

PROJET D'INTERCONNEXION QUÉBEC / NEW HAMPSHIRE



Étude géomorphologique et évolution des conditions de drainage et des milieux humides recoupés par le segment de ligne compris entre les supports projetés 74 à 80

Rapport final présenté à Hydro-Québec – Administration d'Ingénierie et Approvisionnement



POLY-GÉO INC.

Septembre 2016

SOMMAIRE

Auteurs et titre (aux fins de citation) :

Poly-Géo inc., 2016. **PROJET D'INTERCONNEXION QUÉBEC / NEW HAMPSHIRE. Étude géomorphologique et évolution des conditions de drainage et des milieux humides recoupés par le segment de ligne compris entre les supports projetés 74 à 80.** Rapport final présenté à Hydro-Québec, Administration d'Ingénierie et Approvisionnement, 16 p. et 1 annexe.



Line Bariteau, M.Sc.
Géomorphologue senior et associée



Guy Pâquet, M.Sc.
Géomorphologue senior

Version : finale

Date : 16 septembre 2016

Certifié *ISO 9001* : 2008



624, ave Notre-Dame
Saint-Lambert (Québec) J4P 2L1
Tél. : 450-465-2921 Téléc. : 450-465-7769
www.polygeo.com

ÉQUIPE DE RÉALISATION



Hydro-Québec, Équipement et Services partagés
Direction Ingénierie de production

Conseillère environnement
Carole Charest



Poly-Géo inc.
Directrice de projet :
Line Bariteau

Chargé de projet, interprétation et rédaction :
Guy Pâquet

Relevés de terrain :
Guy Pâquet et Daniel Brosseau

Cartographie :
Rhéal Tremblay

Édition et mise en page :
Sylvie Pomerleau

Numéros de référence Hydro-Québec :
37574-14044 (4510797091) 4600024144

Numéro de référence Poly-Géo inc. : 16028

TABLE DES MATIÈRES

| | | |
|----|---|----|
| 1. | INTRODUCTION..... | 1 |
| 2. | MÉTHODE..... | 4 |
| 3. | MILIEU PHYSIQUE..... | 5 |
| | 3.1 Contexte géomorphologique..... | 5 |
| | 3.2 Hydrographie..... | 5 |
| 4. | DESCRIPTION DU SECTEUR D'ÉTUDE..... | 6 |
| | 4.1 Problématique..... | 6 |
| | 4.2 Description du secteur..... | 6 |
| 5. | ÉVOLUTION DES CONDITIONS DE DRAINAGE..... | 8 |
| 6. | SYNTHÈSE ET DISCUSSION..... | 12 |
| | 6.1 Contexte..... | 12 |
| | 6.2 Synthèse des interventions et analyse..... | 12 |
| | 6.2.1 Conditions antérieures à la construction de la ligne à 450 kV..... | 12 |
| | 6.2.2 Construction de la ligne à 450 kV et modification subséquente du drainage..... | 13 |
| | 6.3 Discussion..... | 14 |
| | 6.4 Recommandations et impacts attendus de la construction de la nouvelle ligne..... | 15 |
| 7. | RÉFÉRENCES..... | 16 |

LISTE DES FIGURES ET CARTES

| | | |
|------------|--|----------|
| CARTE 1 : | Situation du projet..... | 2 |
| FIGURE 1 : | Évolution des conditions de drainage dans le secteur du chemin Gilbert et de la propriété Rodrigue entre 1979-80 et 2013..... | Annexe 1 |

LISTE DES ANNEXES

| | |
|------------|---|
| ANNEXE 1 : | Évolution des conditions de drainage dans le secteur du chemin Gilbert et de la propriété Rodrigue entre 1979-80 et 2013 |
|------------|---|

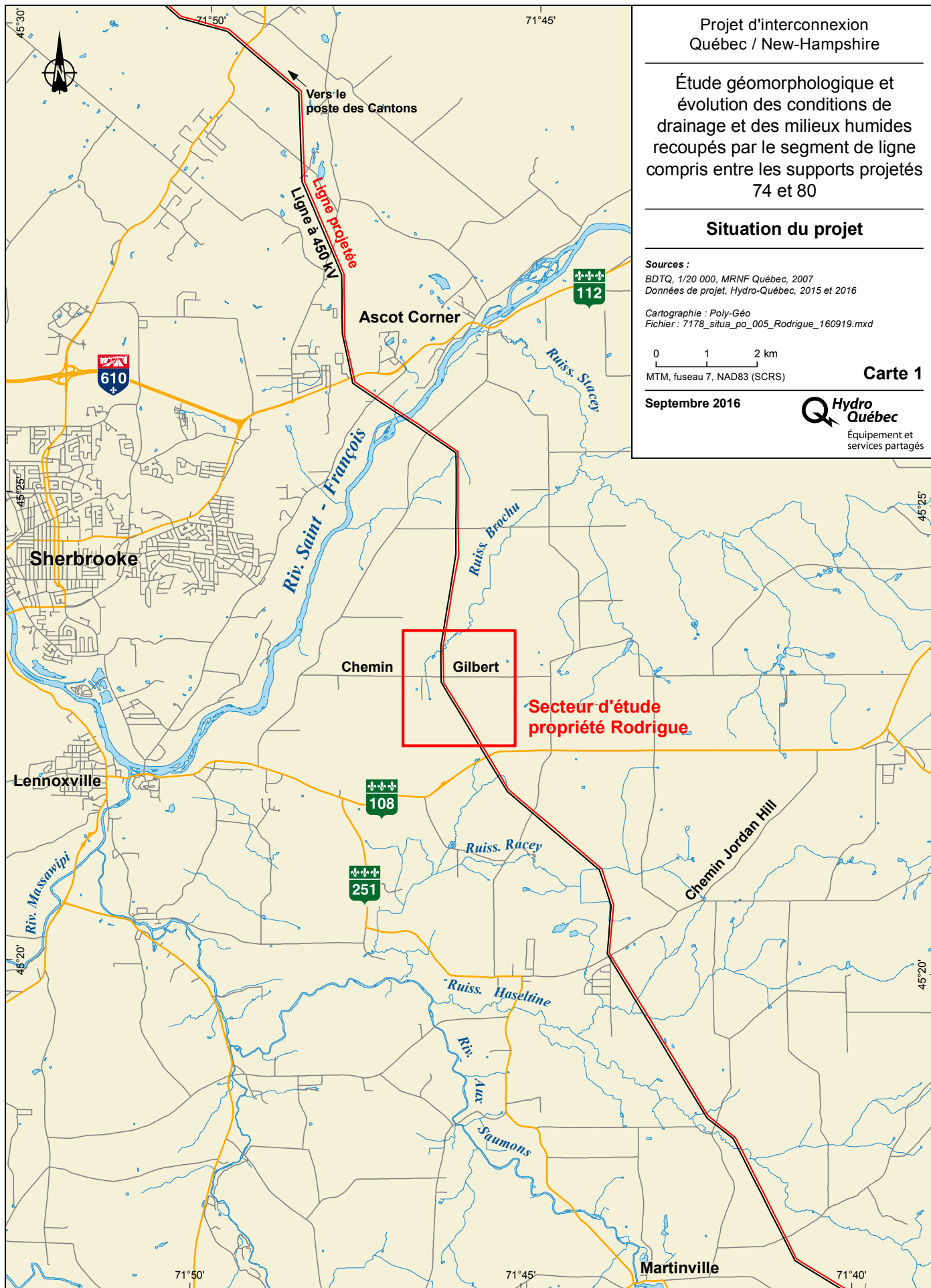
Hydro-Québec, Administration d'Ingénierie et Approvisionnement, a confié à la firme Poly-Géo Inc., en juillet 2016, le mandat de procéder à l'étude de la géomorphologie et de l'évolution des conditions de drainage depuis le début des années 1980 dans un secteur de la municipalité de Cookshire-Eaton (MRC du Haut-Saint-François) situé le long de la ligne à 450 kV existante (circuits 4451--4452) et de la ligne projetée, qui lui sera adjacente.

L'étude fait suite aux préoccupations soulevées par Mme Marie-Thérèse Rodrigue dans le cadre de l'étude d'avant-projet de la ligne projetée, quant à des modifications du drainage qui seraient survenues sur sa propriété, et qu'elle soupçonne être attribuables aux méthodes employées par Hydro-Québec pour la construction de la ligne à 450 kV dans les années 1980. L'étude documente par la même occasion les autres modifications d'origine anthropique qui pourraient avoir eu un effet sur les conditions de drainage.

Le secteur à l'étude (voir carte 1) s'allonge, de part et d'autre du chemin Gilbert, entre les pylônes 74 et 80 de la ligne projetée (et de la ligne existante).

L'étude documente l'évolution des conditions de drainage et du réseau hydrographique sur la propriété de Mme Rodrigue, au sud du chemin Gilbert, depuis un état de référence établi avant la construction de la ligne à 450 kV, en 1979-80, mais elle couvre aussi le milieu humide qui s'étend plus au nord, entre le chemin Gilbert et le ruisseau Brochu.

L'étude repose sur l'analyse comparative de quatre séries de photographies aériennes, une première prise avant la construction de la ligne (en 1979-80), une seconde immédiatement après (en 1986), une autre en 1993 et une dernière beaucoup plus récente (en 2013). Il est ainsi possible de reconstituer la séquence des modifications du milieu susceptibles d'avoir eu un impact sur le drainage des propriétés adjacentes à la ligne existante.



L'étude a comporté les activités suivantes :

- ✓ Revue de la littérature (géologie, dépôts de surface, hydrographie) et description du contexte géomorphologique général.
- ✓ Analyse multi-dates des photographies aériennes (1979-80, 1986, 1993 et 2013) visant à :
 - délimiter les sous-bassins versants ;
 - documenter les modifications au réseau de drainage superficiel pouvant avoir eu des répercussions sur le drainage des propriétés adjacentes à l'emprise de la ligne existante.
- ✓ Relevés de terrain : une journée en début de mandat pour rencontrer la propriétaire touchée et bien cerner la problématique de drainage, puis une journée à une étape plus avancée de l'étude, afin de valider l'interprétation et procéder à certains sondages superficiels.
- ✓ Cartographie et préparation de figures :
 - géoréférencement et orthorectification des photographies aériennes papier utilisées (1979-80, 1986 et 1993) avec le logiciel *DVP Orthorectification* et numérisation des informations interprétées à l'aide du logiciel *ArcGIS* ;
 - interprétation à l'écran des photographies numériques de 2013, à l'aide des logiciels *Summit Evolution* et *ArcGIS* ;
 - élaboration de modèles numériques de terrain à partir de données Lidar ;
 - réalisation de figures comparatives sur fonds photographiques à une échelle permettant d'illustrer les modifications survenues entre 1980, 1986, 1993 et 2013.
- ✓ Analyse des résultats afin d'évaluer les causes des modifications apportées au réseau de drainage et d'établir, dans la mesure du possible, la responsabilité d'Hydro-Québec.
- ✓ Rédaction d'un rapport présentant un état de la situation et apportant des éléments de réponse aux questions suivantes :
 - les méthodes de travail adoptées dans les années 1980 par Hydro-Québec pour la construction de la ligne à 450 kV ont-elles pu avoir un impact sur le drainage des propriétés ?
 - les problèmes de drainage peuvent-ils être attribuables à d'autres sources que la construction de la ligne à 450 Kv ?
 - la construction et/ou la présence de la nouvelle ligne pourrait-elle contribuer à accentuer les problèmes observés ?
 - des mesures d'atténuation peuvent-elles être mises de l'avant afin de remédier aux problématiques rencontrées sur les propriétés étudiées ?

L'étude s'est amorcée par une revue des documents et données existants, relatifs à la nature et à la distribution des matériaux de surface, ainsi qu'aux limites des bassins versants.

L'étude a été réalisée principalement par photo-interprétation. L'analyse comparative de quatre séries de photographies aériennes verticales prises entre 1979-80 et 2013 a permis de reconstituer l'évolution des interventions susceptibles d'avoir affecté les conditions de drainage depuis la période précédant la construction de la ligne à 450 kV jusqu'à tout récemment. Les trois premières séries, prises en 1979-1980, 1986 et 1993, sont des photographies papier, à l'échelle approximative de 1 : 15 000. Les photographies de 2013 sont des photos numériques de haute résolution.

Les photographies aériennes servent de base cartographique pour illustrer l'évolution des conditions de drainage survenues dans les secteurs d'étude. Afin de faciliter la comparaison entre les différentes périodes, les photographies papier ont été géoréférencées, orthorectifiées, puis agrandies et ramenées à une même échelle de 1 : 6 000. Les résultats de l'analyse faite directement à l'écran, à partir des photos numériques de 2013, sont présentés sur une orthomosaïque de ces photos, ramenée à la même échelle que les autres.

Grâce aux données Lidar fournies par Hydro-Québec (prises en 2011), qui couvrent une bande de terrain de 500 m de largeur centrée sur l'axe de ligne à 450 kV, il a été possible de générer un modèle numérique d'altitude de haute résolution (50 cm), ainsi qu'une base topographique détaillée (équidistance des courbes de niveau de 25 cm). Ces données ont été d'une grande utilité pour préciser les limites des bassins versants, les directions d'écoulement des eaux de surface et pour réaliser la cartographie détaillée du réseau de drainage (actuel), dont les composantes sont souvent masquées sous forêt sur les photographies aériennes.

Deux courtes visites au terrain d'une journée chacune ont été réalisées. La première a eu lieu en début de mandat, le 20 juillet, en compagnie de M. Louis Lesage, représentant d'Hydro-Québec. Elle a permis de rencontrer Mme Rodrigue et de bien cerner les problématiques de drainage. La seconde visite, menée le 15 août par deux géomorphologues de Poly-Géo, visait à préciser et valider la photo-interprétation et à effectuer des sondages superficiels à l'aide d'une pelle à main et d'une tarière manuelle.

3.1 CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE

Le secteur à l'étude est situé à l'est de la vallée de la rivière Saint-François (carte 1), dans une portion des collines appalachiennes présentant un relief vallonné, dominé par des pentes faibles. L'altitude y fluctue entre 200 et 300 m. Les principaux coteaux et dépressions structurant le relief s'alignent suivant un axe sud-ouest/nord-est, conformément à l'orientation des plis appalachiens.

L'assise rocheuse est constituée de roches sédimentaires d'âge silurien à dévonien, mises en place entre 360 et 443 millions d'années avant aujourd'hui. Dans le secteur du chemin Gilbert, entre les pylônes 74 et 80 de la ligne existante, le socle rocheux est formé de calcaire et de mudslate rattachés à la formation d'Ayer's Cliff 2 (MER, 2016).

La couverture meuble régionale est dominée par un till relativement continu, qui masque le roc sur la plus grande partie des terrains. Ce dépôt, nommé till de Lennoxville, est gris, compact et présente une matrice silto-argileuse (Caron, 2013).

Dans les Appalaches du sud du Québec, de grands lacs glaciaires se sont formés au front du glacier en retrait (vers le nord), alors que celui-ci, en barrant les vallées comme celles de la rivière Saint-François, empêchait l'écoulement « normal » des eaux vers les Basses terres du Saint-Laurent. L'un de ces lacs, appelé lac glaciaire Memphrémagog, a atteint son extension maximale peu après que le glacier se soit retiré de la zone d'étude. Il a inondé la vallée de la rivière Saint-François et les terrains adjacents, jusqu'à une altitude maximale d'environ 240 m (Parent et Occhietti, 1999). C'est donc dire qu'une tranche d'eau d'environ 20 m de hauteur recouvrait alors les terrains bas du secteur du chemin Gilbert, qui s'élèvent à environ 220 m d'altitude.

Depuis le retrait du glacier et la vidange du lac glaciaire Memphrémagog, le réseau hydrographique s'est développé et de vastes milieux humides (tourbières et marécages) se sont formés dans les points bas du relief, dans la plaine inondable du ruisseau Brochu, au nord du chemin Gilbert.

3.2 HYDROGRAPHIE

Le secteur à l'étude fait partie du vaste bassin versant de la rivière Saint-François. Il se situe près de la tête du ruisseau Brochu (bassin versant de 76 km²), qui recoupe la ligne à 450 kV entre les pylônes 74 et 75, puis s'écoule sur environ 5 km en direction nord-est, jusqu'au ruisseau Stacey, un affluent principal de la rivière Saint-François, qu'il rejoint à Ascot Corner (voir carte 1). La limite sud du secteur d'étude correspond à la ligne de partage des eaux entre le bassin versant du ruisseau Brochu, au nord, et celui du ruisseau Racey, au sud.

4.1 PROBLÉMATIQUE

L'intérêt de documenter ce secteur découle de préoccupations soulevées par Mme Marie-Thérèse Rodrigue, relatives à l'inondation du sous-sol de sa résidence, lors des hivers 2014 et 2015, ainsi qu'à la détérioration du drainage qui serait survenue dans la portion la plus basse de sa propriété, adjacente au chemin Gilbert. La propriété est traversée par la ligne existante immédiatement au sud du chemin Gilbert. La présente étude s'intéresse plus spécifiquement à la portion du terrain qui s'étend à l'est de l'emprise existante, où se trouve la résidence de Mme Rodrigue et où doit passer la ligne projetée.

Selon les informations fournies par Mme Rodrigue, sa résidence a été construite en 1992 et les inondations de 2014 et 2015 seraient les premières à être survenues depuis la construction. Bien que les inondations ne se soient pas reproduites depuis, le niveau de la nappe d'eau demeure préoccupant dans le sous-sol de la maison, même en période sèche (comme lors de notre visite du 20 juillet 2016), et ce malgré les travaux qu'a fait réaliser Mme Rodrigue pour améliorer le drainage.

La résidence Rodrigue est localisée environ 130 m à l'est de l'emprise de la ligne à 450 kV. La construction de la ligne projetée impliquera le déboisement d'une emprise additionnelle d'environ 50 m de largeur. Mme Rodrigue s'inquiète des effets potentiels de la construction de la nouvelle ligne et du déboisement de la nouvelle emprise sur le niveau de la nappe d'eau au droit de sa propriété, sur les risques d'inondation qui pourraient en découler, ainsi sur les conditions de drainage dans la portion basse de sa propriété.

L'étude s'intéresse aussi au milieu humide situé au nord du chemin Gilbert, où d'importants travaux de drainage ont été réalisés suite à la construction de la ligne à 450 kV.

4.2 DESCRIPTION DU SECTEUR

Le secteur d'étude forme un corridor de 0,5 à 1 km de largeur centré sur l'axe de la ligne existante (voir photo de 2013 de la figure 1, à l'annexe 1). Il s'allonge sur un peu moins de 2 km de part et d'autre du chemin Gilbert, entre le ruisseau Brochu, au nord, et la ligne de partage des eaux séparant le bassin versant du ruisseau Brochu de celui du ruisseau Racey, au sud.

Le secteur se divise en deux zones bien différenciées. Au nord du chemin Gilbert et à sa bordure sud, entre les pylônes 74 et 76, s'étend une vaste plaine tourbeuse et marécageuse traversée, du sud-ouest vers le nord-est, par le ruisseau Brochu. La surface s'y incline en pente très faible vers le nord, passant de ~ 219 m en marge du chemin Gilbert à un peu moins de 217 m dans l'axe du cours d'eau (pylône 74). Ce secteur doit se

situer en grande partie à l'intérieur de la plaine inondable du ruisseau Brochu, dont les limites ne sont pas documentées.

Au sud du chemin Gilbert, la zone d'étude recoupe, sur environ 1 km de longueur, le versant d'une colline d'une trentaine de mètres de hauteur qui s'incline en pente faible (3 %), mais irrégulière, vers le ruisseau Brochu, au nord-ouest. Il s'agit d'un versant rocheux couvert d'une couche apparemment continue et relativement épaisse de till. Aucun affleurement rocheux n'y a été observé lors des relevés de terrain. La pente du versant atteint une valeur maximale de 7 % dans sa portion inférieure (entre les pylônes 76 et 77). Le reste du versant est nettement moins incliné et comprend même des paliers subhorizontaux assez mal drainés. Le sommet, tabulaire, s'élève à environ 253 m d'altitude et constitue la limite sud-est du bassin versant du ruisseau Brochu.

La propriété de Mme Rodrigue recoupe la zone de transition entre la portion inférieure du versant couvert de till et le milieu humide qui s'étend plus au nord. La résidence est située à la base du versant, à environ 226 m d'altitude. Selon les informations fournies par Mme Rodrigue, et validées en interrogeant la base de données du Système d'information hydrogéologie du gouvernement du Québec (SIH, 2016), une couche d'argile de 9,5 m aurait été recoupée à proximité de la résidence lors du forage du puits artésien, en 1992. Cette interprétation paraît peu plausible, parce que le till est observé dans la forêt tout autour de la résidence et dans les fossés adjacents. Le site est trop élevé en altitude pour que des sédiments argileux d'eau profonde aient pu se déposer. Il faut savoir que les erreurs d'interprétation des matériaux sont fréquentes lors du forage des puits parce que de l'eau est mélangée aux matériaux broyés par la tête de forage. À notre avis, le matériau identifié comme une « argile » est très probablement du till. Le till de la région, caractérisé par une matrice silto-argileuse, peut localement ne contenir qu'une faible proportion de cailloux et de blocs.

À la frange nord de la propriété, à l'est de l'emprise de la ligne existante, un milieu humide occupe une bande de terrain d'environ 100 m de largeur en bordure du chemin Gilbert, sous l'altitude de ~ 220 m. Une partie de ce secteur a été interprétée comme un marécage lors de l'inventaire des milieux humides le long de la future ligne (Aménatech, 2015). Dans les fossés que Mme Rodrigue a fait excaver dans ce secteur, on observe, sous la couche organique de surface, des sédiments sablo-silteux gris. Il pourrait s'agir d'alluvions anciennes du ruisseau Brochu ou de sédiments glaciolacustres déposés en eaux peu profondes, dans le lac glaciaire Memphrémagog (voir section 3.1). Il est probable que de tels matériaux soient aussi présents sous les dépôts organiques formant la grande tourbière qui s'étend au nord au chemin Gilbert, dans la plaine du ruisseau Brochu.

Afin de bien documenter les causes possibles des modifications de drainage survenues dans le secteur de la propriété Rodrigue, et le rôle possible qu'auraient pu avoir les interventions liées à la construction de la ligne à 450 kV, la zone d'étude couvre toute la portion du versant qui recueille les eaux (le bassin versant) s'écoulant vers l'emprise des lignes (existante et projetée) et vers la propriété Rodrigue à l'est. Le sous-bassin drainant les eaux susceptibles de s'écouler et de s'infiltrer dans le sol jusqu'à la résidence de Mme Rodrigue a également été délimité.

Ce chapitre présente une synthèse des principales interventions susceptibles d'avoir affecté les conditions de drainage dans le secteur à l'étude depuis la période précédant la construction de la ligne à 450 kV. Il s'appuie sur l'analyse comparative des photographies aériennes prises en 1979-80, 1986, 1993, et 2013, ainsi que sur les données topographiques générées à partir des relevés Lidar de 2011. L'analyse est complétée par une synthèse des observations et sondages réalisés lors de des visites de terrain menées les 20 juillet et 15 août 2016, et des informations fournies par Mme Rodrigue.

Les résultats de l'étude sont illustrés et documentés sur des agrandissements, à l'échelle du 1 : 6 000, des photographies aériennes de chacune des années, présentés à la figure 1, en annexe. Sur chacune des photographies, les limites du bassin versant étudié et celles des propriétés recoupées par la ligne sont représentées (en bleu et en jaune, respectivement).

PHOTOGRAPHIES DU 20 JUIN 1979 ET DU 13 JUIN 1980

Cette photographie, qui constitue l'état de référence de la présente étude, est en fait un montage d'une photographie prise en 1979, qui couvre le secteur au nord du chemin Gilbert, et d'une photographie de 1980, qui couvre le secteur plus au sud. L'examen de ces photos fait ressortir les éléments suivants :

- Au sud du chemin Gilbert :
 - la future propriété de Mme Rodrigue est boisée ;
 - au sud de la future propriété Rodrigue, une large bande de terrain aux contours irréguliers recoupe le versant du nord-ouest vers le sud-est. Il s'agit d'un milieu boisé perturbé, où l'état de reprise de la végétation est plus ou moins avancé. On y distingue deux petites zones de coupe récente ;
 - au sud du bassin versant du ruisseau Brochu, des terres en culture s'étendent à l'ouest de la ligne existante, alors qu'une grande friche occupe les terrains situés à l'est.
- Au nord du chemin Gilbert :
 - le ruisseau Brochu présente un tracé naturel assez sinueux ;
 - le long du ruisseau, on observe trois anciens barrages de castors en amont de la future ligne à 450 kV.

PHOTOGRAPHIE DU 22 SEPTEMBRE 1986

- Au sud du chemin Gilbert :
 - on distingue l'emprise de la ligne à 450 kV, qui vient d'être construite. Le sentier utilisé par la machinerie de construction s'allonge au centre de l'emprise, à partir du chemin Gilbert ;
 - il n'y pas encore de fossés de drainage dans l'emprise ;
 - à l'est de l'emprise, la future propriété Rodrigue est toujours boisée ;
 - plus au sud, on note une reprise générale de la végétation dans la zone perturbée aux contours irréguliers qui recoupait le versant en 1980, mais une grande zone (25 ha) a récemment été déboisée dans la partie supérieure du versant. Ce secteur est traversé par deux sentiers forestiers accessibles depuis un nouveau chemin situé plus à l'ouest.
- Au nord du chemin Gilbert :
 - il n'y pas encore de fossés de drainage dans l'emprise de la nouvelle ligne, entre le chemin Gilbert et le ruisseau Brochu ;
 - on observe deux nouveaux barrages de castors le long du ruisseau Brochu, en amont de la ligne électrique et à moins de 300 m au nord du chemin Gilbert.

PHOTOGRAPHIE DU 24 JUIN 1993

- Au sud du chemin Gilbert :
 - sur la propriété de Mme Rodrigue, on distingue la résidence, construite depuis peu, le chemin qui permet d'y accéder, ainsi que le garage, au sud-ouest de la résidence. À l'est de l'emprise, le reste de la propriété demeure essentiellement boisée ;
 - des fossés de drainage ont été excavés dans l'emprise d'Hydro-Québec, entre la zone qui venait d'être déboisée en 1986, dans le haut du versant, et le chemin Gilbert. Un fossé longe la bordure « est » de l'emprise jusqu'au bas du versant, puis bifurque vers le centre de l'emprise en longeant le sentier de construction/entretien de la ligne. Ce fossé se raccorde au fossé municipal qui borde le chemin Gilbert. Un autre fossé a probablement été creusé à la bordure ouest de l'emprise, mais l'ombre projetée par les arbres ne permet de distinguer que sa partie amont ;
 - plus au sud sur le versant, dans le secteur déboisé de 1986, un réseau de fossés a été excavé à l'est de la ligne afin d'améliorer le drainage ;
 - deux petites zones ont été déboisées depuis 1986, près de l'extrémité est d'un des chemins forestiers qui existait en 1986 et dans la portion supérieure du versant, à l'ouest de l'emprise ;
 - un sentier forestier d'axe est-ouest rejoint maintenant l'emprise depuis l'ouest en passant au sud du pylône 77. Il se prolonge un peu à l'est de l'emprise.

- Au nord du chemin Gilbert :
 - quatre larges fossés parallèles ont été excavés dans l'emprise de la ligne, du chemin Gilbert jusqu'au ruisseau Brochu. Au moins l'un d'entre eux (le plus à l'ouest) débouche sur le ruisseau Brochu ;
 - un bâtiment a été construit et un chemin d'accès a été aménagé à l'est de la ligne, sur la propriété de M. Réjean Pelletier.

PHOTOGRAPHIE DU PRINTEMPS 2013

Grâce à la haute résolution des photographies numériques de 2013 et du modèle numérique de terrain (MNT) généré à partir des relevés Lidar de 2011, il est possible de dresser un portrait assez précis du réseau de drainage tel qu'il se présentait alors.

- Au sud du chemin Gilbert :
 - sur la propriété Rodrigue, à l'est et à l'ouest de la résidence, des fossés recueillent les eaux de surface provenant du versant, au sud, et les dirigent vers le bas du terrain, au nord. Ces fossés se rejoignent dans la partie basse du terrain et se déversent dans le fossé municipal longeant le chemin Gilbert. Dans ce secteur, au nord-ouest de la résidence, le boisé est nettement plus ouvert (clairsemé) qu'en 1993 ;
 - sur le versant au sud de la propriété Rodrigue, dans le reste de la zone d'étude, il n'y a pas eu de changement notable du couvert végétal ou de nouveau déboisement ;
 - l'examen des photos de 2013 jumelé aux informations tirées des données Lidar confirme la présence de fossés de drainage de chaque côté de l'emprise d'Hydro-Québec. Ces fossés s'allongent depuis les environs du pylône 78, au sud, jusqu'au pylône 76, au pied du versant. Le fossé du côté est de l'emprise ne rejoint plus le fossé municipal bordant le chemin Gilbert par le centre de l'emprise. À environ 50 m au sud-est du pylône 76, il bifurque vers le nord-est et se perd en méandres dans les terrains bas de la propriété Rodrigue ;
 - le réseau de sentiers et de chemins forestiers qui parcourt le versant au sud de la propriété Rodrigue a sensiblement évolué et, avec lui, le réseau de drainage, puisque de nouveaux fossés ont été excavés en bordure de plusieurs chemins. Tout ce réseau de drainage achemine les eaux de surface de la partie supérieure du versant dans les fossés situés de part et d'autre de la ligne existante. Ainsi :
 - 1) le chemin qui recoupe l'emprise au sud du pylône 77 a été prolongé jusqu'à l'est de la zone d'étude. Un fossé de drainage aménagé à sa bordure sud recueille les eaux de la portion supérieure du bassin versant de la résidence Rodrigue et les dirige vers l'emprise de la ligne existante et le fossé qui s'y trouve ;
 - 2) le réseau de drainage qui avait été aménagé entre 1986 et 1993, à l'est de la ligne existante, rejoint et se déverse aussi dans le fossé en bordure est de l'emprise, au nord du pylône 78 ;
 - 3) un chemin qui rejoignait la ligne existante depuis l'ouest, vis-à-vis le pylône 78, bifurque désormais vers le sud et s'allonge dans l'emprise, au-delà de la limite du bassin versant, au sud. Les fossés excavés au

sud et à l'ouest de ce chemin dirigent les eaux vers le fossé du côté ouest de l'emprise ;

- 4) il semble que l'excavation de nouveaux fossés transfère les eaux d'une petite partie des terres agricoles situées dans le bassin du ruisseau Racey, au sud, vers le nord, dans l'emprise de la ligne existante.

- Au nord du chemin Gilbert :
 - un fossé d'environ 550 m de longueur, grossièrement parallèle au ruisseau Brochu, a été excavé dans le milieu humide à l'ouest de l'emprise. Ce fossé rejoint celui qui s'allonge à la bordure ouest de l'emprise, environ 25 m au sud du ruisseau Brochu ;
 - les quatre fossés parallèles excavés dans l'emprise de la ligne existante, entre le chemin Gilbert et le ruisseau Brochu, débouchent désormais tous sur le ruisseau Brochu ;
 - un nouveau barrage de castors est visible le long du ruisseau Brochu immédiatement à l'est de l'emprise.

RELEVÉS DE TERRAIN DE JUILLET ET AOÛT 2016

Certaines observations faites lors des relevés de terrain du 20 juillet et du 15 août 2016 ainsi que des informations obtenues de Mme Rodrigue permettent de compléter l'analyse réalisée à partir des photographies aériennes et des données topographiques.

- les fossés municipaux qui longent le chemin Gilbert, au sud et au nord, sont reliés par une série de ponceaux. Il ne paraît pas y avoir d'obstruction à l'écoulement de l'eau qui s'accumule dans la portion basse du terrain de Mme Rodrigue vers le ruisseau Brochu et le milieu humide au nord du chemin. Comme la pente du terrain dans ce secteur est très faible, l'évacuation de l'eau doit être lente et le niveau de la nappe d'eau peut demeurer élevé ;
- le fossé qui s'allonge à l'est de la résidence Rodrigue suit le tracé d'une petite entaille naturelle dans le till. Selon Mme Rodrigue, il a été en partie excavé après l'achat de la propriété. Son prolongement dans le milieu humide de la portion basse de la propriété a entièrement été excavé. Des travaux ont été réalisés au cours des dernières années afin de remettre en état cette partie du fossé ainsi que le fossé adjacent, qui prend sa source à proximité du garage, au sud-ouest de la résidence.

L'ensemble des données recueillies dans la cadre de la présente étude a permis :

1. de reconstituer la séquence des interventions susceptibles d'avoir modifié les conditions de drainage dans le secteur d'étude depuis la période précédant la construction de ligne à 450 kV (circuits 4451-4452) ;
2. de déterminer l'impact des travaux réalisés dans l'emprise de la ligne à 450 kV sur les problèmes soulevés par Mme Marie-Thérèse Rodrigue.

6.1 CONTEXTE

La propriété de Mme Marie-Thérèse Rodrigue est recoupée par la ligne à 450 kV immédiatement au sud du chemin Gilbert. La résidence, construite en 1992, se situe environ 130 m à l'est de l'emprise existante, à une altitude de 226 m, dans le bas d'un versant en pente douce formé de dépôts de till épais. La portion nord de la propriété, située sous 220 m d'altitude, recoupe une zone mal drainée qui borde le chemin Gilbert et s'étend plus au nord pour former la plaine inondable du ruisseau Brochu, en grande partie tourbeuse.

Le sous-sol de la résidence Rodrigue a été inondé à deux reprises ces dernières années, au cours des hivers 2014 et 2015. Depuis, malgré les travaux qu'a fait réaliser la propriétaire pour améliorer le drainage, le niveau d'eau reste préoccupant, même en période de faible pluviosité, comme il a été possible de le constater lors de notre visite du 20 juillet dernier. Mme Rodrigue affirme par ailleurs avoir constaté une détérioration des conditions de drainage dans la portion basse de sa propriété, adjacente au chemin Gilbert. Selon elle, le niveau élevé de la nappe d'eau y serait responsable d'un dépérissement de la végétation, observé depuis plusieurs années.

La construction de la ligne projetée impliquera le déboisement d'une emprise additionnelle de ± 50 m de largeur sur la propriété Rodrigue, à l'est de l'emprise existante. Mme Rodrigue s'inquiète des effets potentiels de la construction de la nouvelle ligne et du déboisement de son emprise sur les risques d'inondation de sa résidence ainsi sur les conditions de drainage dans la portion basse de sa propriété.

6.2 SYNTHÈSE DES INTERVENTIONS ET ANALYSE

6.2.1 Conditions antérieures à la construction de la ligne à 450 kV

La résidence Rodrigue se situe au pied d'un versant d'une trentaine de mètres de hauteur qui s'incline doucement (et se draine) vers le nord-ouest, en direction du ruisseau Brochu. Le sommet tabulaire du versant constitue la limite sud du bassin versant du ruisseau Brochu. En 1980, avant la construction de la ligne à 450 kV et le déboisement de son

emprise (de 60 m de large), le versant était largement boisé, mais comportait des zones de forêt perturbée et quelques petites parcelles récemment déboisées.

Dans la zone d'étude, qui correspond au bassin versant de 0,36 km² recueillant les eaux s'écoulant sur ce versant, dans le corridor de l'emprise actuelle, celui de la future emprise et vers la propriété Rodrigue, plus à l'est, aucun cours d'eau d'importance notable, même à débit intermittent, ne canalise l'écoulement des eaux de surface. On présume qu'une partie des eaux ruisselle en surface sans trop se concentrer, et que le reste s'infiltré dans le sol et s'écoule lentement vers le bas du versant.

6.2.2 Construction de la ligne à 450 kV et modification subséquente du drainage

En 1986, peu après la construction de la ligne, la future propriété Rodrigue demeure boisée, tout comme le petit bassin versant (0,15 km²) qui, en amont (au sud), reçoit les eaux susceptibles de se drainer vers le site où sera construite la résidence. Dans l'emprise de la ligne, les fossés de drainage n'ont pas encore été excavés. Une zone récemment déboisée dans la partie supérieure du versant est parcourue par quelques sentiers forestiers. Dans la zone d'étude, aucun fossé de drainage ne canalise l'écoulement des eaux vers le bas du versant.

En 1993, la résidence Rodrigue, récemment construite, est bien visible sur les photographies aériennes. La propriété demeure largement boisée et on ne perçoit pas de signes de dégradation de la végétation dans les terrains bas bordant le chemin Gilbert. On distingue par contre les premières composantes du réseau de drainage actuel, soit :

1. les fossés qui bordent l'emprise de la ligne existante, depuis les environs du pylône 78, au sud, jusqu'au chemin Gilbert, au nord. Le fossé du côté est de la ligne semble relié au fossé municipal longeant le chemin Gilbert (au sud), en passant au centre de l'emprise, le long du sentier de construction et d'entretien de la ligne ;
2. un réseau de fossés qui draine désormais le secteur qui avait été déboisé peu avant 1986, dans le haut du versant.

Pour le reste, les changements survenus entre 1986 et 1993 sont mineurs, se limitant à la coupe de deux petites parcelles de terrain dans le haut du versant et au développement du réseau de chemins et de sentiers forestiers.

Grâce aux relevés Lidar de 2011 et aux photographies aériennes de 2013, il est possible de dresser un portrait assez précis du réseau de drainage qui existait alors et qui est toujours en place aujourd'hui. Ce réseau s'est sensiblement développé entre 1993 et 2013, essentiellement dans la portion supérieure du versant, parce que de nombreux chemins et sentiers forestiers ont été prolongés et améliorés, et que des fossés ont été excavés à leur bordure. Tous ces fossés se raccordent à ceux qui bordent l'emprise d'Hydro-Québec et qui dirigent les eaux vers le pied du versant, au sud du chemin Gilbert.

Un de ces chemins recoupe la zone d'étude à mi-versant, en passant juste au sud du pylône 77. Un fossé excavé à sa bordure sud recueille les eaux de la partie supérieure du versant pour les diriger vers le fossé du côté est de l'emprise. Les eaux de surface qui s'écoulaient auparavant en direction de la résidence Rodrigue, depuis le haut du bassin

versant, sont désormais évacuées vers l'emprise, à l'ouest. Le résultat de ces travaux de drainage devrait, en théorie, être une réduction des apports d'eau à la résidence Rodrigue.

À environ 50 m au sud-est du pylône 76, le fossé qui longe la bordure est de l'emprise bifurque vers le nord-est, et les eaux qu'il canalise se subdivisent et se perdent en méandres dans la partie basse de la propriété Rodrigue. Ce fossé achemine toutes les eaux de la moitié supérieure du bassin versant, à l'est de la ligne à 450 kV, vers le bas de la propriété Rodrigue. Rappelons qu'en 1993, le même fossé se prolongeait dans le centre de l'emprise jusqu'au fossé municipal bordant le chemin Gilbert. Ce secteur mal drainé reçoit également les eaux acheminées par deux petits fossés qui ont été excavés à l'ouest et à l'est de la résidence Rodrigue. Selon Mme Rodrigue, le fossé à l'est de sa demeure existait en conditions naturelles, du moins en amont du chemin d'accès, mais il a été élargi et approfondi. Les deux fossés convergent avant de se raccorder au fossé municipal longeant le chemin Gilbert.

Les visites au terrain réalisées l'été dernier ont permis de constater que des ponceaux relient les fossés municipaux situés de chaque côté du chemin Gilbert et permettent l'évacuation des eaux de la propriété Rodrigue vers le ruisseau Brochu, au nord. Compte tenu de la pente très faible du terrain dans cette direction, il est cependant probable que les eaux stagnent un certain temps sur la propriété Rodrigue avant d'être évacuées au nord du chemin, surtout en période de fortes pluies ou lors du dégel printanier.

L'examen des photographies aériennes de 2013 permet de constater une nette éclaircie du boisé dans la partie basse de la propriété Rodrigue, comparativement à ce qui était observé en 1993. Il est possible que ces changements du couvert arbustif résultent d'une détérioration des conditions de drainage survenue dans cet intervalle.

6.3 DISCUSSION

Sur le versant à l'étude, le développement du réseau de drainage depuis 1993, autant dans l'emprise de la ligne à 450 kV qu'à l'est de celle-ci, a eu pour résultat de diriger une grande partie des eaux de surface dans le fossé situé en bordure est de la ligne. Ces eaux, qui se déversaient autrefois par le centre de l'emprise dans le fossé municipal longeant le chemin Gilbert, ont été redirigées entre 1993 et 2011 vers les terrains bas situés plus à l'est (sous ± 220 m d'altitude), sur la propriété Rodrigue. Cette modification pourrait expliquer dans une large mesure la détérioration des conditions de drainage que Mme Rodrigue dit avoir constaté dans ce secteur.

Les données recueillies dans le cadre de la présente étude ne permettent toutefois pas d'expliquer les inondations survenues ces dernières années dans le sous-sol de la résidence. Celle-ci est située dans la partie inférieure d'un versant, à 5-6 m au-dessus des terrains mal drainés bordant le chemin Gilbert. Le niveau d'eau y dépend des apports d'eau provenant du versant au sud de la maison (en amont), dans la zone identifiée comme le « bassin versant de la résidence Rodrigue ». Ce bassin d'une superficie de $\sim 0,15$ km² s'étend entièrement à l'est de l'emprise de la ligne existante.

Aucune intervention liée à la construction de la ligne à 450 kV ou au déboisement et au drainage de l'emprise ne peut avoir contribué au rehaussement de la nappe d'eau et aux inondations survenues ces dernières années à la résidence de Mme Rodrigue. Depuis au moins 2011, un fossé aménagé au sud du chemin forestier qui recoupe le bassin versant intercepte les eaux de surface de la partie amont du bassin (qui s'écoulaient auparavant vers la résidence) et les redirige vers l'emprise de ligne à 450 kV, plus à l'ouest. Cette intervention ne peut qu'avoir contribué à une réduction des apports d'eau à la résidence.

Parmi les causes possibles pouvant expliquer les inondations, Mme Rodrigue avait évoqué les activités de déboisement sur le versant au sud de sa propriété. La présente étude démontre que ce ne peut être le cas. Les coupes les plus importantes dans le bassin versant de la résidence Rodrigue sont observées sur les photographies aériennes de 1980, et les plus récentes, sur celles de 1993. L'examen des photographies aériennes de 2013 et des images *Google Earth* de septembre 2015 révèle qu'aucun déboisement notable n'est survenu depuis 1993 dans le bassin versant de la résidence.

La résidence Rodrigue est construite dans la portion inférieure d'un versant composé de dépôts de till épais. Ce matériau à matrice fine est relativement imperméable. Les inondations de 2014 et 2015 sont survenues en hiver, sans doute lors de périodes de dégel, mais à des moments où le sol devait être gelé, au moins superficiellement. Dans un tel contexte (sol imperméable et gelé), il est possible que l'eau de surface se soit écoulée suivant la pente du terrain jusqu'aux murs de fondation et s'infiltrer le long de ceux-ci, sans que le drain français ne puisse jouer efficacement son rôle.

6.4 RECOMMANDATIONS ET IMPACTS ATTENDUS DE LA CONSTRUCTION DE LA NOUVELLE LIGNE

Dans le but d'améliorer les conditions de drainage dans la partie basse de la propriété Rodrigue, à l'est de la ligne existante, il est recommandé de combler l'extrémité aval du fossé situé à la bordure est de l'emprise existante, là où il bifurque vers le nord-est, sur la propriété Rodrigue. Ce fossé devrait être prolongé à l'intérieur de l'emprise existante et raccordé au fossé municipal au sud du chemin Gilbert. Une inspection des ponceaux reliant les fossés municipaux sous le chemin Gilbert devrait être faite afin de s'assurer qu'il n'y a pas d'entrave à l'écoulement de l'eau de la propriété Rodrigue vers le ruisseau Brochu, au nord du chemin.

Si des fossés de drainage devaient être excavés dans la nouvelle emprise, il est recommandé de les aménager de façon à ce qu'ils se drainent vers le fossé existant dans l'emprise de la ligne à 450 kV, une fois que celui-ci aura été raccordé aux fossés municipaux en bordure du chemin Gilbert.

La construction de la ligne projetée implique le déboisement d'une nouvelle emprise d'environ 50 m de largeur, à l'est de l'emprise existante. Le déboisement de cette bande de terrain devrait se traduire par une certaine augmentation des apports d'eau (actuellement captés par les arbres) au pied du versant. Une analyse de l'état de la végétation et de la superficie affectée devrait permettre de préciser les volumes d'eau impliqués et l'impact de ce déboisement sur les conditions de drainage et, au besoin, de prévoir des mesures d'atténuation.

Aménatech, 2015. Photo-interprétation des milieux humides le long du corridor la ligne projetée Québec / New-Hampshire. Échelle de 1 : 15 000.

Caron, O., 2003. Synthèse et modèle cartographique 3D des formations quaternaires pour les bassins-versants des rivières Chaudière et Saint-François : géochronologie, stratigraphie et paléogéographie wisconsinienne du sud du Québec. Thèse de doctorat présentée au département des sciences de la terre et de l'atmosphère, Université du Québec à Montréal, 358 p.

Ministère de l'Énergie et des Ressources, 2016. Système d'information géominière du Québec [en ligne] http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/l11108_afchCartelIntr?IF Consulté en août 2016.

Parent, M. et Occhietti, S., 1999. Late Wisconsinian deglaciation and glacial lake development in the Appalachians of southeastern Quebec, Géographie physique et Quaternaire, vol. 53, n° 1, p. 117-135.

SIH, 2016. Système d'information hydrogéologique, Ministère du Développement durable, Environnement et Lutte contre les changements climatiques. Banque de données [en ligne] des forages réalisés en territoire québécois. <http://www.sih.mddep.gouv.qc.ca/index.html>. Consulté en août 2016

ANNEXE 1

FIGURE 1

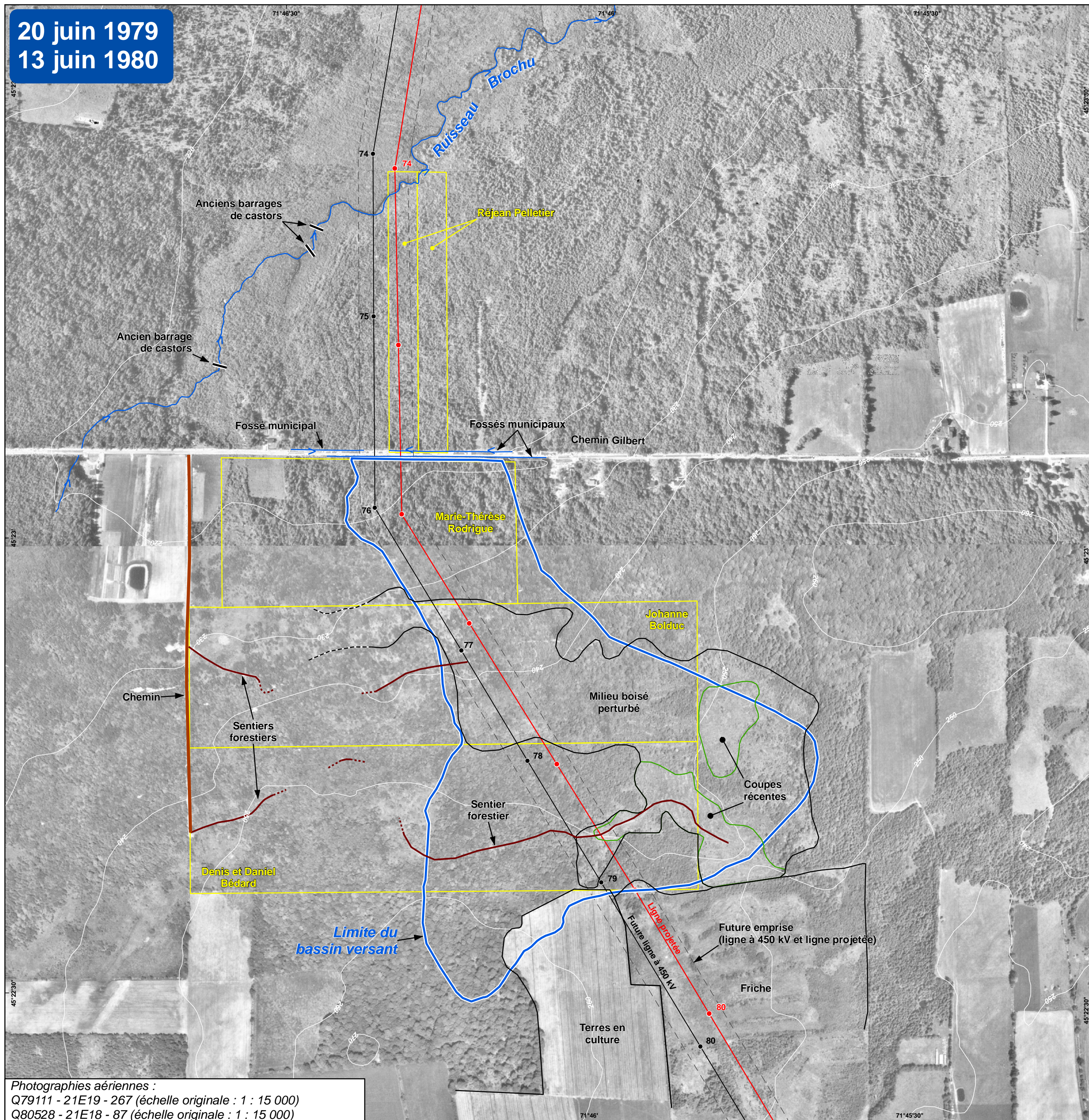
ÉVOLUTION DES CONDITIONS DE
DRAINAGE DANS LE SECTEUR DU
CHEMIN GILBERT ET DE LA PROPRIÉTÉ
RODRIGUE ENTRE 1979-80 ET 2013

Sources :
 Photographies aériennes et orthophoto selon l'année
 Données de projet: Hydro-Québec, 2015 et 2016
 Inventaires : Poly-Géo, 2016
 Cartographie : Poly-Géo
 Fichier : 7178_jci_002_r1_Rodrigue_160920.mxd

0 50 100 150 m

MTM, Niveau 7, NAD83 (SRS95),
 Équivalence des coordonnées : 10 m

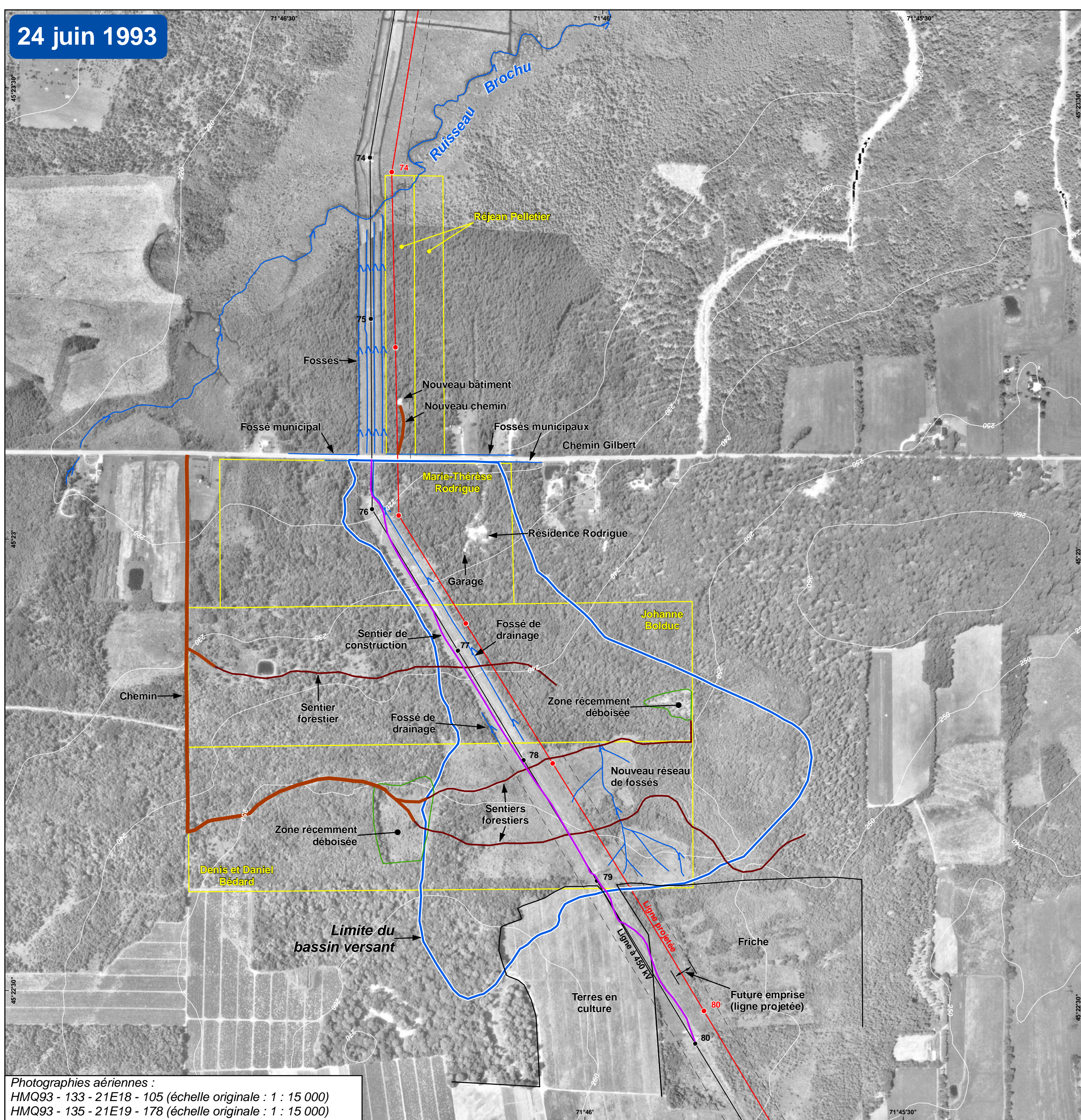
Septembre 2016



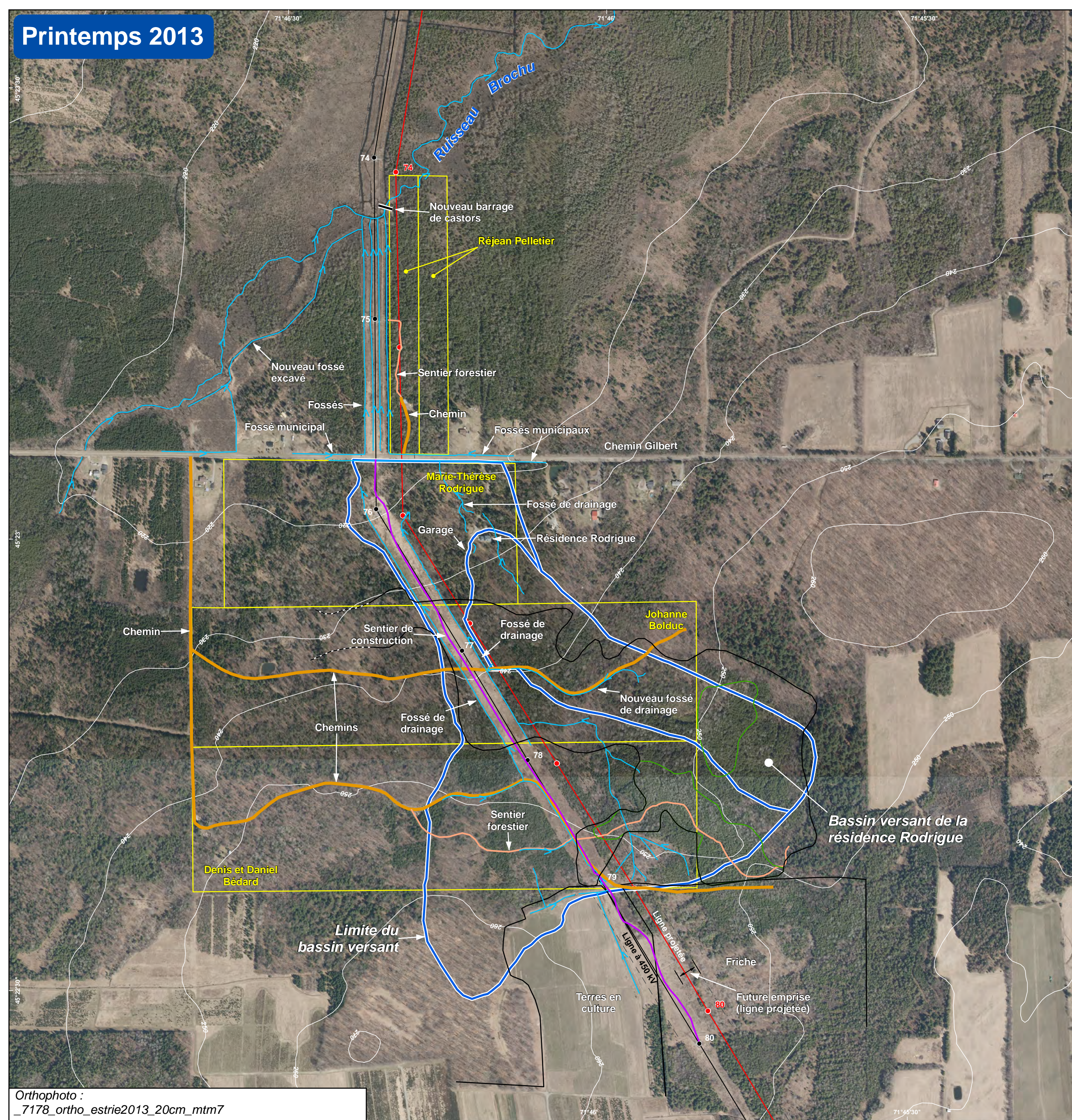
Photographies aériennes :
 Q79111 - 21E19 - 267 (échelle originale : 1 : 15 000)
 Q80528 - 21E18 - 87 (échelle originale : 1 : 15 000)



Photographie aérienne :
 HQ86DL101 - L3 - 137 (échelle originale : 1 : 15 000)



Photographies aériennes :
 HMQ93 - 133 - 21E18 - 105 (échelle originale : 1 : 15 000)
 HMQ93 - 135 - 21E19 - 178 (échelle originale : 1 : 15 000)



Orthophoto :
 7178_ortho_estrie2013_20cm_mtm7