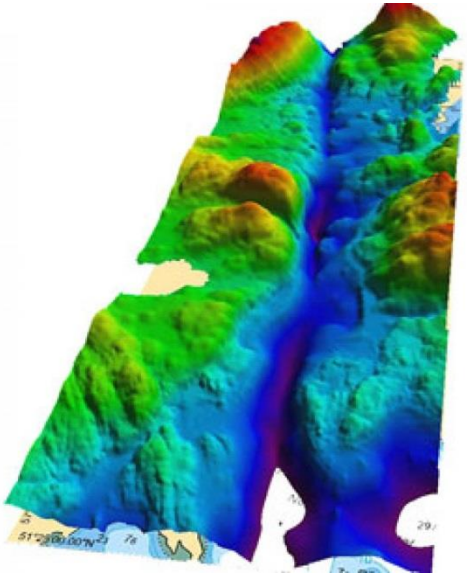
But et objectif du mandat

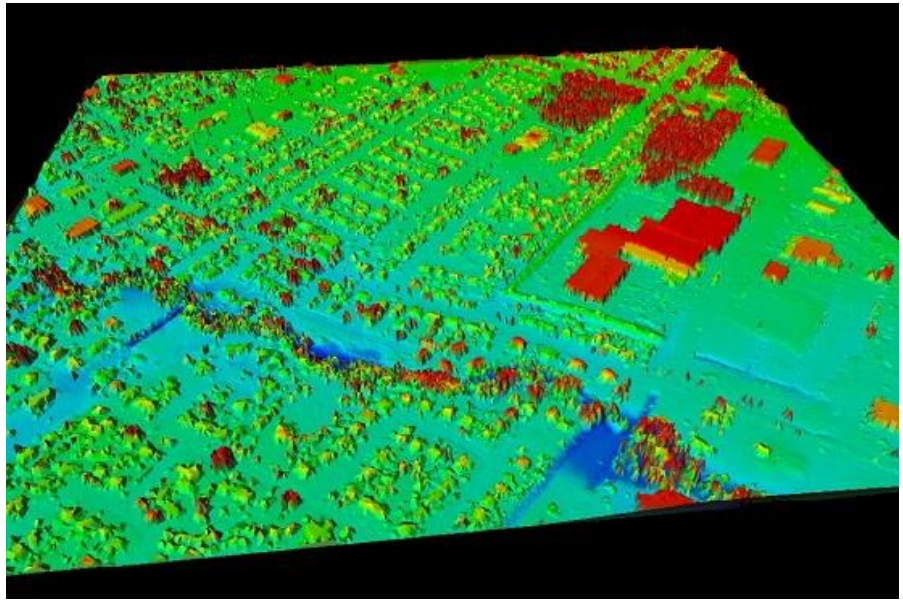
- Récolte de l'information disponible;
- Identification du bassin versant;
- Bathymétrie et inventaire des ponts et ponceaux;
- Instrumentation de la rivière;
- Visite et caractérisation du tunnel de +/- 1 km à Sainte-Thérèse;
- Découpage du bassin versant en plus de 200 sous-bassins;
- Modélisation hydrologique et hydraulique;
- Calibration du modèle à l'aide des données de l'instrumentation;
- Simulation informatique du comportement de la rivière (estival et printanière).

Méthodologie

- Récolte de l'information disponible;

LIDAR (light detection and ranging)





Méthodologie

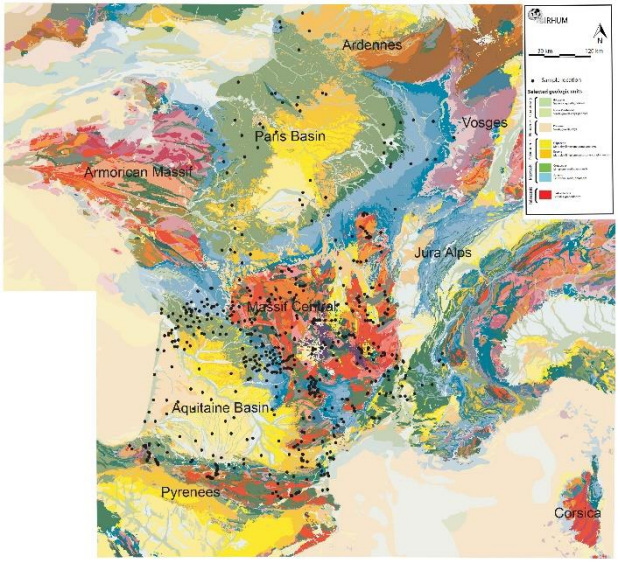
- Récolte de l'information disponible;

Plan d'urbanisme pour les secteurs avec nouveau lotissement

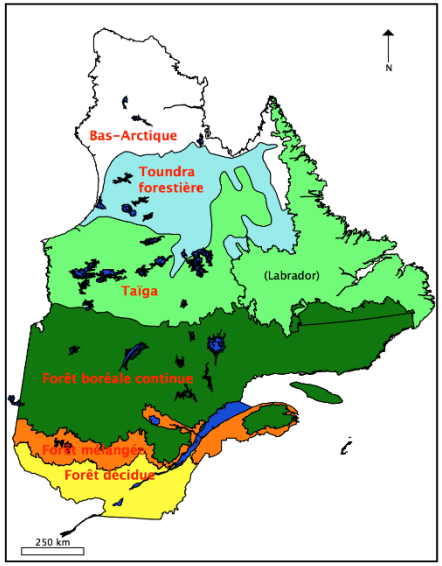
Méthodologie

- Récolte de l'information disponible;

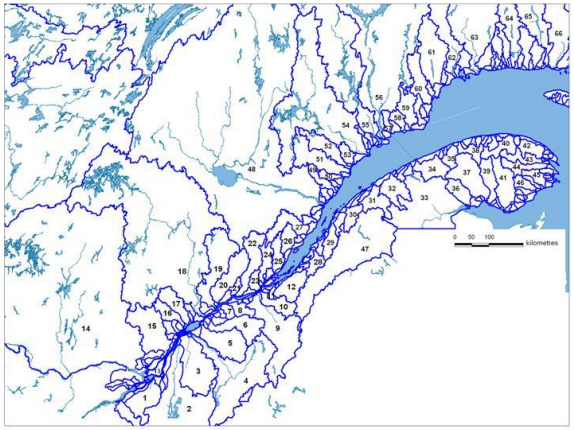
Cartes



pédologique



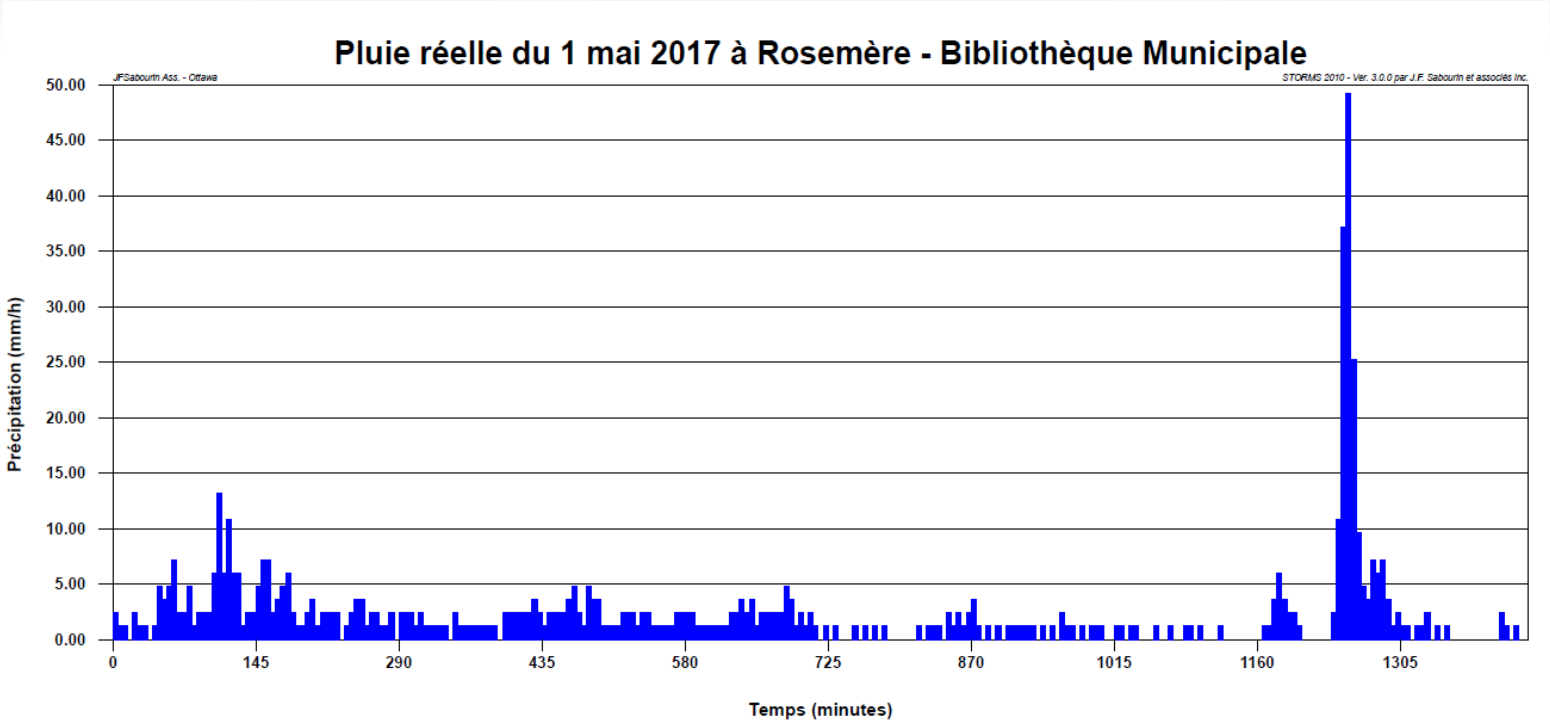
forestière



Hydrique
(réseaux, fossés, ruisseaux)

Méthodologie

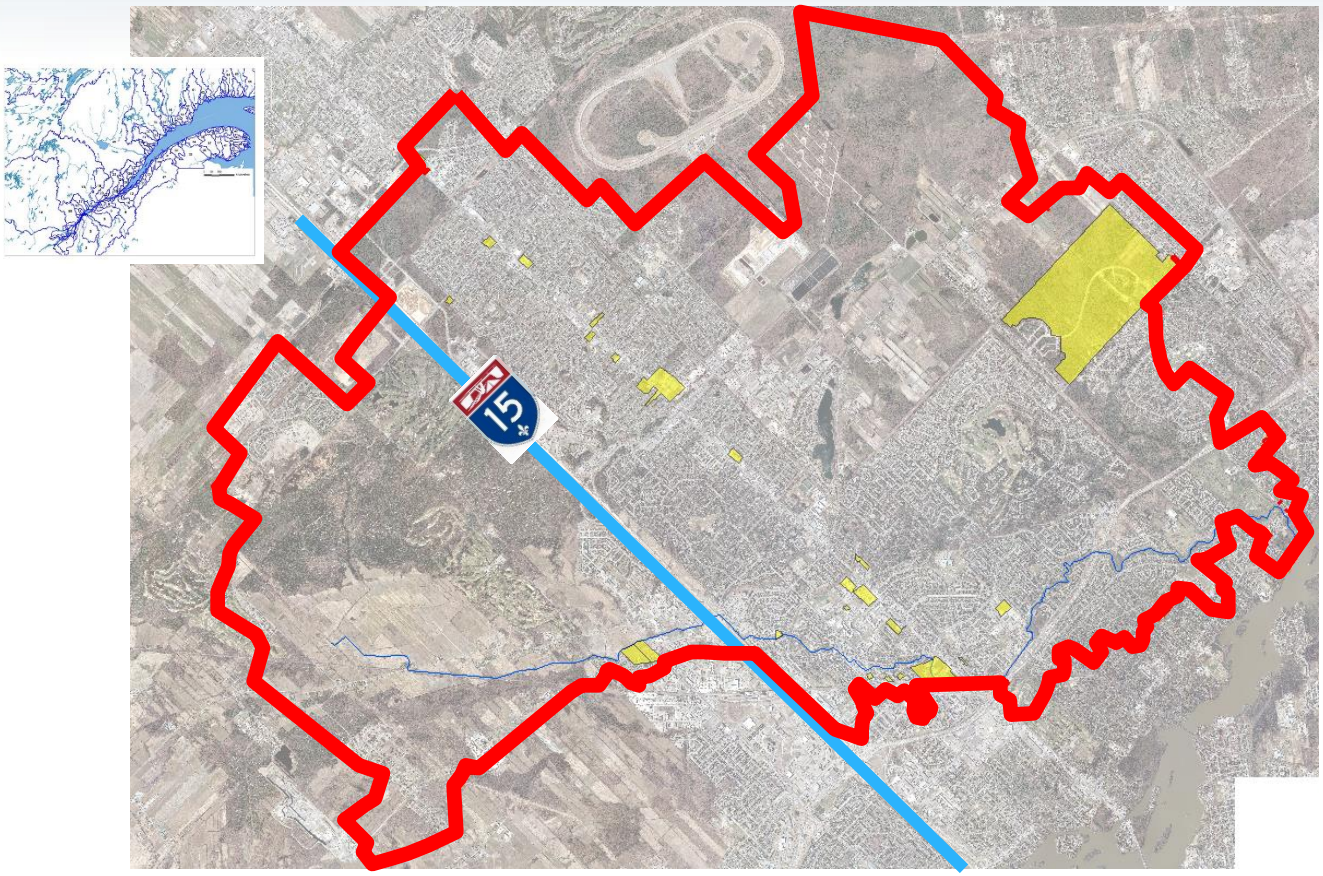
- Récolte de l'information disponible;



pluie

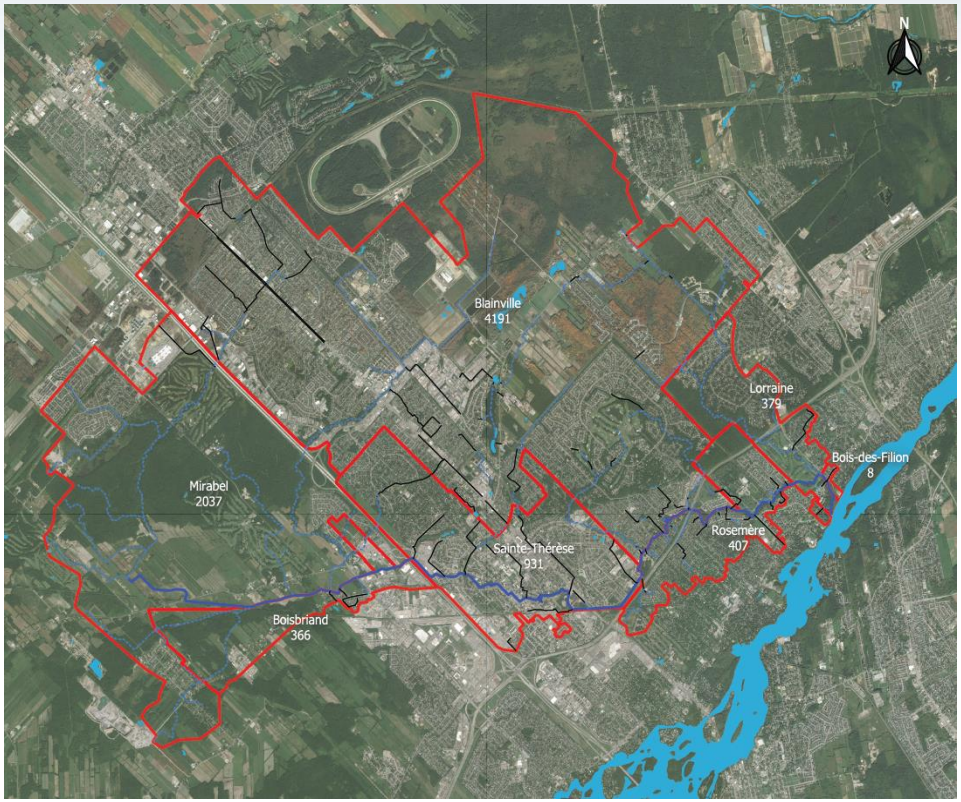
Méthodologie

- Identification du bassin versant;



Méthodologie

- Identification du bassin versant;



Ville	Superficie (ha)
Mirabel	2037
Boisbriand	366
Sainte-Thérèse	931
Rosemère	407
Blainville	4191
Lorraine	379
Bois-des-Filion	8

Par ville

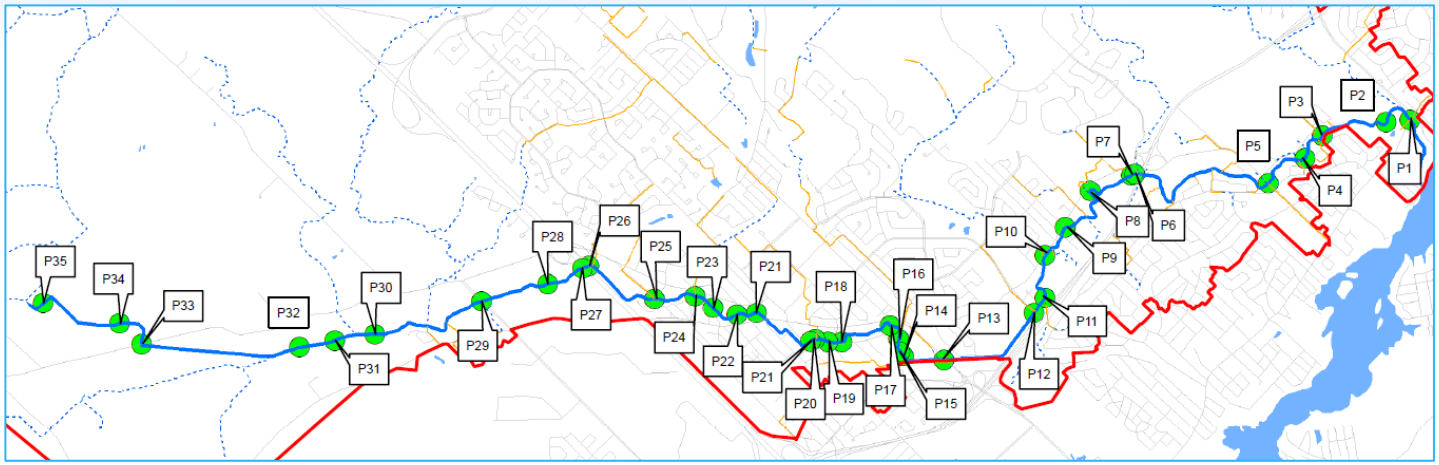
Méthodologie

- Caractéristiques de quelques uns des 200 sous-bassins;

Nom	Superficie (ha)	CN ou Imp (%)	Nom	Superficie (ha)	CN ou Imp (%)	Nom	Superficie (ha)	CN ou Imp (%)	Nom	Superficie (ha)	CN ou Imp (%)
C6	15.05	52	X2	10.22	53	B22	85.30	40	AH	49.29	34
C7	21.90	51	X3	39.30	35	B19	17.14	72	B4	70.09	34
C8	65.28	63	X4	157.04	42	B17	7.60	52	B5	122.92	36
B2	89.13	48	Q1	22.00	16	B20	13.01	81	B3	52.35	55
B8	154.98	24	Q2	27.23	35	B18	12.30	83	H20	5.06	32
B10	34.91	53	R3	45.82	29	AL4	15.11	36	H19	44.17	40
B9	184.83	33	R1	30.75	90	AL3	99.95	25	H17	62.65	50
C5	102.77	64	R2	9.80	16	AL1	24.95	55	H16	260.74	42
C1	9.09	50	R6	11.91	85	AL2	28.85	49	C2	84.97	56
B1	23.22	70	R5	6.35	35	AM2	41.29	34	H23	525.16	50
A	89.75	62	R7	91.33	61	AO	7.07	34	S	30.83	65
D2	70.83	74	R4	11.61	68	AP	39.06	35	B23	58.66	41
D1	95.58	78	AD1	25.91	35	AS	32.02	33	H24	30.15	22
B7	78.16	51	AZ	5.89	29	AT1	27.20	34	BD18	21.65	70
H13	19.70	39	BB	3.98	27	BC	5.37	28	BD16	38.85	39
H10	6.19	30	AX	17.23	71	AV	5.22	76	AD2	27.06	61
H3	8.19	34	AY	8.73	32	BG	3.89	50	V	42.10	49
H11	12.46	71	AW	21.94	44	BI	15.28	68	AE11	17.10	37
H9	3.38	50	BA	30.61	31	BF	2.62	30	AE9	51.40	32

Méthodologie

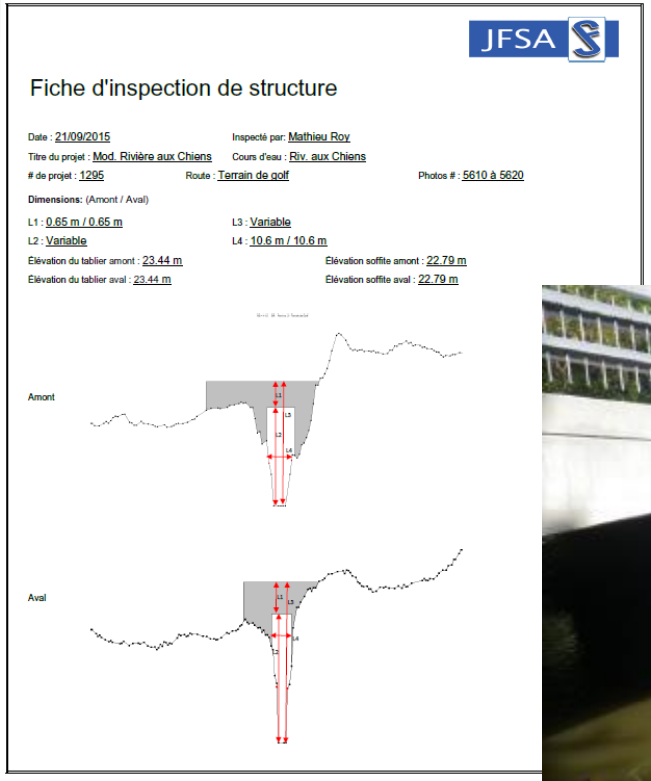
- Bathymétrie et inventaire des 35 structures;



No.	Responsable de l'ouvrage hydraulique	Emplacement	Description	Longueur (m)	Radier amont (m)	Élévation du tablier ou de la rue (m)	Remarques
1	Lorraine	Chemin de la Grande Côte	Pont, ouverture en arche (12,06m de largeur x 2.94m de hauteur)	14.35	18.98	22.95	Présence de sédiments
2	Lorraine	Terrain de Golf	Pont, ouverture trapézoïdale (9.9m de largeur x 2.61m de hauteur)	3.26	20.16	23.48	
3	Rosemère	Rue des Vignobles	Pont en acier (23.90 m de largeur x 5.84 m de hauteur)	13.31	20.54	28.20	
4	Rosemère	Parc Alexandre Bileaudeau	Pont, ouverture en arche (18.27 m de largeur x 3.34 m de hauteur)	3.26	20.75	25.42	
5	Rosemère	Route Roland-	Pont, ouverture en arche (8.52m de	9.91	21.96	25.81	

But et objectif du mandat

- Bathymétrie et inventaire des 35 structures;



JFSA

Fiche d'inspection de structure

Date : 21/09/2015 Inspecté par: Mathieu Roy

Titre du projet : Mod. Rivière aux Chiens Cours d'eau : Riv. aux Chiens

de projet : 1295 Route : Terrain de golf Photos # : 5610 à 5620

Dimensions: (Amont / Aval)

L1 : 0.65 m / 0.65 m L3 : Variable

L2 : Variable L4 : 10.6 m / 10.6 m

Élévation du tablier amont : 23.44 m Élévation soffite amont : 22.79 m

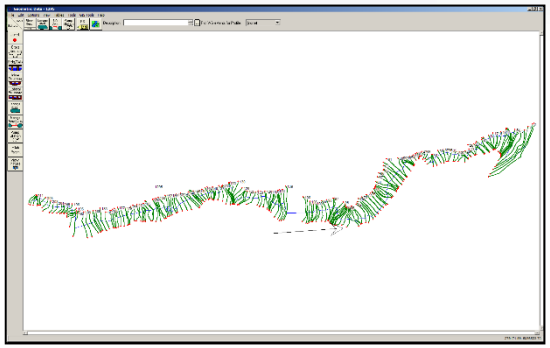
Élévation du tablier aval : 23.44 m Élévation soffite aval : 22.79 m

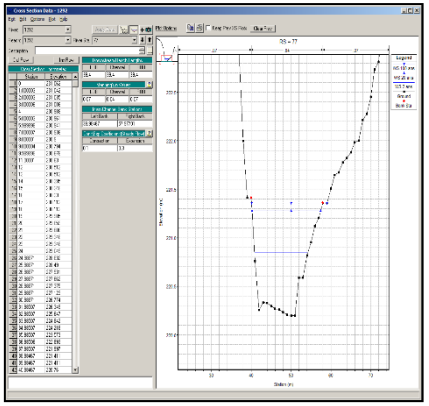
Amont

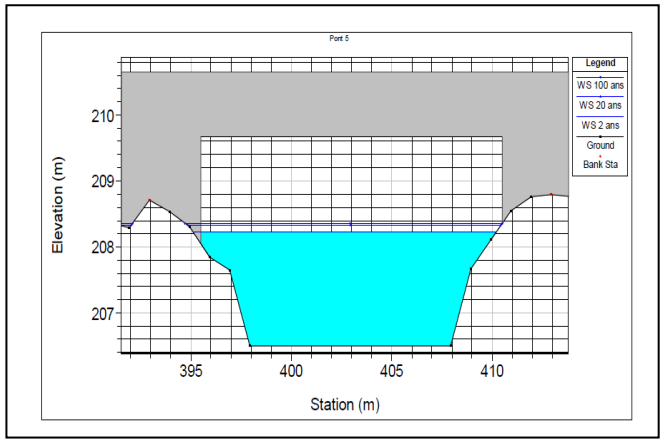
Aval

But et objectif du mandat

- Bathymétrie, inventaire des 35 structures et 202 sections transversales;

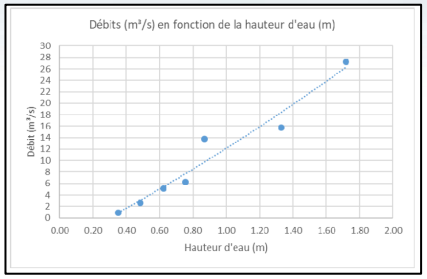






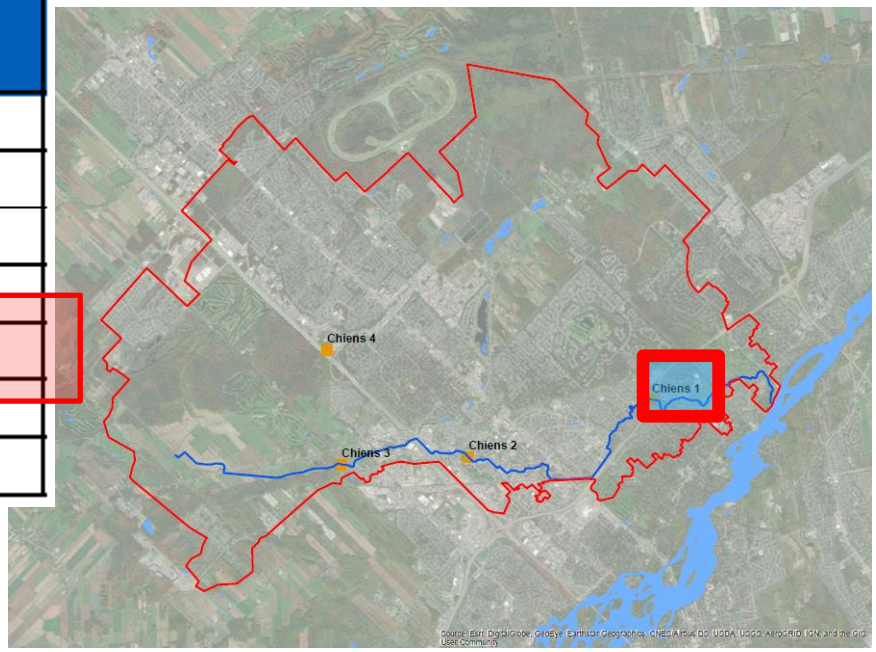
Méthodologie

- Campagne de mesure;



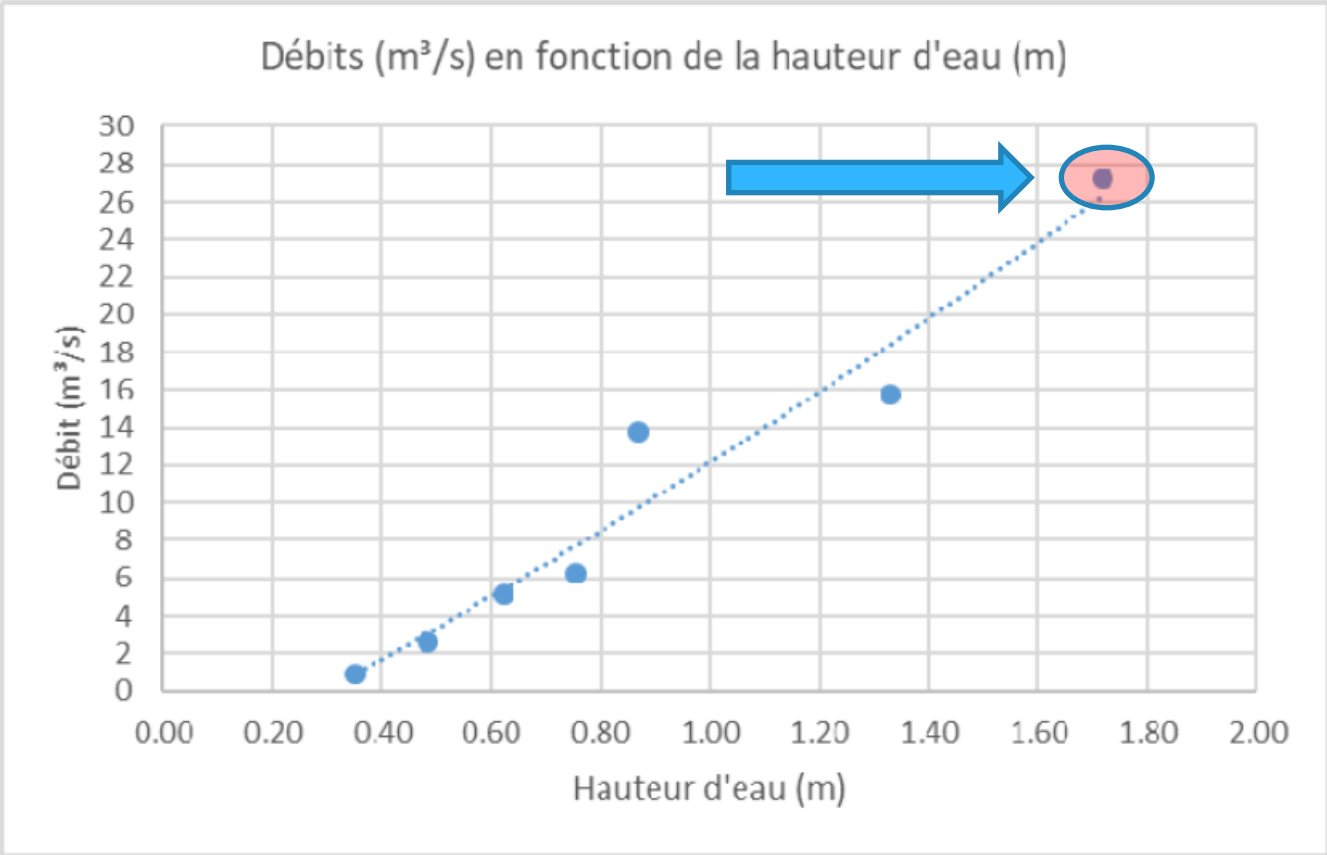
Croisement avec l'autoroute 640

Date de la prise de mesure de débit	Hauteur mesurée et ajustée (m)*	Débit mesuré (m^3/s)
2015-10-29	0.87	13.74
2016-06-09	0.35	0.88
2016-10-21	0.76	6.29
2016-04-01	1.33	15.73
2017-04-07	1.72	27.23
2017-04-20	0.62	5.12
2017-04-27	0.49	2.64



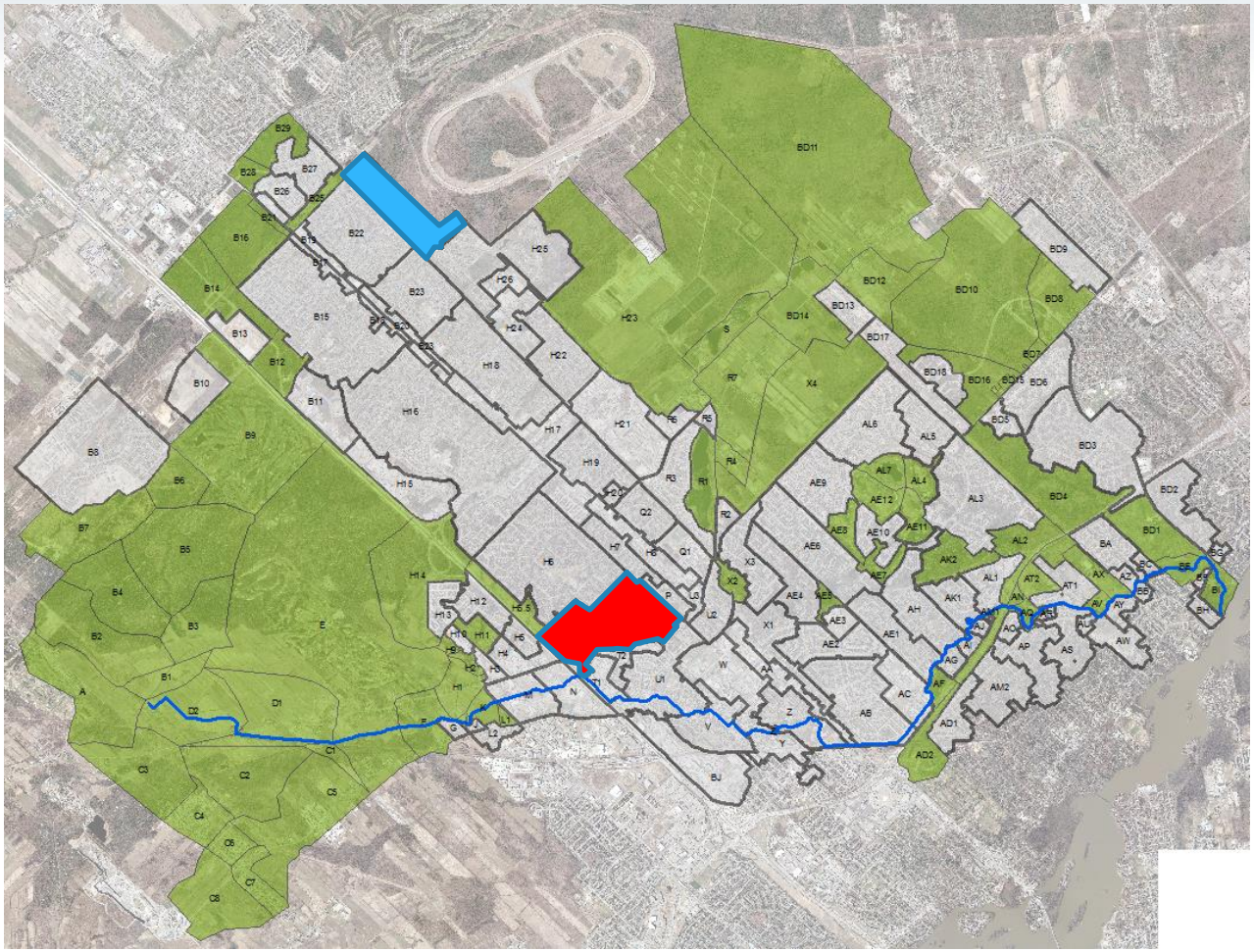
Méthodologie

- Campagne de mesure;



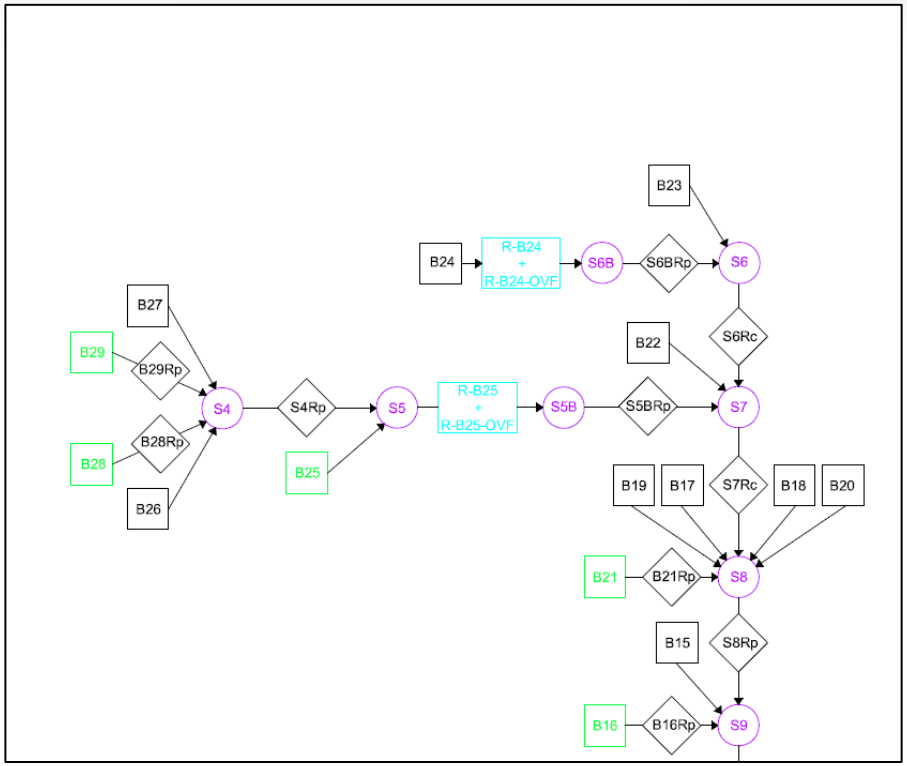
Méthodologie

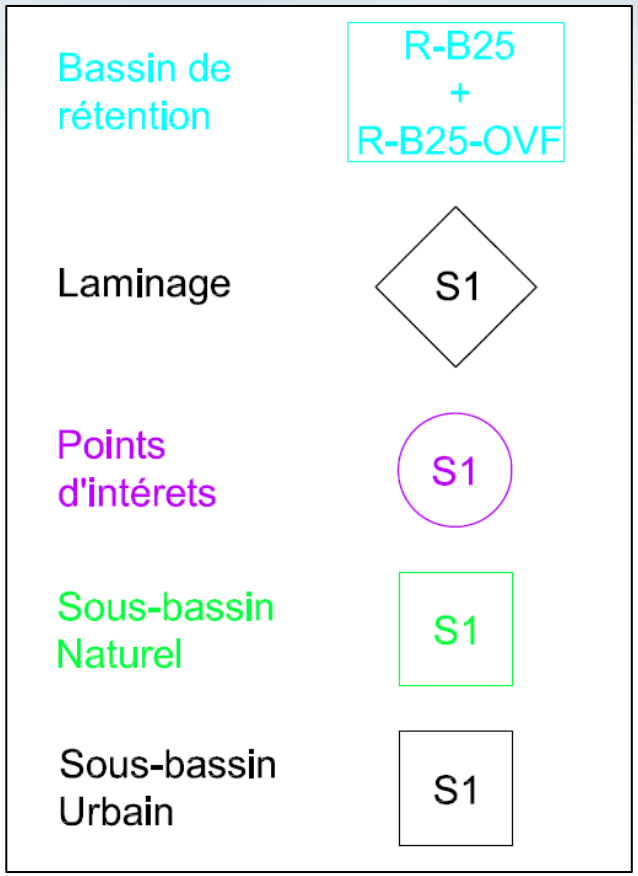
- Découpage en 200 bassins versants;



Méthodologie

- Découpage en bassins versants;

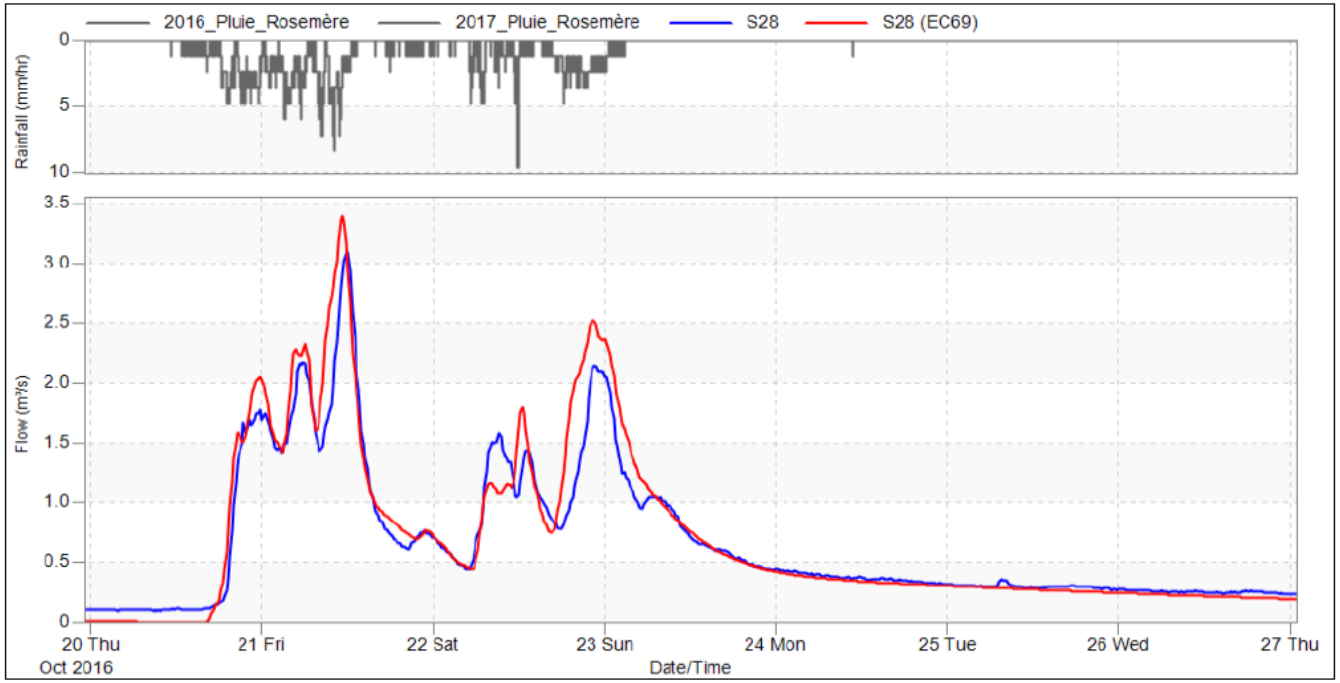




Hydrologie du cours d'eau avec le logiciel SWMHYMO
(Storm Water Management Hydrologic model)

Méthodologie

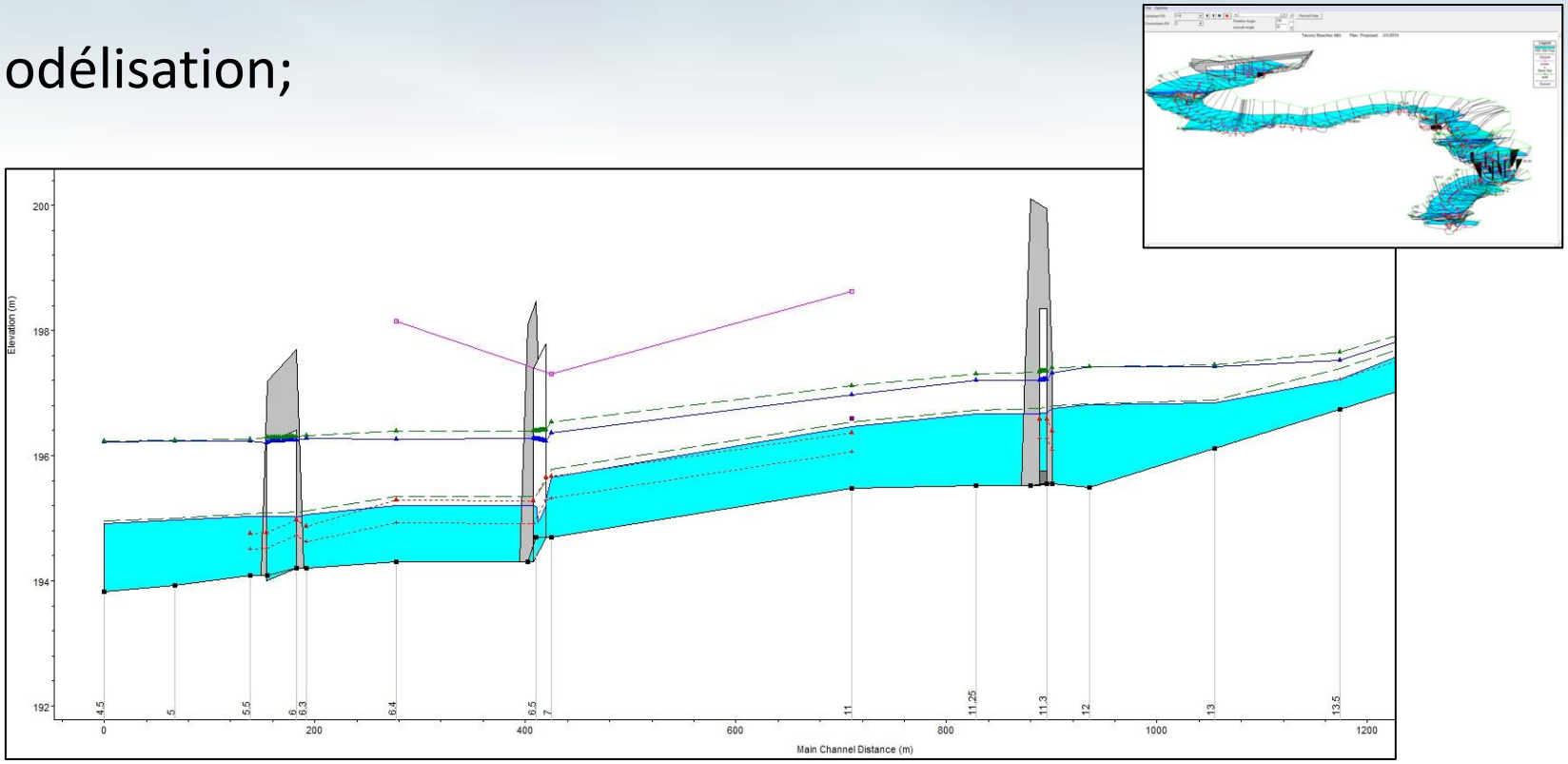
- Modélisation;



Hydrologie du cours d'eau avec le logiciel SWMHYMO
(Storm Water Management Hydrologic model)

Méthodologie

- Modélisation;



Hydraulique du cours d'eau avec le logiciel HEC RAS
(Hydrologic Engineering Centers River Analysis System)

Méthodologie

- Calibration du modèle;

Pluie d'été

Pluie et fonte printanière

	Pluie d'été	Pluie et fonte
Débit de pointe	élevé	Plus bas
Volume total	Plus bas	Plus élevé
Conception d'un ponceau	✓	
Conception d'un volume de rétention		✓

Résultats

- Définition;

La terminologie utilisée pour définir le niveau de service d'une infrastructure ou la capacité de transport d'une section d'écoulement naturelle d'un cours d'eau porte souvent à confusion.

À titre d'exemple pour la rivière des Outaouais, nous entendons souvent parler d'un événement centenaire. Les inondations de 2019 ont dépassé la période de retour de 100 ans. Alors comment se fait-il qu'il y a eu en 2017 un événement centenaire de la rivière des Outaoauis et 2 ans plus tard en 2019 il y a encore un événement centenaire, ne serait-il pas plus juste de conclure que si un événement centenaire survient en 2017 que le prochain événement centenaire ne survienne qu'en 2117 ?

Résultats

- Définition;

Il faut repenser la façon de traiter ou de présenter la notion d'événement relié à une période de retour et cela peu importe la période de retour en question (périodes standards: 2, 5, 10, 25, 50 et 100 ans). Une période de retour de 14 ans ou de 1000 ans existe également mais dans le jargon technique le 2,5,10,25,50 et 100 ans sont standards.

Voici la nouvelle reformulation pour faciliter la compréhension:

Quel est la probabilité qu'un événement centenaire survienne à chaque année ?
Quelle est la probabilité qu'un événement de 5 ans survienne à chaque année ?
Quelle est la probabilité qu'un événement de 50 ans survienne à chaque année ?

Résultats

- Définition;

Tableau 5.1

Risque associé à différentes récurrences (Rivard, 2005).

Période de retour en années	Probabilité moyenne d'occurrence par année	Risque d'occurrence pour une période de N années				
		N = 100	N = 50	N = 25	N = 10	N = 1
100	1 %	64 %	40 %	22 %	10 %	1 %
50	2 %	87 %	64 %	40 %	18 %	2 %
25	4 %	98 %	87 %	64 %	34 %	4 %
10	10 %	100 %	99 %	93 %	65 %	10 %
5	20 %	100 %	100 %	100 %	89 %	20 %

Il y a donc 1% des chances qu'un événement centenaire survienne à chaque année.

Résultats

- Définition;

Tableau 5.1

Risque associé à différentes récurrences (Rivard, 2005).

Période de retour en années	Probabilité moyenne d'occurrence par année	Risque d'occurrence pour une période de N années				
		N = 100	N = 50	N = 25	N = 10	N = 1
100	1 %	64 %	40 %	22 %	10 %	1 %
50	2 %	87 %	64 %	40 %	18 %	2 %
25	4 %	98 %	87 %	64 %	34 %	4 %
10	10 %	100 %	99 %	93 %	65 %	10 %
5	20 %	100 %	100 %	100 %	89 %	20 %

Il y a 10 % des chances qu'un événement centenaire survienne dans le prochain 10 ans.

Résultats

- Définition;

Selon vous, quelle était la période de retour de l'événement du 6-7 avril 2017 qui a provoqué le débordement de la rivière aux Chiens ?

2 ans 5 ans 10 ans 25 ans 50 ans 100 ans

+/- 12 ans

Résultats

- Définition;(ajoute sol gelé… etc.)

Tableau 5.1

Risque associé à différentes récurrences (Rivard, 2005).

Période de retour en années	Probabilité moyenne d'occurrence par année	Risque d'occurrence pour une période de N années				
		N = 100	N = 50	N = 25	N = 10	N = 1
100	1 %	64 %	40 %	22 %	10 %	1 %
50	2 %	87 %	64 %	40 %	18 %	2 %
25	4 %	98 %	87 %	64 %	34 %	4 %
10	10 %	100 %	99 %	93 %	65 %	10 %
5	20 %	100 %	100 %	100 %	89 %	20 %

Il y a 65 % des chances qu'un événement semblable au 6-7 avril 2017 survienne de nouveau dans le prochain 10 ans et même 10 % dans la prochaine année !!!!

Résultats

- Définition;

Une autre terminologie qui apparaît dans les débats techniques en ressources hydriques la question de l'effet anticipé des changements climatiques.

Selon les experts en changements climatiques, le groupe Ouranos entre autres, il est important de majorer nos intensités de pluie de 18 % pour l'ensemble des périodes de retours de 2 ans à 100 ans. Le MELCC est toutefois muet sur l'application de ces facteur en période printanière.

Résultats

Ouranos 2019

- Pour les grands bassins versants comme ceux par exemple de la rivière des Outaouais ou de la rivière Richelieu, le comportement à long terme, si l'on se projette dans 100 ans, est à la diminution des probabilités d'avoir des inondations comparables à celles que l'on connaît actuellement. Toutefois, la possibilité que des crues très importantes surviennent n'est pas exclue, mais simplement qu'elles seront moins probables à très long terme. Ceci s'explique par le fait que le couvert de neige tend à diminuer et ainsi les situations où coïncideront des pluies fortes avec de la fonte forte feront de même.

  La tendance à moyen terme toutefois est plus incertaine. Il y a plusieurs simulations qui tendent à montrer que les crues les plus extrêmes devraient continuer à s'amplifier pendant un certain temps, mais ce type de résultats ne se retrouve généralement pas dans la majorité des simulations que l'on analyse.

Résultats

Ouranos 2019

- Pour les bassins versants de taille moyenne comme celui par exemple de la rivière Rouge, la tendance à court, moyen et long termes est généralement à l'amplification pour les crues d'été et d'automne. Pour les crues printanières, les tendances sont les mêmes que pour les grands bassins versants.

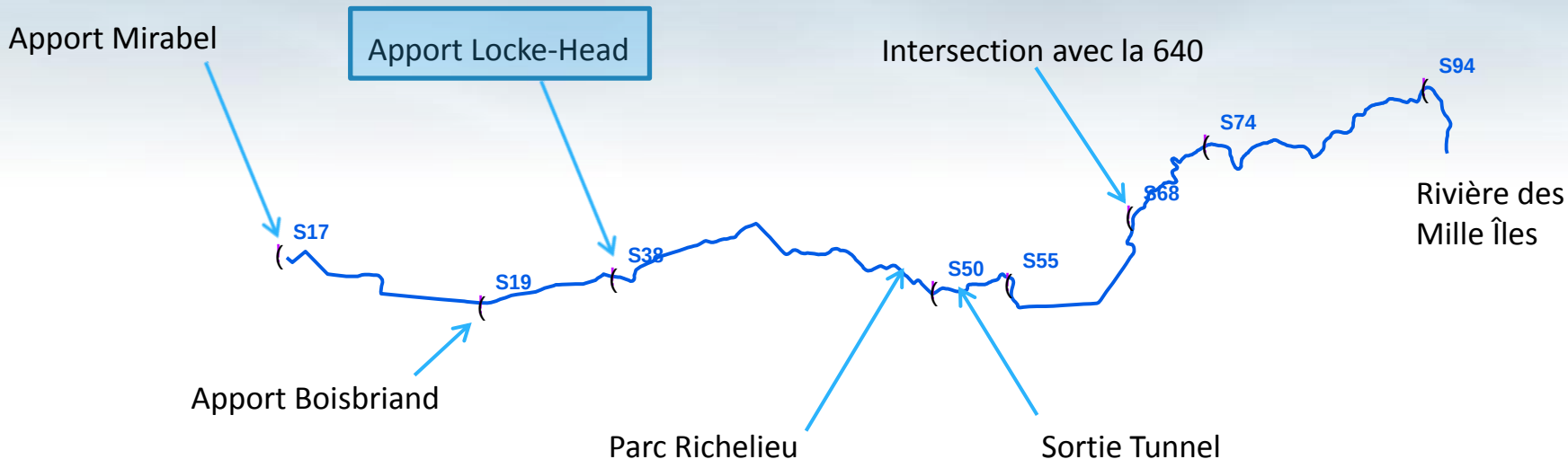
Pour ce type de bassins versants, l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional est un outil qui permet d'obtenir de l'information spécifique pour plusieurs cours d'eau.

- Pour les bassins versants de petite taille comme ceux associés au drainage urbain, la tendance à court, moyen et long termes est à l'amplification des crues. Ceci s'explique par l'augmentation de l'intensité des pluies.

La rivière aux Chiens est similaire en superficie à la rivière Rouge de l'article

Résultats

Récurrence 100 ans sans changements climatiques



Noeud	S17	S19	S38	S50	S55	S68	S74	S94
Débit cumulatif (m^3/s) Sans BR	19	20	25	36	36	40	44	58
Débit cumulatif (m^3/s) avec BR								
Distance (km)	0	2+480	3+920	7+902	8+845	11+053	12+440	15+500

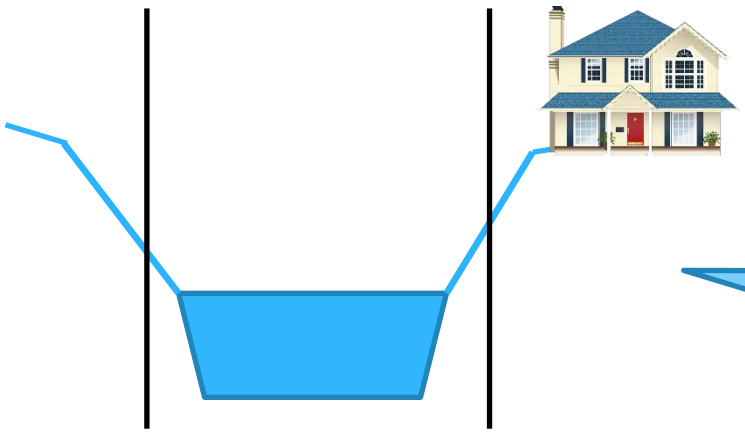
Résultats

Constats:

- Beaucoup trop d'eau;
- Section transversale peu profonde;
- Manque de rétention en gestion des eaux pluviales;
- Urbanisation dans la plaine de débordement;
- Certaines infrastructures restrictives (ponceaux, ponts, passerelle, etc.).

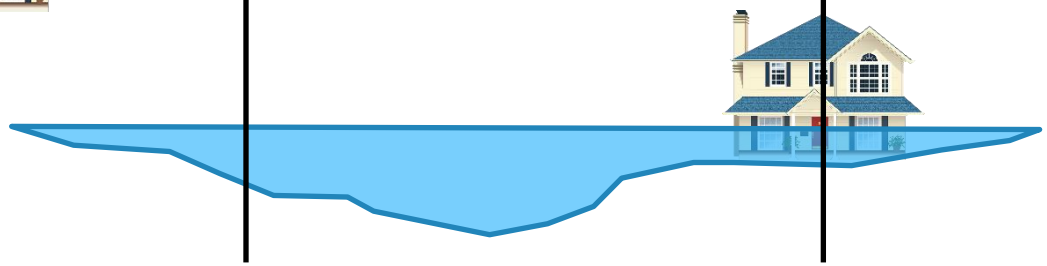
Résultats

Plaine de débordement



Encaissée

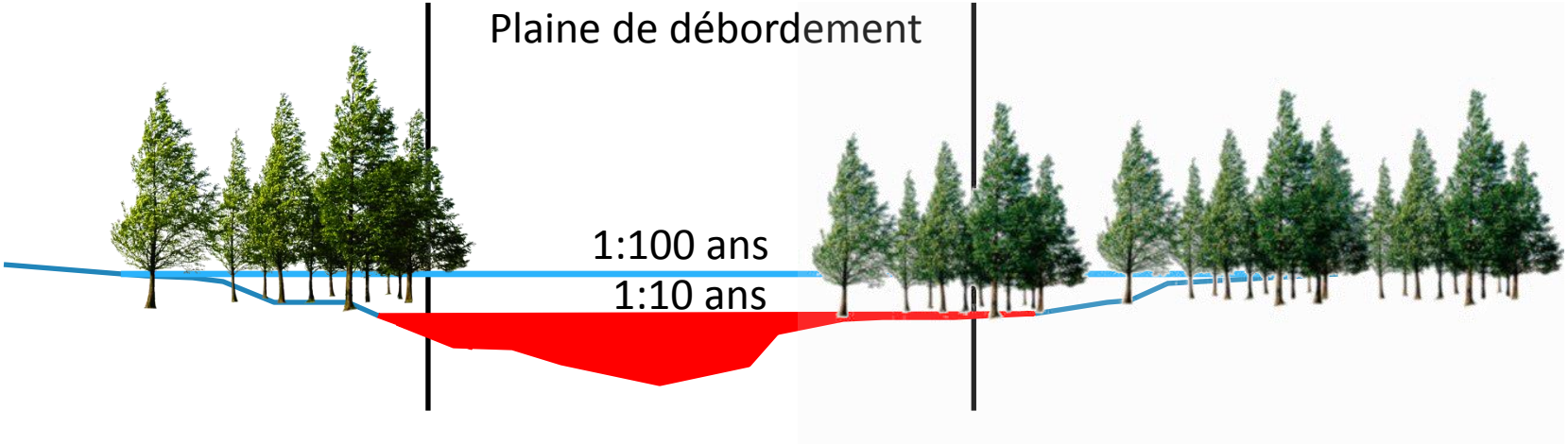
Plaine de débordement



Évasée

Résultats

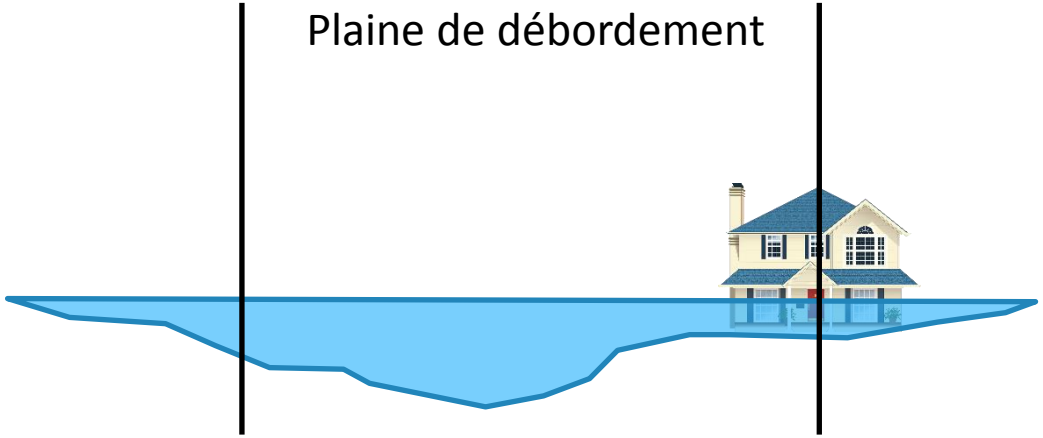
Avant même l'urbanisation de l'ensemble du bassin versant de la rivière aux Chiens, la topographie à proximité de la rivière était et est toujours très évasée de sorte que lorsque le débit augmente la plaine de débordement reprend sa position d'origine et aujourd'hui il y a des infrastructures à risques à ces endroits. Sauf qu'à ce moment aucune infrastructure n'est présente dans le lit d'écoulement de la plaine de débordement, donc aucun dommage.



Évasée

Résultats

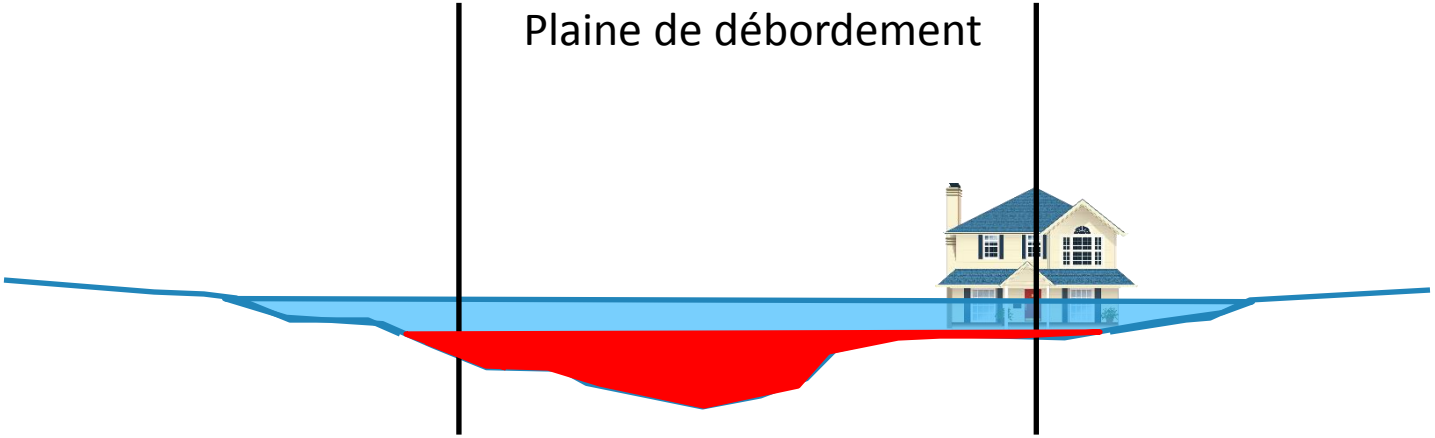
Avant même l'urbanisation de l'ensemble du bassin versant de la rivière aux Chiens, la topographie à proximité de la rivière était et est toujours très évasée de sorte que lorsque le débit augmente la plaine de débordement reprend sa position d'origine et aujourd'hui il y a des infrastructures à risques ces endroits.



Évasée

Résultats

L'urbanisation sans contrôle des volume de ruissellement provoque le rehaussement du niveau d'eau. L'urbanisation et l'attrait de l'eau provoque la construction d'infrastructures dans la plaine de débordement de la rivière avec le risque associé à cette stratégie. Le cas de la rivière aux Chiens n'est pas unique, il suffit d'examiner les zones inondées des grandes rivières au Québec en 2017 et en 2019 pour bien comprendre ce phénomène.



Évasée

Résultats

Comment pouvons-nous diminuer ou empêcher le rehaussement du niveau de l'eau ?

La réduction du débit par le stockage de l'eau dans un bassin de rétention est une solution efficace, toutefois pour la rivière aux Chiens, cette solution s'applique t'elle ?

La gestion des eaux pluviales est maintenant obligatoire au Québec pour tous les nouveaux projets domiciliaires depuis janvier 2012. Donc la gestion optimale des eaux de ruissellement existe au Québec seulement depuis 8 ans. Donc sauf quelques exceptions, avant 2012 aucune municipalité ne pouvait forcer un promoteur à développer son terrain en y ajoutant les pratiques de gestions optimales des eaux de ruissellement comme l'ajout d'un bassin de rétention.

Résultats

Il faut toutefois être prudent dans la mise en place de cet exigence. Si comme dans le cas de la rivière aux Chiens, le terrain est très évasé et qu'à l'état naturel la rivière déborde de son lit, la construction d'un bassin de rétention pour contrôler les eux ne viendra pas nécessairement corriger la problématique d'inondation. La rétention doit être conçu pour reproduire l'état du ruissellement d'avant l'urbanisation, donc dans cet exemple l'inondation surviendra encore.

Résultats

Avant urbanisation

Débit maximal autorisé selon la réglementation du MELCC.

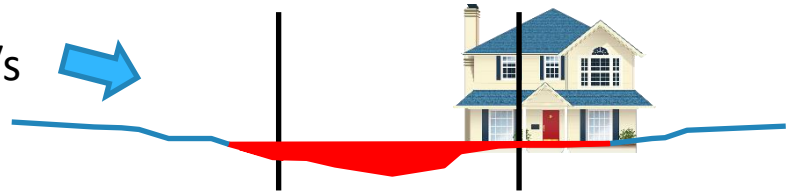
(1) 10 L/s

Après urbanisation

(1) 800 L/s

Bassin de rétention

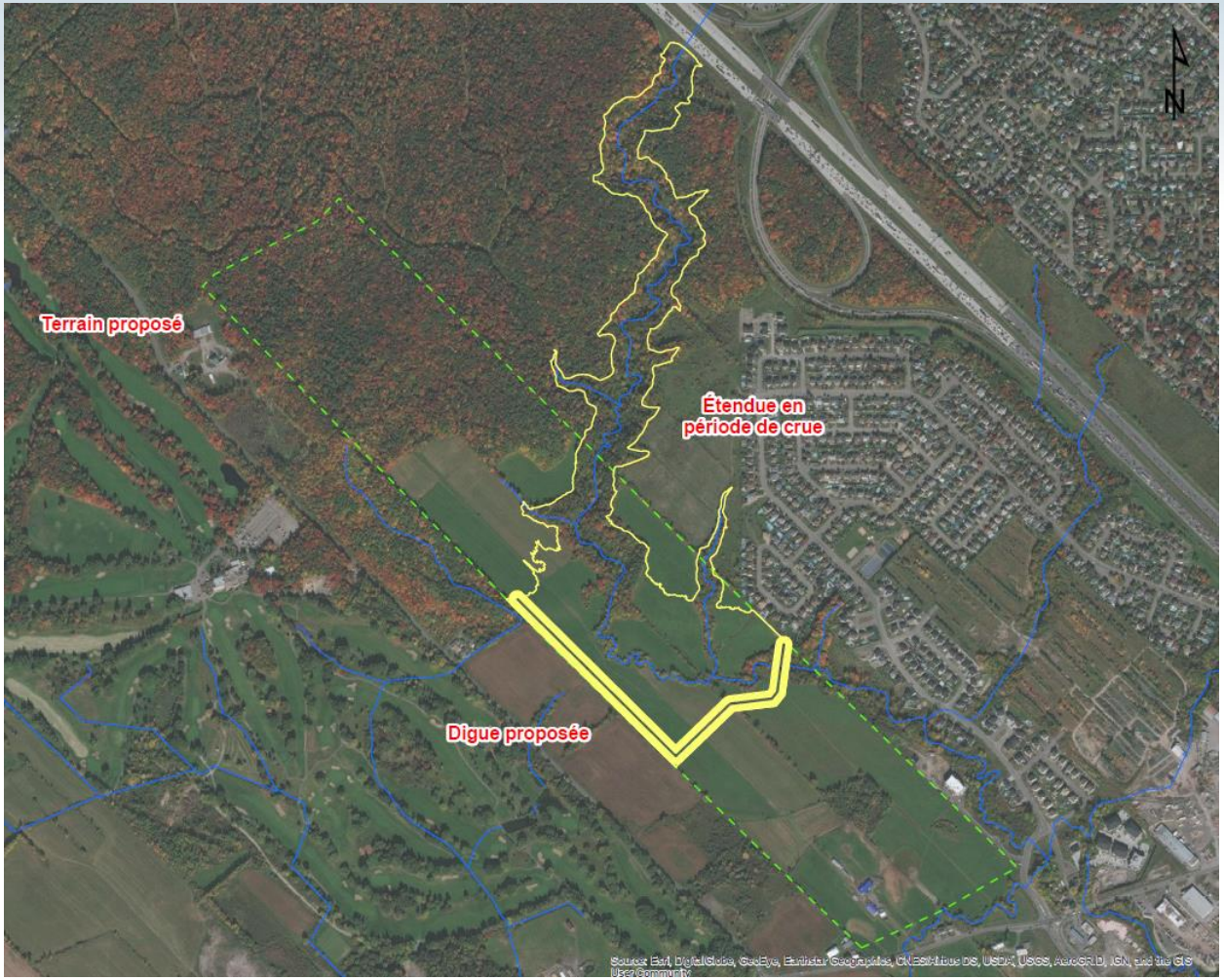
(1) 10 L/s



(1) Chiffre hypothétique aux fins de discussion

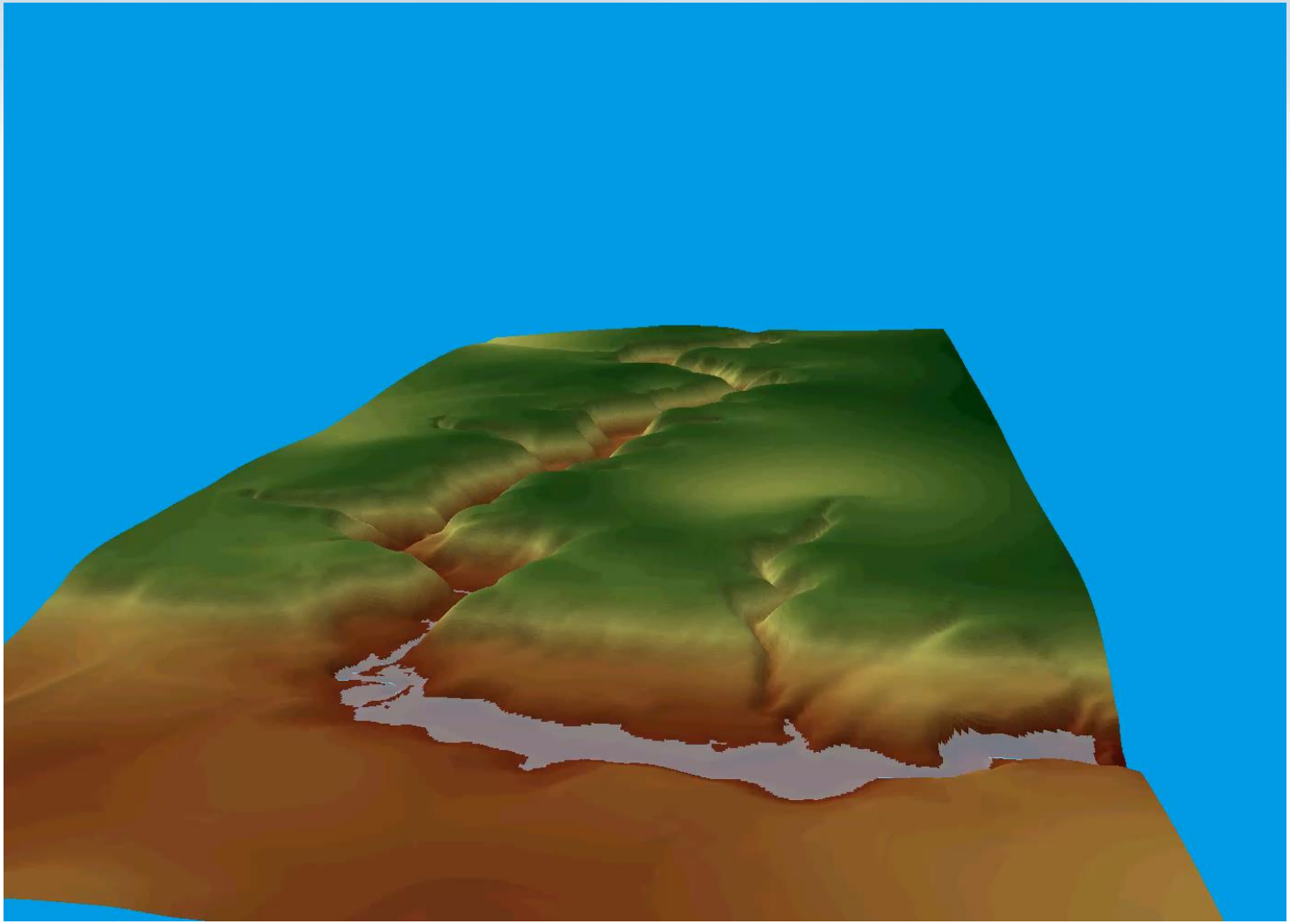
Résultats

Secteur de Mirabel



Volume de stockage du ruisseau Locke-Head

Secteur de Mirabel



Scénario avec contrôle à 3 m³/s du ruisseau Locke-Head

Événement	Volume par débit d relâche au bassin (m³)			
	0.1 m³/s	1 m³/s	2 m³/s	3 m³/s
PE 2 ans	160 000	94 000	70 000	50 000
PE 20 ans	320 000	230 000	170 000	140 000
PE 100 ans	430 000	330 000	260 000	220 000
PE 20 + cc	420 000	320 000	250 000	210 000
PE 100 ans + cc	570 000	460 000	410 000	395 500
PF 2 ans	2 310 000	1 340 000	580 000	270 000
PF 20 ans	3 500 000	2 540 000	1 700 000	940 000
PF 100 ans	4 100 000	3 200 000	2 290 000	1 490 000

PE=pluie estivale
PF=pluie et fonte de neige
cc=changements climatiques

JFSA.com

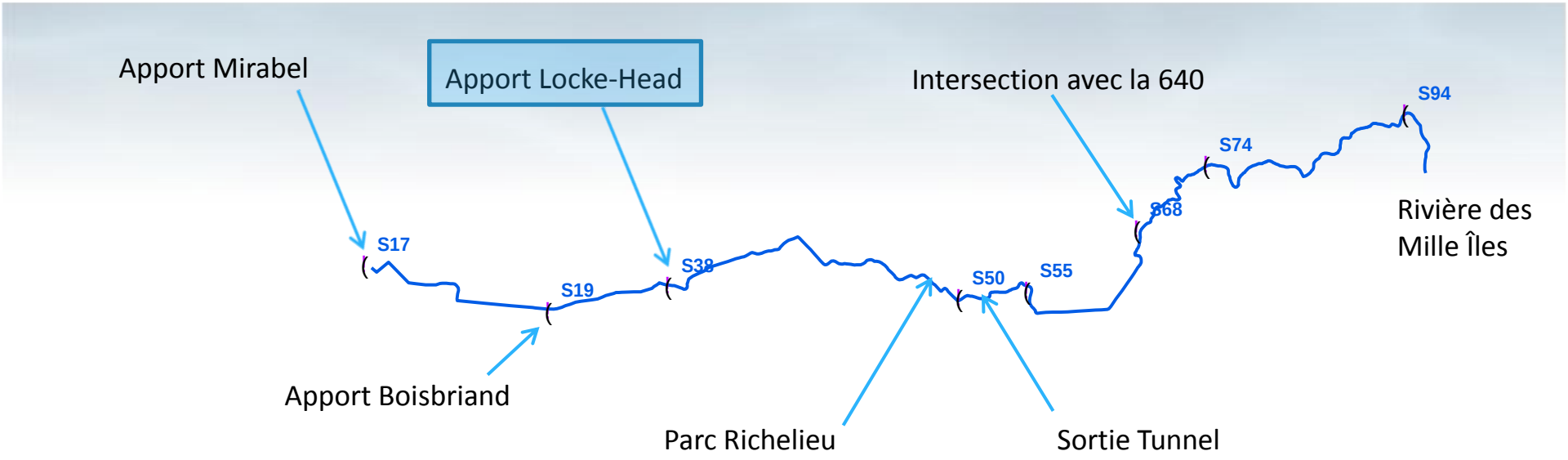
Volume de stockage du ruisseau Locke-Head

Secteur de Mirabel

Élévation (m)	Hauteur moyenne(m)	Volume(m^3)
51	1	11 000
52	2	39 000
53	3	88 000
54	4	172 000
55	5	279 000
56	6	401 000

Résultats

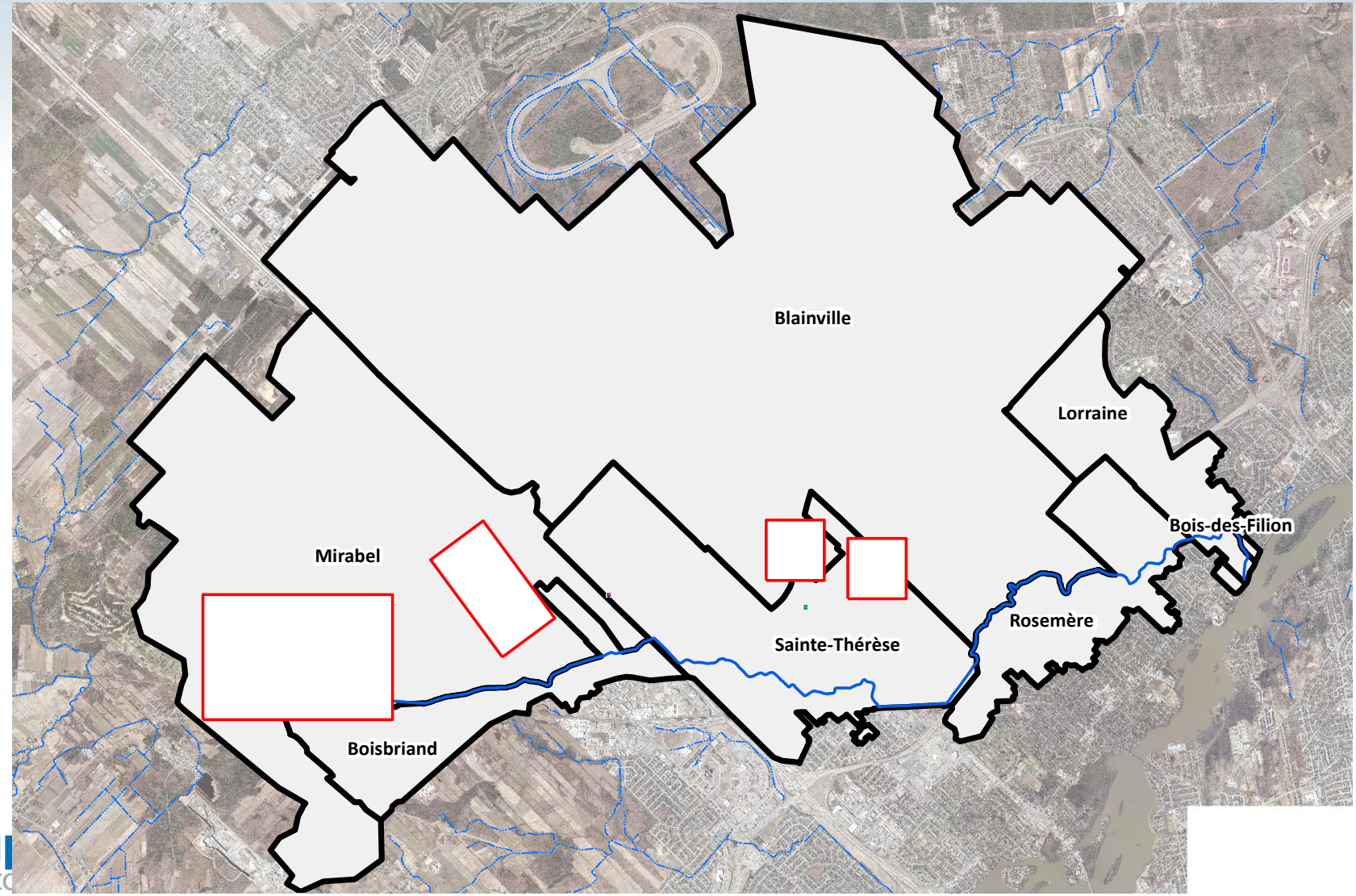
Récurrence 100 ans avec et sans bassin de rétention



Noeud	S17	S19	S38	S50	S55	S68	S74	S94
Débit cumulatif (m^3/s) Sans BR	19	20	25	36	36	40	44	58
Débit cumulatif (m^3/s) avec BR	19	20	25	28	28	40	44	58
Distance (km)	0	2+480	3+920	7+902	8+845	11+053	12+440	15+500

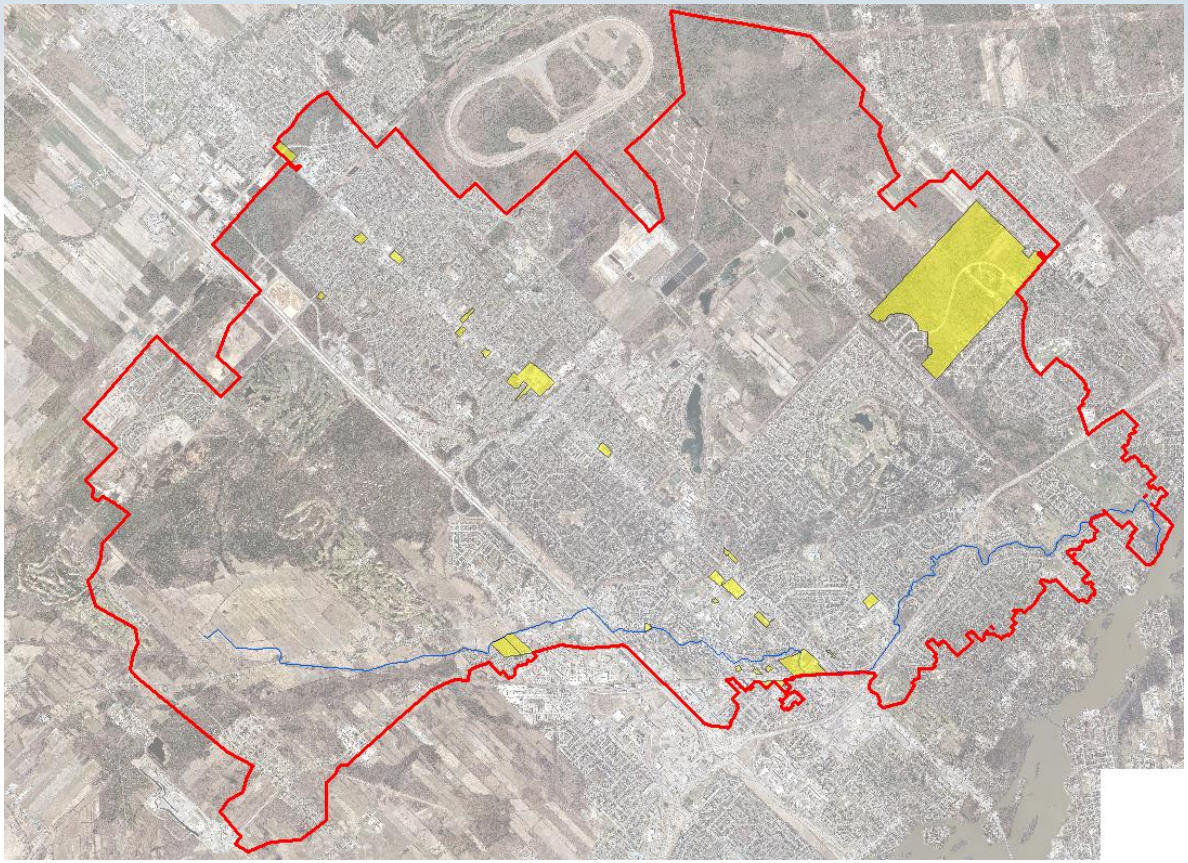
Résultats

Identification des zones de rétention possible



Résultats

Identification des zones de développement futur



Superficie totale du bassin versant : 8320 ha

Superficie naturelle : 4445 ha

Superficie des développements futurs : ± 275 ha

Ratio de la superficie totale par rapport aux développements futurs : 3%

Ratio de la superficie naturelle par rapport aux développements futurs : 6%

Résultats

- Débits à certains endroits le long du tracé de la rivière;

Tableau 28 : Débits de pointe générés par une pluie NRSC de type II d'une durée de 24 heures

Point d'intérêt (Noeud du modèle)	Superficie en amont du point d'intérêt (ha)	Récurrence	Débits (m^3/s)	
			Pluie de type NRSC (24 h), sans changement climatique	Pluie de type NRSC (24 h), avec changements climatiques
S17	1634	2 ans	7.3	9.1
		5 ans	10.0	12.4
		10 ans	11.8	14.7
		20 ans	13.1	16.4
		25 ans	14.3	18.4
		50 ans	16.4	23.0
		100 ans	19.2	28.4
S19s	2206	2 ans	8.4	10.8
		5 ans	12.1	15.6
		10 ans	14.8	19.0
		20 ans	16.6	21.4
		25 ans	18.4	24.0
		50 ans	21.3	29.0
		100 ans	24.8	34.5
S38	4553	2 ans	8.2	10.6
		5 ans	11.8	15.3
		10 ans	14.5	18.8
		20 ans	16.3	21.3
		25 ans	18.2	23.8
		50 ans	21.3	28.5
		100 ans	24.7	33.5

Pluie d'été

Présentation des problématiques

- Faible capacité du chenal d'écoulement de la rivière aux Chiens;
- Faible capacité de certains ponts et ponceaux ce qui engendre une restriction à l'écoulement et;
- Présence de bâtiments et/ou aménagements (piscine, remise, stationnement, etc.) en bordure du chenal d'écoulement, et ce, dans les secteurs urbains.

Présentation des solutions possibles

- Murs de protection contre les inondations ou terrassement de la rive;
- Élargissement du chenal d'écoulement;
- Immunisation et/ou expropriation des résidences inondées;
- Remplacement de pont et/ou ponceau;
- Reprofilage de rue lorsqu'il y a un point bas;
- Reprofilage de la rivière dans la zone agricole.

Solution

Mur anti-crue

Rencontre des citoyens riverains de la rivière Lorette

Caractéristiques du mur anti-crue (suite)

Poutres de bois traité et poteaux acier	Poutres de bois traité et poteaux d'acier avec bollards	Béton	Palplanches en acier ondulé
Secteur résidentiel	Secteur commercial	Secteur commercial	Secteur commercial

Source : Ville de Québec, Rencontre des citoyens riverains de la rivière Lorette, mars 2017

21

Solution

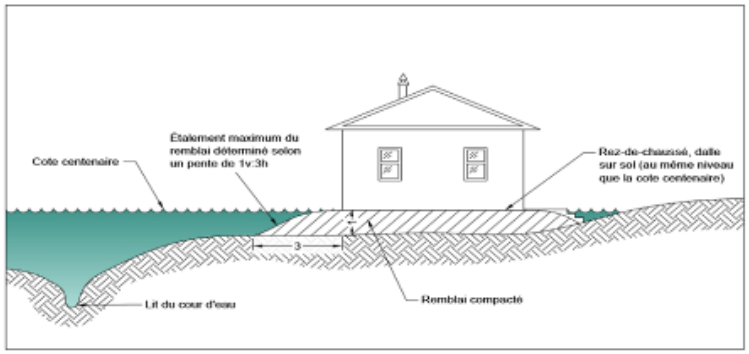
Immunisation

Reconstruction suite à l'inondation de 2011 à
Saint-Jean-sur-le-Richelieu
(rue Ouimet)

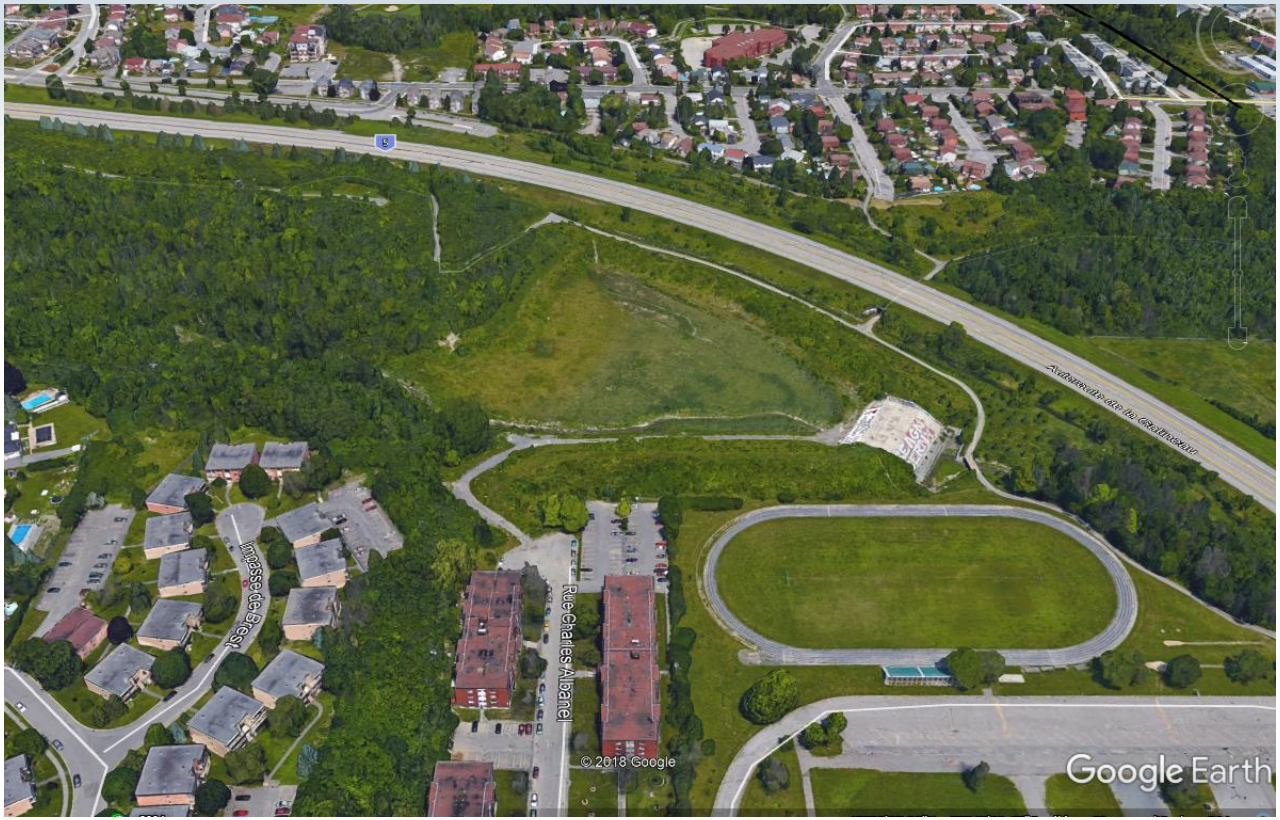
Solution

Immunisation

Bâtiment pour les chauffeurs de la STO, élévation du plancher par JFSA en 2009



Comparaison du coût de construction avec un bassin à gros volume à Gatineau

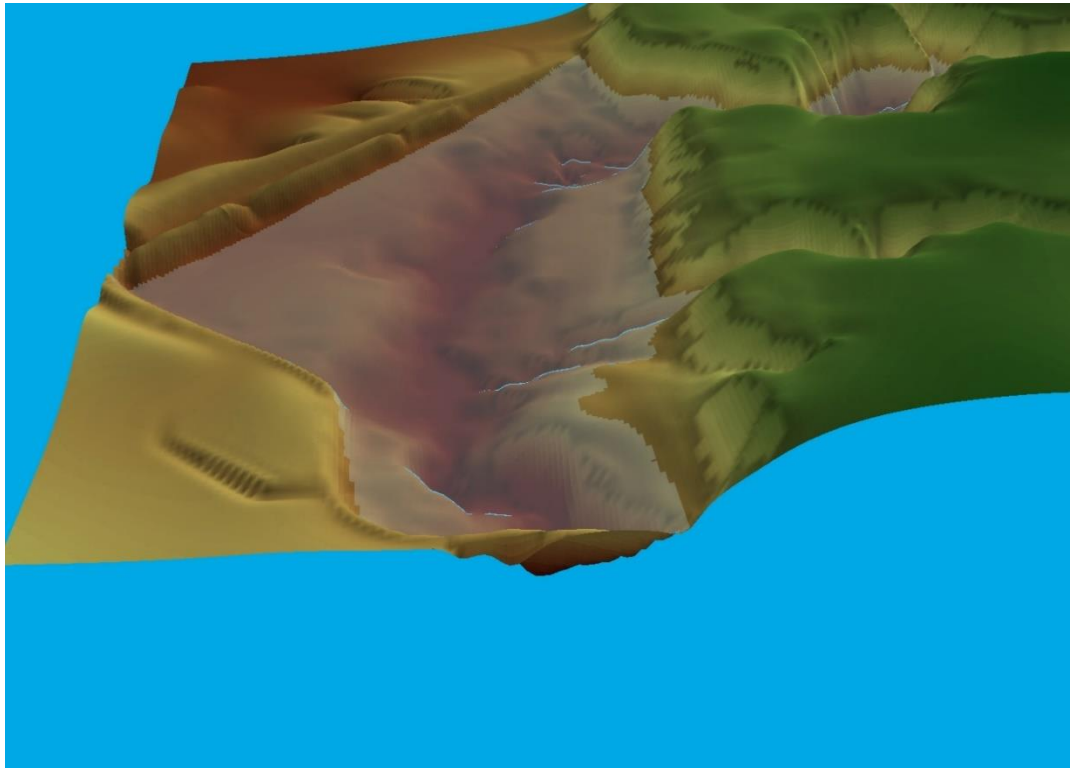


Bassin à Gatineau construit en 2005, au coût de 4.3 $ M
Coût actualisé 2018 + réparation suite à un vice de construction= 7 $ M

Coût au m^3= 50 $ / m^3

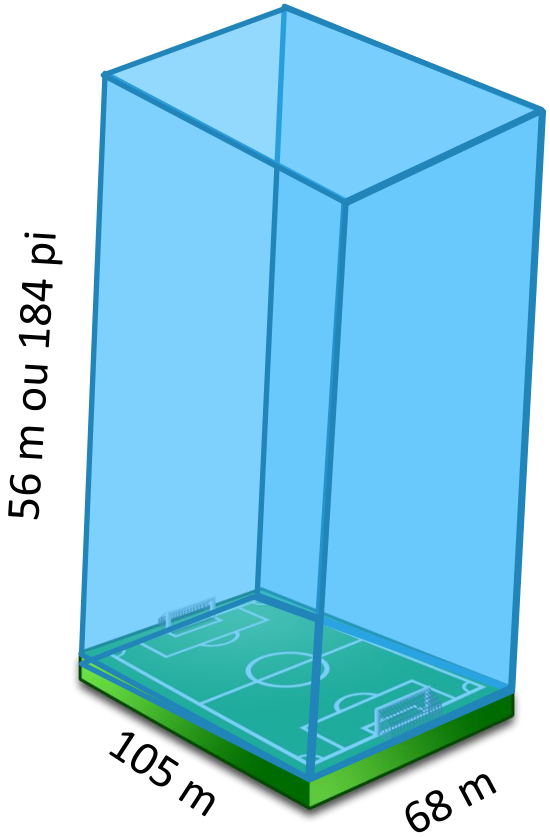
Scénario avec contrôle à 3 m³/s du ruisseau Locke-Head

Pour 400 000 m³, une estimation classe D, coût approximatif de 20 $ M
Protection 1:100 ans avec CC.
Le risque zéro n'existe pas et en plus le bassin ne protège pas pour un événement pluie fonte

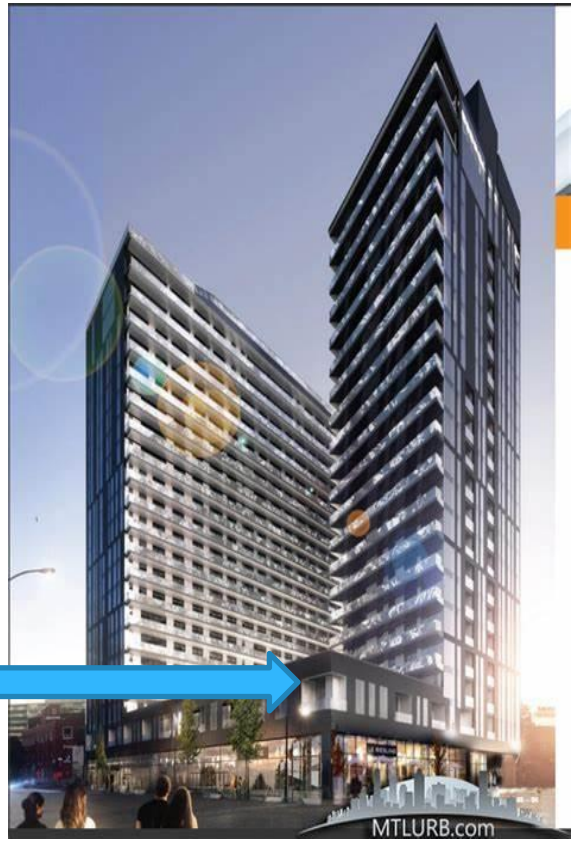


Scénario avec contrôle à 3 m³/s du ruisseau Locke-Head

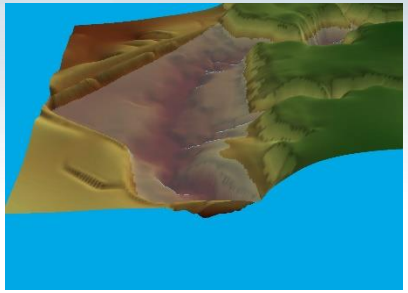
Un volume de 400 000 m³ représente une colonne d'eau de 56 m de hauteur sur un terrain de soccer de 105 m X 68 m ou un édifice d'approximativement 15 à 18 étages de hauteur.



15 à 18 étages



Scénario avec contrôle à 3 m^3/s du ruisseau Locke-Head



- Implication du MELCC (bassin en ligne, barrage, protection, etc.);
- Géotechnique (glissement, érosion, capacité portante, imperméabilité, qualité des sols, etc.);
- Opération et entretien;
- Avant-projet (raffiner le volume, mode de contrôle, contrainte de construction, accès, etc.);
- Loi sur la sécurité des barrages.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

JFSA recommande la mise en place des activités suivantes en parallèle avec la mise en place des recommandations de ce rapport:

- ✓ Mettre en place un plan de communication pour les citoyens, commerces et les industries dans les zones à risque afin de bien les informer de la problématique des inondations et comment réduire les dommages en lien avec les inondations;
- ✓ Sensibiliser les citoyens à l'importance de maintenir en bon état de fonctionner leurs systèmes de protection contre les refoulements;
- ✓ Identifier les maisons pouvant être immunisés et vérifier la faisabilité;
- ✓ Établir des plans particuliers de contingences pour certains commerces le long de l'autoroute 15;

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

JFSA recommande la mise en place des activités suivantes en parallèle avec la mise en place des recommandations de ce rapport:

- ✓ Prévoir une rencontre avec le MTQ afin de planifier la mise en place d'une solution permanente de la possibilité d'inonder complètement l'autoroute 15 lors d'un événement centenaire;
- ✓ Mettre en place un plan de mesures d'urgence en lien avec les inondations;
- ✓ Installer une station hydrométrique qui servira de système d'alerte pour le déploiement du plan ***"urgence inondation";***
- ✓ Mise en place de règlements municipaux sur la gestion des eaux pluviales pour les secteurs non développés en établissant des taux de relâche plus restrictifs que le manuel de conception d'infrastructures pluviales;