

PLAN DE LUTTE CONTRE LES ÎLOTS DE CHALEUR ET LE RUISSELLEMENT - VILLE DE BELOËIL



Table des matières

Mise en contexte	1
Les infrastructures vertes pour lutter contre les îlots de chaleur et le ruissellement	3
Analyse du périmètre urbanisé et identification de sites d'intervention prioritaires	5
Diagnostic de la Ville de Beloeil.....	6
Sites d'action et aménagements proposés	9
Site 1 – Rue Duvernay	10
Site 2 – Parc Eulalie-Durocher	15
Site 3 – École Le Petit Bonheur.....	17
Étude d'impact	19
Impact sur le ruissellement des eaux pluviales.....	22
Impact social.....	25
Impact économique.....	25
Extrapolation à plus grande échelle	26
Plan d'action concerté.....	27
Conclusion	28
Références.....	29
Annexe I : Critères et pondérations pris en compte dans l'analyse multicritères	31
Annexe II : Localisation des îlots de chaleur urbains.....	33
Annexe III : Distribution des populations vulnérables aux îlots de chaleur urbains	34
Annexe IV : Indice de défavorisation matérielle par aire de diffusion	35
Annexe V : Densité de population par aire de diffusion et zones de surverse ou d'inondation... ..	36
Annexe VI : Chemins de moindres coûts entre les habitats fauniques potentiels.....	37
Annexe VII : Plan d'action concerté.....	38
Annexe VIII : Estimations budgétaires.....	42
Annexe IX : Rapport d'analyse de la firme EXP	46

Mise en contexte

À propos des changements climatiques

Selon les études réalisées par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et le Consortium Ouranos, les changements climatiques en cours devraient engendrer une hausse de la température et une modification du régime de précipitations ^[1, 2]. Dans le sud du Québec, en l'absence de mesures efficaces pour endiguer ces changements, une hausse importante de la température moyenne est prévue d'ici la fin du siècle. Cette augmentation serait comprise entre 4 et 7°C ^[2] et serait accompagnée de 3 fois plus d'épisodes caniculaires.

Dans ce contexte, un problème déjà connu dans les villes se trouvera accentué : l'effet d'îlot de chaleur. Les îlots de chaleur sont des événements ponctuels qui se produisent au niveau de zones caractérisées par une absence de végétation qui fournit de l'ombre et rafraîchit l'air ambiant. De plus, ces zones se distinguent par une forte concentration de structures minéralisées, c'est-à-dire faites de matériaux qui absorbent de grandes quantités de chaleur et la libèrent dans l'air ambiant (béton, asphalte, brique, etc.). Ainsi, ce phénomène local, étroitement lié à l'urbanisation, engendre des impacts négatifs sur la qualité de vie de la population et sur la santé humaine. En effet, selon la Direction de santé publique, la chaleur accablante entraîne un inconfort marqué et est associée à de nombreux problèmes de santé (faiblesses, aggravation des symptômes liés aux maladies chroniques) ^[3]. Ceux-ci touchent particulièrement les populations vulnérables (personnes âgées et enfants de 0 à 4 ans), plus susceptibles de souffrir d'épuisement par la chaleur et d'un coup de chaleur.

Toujours, selon le GIEC, ces vagues de chaleur seront associées à une autre conséquence des changements climatiques, soit une augmentation de la quantité, de la fréquence et de l'intensité des précipitations. Dans les zones urbanisées, les surfaces minéralisées couvrent un pourcentage important du territoire. Or, en raison de leur imperméabilité, ces surfaces empêchent l'infiltration naturelle des eaux de ruissellement dans le sol. La conséquence directe de ce type d'aménagement est l'exercice d'une forte pression sur le réseau d'égout principal des villes. Ainsi, dans le contexte actuel, une augmentation des inondations, des refoulements d'égout, ou des surverses (c'est-à-dire le débordement des eaux usées directement vers les cours d'eau pour soulager les infrastructures municipales de gestion des eaux) peuvent se produire ^[2].

Préoccupées par le bien-être de leurs citoyens et la vulnérabilité de leurs infrastructures, plusieurs villes et municipalités ont décidé d'agir pour s'adapter à ces nouvelles réalités du climat. Afin de les accompagner, Nature-Action Québec (NAQ) a développé une méthodologie pour élaborer un Plan de lutte contre les îlots de chaleur et le ruissellement (PLIC-R) basé sur l'implantation d'infrastructures vertes comme outils d'adaptation aux changements climatiques.

À propos de la ville de Beloeil

Bordée par la rivière Richelieu, la Ville de Beloeil compte une population de 22 647 habitants en 2018, soit une augmentation de 21% depuis 1991. Bien que la majeure partie du territoire de la ville soit à vocation agricole, c'est dans le pôle urbain où se concentre la plus grande partie de la population.

La problématique de la chaleur urbaine est importante à Beloeil autant en zone commerciale, scolaire, résidentielle et industrielle. Une partie de la population considérée vulnérable (enfants de 4 ans et moins et personnes âgées de 65 ans et plus), ainsi qu'une partie de la population plus défavorisée vivent au cœur de ces îlots de chaleur. Ces tranches de population étant les plus sensibles aux températures extrêmes, la hausse de la fréquence et de la durée prévues des vagues de chaleur peut s'avérer très néfaste pour leur santé et leur qualité de vie, tout en engendrant des coûts sociaux importants.

De plus, considérant les possibles modifications du régime de précipitations annoncées, les infrastructures souterraines existantes risquent d'être plus fréquemment et intensément surchargées lors d'épisodes pluvieux intenses. Lors de ces épisodes, la canalisation de l'eau par les infrastructures municipales actuelles pourrait s'avérer problématique et entraîner la saturation des réseaux, une augmentation de la durée et de l'importance des surverses, ainsi que potentiellement une hausse du risque d'inondations et de débordements d'égout dans certains quartiers.

Les infrastructures vertes pour lutter contre les îlots de chaleur et le ruissellement

Accroître la couverture végétale des villes par le verdissement et la protection des espaces naturels est déterminant pour lutter contre les îlots de chaleur ^[4] et favoriser leur adaptation aux changements climatiques. Les infrastructures vertes ont un impact bénéfique sur la réduction de la chaleur grâce aux stratégies suivantes :

- **Déminéralisation des surfaces** : correspond au retrait de surfaces recouvertes d'asphalte, de béton, de ciment ou de tout autre matériel réfléchissant peu le rayonnement solaire (donc propice à l'absorption de chaleur) ;
- **Végétalisation** : fait référence à la plantation d'un maximum de végétaux (herbacées, fleurs, arbustes ou arbres) pour bénéficier de l'effet rafraîchissant qui résulte du processus d'évapotranspiration¹. La végétation permet également de capter une certaine proportion des eaux pluviales et diminue ainsi le ruissellement de surface ^[5] ;
- **Utilisation de matériaux d'albédo élevé** : l'albédo indique le pouvoir réfléchissant d'une surface. Plus l'albédo est élevé, plus une grande proportion de rayons lumineux est réfléchi et moins la surface présente une capacité d'absorption de chaleur. La modification de l'albédo d'une surface est particulièrement utile lorsqu'il est impossible de la déminéraliser (par exemple en éclaircissant la couleur du revêtement d'un stationnement) ;
- **Hausse des superficies couvertes par la canopée des arbres ou autres structures d'ombrage** : cette stratégie consiste à empêcher le rayonnement solaire d'atteindre les surfaces qui absorbent facilement la chaleur (asphalte, ciment, béton principalement).

Les infrastructures vertes favorisent également la gestion des eaux pluviales grâce aux mécanismes suivants :

- **Hausse de la perméabilité du sol** : fait référence au remplacement de surfaces imperméables, comme l'asphalte, le béton ou le ciment, par d'autres qui permettent à l'eau de s'infiltrer directement dans le sol (terre ou pavé perméable) ^[6] ;
- **Implantation d'ouvrages de biorétention (linéaires le long des rues ou bassins plus ou moins profonds)** : ces ouvrages sont construits de façon à accumuler les eaux de ruissellement et à les diriger vers les égouts pluviaux de façon à réduire les débits de pointe qui saturent les infrastructures municipales. Une certaine proportion de l'eau peut percoler directement dans le sol ou être absorbée par les végétaux, ce qui permet également de réduire les volumes d'eau qui atteignent les égouts pluviaux ^[7].

¹ L'évapotranspiration fait référence à la combinaison entre l'évaporation de l'eau contenue dans le sol et la libération d'eau par la transpiration des plantes. Comme chaque goutte d'eau accumule une grande quantité de chaleur pour se transformer en vapeur, le processus d'évapotranspiration est particulièrement efficace pour rafraîchir l'air ambiant.

Ces ouvrages permettent donc indirectement de réduire le nombre de surverses (ou débordements des égouts) qui surviennent lorsque les infrastructures municipales sont saturées ^[8]. Ces infrastructures vertes permettent ainsi de diminuer la pollution causée par ces débordements dans les cours d'eau ^[5].

Les ouvrages de biorétention ont également le double effet de réduire la chaleur ambiante. En effet, grâce à l'évaporation, les sols humides ont des capacités de rafraîchissement semblables à celles de la végétation, et leurs températures de surface sont plus fraîches que celles des sols secs ^[9].

En plus de contribuer à la réduction des îlots de chaleur et du ruissellement vers les infrastructures municipales de gestion des eaux, l'implantation d'infrastructures vertes contribue :

- Au maintien de la qualité de l'air (captage des particules en suspension dans l'air et fixation de polluants atmosphériques gazeux participant à la formation du smog) ^[10] ;
- À la réduction de la consommation d'énergie pour la climatisation en été (un arbre mature peut perdre jusqu'à 450 litres d'eau par jour par évapotranspiration, ce qui équivaldrait à cinq climatiseurs fonctionnant 20 heures par jour) ^[11] ;
- À la protection des surfaces couvertes qui seraient dégradées à cause des intempéries et des conditions météorologiques agressantes (p. ex. rayons ultraviolets, grêle, verglas, etc.) ^[12] ;
- À améliorer la biodiversité urbaine, aussi bien au niveau des plantes utilisées que de la faune qui en dépend pour leur habitat ^[13] ;
- Aux bienfaits sociaux (diminuent le stress, stimulent l'activité physique et facilitent la cohésion sociale) ^[14] ;
- À améliorer l'isolation sonore des bâtiments et limiter la propagation des bruits ambiants ^[15] ;

Les infrastructures présentées dans ce PLIC-R se rapportent principalement aux mesures de verdissement et de gestion des eaux pluviales énumérées ci-dessus. Toutefois, pour maximiser la performance d'une ville en termes de réduction de la chaleur et de gestion des eaux de ruissellement, d'autres mesures complémentaires sont suggérées dans le plan d'action concerté à plus grande échelle présenté à l'Annexe VII.

Analyse du périmètre urbanisé et identification de sites d'intervention prioritaires

Le tissu urbain n'est pas homogène. En effet, certains secteurs sont plus minéralisés, d'autres plus densément peuplés et d'autres sont à dominance industrielle. En raison de cette hétérogénéité, certains lieux pourraient nécessiter une action plus urgente en fonction de différents facteurs de risque associés à la chaleur et à la problématique des eaux de ruissellement. Afin de les identifier, une démarche d'analyse cartographique a été effectuée sur l'ensemble du territoire urbanisé de Beloeil.

Deux grandes catégories de facteurs de risque ont été considérées, comportant chacune différentes informations :

- A- **Le stress généré au niveau de l'environnement** : présence d'îlots de chaleur urbains reconnue par l'Institut National de Santé Publique (INSPQ); risques liés à la gestion des eaux pluviales (réseau d'égout combiné VS séparé; problématiques récurrentes d'inondations localisées ou de débordement d'égout, *etc.*) et le potentiel d'un site pour le rétablissement d'une connectivité entre différents habitats fauniques.

- B- **L'impact pour la santé de la population** : la présence de populations dites « vulnérables » aux fortes températures, d'après l'Institut National de Santé Publique du Québec (INSPQ) (personnes âgées 65 ans et plus, les enfants de moins de 5 ans, les personnes isolées et/ou défavorisées) et la densité de population.

Une description détaillée de la méthodologie de priorisation des zones à forte concentration des facteurs de risque est présentée à l'Annexe I.

Diagnostic de la Ville de Beloeil

L'analyse cartographique du territoire a démontré une plus forte concentration de facteurs de risques dans les quartiers centraux de la Ville de Beloeil (voir carte 1, page 8).

Ainsi, plusieurs stationnements, terrains et bâtiments de diverses vocations ont été identifiés comme des sites prioritaires d'intervention, en zone commerciale, scolaire et résidentielle.

Zone commerciale

- Mail Montenach;
- Place Beloeil;
- Artère commerciale de la Route 116, localisée au sud de la ville;
- Zone commerciale à l'angle de la rue Bernard-Pilon et du boulevard Yvon-L'Heureux Nord;
- Section du boulevard Yvon-L'Heureux Nord à l'ouest des terrains de golf;
- Zone commerciale à l'angle du boulevard Yvon-L'Heureux Nord et de la rue Saint-Jean-Baptiste.

Zone scolaire

- École Le Petit Bonheur;
- École Polybel;
- École Saint-Mathieu;
- École Le Tournesol.

Zone résidentielle

- Zone au nord du Mail Montenach;
- Vieux Beloeil;
- Intersection de la rue Dupré et de la rue Saint-Jean-Baptiste;
- Aréna André-Saint-Laurent;
- Parc Eulalie-Durocher et les infrastructures à proximité;
- Caserne de pompiers et la zone industrielle adjacente.

L'ensemble des secteurs mentionnés ci-dessus ont été répertoriés comme étant soit d'importants îlots de chaleur, soit comme ayant des problèmes récurrents de gestion des eaux pluviales. Heureusement, la majorité de la population vulnérable aux fortes températures vit à l'extérieur de ces secteurs. On dénombre cependant une concentration importante de gens ayant 65 ans et plus résidant à l'intérieur des îlots de chaleur formés dans le secteur du Mail Montenach et dans la zone commerciale à l'angle du boulevard Yvon-L'Heureux Nord et de la rue Saint-Jean-Baptiste. Également, beaucoup d'enfants sont présents dans les secteurs scolaires où des îlots de chaleur ont été répertoriés. D'autre part, des populations plus défavorisées, pouvant être vulnérables aux fortes températures, sont aussi présentes dans des secteurs où les îlots de chaleur sont

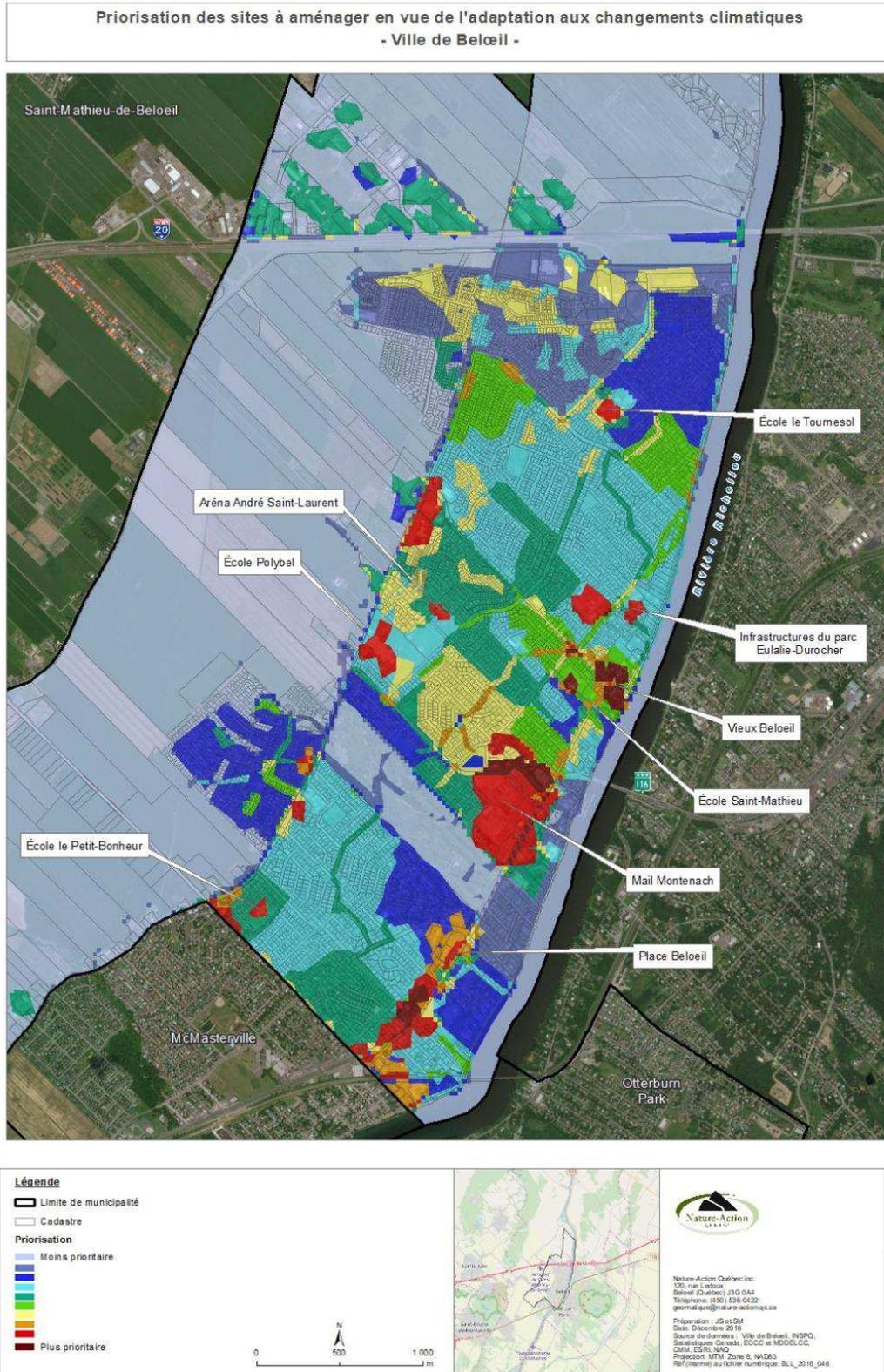
importants, dont la zone commerciale à l'angle de la rue Bernard-Pilon et du boulevard Yvon-L'Heureux Nord, l'école Le Petit-Bonheur, l'école Saint-Mathieu et le Vieux Beloeil.

Plusieurs secteurs identifiés comme prioritaires sont également sujets à de nombreuses surverses et sont à risque pour des débordements du système de gestion des eaux. Ces secteurs sont entre autres le Vieux Beloeil, l'intersection de la rue Dupré et de la rue Saint-Jean-Baptiste, l'école Saint-Mathieu, la zone résidentielle au nord du Mail Montenach et la zone commerciale du Mail Montenach.

Suite à l'analyse du territoire de Beloeil, trois sites prioritaires ont été sélectionnés, soit :

- La rue commençante Duvernay;
- Le parc Eulalie-Durocher;
- L'école Le Petit-Bonheur.

Carte 1 : Carte de priorisation des secteurs d'intervention pour l'adaptation aux changements climatiques.



Sites d'action et aménagements proposés

Trois sites d'intervention ont été sélectionnés dans le but d'y produire quatre plans concepts et une coupe d'ambiance, suggérant différentes stratégies d'implantation d'infrastructures vertes. Les plans concepts, illustrant les aménagements possibles de l'espace urbain, dans une optique de lutte contre la chaleur ambiante et d'amélioration de la gestion du ruissellement, ont été produits en considérant les critères suivants :

- Maximiser la **réduction de la température ambiante** ;
- Maximiser les **surfaces déminéralisées ou recouvertes de végétations** ;
- Favoriser la **rétenion et l'infiltration** de l'eau *in situ* ;
- Maximiser les **services écosystémiques** offerts par les aménagements (ex. habitats fauniques, connectivité)
- Favoriser la **reproductibilité** dans l'espace urbain.

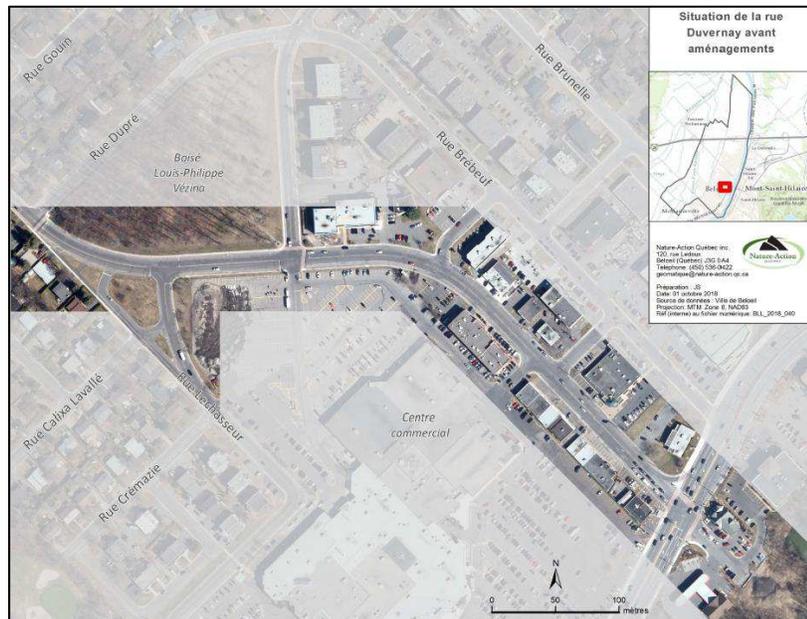
L'objectif principal des plans concepts est de créer des suggestions d'aménagements qui pourront être reproductibles dans l'ensemble du tissu urbain pour en maximiser l'impact consolidé.

Site 1 – Rue Duvernay

La Rue Duvernay est une des artères commerciales principales de la ville de Beloeil. La superficie du site à l'étude couvre 39 745 mètres carrés. La rue est bordée par de multiples commerces et entreprises dont le Studio de Danse Rockwell Family, le Club Santé Atmosphère, le salon de coiffure Rebelle, la salle de gym Optimum Santé Inc., les restaurants Resto le Greco et Qu'Est-Ce Qu'On Mange, etc. Le manque de végétation est notable sur l'ensemble du secteur qui est quasiment entièrement asphalté et rend ainsi le lieu propice à la formation d'îlots de chaleur. En effet, les superficies asphaltées et les toitures des bâtiments comptent pour 82% de la superficie du site, soit 32 591 m². La canopée recouvre actuellement 5,2% du site, soit 2070 m². La rue est présentement conçue pour favoriser la circulation automobile au détriment des transports actifs tels que le vélo ou la marche, ce qui n'encourage pas l'établissement d'un espace de vie sociale.

Le concept développé vise donc principalement à :

- Maximiser l'ombrage de la canopée sur les surfaces asphaltées par la plantation d'arbres à grand déploiement ;
- Favoriser la biodiversité grâce au verdissement et à la plantation de végétaux indigènes ;
- Sécuriser et encourager le transport actif par l'aménagement d'un trottoir polyvalent et des traverses piétonnes en pavés perméables ;
- Dévier les eaux de ruissellement et de toiture vers des infrastructures végétalisées de rétention ou des surfaces perméables ;
- Améliorer la captation et le traitement de la neige par l'aménagement d'un bassin de sédimentation ;
- Améliorer la biorétention par l'aménagement de bandes filtrantes végétalisées et par la perméabilisation de certaines surfaces ;
- Créer des espaces rassembleurs et attrayants pour améliorer la qualité de vie des citoyens.



PLAN CONCEPT PRÉLIMINAIRE - RÉAMÉNAGEMENT DE LA RUE DUVERNAY PLAN D'ENSEMBLE: STRATÉGIES D'AMÉNAGEMENT

1 AMÉNAGEMENTS À PRIORITÉ PIÉTON - CRÉATIONS DE TRAVERSES PIÉTONNES PERMÉABLES ET RÉDUCTION DES AIRES DE CIRCULATION VÉHICULAIRE



2 APPUI À LA BIODIVERSITÉ LOCALE: PLANTATIONS DANS LES ZONES GAZONNÉES EXISTANTES



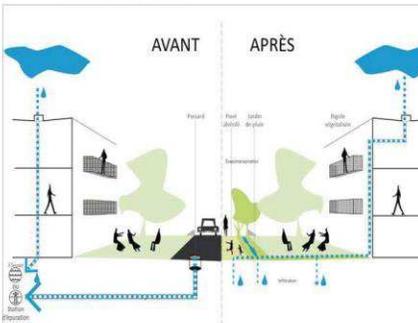
3 MISE EN PLACE D'UN BASSIN DE SÉDIMENTATION POUR LA CAPTATION ET LE TRAITEMENT DE LA COLLECTE DE NEIGE



4 PRIORISATION DU TRANSPORT ACTIF: MISE EN PLACE D'UN TROTTOIR POLYVALENT



5 MISE EN PLACE DE MESURES INCITATIVES POUR L'INTÉGRATION DE TECHNOLOGIES VERTES EN TERRAIN PRIVÉ



- BANDE CENTRALE PERMÉABLE
- BIODIVERSION PLANTEE
- ESPACE GAZONNÉ EXISTANT
- TRAVERSEE PIÉTONNE EN PAVÉ PERMÉABLE
- ESPACES VÉGÉTAUX
- PLACETTES PUBLIQUES
- STATIONNEMENT ÉCOLOGIQUE
- ARBRES EXISTANTS
- BOISE EXISTANTE
- TROTTOIR POLYVALENT
- BASSIN DE SÉDIMENTATION
- ARBRE DANS FOSSE DE PLANTATION
- GESTION DES EAUX DE RUISSELEMENT DE FORT

N.:	Date:	Révision:	Par:
2	2018-09-24	Émis pour approbation	EL
1	2018-08-31	Émis pour approbation	EL



Nature-Action
120, rue Ledoux
Beloeil, QC, J3G 0A4
tél. 450 536 0422
télec. 450 536 0458

Titre du projet :
Réaménagement de la rue Duvernay
et Plan d'action pour la lutte aux
changements climatiques

Titre du dessin :
PLAN CONCEPT D'AMÉNAGEMENT
(PLAN D'ENSEMBLE)

Échelle : 1:2000	
Conçu par : S. Bachand et E. Langlois	Dessiné par : E. Langlois
Dessin N° : 01/03	Approuvé par : S. Bachand AP Senior
Projet N° : 6205731.04	

STRATÉGIES D'AMÉNAGEMENT- DUVERNAV OUEST

1 INTÉGRATION D'UNE BANDE CENTRALE FILTRANTE VÉGÉTALISÉE (BIORÉTENTION)



2 VERDISSEMENT LE LONG DES AIRES DE STATIONNEMENT



3 PLANTATION D'ARBRES À GRAND DÉPLOIEMENT



4 PLANTATION ET GESTION DIFFÉRENCIÉE DANS LES AIRES GAZONNÉES EXISTANTES



STRATÉGIES D'AMÉNAGEMENT- DUVERNAY EST

1 CRÉATION DE PLACETTES MULTIFONCTIONNELLES ET INTÉGRATION DE MOBILIER URBAIN (BANCS, POUBELLES, PANNEAUX D'INTERPRÉTATION, ETC.)



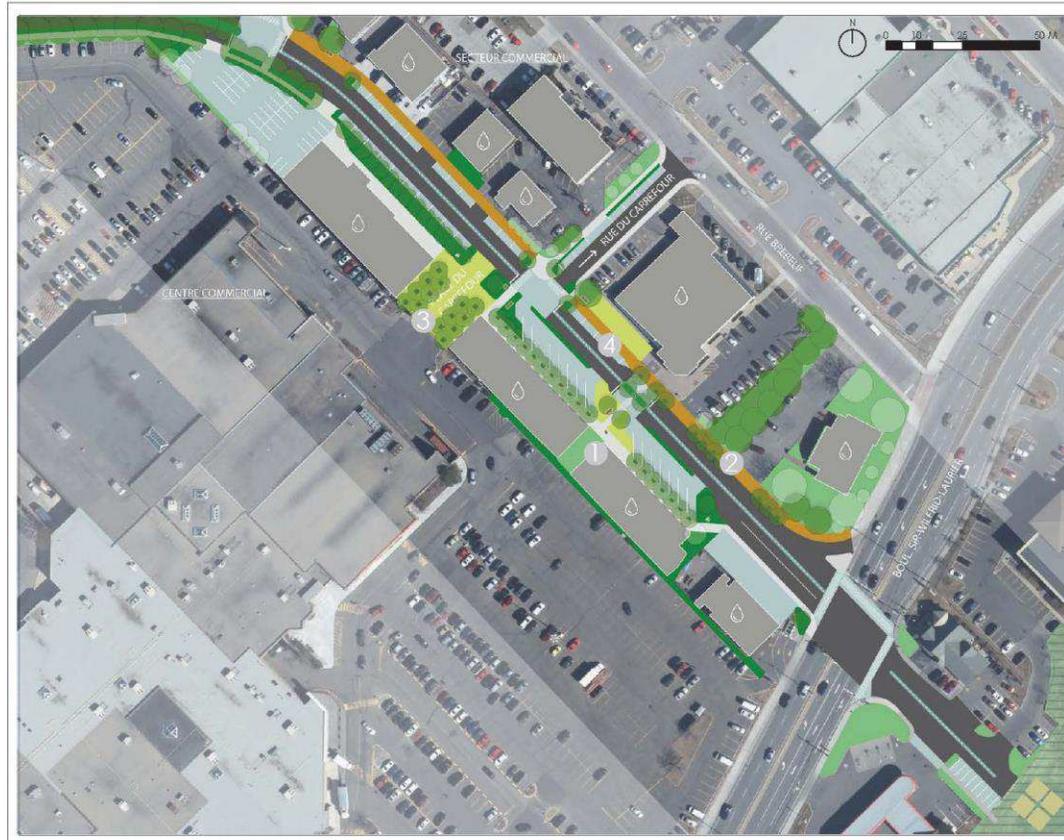
2 PLANTATION D'ARBRES EN FOSSE



3 AMÉNAGEMENT DE LA « PLACE DU CARREFOUR »



4 RÉFECTION DE LA STRATÉGIE DE STATIONNEMENT ET MISE EN PLACE DE STATIONNEMENT SUR RUE ET SUR PAVÉ PERMÉABLE



	BANDE CENTRALE PÉRMEABLE
	ESPACE GAZONÉ EXISTANT
	TRAVÉE PÉTONNIÈRE EN PAVÉ PÉRMEABLE
	ESPACES VÉGÉTAUX
	PLACETTES PAVÉES
	STATIONNEMENT ÉCOLOGIQUE
	BORDURE EXISTANTE
	GÉRISSON DES EAUX DE RUSSÈLEMENT DU TOIT
	TRÉPIER POLYVALENT
	BASSIN DE RÉVÉGÉTATION
	ARBRE DANS FOSSE DE PLANTATION
	MOBILIER (BANC/POUBELLE)
	PANNEAU D'INTERPRÉTATION
	ÉCRANS VÉGÉTAUX AMOVIBLES

N.°	Date	Révision	Par
2	2018-09-24	Émis pour approbation	EL
1	2018-08-31	Émis pour approbation	EL

Cliant : Belceil
Parcs pour tous

120, rue Ledoux
Belœil, QC, J3G 0A4
tél. 450 536 0422
tél.éc. 450 536 0458

Titre du projet : Réaménagement de la rue Duvernay et Plan d'action pour la lutte aux changements climatiques

Titre du dessin : PLAN CONCEPT D'AMÉNAGEMENT (DUVERNAY EST)

Échelle : 1:1000

Conçu par : S. Bachand et E. Langlois
Dessiné par : E. Langlois

Dessin N° : 03/03
Approuvé par : S. Bachand AP Senior

Projet N° : 6205731.04

PLANTATION d'arbres en fosse



STATIONNEMENTS sur pavés perméables



N°	Date	Révision	Par
01	2018/08/24	Émis pour approbation	EL
02	2018/09/31	Émis pour approbation	EL

Client :



Beloeil
Forgée pour innover



120, rue Ledoux
Beloeil, Qc J3G 0A4
tél. 450 536-0422
téléo. 450 536-0458

Titre du projet :

Plan de lutte contre les îlots de chaleur et le ruissellement : concepts d'aménagement

Titre du dessin :

SIMULATION VISUELLE
Aménagement rue Duvernay Est

Échelle :

Conçu par :	Dessiné par :
E. Langlois & S. Bachand	E. Langlois

Dessin N° :	Approuvé par :
AP-03	S. Bachand

Projet N° :	6205731.04
-------------	------------

Site 2 – Parc Eulalie-Durocher

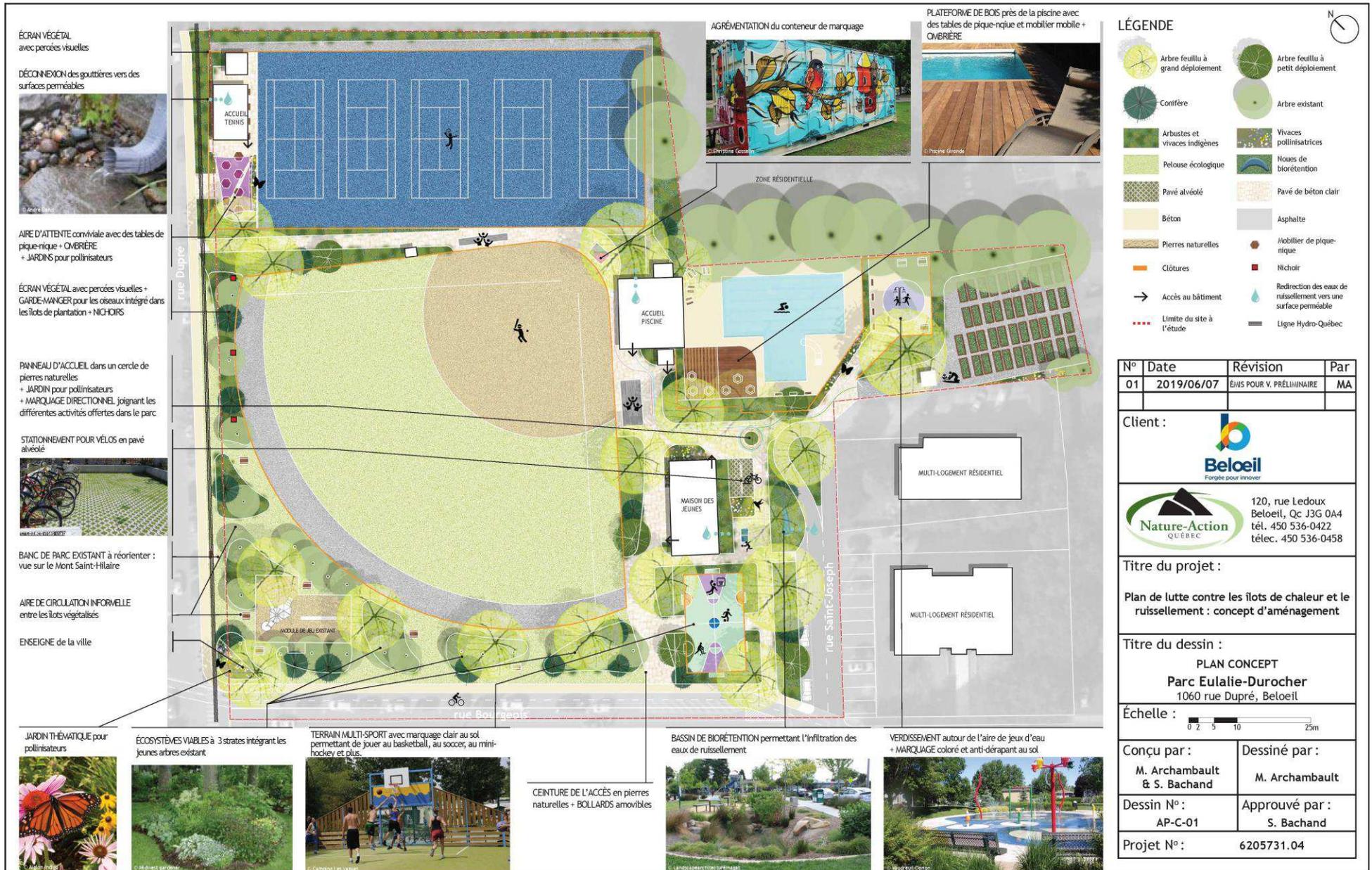
Le parc Eulalie-Durocher, situé dans un milieu défavorisé, est bordé par les rues Bourgeois et Dupré. Le site a une superficie de 17 995 m². Le parc possède plusieurs aménagements sportifs dont des terrains de tennis, un terrain de baseball, un terrain de basketball et une piscine. Un terrain de jeux avec des modules pour enfants est également présent. Bien qu'une vaste partie du site soit gazonnée, on note une faible présence de végétation. La canopée couvre 4232 m², soit moins du quart de la superficie totale du site. Également,



la section sud-est, où sont présents les autres aménagements, est entièrement minéralisée. Cette réalité rend le site peu attrayant et propice à la formation d'îlots de chaleur. De plus, les eaux de ruissellement du site ont tendance à stagner quelque peu entre les terrains de tennis et le bâtiment destiné à leur entretien et elles sont entièrement dirigées vers l'égout pluvial de la Ville.

Le concept développé vise donc principalement à :

- Maximiser l'ombrage du parc et des jeux d'eau par la plantation de végétaux ;
- Réduire la chaleur en déminéralisant et en éclaircissant les aires de jeux ;
- Dévier les eaux de ruissellement et de toiture vers des infrastructures végétalisées de rétention ou des surfaces perméables ;
- Créer des espaces de vie où les citoyens auront plaisir à venir et s'arrêter qui amélioreront leur qualité de vie.



Site 3 – École Le Petit Bonheur

L'École le Petit Bonheur est une école primaire située dans un milieu défavorisé. L'école est bordée des rues Christ-Roi, Alexander, des Pins et F.-X. Garneau. La superficie du site est de 17 580 m² et un total de 266 élèves âgés de 5 à 12 ans fréquentent l'établissement scolaire. Une grande partie du terrain est composée d'une surface gazonnée et d'un terrain de soccer. Le site comporte donc à la fois une école et un parc, ce qui accentue son importance quant aux enjeux du projet. Une section importante de l'aire de jeu de la cour d'école est également



minéralisée tout comme le stationnement. La section asphaltée, ainsi que la faible présence de végétaux sur le site contribuent aux îlots de chaleur. La canopée recouvre 6227 m², soit un peu plus du tiers du site. L'espace de vie est peu attrayant et il n'y a aucun îlot de fraîcheur au niveau des aires de jeux et dans les différents lieux de rassemblement de la cour d'école. De plus, les eaux de ruissellement du site sont entièrement dirigées vers l'égout pluvial de la Ville et une partie de l'eau s'accumule aussi sur le terrain de soccer lors de fortes pluies.

Le concept développé vise donc principalement à :

- Maximiser l'ombrage de la canopée pour diminuer la température des surfaces minéralisées ;
- Favoriser l'infiltration des eaux de surface et la fraîcheur par la reconstitution d'un écosystème forestier sur l'aire gazonnée ;
- Réduire la chaleur en déminéralisant et en éclaircissant les aires de jeux ;
- Dévier les eaux de ruissellement et de toiture vers des infrastructures végétalisées de rétention ou des surfaces perméables ;
- Créer un espace de vie attrayant où les élèves pourront bénéficier d'îlot de fraîcheur, de même que pour les résidents à proximité à l'extérieur des heures scolaires.

CIRCUIT SANTÉ 4 saisons, sentier en poussière de pierres parcourant la reconstitution forestière balisée de panneaux de sensibilisation sur la faune et la flore locale + ANNEAU GLACÉE en hiver



PLANTATION de haies brise-vent avec arbres à grand déploiement, conifères et arbustes



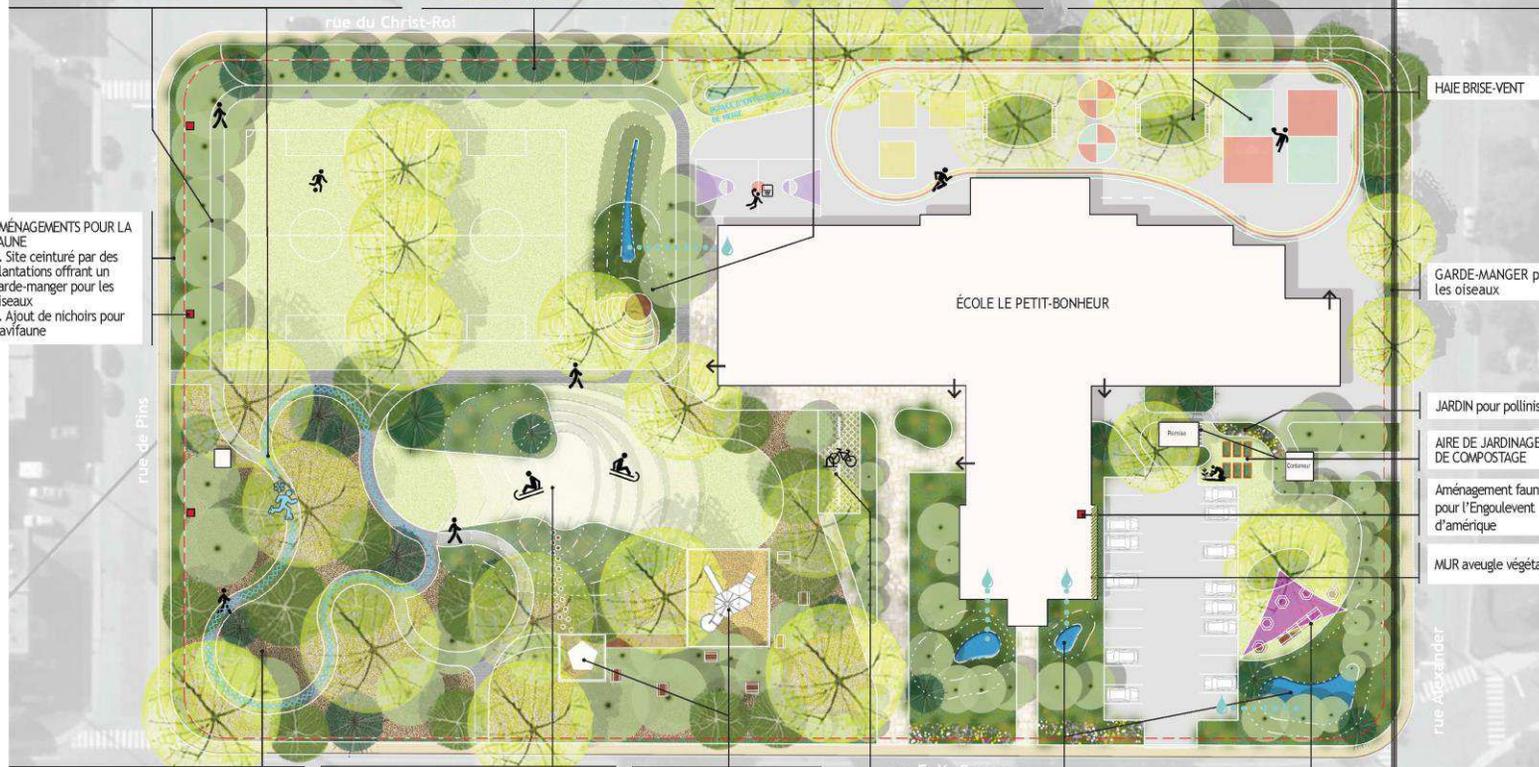
BASSIN DE BIORÉTENTION ET CLASSE EXTÉRIEURE
1. Espace de jeu et de rassemblement avec bancs intégrés sous forme de pierres naturelles
2. Zone pour la rétention des eaux de ruissellement.



ÎLOTS DE PLANTATION en baissière protégés par des pierres naturelles servant aussi de mobilier + ÉCLAIRCISSEMENT DES SURFACES par des zones de jeux colorées et ajout d'une piste multifonctionnelle ceinturant la course



AMÉNAGEMENTS POUR LA FAUNE
1. Site ceinturé par des plantations offrant un garde-manger pour les oiseaux
2. Ajout de nichoirs pour l'avifaune



LÉGENDE

- Arbre feuillu à grand déploiement
- Arbre feuillu à petit déploiement
- Conifère
- Arbre existant
- Arbustes et vivaces indigènes
- Vivaces pollinisatrices
- Pelouse écologique
- Nœuds de biorétention
- Reconstitution d'un écosystème
- Pavé de béton clair
- Pavé alvéolé
- Béton
- Asphalté
- Pierres naturelles
- Mobilier de pique-nique
- Nichoir
- Mur végétalisé
- Circuit glacé
- Accès au bâtiment
- Redirection des eaux de ruissellement vers une surface perméable
- Limite du site à l'étude
- Ligne Hydro-Québec

N°	Date	Révision	Par
01	2019/06/07	ÉVIS POUR V. PRÉLIMINAIRE	MA

Client :

Beloeil
Forgée pour innover

120, rue Ledoux
Beloeil, Qc J3G 0A4
tél. 450 536-0422
téléc. 450 536-0458

Titre du projet :
Plan de lutte contre les îlots de chaleur et le ruissellement : concept d'aménagement

Titre du dessin :
PLAN CONCEPT
École le Petit-Bonheur
80 rue F.-X.-Garneau, Beloeil

Échelle :
0 2 5 10 25m

Conçu par :
M. Archambault & S. Bachand

Dessiné par :
M. Archambault

Dessin N° :
AP-C-02

Approuvé par :
S. Bachand

Projet N° :
6205731.04

RECONSTITUTION D'UN ÉCOSYSTÈME FORESTIER (arbres et arbustes). Créer un îlot de fraîcheur et permet l'infiltration des eaux de surface.



BUTTE DE JEU : récupération de la terre de déblais des bassins creusés pour agrandir la butte + PROTECTION des équipements d'éclairage avec des zones végétalisées.



MODULES DE JEU pour le 5 à 12 ans reliés par une passerelle en bois



STATIONNEMENT POUR VELOS en pavé alvéolé



BASSIN DE BIORÉTENTION. Dépression végétalisée avec arbres à grand déploiement, arbustes et herbacées indigènes. Possibilité d'y dévier les eaux des toitures

AIRE DE DÉTENTE aménagée avec tables de pique-nique et une ombrière



Étude d'impact

L'un des objectifs des plans concepts élaborés dans le cadre de ce projet est de proposer des aménagements pour lutter contre les îlots de chaleur et mieux gérer la gestion des eaux de ruissellement. Une analyse chiffrée a donc été réalisée pour quantifier certains bénéfices attendus pour les trois sites d'étude. Les impacts positifs ont été évalués sous l'angle de la lutte contre la chaleur, de la canopée urbaine, de la gestion des eaux pluviales et du nombre de personnes touchées par les aménagements (impact social).

Impact sur la chaleur

L'aire de chaque surface (avant et après implantation des infrastructures vertes) a été mesurée (en m²) à l'aide du logiciel AutoCAD. En divisant la somme des superficies déminéralisées, ou d'albédo élevé, ou de la canopée (ombre portée au sol), ou bien encore de la canopée modélisée à 70%, par la superficie totale du site, puis en multipliant le résultat par 100, un pourcentage de surface était obtenu. La donnée « avant infrastructures vertes » a été soustraite de la donnée « après infrastructures vertes », indiquant ainsi le pourcentage d'amélioration obtenu par la réalisation du plan concept développé pour le site de l'entrée de la ville.

- **Déminéralisation des surfaces** : cet indicateur correspond au retrait de surfaces recouvertes d'asphalte, de béton, de ciment ou de tout autre matériel imperméable et réfléchissant peu le rayonnement solaire (donc propices à l'absorption de chaleur).
- **Hausse des superficies d'albédo élevé** : lorsque possible, les plans concepts ont inclus des matériaux à haute réflectance, afin de réduire la chaleur absorbée par les surfaces. Les différents matériaux ont été classés comme suit en fonction d'un albédo faible ou élevé :
 - Albédo élevé** : béton, asphalte coloré, pavé de béton à haute réflectance, pavé alvéolé, végétation, bois & fibres de bois (paillis).
 - Albédo bas** : bâtiments, asphalte, pierres naturelles.
- **Hausse des superficies couvertes par la canopée des arbres ou autres structures d'ombrage** : le pourcentage d'amélioration pour cet indicateur a été obtenu en effectuant une modélisation de l'ombre portée au sol par les arbres de différents gabarits (grand déploiement, moyen déploiement et conifères). Une modélisation pour chaque gabarit a été faite sur le logiciel Sketchup pour la journée du solstice d'été soit le 21 juin. Suite à la modélisation, la superficie couverte par l'ombre a été mesurée et ce, pour chaque heure de la journée (entre 6 :00 et 18 :00). Une moyenne journalière a ensuite été calculée. Le résultat a été multiplié par le nombre d'arbres de chaque gabarit prévu dans les plans concepts suggérés pour chaque site.

- **Canopée** : cet indicateur est basé sur une modélisation de la croissance des arbres selon trois différents gabarits (arbre feuillu à grand déploiement, arbre feuillu à moyen déploiement et conifère) afin d’illustrer le potentiel de hausse de la canopée à travers le temps. Au sein du périmètre urbain, un arbre peut difficilement atteindre son plein potentiel de croissance en raison d’une variété de pressions qui s’exercent sur lui. Par conséquent, il a été retenu de modéliser la croissance à 70 % du déploiement maximal, une valeur jugée représentative de la réalité par l’équipe en charge du projet. Pour les calculs, le diamètre de base (100%) de la couronne a été déterminé dans une optique conservatrice pour représenter au mieux les différents gabarits d’arbres :
 - 21 mètres : arbre à grand déploiement.
 - 70 % du déploiement maximal : 15 mètres.
 - 16 mètres : arbre à moyen déploiement.
 - 70 % du déploiement maximal : 11 mètres.
 - 9 mètres : conifère.
 - 70 % du déploiement maximal : 6 mètres.

Sur support géomatique, des aires de déploiement ont ensuite été créées autour des coordonnées des arbres existants et des arbres proposés. À partir de cette projection, un calcul de la superficie totale de la canopée a été réalisé. Lorsqu’il y a eu chevauchement de plusieurs aires, les sections surnuméraires ont été retranchées de la superficie totale afin de ne pas biaiser les résultats.

Note : dans le cadre de ce projet, les calculs de canopée ont été restreints aux sections des couronnes se trouvant exclusivement à l’intérieur des limites des sites. L’indice de canopée correspond ainsi au rapport de cette canopée sur la surface totale du site, multiplié par 100.

Tableau 1 : Variation des surfaces (en m²) et pourcentages (%) de variation des différents indicateurs pour la rue Duvernay.

	Superficie des surfaces déminéralisées		Superficie avec un albédo élevé		Superficie couverte par la canopée (ombre portée au sol)		Superficie couverte par la canopée modélisée à 70%	
	m ²	%	m ²	%	m ²	%	m ²	%
Avant aménagements	7154,1	18	x	x	789,36	2	2070	5
Après aménagements	10691,41	27	x	x	34852,1	88	12350	31
Variation	↑3537,31	↑9	x	x	↑34062,74	↑86	↑10280	↑26

Tableau 2 : Variation des surfaces (en m²) et pourcentages (%) de variation des différents indicateurs pour le parc Eulalie-Durocher.

	Superficie des surfaces déminéralisées		Superficie avec un albédo élevé		Superficie couverte par la canopée (ombre portée au sol)		Superficie couverte par la canopée modélisée à 70%	
	m ²	%	m ²	%	m ²	%	m ²	%
Avant aménagements	13823,88	77	13348,17	74	6512,22	36	3218,91	18
Après aménagements	14479,49	80	15047,01	84	12186,64	68	5871,17	33
Variation	↑655,61	↑4	↑1698,84	↑9	↑5674,42	↑32	↑2652,26	↑15

Tableau 3 : Variation des surfaces (en m²) et pourcentages (%) de variation des différents indicateurs pour l'école Le Petit Bonheur.

	Superficie des surfaces déminéralisées		Superficie avec un albédo élevé		Superficie couverte par la canopée (ombre portée au sol)		Superficie couverte par la canopée modélisée à 70%	
	m ²	%	m ²	%	m ²	%	m ²	%
Avant aménagements	10675,34	61	10675,34	61	11051,04	63	5432,29	31
Après aménagements	11769,58	67	12468,78	71	19271,8	110	8954,41	51
Variation	↑1094,24	↑6	↑1793,44	↑10	↑8220,76	↑47	↑3522,12	↑20

Selon ces tableaux, il est possible de voir la variation des différents indicateurs par site. La dernière ligne de chaque tableau présente ainsi la différence avant et après les interventions proposées. Les résultats montrent que ces dernières permettent de réduire en moyenne 6 % des superficies de surfaces minéralisées, contribuant ainsi à réduire l'effet d'îlot de chaleur et favorisant l'infiltration de l'eau à même le site. De plus, en moyenne 10 % de superficies acquièrent un albédo élevé, 55 % de superficies additionnelles sont ombragées et 20 % de superficies additionnelles sont recouvertes de canopée supplémentaire. Ces interventions viennent donc augmenter la proportion de surfaces qui perdent la capacité d'absorber la chaleur des rayons solaires, ce qui contribue aussi à la réduction des îlots de chaleur.

Il est à noter que l'augmentation des surfaces déminéralisées est moindre pour le parc Eulalie-Durocher et l'école Le Petit Bonheur, comparativement à la rue Duvernavy, en raison des surfaces

gazonnées présentes sur ces deux sites. Toutefois, ces surfaces constituent des zones problématiques dans la mesure où elles sont propices aux îlots de chaleur et où on observe une accumulation d'eau suite aux fortes pluies.

Impact sur le ruissellement des eaux pluviales

Les concepts d'aménagement proposés cherchent également à améliorer la gestion des eaux de ruissellement, afin de réduire la pression sur les ouvrages de gestion des eaux pluviales. En effet, lors de fortes précipitations, l'usine de traitement des eaux peut être saturée et une partie de l'eau vient à se déverser directement dans le cours d'eau récepteur. Une rétention de l'eau en surface, avant qu'elle n'atteigne le système de gestion des eaux pluviales, permet d'éviter cette saturation en permettant à l'eau d'entrer graduellement dans l'égout pluvial.

En effet, différents ouvrages de biorétention (fossé, bassin et noue de biorétention plus ou moins profonds) peuvent accumuler *in situ* l'eau de ruissellement, favorisant la réduction des débits de pointe ou des volumes d'eau qui atteignent les systèmes de gestion des eaux pluviales. Ils ont également le double effet de réduire la chaleur ambiante lorsque l'eau qu'ils contiennent s'évapore dans l'air (chaque goutte d'eau accumule une grande quantité de chaleur pour se transformer en vapeur, retirant cette chaleur de l'air ambiant).

L'aire des surfaces perméables (avant et après implantation des infrastructures de gestion des eaux pluviales) a été mesurée (en m²) à l'aide du logiciel AutoCAD. En divisant la somme des superficies perméables par la superficie totale du site, puis en multipliant le résultat par 100, un pourcentage de surface a été obtenu. La donnée « avant infrastructures de gestion des eaux pluviales » a été soustraite de la donnée « après infrastructures de gestion des eaux pluviales », indiquant ainsi le pourcentage d'amélioration obtenu par la réalisation des plans concepts de chaque site.

- **Superficies perméables** : cet indicateur correspond aux surfaces constituées de matériaux permettant à l'eau de ruissellement de pénétrer le sol. Les différents matériaux ont été classés comme suit :

Superficie perméable : pavé perméable, pavé alvéolé, paillis, bois
et zones végétalisées ou engazonnées

Superficie imperméable : asphalté (coloré ou non) et béton

La performance des concepts suggérés en termes de gestion du ruissellement a été évaluée à l'aide de deux indicateurs :

- **Capacité des aménagements à retenir suffisamment d'eau pour réduire les débits de pointe entrant dans les ouvrages municipaux** : lors de fortes pluies ou en période de fonte des neiges,

l'eau est rapidement dirigée vers les ouvrages de gestion des eaux pluviales pour être acheminée vers les usines de traitement des eaux. La pression sera plus ou moins forte sur le système municipal en fonction de l'intensité et de la durée des précipitations. Lors de fortes pluies, l'usine de traitement des eaux se sature et une partie de l'eau est déversée directement dans le cours d'eau récepteur (le Richelieu dans le cas de la Ville de Beloeil).

La réglementation de la Ville de Beloeil va être mise à jour d'ici la fin de l'année 2019 et prévoira un débit libéré de 35 l/s/ha pour un épisode pluvieux de récurrence 50 ans. Ce débit cible a été utilisé pour calculer la réduction nécessaire sur les secteurs ciblés par les différents plans. La firme d'experts EXP a modélisé les débits de ruissellement avant l'implantation des aménagements puis a évalué si les plans concepts suggérés permettraient l'atteinte de ce débit cible (voir Annexe VIII).

- **Réduction des volumes d'eau qui atteignent les égouts de la Ville** : le verdissement du site joue également un rôle important sur le volume d'eau qui entre dans l'égout pluvial grâce (1) à l'augmentation des surfaces perméables (moins de surfaces imperméables équivaut à moins d'eau de ruissellement) et (2) à l'introduction d'ouvrages qui retiennent l'eau sur une plus longue période et favorisent ainsi l'évaporation de plus grands volumes.

Il est difficile de modéliser cette donnée à partir de plans concepts. Pour cette raison, la firme d'experts EXP a associé différentes données trouvées dans la littérature pour calculer le % de réduction du volume d'eau pouvant être détourné de l'égout pluvial (Voir Annexe VIII).

Tableau 4 : Variation du coefficient de ruissellement moyen pondéré, du débit de pointe et du volume d'eau total pour la rue Duvernay.

	Diminution du coefficient de ruissellement moyen pondéré (Crv)		Diminution du débit de pointe (récurrence de 50 ans)		Diminution totale (verdissement et implantation des PGO) de volume d'eau	Augmentation de la superficie perméable	
		%	l/s/ha	%	%	m ²	%
Avant aménagements	0,82	x	209	100	100	7 154,1	18
Après aménagements	0,74	x	35	17	74	10 691,4	26,9
Variation	↓0,08	↓8	↓174	↓83	↓26	↑3 537,3	↑8,9

Tableau 5 : Variation du coefficient de ruissellement moyen pondéré, du débit de pointe et du volume d'eau total pour le parc Eulalie-Durocher.

	Diminution du coefficient de ruissellement moyen pondéré (Crv)		Diminution du débit de pointe (récurrence de 50 ans)		Diminution totale (verdissement et implantation des PGO) de volume d'eau	Augmentation de la superficie perméable	
		%	l/s/ha	%	%	m ²	%
Avant aménagements	0,65	x	201	100	100	13 823,9	76
Après aménagements	0,41	x	35	17	57	14 479,5	80
Variation	↓0,24	↓24	↓166	↓82	↓43	↑655,6	↑4

Tableau 6 : Variation du coefficient de ruissellement moyen pondéré, du débit de pointe et du volume d'eau total pour l'école le Petit-Bonheur.

	Diminution du coefficient de ruissellement moyen pondéré (Crv)		Diminution du débit de pointe (récurrence de 50 ans)		Diminution totale (verdissement et implantation des PGO) de volume d'eau	Augmentation de la superficie perméable	
		%	l/s/ha	%	%	m ²	%
Avant aménagements	0,56	x	152	100	100	10 675,3	61
Après aménagements	0,55	x	35	23	75	11 769,6	67
Variation	↓0,01	↓1	↓117	↓77	↓25	↑1 094,2	↑6

Les résultats montrent que les interventions proposées pour les trois sites permettent de réduire en moyenne de 11 % le coefficient de ruissellement pondéré. La diminution du débit de pointe est en moyenne de 81 % et la diminution totale moyenne de volume d'eau est de 31 %. De plus, les aménagements proposés ont comme impact d'augmenter en moyenne de 6% les surfaces perméables. Ainsi, ces interventions viennent ainsi améliorer la gestion des eaux de ruissellement et favorisent l'infiltration de l'eau à même le site.

Impact social

L'impact social des plans concepts a été évalué en considérant l'impact sur l'ensemble de la population qui bénéficiera de ces changements. Ainsi, les aménagements proposés pour la rue Duvernay créeront un espace de vie attrayant pour les commerçants et consommateurs au cœur de l'artère qui comporte 27 commerces.

Les aménagements proposés pour l'école Le Petit-Bonheur bénéficieront aux 266 élèves qui fréquentent l'établissement scolaire ainsi qu'aux membres du personnel de l'établissement. Cependant, ce nombre est sous-estimé dans la mesure où l'établissement se situe en zone résidentielle et que les aménagements impliquent la refonte du parc situé sur le site de l'école. Par conséquent, les résidents à proximité profiteront eux aussi des aménagements proposés, amplifiant ainsi leur portée sociale.

Concernant les aménagements au niveau du parc Eulalie-Durocher, une analogie similaire peut être suggérée quant à la portée de leurs impacts sociaux sur la population. En effet, le parc est situé en zone résidentielle et les aménagements suggérés impliquent la refonte des infrastructures sportives telles que les terrains multisports (soccer, basketball, etc.), l'aire de jeux d'eau et la piscine municipale. Les aménagements engendreront des effets sociaux bénéfiques à la fois pour les résidents à proximité, mais également pour l'ensemble de la population qui profitera de l'ensemble des services publics rendus.

Étant donné que l'école et le parc sont localisés dans des milieux dits défavorisés, l'impact social des aménagements sera encore plus notable au niveau du renforcement du noyau social de ces communautés. Les aménagements proposés à l'échelle des trois sites permettront de créer des îlots de fraîcheur et des lieux de vie et de rassemblement attrayants, ce qui est essentiel pour fortifier le tissu social des communautés et briser l'isolement des populations vulnérables.

Impact économique

Les diminutions du débit de pointe suite à l'implantation des aménagements sont de 174 l/s/ha pour la rue Duvernay, de 166 l/s/ha pour le parc Eulalie-Durocher et de 117 l/s/ha pour l'école Le Petit-Bonheur. Ainsi, pour chacun des trois sites, la majorité de l'eau de pluie sera déviée vers les bassins de biorétention aménagés, ce qui diminuera la quantité d'eau rejetée dans les réseaux d'égouts. La quantité d'eau à traiter par l'usine de traitement de eaux usées de la ville provenant de ces sites sera significativement réduite, ce qui engendrera des bénéfices économiques. Le nombre de surverses sera également réduit par l'implantation des aménagements, tout comme les coûts liés à leur gestion.

Extrapolation à plus grande échelle

Des aménagements clés ont été sélectionnés pour leur facilité de répliation à grande échelle sur le territoire de la Ville et leurs impacts bénéfiques sur la diminution de la chaleur et la hausse de la capacité de rétention (m³ d'eau) sur les sites. Pour ce faire, tous les sites propices à la réalisation de chaque type d'aménagement ont été identifiés grâce au support de la géomatique. Cet exercice permet donc d'évaluer l'impact de l'intégration de ces aménagements à grande échelle et ainsi de donner une idée de l'effet que cela pourrait avoir sur la gestion des actifs municipaux de l'ensemble du territoire urbain de la Ville.

Aménagement de rues

La Ville de Beloeil a juridiction sur l'aménagement des rues. Le concept d'aménagement suggéré pour la rue Duvernay présente donc le plus fort potentiel de répliation pour maximiser l'impact positif sur la lutte contre les îlots de chaleur et la gestion des eaux de ruissellement. Le potentiel de répliation s'applique aux rues où il est possible d'inclure un ouvrage de biorétention, une plantation d'arbres à grand déploiement sur les trottoirs et où un verdissement le long des aires de stationnement est possible. Ainsi, il est à noter que quatre rues à Beloeil, soit les rues Cartier, Choquette, Laurier et Yvon-L'Heureux Nord possèdent des tronçons égaux ou plus larges et plus longs que la rue Duvernay. Il est donc possible d'extrapoler les impacts des aménagements prévus pour la rue Duvernay à ces rues et par conséquent d'estimer que leur répliation permettrait d'augmenter les surfaces déminéralisées/perméables de 9573,3 m², l'albédo élevé de 17 460,67 m², de la canopée (ombre portée au sol) de 60 314,04 m² et de la canopée modélisée à 70% de 28 677,48 m².

Aménagement de cours d'école

Le concept d'aménagement suggéré pour l'école Le Petit-Bonheur présente un fort potentiel de répliation pour maximiser l'impact sur la lutte contre les îlots de chaleur et la gestion des eaux de ruissellement. Ainsi, les aménagements de la cour d'école et du stationnement ont été choisis pour l'étude de répliation. L'extrapolation a donc été réalisée sur sept autres écoles présentes sur le territoire de Beloeil. L'impact des aménagements au niveau de ces écoles représente une augmentation des surfaces déminéralisées de 7139,16 m², de l'albédo élevé de 7269,5 m², de la canopée (ombre portée au sol) de 26 555,2 m² et de la canopée modélisée à 70% de 9 228,38 m².

Aménagement de parcs urbains

Le concept d'aménagement suggéré pour le parc Eulalie-Durocher présente un fort potentiel de répliation pour maximiser l'impact positif sur la lutte contre la chaleur et la gestion des eaux de ruissellement. Trois autres parcs avec des aménagements sportifs ont été identifiés sur le territoire de Beloeil et présentent un potentiel de répliation. L'extrapolation des impacts des aménagements à ces parcs permettent d'estimer une augmentation des surfaces déminéralisées de 1966,83 m², de l'albédo élevé de 5096,52 m², de la canopée (ombre portée au sol) de 17 023,26 m² et de la canopée modélisée à 70% de 7956,78 m².

Plan d'action concerté

Le Plan d'action du plan de lutte contre les îlots de chaleur et de ruissellement de la Ville est un document qui fixe des objectifs à atteindre à court (0-5 ans), moyen (5-10 ans) et long (10-15 ans) termes, appuyés sur la mise en œuvre d'actions. Les objectifs, actions et thématiques figurent dans le plan d'action qui est présenté à l'Annexe VII. C'est en atteignant ses objectifs que Beloëil pourra concrètement s'adapter aux changements climatiques. Conséquemment, l'atteinte des objectifs sera mesurée par le biais d'indicateurs associés à des cibles chiffrées.

Conclusion

Étant donné les prédictions du GIEC concernant la hausse des températures et la modification du régime des précipitations, la résilience des communautés passera par l'intégration d'infrastructures vertes dans leur milieu de vie, afin de maximiser les îlots de fraîcheur et permettre une meilleure gestion des eaux pluviales.

L'élaboration de ce plan de lutte contre les îlots de chaleur et le ruissellement a permis de conscientiser les citoyens ainsi que les industries, commerces et institutions de Beloeil à l'importance de ces enjeux environnementaux. La réalisation du diagnostic du territoire a permis d'évaluer l'ensemble des risques à l'échelle du périmètre urbain. Trois sites considérés comme prioritaires ont été sélectionnés et des propositions d'aménagements ont été réalisées. De plus, ces suggestions d'aménagements ont été pensées de manière à ce qu'elles puissent être adaptées à d'autres secteurs considérés comme préoccupants dans la trame urbaine de la Ville. Un plan d'action complémentaire a été réalisé en collaboration avec la Ville, afin que ce dernier réponde à sa vision et à ses objectifs en matière d'environnement. Ce plan d'action a notamment pour objectif d'améliorer la santé et la qualité de vie des citoyens par la réalisation d'aménagements durables sur le territoire. Il permettra de mobiliser la communauté locale à des gestes visant l'adaptation aux changements climatiques. Ainsi, l'ensemble du projet permettra à la Ville d'être mieux outillée pour mener à bien sa lutte contre les îlots de chaleur et le ruissellement.

Comme son nom l'indique, ce document est une planification. La prochaine étape consiste donc à réaliser les aménagements décrits dans le présent document. Ce sera alors l'occasion pour la ville de réaliser des actions concrètes en matière d'adaptation aux changements climatiques et d'améliorer la qualité de vie de ses citoyens.

Références

- [1] Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC). (2018). Global Warming of 1,5 °C. Summary for Policymakers, 33 p.
- [2] Ouranos. (2015). Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Partie 1 : Évolution climatique au Québec. Édition 2015. Montréal, Québec : Ouranos, 114 p.
- [3] Giguère, M. (2009). Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains. Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels. Institut National de Santé Publique. Gouvernement du Québec.
- [4] Dimoudi, A., & Nikolopoulou, M. (2003). Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy and buildings*, 35(1), 69-76.
- [5] Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. *Built environment*, 33(1), 115-133.
- [6] Albanese, B., & Matlack, G. (1999). Utilization of parking lots in Hattiesburg, Mississippi, USA, and impacts on local streams. *Environmental management*, 24(2), 265-271.
- [7] Frazer, L. (2005). Paving paradise: the peril of impervious surfaces. *Environmental Health Perspectives*, 113, 456-462.
- [8] Dagenais, D., Paquette, S., Thomas, I. & Fuamba, M. (2014). Implantation en milieu urbain de systèmes végétalisés de contrôle à la source des eaux pluviales dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques : balisage des pratiques québécoises, canadiennes et internationales et développement d'un cadre d'implantation pour les municipalités du Sud du Québec. 149 p.
- [9] Lakshmi, V., Zehrhuhs, D., & Jackson, T. (2000). Observations of land surface temperature and its relationship to soil moisture during SGP99. In IGARSS 2000. IEEE 2000 International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Taking the Pulse of the Planet: The Role of Remote Sensing in Managing the Environment. Proceedings (Cat. No. 00CH37120), 3, 1256-1258. IEEE. (Lakshmi *et al.*, 2000 ; Sun et Pinker, 2004).
- [10] Akbari, H., Pomerantz, M., & Taha, H. (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar energy*, 70, 95-310.

- [11] Pitt, D., Soergell, K., & Zube, E. (1979). Trees in the City. In *Nature in Cities*, Ed. Ian Laurie, John Wiley & Sons, Chichester, 205-230.
- [12] Rosenfeld, A. H., Romm, J. J., Akbari, H., & Lloyd, A. C. (1997). *Painting the Town White and Green*.
- [13] Johnston, J., & Newton, J. (2004). *Building Green. A guide to using plants on roof, walls and pavements*. Greater London Authority.
- [14] De Vries, S., & Van Dillen, S. M. E. (2013). Streetscape Greenery and Health: Stress, Social Cohesion and Physical Activity as Mediators. *Social Science & Medicine*, 94, 26-33.
- [15] Fare, D. C., & Clatterbuck, W. K. (1998). *Evergreen Trees for Screens and Hedges in the Landscape*. Agriculture Extension Service. The University of Tennessee, SP517-15M-7/98.

Annexe I : Critères et pondérations pris en compte dans l'analyse multicritères

Critères associés aux stress générés dans l'environnement :

- **Îlots de chaleur urbains** : classes de températures relatives estimées comme « chaudes » et « très chaudes » selon la classification établie par le Centre d'Enseignement et de Recherche en Foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Les données proviennent de l'Institut National de Santé Public du Québec (INSPQ, 2016).
- **Saturation du système de drainage** : tout événement d'inondation ou de surverse du réseau d'égouts recensé par la Ville ou toute autre information pertinente fournie par la Ville.
- **Potentiel de connectivité et de création d'habitats** : présence d'un corridor faunique potentiel reliant deux habitats théoriques. Les corridors correspondent ici aux chemins les moins coûteux en termes de déplacement pour la faune, et, donc, les plus susceptibles d'être utilisés. Ces potentiels de connectivité ont été modélisés grâce au logiciel Graphab 2.2.

Critères associés à la santé des populations humaines :

- **Proportion de personnes âgées** : proportion de personnes âgées de 65 ans et plus par aire de diffusion, c'est-à-dire par entité géographique regroupant en moyenne de 400 à 700 personnes, selon les données de Statistique Canada (2016).
- **Proportion de jeunes enfants** : proportion d'enfants âgés de 0 à 4 ans par aire de diffusion, c'est-à-dire par entité géographique regroupant en moyenne de 400 à 700 personnes, selon les données de Statistique Canada (2016).
- **Niveau de défavorisation matérielle** : cet indice intégrateur prend en considération la proportion de personnes âgées de 15 ans et plus sans certificat ni diplôme, la proportion de personnes de 15 ans et plus occupant un emploi, le revenu annuel moyen par personne, la proportion de personnes de 15 ans et plus vivant seules, la proportion de personnes séparées, divorcées ou veuves ainsi que la proportion de familles monoparentales selon le recensement réalisé par Statistique Canada en 2011.
- **Densité de la population** : nombre d'habitants par kilomètre carré selon le recensement réalisé par Statistique Canada en 2016.

Un système de pondération exprimé en matière de pourcentage a été attribué à chaque critère sur la base de ressources bibliographiques. La somme de tous les critères est égale à 100 %. Les sources et significations des critères sont décrites ci-dessus.

Pour chaque critère, plusieurs sous-classes ont été discriminées en fonction du degré d'intensité du critère (voir Tableau 7). Un système de pondération a ensuite été attribué à chaque sous-classe ; des pondérations plus élevées ayant été attribuées aux classes d'intensité les plus fortes et inversement. Par exemple, la pondération attribuée aux différentes classes de densité de population augmente en fonction de la valeur de densité allant de « Très faible » à « Très forte ». Chaque critère a ensuite été cartographié afin de constituer une série de cartes thématiques visant à être utilisées pendant les ateliers de travail (Annexes II à VI).

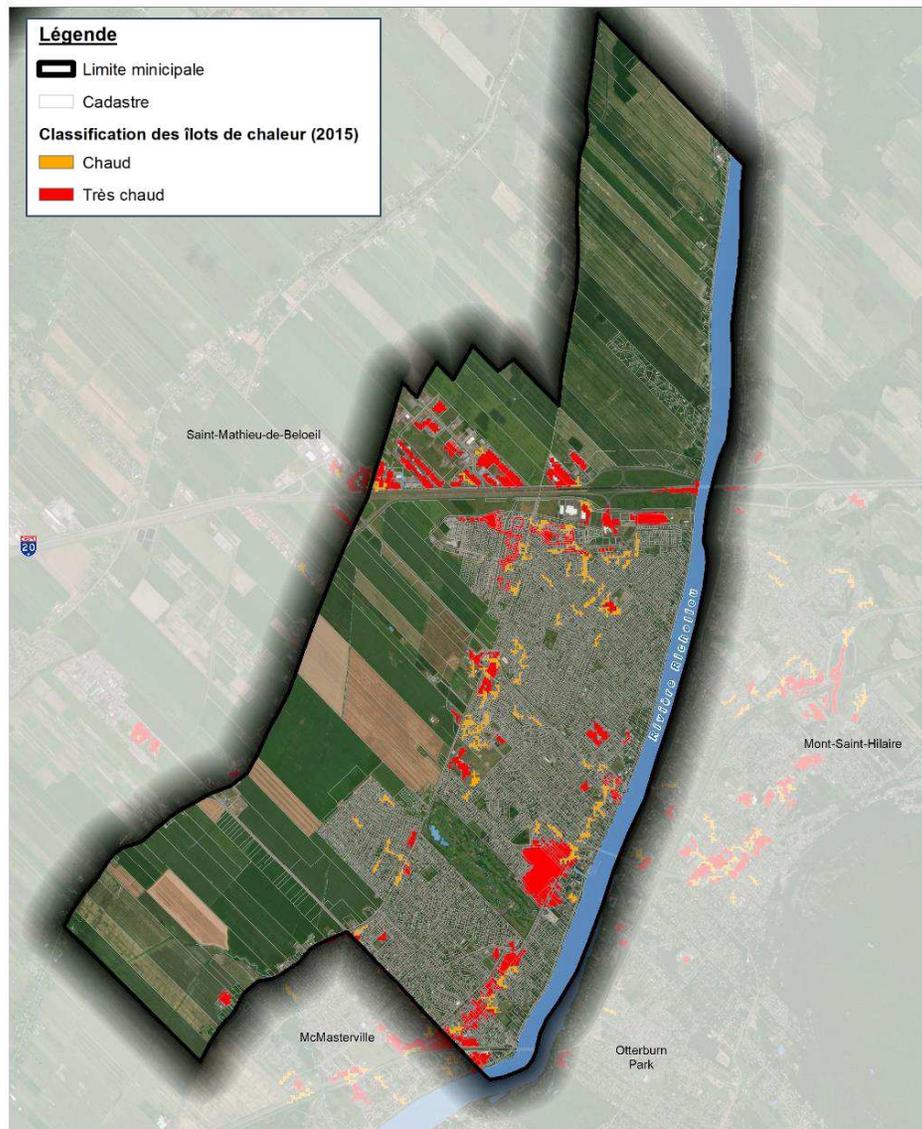
Les critères ont été représentés en cartographie une seconde fois, cette fois-ci au format matriciel selon une grille de pixels de 25 m x 25 m, les valeurs de chaque pixel correspondant aux valeurs des pondérations attribuées aux sous-classes. Les sept matrices ainsi produites ont été combinées en une seule grâce à un calcul de moyenne pondérée prenant en compte les valeurs de pondération établies pour chaque critère. Le résultat de cette étape est une carte de « risque », dont chaque pixel est associé à une pondération globale représentative du risque de rencontrer une des problématiques ciblées.

Tableau 7 : Critères et pondérations pris en compte dans l'analyse multicritères

Poids de la catégorie	Catégorie	Répartition de la catégorie	Sous-Catégorie	Pondération	Critère	Sous-Critère	Valeur
70%	Stress dans l'environnement	30%	Présence de ICU	30%	Intensité	Très chaud	2
						Chaud	1
		30%	Risques liés à la gestion des eaux pluviales	30%	Saturation du système de drainage	Présence	2
		10%	Biodiversité	10%	Potentiel de connectivité et de création d'habitats	Présence de liens potentiels de connectivité (GRAPHAB)	1
30%	Stress pour la santé de la population	15%	Personnes vulnérables	5%	Proportion de personnes âgées dans le maillage	24% et +	4
						18-23%	3
						12-17%	2
						6-11%	1
						0-5%	0
		5%	Proportion de jeunes enfants dans le maillage	8% et +	4		
				6-7%	3		
				4-5%	2		
				2-3%	1		
				0-1%	0		
		5%	Niveau de défavorisation matérielle	Défavorisé	2		
				Moyen	1		
				Favorisé	0		
15%	Éléments autres qui affectent la vulnérabilité	15%	Densité de la population	Très fort	4		
				Fort	3		
				Moyen	2		
				Faible	1		
					Très faible	0	

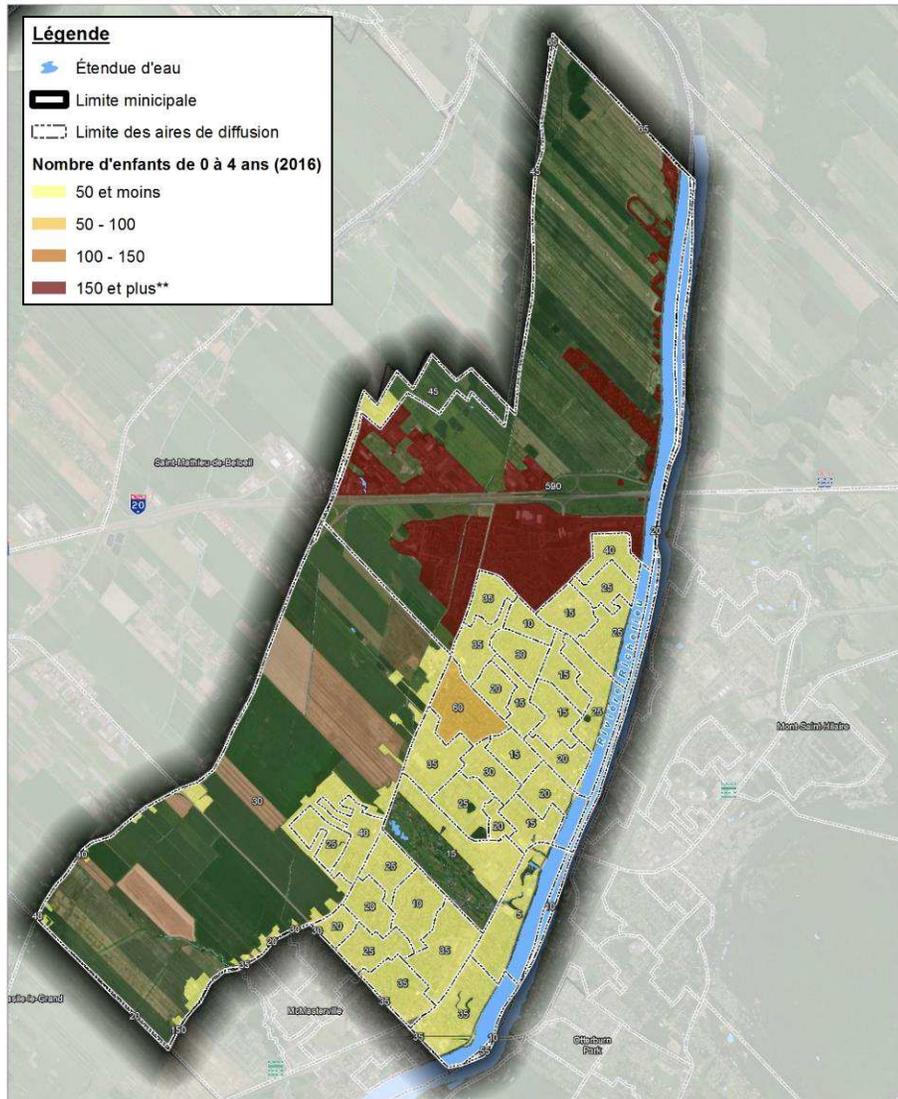
Annexe II : Localisation des îlots de chaleur urbains

Localisation des îlots de chaleur urbains
- Ville de Belœil -

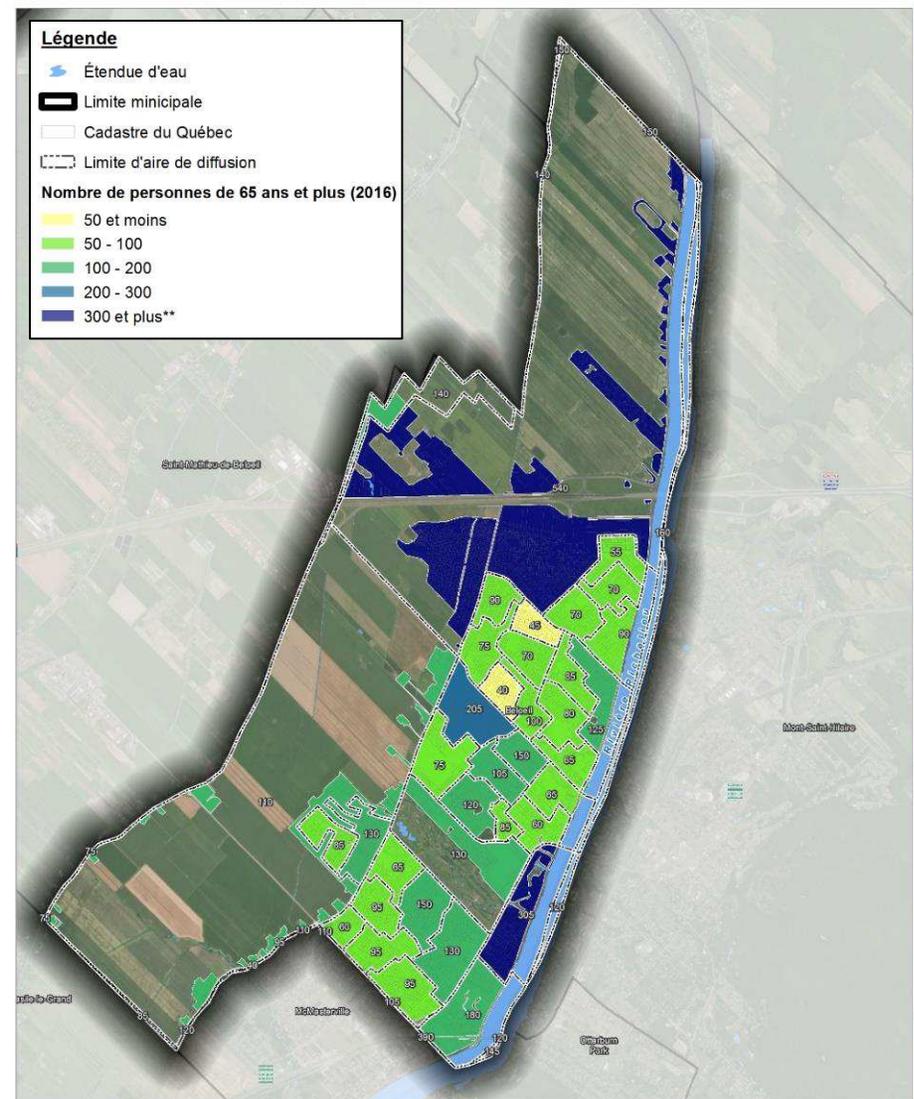


Annexe III : Distribution des populations vulnérables aux îlots de chaleur urbains

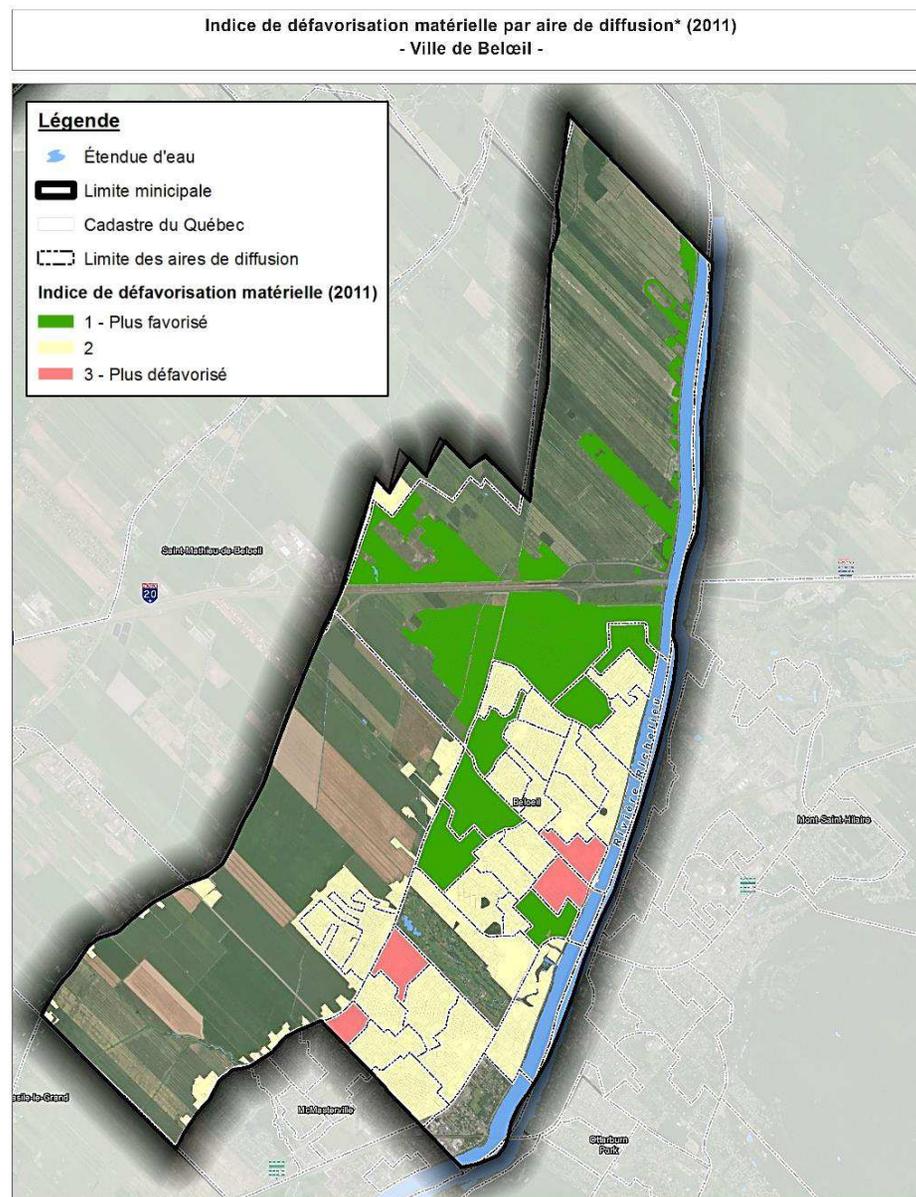
Nombre d'enfants de 0 à 4 ans par aire de diffusion* (2016)
- Ville de Belœil -



Nombre de personnes de 65 ans et plus par aire de diffusion* (2016)
- Ville de Belœil -

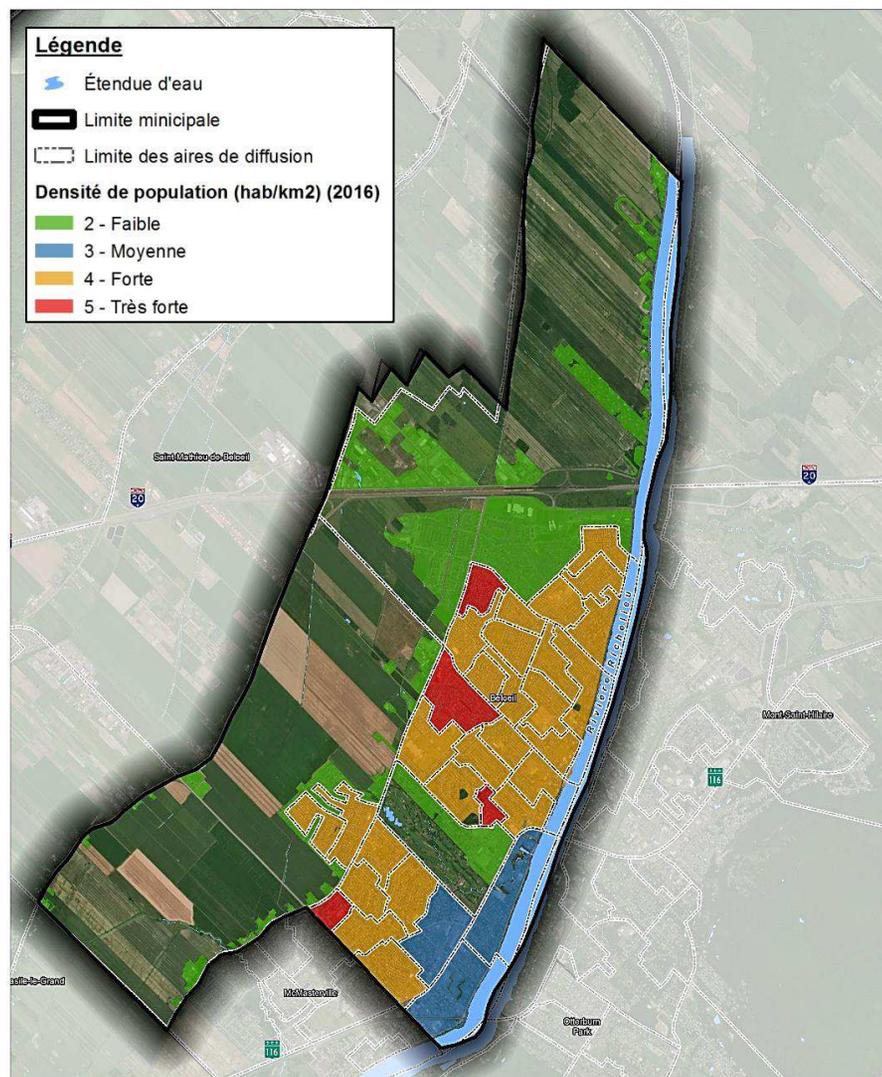


Annexe IV : Indice de défavorisation matérielle par aire de diffusion

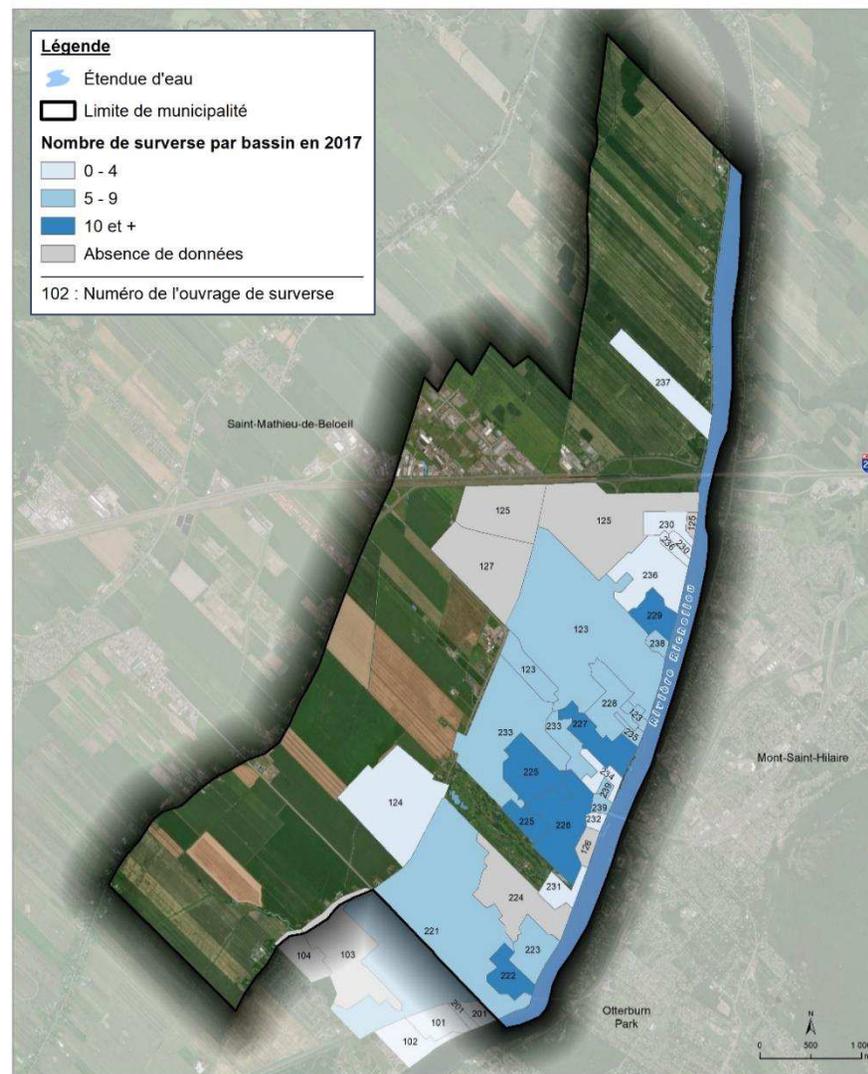


Annexe V : Densité de population par aire de diffusion et zones de surverse ou d'inondation

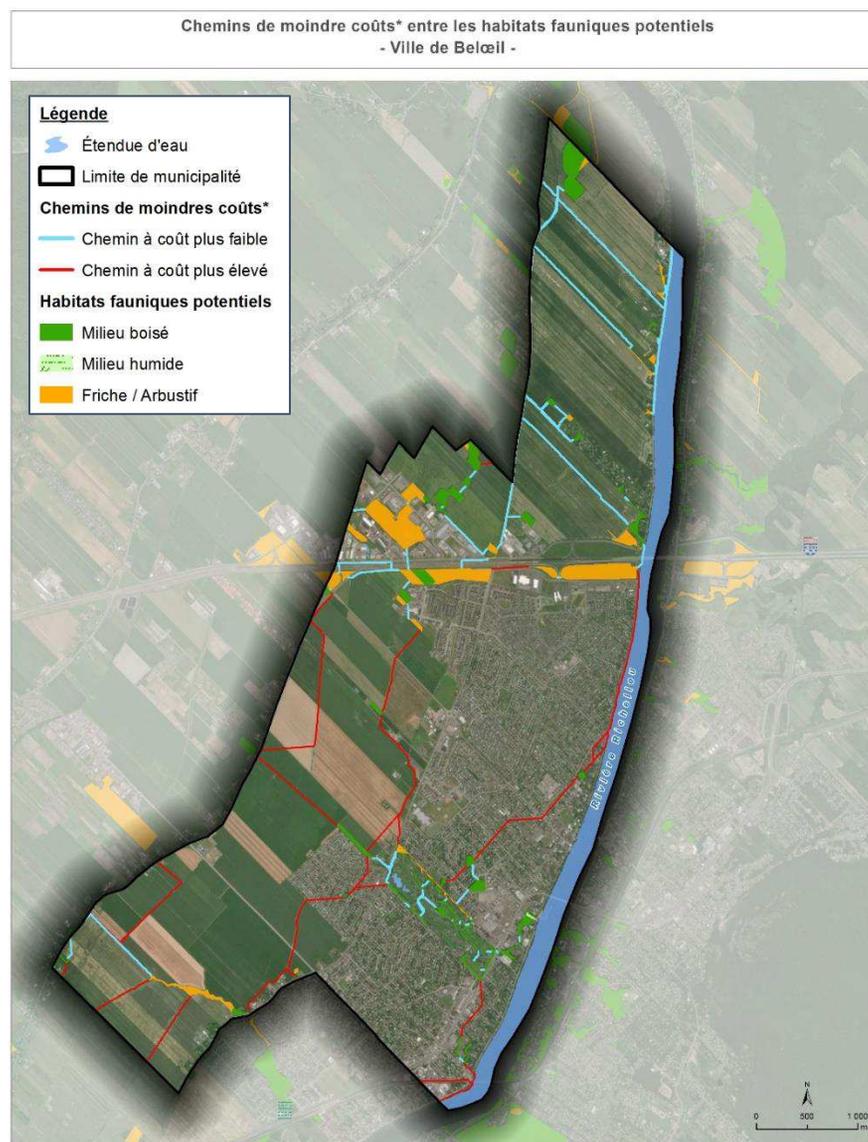
Densité de population et population par aire de diffusion
- Ville de Belœil -



Nombre de surverse par bassin en 2017
- Ville de Belœil -



Annexe VI : Chemins de moindres coûts entre les habitats fauniques potentiels



Annexe VII : Plan d'action concerté

Thématiques	Objectifs	Actions	Cibles	Indicateurs	Échéancier				Total des coûts estimés	Livrables	Porteur(s) pour la mise en œuvre de l'action	Sources potentielles de subventions	
					En cours	Court terme (0-5 ans)	Moyen terme (5-10 ans)	Long terme (10 ans et +)					
Transport	Favoriser les modes de déplacements actifs	Compléter et connecter le réseau cyclable et piétonnier aux différentes destinations utilitaires : quartiers existants, écoles, grandes institutions, pôles d'emplois, parcs et commerces	x%	Proportion de voies cyclopédestres respectant les normes de sécurité	v				120\$/km de piste cyclable		Génie	Fonds municipal vert de la FCM - Programme d'aide financière au développement des transports actifs dans les périmètres urbains du MTQ	
		Aménager des placettes avec services (bancs, fontaines, etc.) le long des réseaux cyclables et pédestres			v				10 200 \$	1 panneau, 2 bancs, 1 poubelle, 1 support à vélo par placettes	TP/Génie	Fondation Hydro-Québec pour l'environnement (FHQE) - Programme d'aide financière au développement des transports actifs dans les périmètres urbains du MTQ	
		Développer un circuit de découverte multifonctionnel (à pied et à vélo) connectant les milieux naturels et les parcs			v							Environnement	Fonds municipal vert de la FCM CMM - Fondation TD des amis de l'environnement (FAETD) - MEC - Programme d'aide financière au développement des transports actifs dans les périmètres urbains du MTQ
		Analyser le territoire et aménager des aires de stationnement pour les vélos dans des endroits stratégiques tels que les artères commerciales les plus achalandées				v			750 \$	1 support à vélo	TP/Génie	Vélo Québec - Programme d'aide financière au développement des transports actifs dans les périmètres urbains du MTQ	
	Favoriser les modes de déplacements collectifs et partagés	Mettre en place un système de covoiturage	x%	Proportion des Beloeillois utilisant le transport collectif ou le covoiturage au moins une fois par mois pour se rendre au travail	v						Environnement	Fonds municipal vert de la FCM - Programme d'aide au développement du transport collectif du MTQ	
		Réduire la largeur des rues lorsque possible			v						Urbanisme		
		Améliorer la desserte locale et interurbaine en transport en commun, afin de redéployer le réseau et de desservir les nouveaux développements et le secteur industriel				v						EXO	Programme d'aide au développement du transport collectif du MTQ - CMM
		Encourager les entreprises publiques et privées à implanter en milieu de travail des programmes d'incitatifs à l'utilisation du transport en commun, du transport actif et du covoiturage					v					Environnement	Programme d'aide au développement du transport collectif du MTQ

Gestion de l'eau	Encourager les citoyens à adopter une meilleure gestion des eaux pluviales	Déconnecter le raccordement des gouttières aux égouts et les orienter vers des surfaces perméables	Diminuer de x m3	Volume d'eau dans le réseau pluvial en m3 (installation de compteurs)			v		14 000 \$	Inspections résidentielles	Urbanisme		
		Informier périodiquement, <i>via</i> une chronique dans l'Info Beloeil, les citoyens des actions à poser pour assurer une meilleure gestion de l'eau, en collaboration avec d'autres partenaires					v		6 000 \$-10 000 \$	Rédaction de 12 chroniques par année	Environnement	Fondation banque TD	
		Faire la promotion auprès des citoyens des espaces perméables et des gestes diminuant les quantités d'eau à traiter					v		7 500 \$	1 atelier + 500 brochures	Environnement	Fonds municipal vert de la FCM	
		Inciter progressivement la transformation écologique de tous les stationnements résidentiels (pavage à forte réflectance, percolation des eaux pluviales, aménagements paysagers)					v		8 000 \$	1 atelier + 1 page web + 500 brochures	Environnement	Fonds municipal vert de la FCM	
		Réaliser une campagne de sensibilisation visant à prévenir/réduire la quantité d'eau de drainage (écoulement des gouttières vers des surfaces perméables plutôt que vers le réseau pluvial, promotion des jardins de pluie et des barils récupérateurs d'eau de pluie, etc.)					v		10 000\$-50 000\$	1 campagne de sensibilisation (conférence de presse, page web, distributions de brochures aux citoyens, etc.)	Environnement	Fonds municipal vert de la FCM	
	Améliorer les pratiques de la Ville en faveur d'une meilleure gestion des eaux pluviales	Lors de la réfection des anciennes rues et la construction des nouvelles, aménager des noues de biorétention des deux côtés de la rue	Nombre de m de réseau unitaire				v				Génie	Programme de soutien aux municipalités dans la mise en place d'infrastructures de gestion durable des eaux de pluie à la source (PGDEP) du MAMH- Fonds municipal vert de la FCM	
		Aménager des sentiers piétonniers et des pistes cyclables perméables ou favorisant la déviation des eaux pluviales vers des aménagements végétalisés					v				Génie	Programme de soutien aux municipalités dans la mise en place d'infrastructures de gestion durable des eaux de pluie à la source (PGDEP) du MAMH- Fonds municipal vert de la FCM	
		Favoriser la percolation de l'eau de ruissellement directement à son lieu de contact avec le sol au niveau des terrains publics						v				Génie	Programme de soutien aux municipalités dans la mise en place d'infrastructures de gestion durable des eaux de pluie à la source (PGDEP) du MAMH- Fonds municipal vert de la FCM
		Aménager, planter et entretenir (selon une inspection annuelle) les fossés de ruissellement sur le territoire						v				TP - égout	Programme de soutien aux municipalités dans la mise en place d'infrastructures de gestion durable des eaux de pluie à la source (PGDEP) du MAMH- Fonds municipal vert de la FCM
		Intégrer des infrastructures vertes de captage, de rétention et d'infiltration d'eau (noue, bassin de rétention, fossés de drainage, baissière) partout où l'espace requis est disponible							v			Génie/TP	Programme de soutien aux municipalités dans la mise en place d'infrastructures de gestion durable des eaux de pluie à la source (PGDEP) du MAMH- Fonds municipal vert de la FCM
		Transformer progressivement tous les stationnements de la Ville de manière écologique (pavage à forte réflectance, percolation des eaux pluviales, aménagements paysagers)								v		Environnement	Programme de soutien aux municipalités dans la mise en place d'infrastructures de gestion durable des eaux de pluie à la source (PGDEP) du MAMH- Fonds municipal vert de la FCM

Réchauffement climatique et gaz à effet de serre	Diminuer les émissions de GES de la Ville	Mettre à jour l'inventaire des émissions de GES de la ville	Diminuer les émissions de GES de X tonnes CO2/an	Taux de GES en tonnes CO2/an			v				Environnement	Programme Climat municipalités		
		Mettre à jour le plan d'action de réduction des émissions de GES de la Ville					v			Environnement	EcoAction - Fonds municipal vert de la FCM			
		Adhérer au programme Partenaires dans la protection du climat de la FCM					v			Conseil	Ressources internes			
		Adhérer au Pacte pour la transition						v		Conseil	Ressources internes			
Environnement bâti	Assurer une transition vers des voitures émettant moins de GES	Subventionner les bornes électriques résidentielles pour les véhicules électriques	Hausse de x% tous les x ans	% de véhicules électriques ou hybrides au sein de la Ville			v				Environnement	EcoAction - Programme Roulez Vert de Transition énergétique Québec		
		Améliorer la gestion de l'environnement bâti municipal	Poursuivre la mise en œuvre d'actions permettant la réduction de la consommation énergétique des édifices municipaux	Diminuer la consommation des bâtiments municipaux à x KWh/m3	Consommation des bâtiments municipaux en KWh/m3			v				Environnement	Fonds municipal vert de la FCM	
			Faire en sorte que l'ensemble des nouveaux bâtiments municipaux et ceux qui subissent une rénovation majeure, incluant un agrandissement, soient construits ou rénovés selon les principes de construction écologique pour obtenir la certification LEED et Novoclimat (discuter avec les consultants de la possibilité de transformer un bâtiment pour le rendre LEED lorsqu'une rénovation majeure est prévue à un bâtiment)						v			TP	Fonds municipal vert de la FCM - Programme Novoclimat - Programme Rénoclimat - Programme RénoVert	
			Favoriser la construction et la rénovation écologique par divers incitatifs (avantages financiers, programme de type Habitation durable, etc.)			x%	Proportion des toitures absorbant la chaleur dans le périmètre urbain (à l'aide de capteurs thermiques)				v			Urbanisme
Favoriser progressivement la végétalisation sur les toitures et les murs et/ou la mise en place de toitures blanches lors de la réfection des bâtiments institutionnels, municipaux, commerciaux, industriels et résidentiels					v					TP	Fonds municipal vert de la FCM - Programme Rénoclimat - Programme RénoVert			
Environnement bâti	Diminuer l'empreinte écologique du cadre bâti résidentiel et des ICI		x	Densité de logements à l'hectare				v	11 000 \$	1 rencontre + 1 brochure + mise en place d'incitatifs	Urbanisme			
		Sensibiliser les promoteurs à l'utilisation de techniques de construction et d'aménagements écologiques basées sur des certifications telles que LEED, etc.												
Consommation locale	Favoriser la consommation de produits locaux	Réaliser annuellement le concours « vitrine sur Beloeil »	x%	Proportion de l'offre alimentaire municipale qui provient de la région			v		4 500 \$	1 concours	Développement économique			
		Promouvoir les commerces locaux via les réseaux sociaux					v		500 \$	1 page web	Développement économique			
		Inclure la participation des acteurs locaux lors d'événements municipaux (Kaput!, Événement Terre, fêtes de quartier, etc.)					v					Développement économique	MAPAQ Programme proximité	
		Participer, en collaboration avec la Chambre de commerce (CCIVR), à des campagnes de promotion d'achat local					v		2 000 \$	1 campagne de promotion	Développement économique			
		Réaliser une campagne de promotion de l'achat local							v		2 000 \$	1 campagne de promotion	Développement économique	MAPAQ Programme proximité
		Instaurer une politique d'achat local							v				Développement économique	
		Instaurer un projet de marché public ou de collaboration directe avec des maraichers locaux								v				Développement économique

Verdissement	Réduire les îlots de chaleur urbains	Augmenter le nombre d'arbres à grand déploiement à l'intérieur et aux abords des stationnements	Diminuer de x% la proportion des îlots de chaleur sur le territoire	Proportion du territoire municipal en îlots de chaleur classés chauds ou très chauds dans le périmètre urbain	v				60\$/m linéaire	Achat et plantation d'arbres à grand déploiement	Horticulture	Fonds pour dommages à l'environnement (FDE) - Arbres Canada - Fonds municipal vert de la FCM - CMM - Arbre Évolution
		Sensibiliser les industriels et les commerçants au verdissement de leurs façades par le biais de rencontres avec le service de l'urbanisme				v			12 000 \$	1 document de promotion, prise de contact avec ICI	Horticulture	Fonds municipal vert de la FCM - Arbres Canada - Fondation TD des amis de l'environnement (FAETD)
	Protéger, accroître et restaurer les espaces boisés sur le territoire de la ville	Augmenter graduellement le pourcentage de la canopée à l'échelle de la Ville en améliorant le ratio arbres abattus/arbres remplacés	Augmenter l'indice de canopée dans les espaces publics de 35 % dans les 10 prochaines années	Indice de canopée	v				60\$/m linéaire	Achat et plantation d'arbres à grand déploiement	Horticulture	Arbres Canada - 375 000 arbres - CMM - Arbre Évolution
		Sensibiliser la population à l'importance de la diversité de la végétation en milieu urbain	Organiser des ateliers participatifs sur l'importance des corridors forestiers (l'importance de la végétation, la lutte contre les îlots de chaleur, la lutte contre l'érosion, etc.)	x%	% de la population ayant assisté à un atelier de sensibilisation			v	2 000 \$	1 atelier	Horticulture	EcoAction - Fondation TD des amis de l'environnement (FAETD) - Fondation Hydro-Québec pour l'environnement (FHQE)
Biodiversité et milieux naturels	Augmenter la biodiversité	Végétaliser progressivement toutes les plates-bandes gazonnées selon la possibilité en 3 strates (herbacée, arbustive, arborescente) et favoriser la plantation d'espèces indigènes	x espèces		v						Horticulture	Fondation TD des amis de l'environnement (FAETD) - Arbres Canada - 375 000 arbres - CMM - Arbre Évolution
		Utiliser les terrains marginaux pour y planter des prairies fleuries				v			250 \$ / m ² (si excavation nécessaire, ajouter 50 \$ / m ²)	Plan et devis, plantation (main d'œuvre, végétaux et matériaux), garantie des plantations, suivi des interventions, coordination et gestion du projet inclus	Horticulture	Fondation TD des amis de l'environnement (FAETD) - EcoAction - Fondation de la Faune du Québec (FFQ)
		Respecter la règle reconnue par l'International Society of Arboriculture du 10% d'une seule espèce, 20% d'un même genre et 30% d'une même famille pour les plantations en milieu urbain					v					Horticulture
	Protéger, aménager et mettre en valeur les rives	Réaliser des plantations en bande riveraine pour protéger la rive contre l'érosion	x %	Proportion des bandes riveraines avec un indice de qualité des bandes riveraines (IQBR) qualifié de bon ou excellent		v			(environ 16-18\$/mètre linéaire)	Plan et devis, plantation (main d'œuvre, végétaux et matériel), garantie des plantations, suivi des interventions, coordination et gestion du projet inclus	Environnement	ALUS - Prime-Vert - Fondation de la Faune (FFQ) - PIH - EcoAction - Affluents maritime - Fondation TD des amis de l'environnement (FAETD) - FDE - Habitat faunique Canada - CMM - RBC - World wild fund (WWF)
		Sensibiliser les agriculteurs aux pratiques agroenvironnementales favorisant la biodiversité et la protection des berges, etc.					v		25 000 \$	2 soirées d'information, 2 ateliers sur le terrain et 1 cahier du propriétaire pour le secteur	Environnement	Fondation de la Faune du Québec (FFQ)
		Assurer l'application de la réglementation concernant la délimitation des bandes riveraines en milieu privé					v		2 000 \$ / an	Inspections résidentielles	Environnement	Ressources internes
Gestion des matières résiduelles	Réduire la consommation du plastique en obligeant les restaurateurs et les commerçants à permettre aux citoyens le remplissage gratuit de leurs bouteilles d'eau dans leurs restaurants/commerces				v							
	Mettre en place des stations de déchets et recyclage 3 voies (recyclage, déchets, compost) dans les espaces publics				v							

Les cibles et les indicateurs seront identifiés au fil du temps selon les échéanciers

Annexe VIII : Estimations budgétaires



Beleoil : CONCEPTS D'AMÉNAGEMENT

Estimation classe C : Rue Duvernay

Mise à jour 12 juillet 2019

Items	Description	Unités	Qtée	Prix u.	Montant
1	TRAVAUX DE VOIRIE				
1,1	Excavation, installation d'égouts et aqueduc	m.lin	575	1 500,00 \$	862 500,00 \$
				TOTAL SECTION 1	862 500,00
2	DÉMOLITION ET ENLÈVEMENT				
2,1	Démolition et excavation des surfaces minérales existantes	m ²	11022,32	28,00 \$	308 624,96 \$
				TOTAL SECTION 2	308 624,96
3	TERASSEMENT				
3,2	Pavé de béton perméable	m ²	2002,00	396,00 \$	792 792,00 \$
3,3	Bordure de béton	m.lin.	1435,32	105,00 \$	150 708,80 \$
3,4	Trottoir et piste multifonctionnelle de béton	m ²	3085	110,00 \$	339 350,00 \$
3,5	Asphalte	m ²	4500,00	60,00 \$	270 000,00 \$
				TOTAL SECTION 3	1 552 850,60 \$
4	AMÉNAGEMENTS SPÉCIFIQUES (îlots de chaleur et gestion des eaux)				
4,1	Biorétentions (avec plantations vivaces et arbustes)	m ²	480,00	392,00 \$	188 160,00 \$
4,2	Zones végétalisées (avec plantations vivaces et arbustes)	m ²	1334,00	241,00 \$	321 494,00 \$
				TOTAL SECTION 3	509 654,00 \$
5	PLANTATION				
5,1	Arbres grand déploiement - gros calibre	U	200	600,00 \$	120 000,00 \$
5,2	Grilles de fonte pour arbres en fosse	U	44,00	3 200,00 \$	140 800,00 \$
				TOTAL SECTION 4	260 800,00
6	MOBILIER				
6,1	Bancs sans dossier	Unité	5	543,00 \$	2 715,00 \$
6,2	Chaises longues	Unité	2	2 433,00 \$	4 866,00 \$
6,3	Bancs de parc	Unité	2	2 983,00 \$	5 966,00 \$
6,4	Banc plate-forme	Unité	1	4 184,00 \$	4 184,00 \$
6,5	Corbeille triple	Unité	1	2 387,00 \$	2 387,00 \$
6,6	Bornes de recharge pour véhicules électriques	Unité	2	10 000,00 \$	20 000,00 \$
6,7	Supports à vélo	Unité	4	1 332,00 \$	5 328,00 \$
6,8	Panier à recyclage tripple (tri sélectif)	Unité	1	2 387,00 \$	2 387,00 \$
6,9	Panneaux d'interprétation	forfait	6		28 109,00 \$
				TOTAL SECTION 5	76 922,00 \$
7	AUTRE				
7,1	Marquage au sol (signalisation)	forfait		5 000,00 \$	5 000,00 \$
				TOTAL SECTION 6	5 000,00

MONTANT TOTAL	2 018 500,96 \$
TOTAL DES CONTINGENCE ET MARGE D'ERREUR 25%	605 550,29 \$
TPS 5%	131 202,56 \$
TVQ 9,975%	274 836,57 \$
MONTANT TOTAL	3 030 090,38 \$



Beloeil : CONCEPTS D'AMÉNAGEMENT
Estimation classe C : Parc Eulalie-Durocher
 Mise à jour 11 juillet 2019

ITEMS	DESCRIPTION	UNITÉS	QTÉE	PRIX UNIT.	MONTANT
1	DÉMOLITION ET ENLÈVEMENT				
1.0	Gestion et coordination	heures	16	101 \$	1 616 \$
1.1	Démolition et excavation d'asphalte (drainage et asphalte à refaire)	m2	464	28 \$	12 992 \$
1.2	Démolition et excavation d'asphalte (chemin en pavé alvéolé)	m2	40	28 \$	1 120 \$
1.3	Démolition et excavation (sentier en gravier)	m2	292	28 \$	8 176 \$
1.4	Démolition et excavation d'asphalte (trottoir en pavé à haute réflectance)	m2	1503	28 \$	42 083 \$
1.5	Démolition et excavation d'asphalte (zone végétalisée)	m2	734	28 \$	20 551 \$
1.6	Démolition et excavation (zone végétalisée)	m2	1868	28 \$	52 303 \$
1.7	Démolition et excavation (bassin de biorétention)	m2	237	50 \$	11 850 \$
TOTAL SECTION 1					150 700 \$
2	TERRASSEMENT				
2.0	Gestion et coordination	heures	8	101 \$	808 \$
2.1	Sentier en pavé alvéolé	m2	40	396 \$	15 840 \$
2.2	Trottoir en pavé de béton à haute réflectance	m2	1503	396 \$	595 534 \$
2.3	Sentier en gravier	m2	292	200 \$	58 399 \$
2.4	Surface d'asphalte (stationnement)	m3	464	233 \$	108 264 \$
TOTAL SECTION 2					778 900 \$
3	AMÉNAGEMENTS SPÉCIFIQUES (ilots de chaleur et gestion des eaux)				
3.0	Gestion et coordination	heures	24	101 \$	2 424 \$
3.1	Zones végétalisées	m2	2589	241 \$	622 863 \$
3.2	Bassin de biorétention	m2	237	392 \$	93 009 \$
TOTAL SECTION 3					718 300 \$
4	PLANTATION				
4.0	Gestion et coordination	heures	6	101 \$	606 \$
4.1	Arbres feuillus - Grand déploiement	unité	18	600 \$	10 800 \$
4.2	Arbres feuillus - Petit déploiement	unité	5	400 \$	2 000 \$
4.3	Arbres conifères	unité	19	800 \$	15 200 \$
TOTAL SECTION 4					28 600 \$
5	MOBILIER				
5.0	Gestion et coordination	heures	8	101 \$	808 \$
5.1	Voile d'ombrage	forfait	1	-	20 000 \$
5.2	Tables de pique nique	unité	22	3 327 \$	73 198 \$
5.3	Bancs de parc	unité	8	2 983 \$	23 866 \$
5.4	Chaises longues	unité	8	2 433 \$	19 466 \$
5.5	Supports à vélo	unité	4	1 332 \$	5 328 \$
5.6	Boulders décoratifs	unité	6	640 \$	3 837 \$
5.7	Nichols	unité	3	400 \$	1 200 \$
5.8	Terrasse en bois	m²	150	165 \$	24 682 \$
5.9	Perçola en bois	m²	73	-	36 315 \$
5.10	Terrain multisport	forfait	1	-	59 999 \$
5.11	Bollard amovible	forfait	1	-	5 008 \$
TOTAL SECTION 5					273 700 \$
6	AUTRES				
6.0	Gestion et coordination	heures	4	101 \$	404 \$
6.1	Marquage coloré au sol (terrain multisport + jeux d'eau)	global	1	-	13 906 \$
6.2	Marquage au sol (signalisation)	global	1	-	1 400 \$
6.3	Coloration du conteneur de marquage	global	1	-	13 333 \$
TOTAL SECTION 6					29 043 \$
SOUS-TOTAL SECTIONS 1 à 6					1 979 243 \$
TPS 5%					98 962 \$
TVQ 9,75%					192 976 \$
SOUS-TOTAL SECTIONS 1 à 6 avec taxes					2 271 182 \$
MARGE D'ERREUR 25% applicables sections 1 à 6					567 795 \$
CONTINGENCE 10% applicables sections 1 à 6					227 118 \$
MONTANT TOTAL SECTIONS 1 à 6					3 066 100 \$



Beloil : CONCEPTS D'AMÉNAGEMENT
Estimation classe C : École Le Petit-Bonheur
 Mise à jour 12 juillet 2019

ITEMS	DESCRIPTION	UNITÉS	QTEE	PRIX UNIT.	MONTANT
1	DÉMOLITION ET ENLÈVEMENT				
1.0	Gestion et coordination	heures	16	101 \$	1 616 \$
1.1	Démolition et excavation d'asphalte (chemin en pavé alvéolé)	m2	89	28 \$	2 492 \$
1.2	Démolition et excavation (sentier en gravier)	m2	938	28 \$	26 283 \$
1.3	Démolition et excavation d'asphalte (trottoir en pavé à haute réflectance)	m2	602	28 \$	16 856 \$
1.4	Démolition et excavation d'asphalte (zone végétalisée)	m2	391	28 \$	10 948 \$
1.5	Démolition et excavation (zone végétalisée)	m2	3146	28 \$	88 086 \$
1.6	Démolition et excavation (bassin de biorétention)	m2	440	50 \$	21 999 \$
TOTAL SECTION 1					168 300 \$
2	TERRASSEMENT				
2.0	Gestion et coordination	heures	8	101 \$	808 \$
2.1	Sentier en pavé alvéolé	m2	89	396 \$	35 264 \$
2.2	Trottoir en pavé de béton à haute réflectance	m2	602	396 \$	238 531 \$
2.3	Sentier en gravier	m2	938	200 \$	187 595 \$
TOTAL SECTION 2					462 200 \$
3	AMÉNAGEMENTS SPÉCIFIQUES (îlots de chaleur et gestion des eaux)				
3.0	Gestion et coordination	heures	24	101 \$	2 424 \$
3.1	Zones végétalisées (incluant pelouse écologique et potager)	m2	3977	241 \$	958 789 \$
3.2	Bassin de biorétention	m2	440	392 \$	172 675 \$
TOTAL SECTION 3					1 131 900 \$
4	PLANTATION				
4.0	Gestion et coordination	heures	6	101 \$	606 \$
4.1	Arbres feuillus - Grand déploiement	unité	13	600 \$	7 800 \$
4.2	Arbres feuillus - Petit déploiement	unité	3	400 \$	1 200 \$
4.3	Arbres conifères	unité	15	800 \$	12 000 \$
4.4	Grimpantes	unité	4	27 \$	107 \$
4.5	Reconstitution forestière	unité	14	1 772 \$	24 805 \$
TOTAL SECTION 4					46 500 \$
5	MOBILIER				
5.0	Gestion et coordination	heures	8	101 \$	808 \$
5.1	Voile d'ombrage	forfait	1	20 000 \$	20 000 \$
5.2	Tables de pique nique	unité	16	3 350 \$	53 599 \$
5.3	Supports ballon poire	unité	6	889 \$	5 333 \$
5.5	Composteurs	unité	4	1 950 \$	7 800 \$
5.6	Supports à vélo	unité	8	958 \$	7 648 \$
5.7	Boulders décoratifs	unité	130	356 \$	46 340 \$
5.8	Nichoirs	unité	3	400 \$	1 200 \$
5.9	Structures pour mur végétalisé	unités	2	1 468 \$	2 936 \$
5.10	Passerelles entre les zones de jeux	m lin	13	380 \$	4 941 \$
5.11	Modules de jeux (exclus)	unité	0	-	0 \$
TOTAL SECTION 5					150 600 \$
6	AUTRES				
6.0	Gestion et coordination	heures	4	101 \$	404 \$
6.1	Marquage jeux au sol	global	1	30 146 \$	30 146 \$
TOTAL SECTION 6					30 550 \$
SOUS-TOTAL SECTIONS 1 à 6					1 990 050 \$
TPS 5%					99 502 \$
TVQ 9,75%					194 030 \$
SOUS-TOTAL SECTIONS 1 à 6 avec taxes					2 283 582 \$
MARGE D'ERREUR 25% applicables sections 1 à 6					570 896 \$
CONTINGENCE 10% applicables sections 1 à 6					228 358 \$
MONTANT TOTAL SECTIONS 1 à 6					3 082 840 \$

© 2019 Nature-Action Québec. Tous droits réservés.

Ce plan a été exécuté avec l'aide du gouvernement du Canada et la Fédération canadienne des municipalités. Malgré ce soutien, les opinions exprimées sont celles de leurs auteurs, et la Fédération canadienne des municipalités et le gouvernement du Canada rejettent toute responsabilité à cet égard.

Annexe IX : Rapport d'analyse de la firme EXP



1001, boul. Maisonneuve Ouest, bureau 800-B
Montréal, QC H3A 3C8, CANADA
t: +1.514.931.1080 • www.exp.com

Le 25 septembre 2019

Madame Marine Regnier, biologiste, M. Sc.

Chargée de projets

Nature-Action Québec

120, rue Ledoux

Beloeil (Québec) J3G 0A4

N/Réf. : MTR-00254799-A0

**Objet : Accompagnement civil pour les PGO eaux pluviales
Notes de calculs préliminaires – rue Duvernay – Belœil**

Madame,

Nature-Action Québec a mandaté EXP afin de réaliser des calculs portant sur l'impact positif de l'intégration de pratiques de gestion optimale des eaux pluviales (PGO) dans des infrastructures existantes. La présente a pour but de vous exposer les résultats de ces calculs pour le projet de réaménagement de la rue Duvernay, entre la rue Dupré et le boulevard Sir-Wilfrid-Laurier, dans la ville de Belœil (Ville).

Vous trouverez dans les paragraphes qui suivent une brève mise en contexte du projet, la description des données et hypothèses considérées, la quantification des impacts positifs des PGO sur les infrastructures de la ville et des pistes de bonification et réflexions.

1. Mise en contexte

Le projet de Nature-Action Québec sur la rue Duvernay prévoit l'intégration de végétaux et d'arbres pour agrémenter le secteur, l'ajout de places publiques, la diminution des voies de circulation et l'élargissement des trottoirs existants, l'utilisation d'un terre-plein central en biorétention recueillant les eaux de la chaussée et des trottoirs adjacents, l'utilisation de surface de stationnement en rue en pavage perméable ainsi qu'une bande centrale perméable et des jardins de pluie pour recueillir l'eau de débranchement de gouttières des bâtiments existants se raccordant sur la rue Duvernay. La moitié de la rue (ouest) est gérée par bassin de biorétention, tandis que la moitié de la rue (est) est gérée par pavage perméable. La figure suivante montre un schéma du projet, extrait du plan de Nature-Action Québec.



Figure 1 : Rue Duvernay – Extrait – Nature-Action Québec

2. Données et hypothèses de travail

Les villes n'assujettissent généralement pas leurs propres infrastructures à leur règlement sur la gestion des eaux pluviales. Ceci fait en sorte que, habituellement, aucune rétention n'est réalisée sur l'eau de ruissellement générée par les surfaces imperméables des terrains résidentiels, des rues et des trottoirs. Pour le présent projet, la volonté de Nature-Action Québec est d'aller plus loin et de maximiser l'impact positif des aménagements proposés. Ainsi, l'objectif est de concevoir un aménagement permettant à la section de rue accueillant la PGO d'être conforme à la réglementation sur le rejet d'eau pluviale de la Ville, ce qui serait plutôt innovant. Les calculs ont été réalisés de sorte que l'ensemble de la zone des travaux ne libère que **35 l/s/ha** pour une **récurrence de 50 ans**, soit le débit de pointe spécifié dans la réglementation de la Ville.

Les hypothèses suivantes ont été posées pour la réalisation des calculs préliminaires.

- 1- Il est possible de refaire le nivellement de la rue pour faire en sorte qu'elle se draine entièrement vers la biorétention et les surfaces perméables (rue en couronne inversée et en couronne selon le cas).
- 2- Les niveaux du terrain existant permettent la mise en place du concept.
- 3- Aucune infiltration vers le sol naturel n'est réalisée à cause de la présence d'une nappe phréatique haute et de sols argileux/silteux. Approche conservatrice et réaliste.
- 4- De la rétention (entendre par là accumulation d'eau en surface) sera réalisée dans l'unité de biorétention. La hauteur d'eau accumulée peut atteindre jusqu'à quelques dizaines de centimètres selon la récurrence de la pluie.
- 5- Le réseau d'égout n'est pas au centre de la rue, car il n'est pas recommandé de réaliser des PGO au-dessus d'un réseau d'égout.
- 6- L'égout de la ville est assez profond pour pouvoir y raccorder les exutoires des ouvrages.
- 7- Un débranchement de gouttières des toits de bâtiment est proposé et l'eau acheminée est dirigée vers des jardins de pluie.
- 8- Il n'est pas recommandé d'entreposer la neige dans l'aire de biorétention.
- 9- Aux fins de calculs préliminaires, la moyenne des pentes retenues est de 1 %.
- 10- Un facteur de 18 % a été ajouté à l'intensité de pluie projetée pour considérer les changements climatiques, comme recommandé par le MELCC.

Les calculs de rétention ont été réalisés de façon globale pour l'ensemble du projet et permettent de démontrer un ordre de grandeur des résultats et avantages attendus. En phase de conception, les calculs devront être affinés et être effectués pour chaque PGO, indépendamment.

3. Résultats de calculs

L'analyse des calculs se réalise à deux niveaux :

- Le contrôle des débits de pointe pour une récurrence exceptionnelle, permettant de déterminer les volumes de rétention nécessaires sur le site;
- Le contrôle des volumes annuels rejetés dans le réseau de la ville, afin de démontrer les bienfaits concrets sur la majorité des pluies, autant pour des rejets vers un réseau combiné que pluvial.

Débit de pointe 50 ans – Situation actuelle

La surface des travaux visée par le présent projet est de 4,4563 hectares. La rue est principalement imperméable et quelques îlots de plantation existent sur les terrains avoisinants. Le coefficient de ruissellement moyen pondéré (C_{rv}) a été évalué à 0,82.

Aux fins de calcul, la courbe IDF utilisée est de l'aéroport de Saint-Hubert pour une récurrence de 50 ans. La plage de données de la courbe disponible dans le logiciel utilisé (AquaIDF) s'étend de 1965 à 1995.

Ainsi, pour la **situation actuelle**, le débit généré par la zone du projet est de **932 l/s**, soit **209 l/s/ha** pour la récurrence de 50 ans.

Débit de pointe 50 ans – Situation après travaux

La nouvelle configuration de rue permet d'abaisser le coefficient de ruissellement moyen pondéré (C_{rv}) à une valeur de 0,74, notamment grâce à l'inclusion de surface avec pavage perméable. Les calculs ont été réalisés avec la même pluie, en considérant toutefois ici un facteur de majoration pour les changements climatiques.

Ainsi, pour la **situation après travaux**, le débit de pointe généré par le projet est de **156 l/s**, soit **35 l/s/ha** pour une récurrence 50 ans.

L'amélioration entre la situation existante et la situation après travaux est marquée. On parle en effet d'une **réduction de 83 % du débit de pointe**. Ceci concorde avec ce qu'il est habituel de voir pour des travaux de ce genre.

L'effet sera différent pour d'autres récurrences, mais demeure dans les mêmes ordres de grandeur. Pour les pluies plus fréquentes, c'est-à-dire les pluies plus petites, la réduction risque d'être encore plus marquée. Pour les pluies moins fréquentes, soit les pluies plus grosses, la réduction risque d'être un peu moindre, tout en demeurant marquée. Cependant, des simulations par ordinateur sont requises pour pouvoir quantifier plus précisément l'effet des aménagements proposés pour d'autres récurrences que celle analysée dans la présente note de calculs préliminaires.

L'atteinte de ce débit de sortie nécessite une rétention de **1 475 m³**, ce qui est particulièrement considérable à atteindre dans une rue municipale. Ce point sera discuté dans la section 4 **Pistes de bonification et réflexions**.

Volume incluant débranchement de toitures

La réduction du volume occasionnée par l'implantation du projet se situe principalement en raison de l'ajout d'une aire de biorétention en terre-plein central (secteur ouest) et l'ajout de pavé perméable dans les aires de stationnement sur rue (secteur est). La rue Duvernay étant un cadre bâti, il est proposé l'ajout d'arbres et de végétations pour fortifier l'ambiance de la rue. Cet ajout de végétaux favorise l'évapotranspiration, facteur d'importance sur un processus annuel de gestion durable des eaux pluviales. La réduction totale du volume est donc l'effet combiné du verdissement du site et de l'implantation des PGO.

Le changement de surfaces du site permet une réduction supplémentaire de volume d'environ 9 %, tandis que l'ajout de pavage perméable, de déconnexion de toiture vers des jardins de pluie et du terre-plein central en biorétention permet une réduction supplémentaire de l'ordre de 17 %. La **réduction supplémentaire totale de volume** pour l'ensemble du site est donc de **26 %**. Ces pourcentages de réduction sont pour une base annuelle et sont comparés à la situation existante.

Il est à noter que ce pourcentage est réalisé en intégrant les surfaces de rue ainsi que les surfaces des terrains commerciaux incluses dans les aménagements présentés par Nature-Action. Si seulement les surfaces appartenant à la municipalité ($\pm 1,8362$ ha) sont considérées, la **réduction supplémentaire** de volume pour le changement de surface est d'environ 11 % tandis la **réduction totale** est de 32 %.

5. Conclusion

La rue Duvernay possède un potentiel intéressant pour le réaménagement avec des techniques durables de gestion des eaux pluviales. Les pourcentages de réduction calculés (réduction de 83 % du débit de pointe et 43 % du volume généré par la surface du projet) demeurent plutôt théoriques. Les points prioritaires dans la révision d'un aménagement d'une rue dans un cadre bâti sont la faisabilité de la construction des ouvrages, l'apport d'avantages environnementaux et sociaux, l'acceptation par les différentes instances, dont la population et la maximisation des coûts liés aux installations.

Le projet tel que présenté actuellement apporte une nette amélioration au niveau environnemental. La Ville, la population ainsi que l'environnement retireront des bénéfices de l'implantation de l'aménagement proposé par Nature-Action Québec.

Nous espérons le tout à votre entière satisfaction et vous prions d'agréer, Madame, nos plus cordiales salutations.

David Courchesne, ing.
N° OIQ : 145865



1001, boul. Maisonneuve Ouest, bureau 800-B
Montréal, QC H3A 3C8, CANADA
t: +1.514.931.1080 • www.exp.com

Le 25 septembre 2019

Madame Marine Regnier, biologiste, M. Sc.
Chargée de projets
Nature-Action Québec
120, rue Ledoux
Beloeil (Québec) J3G 0A4

N/Réf. : MTR-00254799-A0

Objet : Accompagnement civil pour les PGO eaux pluviales
Notes de calculs préliminaires – Parc Eulalie-Durocher – Belœil

Madame,

Nature-Action Québec a mandaté EXP afin de réaliser des calculs portant sur l'impact positif de l'intégration de pratiques de gestion optimale des eaux pluviales (PGO) dans des infrastructures existantes. La présente a pour but de vous exposer les résultats de ces calculs pour le projet du parc Eulalie-Durocher dans la ville de Belœil (Ville).

Vous trouverez dans les paragraphes qui suivent une brève mise en contexte du projet, la description des données et hypothèses considérées, la quantification des impacts positifs des PGO sur les infrastructures de la ville et des pistes de bonification et réflexions.

1. Mise en contexte

Le projet de Nature-Action Québec pour le parc Eulalie-Durocher de Belœil prévoit le réaménagement des surfaces et des zones avoisinantes. Le concept propose l'intégration de végétaux et d'arbres où on retrouve actuellement principalement du gazon, ainsi que plusieurs PGO, telles que des bassins de biorétention, du pavage perméable et des jardins de pluie pour recueillir l'eau de débranchement de gouttières. La figure de la page suivante montre un schéma du projet, extrait du plan de Nature-Action Québec.



Figure 1 : Parc Eulalie-Durocher – Extrait – Nature-Action Québec

2. Données et hypothèses de travail

Les parcs municipaux sont normalement assujettis aux règlements sur la gestion des eaux pluviales des villes et c'est donc l'hypothèse qui a été posée pour ce projet. Les calculs ont été réalisés de sorte que l'ensemble de la zone des travaux ne libère que **35 l/s/ha** pour une **réurrence de 50 ans**, soit le débit de pointe spécifié dans la réglementation de la Ville.

Le cumul des ouvrages de rétention devra donc permettre de retenir un volume d'eau suffisant pour permettre ce débit de relâche. Les PGO ont aussi un rôle dans le contrôle qualitatif de l'eau de rejet du site. En effet, elles doivent aussi assurer l'enlèvement de 60 % à 80 % des matières en suspension. L'objectif qualité à respecter dépend de plusieurs facteurs et est déterminé par l'analyste du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques lorsque le processus de plans et devis est entamé.

Les hypothèses suivantes ont été posées pour la réalisation des calculs préliminaires.

- 1- Il est possible de refaire le nivellement du site pour faire en sorte qu'il se draine vers les différentes PGO.
- 2- Les niveaux du terrain existant permettent la mise en place du concept.
- 3- Aucune infiltration vers le sol naturel n'est réalisée à cause de la présence d'une nappe phréatique haute et de sols argileux/silteux. Approche conservatrice et réaliste.
- 4- De la rétention (entendre par là accumulation d'eau en surface) sera réalisée dans les PGO. La hauteur d'eau accumulée peut atteindre jusqu'à plusieurs dizaines de centimètres selon la récurrence de la pluie.
- 5- L'égout de la ville est assez profond pour pouvoir y raccorder les exutoires des ouvrages.
- 6- Il n'est pas recommandé d'entreposer la neige provenant du déneigement dans les PGO si cette neige possède des embruns salins. Il n'est cependant pas requis d'enlever la neige qui tombe naturellement sur la PGO, comme des bassins.
- 7- Un débranchement de gouttières des toits de bâtiment est proposé. L'eau acheminée est dirigée vers des jardins de pluie.
- 8- Aucune rétention n'est actuellement réalisée sur le site et les débits de sortie ne sont pas limités à l'exigence de la Ville.
- 9- Aux fins de calculs préliminaires, la moyenne des pentes retenues est de 1 %.
- 10- Les chemins piétons ainsi que la surface du terrain de tennis sont considérés comme étant construits en pavage perméable/pavés perméables.
- 11- La surface au pourtour de la piscine est considérée comme étant en béton.
- 12- Toutes les voies de circulation automobile et pistes cyclables sont considérées comme étant construites en enrobé bitumineux standard ou en béton de ciment standard.
- 13- Un facteur de 18 % a été ajouté à l'intensité de pluie projetée pour considérer les changements climatiques, comme recommandé par le MELCC.

Les calculs de rétention ont été réalisés de façon globale pour l'ensemble du projet et permettent de démontrer un ordre de grandeur des résultats et avantages attendus. En phase de conception, les calculs devront être raffinés et être effectués pour chaque PGO, indépendamment.

3. Résultats de calculs

L'analyse des calculs se réalise à deux niveaux :

- Le contrôle des débits de pointe pour une récurrence exceptionnelle, permettant de déterminer les volumes de rétention nécessaires sur le site;
- Le contrôle des volumes annuels rejetés dans le réseau de la ville, afin de démontrer les bienfaits concrets sur la majorité des pluies, autant pour des rejets vers un réseau combiné que pluvial.

Débit de pointe 50 ans – Situation actuelle

La surface des travaux visée par le présent projet est de 1,6568 hectares. Le site est principalement occupé par un terrain de baseball encerclé de surface gazonnée, de terrains de tennis, d'une piscine, de bâtiments de service, de jardins communautaires et d'un accès par la rue Saint-Joseph. Le coefficient de ruissellement moyen pondéré (C_{rv}) a été évalué à 0,65.

Aux fins de calcul, la courbe IDF utilisée est de l'aéroport de Saint-Hubert pour une récurrence de 50 ans. La plage de données de la courbe disponible dans le logiciel utilisé (AquaIDF) s'étend de 1965 à 1995.

Ainsi, pour la **situation actuelle**, le débit généré par la zone du projet est de **333 l/s**, soit **201 l/s/ha** pour la récurrence de 50 ans.

Débit de pointe 50 ans – Situation après travaux

La nouvelle configuration du site permet d'abaisser le coefficient de ruissellement moyen pondéré (C_{rv}) à une valeur de 0,41, notamment grâce à l'augmentation des surfaces plantées et végétalisées ainsi que l'inclusion de surface avec pavage perméable. Les calculs ont été réalisés avec la même pluie, en considérant toutefois ici un facteur de majoration pour les changements climatiques.

Ainsi, pour la **situation après travaux**, le débit de pointe généré par le projet est de **58,1 l/s**, soit **35 l/s/ha** pour une récurrence 50 ans.

L'amélioration entre la situation existante et la situation après travaux est marquée. On parle en effet d'une **réduction de 82 % du débit de pointe**. Ceci concorde avec ce qu'il est habituel de voir pour des travaux de ce genre.

L'effet sera différent pour d'autres récurrences, mais demeure dans les mêmes ordres de grandeur. Pour les pluies plus fréquentes, c'est-à-dire les pluies plus petites, la réduction risque d'être encore plus marquée. Pour les pluies moins fréquentes, soit les pluies plus grosses, la réduction risque d'être un peu moindre, tout en demeurant marquée. Cependant, des simulations par ordinateur sont requises pour pouvoir quantifier plus précisément l'effet des aménagements proposés pour d'autres récurrences que celle analysée dans la présente note de calculs préliminaires.

L'atteinte de ce débit de sortie nécessite une rétention de **227 m³**, devant être répartie dans les différents ouvrages. Il est possible qu'une partie de la rétention soit effectuée dans le bassin de biorétention déjà prévu. Cependant, celui-ci étant très limité espace, il est nécessaire de prévoir d'autres mécanismes de rétention, tels que des bassins de rétention souterrains par exemple.

Volume

La réduction du volume occasionnée par l'implantation du projet se situe à deux niveaux. Tout d'abord, le volume d'eau pluviale se rendant aux égouts de la ville est diminué grâce au verdissement général du site. En effet, moins de surfaces imperméables équivalent à moins d'eau de ruissellement. Ensuite, les PGO elles-mêmes permettent une réduction du volume en agissant sur l'eau de ruissellement s'y rendant. La réduction totale du volume est donc l'effet combiné du verdissement du site et de l'implantation des PGO.

Le verdissement du site et l'inclusion de pavage perméable permettent une réduction supplémentaire de volume d'environ 37 % et les bassins de biorétention et jardins de pluie proposés permettent une réduction de 6 %. La **réduction supplémentaire totale de volume** pour l'ensemble du site est donc de **43 %**. Ces pourcentages de réduction sont pour une base annuelle et sont comparés à la situation existante.

Il est à noter que pour le volet PGO, uniquement la biorétention a pour effet de réduire le volume, et ce, d'une valeur de 45 % en infiltration partielle et de 85 à 100 % en infiltration complète. Les bassins de rétention conventionnels, de surface ou souterrains, ne permettent pas la réduction du volume d'eau pluviale.

5. Conclusion

L'implantation du projet permettra la réduction de 80 % du débit de pointe sortant du site actuellement pour une récurrence de 50 ans. Une portion supplémentaire de 43 % du volume généré par la surface du projet sera aussi retranchée, principalement en raison de l'ajout de surface perméable, dont le pavage/pavé perméable. La combinaison de PGO est la clef pour répondre à une gestion durable des eaux pluviales et adapter les installations fonctionnelles pour les rendre bénéfiques à l'usage du site.

Le projet tel que présenté actuellement apporte une nette amélioration au niveau environnemental. La Ville, la population ainsi que l'environnement retireront des bénéfices de l'implantation de l'aménagement proposé par Nature-Action Québec.

Nous espérons le tout à votre entière satisfaction et vous prions d'agréer, Madame, nos plus cordiales salutations.

David Courchesne, ing.
N° OIQ : 145865



1001, boul. Maisonneuve Ouest, bureau 800-B
Montréal, QC H3A 3C8, CANADA
t: +1.514.931.1080 • www.exp.com

Le 25 septembre 2019

Madame Marine Regnier, biologiste, M. Sc.

Chargée de projets

Nature-Action Québec

120, rue Ledoux

Beloeil (Québec) J3G 0A4

N/Réf. : MTR-00254799-A0

**Objet : Accompagnement civil pour les PGO eaux pluviales
Notes de calculs préliminaires – école le Petit-Bonheur – Belœil**

Madame,

Nature-Action Québec a mandaté EXP afin de réaliser des calculs portant sur l'impact positif de l'intégration de pratiques de gestion optimale des eaux pluviales (PGO) dans des infrastructures existantes. La présente a pour but de vous exposer les résultats de ces calculs pour le projet de l'école le Petit-Bonheur à Belœil (Ville).

Vous trouverez dans les paragraphes qui suivent une brève mise en contexte du projet, la description des données et hypothèses considérées, la quantification des impacts positifs des PGO sur les infrastructures de la ville et des pistes de bonification et réflexions.

2. Données et hypothèses de travail

Les écoles sont assujetties aux règlements sur la gestion des eaux pluviales des villes. Les calculs ont été réalisés de sorte que l'ensemble de la zone des travaux ne libère que **35 l/s/ha** pour une **récurrence de 50 ans**, soit le débit de pointe spécifié dans la réglementation de la Ville.

Le cumul des ouvrages de rétention devra donc permettre de retenir un volume d'eau suffisant pour permettre ce débit de relâche. Les PGO ont aussi un rôle dans le contrôle qualitatif de l'eau de rejet du site. En effet, elles doivent aussi assurer l'enlèvement de 60 % à 80 % des matières en suspension. L'objectif qualité à respecter dépend de plusieurs facteurs et est déterminé par l'analyste du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques lorsque le processus de plans et devis est entamé.

Les hypothèses suivantes ont été posées pour la réalisation des calculs préliminaires.

- 1- Il est possible de refaire le nivellement du site pour faire en sorte qu'il se draine vers les différentes PGO.
- 2- Les niveaux du terrain existant permettent la mise en place du concept.
- 3- Aucune infiltration vers le sol naturel n'est réalisée à cause de la présence d'une nappe phréatique haute et de sols argileux/silteux. Approche conservatrice et réaliste.
- 4- De la rétention (entendre par là accumulation d'eau en surface) sera réalisée dans les PGO. La hauteur d'eau accumulée peut atteindre jusqu'à plusieurs dizaines de centimètres selon la récurrence de la pluie.
- 5- L'égout de la ville est assez profond pour pouvoir y raccorder les exutoires des ouvrages.
- 6- Il n'est pas recommandé d'entreposer la neige provenant du déneigement dans les PGO si cette neige possède des embruns salins. Il n'est cependant pas requis d'enlever la neige qui tombe naturellement sur la PGO, comme des bassins.
- 7- Un débranchement de gouttières des toits de bâtiment est proposé. L'eau acheminée est dirigée vers des bassins de biorétention.
- 8- Aucune rétention n'est actuellement réalisée sur le site et les débits de sortie ne sont pas limités à l'exigence de la Ville.
- 9- Aux fins de calculs préliminaires, la moyenne des pentes retenues est de 1 %.
- 10- Les chemins piétons sont considérés comme étant construits en pavage perméable/pavés perméables.
- 11- La cour d'école ainsi que le stationnement sont considérés comme étant conservés en enrobé bitumineux standard.
- 12- Un facteur de 18 % a été ajouté à l'intensité de pluie projetée pour considérer les changements climatiques, comme recommandé par le MELCC.

Les calculs de rétention ont été réalisés de façon globale pour l'ensemble du projet et permettent de démontrer un ordre de grandeur des résultats et avantages attendus. En phase de conception, les calculs devront être raffinés et être effectués pour chaque PGO, indépendamment.

3. Résultats de calculs

L'analyse des calculs se réalise à deux niveaux :

- Le contrôle des débits de pointe pour une récurrence exceptionnelle, permettant de déterminer les volumes de rétention nécessaires sur le site;
- Le contrôle des volumes annuels rejetés dans le réseau de la ville, afin de démontrer les bienfaits concrets sur la majorité des pluies, autant pour des rejets vers un réseau combiné que pluvial.

Débit de pointe 50 ans – Situation actuelle

La surface des travaux visée par le présent projet est de 1,6685 hectares. Le site est principalement occupé par l'école, la cour d'école, un stationnement et des aires engazonnées permettant la pratique de sports tels que le soccer. Le coefficient de ruissellement moyen pondéré (C_{rv}) a été évalué à 0,56.

Aux fins de calcul, la courbe IDF utilisée est de l'aéroport de Saint-Hubert pour une récurrence de 50 ans. La plage de données de la courbe disponible dans le logiciel utilisé (AquaIDF) s'étend de 1965 à 1995.

Ainsi, pour la **situation actuelle**, le débit généré par la zone du projet est de **253 l/s**, soit **152 l/s/ha** pour la récurrence de 50 ans.

Débit de pointe 50 ans – Situation après travaux

Suite aux travaux, le coefficient de ruissellement moyen pondéré (C_{rv}) est estimé à une valeur de 0,55. Le coefficient est semblable à la situation existante, car les surfaces demeurent majoritairement perméables et engazonnées. Les calculs ont été réalisés avec la même pluie, en considérant toutefois ici un facteur de majoration pour les changements climatiques.

Ainsi, pour la **situation après travaux**, le débit de pointe généré par le projet est de **58,4 l/s**, soit **35 l/s/ha** pour une récurrence 50 ans.

L'amélioration entre la situation existante et la situation après travaux est marquée. On parle en effet d'une **réduction de 77 % du débit de pointe**.

L'effet sera différent pour d'autres récurrences, mais demeure dans les mêmes ordres de grandeur. Pour les pluies plus fréquentes, c'est-à-dire les pluies plus petites, la réduction risque d'être encore plus marquée. Pour les pluies moins fréquentes, soit les pluies plus grosses, la réduction risque d'être un peu moindre, tout en demeurant marquée. Cependant, des simulations par ordinateur sont requises pour pouvoir quantifier plus précisément l'effet des aménagements proposés pour d'autres récurrences que celle analysée dans la présente note de calculs préliminaires.

L'atteinte de ce débit de sortie nécessite une rétention de **362 m³**, devant être répartie dans différents ouvrages. Il est possible qu'une partie de la rétention soit effectuée dans les bassins de biorétention déjà prévus. Cependant, ces volumes ne pouvant pas entièrement y entrer, il est nécessaire de prévoir d'autres mécanismes de rétention, tels que des bassins de rétention souterrains par exemple.

Volume

La réduction du volume occasionnée par l'implantation du projet se situe principalement en raison d'un écoulement des surfaces vers des bassins de biorétention. De plus, l'ajout de végétaux et d'arbres à déploiements variés permet l'augmentation de l'évapotranspiration, facteur d'importance sur un processus annuel de gestion durable des eaux pluviales. La réduction totale du volume est donc l'effet combiné du verdissement du site et de l'implantation des PGO.

Le changement de surfaces du site permet une réduction supplémentaire de volume d'environ 1 %, tandis que les bassins de biorétention proposés permettent une réduction supplémentaire de l'ordre de 24 %. La **réduction supplémentaire totale de volume** pour l'ensemble du site est donc de **25 %**. Dans le cas où une infiltration complète serait possible dans les bassins de biorétention, une réduction supplémentaire de **46 %** pourrait facilement être observée. Ces pourcentages de réduction sont pour une base annuelle et sont comparés à la situation actuelle.

Il est à noter que pour le volet PGO, uniquement la biorétention a pour effet de réduire le volume, et ce, d'une valeur de 45 % en infiltration partielle et de 85 à 100 % en infiltration complète. Les bassins de rétention conventionnels, de surface ou souterrains ne permettent pas la réduction du volume d'eau pluviale.

5. Conclusion

L'implantation du projet permettra la réduction de 77 % du débit de pointe sortant du site actuellement pour une récurrence de 50 ans. Une portion supplémentaire de 25 % du volume généré par la surface du projet sera aussi retranchée, principalement en raison des surfaces pouvant être drainées vers des bassins de biorétention. La combinaison de PGO est la clef pour répondre à une gestion durable des eaux pluviales et adapter les installations fonctionnelles pour les rendre bénéfiques à l'usage du site.

Le projet tel que présenté actuellement apporte une nette amélioration au niveau environnemental. La Ville, la population ainsi que l'environnement retireront des bénéfices de l'implantation de l'aménagement proposé par Nature-Action Québec.

Nous espérons le tout à votre entière satisfaction et vous prions d'agréer, Madame, nos plus cordiales salutations.

David Courchesne, ing.
N° OIQ : 145865