



CRÉATION DE LA BASE DE DONNÉES HYDROGRAPHIQUES RÉGIONALE

- BDHR -

Secteur Ouest de la Montérégie

Rapport de synthèse des travaux – Décembre 2012



Agence géomatique montréalaise (GéoMont)



TABLE DES MATIÈRES

Table des figures et tableaux	iii
Liste des abréviations	4
Les partenaires du projet	7
Contexte général du projet	7
Objectifs du projet.....	8
Territoire ciblé.....	8
Méthodologie déployée.....	9
Prétraitement des données	9
Production de la donnée	10
Numérisation de l'hydrographie surfacique.....	10
Numérisation de l'hydrographie linéaire	11
Bassins versants.....	12
Territoire à l'intérieur de la CMM	13
Génération des attributs	14
Hydrographie linéaire	14
Jonctions	15
Les niveaux de confiance	16
La phase de validation	16
Topologie et sens d'écoulement	16
La campagne de visites sur le terrain	17
Niveau de confiance de la cartographie	17
Hydrographie surfacique.....	17
Hydrographie linéaire	17
Bassins versants.....	18

Les résultats.....	18
Limites de la cartographie et mises en garde.....	20
Produit livrable	21
Conclusion	22
Bibliographie et références	23
Annexe 1 : Données de références.....	24

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : Territoire couvert par le projet, les MRC de Vaudreuil-Soulanges, Beauharnois-Salaberry, Haut-Saint-Laurent et Roussillon	9
Figure 2 : Environnement de travail pour la numérisation de l'hydrographie surfacique.....	11
Figure 3 : Environnement de travail pour la numérisation de l'hydrographie linéaire	12
Figure 4 : Cas de figure des connexions entre le réseau numérisé et le réseau existant de la CMM	13
Figure 5 : Comparaison du réseau de la BDHR avec les réseaux existants	19
Figure 6 : Cartographie du réseau hydrographique régional	20
Tableau 1 : Description des attributs associés aux segments de l'hydrographie linéaire	14
Tableau 2 : Description des attributs associés aux jonctions du réseau.....	15
Tableau 3 : Statistiques concernant la couche d'hydrographie linéaire par MRC.....	18
Tableau 4 : Statistiques concernant la couche d'hydrographie surfacique par MRC.....	18
Tableau 5 : Comparaison du réseau de la BDHR avec les réseaux existants.....	19
Tableau 6 : Liste des données consultées pour la production de la BDHR	24

LISTE DES ABREVIATIONS

BDHR	Base de données hydrographiques régionale
BDTQ	Base de données topographiques du Québec
BNDT	Base nationale de données topographiques
CRÉ	Conférence régionale des élus
CRHQ	Cadre de référence hydrologique du Québec
LiDAR	« light detection and ranging »
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MDDEFP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs
MNT	Modèle numérique de terrain
MRN	Ministère des Ressources naturelles
MTQ	Ministère des Transports du Québec

Le projet de création de la base de données hydrologiques régionale est soutenu financièrement par la Conférence régionale des élus Vallée-du-Haut-Saint-Laurent dans le cadre de la mise en œuvre du Plan régional de développement intégré des ressources et du territoire (PRDIRT). <http://www.crevhsl.org>.

Équipe de réalisation :

Coordination du projet : Julien Belvisi (GéoMont)

Conception méthodologique : Josée-Anne Langlois (GéoMont), Vincent Fréchette (GéoMont), Julien Belvisi

Rédaction du rapport : Josée-Anne Langlois

Travaux de photo-interprétation et de cartographie : Josée-Anne Langlois, Vincent Fréchette, Francis Lord (GéoMont), Patrick Desautels (GéoMont)

Cartographie en ligne : Marie-Lyne Bouthot (GéoMont)

Limite de responsabilité

Les données à référence spatiale contenues dans la base de données hydrologiques régionale (BDHR) n'ont pas de portée légale. **Le réseau hydrographique auquel le présent rapport fait référence n'a pas comme vocation la cartographie des cours d'eau tels que définis par la Loi sur les compétences municipales.**

Il appartient aux destinataires de la BDHR d'utiliser les données à référence spatiale associées de manière appropriée, en connaissance des limites intrinsèques aux données sources et des mises en garde énoncées dans le présent rapport.

De manière générale, GéoMont décline toute responsabilité quant à un éventuel dommage ou perte financière découlant d'un usage inapproprié des données susmentionnées.

LES PARTENAIRES DU PROJET

En tout premier lieu, nous souhaiterions mettre en avant les différents partenaires régionaux et provinciaux sans que ce projet d'envergure n'aurait pu voir le jour.

Tout d'abord, GéoMont désire souligner l'appui financier majeur de la **Conférence régionale des élus Vallée-du-Haut-Saint-Laurent (CRÉ)**. Dans le même ordre d'idée, l'Agence veut souligner la contribution financière de plusieurs organismes que voici :

- La Conférence régionale des élus (CRÉ) de la Vallée-du-Haut-Saint-Laurent;
- Le ministère des Transports (MTQ, direction Ouest de la Montérégie);
- Le ministère des Ressources naturelles (MRN, direction de l'expertise Énergie-Forêts-Mines-Territoire de l'Estrie-Montréal-Montérégie et de Laval-Lanaudière-Laurentides) ;
- Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ, direction Ouest de la Montérégie) ;
- Le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP, direction régionale de l'analyse et de l'expertise de l'Estrie et de la Montérégie);
- La MRC du Haut-Saint-Laurent ;
- La MRC de Vaudreuil-Soulanges ;
- La MRC de Beauharnois-Salaberry ;
- La MRC de Roussillon.

Ensuite, l'Agence souhaite relever la contribution de Matteo Giusti, stagiaire au MTQ, direction Ouest de la Montérégie pour la réalisation d'une phase importante de validation sur le terrain. Les conseils et le support technique dispensés par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP, direction du patrimoine écologique et des parcs) ont également été appréciés.

CONTEXTE GÉNÉRAL DU PROJET

Une gestion de l'eau adéquate passe d'abord par une bonne connaissance du réseau hydrographique. Or, jusque récemment et hormis certains secteurs géographiques localisés, il existait un fossé très important entre l'information disponible, et les besoins et impératifs des gestionnaires du territoire. Fossé en termes de fiabilité, de mise à jour, de précision, d'exhaustivité. Sur la base de ce constat et guidée par les représentants du milieu qui l'administrent, l'Agence géomatique montréalaise (GéoMont) a pris l'initiative de réaliser ce travail visant à produire une cartographie du réseau hydrographique d'une partie de l'Ouest de la Montérégie, soit les MRC de Vaudreuil-Soulanges, Roussillon, Beauharnois-Salaberry et du Haut-Saint-Laurent.

Ce travail est rendu possible grâce à la disponibilité des données LiDAR acquises récemment sur le territoire visé par ce projet. En définitive, cette base de données à référence spatiale aboutira à bonifier le portrait des écosystèmes aquatiques de la région et favorisera la gestion globale des cours d'eau. Elle

permettra également aux utilisateurs et partenaires d'ajouter à leur gré à cette base de données toute l'information pertinente en lien avec leurs mandats respectifs.

Cette cartographie et l'information qu'elle représente a pour vocation de servir de référentiel commun qui permette d'améliorer le dialogue sur cette thématique entre les différents intervenants du territoire tout en proposant une source utile d'information et d'aide à la décision pour chacun d'entre eux. Ainsi, les organisations destinataires de ce projet sont non seulement les partenaires du projet, mais également l'ensemble des organisations (municipalités, organismes de bassins versants, clubs conseils en agroenvironnement, organismes environnementaux, etc.) impliquées dans la gestion (aménagement, mise en valeur, protection) des cours d'eau.

OBJECTIFS DU PROJET

Les objectifs poursuivis par ce projet sont les suivants :

1. Créer une base de données du réseau hydrographique uniforme sur le territoire à l'étude;
2. Représenter spatialement le réseau hydrographique complet (excluant les portions canalisées);
3. Intégrer des informations sémantiques sur le réseau hydrographique provenant de diverses sources (CRHQ, BDTQ, cartes index des cours d'eau du MAPAQ, BNDT);
4. Uniformiser l'information sur le réseau hydrographique régional entre les différents organismes impliqués dans la gestion des cours d'eau;
5. Développer une connaissance plus fine des bassins versants et de leur superficie;
6. Favoriser la gestion globale des cours d'eau.

TERRITOIRE CIBLÉ

Le territoire visé par le projet couvre en totalité les MRC de Vaudreuil-Soulanges, du Haut-Saint-Laurent, de Beauharnois-Salaberry et de Roussillon pour une superficie totale de 3 360 km². La partie bleue sur la carte ci-dessous correspond au territoire concerné par la création d'une base de données du réseau hydrographique fondée sur l'utilisation des données LiDAR, soit une superficie de 2 382 km². La partie mauve correspond au territoire concerné par la création de la base de données du réseau hydrographique fondée sur l'utilisation du réseau hydrographique déjà existant de la CMM, soit une superficie de 978 km².

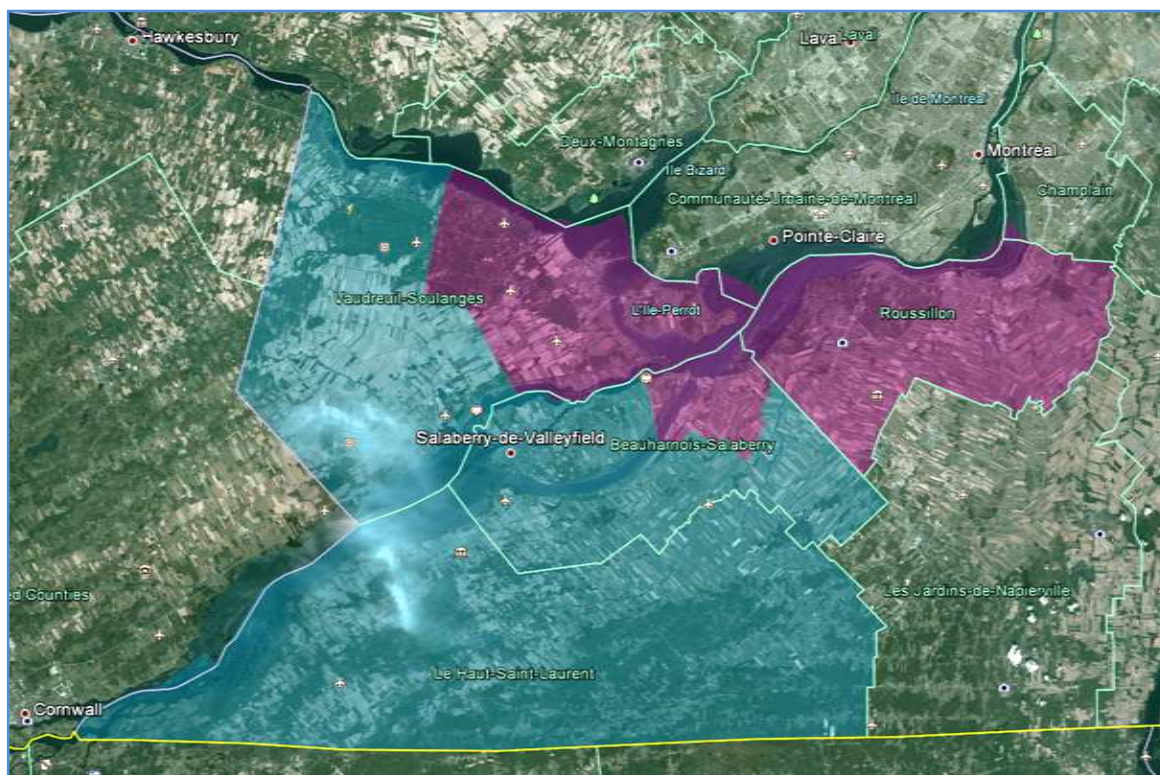


Figure 1 : Territoire couvert par le projet, les MRC de Vaudreuil-Soulanges, Beauharnois-Salaberry, Haut-Saint-Laurent et Roussillon

MÉTHODOLOGIE DÉPLOYÉE

La méthodologie de réalisation de ce projet est fondée sur l'utilisation de la géomatique et des informations géographiques disponibles sur le territoire visé. Il s'agissait en particulier d'utiliser les données LiDAR récemment acquises sur la région pour réaliser un modèle brut d'écoulement des eaux de surface. Ce modèle brut a servi de référence pour la numérisation du réseau hydrographique. Des attributs sémantiques ont ensuite été assignés aux différents éléments du réseau hydrographique, comme la longueur des segments, les toponymes, la superficie de drainage, etc.

PRÉTRAITEMENT DES DONNÉES

Des données LiDAR acquises à l'automne 2008 (relevé 2008 - secteur Châteauguay) et au printemps 2011 (relevé 2011 - secteur Vallée-du-Haut-Saint-Laurent) sont à la base de ce projet. Ces données sont d'abord recueillies sous forme de points puis transférées dans une matrice après avoir subi une série de corrections pour obtenir l'élévation du sol, excluant les bâtiments et le couvert végétal. Un modèle numérique de terrain (MNT) avec des cellules de 1m par 1m a été produit. Ce modèle a fait l'objet de corrections par une firme externe (Géolocation) afin de supprimer les obstacles à l'écoulement, tels les ponts et ponceaux. Plus de 40 000 obstacles ont été supprimés sur l'ensemble du territoire lors de cette étape.

Malgré cette étape de correction, de nombreux obstacles à l'écoulement étaient toujours présents. Pour cette raison, les données existantes de cours d'eau provenant de la BDTQ, de la BNDT et du CRHQ ont été utilisées pour modifier l'élévation du MNT à certains endroits. Cette méthode consiste à diminuer l'élévation d'une valeur constante dans les zones tampons du réseau hydrographique présent dans ces différentes sources de données ou encore à augmenter d'une valeur constante l'élévation en dehors des zones tampons (Murphy et al. 2008, Strager et al. 1998). Cette deuxième option a été retenue dans le cadre de ce projet et une constante de 10m a été utilisée pour augmenter l'élévation en dehors des zones tampons de 2 m du réseau hydrographique susmentionné.

Le MNT corrigé a été utilisé pour modéliser l'écoulement de l'eau dans le logiciel TNTmips (MicroImages 2012). Le module d'analyse de bassin versant («Modeling Watershed Geomorphology») remplit d'abord les dépressions du modèle d'élévation selon certains paramètres. Les matrices de direction de l'écoulement et d'accumulation générées à partir du MNT sont utilisées pour la production du réseau hydrographique et des limites de bassins versants. Ce réseau hydrographique brut a été utilisé comme référence pour la numérisation manuelle du réseau par GéoMont. En effet, malgré la correction de nombreux obstacles à l'écoulement et l'ajustement des paramètres du modèle, le réseau hydrographique modélisé automatiquement ne satisfaisait pas aux critères de qualité établis en début de projet. **La numérisation manuelle à partir de différentes données de références (orthophotos, MNT, modélisation de l'écoulement, données hydrographiques existantes) a donc été la solution retenue pour la production de la base de données hydrographiques régionale (BDHR).**

PRODUCTION DE LA DONNÉE

NUMÉRISATION DE L'HYDROGRAPHIE SURFACIQUE

Dans tous les projets cartographiques, il est important de déterminer la taille de l'unité spatiale minimale cartographiée. En ce qui concerne l'hydrographie surfacique, ce seuil a été fixé à 0,5 hectare (5000 m² soit 53 800 pieds carré ou 1,3 acres). Cela équivaut à dire que les plans d'eau d'une taille égale ou supérieure à un demi-hectare ont été systématiquement numérisés lorsque identifiés par photo-interprétation. Par contre cela ne signifie pas que la cartographie produite ne contient aucun plan d'eau d'une superficie inférieure à ce seuil de 0,5 ha mais plutôt que lors du processus de balayage du territoire, l'identification d'un plan d'eau d'une taille inférieure à ce seuil n'induisait pas obligatoirement la numérisation de ce dernier. C'est l'opérateur qui, au cas par cas, aura fait le choix de prendre ou non en considération ces plans d'eau selon les critères visuels retenus.

En ce qui a trait à la numérisation surfacique des chenaux d'écoulement et des rivières, un seuil de 5 m de largeur a été adopté. Ainsi, tous chenaux d'écoulement de plus de 5 mètres de largeur ont été systématiquement numérisés.

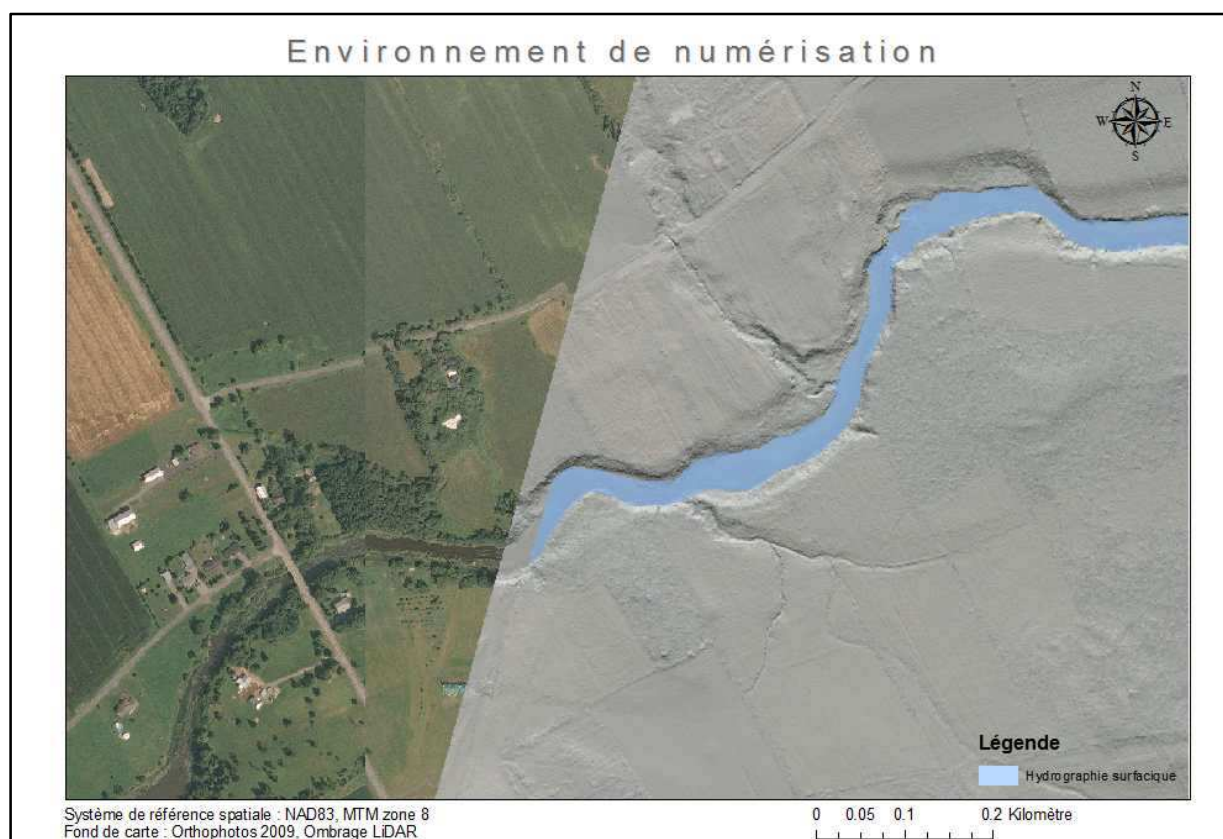


Figure 2 : Environnement de travail pour la numérisation de l'hydrographie surfacique

Un balayage du territoire concerné à une échelle de 1 : 5 000 a ainsi été effectué afin de numériser les plans d'eau de plus de 0,5 hectare ainsi que les chenaux d'écoulement de plus de 5 m de largeur. Plusieurs données de références ont été utilisées pour guider la numérisation, telles les orthophotos de 2009 de la Montérégie et les données de la BDTQ, du CRHQ et de la BNDT. La liste exhaustive des données utilisées pour la production de la BDHR se trouve à l'annexe 1. Tous les polygones d'hydrographie surfacique ont été numérisés par GéoMont dans le cadre de ce projet, à l'exception des polygones d'eau peu profonde provenant de la cartographie de base des milieux humides de la Montérégie (GéoMont, 2008). Toutefois, l'ensemble de ces polygones d'eau peu profonde, qui ont été ajoutés à la couche d'hydrographie surfacique de la BDHR, ont fait l'objet d'une vérification visuelle et ont été mis à jour lorsque nécessaire.

NUMÉRISATION DE L'HYDROGRAPHIE LINÉAIRE

Un deuxième balayage systématique du territoire a été fait à l'échelle du 1 : 5 000 afin de numériser l'hydrographie linéaire. Plusieurs données de références ont été utilisées pour la numérisation de cette donnée. La liste exhaustive se trouve aussi à l'annexe 1. Ainsi, le modèle numérique de terrain provenant du LiDAR, et son ombrage, ont été les principales sources d'informations pour identifier les chenaux d'écoulement et leur sens d'écoulement. Le résultat de la modélisation automatique de

l'écoulement a également été utilisé à cette fin, de même que les données hydrographiques existantes (CRHQ, BDTQ et BNDT).

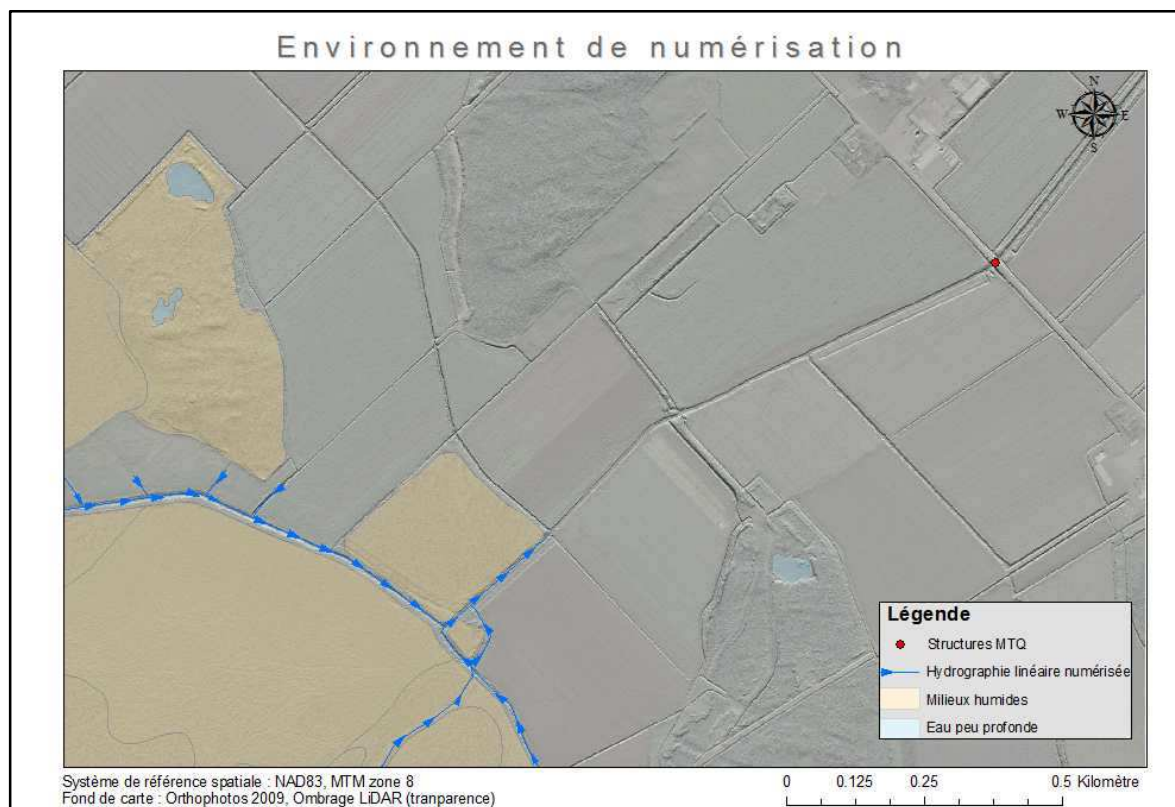


Figure 3 : Environnement de travail pour la numérisation de l'hydrographie linéaire

Une série de règles de numérisation ont préalablement été établies afin d'assurer la cohérence entre les données produites par les différents opérateurs. Tout d'abord, les chenaux d'écoulement qui étaient visibles sur l'ombrage du MNT et connectés au réseau global ou se terminant dans un plan d'eau ou un milieu humide ont été systématiquement tracés. Ensuite, la numérisation des segments d'hydrographie linéaire était effectuée dans le sens de l'écoulement de l'eau. Enfin, des segments ont été tracés à l'intérieur de l'hydrographie surfacique lorsqu'ils étaient connectés au réseau. Ces segments constituent le réseau filamentaire et possèdent un attribut qui permet de les distinguer des segments en dehors de l'hydrographie surfacique.

BASSINS VERSANTS

Une deuxième modélisation de l'écoulement a été effectuée avec le logiciel TNTmips 2012. Les réseaux hydrographiques produits par GéoMont dans le cadre du présent projet ainsi que le réseau hydrographique de la CMM ont été utilisés afin de corriger le MNT. Ainsi, une constante de 10m a été utilisée pour augmenter l'élévation en dehors des zones tampons de 2 m du réseau hydrographique cartographié. Cette modélisation a permis, d'une part, de générer des limites de bassins versants et de sous-bassins versants plus cohérentes avec le réseau numérisé par GéoMont et celui de la CMM et

d'autre part, de calculer la matrice d'accumulation d'écoulement afin de connaître la superficie drainée par chacun des segments du réseau. À cette étape, deux modélisations différentes ont été réalisées pour générer des sous-bassins versants à deux échelles différentes, soit les bassins versants de 1 hectare et plus et ceux de 100 hectares et plus. La couche de bassins versants est ainsi divisée en sous-bassins de l'ordre de 1 hectare pour la couche *bassins_1ha.shp* et de l'ordre de 100 hectares pour la couche *bassins_100ha.shp*.

TERRITOIRE À L'INTÉRIEUR DE LA CMM

Comme mentionné précédemment, une section du territoire à l'étude fait partie de la CMM. En 2010, le réseau hydrographique de ce territoire a été produit à partir d'un processus de photo-interprétation en mode stéréoscopique. Aucune numérisation supplémentaire n'a donc été effectuée dans ce secteur et les données de la CMM du territoire à l'étude ont été reprises telles que produites initialement. Les éléments numérisés de l'hydrographie linéaire et surfacique produits par GéoMont ont été connectés à ceux de la CMM lorsque pertinent, tel que démontré par la Figure 4.

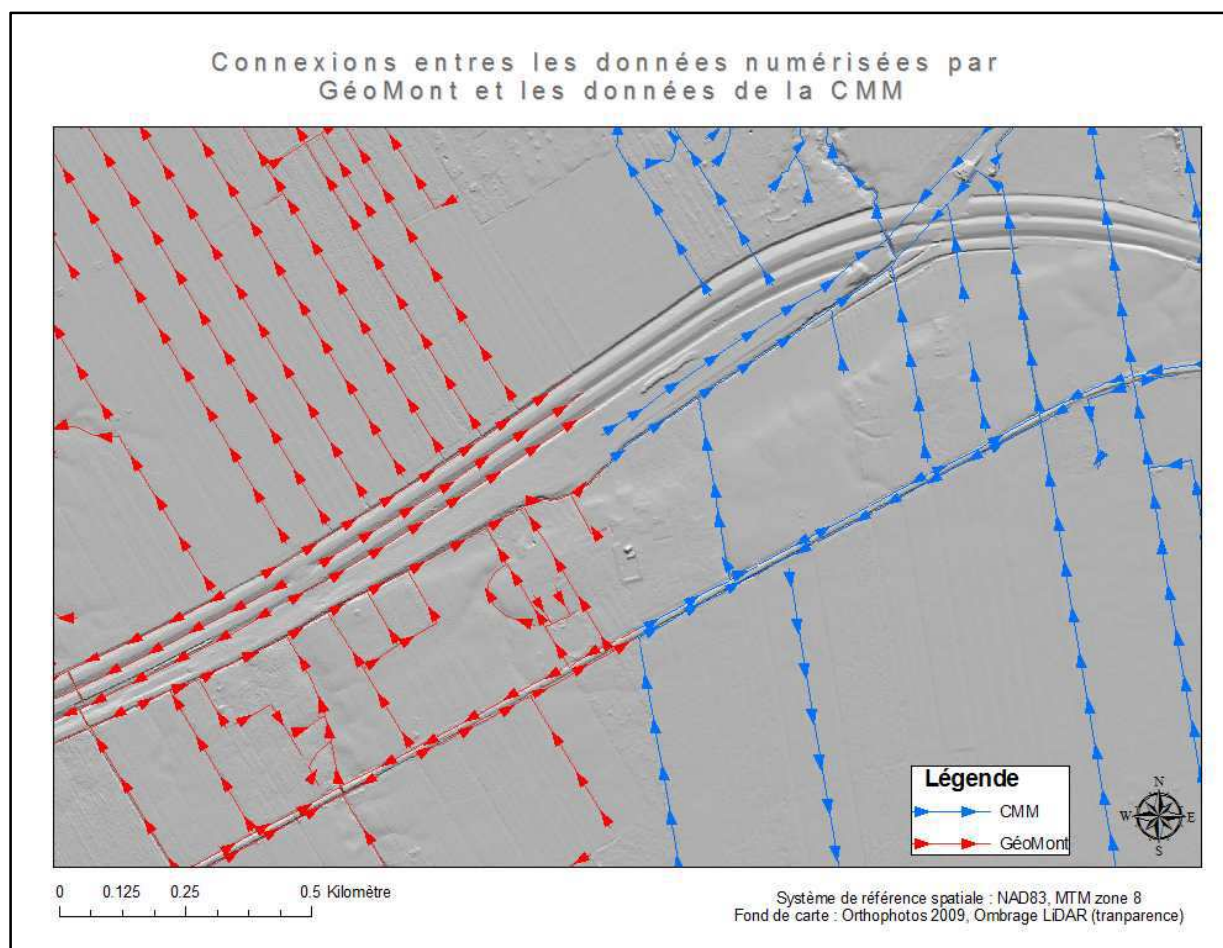


Figure 4 : Cas de figure des connexions entre le réseau numérisé et le réseau existant de la CMM

GÉNÉRATION DES ATTRIBUTS

La deuxième phase de production de la BDHR consistait à renseigner la donnée avec certains attributs descriptifs. Ainsi, des attributs ont été ajoutés aux segments d'hydrographie linéaire numérisés dans le cadre de ce projet et ceux provenant du réseau hydrographique de la CMM. Certains attributs ont également été assignés aux jonctions du réseau (nœuds) qui représentent les connexions entre les segments d'hydrographie linéaire.

HYDROGRAPHIE LINÉAIRE

La couche d'hydrographie linéaire est celle qui contient la majeure partie des attributs. Le Tableau 1 présente la liste de ces attributs.

Tableau 1 : Description des attributs associés aux segments de l'hydrographie linéaire

Nom	Description
IDSEGMENT	Identifiant unique du segment
IDJONCDEP	Identifiant unique de la jonction au point de départ du segment
IDJONCFIN	Identifiant unique de la jonction à la fin du segment
SURFACIQUE	Indique si un segment fait partie du réseau filamenteux, c'est-à-dire, s'il se trouve à l'intérieur de l'hydrographie surfacique (attribut = oui).
ZDEP_M	Élévation de la jonction au point de départ du segment (m)
ZFIN_M	Élévation de la jonction à la fin du segment (m)
DENIVELE	Dénivelé entre l'élévation en début et en fin de segment (m)
LONGXY_M	Longueur projetée dans le plan XY (m)
LONGXYZ_M	Longueur réelle dans le plan XYZ (m)
PENTE	Pente du segment (%) calculée à partir des champs DENIVELE et LONGXYZ_M
SINUOSITE	Sinuosité des segments. Il s'agit de la longueur de la ligne (LONGXY_M) divisée par la distance entre les points des extrémités de la ligne dans le plan XY.
ANGLE	Direction d'écoulement du segment en degré. Un angle de "0" indique que le segment s'écoule vers le Nord et l'angle augmente dans le sens horaire. Il s'agit de l'angle entre le point de départ et le point d'arrivée d'un segment.
DIRECOUL	Direction d'écoulement du segment (N,S,E,O)
TOPOCRHQ	Toponyme selon la CRHQ
TOPOBDTQ	Toponyme selon la BDTQ
TOPOBNDT	Toponyme selon la BNDT
TOPOMAPAQ	Toponyme selon le MAPAQ
TOPOBRMAPA	Nom de branche selon le MAPAQ
ORIGINE	Provenance de la donnée (CMM ou GéoMont)

DATECREA	Date de création du segment
DATEMAJ	Date de mise à jour du segment
TYPECMM	Type de segment pour les données appartenant au réseau de la CMM. Consulter les métadonnées du réseau de la CMM pour plus de détails.
ID_CMM	Identifiant unique du segment lorsqu'il provient de la CMM.
A_VALIDER	Indique les segments avec un faible niveau de confiance qui devrait faire l'objet d'une validation (A_VALIDER = VRAI)

Dans certains cas, il n'était pas possible d'obtenir une information valide pour certains attributs. Par exemple, les pentes négatives ont été converties en pente nulle. En effet, la plupart des pentes négatives des segments numérisés par GéoMont ont d'abord fait l'objet d'une validation afin de corriger les sens d'écoulement lorsque nécessaire. Après cette validation, il a été jugé que les pentes négatives étaient dues à l'incertitude de la donnée. Différentes sources d'incertitudes concernant l'élévation ont été identifiées :

- Erreur inhérente à la précision de la donnée LiDAR (incertitude de +/- 15 cm);
- Erreur inhérente à la phase d'interpolation et de ré-échantillonnage des données LiDAR pour la production du MNT;
- Erreur inhérente au calage entre le MNT provenant du LiDAR et le MNT de la CMM.

De même, les données de la CMM contiennent des segments dits non connectés (hydro_nc). Le sens d'écoulement de ces derniers n'a pu être identifié. Les attributs affectés par le sens d'écoulement n'ont donc pas été générés, soient l'angle et la direction de l'écoulement, le dénivelé et la pente. Une valeur de -9999 a été attribuée pour ces paramètres.

Les métadonnées qui se trouvent dans un fichier Excel transmis avec la BDHR, contiennent plus de détails sur les attributs et leur champ de valeurs.

JONCTIONS

Une couche de points a été générée à partir de l'hydrographie linéaire. Cette couche représente les jonctions du réseau, soit les intersections entre plusieurs chenaux d'écoulement et les intersections entre les segments d'hydrographie linéaire (à l'extérieur de l'hydrographie surfacique) et l'hydrographie filamenteuse (à l'intérieur de l'hydrographie surfacique). Les jonctions contiennent les attributs présentés au Tableau 2.

Tableau 2 : Description des attributs associés aux jonctions du réseau

Nom	Description
IDJONCTION	Identifiant unique
SUPDRAINEE	Superficie drainée à la jonction (hectare)
Z_LIDAR_M	Élévation à la jonction selon le MNT dérivé des données LiDAR (m)

Z_CMM_M	Élévation à la jonction selon les données d'élévation de la CMM (m)
NB_SEG_FIN	Nombre de segments qui se terminent à cette jonction
NB_SEG_DEP	Nombre de segments qui partent de cette jonction

Deux attributs présentent des valeurs d'élévation, une provenant de la donnée LiDAR et l'autre des données de la CMM. Ainsi, les jonctions se trouvant à la limite du territoire de la CMM ont une valeur d'élévation provenant du MNT LiDAR et l'autre provenant du MNT de la CMM. L'écart entre ces valeurs peut être dû dans certains cas à un changement de configuration du territoire dans le temps. Par contre, dans la grande majorité des cas, l'écart provient de la précision des données, qui diffèrent selon la méthode utilisée pour générer les données sources et le MNT.

LES NIVEAUX DE CONFIANCE

Un principe de base à garder à l'esprit, est que le processus de numérisation à partir de données d'élévation et d'orthophotos ne permet pas de garantir, systématiquement et hors de tout doute, la présence et le sens d'écoulement des chenaux d'écoulement. Seule une visite sur le terrain offre cette garantie. Ainsi, certains segments qui, selon l'opérateur, présentaient un niveau de confiance faible lors de la numérisation ont un attribut spécifique qui permet de les distinguer (*A_VALIDER* = "VRAI"). Ces segments ont généralement été numérisés afin d'assurer la connectivité de certaines sections au réseau global, sans pouvoir vérifier avec les données en place, que l'eau pouvait effectivement s'écouler par ces endroits. Ainsi, pour ces segments plus particulièrement, l'utilisateur aura avantage à organiser une visite sur le terrain.

LA PHASE DE VALIDATION

TOPOLOGIE ET SENS D'ÉCOULEMENT

Lors de la numérisation, des outils d'accrochage («snapping») ont été utilisés afin de limiter les erreurs de topologie. Malgré cela, certaines erreurs de connexion entre les segments de l'hydrographie linéaire persistaient. Ainsi, différentes méthodes ont été développées pour repérer rapidement les mauvaises connexions entre les segments afin de les corriger. Il est à noter que ce type de correction a été fait uniquement pour les données numérisées par GéoMont, et non pour les données provenant de la CMM.

Le sens d'écoulement des segments numérisés par GéoMont a également fait l'objet d'une validation supplémentaire. Ainsi, les segments avec une pente négative prononcée ont été corrigés. Les segments avec une pente négative plus près de "0" n'ont pas été modifiés, mais la valeur de la pente a été ramenée à "0" dans la table d'attributs.

LA CAMPAGNE DE VISITES SUR LE TERRAIN

Une campagne de validation sur le terrain a eu lieu pendant le mois d'octobre 2012. Il a été possible de visiter 177 sites durant les sept jours de terrain dans les différentes MRC visées par le projet. Les sites choisis avaient été préalablement désignés par l'opérateur lors de la numérisation comme étant affectés d'une incertitude élevée. Il s'agissait en général de présumés ponceaux qui n'avaient pas été corrigés par la firme Géolocation et qui n'étaient pas signalés par les données du MTQ. Sur les 177 sites visités, 159 étaient valides, ce qui correspond à près de 90% d'exactitude. Les segments erronés ont été corrigés dans la base de données. Les segments avec un faible niveau de confiance et qui n'ont pas fait l'objet d'une validation sur le terrain ont un attribut (A_VALIDER) qui permet de les distinguer dans la couche d'hydrographie linéaire.

NIVEAU DE CONFIANCE DE LA CARTOGRAPHIE

HYDROGRAPHIE SURFACIQUE

Aucune validation terrain n'a été effectuée pour l'hydrographie surfacique. Il est donc difficile d'évaluer le niveau de confiance de cette donnée. Un balayage systématique du territoire hors CMM à l'échelle 1 : 5 000 des orthophotographies a été effectué, ce qui permet d'affirmer que le nombre de plans d'eau non identifiés est probablement faible. Différentes données ont été utilisées comme référence pour l'identification des plans d'eau, soient la CRHQ, la BDTQ et la BNDT.

L'ombrage généré à partir du MNT a permis d'obtenir une délimitation précise des polygones d'hydrographie surfacique. En effet, la donnée issue du LiDAR a une résolution spatiale de 1m et permet d'identifier visuellement les berges des plans d'eau. Ainsi, bien qu'aucune validation sur le terrain n'ait été effectuée pour cette donnée, le niveau de confiance est jugé relativement élevé.

HYDROGRAPHIE LINÉAIRE

En considérant chacun des sites visités lors de la phase de validation sur le terrain, le niveau de confiance de la cartographie en ce qui a trait à la présence effective d'un chenal d'écoulement est évalué à au moins 90%. En ce sens, considérant le fait que l'ensemble des sites visités avait un niveau de confiance faible, nous pouvons en déduire que l'ensemble de la cartographie de l'hydrographie linéaire pour la partie hors CMM possède un niveau de confiance supérieur, que l'on peut estimer entre 90 et 95 % (90 à 95 fois sur 100, la visite terrain confirmera la présence d'un chenal d'écoulement).

Le sens d'écoulement des segments d'hydrographie linéaire n'a pas fait l'objet d'une validation sur le terrain. Il a toutefois été établi au meilleur des connaissances de l'opérateur en se basant sur des données d'élévation de haute précision issues du LiDAR. Dans les cas où la pente calculée d'un segment était négative, une deuxième analyse des données de références a été effectuée afin de corriger le sens d'écoulement ou de modifier le parcours du segment selon le cas.

BASSINS VERSANTS

Il est important de mentionner que les limites de bassins versants n'ont pas été validées. La cohérence avec le réseau hydrographique numérisé dans le cadre du projet n'est donc pas garantie. Cette donnée doit être utilisée avec précaution. En effet, malgré la correction du MNT avec la couche d'hydrographie linéaire, il persiste de nombreuses incohérences entre cette couche et la réalité terrain.

LES RÉSULTATS

Au final, ce sont près de 251 km² d'hydrographie surfacique et 9 748 km d'hydrographie linéaire (incluant le filamentaire) qui ont été numérisés dans le cadre de ce projet. En ajoutant à cela les données de la CMM, on obtient un total 457 km² d'hydrographie surfacique et 15 728 km d'hydrographie linéaire contenu dans la BDHR.

Tableau 3 : Statistiques concernant la couche d'hydrographie linéaire par MRC

MRC	Longueur de l'hydrographie linéaire (km)		
	GéoMont	CMM	Total
Roussillon	s/o	3248	3248
Haut-Saint-Laurent	5069	s/o	5069
Vaudreuil-Soulanges	2565	2192	4757
Beauharnois-Salaberry	2114	540	2654
Total	9748	5980	15728

Tableau 4 : Statistiques concernant la couche d'hydrographie surfacique par MRC

MRC	Superficie d'hydrographie surfacique (km2)		
	GéoMont	CMM	Total
Roussillon	s/o	74	74
Haut-Saint-Laurent	132	s/o	132
Vaudreuil-Soulanges	65	106	171
Beauharnois-Salaberry	53	27	80
Total	250	207	457

Tableau 5 : Comparaison du réseau de la BDHR avec les réseaux existants

Longueur de l'hydrographie linéaire (km)	
BDHR	15728
CRHQ	5808*
BDTQ	4535
BNDT	4269

* Aucun cours d'eau numérisé par le CRHQ dans la municipalité de Salaberry de Valleyfield.

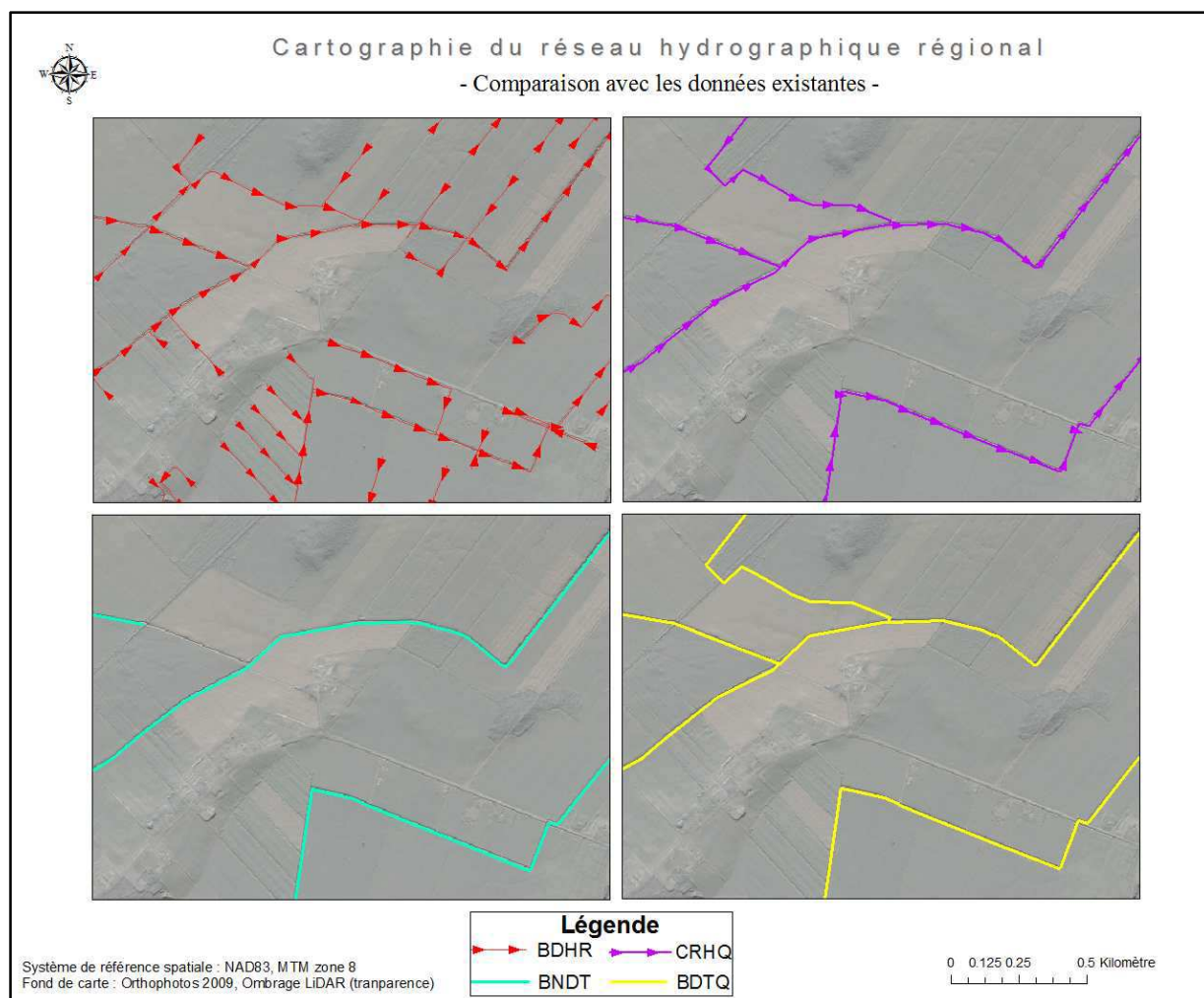


Figure 5 : Comparaison du réseau de la BDHR avec les réseaux existants

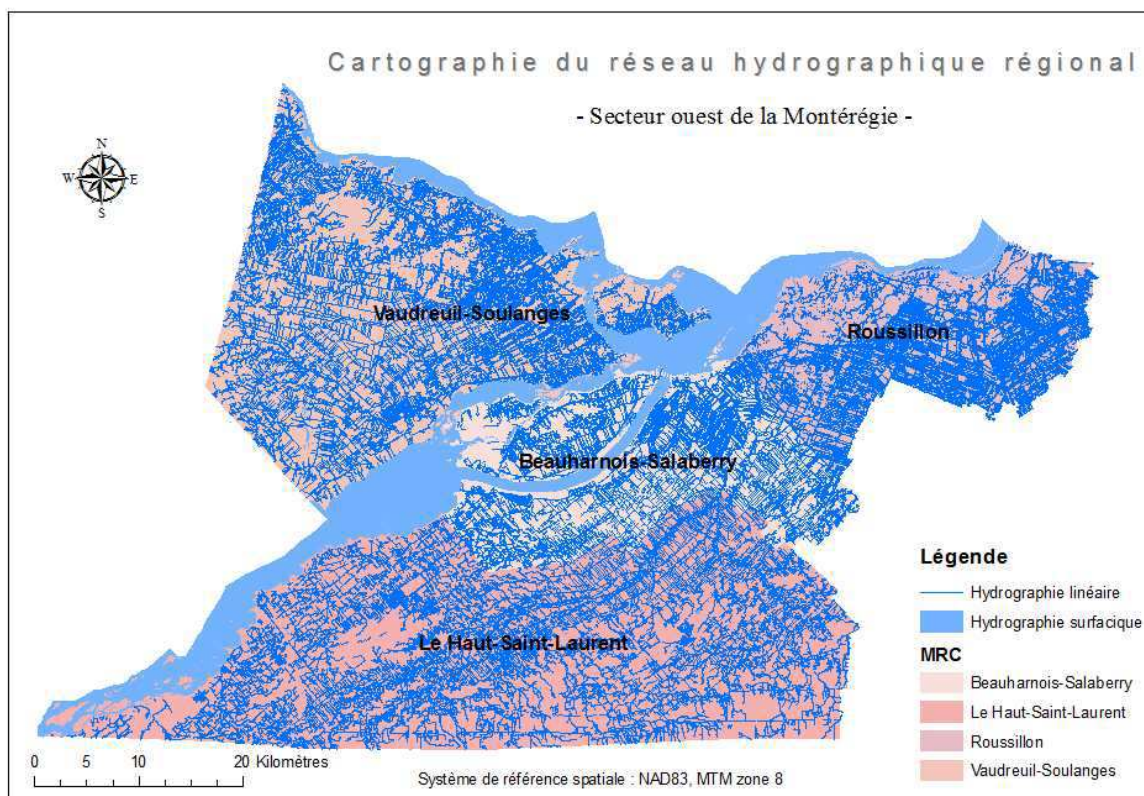


Figure 6 : Cartographie du réseau hydrographique régional

LIMITES DE LA CARTOGRAPHIE ET MISES EN GARDE

Qui dit photo-interprétation dit détection à distance. Et malgré la performance et la précision croissante des outils informatiques aussi bien que des données sources (photographies aériennes, MNT), il ne reste pas moins que ce type d'opération induit des erreurs et des limitations que l'on peut regrouper ainsi :

- un produit cartographique issu de la photo-interprétation ne garantit pas l'exhaustivité du recensement des plans d'eau et des chenaux d'écoulement. En d'autres termes, il est normal de considérer qu'un certain nombre de ces éléments présents sur le territoire régional n'a pas été répertorié dans la cartographie. Soit parce que ces derniers étaient de trop petite taille ou en raison de l'absence d'indice visible sur les photographies aériennes et l'ombrage *issu* des données LiDAR ;
- De même, certains plans d'eau et chenaux d'écoulement identifiés à partir des photographies aériennes de 2009 et du MNT de 2011 peuvent avoir subi des transformations depuis.

Quelques sources ayant pu induire des erreurs d'exhaustivité et de connectivité dans la cartographie sont énumérées ici :

- Une interprétation différente selon l'opérateur ;
- La présence de puits et de canalisation, principalement en zone urbaine ;

Base de données hydrographiques régionale : Rapport de synthèse des travaux - décembre 2012

- Les chantiers routiers et autres changements de l'occupation du territoire ;
- Un écart temporel entre les données LiDAR (2011) et les orthophotographies (2009)
- Le faible relief dans certaine partie du territoire qui rend difficile l'identification du sens d'écoulement
- L'acquisition relativement tardive du LiDAR, soit lorsqu'un couvert végétal est présent, qui rend plus difficile l'identification des chenaux d'écoulement dans les zones forestières ;
- Différences entre les données d'élévation issue du LiDAR et celles de la CMM, qui peut induire des problèmes pour le calcul des attributs des segments se trouvant à la limite du territoire de la CMM.

Quelques sources d'incertitudes ayant pu induire un biais dans la modélisation de l'écoulement qui a permis d'obtenir les limites de bassins versants et de calculer un attribut de superficie de drainage sont énumérées ici :

- La présence d'obstacles à l'écoulement qui n'ont pu être corrigés;
- L'acquisition relativement tardive du LiDAR, soit lorsqu'un couvert végétal est présent ;
- Le faible relief de certaine partie du territoire ;
- L'utilisation des limites administratives et non des limites hydrologiques de bassins versants qui peut induire une erreur sur la superficie de drainage et sur les limites des bassins versants limitrophes.

Enfin, il est à noter qu'aucune classification concernant le type des segments d'hydrographie linéaire et les plans d'eau n'a été effectuée. Les chenaux d'écoulement ne peuvent donc pas automatiquement être considérés comme des cours d'eau du point de vue niveau légal. Il revient donc à l'utilisateur de définir le statut et la classification des données selon les informations qu'il possède.

PRODUIT LIVRABLE

La BDHR est composée des produits suivants :

- **Hydro_I** : Couche d'information du réseau hydrographique linéaire au format vectoriel en dehors des secteurs canalisés;
- **Hydro_s** : Couche d'information du réseau hydrographique surfacique (lac, plans d'eau de plus de 0.5 hectare et chenaux d'écoulements de plus de 5m de largeur) au format vectoriel;
- **Hydro_j** : Jonctions hydrologiques (début-fin des segments de l'hydrographie linéaire);
- **Bassins_Versants** : Limite non validée des bassins versants ;
- **Sous_bassins_1ha** : Limite non validée des sous-bassins versants de l'ordre de 1 hectare;
- **Sous_bassins_100ha** : Limite non validée des sous-bassins versants de l'ordre de 100;
- **Rapport_BDHR.pdf** : Copie de ce rapport au format PDF;
- **Metadonnees_BDHR.xls** : Métadonnées des différentes couches de la base de données.

Il est à noter que la version de la BDHR contenant des données de la CMM sera remise uniquement aux partenaires qui possèdent une licence pour l'utilisation du réseau hydrographique produite par la CMM. Les autres partenaires auront accès aux données produites par GéoMont uniquement.

CONCLUSION

Tout d'abord, nous tenons à souligner que ce projet est le fruit d'une réussite collective et fait la démonstration de ce que peut donner la mise en commun des énergies et des moyens de partenaires multisectoriels autour d'un même objectif, celui de la production et de la mise à disposition d'une information utile à destination de l'ensemble de la collectivité régionale.

Les travaux de GéoMont, appuyés par ses partenaires, de par leur ampleur, leur précision et la technologie déployée, constituent une primeur à l'échelle du Québec. L'Ouest de la Montérégie se dote ainsi d'un outil d'information et d'aide à la décision fiable et à jour, répondant, nous l'espérons, de manière adéquate aux besoins de nombreux gestionnaires du territoire impliqués dans l'aménagement, la protection et la mise en valeur des cours d'eau.

Cependant, les limites et les mises en garde énoncées dans ce rapport doivent être prises en compte de manière à utiliser à bon escient et de manière éclairée cette information nouvellement disponible. Par ailleurs, ce travail doit être considéré comme un premier niveau d'information qui peut servir de point de départ pour la planification et la réalisation de travaux de caractérisation sur le terrain.

Ce travail ouvre sans nul doute de nouvelles perspectives en ce qui concerne des études ponctuelles plus détaillées sur les cours d'eau de l'Ouest de la Montérégie. De même, l'expérience développée grâce à ce projet, ainsi que le partenariat mis en place, les technologies déployées et la méthodologie mise en œuvre peuvent servir de modèle à des travaux semblables dans d'autres secteurs de la Montérégie ou du Québec. L'Agence est d'ores et déjà disposée à soutenir la reproduction de ce type de projet par un transfert de connaissances et d'expertise.

Nous souhaitons enfin que cette cartographie devienne un outil de référence commun pour tous les acteurs de la gestion du territoire, et ce aux différents paliers décisionnels. C'est cette appropriation par la collectivité régionale qui constituera le véritable succès de ce projet.

BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES

Belvisi, J. et J. Beaulieu. 2008. Cartographie de base des milieux humides de la Montérégie, Rapport de synthèse. GéoMont avec la collaboration de Canards Illimités Canada. Québec. Canada. 28 p.

Ducey, C., Wickwire, D., et J. Stevens. 2012. A Proposed Workflow for Delineating Stream Networks from LiDAR-Derived Digital Elevation Models to Update the National Hydrography Dataset (NHD) in the Pacific Northwest. AWRA 2012 Spring Specialty Conference. New Orleans. Louisiana. 7 p.

MicroImages, Inc. 2012. Information Resources for the TNT products. *in*. Microimages. Lincoln. USA. <http://www.microimages.com/documentation/index.htm> (consulté en décembre 2012).

Murphy, P. N. C., Ogilvie, J., Meng, F.-R. et P. Arp. 2008. Stream network modelling using LiDAR and photogrammetric digital elevation models: a comparison and field verification. *Hydrological Processes*. Wiley InterScience. Vol 22. pp 1747-1754.

Strager, M. P., Fletcher, J. J. et C. B. Yuill. 1998. Hydrologic Modeling for Acid Mine Drainage in West Virginia. 1998 ESRI International Users Conference. San Diego. California. <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc98/proceed/to500/pap478/p478.htm> (consulté en décembre 2012).

ANNEXE 1 : DONNÉES DE RÉFÉRENCES

Tableau 6 : Liste des données consultées pour la production de la BDHR

Orthophotos couleurs (été 2009), 30 cm de résolution au pixel, secteur de la Montérégie (hors CMM), MRNF, 2009.

Cadre de référence hydrologique du Québec (CRHQ), hydrologie linéaire et surfacique, MDDEFP, 2012

Base de données topographiques du Québec (BDTQ), hydrologie linéaire et surfacique, 1 : 20 000, MRNF, 2000

Base nationale de données topographiques (BNDT), hydrologie linéaire et surfacique, 1 : 50 000, Ressources naturelles Canada, 2006-2007.

Cartographie de base des milieux humides de la Montérégie, 2008, GéoMont.

Répertoire des ponts et ponceaux du MTQ, MTQ, 2012.

Modèle numérique de terrain (MNT) et son ombrage - secteur Vallée-du-Haut-Saint-Laurent, issue des données LiDAR, résolution de 1m, GéoMont, 2011.

Modèle numérique de terrain (MNT) et son ombrage - secteur Châteauguay, issue des données LiDAR, résolution de 1m, MRNF, 2008.

Réseau hydrographique de la CMM, hydrologie linéaire et surfacique, CMM, 2010