

REVUE DE L'ORDRE DES  
ARPENTEURS-GÉOMÈTRES  
DU QUÉBEC

Volume 47 – numéro 3  
Hiver 2021



éomatique

# Le fleuve virtuel



UNIVERSITÉ LAVAL

**Intelligence artificielle en appui à la mobilité inclusive des personnes ayant des incapacités**

P. 16

VOLUMÉTRIE

**L'utilisation du drone pour la volumétrie des sites de dépôt à neige**

P. 22

HISTOIRE

**Charles Savary : hydrographe, cartographe et arpenteur-géomètre**

P. 32

Revue trimestrielle éditée sous l'égide  
de l'Ordre des arpenteurs-géomètres  
du Québec

Dépôt légal – 3<sup>e</sup> trimestre 1982  
Bibliothèque nationale du Québec  
– INDEXÉE DANS REPÈRE

Bibliothèque nationale du Congrès  
américain, Washington  
ISSN : 02286637

TOUS DROITS RÉSERVÉS

**Administration, rédaction, publicité,  
abonnements au siège social  
de l'Ordre**

IBERVILLE QUATRE  
2954, boulevard Laurier, bureau 350  
Québec (Québec) Canada G1V 4T2  
Tél.: 418 656-0730 – Téléc. : 418 656-6352  
www.oagq.qc.ca  
oagq@oagq.qc.ca

#### Collaborateurs

Jean-Sébastien Chaume, a.-g.  
M<sup>e</sup> Anik Fortin-Doyon, OAGQ  
Marjorie Fortin, OAGQ  
Abéné Rissikatou, a.-g., a.t.C.  
Corinne Thomas, OAGQ

#### Production d'articles et de publicités

*Géomatique* accueille avec plaisir et  
attention toutes propositions d'articles.  
Communiquez par courriel avec  
la responsable de la revue à  
marjorie.fortin@oagq.qc.ca.

#### Révision linguistique

Prose communication

#### Conception graphique et infographie

Communication Graphique Recto-Verso  
www.cgrectoverso.com

#### Impression

Numérix, une filiale de Solisco

#### Distribution postale

Groupe E.T.R.  
Société canadienne des postes  
Numéro de convention 40005817  
de la Poste-publications

#### Abonnement

Canada: 50 \$ (taxes en sus)  
Étranger (par avion): 70 \$  
oagq@oagq.qc.ca

#### Tirage

1 450 exemplaires

#### Copies numériques

1 130 abonnements

#### DESTINATION DE LA REVUE

La revue *Géomatique* est publiée  
à l'intention des intervenants dans  
les domaines de l'immobilier, des affaires  
municipales et de la géomatique.  
Les idées émises dans les articles n'engagent  
que la responsabilité des auteurs.

Toute reproduction totale ou partielle,  
de façon imprimée, électronique ou autre,  
sans la permission préalable de l'éditeur,  
est strictement interdite. La publication  
d'annonces publicitaires ne signifie  
aucunement que l'OAGQ se porte garant  
des produits et services annoncés, pas plus  
qu'elle ne confirme que les dénominations  
de sociétés qu'on y trouve sont conformes  
aux règlements les régissant.



## Message du président

### 4\_\_\_ Zones inondables et patrimoine culturel à l'avant-plan

Orlando Rodriguez, g., Ph. D.

## Réalité virtuelle

### 8\_\_\_ Le fleuve virtuel

Vincent Thomas, ing., M. Sc.  
Emmanuelle Doucet  
Benoit Duinat, M. Sc..



## Université Laval

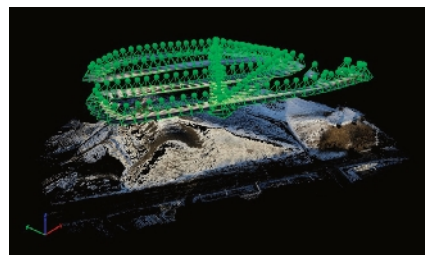
### 16\_\_\_ Intelligence artificielle en appui à la mobilité inclusive des personnes ayant des incapacités

Mir Abolfazl Mostafavi  
Sarrah Ghodhbane  
Xufeng Xing  
Sonia Rivest

## Volumétrie

### 22\_\_\_ L'utilisation du drone pour la volumétrie des sites de dépôt à neige

Simon Gignac, g.



## Comité de l'OAGQ

### 28\_\_\_ L'aventure 2020 des évaluations professionnelles de l'OAGQ : un succès !

Pierre Giguère, a.-g.

## Histoire

### 32\_\_\_ Charles Savary : hydrographe, cartographe et arpenteur- géomètre

Rock Santerre, a.-g., Ph. D.

## La relève

### 36\_\_\_ Bienvenue aux assermentés 2020 !

## Jurisprudence

### 38\_\_\_ Résumé de décisions

Anik Fortin-Doyon, avocate

## Références spéciales

### 40\_\_\_ Nouveautés technologiques

Jean-Sébastien Chaume, a.-g.

## AGenda

### 41\_\_\_ Calendrier des événements

Abéné Rissikatou, a.-g., a.t.C.

## À votre service

### 42\_\_\_ Bottin des firmes d'arpenteurs-géomètres et de géomètres



ÉQUIPEMENT D'ARPENTAGE

Laval • Québec • Sherbrooke • Saguenay • Moncton

ABTECH.CC



# IMAGINEZ

La puissance d'imagerie



## LEICA GS18 I

La cartographie est devenue plus simple, plus sûre et plus efficace que jamais. Découvrez le mobile GNSS RTK Leica GS18 I avec positionnement visuel. Avec celui-ci, vous pouvez mesurer sans effort les points que vous ne pouviez pas atteindre auparavant. Capturez le site avec le GS18 I et cartographiez les points à partir d'images. Un mobile GNSS RTK si innovant que vous pouvez mesurer avec précision les façades et les coins sans avoir besoin de changer d'outil. Une fois que vous avez capturé le site, vous pouvez mesurer chaque détail quand vous le souhaitez.

### DES SOLUTIONS PAR LE SERVICE



VENTE ET LOCATION



SUPPORT TECHNIQUE 24H  
7 JOURS PAR SEMAINE

#### LAVAL

4428, Autoroute 440  
Laval (Québec) H7T 2P7  
514 448-0356

#### QUÉBEC

2095, rue Frank-Carrel (suite 109)  
Québec (Québec) G1N 4L8  
418 907-2056

#### SHERBROOKE

204, rue Joseph-Robertson  
Sherbrooke (Québec) J1L 2X3  
819 566-6183

#### SAGUENAY

1934, rue Brisay  
Saguenay (Québec) G7K 0A3  
418 820-2399

SUPPORT TECHNIQUE 24H

SANS FRAIS

1 877-566-6183

# Zones inondables et patrimoine culturel à l'avant-plan

Au cours des derniers mois, l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec (OAGQ) a continué de participer aux tribunes publiques en déposant deux mémoires à l'Assemblée nationale sur deux importants projets de loi concernant les champs d'expertise des arpenteurs-géomètres. En correspondance avec mon engagement à faire rayonner l'Ordre lorsqu'il est question de protection du public en matière de propriété foncière au Québec, nous avons élaboré un premier mémoire relatif au projet de loi n° 67 et un deuxième mémoire concernant le projet de loi n° 69.

## MÉMOIRE À L'ÉGARD DU PROJET DE LOI N° 67

### Volet délimitation des zones inondables et diffusion publique de la cartographie des zones inondables

Le 22 octobre 2020, l'Ordre a déposé une lettre-mémoire à la Commission de l'aménagement du territoire de l'Assemblée nationale sur le projet de loi n° 67, *Loi instaurant un nouveau régime d'aménagement dans les zones inondables des lacs et des cours d'eau, octroyant temporairement aux municipalités des pouvoirs visant à répondre à certains besoins et modifiant diverses dispositions*.

Nous avons jugé nécessaire de faire connaître la position de l'OAGQ relativement à certains aspects du projet de loi, notamment le volet traitant de la délimitation des zones inondables et de la diffusion publique de la cartographie représentant les limites établies. Dans la revue *Géomatique* de l'automne dernier, je vous ai fait part des principaux éléments de la présentation de l'Ordre lors des consultations particulières de la Commission de l'agriculture, des pêcheries, de l'énergie et des ressources naturelles sur le projet de loi n° 35. Nous y avons exposé nos préoccupations à l'égard, notamment, de la diffusion de toute cartographie pouvant affecter le droit de propriété foncière, dont la cartographie des contraintes et en particulier la cartographie des zones inondables.

À la lumière des objectifs du projet de loi n° 67, l'OAGQ a réitéré le fait qu'il est favorable à l'initiative du gouvernement de diffuser toute information géospatiale pouvant servir à mieux informer le public, en rappelant toutefois ses préoccupations au législateur sur la nécessité que toute donnée pouvant affecter la propriété foncière, en particulier toute représentation cartographique qui concerne les limites de propriété, soit qualifiée et certifiée par un arpenteur-géomètre avant qu'elle

ne soit diffusée au public. En effet, le traitement de toute donnée servant à la localisation des contraintes pouvant affecter la propriété foncière, dans ce cas-ci des biens-fonds en zone inondable, requiert l'expertise de l'arpenteur-géomètre, puisque de telles contraintes nécessitent un positionnement précis par rapport aux limites de propriété.

Nous avons, en conséquence, souligné la nécessité de faire intervenir les arpenteurs-géomètres dans la détermination de l'approche méthodologique harmonisée pour la délimitation des zones inondables sur laquelle travaille présentement le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Il a été ainsi question de rappeler au législateur que l'élaboration de produits cartographiques qui rencontrent les plus hauts standards de qualité et de précision définis dans l'approche méthodologique doit passer par l'expertise de l'arpenteur-géomètre.

Le mémoire conclut en recommandant au législateur l'adoption de mesures nécessaires à la certification des produits cartographiques obtenus. Ces dernières visent à ce que l'expertise de l'arpenteur-géomètre soit exigée lors de l'élaboration de la cartographie des zones inondables ainsi qu'au moment de la mise à jour de telles représentations cartographiques, et ce, en considérant également la nécessité de mettre en place les outils cartographiques propres à l'approche de gestion par le risque.

## MÉMOIRE SUR LE PROJET DE LOI N° 69 Modification de la Loi sur le patrimoine culturel (LPC)

Le 2 décembre 2020, l'OAGQ a déposé un autre mémoire au législateur, celui-ci à la Commission de la culture et de l'éducation concernant le projet de loi n° 69, *Loi modifiant la Loi sur le patrimoine culturel et d'autres dispositions législatives*. Ce mémoire a été présenté par



Par Orlando Rodriguez, g., Ph. D.  
Président de l'OAGQ

« En correspondance avec mon engagement à faire rayonner l'Ordre lorsqu'il est question de protection du public en matière de propriété foncière au Québec, nous avons élaboré un premier mémoire relatif au projet de loi n° 67 et un deuxième mémoire concernant le projet de loi n° 69. »

Mme Nathalie Roy, ministre de la Culture et des Communications, le 29 octobre 2020.

Pour étudier le projet de loi et rédiger le mémoire, l'OAGQ a formé un comité présidé par M. Francis Roy, a.-g., et constitué principalement de membres de l'Ordre exerçant dans des régions et des municipalités à fort patrimoine culturel. À la suite des discussions qu'a menées le comité, ses membres ont formulé, dans le mémoire, des commentaires et des recommandations concernant quatre volets du projet de loi, soit :

- les opérations cadastrales contrôlées;
- la délimitation des aires de protection d'un immeuble patrimonial;
- la publicité foncière des mesures de protection et des autorisations;
- les pouvoirs règlementaires du gouvernement.

Ces différents éléments du projet de loi touchent de près la pratique quotidienne de l'arpenteur-géomètre et son champ d'exercice exclusif relatif au cadastre, à la description technique du territoire et à la confection de plans représentant son morcellement. Le mémoire nous a, de ce fait, permis de rappeler au législateur que l'arpenteur-géomètre a un rôle majeur à jouer pour garantir la sécurité juridique du territoire. Nous avons ainsi souligné que les obligations d'exactitude à l'égard de la délimitation des immeubles et de la représentation fidèle du morcellement foncier sont des actes qui demandent à l'arpenteur-géomètre une connaissance complète de toutes les législations et réglementations gouvernementales et municipales applicables à un immeuble.

L'arpenteur-géomètre doit, pour rencontrer ses obligations professionnelles, consacrer une partie de sa pratique à obtenir les informations officielles, pertinentes et fiables qui ont trait à la propriété foncière. Nous avons utilisé le mémoire pour rappeler à nouveau l'importance de la diffusion, par le gouvernement, de telles informations, tel qu'il était prévu dans le projet de loi n° 35, devenu le chapitre 17 des lois 2020.

Ainsi, les recommandations formulées par l'OAGQ dans le mémoire préconisent une gestion optimale de la diffusion et du repérage des informations nécessaires à la protection du public en matière de patrimoine foncier. L'Ordre a spécifiquement recommandé :

- 1 D'employer la terminologie des lois et règlements en vigueur en matière cadastrale;

- 2 D'apporter des précisions relativement à la proposition du projet de loi n° 69 de soustraire de l'application de la LPC tous les cas figurant sur un plan de cadastre vertical;

- 3 De considérer que les critères décisionnels devant être appliqués par la ministre dans le cadre de la procédure d'autorisation normale, introduits par les nouveaux articles 53.5 et 67.2 de la LPC, soient aussi applicables à la décision visant la régularisation d'une opération non autorisée prévue aux nouveaux articles 53.6 et 67.3 de la LPC;

- 4 De considérer que la délimitation d'une aire de protection adoptée par la ministre, en vertu de l'article 42 de la LPC, soit établie à partir d'une description technique et d'un plan rédigé et confectionné par un arpenteur-géomètre, conformément aux attributions et aux habilitations législatives prévues à la *Loi sur les arpenteurs-géomètres*;

- 5 De rendre obligatoire l'inscription, au registre foncier, d'un avis à l'égard des immeubles compris dans un site patrimonial déclaré par le gouvernement ainsi que des immeubles cités par les municipalités;

- 6 De publier, au registre foncier, tout plan et toute description technique d'une aire de protection avec l'inscription d'un avis sur la fiche immobilière de chaque lot qui en fait partie;

- 7 De publier, au registre foncier, les autorisations déjà rendues par la ministre ainsi que les éventuels actes de régularisation *post facto* des actes réalisés en contravention de la loi.

## UNE ANNÉE EXCEPTIONNELLE, MARQUÉE PAR DES PREMIÈRES

L'année 2020, année de la COVID-19, passera à l'histoire comme une année éprouvante à tous égards, mais aussi comme l'année qui nous a poussés à nous adapter et à nous réinventer pour être en mesure de continuer à vivre presque normalement. Je vous ai déjà parlé des différentes mesures adoptées par le bureau de l'OAGQ pour continuer à exercer ses activités, à conduire sa mission de protection du public ainsi qu'à tenir des réunions du conseil d'administration (CA), majoritairement virtuelles toutefois, au cours de la dernière année.

Le 28 octobre 2020, nous avons tenu la première assemblée générale annuelle (AGA) virtuelle de l'histoire de l'Ordre des

arpenteurs-géomètres du Québec avec grand succès. Au total, 287 membres ont participé à l'AGA virtuelle, grâce à laquelle ils ont pu prendre connaissance des différents rapports et des réalisations de l'Ordre de la dernière année.

Je tiens à souligner particulièrement le travail remarquable du comité des examinateurs, qui a permis la planification et la réalisation des évaluations professionnelles en mode virtuel pour la première fois. Les évaluations donnant accès à la profession d'arpenteur-géomètre devaient avoir lieu en mode présentiel, mais en raison des règles sanitaires imposées par le gouvernement, elles ont dû être remises à une date ultérieure. Souhaitant ne pas retarder à 2021 l'accès à la profession des futurs membres qui attendaient pour se présenter aux évaluations professionnelles, le CA a mandaté le comité des examinateurs pour étudier et proposer une alternative permettant aux candidats à la profession admissibles de compléter les évaluations en 2020.

M. Pierre Giguère, a.-g., président du comité des examinateurs, et M<sup>e</sup> Anik Fortin-Doyon, à la Direction des affaires juridiques de l'OAGQ, ont entrepris les actions nécessaires pour remplir le mandat donné par le CA. C'est ainsi qu'en novembre 2020, après plus de 750 heures de travail consacrées par le comité et avec la précieuse collaboration de M. Sébastien Bédard de l'équipe du Service du soutien à l'enseignement et de Mme Christine Moore de l'équipe de technopédagogie de la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique de l'Université Laval, les évaluations ont finalement eu lieu avec un franc succès.

Un total de 58 candidats ont participé au volet « évaluation foncière avec applications scientifiques » et 36 candidats ont pris part à l'évaluation portant sur la déontologie, les lois et les règlements. Les taux de réussite constatés sont comparables à ceux des années précédentes. J'en profite pour remercier également les membres de l'Ordre qui ont joué le rôle de surveillant virtuel, étant garants de l'honnêteté de nos candidats pendant les évaluations.

Une année si exceptionnelle ne pouvait pas passer à l'histoire sans la réalisation de cérémonies de prestation de serment virtuelles ! Pour une première fois encore dans l'histoire de l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec, deux cérémonies virtuelles (plutôt qu'une!) ont permis à nos nouveaux



confrères et nouvelles consœurs de finaliser ce merveilleux parcours au terme duquel leur nom a été intégré au tableau des membres de l'OAGQ en 2020. La première cérémonie a eu lieu le 12 novembre et nous a permis d'entendre 12 nouveaux membres prêter serment. La deuxième cérémonie, qui a eu lieu le 11 décembre, a permis à 16 nouveaux membres de faire la lecture des serments solennels.

## ACTIVITÉS DE REPRÉSENTATION

Le 29 octobre dernier, j'ai rencontré le sous-ministre associé au secteur Territoire du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), M. Daniel Gaudreau. La rencontre a été l'occasion de poursuivre nos réflexions conjointes sur les divers sujets auxquels s'intéressent les deux organisations. Nous avons repris les échanges sur les défis et les opportunités que représente l'éventuelle réalisation du cadastre des servitudes. Nous avons ensuite poursuivi les discussions sur le projet de loi n° 35 (chapitre 17 des lois 2020), par rapport notamment au rôle des membres de l'OAGQ dans l'élaboration et la certification de la cartographie des contraintes, et ce, dans une perspective de diffusion et de valorisation de l'information géospatiale. J'ai enfin fait le point sur l'état d'avancement de l'initiative de l'Ordre visant la modernisation de la *Loi sur les arpenteurs-géomètres*.

Le 19 novembre 2020, le directeur général et secrétaire de l'Ordre, M. Luc St-Pierre, a.-g., et moi-même avons participé à une rencontre organisée par l'Office des professions du Québec afin de discuter avec la nouvelle vice-présidente de l'Office, Mme Marielle Coulombe. Dans un premier temps, l'Office nous a présenté les principaux dossiers en cours de réalisation ainsi que les ambitions de

Mme Danielle McCann, ministre responsable du système professionnel. Nous avons par la suite communiqué certaines préoccupations à l'Office des professions pour favoriser et faciliter la modernisation de la loi particulière qui encadre l'exercice professionnel des arpenteurs-géomètres au Québec.

Le 7 décembre dernier, j'ai participé à une rencontre convoquée par M. Riccardo Binotto, directeur général de l'information géospatiale du secteur Territoire du MERN. La rencontre avait pour objectif de poursuivre les échanges entre le MELCC, le MERN et l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec pour donner suite au dépôt des mémoires de l'OAGQ concernant les projets de loi n°s 35 et 67.

À la suite des présentations du MELCC et du MERN, qui ont porté notamment sur le *Plan de protection du territoire face aux inondations*, je me suis permis d'évoquer les recommandations de l'OAGQ concernant le rôle que l'Ordre peut jouer dans le comité national d'experts en matière de gestion des zones inondables. Les membres de l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec sont les experts de la mesure du territoire et sont aptes à participer à la construction de l'approche méthodologique harmonisée qui encadrera l'élaboration des nouvelles cartographies des zones inondables. Ils doivent participer à la production des nouvelles cartes et sont les professionnels les mieux placés pour procéder à la validation des cartographies résultantes. D'autres rencontres sont prévues avec les deux ministères au cours desquelles se poursuivront les réflexions qui devraient mener à la prise en compte des recommandations qui ont été formulées par l'Ordre dans les mémoires présentés à l'égard de ces deux projets de loi. ■



Ordre des  
**Arpenteurs-Géomètres**  
du Québec

## Élections 2020-2021

L'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec est heureux de vous présenter les nouveaux membres de son conseil d'administration, qui ont commencé leur mandat le 29 octobre 2020 :

### Conseil d'administration

M. Orlando Rodriguez, g., président  
M. Alain Lépine, a.-g., vice-président  
M. Philippe Amyot, a.-g.  
Mme Mylène Corbeil, a.-g.  
M. Daniel Parent, a.-g.  
M. Guillaume Thériault, a.-g.  
M. Félix Tremblay, a.-g.  
Mme Marie Auger, administratrice nommée  
M. Paul Monty, administrateur nommé  
M. Pierre Paquette, administrateur nommé

Avec l'appui du directeur général et secrétaire, M. Luc St-Pierre, a.-g.

L'Ordre souhaite le meilleur des succès au président et à tous les administrateurs dans l'exécution de leur mandat.





# Récepteur GNSS Trimble R12i

—  
Un nouveau degré  
de précision



Compensation de  
l'inclinaison

Le système GNSS Trimble® R12i étend les capacités du **moteur de positionnement RTK révolutionnaire Trimble ProPoint™**, vous permettant d'effectuer la collecte de points précis sous les couverts forestiers. Grâce à la nouvelle fonction de **compensation d'inclinaison Trimble TIP™**, vous pouvez mesurer et implanter des points plus rapidement dans les environnements difficiles, sans devoir mettre votre jalon à niveau. Préparez-vous à accomplir plus de tâches que vous n'auriez jamais cru possibles.

**Communiquez avec un représentant des ventes pour planifier une démonstration !**

Utilisation simple, achats faciles.  
Apprenez-en davantage au [cansel.ca/R12i](http://cansel.ca/R12i)



## Le fleuve virtuel

En 2019, plus de 9000 mouvements de navires commerciaux ont été recensés au Québec<sup>1</sup>. Bien que la navigation maritime soit rigoureusement encadrée par une réglementation stricte pour garder ce type de transport très sécuritaire, il arrive parfois que des incidents, généralement mineurs, surviennent<sup>2</sup>. Pour prévenir des situations similaires et en identifier les éléments déclencheurs, des analyses sont effectuées. Pour ce faire, il est possible d'utiliser des simulateurs de navigation complexes, mais cela demande du temps et une expertise hautement qualifiée. Une autre option est d'animer, en 2D, sur des cartes, le mouvement des navires concernés. Cette solution est relativement simple à implémenter, mais offre des possibilités d'analyse beaucoup plus limitées.

### STUDIO MARITIME 3D

#### La réalité virtuelle comme outil d'analyse

C'est à la lumière de ce qui précède qu'Innovation maritime a eu l'idée du Studio maritime 3D, un simulateur simplifié dont l'un des objectifs est de reconstituer des événements maritimes dans un environnement 3D en utilisant la technologie de la réalité virtuelle pour offrir une nouvelle perspective d'observation. Pour réaliser ce projet, Innovation maritime a fait appel à l'expertise du Centre en imagerie numérique et médias interactifs (CIMMI) à qui il a confié le mandat de construire une représentation 3D réaliste du fleuve Saint-Laurent dans l'engin de jeu Unity (figure 1). À partir de cet environnement, il est possible de recréer les scénarios d'incidents grâce au système d'identification automatique des navires. Il

a été aussi constaté que cette maquette 3D pouvait servir à plusieurs usages, et d'autres fonctionnalités ont par conséquent été intégrées au simulateur. À terme, celui-ci permettra notamment de mettre sur pied un outil de formation et d'entraînement à la navigation. D'autres partenaires ont également été appelés à collaborer avec Innovation maritime pour explorer tous les aspects du projet, dont le laboratoire Co-DOT de l'Université Laval, qui étudie l'aspect cognitif de la navigation en situation de stress dans des conditions météorologiques défavorables, comme expliqué dans l'encart de cet article à la page 14.

### MODÉLISER LE FLEUVE EN 3D

La pierre angulaire du projet Studio maritime 3D est la maquette du fleuve. Le principal défi de l'expérience a été de gérer



Figure 1 : Vue de Montréal dans la maquette 3D



Vincent Thomas, ing., M. Sc.

*Ingénieur en géomatique depuis 2013 et chercheur au CIMMI depuis 2017, il se spécialise dans le développement d'applications géomatiques en 3D. Il a participé à des projets variés dans divers domaines, dont l'environnement, l'agriculture, l'exploitation forestière et la santé.*

Emmanuelle Doucet

*Emmanuelle Doucet est programmeuse chez Innovation maritime depuis 2016. Elle participe à la réalisation de divers projets au bénéfice du domaine maritime. Le développement d'applications mobiles et d'outils de formation en réalité virtuelle n'est qu'un exemple de ses champs d'expertise.*

Benoit Duinat, M. Sc.

*Ingénieur en vision numérique depuis 2009 en France, il poursuit son cursus au Québec avec une maîtrise en sciences géomatiques, puis comme professionnel de recherche au Centre de recherche en géomatique. Il est maintenant chercheur au CIMMI, où il travaille principalement sur des projets utilisant la réalité mixte (virtuelle et augmentée).*

1 Innovation maritime, avril 2020, Bulletin trimestriel numéro 15 [<https://www.statsmaritimes.com/Bulletin/No/15>], consulté le 27 novembre 2020.

2 Bureau de la sécurité des transports du Canada, 11 juin 2019, Événements de transport maritime en 2019, [<https://www.bst-tsb.gc.ca/ra/stats/marine/2019/ssm-ssmo-2019.html>], consulté le 27 novembre 2020.





Figure 2 : Mosaïque d'images du satellite Sentinel

une zone couvrant les milliers de kilomètres carrés entre Québec et Montréal dans un engin de jeux vidéo comme Unity. Mais d'abord, il était nécessaire d'acquérir les données essentielles à la construction de la maquette 3D.

### LA CHASSE AUX DONNÉES

La construction d'une maquette 3D nécessite plusieurs jeux de données géospatiales : le relief du fond du fleuve Saint-Laurent et son emprise géographique, les images satellite, les modèles numériques de terrain (MNT), les objets 3D d'éléments construits ainsi que la cartographie de zones boisées. Dans le contexte de ce projet, seules les données gratuites pouvaient être considérées.

### Bathymétrie et hydrographie

Les données bathymétriques ont été fournies par le Service hydrographique du Canada et suivent le nouveau standard S-102. Ces données ont été présentées dans une forme matricielle où la valeur de chaque pixel correspondait à l'élévation du lieu représenté. Selon l'endroit, les jeux de données présentaient le fond du fleuve avec trois résolutions différentes : avec des pixels carrés représentant 1,9 mètre, 9,5 mètres et 95 mètres de côté.

Dans le cas de l'hydrographie, les limites du fleuve Saint-Laurent ont été obtenues sur le site de Statistique Canada.

### Modèles numériques de terrain

Les deux jeux de données qui ont été utilisés pour reconstruire la topographie sont celui du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) et celui du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). Le modèle numérique de terrain du MFFP était d'une résolution spatiale plus fine que celui du MERN et a donc été priorisé là où les deux modèles étaient présents.

### Imagerie satellitaire

Trois sources différentes dans lesquelles puiser des images satellite pour texturer la maquette 3D existent : les grands joueurs de cartographie Web, les fournisseurs privés d'images satellite et les sites de données ouvertes. Cependant, les conditions d'utilisation des images provenant de Google Maps, de Microsoft Bing ou d'Esri étaient trop restrictives pour l'utilisation souhaitée et l'option d'acheter des images pour le projet a été écartée.

Certaines données ouvertes ont été rendues disponibles par le MFFP en deux jeux d'images. Le premier est une mosaïque du satellite Sentinel qui a une résolution de dix mètres par pixel (figure 2). Le second est une mosaïque hétérogène d'orthophotographies aériennes pour l'inventaire écoforestier. Cette mosaïque a une résolution variable et elle est composée d'images couleur, monochromes et infrarouges (figure 3).





**LAISSEZ VOTRE  
MARQUE  
DANS LE TEMPS**

**POUR TOUS VOS BESOINS EN REPÈRES  
D'ARPENTAGE ET DE GÉODÉSIE**

- repères fédéraux, provinciaux, piquetage, légal, cimetière
- stations, clous MAG NAILS
- balises témoin, marquage de ligne de lot, accessoires
- cible pour photogrammétrie

**PEU IMPORTE LE BESOIN, UNE SEULE ADRESSE :**

**J.P. MORASSE INC.**  
**1321, MARIE-VICTORIN, LÉVIS, QC G7A 4G4**  
**Tél.: 418.831.3811 1 800 463.6866**  
**Fax: 418.831.7827 1 800 463.8138**  
**www.morasse.com morasse@morasse.com**



Figure 3 : Mosaïque d'images pour l'inventaire écoforestier



Figure 4 : Vue de Québec dans la maquette 3D

Pour la première itération du projet, l'imagerie provenant du satellite Sentinel a été choisie pour permettre la création d'une maquette homogène sur le plan visuel. La mosaïque de photographies aériennes était trop hétérogène pour nos besoins, et la majorité des images étaient de moins bonne qualité au moment du développement. Au besoin, il serait possible de remplacer les images satellite utilisées par d'autres afin d'améliorer le rendu visuel de la maquette.

### Modèles 3D de villes

Encore peu de villes au Québec offrent une maquette 3D des bâtiments sur leur territoire. Il a été possible, dans le cadre de ce projet, d'obtenir celles de Montréal et de Québec.

La Ville de Montréal permet de télécharger sa maquette 3D datant de 2016 à partir de son site de données ouvertes. Les bâtiments de la métropole sont texturés et bien géoréférencés.

La maquette 3D de Québec a été fournie gracieusement par la Ville dans le cadre de ce projet. Elle est complète et bien géoréférencée, mais elle n'est pas texturée (figure 4).

Les données d'OpenStreetMap ont également été utilisées pour la création de modèles 3D. L'utilitaire OSM2World a permis d'extruder l'empreinte au sol des bâtiments et de sauvegarder le tout dans un fichier 3D.

D'autres objets, notamment les amers, les ponts et d'autres points de repère importants, ont été soit modélisés par l'équipe du projet, soit récupérés depuis le SketchUp Warehouse.

### Végétation

Dans la version actuelle du simulateur, seuls les arbres ont été ajoutés à partir de données provenant du portail Forêt ouverte du MFFP. Le jeu de données est composé de polygones qui représentent chacun une zone boisée. Ces zones contiennent entre autres les informations sur la densité, l'essence et la hauteur des arbres.

### LE TRAITEMENT DES DONNÉES GÉOSPATIALES

Une fois toutes les données récupérées, la préparation des milliers de tuiles recréant le territoire entre Québec et Montréal a été effectuée.

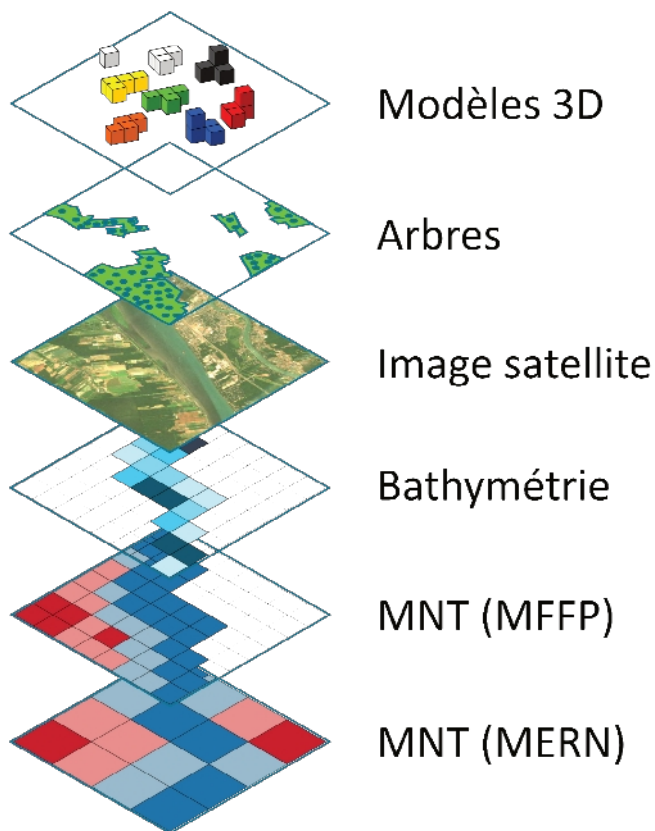


Figure 5 : Couches de données utilisées pour la génération de la maquette 3D

Les logiciels libres QGIS et GDAL ainsi que le langage Python sont au cœur du processus d'intégration de toutes ces données. Un effort a été fait pour automatiser le processus qui est configurable, et peu de manipulations à la pièce ont été requises. La figure 5 montre l'ordre des couches de données qui ont été utilisées pour monter la maquette 3D.

### Système de coordonnées et quadrillage

Concernant le choix d'un système de référence spatiale, la projection UTM a été rejetée puisque la zone recréée s'étend sur plusieurs fuseaux et qu'il aurait été complexe de gérer le changement d'origine dans l'application finale lorsqu'un bateau serait passé d'un fuseau à un autre, par exemple. La projection retenue, la projection conique de Lambert dont l'unité est le mètre, se prête mieux à notre région d'intérêt et est souvent utilisée pour représenter tout le Québec.

L'étape qui suivait le choix de la projection était de définir un quadrillage dans la projection de Lambert. Ce quadrillage sera utilisé par le simulateur afin de ne montrer que les tuiles nécessaires dans l'application finale. Chaque tuile définie fait un kilomètre carré et porte un nom spécifique permettant de la positionner précisément sur le territoire.

### Modèle numérique de terrain

Les MNT sous forme d'images recoupant notre zone d'intérêt ont été identifiés et téléchargés automatiquement (figure 6). Ceux-ci ont ensuite été projetés et découpés selon le quadrillage.



Figure 6 : Modèle numérique de terrain

### Bathymétrie

Une fois les fichiers bathymétriques traités, les pixels ne renvoyant pas de valeur ont été interpolés. Puis, les fichiers de bathymétrie ont ensuite été découpés selon chacune des tuiles (figure 7). Les pixels situés hors de l'emprise du fleuve Saint-Laurent, selon les données hydrographiques, se sont vu attribuer une valeur nulle.

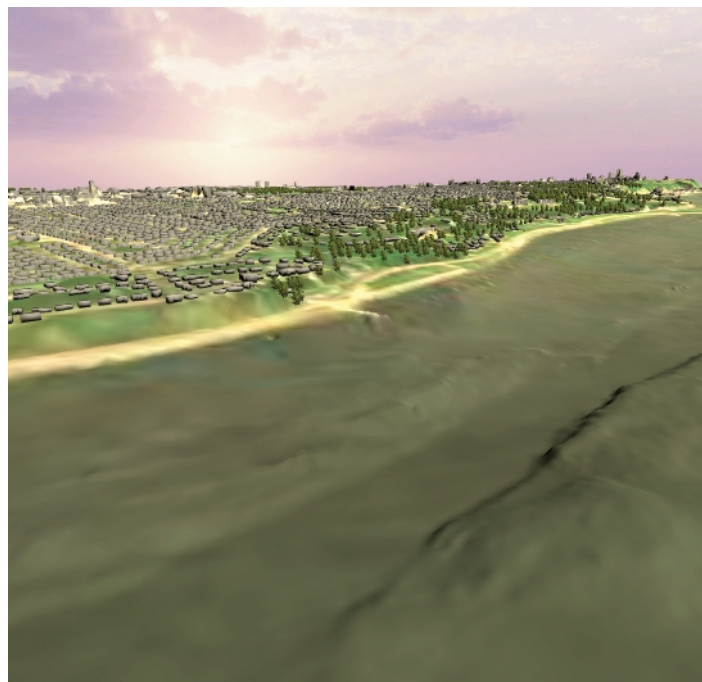


Figure 7 : Une fois l'eau retirée, le chenal est visible

### Fusion MNT et bathymétrie

Pour chacune des tuiles, la valeur en élévation des pixels a été déterminée en utilisant les données les plus précises, soit en priorisant la bathymétrie, puis en recourant au MNT du MFFP et, enfin, à celui du MERN. La fusion de ces données a produit des images où la valeur des pixels représente leur élévation par rapport au niveau moyen des mers en mètres. Un module sur mesure a été développé dans Unity pour transformer ces images en des objets spécifiques de type terrain.





Figure 8 : Arbres ajoutés dans les zones boisées



Figure 9 : Vue des arbres dans la maquette 3D

### Imagerie satellitaire

Les images satellite ont été découpées dans le système de tuilage utilisé dans l'application, puis elles ont été drapées directement sur le terrain généré dans Unity.

### Arbres

Une fois les terrains créés, les modèles d'arbres 3D ont été ajoutés à partir de la cartographie écoforestière produite par le MFFP. Un total d'environ 800 000 arbres ont été plantés aléatoirement dans les zones boisées sur les côtes du fleuve, selon la densité du couvert forestier, et chacun d'eux est représentatif de la hauteur et du type de couvert forestier (figures 8 et 9).

### Maquette 3D

La maquette 3D de la ville de Montréal a été récupérée depuis son portail de données ouvertes. Le logiciel FME a été utilisé pour convertir ce modèle 3D de format CityGML en modèle de format standard pour les jeux vidéo (OBJ).

Le format OBJ consiste en un fichier texte dans lequel les objets sont décrits au minimum par une liste de sommets et de faces. Il est donc facile de lire ce fichier avec n'importe quel langage de programmation et de transférer les coordonnées qui y sont inscrites vers un autre système de référence cartographique. C'est ce que nous avons fait avec la maquette de la ville de Québec qui nous a été fournie en format OBJ. Un simple script a transformé les

coordonnées présentes dans le fichier OBJ vers la projection de Lambert, ce qui a rendu le modèle 3D directement intégrable dans notre système géographique dans Unity.

### MÉCANIQUE D'AFFICHAGE DES TUILES

L'affichage d'un nombre restreint de tuiles à la fois dans le simulateur est nécessaire pour conserver un nombre élevé de rendus par seconde, un enjeu commun à toutes les applications de réalité virtuelle.

La stratégie mise en place a été d'afficher seulement les tuiles et les modèles 3D susceptibles d'être visibles par l'utilisateur. Quant à l'approche retenue, elle a été de diviser le territoire en deux catégories. La première catégorie comprenait les tuiles dans l'emprise du fleuve Saint-Laurent et sur les côtes. Elles ont été créées à l'avance de manière automatique, puis sauvegardées en cache. Elles présentent un niveau de détail élevé et sont parsemées de végétation puisque susceptibles d'être visibles de près par l'utilisateur. Toutes les autres tuiles tombent dans la seconde catégorie, celle des tuiles éloignées du fleuve, qui sont créées à la volée en basse résolution, sans végétation.

Pour présenter une quantité limitée de tuiles à la fois, le simulateur priorise les tuiles de catégorie 1 lorsque l'utilisateur est situé sur le fleuve, comme s'il pilotait, ce qui a pour effet d'afficher davantage de tuiles le long du fleuve (catégorie 1), donc de lui permettre de voir au loin, vers l'aval et l'amont (figure 10). Lorsque l'utilisateur se déplace sur la terre ferme, les tuiles affichées forment un carré autour de lui (figure 11).



Figure 10

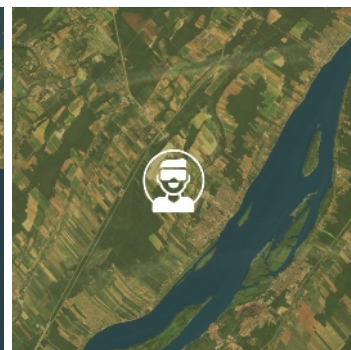


Figure 11

Un groupe de tuiles peut être toujours visible, même s'il est loin de l'utilisateur. C'est le cas, par exemple, du mont Bélair qui est utilisé comme repère par les pilotes du Saint-Laurent.

Tous les objets 3D, dont les coordonnées sont dans la projection de Lambert, sont positionnés automatiquement au bon endroit dans le monde virtuel. Il est aussi possible d'ajouter un objet 3D selon un système de coordonnées locales en mètres dont le point pivot est connu en coordonnées géographiques (latitude et longitude).

Une fois toutes ces opérations effectuées et le tout intégré par Innovation maritime dans le simulateur, il est possible, à partir d'un ordinateur ou avec un casque de réalité virtuelle, de se déplacer sur tout le territoire québécois du fleuve Saint-Laurent. Dans cette interface, on peut également ajouter des embarcations nautiques en mouvement pour étudier, selon différents points de vue, un événement maritime donné.



Figure 12 : Prise de vue à l'intérieur d'un navire

## RECONSTITUER DES INCIDENTS

### Système d'identification automatique

En vertu de la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS) et de la réglementation canadienne, les navires de croisière et pratiquement tous les navires commerciaux qui naviguent au Canada doivent être munis d'un système d'identification automatique (AIS)<sup>3</sup>. Les navires dotés de ces systèmes transmettent automatiquement et de façon continue divers messages destinés aux autres navires et aux stations terrestres. Ces messages contiennent de précieuses informations très utiles lors de la navigation, notamment pour prévenir les situations d'abordage, permettre l'échange d'informations, localiser des embarcations en situation de sauvetage, etc<sup>4</sup>.

Outre le fait qu'ils sont transmis en temps réel, les messages AIS échangés avec les stations terrestres peuvent être conservés pour des besoins ultérieurs. C'est le cas lors de l'analyse d'incidents maritimes. En effet, bien qu'ils soient plutôt rares, les incidents peuvent être reconstitués grâce aux informations contenues dans les messages AIS. Pour chaque message transmis de type « compte rendu de position<sup>5</sup> », une coordonnée est associée avec, entre autres, une date et une heure ainsi que la vitesse sur le fond et le cap réel du navire. En analysant ces messages, il est donc possible de reconstituer fidèlement les trajets effectués par les navires.

### Éditeur d'événements maritimes

L'éditeur de scénarios, conçu de toutes pièces par Innovation maritime et qui est intégré dans Studio maritime 3D, permet d'importer des fichiers de messages AIS pour générer les trajets des navires. Ensuite, il est possible de configurer plusieurs éléments de la simulation tels que les modèles de navires, le positionnement des antennes AIS sur ceux-ci, la zone ciblée pour la reconstitution et le profil météorologique. De plus, des caméras peuvent être positionnées aussi bien dans l'environnement qu'à l'intérieur des navires (figure 12). Ces caméras permettent d'observer sous divers angles la situation reconstituée. Finalement, en seulement

quelques minutes, il est possible de configurer une simulation qui pourra être analysée maintes fois par la suite.

### S'immerger dans une simulation

Au lancement d'une simulation, les paramètres contenus dans le fichier de scénario sont envoyés aux différents sous-systèmes qui les initialisent. Ensuite, les points composant un trajet sont projetés et positionnés dans l'environnement 3D. Le même principe de positionnement est appliqué par les éventuelles caméras libres qui ne sont pas associées à un navire. Finalement, lorsque la simulation est en marche, les mouvements des navires sont lissés au fur et à mesure des déplacements pour combler les écarts entre les transmissions des messages AIS.

Bien qu'une simulation puisse être observée en mode standard sur le moniteur de l'ordinateur, l'un des intérêts de Studio maritime 3D est de pouvoir s'immerger directement dans l'environnement virtuel. Pour bénéficier de cette nouvelle perspective d'observation, il faut être muni d'un casque de réalité virtuelle (RV). Les casques de RV sont composés de deux écrans, un pour chaque œil. Contrairement aux moniteurs d'ordinateur, l'effet de profondeur qu'ils créent est réellement visible. Par ailleurs, des capteurs intégrés à même ces casques permettent de visionner sur 360° et de pouvoir se déplacer physiquement dans l'environnement virtuel. Les incidents maritimes peuvent donc être observés et analysés sous divers points de vue, grâce aux multiples caméras, et ce, dans des perspectives réelles.



**POUR VOS BESOINS EN IMAGERIE AÉRIENNE À PETITE ÉCHELLE, LIDAR PAR DRONE, INVENTAIRE DE CARRIÈRES, VOLUMÉTRIE, PLAN DE LEVÉ ET AUTRES.**

**ARPENTAGE PARCIEL INC.**  
IMAGERIE PAR DRONE  
PASCAL MERCIER S.G.  
418-332-4714  
INSPECTION ET PHOTOGRAMMÉTRIE  
VOLUMÉTRIE  
NUAGE DE POINTS

Une division de : **Géoterram**  
Apprentissage & géomatique inc.

1 - 8 6 6 - 3 9 2 - 4 7 1 4

3 Gouvernement du Canada, 25 mars 2019, Système d'identification automatique de bord, section 3. *Quels navires utilisent le Système d'identification automatique?* [<https://www.marinfo.gc.ca/e-nav/docs/ais-ships-fra.php>] (Consulté le 27 novembre 2020).

4 Gouvernement du Canada, 25 avril 2019, section 1. *Aperçu du Système d'identification automatique des navires.* [<https://www.marinfo.gc.ca/e-nav/docs/ais-index-fra.php>] (Consulté le 27 novembre 2020).

5 Gouvernement du Canada, 12 mars 2019, *Liste des messages AIS.* [<https://www.marinfo.gc.ca/e-nav/docs/list-of-ais-messages-fra.php>] (Consulté le 27 novembre 2020).

## CONCLUSION

Cette première version de Studio maritime 3D montre le potentiel d'un tel outil à offrir une expérience réaliste de la navigation sur le fleuve à un analyste, à un apprenti pilote ou même à un pilote expérimenté. En conjonction avec le système d'identification automatique présent sur tous les navires, il permet d'étudier sous un angle nouveau les incidents dans un environnement beaucoup plus riche. La construction de la maquette 3D et sa représentation fidèle dans un engin de jeu vidéo présentaient un défi de taille qui n'aurait pu être relevé sans les données et les outils ouverts. À ce sujet, l'équipe tient donc à remercier les différents ministères, organisations et municipalités qui partagent leurs données géospatiales.

Maintenant que ce défi de création d'une maquette 3D fonctionnelle du fleuve Saint-Laurent a été relevé, la porte est ouverte pour finaliser l'outil de recréation des incidents et poursuivre le développement des fonctionnalités d'aide à la formation pour la navigation sur le fleuve Saint-Laurent en incluant les principes de distorsion de la perception en situation de stress. Cela aura pour avantage de permettre aux pilotes actuels et futurs de se pratiquer en vivant une expérience immersive de scénarios sur mesure créés grâce à la recherche en perception sans avoir à utiliser une salle et une technologie uniquement destinées à cet effet.

## Collaborateurs et notice légale

Les auteurs aimeraient saluer la collaboration de la Corporation des pilotes du Saint-Laurent central, de l'Institut maritime du Québec, du Centre d'expertise en gestion des risques d'incidents maritimes, du Réseau Québec Maritime et son programme Odyssée, de la Ville de Québec, de la Ville de Montréal et finalement du Service hydrographique du Canada. Ils remercient aussi Marie-France Arsenault pour la révision du texte.

Le présent produit appartient à Innovation maritime et repose sur des cartes ou des données du Service hydrographique du Canada (SHC). Il ne répond pas aux exigences du *Règlement sur les cartes marines et les publications nautiques* (1995) et il n'est PAS destiné à la navigation. Vous ne devez pas le considérer comme un produit ayant le soutien, une certification ou l'approbation du SHC. L'accès aux données bathymétriques s'est fait dans le cadre d'un projet de développement et sous licence avec le SHC.



## Un outil de formation et d'entraînement à la navigation

*Katherine Labonté, Ph. D., chercheure postdoctorale, École de psychologie, Université Laval (katherine.labonte.1@ulaval.ca)*

*François Vachon, Ph. D., professeur titulaire, École de psychologie, Université Laval (francois.vachon@psu.ulaval.ca)*

Devant l'immense quantité d'informations qui l'entourent, l'humain est généralement capable de se concentrer sur celles qui sont nécessaires à ses activités courantes et d'ignorer celles qui ne lui semblent pas pertinentes. Cette capacité, qu'on nomme attention sélective, peut s'avérer une force qui lui permet d'éviter d'être surchargé par les informations environnantes. L'attention sélective peut toutefois aussi s'avérer une faiblesse. En effet, si un individu effectue une activité particulièrement exigeante sur le plan cognitif, il peut négliger des informations circulant hors de son focus attentionnel, et ce, même si ces informations sont pertinentes pour sa tâche. Ce phénomène porte d'ailleurs un nom évocateur. Lorsqu'une personne ne réagit pas à une stimulation sonore parce que son attention est portée ailleurs, on dit qu'elle est victime de *surdité inattentionnelle*. De la même façon, une surcharge cognitive peut mener à la *cécité inattentionnelle*, qui se produit lorsqu'un individu ne perçoit pas un stimulus visuel pourtant saillant (parfois même alors qu'il a posé les yeux sur ledit stimulus!). Ces phénomènes peuvent survenir chez tous les individus, qu'ils connaissent peu ou en profondeur la tâche qu'ils ont

à effectuer. Par exemple, Dehais et ses collaborateurs (2014) ont réalisé une étude auprès de pilotes d'avion aguerris effectuant une manœuvre d'atterrissage. Les chercheurs ont montré que la nécessité de négocier avec un cisaillement de vent (c'est-à-dire un changement rapide de la force et de la direction des vents) diminuait les chances que les pilotes aient conscience des alarmes sonores et visuelles indiquant une défectuosité du train d'atterrissage de leur appareil. Heureusement, cette étude a été réalisée dans un simulateur. Cependant, dans une véritable situation de pilotage, ne pas être en mesure de détecter de telles alarmes risquerait de mener à un écrasement d'avion (pour davantage d'informations vulgarisées à propos de la surdité et de la cécité inattentionnelles, voir Vachon et Tremblay, 2019).

Parce qu'il est indispensable aux pilotes de percevoir adéquatement leur environnement et d'être conscients des situations, il est crucial de trouver des solutions pour leur éviter de faire involontairement abstraction d'éléments importants pour leur tâche en raison de leurs limites cognitives. C'est le cas non seulement des pilotes d'avion, mais également des pilotes maritimes. En effet, des études ont montré que jusqu'à 80 % des erreurs maritimes sont attribuables à des facteurs humains (voir Grech, Horberry et Koester, 2008). La formation des pilotes semble une voie appropriée pour les aider à corriger leurs failles attentionnelles. En effet, prendre connaissance de l'existence des phénomènes de surdité et de cécité inattentionnelles et reconnaître que personne n'en est à l'abri (pas même les pilotes expérimentés) permet de réduire les risques qui y sont associés. De plus, avoir déjà été exposé à une situation de vulnérabilité cognitive permet d'en être conscient et de diminuer les répercussions d'une situation semblable qui pourrait survenir dans l'avenir. Par exemple, dans l'étude de Dehais et ses collaborateurs citée précédemment, le problème de train d'atterrissage était

rencontré dans deux scénarios : avec et sans cisaillement de vent. Les résultats ont montré que les pilotes s'exerçant tout d'abord avec le scénario sans vents violents avaient 5 fois plus de chances de détecter les alarmes en présence de vents violents que les pilotes qui expérimentaient le cisaillement de vent en premier. Ainsi, le fait d'avoir été confronté à un incident critique (ici, une défektivité du train d'atterrissage) semble favoriser une meilleure reconnaissance du problème et, par conséquent, l'adoption des actions appropriées lorsqu'une situation similaire est subséquemment rencontrée.

Le studio d'analyse maritime 3D peut d'ailleurs servir d'outil pour aiguïser les connaissances des pilotes maritimes en ce qui a trait aux limites cognitives de l'humain et pour leur permettre de se familiariser avec des situations mettant leurs capacités attentionnelles à l'épreuve. Considérant que toute erreur de pilotage dans le monde réel peut mener à des conséquences graves, l'utilisation de ce simulateur est avantageuse puisqu'elle permet de placer un apprenti pilote en contexte réaliste sans mettre sa sécurité ou celle du public en péril. Le rôle des chercheurs en psychologie cognitive impliqués dans le développement du studio 3D est de concevoir des scénarios de formation qui seront intégrés au simulateur. Puisqu'ils se distinguent entre autres par la zone de navigation, l'intensité du trafic maritime, le moment de la journée et les conditions environnementales qu'ils contiennent, les scénarios créés génèrent des niveaux variables de charge mentale chez les apprentis pilotes. Ils incluent également des incidents et des alarmes plus ou moins faciles à détecter. Les pilotes pourront ainsi réaliser que les éléments qu'ils ne voient pas en situation de surcharge mentale peuvent pourtant être bien visibles en d'autres circonstances moins exigeantes. Grâce à la rétroaction fournie par des experts maritimes, les scénarios seront aussi élaborés en ciblant des situations critiques que les pilotes sont susceptibles de rencontrer dans le cadre de leur travail. Se soumettre à ces scénarios leur permettra de reconnaître plus rapidement les situations qu'ils présentent et d'être mieux préparés à y faire face lorsqu'elles se produiront sur le terrain. Studio maritime 3D est donc un outil prometteur pour l'entraînement des pilotes et la prise de conscience de leurs vulnérabilités cognitives. Ce simulateur pourra sans doute favoriser une meilleure conscience de la situation chez les apprentis pilotes lorsqu'ils seront placés en situation de stress ou de surcharge mentale.

### Références

Dehais, F., Causse, M., Vachon, F., Régis, N., Menant, E., & Tremblay, S. (2014). « Failure to detect critical auditory alerts in the cockpit : Evidence for inattentive deafness ». *Human Factors*, 56(4), 631-644. [<https://doi.org/10.1177/0018720813510735>]

Grech, M. R., Horberry, T. J., & Koester, T. (2008). *Human Factors in the Maritime Domain*. CRC Press. [<https://doi.org/10.1201/9780429355417>]

Vachon, F., & Tremblay, S. (2019). « Y a-t-il un pilote dans l'avion? Quand l'attention rend le pilote sourd et aveugle », dans S. Grondin (Éd.), *La psychologie au quotidien 4* (p. 111-134), Presses de l'Université Laval. ■



**GENEQ inc.**  
INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES

## ARPENTAGE & GÉOMATIQUE

### RÉCEPTEUR GNSS RTK modèle F90



- GPS, GLONASS, Galileo, Beidou, QZSS et SBAS
- Multifréquence: L1-L2-L5
- 336 canaux
- Précision sous 1 cm en mode RTK (radio UHF interne ou module 4G cellulaire)
- Capteur d'inclinaison/bulle électronique
- Mémoire interne SSD de 8 Go
- Batterie interchangeable pour les longues journées de travail
- Compatible avec correction RTX (L-band)
- Connectivité Bluetooth compatible (Android et Windows)

### TABLETTE TOUT-EN-UN modèle SXtab RTK

*nouveau*



- Précision de 2 cm avec réseau RTK
- Android 7.0 compatible avec des centaines d'applications
- Capturer et traiter vos données sur un seul appareil
- Option de pôle et antenne GNSS externe pour arpentage
- IP65 résistant à toutes les intempéries

[www.geneq.com](http://www.geneq.com)

[info@geneq.com](mailto:info@geneq.com)

1-800-463-4363

# Intelligence artificielle en appui à la mobilité inclusive des personnes ayant des incapacités



Mir Abolfazl Mostafavi

Centre de recherche en données et intelligence géospatiales, Université Laval

Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale, Université Laval

Sarra Ghodhbane

Centre de recherche en données et intelligence géospatiales, Université Laval

Xufeng Xing

Centre de recherche en données et intelligence géospatiales, Université Laval

Sonia Rivest

Centre de recherche en données et intelligence géospatiales, Université Laval

Selon l'Enquête canadienne sur l'incapacité (ECI) de 2017, 16,1% des Québécoises et Québécois de 15 ans et plus ont une incapacité. Cette proportion représente environ 1 053 350 personnes. Parmi cette population, 6,3 % ont une incapacité légère (414 090), 3,3 % ont une incapacité modérée (213 070), 3,1 % ont une incapacité grave (202 840) et 3,4 % ont une incapacité très grave (223 350)<sup>1</sup>. Pour être actives et pour réaliser leurs activités quotidiennes, les personnes ayant des incapacités (PAI) doivent être en mesure de se déplacer librement dans les environnements extérieurs (ex. : réseau piétonnier, intersections, parcs, etc.) et dans les environnements intérieurs (ex. : bâtiments publics, stations de métro, hôpitaux, centres commerciaux, etc.). L'inaccessibilité de ces environnements limite non seulement leur déplacement, mais elle réduit aussi leur droit à une pleine participation sociale. Alors, toute action visant à réduire les contraintes de mobilité contribuera à promouvoir cette participation sociale<sup>2</sup>.

Malheureusement, la conception traditionnelle des environnements urbains incluant des infrastructures et des services offerts à la population est fondée en grande partie sur une perception standard du citoyen autonome, performant et sans incapacité. Ceci limite grandement la mobilité et l'exercice de la pleine citoyenneté des PAI. Pour permettre à ces personnes de vivre d'une façon indépendante et de participer pleinement à tous les aspects de la vie en accédant à l'environnement physique et social, au transport, aux technologies de l'information et aux autres infrastructures et services publics, des mesures appropriées devraient être prises. Le droit des PAI à une pleine participation sociale est reconnu dans la *Loi assurant l'exercice des droits des personnes handicapées en vue de leur intégration scolaire, professionnelle et sociale*<sup>3</sup>,

loi à laquelle doivent se soumettre toutes les municipalités québécoises de plus de 15 000 habitants.

L'un des grands défis des PAI est de trouver des itinéraires accessibles pour leurs déplacements en ville. En particulier, les utilisateurs de fauteuil roulant manuel, soit près de 200 000 Canadiens<sup>4</sup>, ont de nombreux obstacles à surmonter lors de leurs déplacements. Il s'agit entre autres des marches, des pentes, des seuils, des trous, des traverses de rue, des trottoirs enneigés, etc. Ces utilisateurs doivent expérimenter divers chemins pour trouver celui qui leur convient davantage, mais il est parfois nécessaire qu'ils fassent un détour, qu'ils demandent de l'aide ou qu'ils abandonnent complètement l'idée de se déplacer à un certain endroit, faute de trouver un trajet adapté à leurs capacités. Dans le but de venir en aide à ces

1 Office des personnes handicapées du Québec (OPHQ) (2019). « L'enquête canadienne sur l'incapacité de 2017 », *Bulletin Passerelle*, vol. 11, N° 1, 4 p.  
2 Le Breton, E. (2005). *Bouger pour s'en sortir : Mobilité quotidienne et intégration sociale*, Éditions Armand Colin.  
3 LégisQuébec (2020). E-20.1 - *Loi assurant l'exercice des droits des personnes handicapées en vue de leur intégration scolaire, professionnelle et sociale*.  
4 Smith, E. M., Giesbrecht, E. M., Mortenson, W. B., Miller, W. C., 2016. « Prevalence of Wheelchair and Scooter Use Among Community-Dwelling Canadians », *Physical Therapy*, vol. 96, N° 8, p. 1135-1142.



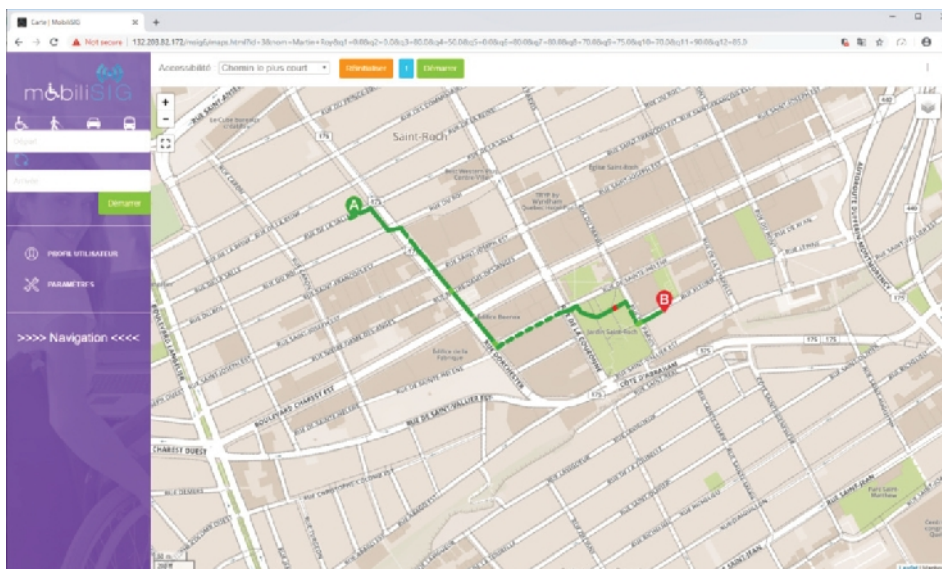


Figure 1 : Interface de l'application MobiliSIG pour la planification d'itinéraires et la navigation des personnes à mobilité réduite

personnes, le groupe de recherche MobiliSIG<sup>5, 6, 7</sup>, sous la direction du professeur Mir Abolfazl Mostafavi, s'intéresse à l'évaluation de l'accessibilité des lieux en appui au développement d'outils d'assistance à la mobilité des PAI. Le groupe de recherche a développé une application de navigation appelée « MobiliSIG » (figure 1) qui permet aux utilisateurs de créer leur profil basé sur leur niveau de confiance à se déplacer dans différentes conditions environnementales<sup>8</sup>. Des itinéraires personnalisés indiquant les niveaux de difficulté des différents segments sont proposés. Pour le développement de cette application, l'équipe des chercheurs a activement collaboré avec le Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale (CIUSSS-CN), la Ville de Québec et des organismes actifs dans le domaine de la participation sociale des PAI, dont l'Institut de réadaptation en déficience physique de Québec (IRDPQ), le Regroupement des organismes de personnes handicapées de la région 03 (ROP 03) et le Centre de ressources et d'innovation – Mobilité handicap (CEREMH) de France.

L'un des défis majeurs de la cartographie de l'accessibilité des lieux pour la mobilité des PAI est l'accès à des informations détaillées et précises des scènes urbaines.

Les méthodes traditionnelles d'acquisition, de traitement et de mise à jour de données pertinentes à l'analyse de l'accessibilité de l'environnement urbain sont généralement peu efficaces et très coûteuses en temps et en argent. Dans ce contexte, la technologie lidar représente une solution intéressante pour l'acquisition de données très détaillées et précises sur les diverses composantes de l'environnement.

L'originalité de la solution MobiliSIG réside, entre autres, dans sa base de données spatiotemporelles de l'accessibilité des lieux d'un niveau de détail et de précision sans précédent. Pour parvenir à fournir de telles données, notre équipe vise à profiter du potentiel des méthodes issues de l'intelligence artificielle (IA) pour l'extraction automatisée de l'information pertinente à la mobilité des PAI à partir de données de lidar mobile. Cet article présente un aperçu des dernières avancées des travaux du groupe de recherche MobiliSIG, en particulier ceux de deux étudiants sous la direction du professeur Mostafavi : Xufeng Xing, récemment diplômé du doctorat en sciences géomatiques de l'Université Laval, et Sarra Ghodhbane, étudiante à la maîtrise en sciences géomatiques de l'Université Laval. Dans le but d'enrichir la base de données de l'accessibilité de l'outil

MobiliSIG, ces étudiants ont développé des approches d'extraction automatisée d'objets à partir de données de lidar basées sur l'apprentissage machine et sur l'apprentissage profond, deux approches de l'intelligence artificielle.

L'article est organisé de la façon suivante. La section 1 (introduction) a présenté la mise en contexte. La section 2 aborde brièvement les principes des deux approches issues de l'intelligence artificielle. Ensuite, la section 3 présente une approche d'apprentissage machine et décrit sa mise au point et son expérimentation. La section suivante présente le détail des travaux d'expérimentation de certains algorithmes d'apprentissage profond. Finalement, quelques conclusions sont présentées.

## L'APPRENTISSAGE MACHINE ET L'APPRENTISSAGE PROFOND

L'intelligence artificielle est définie comme l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine<sup>9</sup>. L'apprentissage machine (*machine learning*) est un sous-ensemble des méthodes issues de l'intelligence artificielle utilisant des techniques qui permettent aux machines de tirer des enseignements de leur expérience pour améliorer la manière dont elles exécutent leurs tâches<sup>10</sup>. Le processus d'apprentissage repose sur les étapes suivantes :

- 1 Alimenter un algorithme en données;
- 2 Utiliser ces données pour entraîner un modèle;
- 3 Tester et déployer le modèle;
- 4 Utiliser le modèle déployé pour effectuer une tâche prédictive automatisée.

L'apprentissage profond (*deep learning*) est, quant à lui, un autre sous-ensemble des méthodes de l'intelligence artificielle basé sur des réseaux de neurones artificiels. Le processus d'apprentissage de cette approche est qualifié de « profond » parce que la structure des réseaux de neurones artificiels se compose de plusieurs



5 Page Web du groupe de recherche MobiliSIG (2020). [<http://mobilisig.scg.ulaval.ca/>] (Consultée le 20 décembre 2020).

6 Mostafavi, M. A., Ghodhbane, S., Ramak, R. (2019). « Comment l'intelligence artificielle peut-elle soutenir l'analyse de l'accessibilité des milieux urbains ? », Les Entretiens Jacques Cartier, Québec, Canada.

7 Mostafavi, M. A. (2018). « MobiliSIG : Intelligence géospatiale pour la mobilité des personnes en situation de handicap », *Matinée numérique, Semaine numérique de Québec Avril 2018*, Québec, Canada.

8 Gharebaghi, A., Mostafavi, M.A., Edwards, G., Fougeyrollas, P., Morales Coayla, P.W., Routhier, F., Leblond, J., Noreau, L. (2017). « A Confidence-Based Approach for the Assessment of Accessibility of Pedestrian Network for Manual Wheelchair Users », *Advances in Cartography and GIScience, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, Springer International Publishing, p. 463-477.

9 Encyclopédie Larousse. Intelligence artificielle. [[https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/intelligence\\_artificielle/187257](https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/intelligence_artificielle/187257)] (Consultée le 17 décembre 2020).

10 Microsoft (2020). *Apprentissage profond et apprentissage automatique dans Azure Machine Learning*. [<https://docs.microsoft.com/fr-fr/azure/machine-learning/concept-deep-learning-vs-machine-learning>] (Consulté le 17 décembre 2020).

couches d'entrée et de sortie, et aussi de couches masquées. Chaque couche contient des unités qui transforment les données d'entrée en informations que la couche suivante peut utiliser pour la réalisation d'une tâche prédictive spécifique. Grâce à cette structure, une machine est capable d'apprendre par son propre traitement de données<sup>11</sup>.

Les approches d'apprentissage machine et d'apprentissage profond permettent d'exécuter des tâches telles que la reconnaissance d'images, la reconnaissance vocale et la traduction linguistique.

### L'APPRENTISSAGE MACHINE EN APPUI À L'EXTRACTION DES INFORMATIONS PERTINENTES À LA MOBILITÉ

La segmentation sémantique des nuages de points lidar permet de qualifier chacun des points d'un nuage en lui assignant des étiquettes sémantiques. Cette assignation permet à son tour de classifier et de comprendre l'information contenue dans une scène 3D. Cette approche requiert une présélection de caractéristiques représentatives d'un nuage de points pour permettre à l'algorithme d'entraîner les classificateurs et d'obtenir des résultats satisfaisants lors de la classification des points des nuages complets. La segmentation sémantique des nuages de points basée sur l'apprentissage machine comprend trois étapes :

- 1 Présélectionner les caractéristiques représentatives pour former un modèle de classification;
- 2 Entraîner le modèle avec un jeu de données d'entraînement;
- 3 Évaluer la performance du modèle de classification avec un jeu de données test.

Comme premier cas d'étude pour démontrer le potentiel des approches par apprentissage machine, nous avons considéré la segmentation sémantique de deux scènes urbaines, l'une étant l'environnement intérieur d'un bâtiment et l'autre, une scène urbaine extérieure. Pour ce faire, nous avons développé une méthode de segmentation sémantique point par point (*pointwise*), employant plusieurs caractéristiques dérivées à plusieurs échelles. Notamment, nous avons utilisé des caractéristiques telles que

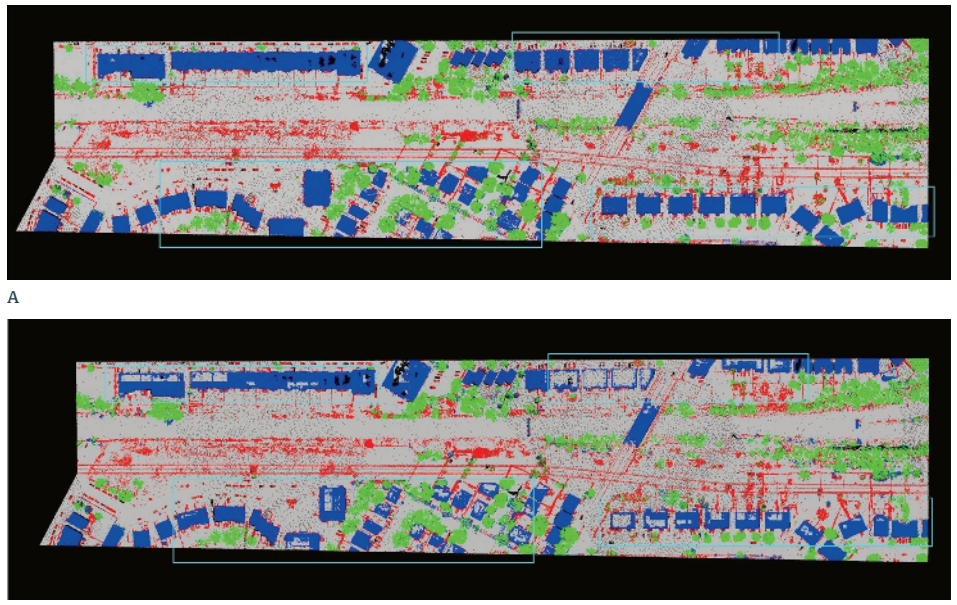


Figure 2 : Comparaison des résultats de la segmentation sémantique d'un nuage de points lidar aéroporté (A). Les résultats de l'approche proposée (B). Les résultats d'une autre méthode proposée par Hackel *et al.*

la « différence de la normale », des caractéristiques de « hauteur directionnelle » qui comparent la différence de hauteur entre un point donné et ses voisins dans huit directions, ainsi que la caractéristique basée sur le vecteur normal<sup>12</sup>. Un sous-échantillonnage du nuage de points dense est effectué, puis les caractéristiques sont calculées pour chaque niveau de densité de points. Enfin, les caractéristiques de chaque point sont combinées en un vecteur de caractéristiques. Sur la base de ces caractéristiques, le classificateur Random Forest est choisi pour la classification de nuages de points lidar.

Les résultats obtenus lors des tests sur des nuages de points acquis par un système lidar mobile terrestre (système Terrapoint Titan donnant un espacement moyen des points de 0,089 m et une densité d'environ 130 points/m<sup>2</sup>) montrent que les caractéristiques proposées sont pertinentes pour la classification. Les résultats des différentes classes d'objets pertinentes à la mobilité sont : sol (90,29 %), buisson (93,92 %), arbre (45,31 %), bâtiment (78,81 %), voiture (88,97 %), bordure (93,46 %), poteau d'éclairage (72,89 %), poteau de signalisation (97,94 %). Les expérimentations sur un nuage de points acquis par un système lidar aéroporté (jeu de données lidar aérien, 2015) montrent, quant à elles,

que, dans l'ensemble, la précision est de 93,27 % avec des améliorations des résultats de 2,26 % en comparaison avec les résultats obtenus à l'aide d'une méthode proposée par Hackel *et al.* (figure 2)<sup>13</sup>.

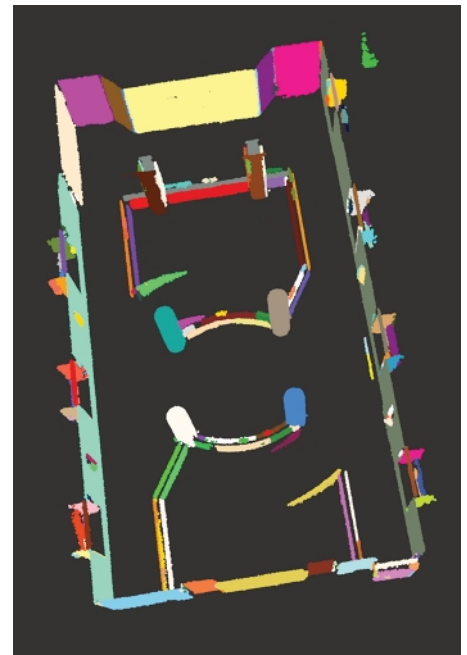


Figure 3 : Résultats de la segmentation de type DAO d'un nuage de points de lidar mobile représentant un environnement intérieur

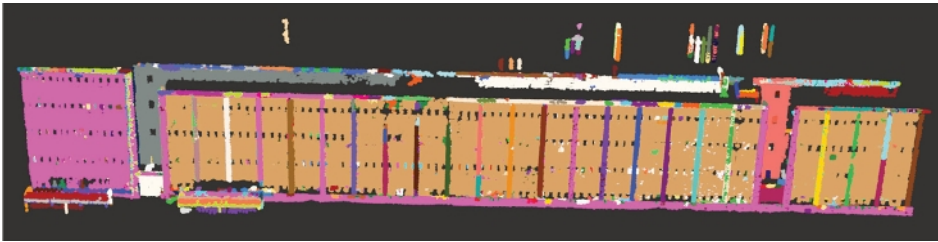
11 Microsoft (2020), *op. cit.*

12 Xing, X. (2020). *Toward Knowledge-based Automatic 3D Spatial Topological Modeling from LiDAR Point Clouds for Urban Areas*, thèse de doctorat, Département des sciences géomatiques, Université Laval.

13 Hackel, T., Wegner, J. D., Schindler, K. (2016). « Fast semantic segmentation of 3D point clouds with strongly varying density », *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Prague, Czech Republic, vol. 3, p. 177-184.



A



B

Figure 4 : Résultats de la segmentation de type DAO d'un nuage de points de lidar représentant un environnement extérieur (A). Image Google Maps (B). Résultats de la segmentation.

L'intégration de l'apprentissage machine dans les processus de segmentation de type DAO (dessin assisté par ordinateur ou *computer-assisted design* (CAD)) est aussi proposée pour la segmentation d'environnements intérieurs<sup>14</sup>. Cette méthode utilise des caractéristiques liées aux propriétés géométriques des objets pour la création du modèle de classification et permet la détection des primitives géométriques formant les objets représentés dans le nuage de points. La figure 3 présente les résultats de la segmentation de type DAO d'un environnement intérieur. Le nuage de points utilisé a été acquis à l'aide de la technologie GeoSLAM ZEB Revo (8 300 points par m<sup>2</sup>, portée jusqu'à 20 m, bruit de mesure de ±30 mm). Des expérimentations ont également été menées avec des nuages de points de lidar mobile dans un environnement extérieur sur le campus de l'Université Laval, comme le montre la figure 4. Ce jeu de données a été acquis avec un système Terrapoint Titan.

Dans cette solution, basée sur des algorithmes d'apprentissage machine, les formes géométriques primitives (ex. : plans, cylindres) sont détectées et les paramètres de représentation (ex. : dimensions d'un plan) de ces formes géométriques primitives sont également extraits. Ces informations sont par la suite utilisées pour la création de

modèles vectoriels 3D d'une scène urbaine. Ces modèles sont employés pour la détermination de l'accessibilité de l'environnement intérieur (ex. : mesure de largeur des corridors).

### L'APPRENTISSAGE PROFOND POUR L'EXTRACTION AUTOMATIQUE DES INFORMATIONS PERTINENTES À LA MOBILITÉ

L'objectif global des travaux de l'équipe est d'évaluer le potentiel des nouvelles approches basées sur l'apprentissage profond pour la segmentation sémantique de nuages de points lidar et d'automatiser l'extraction des obstacles et des facilitateurs (trottoirs, marches, etc.) en lien avec la mobilité des PAI. Pour ce faire, les algorithmes Superpoint graph et FKACONV ont été ciblés. Ces algorithmes sont appliqués aux données de lidar mobile pour analyser l'accès aux commerces du centre-ville de Québec. Les principales étapes de ces travaux de recherche sont les suivantes :

- 1 Élaborer une base de données 3D annotée consacrée à la mobilité à partir d'un ensemble de données de référence (jeu de données Paris-Lille-3D<sup>15</sup>);
- 2 Appliquer et évaluer les algorithmes ciblés de l'apprentissage profond;

- 3 Mettre en évidence les défis rencontrés dans l'apprentissage sémantique en 3D (données irrégulières et volumineuses, complexité des scènes urbaines, morphologie très variable des instances, etc.).

Plusieurs algorithmes d'apprentissage profond ont été développés pour la reconnaissance des objets à partir des images. Cependant, le format irrégulier et la répartition inégale des points lidar 3D rendent les applications directes des réseaux de neurones convolutifs traditionnels (*convolutional neural networks* (CNN)) très complexes. Pour remédier à ce problème, de nouvelles méthodes ont été développées pour traiter les données lidar. Ces méthodes se divisent principalement en trois catégories selon leur manière de résoudre le problème d'irrégularité de voisinage dans le nuage de points :

- 1 Les algorithmes par projection 2D;
- 2 Les algorithmes par voxélisation;
- 3 Les algorithmes de points.

Pour les méthodes par projection en 2D, les données 3D sont représentées par des images 2D à vues multiples<sup>16,17</sup>, qui peuvent être traitées par des convolutions 2D. Par la suite, les résultats de la classification sont restaurés en 3D. Bien que ces méthodes permettent la résolution des problèmes d'irrégularité des données, elles comportent deux principales lacunes. Premièrement, elles provoquent une perte des structures géométriques, car les images 2D à vues multiples ne sont qu'une approximation des scènes 3D. Deuxièmement, les images projetées à vues multiples doivent couvrir tous les espaces contenant des points. Pour les scènes grandes et complexes, il est difficile de choisir suffisamment d'angles de vue pour créer la projection multivue. En conséquence, des tâches complexes telles que la segmentation sémantique pourraient donner des performances limitées et insatisfaisantes.

Les approches basées sur les voxels<sup>18,19</sup>, quant à elles, résolvent le problème du désordre



14 Xing, X. (2020), *op. cit.*

15 Roynard, X., Deschaud, J. E., Goulette, F. (2018). « Paris-Lille-3D: A large and high-quality ground-truth urban point cloud dataset for automatic segmentation and classification », *The International Journal of Robotics Research*, vol. 37, N° 6, p. 545-557.

16 Su, H., Maji, S., Kalogerakis, E., Learned-Miller, E. (2015). « Multi-view Convolutional Neural Networks for 3D Shape Recognition », *IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, p. 945-953.

17 Lawin, F.J., Danelljan, M., Tosteberg, P., Bhat, G., Khan, F.S., Felsberg, M. (2017). « Deep Projective 3D Semantic Segmentation », *International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP)*, p. 95-107.

18 *Idem.*

19 Tchapmi, L., Choy, C., Armeni, I., Gwak, J., Savarese, S. (2017). « SEGCloud: Semantic Segmentation of 3D Point Clouds », *International Conference on 3D Vision (3DV)*, p. 537-547.

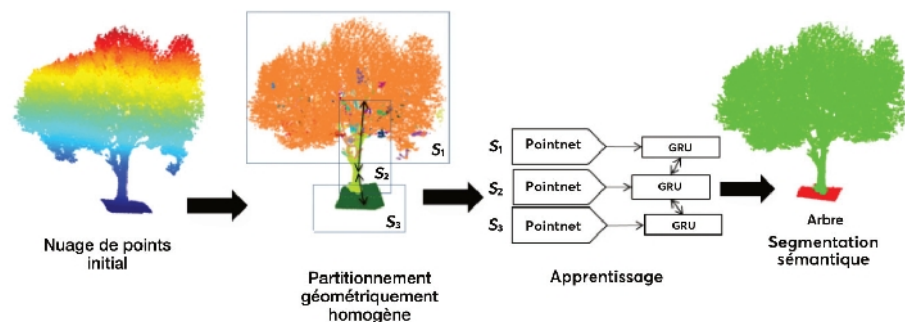


Figure 5 : Le processus de la segmentation sémantique par SPG

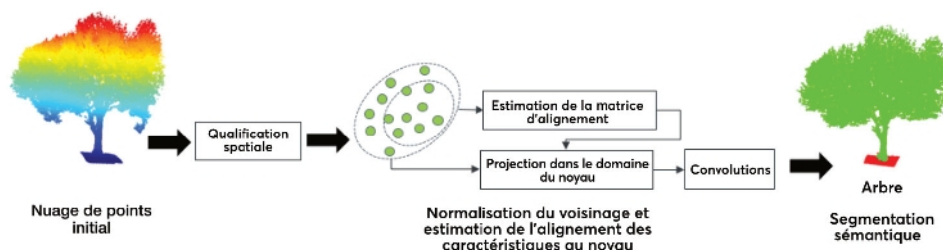


Figure 6 : Le processus de la segmentation sémantique par FKConv

du nuage de points par la voxélisation des données qui permet de les traiter ultérieurement par des convolutions 3D, comme dans le cas des pixels dans les réseaux de neurones 2D. Toutefois, les architectures basées sur les voxels présentent encore des limitations dont la plus importante est l'encodage de volumes essentiellement vides, qui nécessite un traitement plus poussé. De plus, ces méthodes ne sont pas en mesure de s'adapter à des données 3D denses puisque la capacité de mémoire qu'elles demandent augmente de façon cubique avec la résolution.

Les méthodes basées sur les points sont les plus performantes puisqu'elles agissent sur le nuage de points sans avoir recours à une représentation intermédiaire des points. Plusieurs méthodes ont été proposées, à savoir celles qui utilisent les MLP (*multilayer perceptron*), les graphes et plus récemment les noyaux de convolution. Une étude poussée sur les avantages et les limitations de ces architectures nous amène à circonscrire nos évaluations à deux algorithmes : SPG (Superpoint Graph) et FKConv (Feature-Kernel Alignment Convolution).

L'algorithme SPG<sup>20</sup>, présenté par Landrieu et Simonovsky en 2018, offre à la fois une représentation compacte et riche des relations entre les parties d'objets plutôt qu'entre les points du nuage de points. Le principe de cet algorithme est basé sur l'extension du concept de superpixel dans l'imagerie dont l'idée est de grouper les pixels selon leur couleur ou leur niveau de gris. Ainsi, au lieu de travailler directement avec des pixels, nous travaillons avec des groupes de pixels ou des superpixels afin d'effectuer la segmentation. Dans cet algorithme, la segmentation sémantique est réalisée en deux étapes : une première étape de partitionnement du nuage de points d'entrée en segments géométriquement homogènes (ces segments sont plutôt des décompositions simples des objets) et une deuxième étape qui consiste à fournir le graphe formé des superpoints au processus d'apprentissage via un réseau de neurones récurrent, comme illustré à la figure 5<sup>21</sup>.

L'algorithme FKConv<sup>22</sup> a été développé en 2020 et s'appuie sur la formulation générale de la convolution discrète utilisée dans les grilles et les images. Cependant, contrairement aux architectures qui estiment la géométrie des noyaux de convolution, l'algorithme FKConv sépare explicitement l'estimation des poids des noyaux sans géométrie et leur alignement sur le support spatial des caractéristiques. Une structure « encodeur/décodeur » est ensuite employée dans le réseau pour l'apprentissage. Le fonctionnement de cet algorithme est illustré à la figure 6<sup>23</sup>.

	IoU Moy	Rue	Trottoir	Porte	Ilot de refuge	Végétation basse	Arbre	Poubelle	Lampadaire	Bollard	Barrière	Vase	Clôture	Abris bus	Signalisation	Banc	Escalier
SPG	0.47	0.77	0.12	0.01	0.0	0.43	0.86	0.52	0.56	0.64	0.68	0.56	0.51	0.0	0.44	0.0	0.12
FKConv	<b>0.66</b>	0.98	0.90	<b>0.30</b>	0.67	0.63	0.90	0.55	0.60	0.64	0.79	0.82	0.81	<b>0.42</b>	0.35	0,0	<b>0.17</b>

Tableau 1 : Valeurs de IoU obtenues lors de la segmentation sémantique sur la base Paris-Lille-3D v2.0 pour 16 classes liées à la mobilité

20 Landrieu, L., Simonovsky, M. (2018). « Large-scale Point Cloud Semantic Segmentation with Superpoint Graphs », *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, p. 4558-4567.

21 Ghodhbane, S. (2021). *Extraction automatique par apprentissage profond des obstacles et des facilitateurs à la mobilité des PMR à partir des données de lidar mobile, mémoire de maîtrise*, Département des sciences géomatiques, Université Laval (en cours de finalisation).

22 Boulch, A., Puy, G., Marlet, R. (2020). « FKConv: Feature-Kernel Alignment for Point Cloud Convolution », *Proceedings of the Asian Conference on Computer Vision*.

23 Ghodhbane, S., *op cit*.

L'évaluation des deux algorithmes a été faite à partir du jeu de données Paris-Lille-3D<sup>24</sup>. Ce jeu de données a été adapté aux exigences de l'évaluation de l'accessibilité des bâtiments par l'ajout de deux classes d'objets : portes et escaliers. Les expérimentations ont donné des résultats prometteurs pour l'extraction de certains éléments en lien avec la mobilité des PAI dans les scènes urbaines, à savoir les trottoirs, les îlots de refuge, les portes, les escaliers, etc. En calculant l'indicateur de performance IoU (intersection sur l'union), FKConv surpasse la performance de SPG dans la prédiction de la majorité des classes liées à la mobilité. Il atteint une valeur moyenne d'intersection sur l'union de 66 %, c'est-à-dire 19 % de plus que la méthode SPG, enregistrant des résultats (tableau 1) pour 11 classes parmi 16 où la valeur de l'IoU est  $\geq 50$  %.

Plus précisément, l'algorithme FKConv atteint une précision très élevée pour les classes trottoirs, rues et îlots de refuge, très critiques pour l'évaluation de l'accessibilité à l'environnement bâti.

Les tests avec les données lidar acquises à la ville de Québec montrent la capacité du modèle à se familiariser avec de nouvelles scènes et des objets de morphologie différente (figure 7). Le jeu de données utilisé a été acquis avec la technologie P40 de Leica (résolution de 3,1 mm à une portée de 10 m).

Pour conclure, bien que l'évaluation des algorithmes ciblés d'apprentissage profond ait démontré un grand potentiel d'extraction des objets en lien avec la mobilité, la mise en œuvre d'une segmentation sémantique optimale est encore limitée par plusieurs problèmes liés à l'architecture, à la base d'apprentissage utilisée et à la capacité du modèle à s'adapter aux nouvelles scènes urbaines.

## CONCLUSION

L'objectif de cet article était de présenter le potentiel d'utilisation des méthodes issues de l'intelligence artificielle pour l'extraction automatisée des informations pertinentes à la mobilité des PAI à partir des données lidar. Les données lidar sont de plus en plus collectées dans les villes et elles peuvent permettre d'obtenir des informations détaillées et précises destinées à l'analyse et à la cartographie de l'accessibilité de l'environnement urbain. Les travaux décrits dans cet article démontrent le potentiel des méthodes d'apprentissage machine et d'apprentissage profond permettant le traitement automatisé des données lidar appliqué à la cartographie de l'accessibilité des scènes urbaines. Cependant,

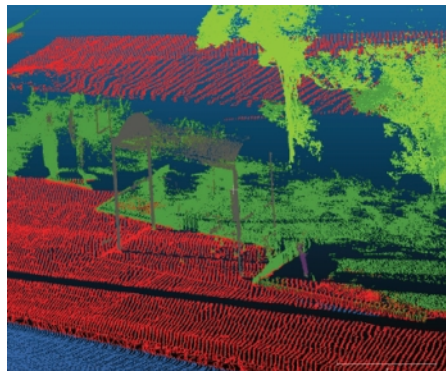
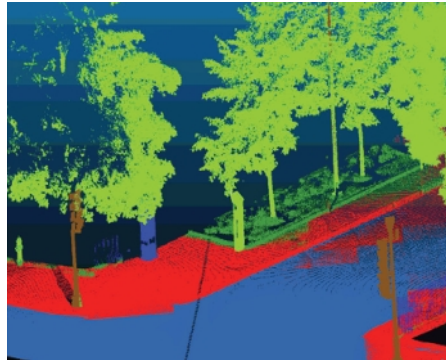


Figure 7 : Prédiction de la segmentation sémantique avec des données de Québec : trottoir en rouge, rue en bleu clair, végétation basse en vert foncé, arbre en vert clair, poteau en marron, abribus en gris, poubelle en violet, grillage en bleu foncé

nous constatons que ces méthodes comportent plusieurs limitations liées à leur architecture, leur base d'apprentissage et leur capacité à s'adapter aux nouvelles scènes urbaines. À court terme, nous croyons que ces travaux permettront d'enrichir la base de données spatiotemporelles des obstacles et des facilitateurs de l'application MobiliSIG et qu'ils faciliteront le déploiement rapide de cette application dans de nouveaux contextes urbains, par exemple de nouveaux secteurs de la ville de Québec ou de nouvelles villes.

## REMERCIEMENTS

Ces travaux ont été réalisés grâce à des financements obtenus du ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec (MEI) et du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). ■



**ARPENTEUR-GEOMETRE**  
JEAN-PHILIPPE GRONDIN

*Pour un service axé sur vos besoins, faites confiance à une équipe de lions.*

**514 508-3497**

info@jpgrondin.com  
jeanphilippegrondin.com

 arpenteurgeometre

**Grand Métropolitain et ses rives**

24 Su, H., Maji, S., Kalogerakis, E., Learned-Miller, E., *op cit.*

# L'utilisation du drone pour la volumétrie des sites de dépôt à neige

C'est au tournant du millénaire que la démocratisation du drone en géomatique a pris son envol. Depuis, les systèmes ne cessent de s'améliorer et les innovations technologiques sont constantes. Mais à quel point ce nouvel appareil d'arpentage peut provoquer une révolution dans notre domaine? Voici l'expérience de la Ville de Montréal quant à la mesure de la volumétrie de haute précision des sites de dépôt à neige.

La Division de la géomatique de la Ville de Montréal, de concert avec le Service de la concertation avec les arrondissements, a utilisé pour la première fois en 2018 le drone aux fins de levés d'arpentage. Ce service corporatif gère la trentaine de sites de dépôt des neiges usées et en particulier les sites dits « de surface », qui accumulent de grandes quantités de neige parce qu'elle y est soufflée à plus de 40 m de haut. La capacité totale d'élimination des neiges usées de la Ville a été réduite avec le temps en raison de la réalisation de plusieurs grands projets (REM, Turcot, Champlain) qui a conduit à fermer des sites. Le remplissage complet de tous les sites à l'hiver 2017-2018 a obligé la Ville à ouvrir en urgence un site improvisé.

Cette dernière a par conséquent demandé à la Division de la géomatique d'analyser le potentiel du drone pour calculer le volume de neige dans les différents sites d'entreposage afin d'en optimiser la capacité d'entreposage. Tel était donc son premier objectif. Un autre élément important était à considérer : la neige fond pendant les redoux l'hiver ou encore se compacte sous son propre poids. Le second objectif du projet consistait ainsi à quantifier ces effets dans le but, notamment, d'autoriser le dépôt d'une quantité de neige plus importante que celle prévue officiellement. C'était l'occasion idéale de procéder à une simulation de l'environnement de travail réel (banc d'essai) pour se familiariser avec ce nouvel appareil d'arpentage. L'objectif de la simulation était de connaître l'exactitude des levés volumétriques.

Il est à noter que lorsque les résultats seront connus, des produits dérivés tels que le rendu visuel 3D et d'autres s'ajouteront. Cela permettra de poursuivre des

objectifs secondaires, par exemple contribuer aux études en lien avec le risque d'avalanches dans les dépôts. Ce volet sur les risques d'avalanches est traité en collaboration avec l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

## SIMULATION DE L'ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL RÉEL

Nous avons effectué trois vols de drone sur le site Newman, dans l'arrondissement LaSalle à Montréal. Le drone utilisé pour le premier vol était un drone photogrammétrique grand public avec une résolution de 3 cm/pixel, soit le DJI Phantom 3. Le deuxième vol a été effectué avec le DJI Matrice 600 Pro, un drone professionnel équipé d'une caméra réflexe Sony a7R à une résolution de 1 cm/pixel. Finalement, le troisième vol a été effectué avec ce même drone professionnel (DJI Matrice 600 Pro), équipé cette fois d'un lidar YellowScan Surveyor à une densité de 500 points au mètre carré. Parallèlement à ces opérations aéroportées, un scan lidar terrestre a été effectué avec la station totale robotisée Trimble SX10. L'objectif de réaliser trois vols était de comparer les données aériennes avec les données terrestres.

## GÉOPOSITIONNEMENT ET CONTRÔLES TERRAIN

Des balises photogrammétriques et des lidars ont été installés sur le pourtour du site. Les balises ont été mesurées avec un récepteur GNSS en temps réel (RTK). Une aérotriangulation automatique a été effectuée pour les deux vols photogrammétriques et une calibration des différentes lignes de vol lidar a été calculée. Le banc d'essai nous a démontré que les contrôles terrain sont nécessaires à l'obtention d'un géo-positionnement de



Simon Gignac, g.

*Monsieur Gignac agit à titre de chef d'équipe de la représentation du territoire au sein de la Division de la géomatique à la Ville de Montréal. Il est membre de l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec comme géomètre spécialisé en cartographie et en photogrammétrie depuis 2016. Il a acquis une solide expérience comme technologue ayant travaillé, entre autres, en Suisse et en Colombie-Britannique. Spécialiste de la cartographie topographique, de la maquette de base numérique et des applications de la photogrammétrie, il détient une grande expertise en photogrammétrie et en représentation territoriale 3D.*

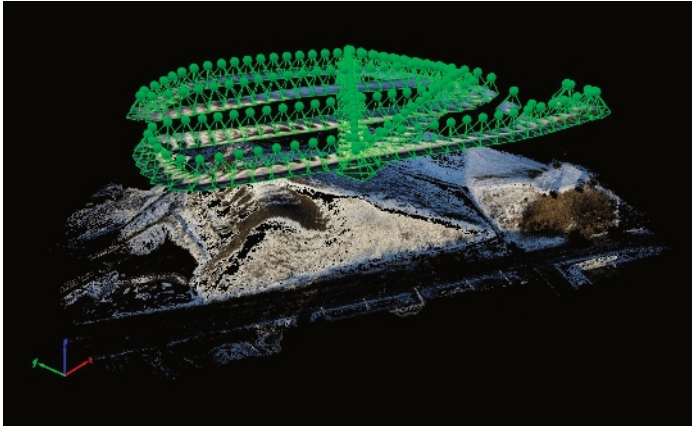


Figure 1 : Contrôles terrain (balises), aérotriangulation et nuage de points photogrammétriques

qualité, car les GPS des drones seuls ne permettent pas d'obtenir un géopositionnement absolu.

Il n'a pas été possible de couvrir tout le dépôt à neige avec le scan terrestre. Certaines zones étaient inaccessibles, dont le dessus du tas de neige ainsi que les côtés où il n'était pas possible de se déplacer, ce qui nous a confirmé que la voie aérienne était la mieux adaptée pour ce type de relevé. Les données aéroportées et les données terrestres concernant le volume de neige d'une zone de 500 mètres carrés ont été comparées.

## MÉTHODOLOGIE DE CALCUL DE VOLUME

Un traitement d'autocorrélation a été effectué pour obtenir des nuages de points photogrammétriques à partir des photographies aériennes des deux vols. Par la suite, un modèle numérique de surface (MNS) a été généré pour les trois vols ainsi que pour le levé terrestre. Nous avons en notre possession des données lidar aéroportées en période estivale (10 points au mètre carré). Un modèle numérique de terrain (MNT), sans neige, a pu ainsi être créé. Deux méthodes de calcul de surface ont été évaluées : la triangulation, qui consiste à relier tous les points du nuage de points par un vecteur et qui donne un fichier 3D vectoriel, et la création d'une matrice 2D (*raster*), dont la densité du nuage de points était définie et dont chaque pixel représentait une valeur d'altitude calculée préalablement, qui produit un fichier d'images géoréférencées (GeoTIFF). La comparaison de ces deux modèles 3D de calcul a établi une

différence constante des données obtenues. Au final, l'important est de toujours utiliser la même méthode pour éviter les erreurs dues à la méthode.

Différence des méthodologies TIN vs GRID		
Capteur	m <sup>3</sup>	%
SX10	217,12	0,33 %
Phantom 3	3216,49	0,32 %
Sony A7R	212,96	0,32 %
Yellow Scan	206,14	0,31 %

Tableau 1 : Résultats selon les méthodes de calcul de surface

La différence du volume du MNS et du volume du MNT nous a permis de calculer le volume de neige. Les résultats ont été impressionnants. Nous avons constaté un écart de moins de 2 % entre le pourcentage de la surface calculé grâce au drone grand public et celui obtenu au moyen du scan terrestre. Les deux vols avec le drone professionnel, l'un en photogrammétrie et l'autre en lasergrammétrie, nous ont permis d'obtenir des données d'une grande exactitude (moins de 0,1 % près) comparativement à celles recueillies avec le scan terrestre. Ces résultats de la simulation de l'environnement de travail réel ont dépassé nos attentes.

## CADRE OPÉRATIONNEL

Durant la saison hivernale suivante (2018-2019), le volume de neige entassée après chaque opération de déneigement de quatre sites de dépôt a été calculé. Les données aéroportées ont été acquises par un consultant, mais le pré-traitement et le post-traitement de celles-ci ont été faits à l'interne.

## BALISES PHOTOGRAMMÉTRIQUES PERMANENTES

Sachant que les balises photogrammétriques sont cruciales pour calculer un ajustement adéquat, nous avons imaginé des balises permanentes pouvant résister à l'accumulation de neige. Trois types de balises ont été usinées et testées durant la saison hivernale : une balise de type conique, une pyramide à base triangulaire et une balise sphérique. Au total, une quarantaine de balises ont été installées sur les sites. Notre expérience nous a permis de conclure



Calcul de volume - zone de référence 50 m X 100 m (5000 m <sup>2</sup> )				Complément d'information			Valeur approximative du drone
Capteur	Volume m <sup>3</sup>	Différence m <sup>3</sup>	Différence %	Nuage de points	Résolution du MNS	Mosaïque d'orthophoto	
Station arpentage avec LiDAR (Trimble SX 10)	66 651 m <sup>3</sup>	_____	_____	500 pts/m <sup>2</sup> (LiDAR)	1 cm/pixel	non	~ 70 000 \$
Drone amateur avec caméra (DJI Phantom 3)	67 703 m <sup>3</sup>	1052 m <sup>3</sup>	-1,58 %	100 pts/m <sup>2</sup> (photogrammétrie)	3 cm/pixel	oui 3 cm/pixel	~ 1 000 \$
Drone professionnel avec caméra (DJI Pro600 & Sony A7R)	66 594 m <sup>3</sup>	-57 m <sup>3</sup>	0,08 %	1 000 pts/m <sup>2</sup> (photogrammétrie)	1 cm/pixel	oui 1,5 cm/pixel	~ 15 000 \$
Drone professionnel avec LiDAR (DJI Pro600 & YellowScan Surveyer)	66 692 m <sup>3</sup>	41 m <sup>3</sup>	-0,06 %	500 pts/m <sup>2</sup> (LiDAR)	1 cm/pixel	non	~ 150 000 \$

Tableau 2 : Volumes obtenus selon les capteurs utilisés



Figure 2 : De gauche à droite : balise conique, balise pyramidale à base triangulaire, balise sphérique et balise endommagée après une saison

que les balises pyramidales à base triangulaire sont à privilégier, car leur exactitude au pointé photogrammétrique est plus grande et leur coût de construction, plus faible. Les balises coniques nous ont donné

un pointé de bonne précision. Les balises sphériques, pour leur part, nous ont donné les moins bons résultats à l'aérotriangulation, et la neige s'est accumulée parfois à leur sommet. Toutes ces balises ont été

mesurées avec un récepteur GNSS en temps réel et les mesures ont été moyennées à deux époques GPS.

Durant la saison suivante, les balises ont été inspectées. Cela s'est avéré important, car certaines avaient été légèrement déplacées ou endommagées et d'autres avaient même disparu. C'est pour cette raison que chaque automne, une campagne d'inspection et de mesure est entreprise sur tous les sites.

### SYSTÈME D'AÉRONEF TÉLÉPILOTÉ

La saison dernière (2019-2020), l'expérience a été renouvelée entièrement à l'interne, y compris l'acquisition des données aéroportées. La Ville de Montréal s'est équipée d'un drone DJI Matrice 600 Pro muni d'une caméra Nikon 8500 avec une lentille fixe de 35 mm et d'une antenne KlauPPK (GNSS). L'antenne GNSS couplée avec une base GNSS nous a permis de géoréférencer, en post-traitement, les photographies aériennes avec une exactitude théorique de 3 cm. Les balises photogrammétriques sont devenues alors des points de validation.

### SITES OPÉRATIONNELS

Un nouveau site a été ajouté à ceux destinés au suivi des chargements de neige : la carrière Saint-Michel (anciennement la carrière Francon). C'est le plus gros site d'entreposage de la Ville avec des dimensions approximatives de 400 mètres de large par 1,5 kilomètre de long. C'est plus de 5 000 000 de mètres cubes de neige qui peuvent y être entreposés chaque hiver. Pour couvrir la superficie d'un site régulier, un seul vol de drone de 8 à 15 minutes est nécessaire. Pour la carrière Saint-Michel, cinq vols sont nécessaires pour acquérir



Figure 3 : Drone DJI Matrice 600 Pro équipé d'une nacelle, d'une caméra Nikon 8500 et d'une antenne GNSS

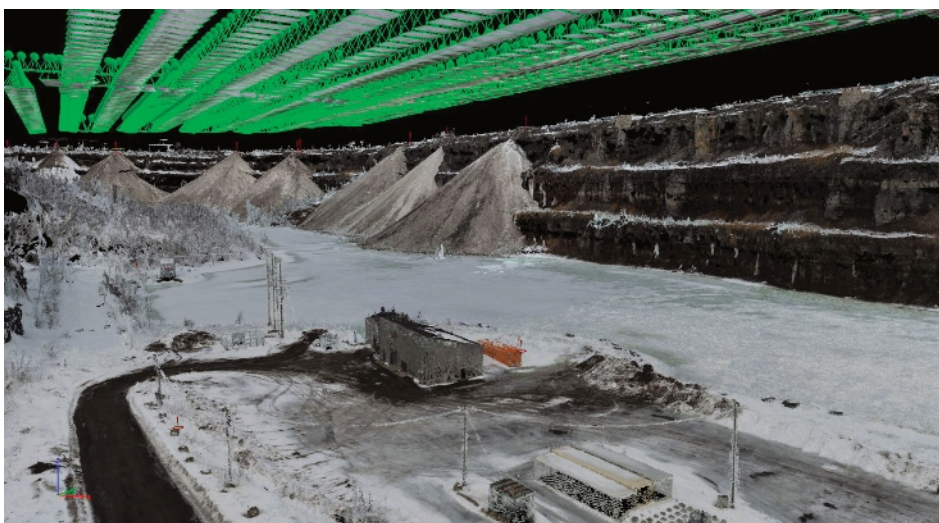


Figure 4 : Nuage de points photogrammétriques de la carrière Saint-Michel, le plus gros dépôt à neige de la Ville de Montréal



Site	Date des vols	Volumétrie du 17 au 26 février 2020					Capacité maximale
		Volume	Occupation	Hauteur	Pente actif	Pente passif	
Angrignon	17 février 2020	1 166 032 m <sup>3</sup>	78 %	38,0 m	41	23°	1 500 000 m <sup>3</sup>
Langelier	17 février 2020	608 820 m <sup>3</sup>	87 %	27,9 m	39	33°	700 000 m <sup>3</sup>
Newman	24 février 2020	316 657 m <sup>3</sup>	84 %	23,4 m	36	28°	375 000 m <sup>3</sup>
Ray-Lawson	17 février 2020	972 820 m <sup>3</sup>	40 %	31,7 m	37	36°	2 450 000 m <sup>3</sup>

Tableau 3 : Volumétrie, hauteur des tas de neige et angles des pentes des sites d'entreposage

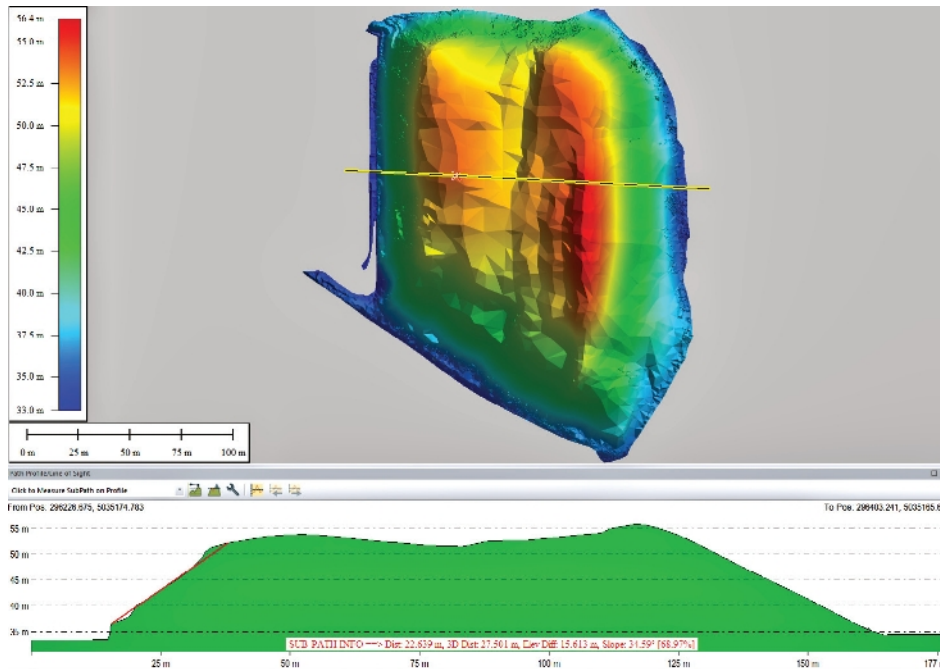


Figure 5 : Coupe de profil de la volumétrie d'un tas de neige et représentation de sa hauteur et de sa pente

approximativement 2 000 photographies à traiter. Évidemment, le post-traitement est plus long à effectuer, mais il requiert généralement du temps de calcul informatisé et non du temps de travail humain.

### ANALYSE DES DONNÉES

Au final, trois principaux éléments ont été calculés, soit la volumétrie après chaque opération de déneigement, la hauteur des tas de neige et les angles des pentes (pour minimiser les risques d'avalanches et augmenter la sécurité au travail).

Générer des profils des tas de neige a permis aussi d'analyser les méthodes de

soufflage des tas de neige et ainsi de maximiser la capacité de stockage de la neige des sites. Dans l'exemple présent (figure 5), nous avons observé la présence de deux sommets et d'un vide entre les deux. Nous pouvons en déduire que le soufflage de la neige n'est pas optimal, déduction qui est difficile, voire impossible, à faire à partir des données terrain.

### MODÉLISATION 3D ET MAQUETTE

Une modélisation 3D permet une meilleure compréhension du site d'entreposage. Il est possible d'y appliquer une mosaïque d'orthophotos des relevés effectués et d'ajouter une échelle de hauteur ou des alti-

tudes avec des courbes de niveau, ce qui permet une meilleure analyse du terrain.

L'intégration du modèle 3D dans une maquette permet d'effectuer des analyses de visibilité afin de minimiser l'impact visuel des tas de neige sur l'environnement immédiat. Dans l'exemple de la figure 7, tout ce qui est visible à hauteur d'homme depuis le coin de la rue (flèche jaune) se trouve en vert. Cette analyse peut influencer l'agrandissement d'un site et donner l'occasion d'expliquer aux citoyens l'impact visuel du futur site.

### RESSOURCES ET IMPLICATION

L'utilisation du drone bonifie considérablement l'analyse et la gestion des sites d'entassement de la neige. Néanmoins, avant d'entreprendre des levés par drone, il faut considérer certains aspects importants : la qualification du pilote (s'assurer qu'il détient les certificats appropriés de Transports Canada), la réalisation des plans de vol et l'obtention des autorisations de vol en milieu urbain de NAV Canada. Inspecter le terrain pour visualiser les contraintes de vol (bâtiments, arbres, lampadaires, pylônes, tour de télécommunication, fils électriques, etc.) est également indispensable.

Un drone est un système d'aéronef télépilote (SATP) au sens de la loi et son utilisation implique des responsabilités importantes, par exemple l'entretien des équipements de pointe qui y sont installés. Ces derniers ont besoin d'être calibrés et configurés physiquement (*hardware*) et informatiquement (*software*), ce qui exige de la personne qui s'en occupe des connaissances particulières en la matière. Le préposé au matériel d'arpentage doit s'assurer que les piles du drone, de la nacelle, de l'antenne GNSS, de la caméra, de deux télécommandes, d'une tablette, d'un ordinateur portable et de la radio d'écoute des communications aériennes sont rechargées et en état de fonctionnement avant chaque opération. La maintenance complète de certains

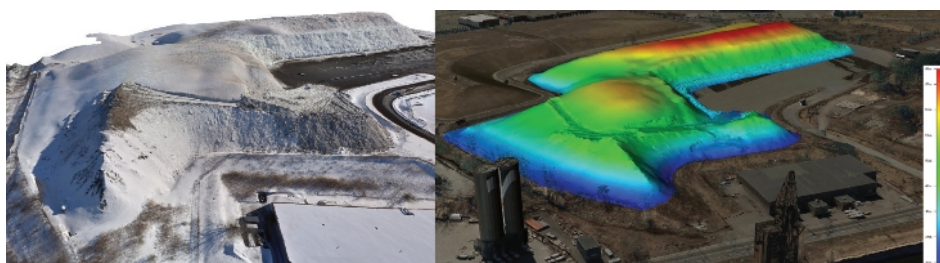


Figure 6 : Modélisation 3D d'un site d'entreposage de neige

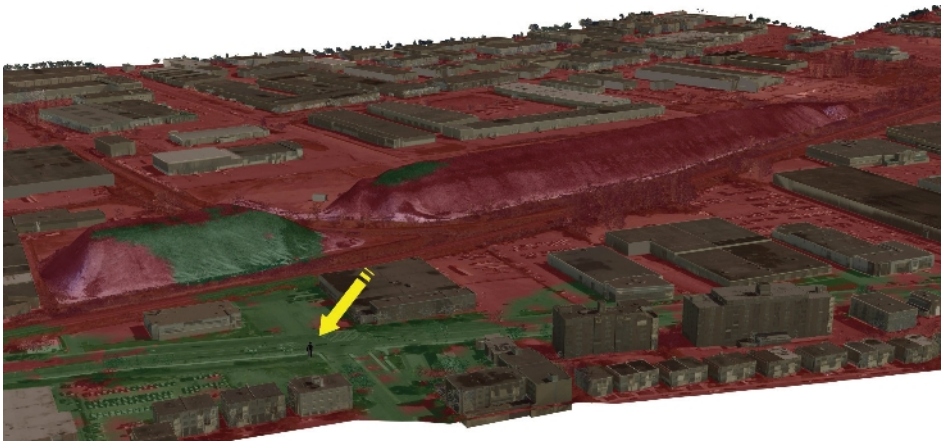


Figure 7 : Étude de visibilité

modèles tous les 50 vols ou aux 20 heures de vol est rappelée par le système informatique du drone. Des mises à jour des microprogrammes qui gèrent le drone (*firmware*) sont aussi régulières.

Les conditions météorologiques sont également des facteurs de contraintes à ne pas négliger. Les vents, les rafales et les précipi-

tations sont à surveiller. Par surcroît, la température de rosée en altitude peut produire du givre sur les hélices et réduire la portance de l'appareil. L'utilisation des piles de type LiPo (lithium-polymère) est fortement déconseillée par période de grand froid, puisque ces piles risquent de cesser de fonctionner brusquement, ce qui peut

causer la perte du drone et de ses équipements. Toutes ces contraintes peuvent être minimisées grâce à l'expérience, mais surtout évitées par l'annulation des opérations en cas de doute.

## LE BILAN

Aujourd'hui, le drone est devenu un outil important d'aide à l'analyse et à la gestion pour la Ville de Montréal en ce qui a trait au calcul du volume de neige. Malgré des contraintes opérationnelles, le drone fournit des données qu'il ne serait pas possible d'obtenir par des relevés terrestres et son utilisation ouvre de nouvelles perspectives. Bien que son intégration dans divers projets soit récente, elle est de plus en plus régulière et favorisée. ■

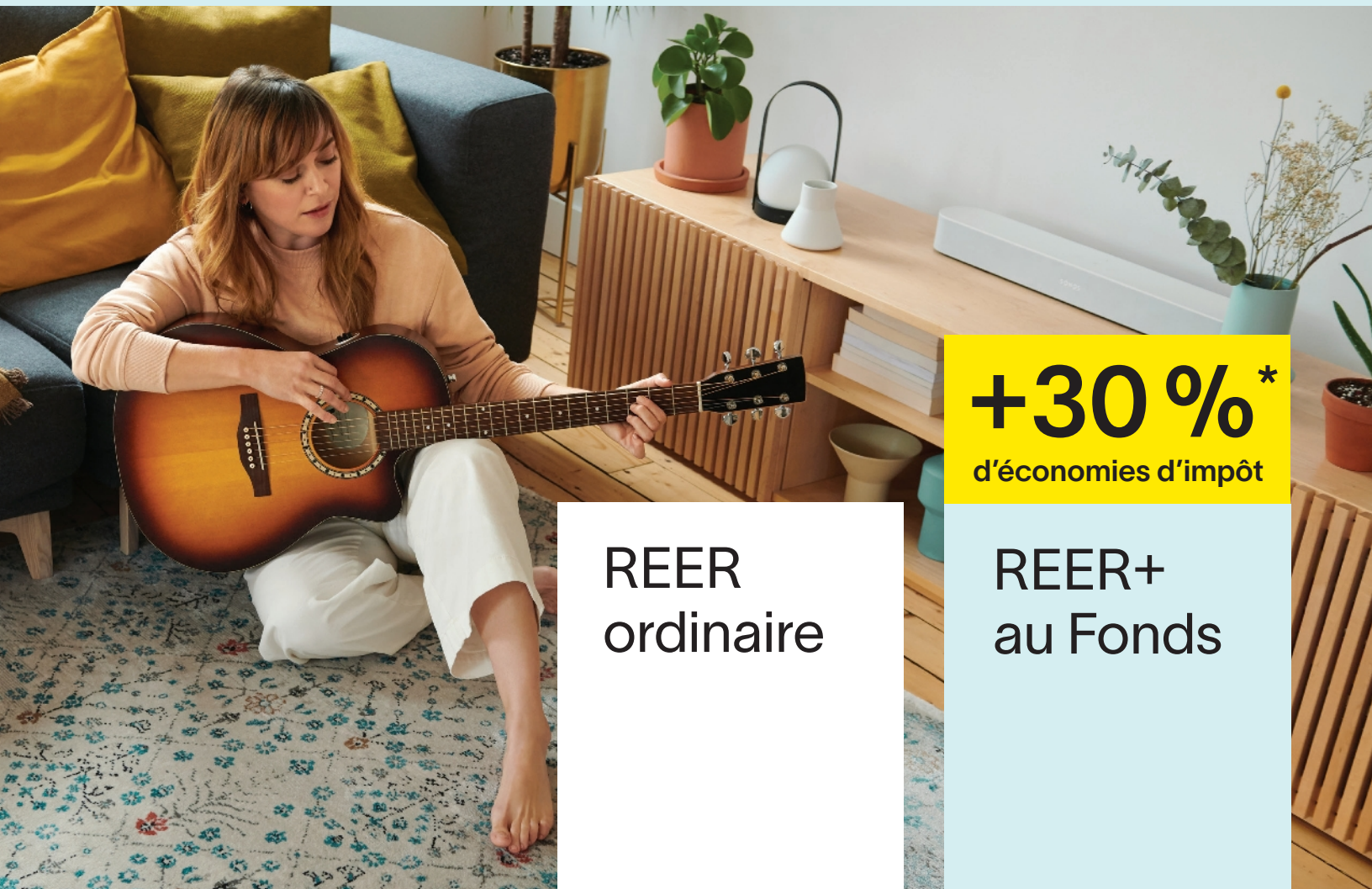
**GPL**  
RISQUE ET ASSURANCE  
Une entreprise Gallagher  
gplassurance.com

**À QUAND  
REMONTE LA  
DERNIÈRE  
ÉVALUATION DE  
VOS RISQUES ?**

**Gallagher**  
Assurance | Gestion des risques | Conseil

# REER+

Cotisez au [reerplus.com](https://reerplus.com)



**+30%\***  
d'économies d'impôt

REER  
ordinaire

REER+  
au Fonds

\*Les crédits d'impôt accordés aux actionnaires du Fonds de solidarité FTQ sont de 15 % au Québec et de 15 % au fédéral. Ils sont limités à 1 500 \$ par année fiscale, ce qui correspond à l'achat d'actions du Fonds de solidarité FTQ d'un montant de 5 000 \$. Veuillez lire le prospectus avant d'acheter des actions du Fonds de solidarité FTQ. Vous pouvez vous procurer un exemplaire du prospectus sur le site Web [fondstfq.com](https://fondstfq.com), auprès d'un responsable local ou aux bureaux du Fonds de solidarité FTQ. Les actions du Fonds de solidarité FTQ ne sont pas garanties, leur valeur fluctue et leur rendement passé n'est pas indicatif de leur rendement dans l'avenir.

# L'aventure 2020 des évaluations professionnelles de l'OAGQ : un succès !



Pierre Giguère, a.-g.

*Monsieur Giguère est membre de l'OAGQ depuis 1986. Il a œuvré en pratique privée dans la région de Québec pendant 15 ans avant de se joindre à la Direction générale de l'arpentage et du cadastre du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. Il agit présentement à titre de chef du Service des archives et de l'officialisation. Membre du comité des examinateurs de l'OAGQ depuis 17 ans, il y tient le rôle de président depuis les huit dernières années.*

**« Le comité des examinateurs de l'OAGQ a démontré beaucoup de flexibilité et d'adaptation afin que le processus d'évaluation permettant l'admission à notre ordre professionnel ne soit pas suspendu. »**

Malgré la pandémie qui a paralysé bien des secteurs de l'économie, de la culture et de l'éducation, l'année 2020 a été riche en nouvelles façons de faire, d'adaptabilité, ainsi qu'en revirements. Dans ce contexte, le comité des examinateurs de l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec (OAGQ) a démontré beaucoup de flexibilité et d'adaptation afin que le processus d'évaluation permettant l'admission à notre ordre professionnel ne soit pas suspendu. Avec persévérance et beaucoup de travail, le défi a été relevé!

L'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec assure la protection du public en encadrant la profession d'arpenteur-géomètre. Cette protection est garante du contrôle de la compétence des candidats aptes et désireux d'intégrer l'OAGQ avant la délivrance de leur permis de pratique. Afin d'être admissible aux évaluations professionnelles, le candidat doit être titulaire d'un baccalauréat en sciences géomatiques, être immatriculé et prouver qu'il a une connaissance appropriée de l'exercice de la profession dans la langue officielle, conformément aux dispositions de la *Charte de la langue française* (chapitre C-11).

Le comité des examinateurs élabore les évaluations professionnelles d'admission à l'exercice de la profession. De plus, il assiste le conseil d'administration de l'Ordre sur les orientations à prendre quant aux modalités et au processus d'admission. Le comité, épaulé de collaborateurs, voit également au bon déroulement des séances d'examens, à la correction de ces derniers, au processus de révision et au suivi de l'information avec les candidats.

L'ensemble du processus est régi par le chapitre A-23, r. 5.01 de la *Loi sur les arpenteurs-géomètres* et est encadré par le *Règlement sur les conditions et modalités de délivrance des permis de l'OAGQ*. Le comité des examinateurs est constitué de six membres, chacun ayant une spécialité qui lui est propre. Les champs de spécialités recherchés sont : l'analyse foncière, le cadastre, la délimitation, l'aménagement du territoire et les sciences à la base de la profession.

Pour la session 2020, le comité était constitué des arpenteurs-géomètres suivants : Mmes Mylène Meunier et Cynthia Plourde et MM. Pascal Neveu, Simon Jean, Richard Leclair et Pierre Giguère.

**Les évaluations professionnelles d'admission consistent en des examens oraux ou écrits visant à mesurer les compétences propres à l'exercice de la profession des candidats.**

En 2020, avant la première vague de la pandémie de la COVID-19, trois évaluations ont été préparées :

- Un projet pratique de réalisation d'une des opérations visées à l'article 34 de la *Loi sur les arpenteurs géomètres* comportant un volet écrit (rapport) et un volet oral (entrevue argumentaire);
- Une évaluation sur la déontologie et les lois et règlements régissant l'arpenteur-géomètre préparée par la Direction des affaires juridiques de l'OAGQ;
- Une évaluation foncière avec application scientifique regroupant les aspects suivants :
  - expertises foncières,
  - cadastre,
  - délimitation,
  - bornage,
  - sciences à la base de la profession.



## LE PROCESSUS HABITUEL ET NORMALISÉ DE PRÉPARATION DES ÉVALUATIONS PAR LE COMITÉ DES EXAMINATEURS

Le travail du comité des examinateurs s'échelonne sur une année calendrier afin de préparer une session d'évaluation similaire à l'année précédente. Le tout débute en octobre, avec la rencontre des futurs finissants du programme de géomatique de l'Université Laval, pour se terminer 12 mois plus tard par l'assermentation des candidats ayant réussi leurs examens d'admission et leur stage professionnel.

Voici les grandes étapes de travail liées au processus de préparation et au déroulement des évaluations :

- 1 Rencontre des finissants en géomatique de l'Université Laval;
- 2 Débriefage du processus de la dernière session d'évaluation;
- 3 Rapport d'amélioration et correction de chacune des étapes du processus;
- 4 Recommandation au conseil d'administration (CA) de l'OAGQ des nouveautés et des changements;
- 5 Mise en place des changements acceptés par le CA;
- 6 Suivi des immatriculations et inscription des futurs candidats à la profession;
- 7 Analyse et acceptation des projets des candidats inscrits à l'évaluation sur le travail pratique d'une opération visée à l'article 34 de la *Loi sur les arpenteurs-géomètres*;
- 8 Analyse et choix des thématiques pour l'évaluation foncière avec aspect scientifique et rédaction des questions par les membres du comité;
- 9 Correction linguistique du questionnaire de l'évaluation;
- 10 Étude de l'examen en foncier par une docimologue à l'externe;
- 11 Transmission de l'examen à un arpenteur-géomètre de moins de 5 ans d'expérience pour évaluation;
- 12 Correctifs et montage final du questionnaire d'évaluation foncière avec aspect scientifique à la suite des commentaires reçus;
- 13 Préparation de l'évaluation en déontologie et en matière de lois et règlements par la Direction des affaires juridiques;
- 14 Analyse de l'évaluation en déontologie et en matière de lois et règlements par le bureau du syndic de l'OAGQ;

- 15 Recherche de trente collaborateurs arpenteurs-géomètres prêts à assister le comité relativement à la surveillance et à la correction des évaluations;
- 16 Correction du volet écrit des travaux pratiques par les examinateurs et les collaborateurs;
- 17 Session d'examens en présentiel sur trois jours au début du mois de juin comprenant l'ensemble des évaluations écrites et l'entrevue argumentaire du volet oral de l'évaluation sur le travail pratique;
- 18 Correction des évaluations par le comité des examinateurs et ses collaborateurs;
- 19 Transmission des résultats aux candidats;
- 20 Présentation du corrigé des évaluations écrites aux candidats qui le désirent;
- 21 Étude des demandes de révision de candidats en échec;
- 22 Recommandations au CA à la suite de l'étude des demandes de révision.

## LE COMITÉ DES EXAMINATEURS S'AJUSTE À LA RÉALITÉ PANDÉMIQUE DE 2020

Le travail du comité des examinateurs suivait son cours normalement jusqu'à l'étape 8 (formulation de questions par chacun des membres du comité), mais la décision du gouvernement du Québec de fermer les entreprises le 23 mars 2020 a obligé le comité à annuler la rencontre de l'équipe des examinateurs prévue le 27 mars 2020, en présentiel.

De plus, le 25 mars 2020, lors d'une réunion extraordinaire, le CA de l'OAGQ a décidé de reporter toutes les évaluations professionnelles des candidats à la profession aux 6, 7 et 8 octobre 2020, et ce, en présentiel.

Ainsi, pendant la période estivale, le comité des examinateurs, en plus de poursuivre le processus de préparation des évaluations en présentiel, a préparé un protocole complet visant à respecter les règles sociosanitaires de même que les restrictions émises par les autorités gouvernementales.

En parallèle, le comité des examinateurs a suivi avec grand intérêt l'évolution de la pandémie de la COVID-19.

Le 20 septembre 2020, le gouvernement du Québec informait la population que les régions de la Capitale-Nationale et de Chaudière-Appalaches, entre autres, passaient maintenant au palier d'alerte 3 (zone orange), selon le système d'alertes régionales pour chacune des régions sociosanitaires du Québec.

Dès lors, le président du comité des examinateurs, accompagné de M<sup>e</sup> Anik Fortin-Doyon de la Direction des affaires juridiques, a demandé une rencontre spéciale d'urgence avec le CA de l'OAGQ. La décision a été prise de reporter une seconde fois les évaluations à une date à déterminer par le CA de l'OAGQ.

Le 28 septembre, en raison de la hausse majeure du nombre de cas positifs à la COVID-19 au Québec, le premier ministre François Legault a annoncé que toutes les régions passaient au palier d'alerte suivant et que quatre régions passaient au *palier rouge*, soit l'alerte maximale, à partir du 1<sup>er</sup> octobre.

Cette augmentation des niveaux d'alerte s'est accompagnée d'une série de mesures plus restrictives visant entre autres les



rassemblements intérieurs, privés et publics, la fréquentation des lieux publics, etc. La région de la Capitale-Nationale faisait partie des régions ciblées. Il devenait maintenant impossible pour le comité des examinateurs de poursuivre le processus des évaluations en présentiel, comme c'était le cas les années antérieures.

Or, pour ne pas pénaliser les candidats qui se préparaient depuis plusieurs mois aux évaluations, le comité des examinateurs et l'équipe de la Direction des affaires juridiques ont conceptualisé et présenté trois scénarios innovateurs au CA de l'Ordre qui permettaient d'évaluer les candidats résidant dans les régions sociosanitaires à haut palier d'alerte.

Enfin, à la suite de la proposition du comité de tenir les évaluations en mode virtuel, le CA a adopté le scénario le plus innovateur en matière de logistique et d'utilisation de nouvelles technologies.

Ce choix a obligé le comité à déplacer la tenue du volet oral du travail pratique des examens aux 3, 4 et 5 novembre 2020 et l'évaluation en déontologie et en matière de lois et règlements ainsi que l'évaluation foncière avec aspect scientifique aux 10 et 12 novembre. Ce deuxième report a laissé encore moins de temps au comité pour préparer les premières séances virtuelles dans l'histoire de l'Ordre.

### LE COMITÉ DES EXAMINATEURS EN MODE « RECHERCHE DE SOLUTIONS » POUR ASSURER L'INTÉGRITÉ DU PROCESSUS EN 2020

Au cours de l'année dernière, le comité des examinateurs a subi beaucoup de pression et n'avait pas droit à l'erreur.

En fait, l'expérience vécue et l'analyse de ce qui s'est fait chez d'autres ordres professionnels face à ces problèmes lui ont permis d'optimiser ses façons de faire et d'établir des règles strictes dont l'objectif était d'assurer l'intégrité et la sécurité du processus virtuel. Plusieurs points de contrôle ont été instaurés pour ce faire.

Avant sa participation aux évaluations professionnelles 2020, le candidat devait, au moyen d'un formulaire prévu à cet effet, fournir les informations suivantes :

- l'adresse postale où il sera situé pour faire l'évaluation;
- une photo à jour de lui;



< Tableau de bord

## Évaluation foncière avec application scientifique

**Questionnaires**

- > Questionnaires publiés
- > Questionnaires non publiés

**Questionnaires publiés**

Afficher / Masquer tous les détails

Titre	Période de disponibilité	Durée	Noté sur	Rés.	
Questionnaire de pratique	du 7 nov. 2020 à 08h00 au 12 nov. 2020 à 06h30	30 min	77 pts		
Évaluation foncière avec application scientifique	le 12 nov. 2020 de 09h00 à 15h00	4 h	105 pts		

**Questionnaires non publiés**

Vue de l'interface de Brio, la plateforme de l'Université Laval

- son numéro de téléphone cellulaire;
- un serment (de non-plagiat et de respect des interdits) signé devant un commissaire à l'assermentation et préparé par la Direction des affaires juridiques de l'Ordre.

Lors de sa participation aux évaluations professionnelles 2020, le candidat devait être :

- conscient qu'il pouvait en tout temps être visité par des collaborateurs de l'Ordre au lieu de son évaluation;
- conscient qu'il était observé par webcam sur Teams en continu par un examinateur-collaborateur.

En plus des consignes pour s'assurer de l'intégrité des évaluations, le comité des examinateurs a trouvé un ingénieux moyen de fournir aux candidats leur cahier d'examen.

Plusieurs propositions ont été mises de l'avant : l'envoi d'un fichier PDF intelligent ou d'un fichier Word à remplir, l'utilisation de l'application SurveyMonkey ou celle de l'application Slido. Cependant, aucune ne respectait les règles de sécurité et d'intégrité exigées dans le contexte pandémique.

Après plusieurs démarches et recherches sur Internet et par l'entremise des réseaux d'affaires de l'Ordre pour trouver des fournisseurs répondant aux besoins et aux attentes élevées, le comité s'est tourné vers la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique de l'Université Laval.

Qui de mieux que les gens d'expérience de l'Université Laval qui ont su s'adapter et appliquer des processus d'apprentissage sécuritaires pour nous soutenir dans notre démarche ?

Les cohortes de finissants universitaires 2020 sont les dernières à avoir complété leurs programmes d'études et à avoir passé leurs examens majoritairement en présentiel.

En 2021, les prochains finissants devront suivre plusieurs cours hybrides et passer des examens virtuels à l'université. Cela motive l'Ordre à avoir une vision à plus long terme pour la tenue de ses examens en mode virtuel.

### LA SOLUTION RETENUE EN 2020

Référé à la vice-doyenne de la faculté, Mme Nathalie Barrette, par la Direction de la formation continue de l'Université Laval, le comité des examinateurs a été mis en contact avec l'équipe du Service du soutien à l'enseignement et avec l'équipe de technopédagogie de la faculté.

Après plusieurs rencontres virtuelles et des démonstrations de la plateforme Brio utilisée par le Service de soutien à l'enseignement, il est devenu évident que cette solution était la plus sécuritaire et la mieux adaptée aux besoins de l'Ordre.

De plus, l'équipe universitaire a accompagné le comité tout au long du processus d'intégration des évaluations dans la plateforme ainsi que lors du déploiement et de l'utilisation en direct de cette dernière.

Les points forts de la plateforme :

- l'inscription sécuritaire des candidats avec un mot de passe;
- la possibilité de se pratiquer pour les candidats non initiés à ce type de plateforme;
- le contrôle à distance par adresse IP;
- la possibilité que le candidat dépose des documents en ligne;
- le soutien informatique en tout temps de l'équipe de soutien à l'enseignement;
- la correction des évaluations par les examinateurs directement dans la plateforme;
- la conservation des résultats;
- la publication des résultats.

## EN CONCLUSION

L'adaptabilité, la disponibilité, l'ouverture et le professionnalisme de l'équipe du comité des examinateurs, des collaborateurs, de l'équipe de la Direction des affaires juridiques et de l'équipe de l'encadrement à la profession de l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec ont permis aux candidats de participer aux évaluations donnant accès à la profession d'arpenteur-géomètre en 2020.

Même si la pandémie de la COVID-19 ainsi que les mesures socio-sanitaires de 2020 ont été exceptionnelles et que certaines pourraient devenir permanentes dans les prochaines années,

**L'Ordre ainsi que ses membres peuvent être fiers des avancées** méthodologiques, logistiques et technologiques qui ont été mises de l'avant !

Grâce à ces avancées, l'Ordre a pu tenir ses examens et a maintenu la profession en santé. Actuellement, le besoin de relève est grand et pouvoir compter sur les nouveaux assermentés pour continuer d'assurer la protection du public est sécurisant.

Rappelons que ce nouveau processus virtuel mis en place par le comité des examinateurs de l'Ordre a aussi permis des économies substantielles. En effet, les solutions virtuelles adoptées par l'OAGQ ont réduit et même éliminé plusieurs coûts, notamment ceux liés au transport, à l'hôtellerie, aux repas, à la location de salles et d'équipements sociosanitaires, de même qu'à l'impression de documents, qui auraient été assumés si les évaluations avaient eu lieu en mode présentiel.

Enfin, grâce à ce qu'il a appris et aux économies qu'il a réalisées, l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec est bien outillé pour mieux comprendre les technologies et les développements en matière d'examen en mode virtuel. La collaboration avec des partenaires d'importance tels que l'Université Laval et son équipe de soutien à l'enseignement ainsi que l'utilisation de sa plateforme Brio demeureront des atouts pour les prochaines sessions d'évaluations. ■



Ordre des  
**Arpenteurs-Géomètres**  
du Québec

## Félicitations à M. Rock Santerre, a.-g.

C'est avec grand plaisir que l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec félicite Monsieur Rock Santerre, a.-g., qui a reçu le prix Geomatica 2020 décerné par l'Association canadienne des sciences géomatiques.

Monsieur Santerre a enseigné au Département des sciences géomatiques de l'Université Laval de 1990 à 2017 et a été directeur du programme de génie géomatique de 2007 à 2011. Son impact a été considérable dans le parcours académique de nos arpenteurs-géomètres.

De plus, ses recherches universitaires dans le domaine du positionnement et de la navigation GPS de haute précision ainsi que ses nombreuses publications scientifiques sont l'un des témoignages de sa contribution remarquable au développement de la profession.

Nous tenons aussi à souligner son implication à l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec, notamment en rédigeant des articles, toujours intéressants, pour la revue *Géomatique*. Ses connaissances et sa passion sont des atouts pour tous les arpenteurs-géomètres.

L'attribution de ce prix vient couronner tous les efforts déployés au cours de sa carrière et ce mérite lui revient amplement. Nous lui souhaitons le meilleur pour la suite.



## Charles Savary : hydrographe, cartographe et arpenteur-géomètre

Charles-Marcel Savary est né à Montréal le 23 février 1887. Il était le fils de Charles Savary (né en Normandie), avocat et journaliste, et de Marthe De Bray. Il a fait ses études à Montréal et il était particulièrement doué pour les sciences mathématiques et leurs applications.

Dès l'âge de 17 ans, en 1904, il entre au Service hydrographique du Canada (SHC) à Ottawa et devient, quelques années plus tard, premier assistant-commandant. Après avoir fait trois voyages à la baie d'Hudson et réalisé un levé au lac Supérieur, il est nommé, en 1913 (à 26 ans), chef hydrographe et commandant des levés hydrographiques dans le fleuve, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent.

En 1925, il entame une seconde carrière et devient directeur du Bureau de cartographie et de géodésie du Service des arpentages du ministère des Terres et Forêts du Québec, à Québec.

L'Université Laval le nomme professeur à l'École d'arpentage et de génie forestier, en 1940. Il se charge alors des cours d'astronomie, d'hydrographie, de trigonométrie sphérique et de calcul intégral.

Monsieur Savary est mort dans des circonstances tragiques, le 29 juillet 1941, à l'âge de seulement 54 ans, laissant dans le deuil son épouse, Mme Rose Jobin, et leurs six enfants.

Il avait été admis à la pratique d'arpenteur-géomètre le 16 avril 1935 (matricule 0886). Il était aussi ingénieur civil de la province de l'Ontario et membre du Canadian Institute of Surveying et de l'American Mathematical Society. De plus, il a été membre du Bureau de direction de la Société de géographie de Québec et membre de la Société de géodésie de Québec.

Les prochains paragraphes décrivent la carrière et l'œuvre de cet homme de science québécois.

### HYDROGRAPHE AU SERVICE HYDROGRAPHIQUE DU CANADA

M. Savary commence donc sa jeune carrière d'hydrographe principalement sous le mentorat du lieutenant Irving



Figure 1 : Photographie et signature de M. Savary.  
Source : Laval Forestier, U. Laval (1942)

Brock Miles de la Royal Navy. Il est initié à son métier sur les navires hydrographiques *Gulnare*, *Stanley* et *La Canadienne*. Mais c'est surtout sur le navire *Le Cartier*, dont il deviendra le commandant des levés hydrographiques dès 1913 à l'âge de 26 ans, qu'il effectuera ses principaux levés hydrographiques dans le fleuve, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent<sup>1</sup>.

Le navire *Le Cartier* était un vapeur conçu pour les levés hydrographiques par R. L. Newman de Montréal et construit à Newcastle upon Tyne, en Angleterre, entre 1908 et 1910. Sa longueur était de 164 pieds (50 m) et sa vitesse maximale de déplacement était de 12 nœuds (22 km/h)<sup>2</sup>.

1 CAGPQ (1942)

2 Fillmore et Sandilands (1984)



Rock Santerre, a.-g., Ph. D.

Rock Santerre est professeur associé au Département des sciences géomatiques de l'Université Laval depuis sa retraite en 2017. Il est membre honoraire du Centre de recherche en géomatique.

« C'est l'un des hommes les plus développés dans la province non seulement au point de vue des mathématiques appliquées mais aussi de la philosophie des mathématiques. »

— Adrien Pouliot



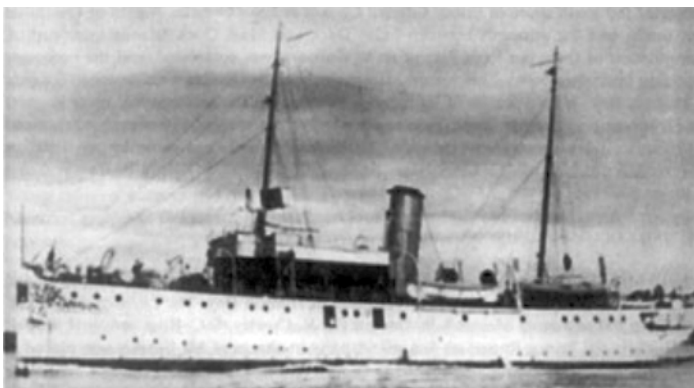


Figure 2 : Navire Le Cartier. Source : fohcan.org

M. Savary était de la race des explorateurs. Pour illustrer ceci, mentionnons que lors de l'un de ses séjours à la baie d'Hudson, il effectue le parcours d'environ 2 000 km de Churchill (Manitoba) à Ottawa (Ontario) en traîneau à chiens, avec son collègue Bachand, de décembre 1910 à janvier 1911.

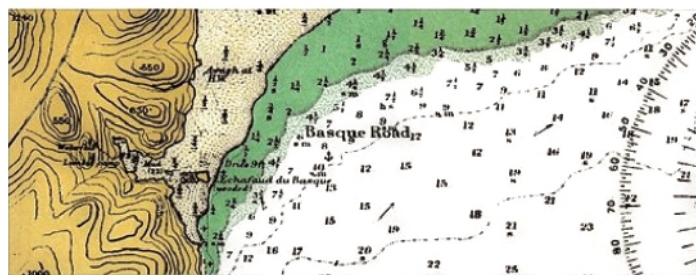
En bref, voici les principaux secteurs où M. Charles Savary a effectué la plupart de ses levés hydrographiques couvrant le fleuve, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (levés hydrographiques qui étaient accompagnés de triangulations géodésiques et de mesures des marées) :

Île d'Orléans;	Sandy Bay (Baie-des-Sables);
Traverse du Nord;	Matane;
Traverse du Sud;	Cap-Chat;
L'Islet;	Sainte-Anne-des-Monts;
Saint-Roch-des-Aulnaies;	Rivière à la Martre;
Île aux Coudres;	Rivière Madeleine;
Cap-aux-Oies;	Cap-des-Rosiers;
Tadoussac;	Baie de Gaspé;
Pointe-aux-Orignaux;	Pointe-Saint-Pierre;
Île aux Lièvres;	Pointe-des-Monts;
Île Verte;	Île aux Œufs;
Île des Razades;	Rivière Pentecôte;
Île du Bic;	Sept-Îles;
Rimouski;	Îles de Mingan;
Pointe-au-Père;	Baie-Johan-Beetz, et l'ouest et le sud-ouest de l'île d'Anticosti;
Rivière Betsiamites;	Rivière Saguenay de Saint-Fulgence à Chicoutimi.
Rivière Manicouagan;	

La figure 3 est un exemple d'une carte marine du Service hydrographique du Canada en 1908, à l'époque où M. Savary était assistant du lieutenant Miles.

En 1917, M. Savary traduit en français le livre *St. Lawrence Pilot*, soit l'équivalent des instructions nautiques d'aujourd'hui qui accompagnent les cartes marines canadiennes. C'est la première fois que ce livre est traduit dans cette langue. Il était, auparavant, publié uniquement en anglais.

En 1920 et en 1921, il teste un nouveau sondeur hydrographique mécanique pouvant sonder jusqu'à des profondeurs de 225 brasses (1350 pieds, soit environ 410 m) sur *Le Cartier* tout en



CANADA  
ST LAWRENCE RIVER  
(BELOW QUEBEC)  
**RAZADE ISLANDS TO WHITE ISLAND**  
Surveyed by  
Lieut. L.B. Miles, R.N. 1907-08  
Assisted by  
Messrs C. Savary, G. C. Veau and W.R. Mc Gee.

Figure 3 : Exemple d'une carte marine. Source : SHC (1908)

gardant une vitesse de 7 nœuds (13 km/h). Les précédents sondeurs obligeaient le navire à ralentir considérablement, voire à s'immobiliser. Cette nouvelle technique augmentait donc l'efficacité des levés<sup>3</sup>.

M. Savary est devenu un expert dans le réglage et l'ajustement des compas magnétiques de marine et des compas gyroscopiques. Il était le seul qualifié à Québec pour faire la vérification des compas magnétiques et gyroscopiques des navires entrant et sortant du port. L'Amirauté britannique a aussi adopté un appareil stabilisateur pour le réglage et l'ajustement des compas magnétiques et gyroscopiques basé sur le principe que M. Savary a développé<sup>4</sup>.

### CARTOGAPHE AU MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS DU QUÉBEC (MTFQ)

M. Savary se joint au ministère des Terres et Forêts du Québec, en 1925, à titre de directeur du Bureau de cartographie et de géodésie du Service des arpentages. Son savoir comme cartographe, acquis au Service hydrographique du Canada, est déjà très étendu et c'est à ce titre qu'il est engagé au gouvernement du Québec. Il est alors âgé de 38 ans.

Archivées sur le site Internet de Bibliothèque et Archives nationales du Québec (BAHQ), plusieurs des cartes publiées sous l'autorité de M. Savary sont disponibles. En voici une liste non exhaustive :

- Concessions forestières projetées pour les régions du Témiscamingue et de l'Abitibi (1926);
- Saint-Maurice (1926);
- Côte nord du fleuve Saint-Laurent, comté de Saguenay de la rivière Saguenay à la rivière Moisie (1926);
- Montmorency et Charlevoix (1927);
- Gatineau et Pontiac (1927);
- Témiscamingue et Pontiac (1927);
- Levé aérien, Gaspésie (1928-1930);
- Comtés de Gaspé, Matane et Bonaventure - compilation des travaux exécutés par la Compagnie aérienne franco-canadienne (1928-1930);
- Route de Chibougamau (1929);

3 Meehan (2004)

4 CIS (1941)



- Parc national des Laurentides (1930);
- Nord de Montréal (1930);
- Comtés de Lac-Saint-Jean, Roberval, Chicoutimi et Charlevoix et partie de ceux de Portneuf, Québec, Montmorency, Saguenay et Lavolette (1932);
- Inventaires forestiers (1934-1938);
- Partie sud de Québec (1935);
- Province de Québec (1929, 1935, 1936 et 1938);
- Péninsule de Gaspé dans les comtés de Gaspé-Nord, Gaspé-Sud, Bonaventure, Matane, Matapédia avec les îles de la Madeleine (1940);
- Saint-Maurice (1940).

Sur la plupart de ces cartes figurent les noms des cantons, des seigneuries, des rangs, des concessions, des villages, des villes, des paroisses et des divisions électorales, ainsi que les chemins et les chemins de chantiers, les lignes de chemin de fer, le réseau hydrographique (rapides, chutes, portages, barrages, marécages) et les réserves autochtones.

La figure 4 est la carte de la péninsule de Gaspé de 1940 produite sous la direction de M. Savary, cartographe en chef.

De plus, le site Internet du Greffe de l'arpenteur général du Québec (GAGQ) contient de nombreuses spécifications et des plans accompagnant celles-ci concernant des travaux d'arpentage signés par M. Savary.

La figure 5 est l'un de ces plans, signé par M. Savary, accompagnant la spécification d'un levé d'arpentage dans le comté de Labelle en 1935.

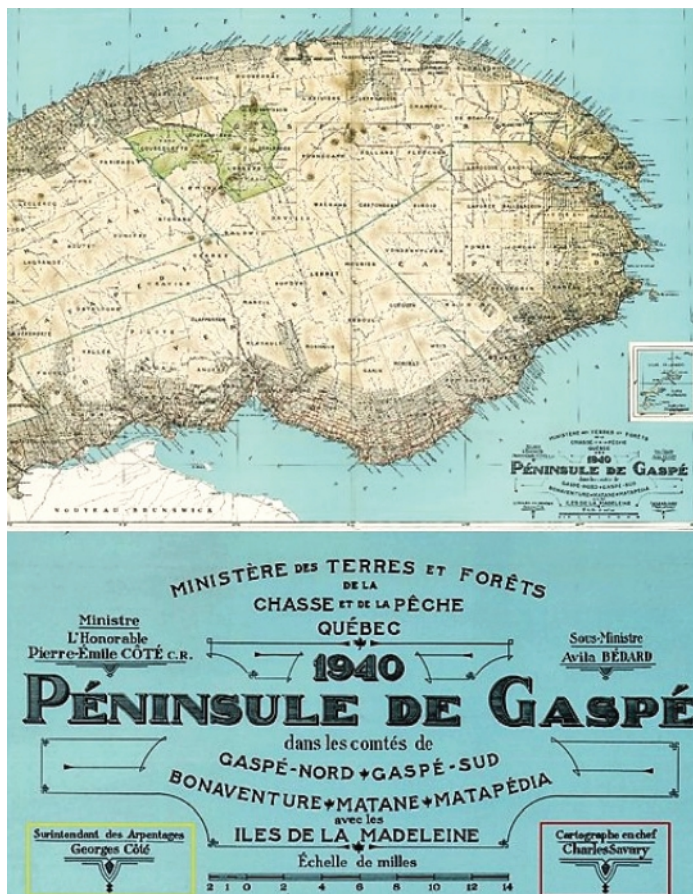


Figure 4 : Péninsule de Gaspé (1940). Source : BANQ

## PROFESSEUR À L'UNIVERSITÉ LAVAL

À partir de l'automne 1940, M. Savary commence à enseigner à l'École d'arpentage et de génie forestier (alors située sur le boulevard de l'Entente). Il donne les cours d'astronomie, d'hydrographie, de trigonométrie sphérique et de calcul intégral.

Selon son collègue, Althéod Tremblay (1942), il se révèle professeur de grande classe et conquiert d'emblée l'admiration et la confiance de ses élèves. Quant à M. Adrien Pouliot, professeur et doyen de la Faculté des sciences de l'Université Laval, il dit de lui que : « C'est l'un des hommes les plus développés dans la province non seulement au point de vue des mathématiques appliquées mais aussi de la philosophie des mathématiques. »

Malheureusement, les étudiants en arpentage de l'Université Laval n'ont pas l'opportunité d'apprécier les talents de ce professeur au-delà de l'année scolaire 1940-1941.

Mentionnons que, le 15 octobre 1940, il a prononcé la toute première conférence de la Société de géodésie de Québec (SGQ) portant sur la géodésie<sup>5</sup>, la SGQ ayant été formée par le comité de pratique de la Corporation des arpenteurs-géomètres du Québec.

<sup>5</sup> Savary (1940)

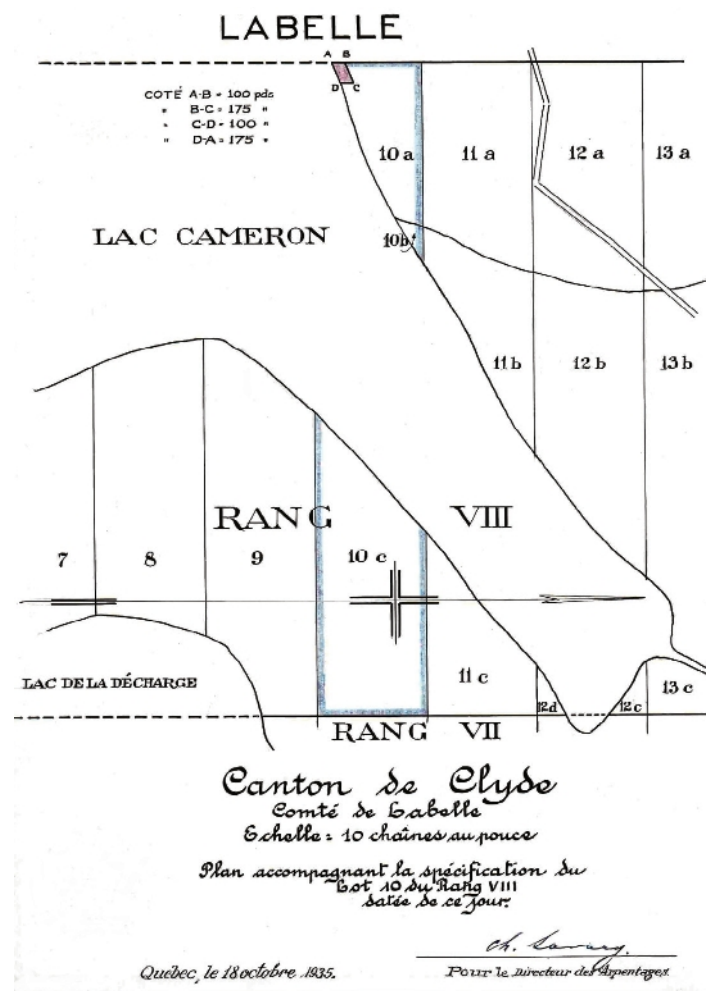


Figure 5 : Plan signé par M. Savary (1935). Source : GAGQ PL80C039

## MORT TRAGIQUE ET COMMÉMORATION

Monsieur Savary est décédé à l'âge de 54 ans, dans des circonstances tragiques, l'après-midi du 29 juillet 1941. Il se rendait au quai de la Canadian Import, du côté sud de l'embouchure de la rivière Saint-Charles, pour faire la vérification des compas de marine du Sable I de la *Clarke Steamship Company*. Comme le navire abordait, M. Savary, accompagné de son fils Jean, s'avança près du parement du quai et commença à discuter avec le capitaine Fournier, qui dirigeait les manœuvres de son équipage depuis la passerelle du navire. En s'avançant ainsi, M. Savary s'embarassa les pieds dans le parement du quai (sur une poutre ou un crochet), trébucha et chuta tête première sur le bastingage du navire qui était plus bas que le quai et tomba à l'eau. Témoins de l'accident, le capitaine Fournier et ses hommes s'empressèrent de retirer le navire tandis que son fils Jean (jeune diplômé de l'École de chimie de l'Université Laval) se précipitait dans l'eau pour secourir son père. Le corps inanimé de M. Savary fut remonté sur le quai puis transporté à l'Hôtel-Dieu. Dès l'arrivée à l'hôpital, le décès fut constaté. M. Savary avait été tué instantanément dans sa chute et il avait succombé à une fracture du crâne<sup>6</sup>. Le corps de M. Savary repose au cimetière de Notre-Dame-des-Neiges à Montréal.

Dans l'édition de *La Presse* du 30 août 1941, son ami Auguste Galibois, écrivain, a fait l'éloge des qualités personnelles de M. Charles Savary : « Universellement renseigné, possédant une intelligence intuitive extrêmement déliée et souple, il était de grande race et possédait le cerveau le plus réceptif que je n'ai jamais connu en notre pays. Sa philosophie de la vie était souriante avec une réelle nuance de mélancolie. Tellement modeste que cela m'étonnait. Il demeurait humble et effacé, ne

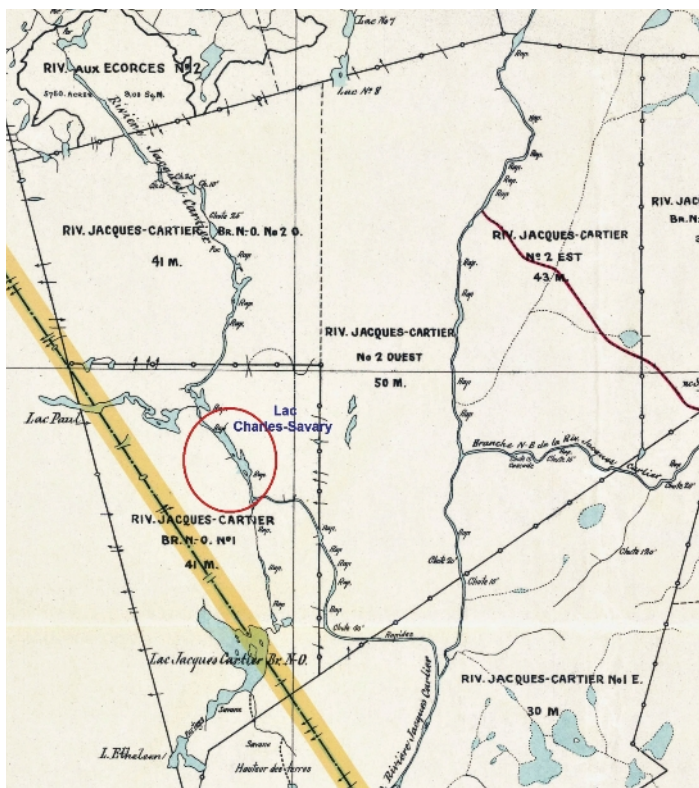


Figure 6 : Le lac Charles-Savary au nord de Québec. Source : BANQ

6 L'Action catholique et Le Soleil, 30 juillet 1941

parlant jamais de lui-même ni de ses connaissances techniques et de ses grands mérites scientifiques. On ne parlera jamais assez souvent de ses qualités de cœur, de son dévouement pour ses amis, de sa loyauté, de son désintéressement, de sa délicate franchise et de sa grande bonté. C'était une âme tendre qui ne pensait qu'aux autres. Dépourvu d'égoïsme, d'orgueil et de toutes espèces de vanités, l'honorable Honoré Mercier (fils), ministre des Terres et Forêts, l'estimait beaucoup pour l'étendue de ses connaissances et pour sa fidélité. »

Pour rappeler le nom de cet homme de science, trois toponymes en sol québécois honorent M. Charles-Marcel Savary.

**Lac Charles-Savary** : Ce lac est un élargissement de la rivière Jacques-Cartier Nord-Ouest qui, elle-même, se décharge dans la rivière Jacques-Cartier. Municipalité de Lac-Jacques-Cartier. Lat. : 47° 28' 17" N, long. : 71° 31' 43" O.

Sur la carte de Montmorency et Charlevoix (figure 6) du MTFQ publiée en 1927, sous la direction de M. Savary, est identifié (cercle rouge rajouté) ce lac dont le toponyme fut adopté en 1951.

**Lac Savary** : Le nom de ce lac, situé en territoire québécois près de la baie d'Hudson, lui a été donné en raison des voyages effectués par Charles Savary dans cette région lorsqu'il était hydrographe. Toponyme adopté en 1972. Municipalité de Baie-d'Hudson. Lat. : 57° 38' 33" N, long. : 76° 25' 20" O.

**Avenue Marcel-Savary** : Son nom fut ainsi honoré dans la toponymie montréalaise dans un ensemble de rues et d'avenues consacré à la science. Toponyme adopté en 1981. Municipalité de Montréal (Ville). Lat. : 45° 38' 04" N, long. : 73° 34' 50" O.

## Références et sites Internet

CAGPQ (1942). « Biographie – Charles Savary », *Annuaire de la Corporation des arpenteurs-géomètres de la province de Québec*, p. 49-50.

CIS (1941). « Obituary – Charles Savary », *The Canadian Surveyor. The Journal of the Canadian Institute of Surveying*, vol. 7, N° 6, p. 26.

Fillmore, S. et R. W. Sandilands (1984). *L'hydrographie au Canada (1883-1983)*, N.C. Press Limited.

*L'Action catholique* (1941). « Accident et décès de M. Charles Savary », édition du 30 juillet 1941. Source : Archives numériques BANQ.

*La Presse* (1941). « À la mémoire de M. Charles Savary », édition du 30 août 1941. Source : Archives numériques BANQ.

*Le Soleil* (1941). « Accident et décès de M. Charles Savary », édition du 30 juillet 1941. Source : Archives numériques BANQ.

Meehan, O. M. (2004). « The Canadian Hydrographic Survey from the time of its inception in 1883 to the end of the Second World War », *The Northern Mariner*, vol. XIV, N° 1.

Savary, C. (1940). *La géodésie*, Société de géodésie de Québec, N° 1 (15 octobre), 5 p.

Tremblay, A. (1942). « Charles Savary (1887-1941) », *Laval Forestier, Annuaire de l'Université Laval*, p. 11.

Bibliothèque et Archives nationales du Québec - BANQ numérique : [<https://numerique.banq.qc.ca>]

Commission de toponymie du Québec : [[www.toponymie.gouv.qc.ca](http://www.toponymie.gouv.qc.ca)]

Friends of Hydrography : [[www.fohcan.org](http://www.fohcan.org)]

Greffe de l'arpenteur général du Québec (GAGQ) : [<https://appli.mern.gouv.qc.ca/gagq>]

Ville de Montréal : [<https://montreal.ca/patrimoine-et-toponymie>] ■

Marjorie Fortin  
Agente de communication, OAGQ

# Bienvenue aux assermentés 2020!

Ce sont 31 candidats à la profession d'arpenteur-géomètre qui sont devenus membres de l'Ordre au cours de l'année 2020. Ils peuvent désormais apposer fièrement les lettres « a.-g. » tant convoitées à leur signature professionnelle. Félicitations à tous !

Notons que la prestation de serment a été adaptée à la nécessaire distanciation sociale. En effet, c'est par visioconférence que les candidats ont dû prêter serment, une gymnastique qui s'est généralement bien déroulée et grâce à laquelle des permis d'exercice numériques ont pu être octroyés. Merci à toutes les personnes qui se sont ajustées aux deux cérémonies de prestation en ligne.

Nous avons invité les nouveaux membres à se présenter dans la revue Géomatique. Voici ceux qui ont répondu à l'appel.



**Élisabeth Auger, a.-g.**

*Originaire de la ville de Québec, Élisabeth découvre la géomatique lors de ses études au baccalauréat en agroéconomie. C'est le début de son intérêt grandissant pour les sciences géomatiques et la profession d'arpenteur-géomètre. Elle travaille actuellement au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles.*



**Frédéric Baril, a.-g.**

*Originaire de Saint-Georges-de-Champlain, Frédéric avait l'ambition de pratiquer un emploi d'importance pour la société, mais a toujours été indécis sur son choix de carrière. C'est une journée portes ouvertes à l'Université Laval qui l'a fait tomber en amour avec la profession d'arpenteur-géomètre dont il ignorait l'existence. Aujourd'hui, il travaille dans son patelin pour le Groupe Châteauneuf, situé à Trois-Rivières.*



**Charles Beaudin, a.-g.**

*Originaire de Longueuil, Charles découvre la profession d'arpenteur-géomètre chez Luc Leblanc, arpenteur-géomètre, où il touche à toutes les sphères de l'arpentage foncier. Au cours de sa formation en sciences géomatiques, il développe un fort intérêt pour le droit foncier, les mathématiques et le travail extérieur. À la fin de son baccalauréat, il quitte Longueuil pour aller travailler pour Bérard Tremblay, arpenteurs-géomètres, à Saint-Jean-sur-Richelieu. C'est avec fierté qu'il fait maintenant partie de l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec.*



**Simon Carbonneau, a.-g.**

*Originaire de Saguenay, Simon Carbonneau a fait des études en sciences géomatiques à la suite de l'obtention de son diplôme d'études collégiales en architecture. Sa passion pour le dessin assisté par ordinateur et les mathématiques fait de lui un très bon arpenteur-géomètre. Après quatre ans d'études à l'Université Laval, Simon est de retour dans sa région natale en tant qu'arpenteur-géomètre chez Tremblay-Laliberté, arpenteurs-géomètres, au bureau de Saguenay.*



**Stéphane De Munck, a.-g.**

*Originaire de France, Stéphane a une formation d'ingénieur géomètre et topographe. Il est arrivé au Québec en 2010 pour étudier à la maîtrise. Par la suite, il a complété les cours nécessaires pour obtenir son équivalence de formation à l'Université Laval. C'est avec une grande fierté qu'il exerce aujourd'hui chez GPLC Arpenteurs-Géomètres à Québec.*



**Reda Moufakkir, a.-g.**

*Membre de l'Ordre National des Ingénieurs Géomètres Topographes du Maroc, Reda a choisi de s'installer et de vivre au Québec en 2017. Passant sur les bancs de l'Université Laval, il a rejoint l'équipe de Labre & Associés où il a trouvé tout le soutien pour réussir son intégration dans la société québécoise et concrétiser son rêve de devenir membre de l'OAGQ et d'exercer pleinement le métier qui le passionne.*



**Mathieu Pagé-Plouffe, a.-g.**

*Originaire de Mont-Laurier, dans les Hautes-Laurentides, Mathieu a découvert l'arpentage lors de ses études en génie civil. Son intérêt pour les sciences et les mathématiques, ainsi que son désir de découvrir du territoire, l'ont convaincu de s'inscrire au baccalauréat en sciences géomatiques. Depuis l'obtention de son diplôme en 2019, Mathieu travaille en pratique privée chez Létourneau et Gobeil, arpenteurs-géomètres.*



**Vincent Patenaude, a.-g.**

*Passionné par une multitude de domaines, Vincent a décidé d'entamer des études en sciences géomatiques parce qu'elles combinaient plusieurs matières. Elles lui ont effectivement permis de toucher à un cocktail de domaines et, surtout, de découvrir une profession qui deviendrait la sienne, soit la profession d'arpenteur-géomètre. Actuellement, il travaille au ministère des Transports tout en poursuivant des études en informatique.*



**Mohamed Ghazi Sabbagh, a.-g.**

*Inspiré depuis son enfance par son père qui est géomaticien, il développe une véritable passion pour cette profession. Originaire de la Tunisie, Mohamed Ghazi est diplômé d'un DEC en géomatique et suit des études d'ingénierie en Suisse. Il arrive au Québec en 2011 et obtient son baccalauréat de l'Université Laval à la fin de 2015. Aujourd'hui, c'est un grand honneur pour lui de rejoindre l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec.*



**Gabriel Vaucher, a.-g.**

*Originaire de Montréal et baignant dans l'arpentage depuis 2011, Gabriel est fier d'être assermenté. Prêt à relever les défis de demain, désirant épouser les nouvelles technologies, il entrevoit un monde de possibilités. Enrichi d'une expérience de travail comme géomètre en France, Gabriel désire pratiquer au Québec et contribuer au développement de la profession.*

Par Anik Fortin-Doyon, avocate

Les résumés des décisions compilés dans la présente chronique sont tirés de *Jurisprudence Express* et reproduits avec l'autorisation de la SOQUIJ. Pour obtenir le texte intégral, écrivez à [info@soquij.ca](mailto:info@soquij.ca) ou composez le 514 842-8745 ou le 1 800 363-6718 en mentionnant le numéro de référence de la décision, ou consultez [www.jugements.qc.ca](http://www.jugements.qc.ca). Le symbole « \* » indique qu'une décision a été portée en appel.

## THEB C. COMMISSION DE PROTECTION DU TERRITOIRE AGRICOLE DU QUÉBEC, 2020 QCTAQ 07223 23 JUILLET 2020 SOQUIJ AZ-51699411, 2020EXP-2085 (8 PAGES)

### Juridiction :

Tribunal administratif du Québec, Section du territoire et de l'environnement (T.A.Q.)

### Décision de :

Pascal Sarrazin et Odette Laverdière, juges administratifs

### Résumé

Contestation d'une décision de la Commission de protection du territoire agricole du Québec (CPTAQ) ayant refusé de reconnaître des droits acquis de nature résidentielle. Accueillie.

Le requérant a acquis une propriété en 2010. Un chalet, dont l'année de construction est inconnue, s'y trouvait. La CPTAQ a confirmé un avis de non-conformité refusant de reconnaître l'existence de droits acquis de nature résidentielle sur la propriété à l'entrée en vigueur de la *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles*, le 9 novembre 1978.

### Décision

Le requérant allègue que le chalet était présent avant 1978. Sur un acte de vente de 1957, il est indiqué que l'immeuble vendu est un morceau de terrain vacant. C'est lors de la transaction suivante, survenue en 1996, que la mention «avec les bâtisses dessus construites» apparaît. Ce n'est toutefois qu'au moment d'une transaction survenue en juillet 2007 que la désignation «chalet» a été inscrite. Sur les

rôles d'évaluation foncière de 1975 et de 1976, une valeur de 2 300 \$ est associée à un bâtiment sur la propriété. Cependant, l'usage de ce bâtiment n'est pas précisé. Au rôle d'évaluation foncière de 1980, la valeur du bâtiment avait légèrement diminué. Le code d'utilisation du bâtiment indiqué correspond à celui d'un chalet. Ainsi, un bâtiment est existant sur la propriété visée depuis au moins 1975 et son utilisation est établie comme celle d'un chalet à partir du rôle d'évaluation foncière de 1980. On peut conclure que le bâtiment était utilisé pour un usage résidentiel au 9 novembre 1978. En effet, entre les rôles d'évaluation de 1975 et 1976 et celui de 1980, la valeur du bâtiment demeure dans le même ordre de grandeur. Une valeur de 2 300 \$ représentait une bonne valeur pour un chalet en 1975, mais elle était moindre que celle d'une résidence. Le premier règlement de zonage exigeant un permis pour la construction d'un bâtiment a été adopté en 1976 dans la municipalité. Ainsi, si la construction du chalet avait eu lieu après 1976, un permis de construction aurait été délivré par la municipalité, ce qui n'est pas le cas. Aucune preuve ne démontre que le chalet aurait été illégalement construit. À la date d'application de la loi à la propriété, soit le 9 novembre 1978, il y avait donc une utilisation de nature résidentielle qui s'est traduite par un effet réel, concret et tangible. L'existence de droits acquis à des fins résidentielles est reconnue.

## C.P.T.A.Q., 424536, 2020-01-07. CLOUTIER C. PROCUREURE GÉNÉRALE DU QUÉBEC, 2020 QCCS 2530 \* 27 MARS 2020 SOQUIJ AZ-51701187, 2020EXP-2187 (12 PAGES)

### Juridiction :

Cour supérieure (C.S.), Kamouraska (Rivière-du-Loup)

### Décision de :

Juge France Bergeron

### Résumé

Demande en bornage. Rejetée.

Les demandeurs requièrent le bornage de leur propriété, un chalet situé en bordure du lac Témiscouata. La défenderesse, qui agit aux droits du ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, conteste cette demande et affirme que, dans le présent contexte du domaine hydrique, le bornage

n'est pas utile puisque le lac est déjà borné par une borne naturelle, soit la ligne ordinaire des eaux hautes.

### Décision

Le bornage est défini à l'article 978 du *Code civil du Québec* (C.C.Q.). Cette définition comprend 2 phases, soit la délimitation des héritages et l'abornement ou la pose de bornes. La particularité du terrain détenu par l'État en l'espèce est qu'il n'est pas en terre ferme puisqu'il s'agit d'un lac. En matière de propriété du domaine hydrique, l'article 919 C.C.Q. édicte que l'État est propriétaire du lit des lacs et des cours d'eau navigables et flottables jusqu'à la ligne des eaux hautes, laquelle constitue une borne naturelle. L'emplacement de cette ligne doit donc être déterminé. Or, il ressort des dispositions législatives sur l'accession naturelle que, avec le temps, des phénomènes naturels, tels que l'alluvion et l'érosion, modifient le terrain. On peut conclure que l'alluvion profite au propriétaire riverain, lequel voit la superficie de son terrain augmenter, alors que l'érosion profite au propriétaire du plan d'eau et entraîne une diminution de la superficie du terrain riverain. Ainsi, l'emplacement de la ligne des eaux hautes, qui correspond à une limite de propriété, peut se voir modifier par l'effet de ces phénomènes naturels. La ligne des eaux hautes serait donc une borne naturelle vivante, dont l'emplacement n'est ni statique ni permanent. Celle-ci constitue ainsi la limite entre le lit du lac et le lot.

En l'espèce, le litige porte sur la superficie du terrain des demandeurs. Or, un positionnement de la ligne des eaux hautes a été effectué en 1930 et est retenu par les demandeurs, tandis qu'un second a été fait en 2016 et est retenu par la défenderesse. Il appartient donc au tribunal d'établir le droit de propriété en déterminant laquelle des lignes des eaux hautes est applicable. Il s'agit d'une question de droit qui n'est pas du ressort d'un arpenteur-géomètre dans le contexte d'une mission de bornage. En l'espèce, cette procédure n'est ni utile ni opportune, car le positionnement de la ligne des eaux hautes est déjà déterminé.

### Suivi :

Déclaration d'appel, 2020-05-22 (C.A.), 200-09-010180-203. Requête en rejet d'appel rejetée (C.A., 2020-08-03), 2020 QCCA 1045, SOQUIJ AZ-51700079.

**GAGNON C. LAVOIE, 2020 QCCA 1181**  
**16 SEPTEMBRE 2020**  
**SOQUIJ AZ-51708503, 2020EXP-2188**  
**(13 PAGES)**

**Juridiction :**

Cour d'appel (C.A.), Québec

**Décision de :**

Juges Suzanne Gagné, Geneviève Cotnam et Michel Beaupré

**Résumé**

Appel d'un jugement de la Cour supérieure ayant rejeté une demande en contestation et en annulation d'un rapport de bornage.

Accueilli.

Les parties, qui sont propriétaires d'immeubles contigus, ont convenu de procéder au bornage de ceux-ci et ont choisi l'arpenteur-géomètre mis en cause pour y procéder. Après avoir effectué un « levé des lieux », ce dernier a préparé un plan préliminaire. Il a ensuite convoqué les parties à une audience. En cours de témoignage, l'intimé a fait référence à un procès-verbal de bornage dressé par l'arpenteur-géomètre Gravel le 19 juin 1963, lequel n'est accompagné d'aucun plan. Le 31 mai 2016, le mis en cause a rendu son rapport de bornage sans tenir compte de ce procès-verbal antérieur. Après avoir refusé ce rapport, l'appelante a entrepris le présent recours. La juge de première instance a estimé que le mis en cause s'était valablement acquitté de son mandat en indiquant que la ligne séparative des lots des parties est celle correspondant aux titres et à la rénovation cadastrale. Selon elle, le fait de renvoyer à un rapport vague et ambigu datant de plus de 50 ans et, de surcroît, non connu des parties au moment de la mise en place du processus de bornage n'est pas d'un grand secours pour déterminer clairement une ligne séparative. L'appelante requiert notamment de la Cour qu'elle déclare que les parties sont toujours liées par le procès-verbal de 1963 et qu'il soit ordonné à un arpenteur-géomètre de procéder à l'abornement de la ligne séparative, telle qu'elle est établie par ce procès-verbal, puis à la publication de son procès-verbal et à la modification du cadastre en conséquence.

**Décision**

Mme la juge Gagné: Suivant l'article 978 du *Code civil du Québec*, le bornage comprend non seulement l'établissement de bornes, mais aussi le rétablissement de bornes déplacées ou disparues, la reconnaissance d'anciennes bornes et la rectification de la ligne séparative de 2 propriétés

contiguës. Par ailleurs, le bornage est d'ordre public, car il sert tant l'intérêt des propriétaires touchés que l'intérêt général à ce que les limites des propriétés soient bien arrêtées. Quant à l'arpenteur-géomètre, il est un officier public et le procès-verbal d'abornement, un acte authentique. Cela vaut tout autant pour le procès-verbal de bornage de 1963, lequel respecte les exigences de la *Loi des arpenteurs et des arpentages* en vigueur à l'époque. Pour produire son effet juridique, ce procès-verbal n'avait pas à être inscrit au registre foncier (cette obligation n'est apparue qu'en 1973) ni à être accompagné d'un plan. En l'espèce, les parties ne contestent pas l'authenticité de ce procès-verbal; elles l'acceptent « comme fait et signé entre leurs auteurs ». Il s'agit donc d'un titre dont l'arpenteur-géomètre mis en cause ne pouvait faire fi. Ainsi, il lui appartenait de chercher les bornes auxquelles ce procès-verbal fait référence et de tenter de retracer l'ancienne ligne séparative. Enfin, étant donné que le procès-verbal de 1963 constitue un titre définitif et irrévocable, c'est à tort que l'arpenteur-géomètre mis en cause se fonde sur la prescription extinctive pour l'écartier. Il s'agit d'une erreur grave qui aurait dû conduire la juge à rejeter son rapport de bornage. Dans ces circonstances, il y a lieu d'annuler le jugement entrepris et de renvoyer l'affaire devant la Cour supérieure pour qu'il soit ordonné à un arpenteur-géomètre de chercher les anciennes bornes et de tenter de retrouver la ligne séparative indiquée dans le procès-verbal de bornage de 1963. La juge aura alors tout en main pour se prononcer sur le bornage, conformément à l'article 472 alinéa 2 du *Code de procédure civile*.

**JUGE SANDRA BOUCHARD, C.S., CHARLEVOIX (LA MALBAIE), 240-17-000273-165, 2018-11-22, 2018 QCCS 5194, SOQUIJ AZ-51550279.**

**RÉF. ANT :**

**(C.S., 2018-11-22), 2018 QCCS 5194, SOQUIJ AZ-51550279; (C.A., 2019-03-11), 2019 QCCA 408, SOQUIJ AZ-51576834.**

**9 JUILLET 2020**

**SOQUIJ AZ-51698359, 2020EXP-2235 (9 PAGES)**

**Intitulé :**

Ferme Bruloka c. Poulin, 2020 QCCQ 2819

**Juridiction :**

Cour du Québec, Petites créances (C.Q.), Frontenac (Thetford Mines)

**Décision de :**

Juge François LeBel

**Résumé**

Demande en jugement déclaratoire et en réclamation de dommages-intérêts (13 022 \$). Accueillie en partie (1 047 \$).

En 1993, St-Laurent et Lapointe, qui font affaire sous le nom de Ferme Bruloka, la demanderesse, ont signé un acte notarié avec le défendeur pour la constitution d'une servitude réelle de passage. Cette servitude a pour objet de permettre à ce dernier, à titre de propriétaire du fonds dominant, l'accès à une route nationale. Estimant que le défendeur a aggravé la condition du fonds servant, qu'il a omis de participer à l'entretien de la servitude, qu'il s'est livré à des travaux non autorisés et qu'il a causé des dommages dans l'assiette de celle-ci, la demanderesse lui réclame 13 022 \$ en dommages-intérêts.

**Décision**

Suivant l'article 1186 du *Code civil du Québec*, le propriétaire du fonds dominant ne peut causer d'aggravation à l'assiette de la servitude. Or, le fait que ce fonds soit morcelé et que plusieurs propriétaires puissent maintenant utiliser le chemin en cause n'est pas en soi une aggravation de la servitude. En effet, le chemin demeure utilisé par un nombre limité de personnes et celles-ci doivent au surplus veiller à son entretien. En outre, la servitude de passage n'est pas dénaturée par la division du fonds dominant. Par ailleurs, l'acte de servitude n'interdit pas au défendeur de transférer à un acquéreur subséquent le droit de passage ni de vendre en partie son lot. Ainsi, ce contrat ne confère pas un « droit de regard » à la demanderesse qui imposerait au défendeur de l'informer préalablement à une vente d'une parcelle de son lot ou à sa subdivision.

En ce qui concerne les travaux effectués dans l'assiette de la servitude, la preuve révèle que le défendeur a usé sans droit du sol appartenant à la demanderesse pour réparer le chemin. À cet égard, afin de déterminer la réparation appropriée, il y a lieu de tenir compte de la largeur du remblaiement et du fait que la demanderesse doit également participer à l'entretien du chemin et que la situation ne semble pas être la même sur la longueur du chemin. Usant de son pouvoir discrétionnaire, le tribunal condamne donc le défendeur à payer la somme de 1 000 \$ à la demanderesse. Il doit aussi lui verser 25 \$ pour des travaux de débroussaillage effectués le 16 novembre 2015 ainsi qu'une somme de 22 \$ pour l'abattage d'un arbre au mois d'avril 2017. ■

# Références spéciales

Par Jean-Sébastien Chaume, a.-g.  
jschaume@arpenteurs.ca

## QUÉBEC EN 1808 VUE PAR UN ARPEUTEUR



Un arpenteur a voulu réaliser plus qu'une simple carte de la ville de Québec en 1808, il en a fait une maquette! Cette œuvre est connue comme le plan-relief de la ville de Québec ou la maquette Duberger. Ce nom lui a été donné en l'honneur de son créateur, Jean-Baptiste Duberger, qui, ayant été formé par Samuel Johannes Holland, a ensuite pratiqué l'arpentage. Cette maquette permet d'avoir une idée rapide du développement de la ville d'alors et aussi d'y admirer les nombreux détails reproduits. Ce qui est déroutant dans cette œuvre est l'absence du repère visuel habituel de la ville de Québec : le château Frontenac. À cette époque, sa construction n'avait pas encore débuté. La maquette a été construite à l'échelle 1/300 et tous ses éléments sont bien orientés et très détaillés. Originellement, elle mesurait 6 m x 10 m, elle était immense! Depuis 1981, la moitié restante de l'œuvre est exposée au musée du parc de l'Artillerie, dans la ville de Québec. Bien qu'il pratiquât l'arpentage, Duberger n'a jamais été inscrit au tableau de l'Ordre des arpenteurs-géomètres. Il était reconnu pour ses cartouches élégants, son souci du détail et sa grande précision.

Source : Radio-Canada, image : Parcs Canada

## UNE COUVERTURE DE CORRECTION GNSS MONDIALE

La firme Hexagon, propriétaire de la compagnie Leica, a annoncé récemment avoir développé un type de correction pour les récepteurs GNSS qui sera émise à partir de satellites et qui offrira une précision de l'ordre du centimètre, et ce, presque instantanément. Cela fera en sorte que peu importe où vous serez sur la planète, vous pourrez obtenir une correction centimétrique presque sur-le-champ, en autant que vous ayez une couverture cellulaire! La précision centimétrique de la méthode de correction de type PPK nécessite actuellement plusieurs minutes de calcul. Cette innovation changera le marché des corrections pour les récepteurs GNSS.



Source : [www.geoawesomeness.com](http://www.geoawesomeness.com)

## APPRENDRE LES PROJECTIONS CARTOGRAPHIQUES DÈS L'ENFANCE

Un cartographe américain a publié un livre qui explique les projections cartographiques aux jeunes enfants. En fait, Dan Ford a voulu concevoir et offrir un livre qui explique les cartes géographiques à sa fille pour son premier anniversaire. Son projet s'est transformé en un album cartonné de 16 pages vulgarisant divers concepts à l'aide de formes et de couleurs variées. La première édition du livre *Maps Projections for Babies* sera disponible à partir d'avril 2021 sur Kickstarter et peut être dès maintenant précommandée sur la même plateforme. Nous ne savons pas si cette œuvre sera traduite dans la langue de Molière.



Source : [www.geoawesomeness.com](http://www.geoawesomeness.com)

## UTILISER UN GPS SUR LA LUNE



La NASA évalue la possibilité d'utiliser le système de positionnement GPS pour les missions lunaires. Le programme Artemis, qui a récemment débuté, a comme objectif d'augmenter le nombre de missions sur la Lune.

À la lumière des avantages que le système GPS offre sur la Terre, tant en positionnement qu'en synchronisation d'horloges, les ingénieurs du programme veulent disposer d'un tel système pour leurs missions. Les engins spatiaux devront capter et utiliser des signaux GNSS déformés dû au fait qu'ils ont été émis par l'extrémité de l'antenne et ont traversé l'atmosphère terrestre. Les chercheurs veulent savoir si ces signaux pourront être utilisables ou non. Les satellites GPS se trouvent à une altitude de 20 200 km, alors que la Lune se situe à 384 400 km de la Terre.

Source : [www.gpsworld.com](http://www.gpsworld.com)

## LES SIGNAUX GNSS PLUS PRÉCIS EN TEMPS DE PANDÉMIE



Des chercheurs spécialisés en réflectométrie GNSS, une science qui étudie comment les signaux émis par les satellites GNSS sont réfléchis sur la surface terrestre, ont remarqué une amélioration significative de la qualité des signaux depuis quelques mois. Des chercheurs en géodésie de l'Université de Bonn, en Allemagne, se sont aperçu que les signaux captés par les antennes situées près des stationnements, désertés au profit du télétravail, ont augmenté en précision. La réflectométrie est utilisée pour la détection des tremblements de terre, les risques d'inondation et des études géodésiques. Cela démontre que la pandémie a fait le bonheur de certains!

Source : Magazine GPS World



# AGenda

Par Abéné Rissikatou, a.-g., a.t.C.  
abene.rissikatou@tps-gc-pwgsc.gc.ca

Un événement aura lieu et il n'est pas inscrit au calendrier? Vite! Informez-m'en, je me ferai un plaisir de l'y ajouter. La participation aux événements présentés dans l'agenda peut être reconnue dans le cadre de la formation continue de l'OAGQ.

## MARS 2021

### Du 30 mars au 1<sup>er</sup> avril 2021

Le forum International Lidar Mapping se tiendra du 30 mars au 1<sup>er</sup> avril 2021, dans la ville de Denver au Colorado. Il s'adresse aux professionnels utilisant des lidars aériens, terrestres et sous-marins ainsi que des technologies complémentaires destinées, entre autres, à la gestion d'actifs, aux infrastructures de génie civil, à la cartographie des zones extracôtées, aux services d'urgence et d'intervention en cas de catastrophe et à la gestion foncière et des ressources naturelles.

Denver, Colorado, États-Unis  
<https://www.lidarmap.org/>

## AVRIL 2021

### Du 14 au 18 avril 2021

La Conférence nationale des arpenteurs-géomètres 2021 se tiendra du 14 au 18 avril, au Hyatt Regency, au centre-ville de Calgary. La Conférence sera présentée conjointement par l'Alberta Land Surveyors' Association, Géomètres professionnels du Canada et l'Association des Arpenteurs des Terres du Canada.

Calgary, Alberta, Canada  
[www.acls-aatc.ca/](http://www.acls-aatc.ca/)

## MAI 2021

### Du 19 au 20 mai

Êtes-vous impliqué dans la collecte ou l'utilisation de données géospatiales? Vous basez-vous sur des informations géospatiales mises à jour? Faites-vous de la recherche ou développez-vous des technologies géospatiales?

Si oui, GEO Business vous mettra en contact avec tous les intervenants de l'industrie des informations géospatiales. Participez à cet événement incontournable, qui attire chaque année plus de 3000 personnes de plus de 50 pays. L'édition de l'année 2021 se tiendra du 19 au 20 mai dans la ville de Londres au Royaume-Uni.

Londres, Royaume-Uni  
[www.geobusinessshow.com/](http://www.geobusinessshow.com/)

## JUIN 2021

### Du 21 au 25 juin

Même si nous sommes toujours affectés par les répercussions de la COVID-19 dans notre vie quotidienne, la FIG veut regarder vers l'avenir et s'assurer d'avoir l'occasion de rencontrer ses membres. La FIG et le comité d'organisation local néerlandais sont heureux de vous accueillir à nouveau aux Pays-Bas pour la Semaine de travail FIG 2021. Certains d'entre vous peuvent penser : « Ce n'était pas le Ghana qui tenait la Semaine de travail cette année ? » Vous avez raison, mais les organisateurs locaux ghanéens ont généreusement offert aux Néerlandais d'organiser la Semaine de travail en 2021.

La FIG et le comité travaillent actuellement sur le thème, l'invitation et le programme. Ils espèrent que nous resterons en bonne santé et qu'ils pourront nous accueillir aux Pays-Bas en juin 2021!

Utrecht, Pays-Bas  
[www.fig.net/fig2021](http://www.fig.net/fig2021)

## ARPEUTEURS-GÉOMÈTRES ET GÉOMÈTRES

### BAS-SAINT-LAURENT-GASPÉSIE

#### Axio Arpenteurs- géomètres inc.

Pierre Bourget, a.-g.  
pbag@axioag.com  
Guillaume Lapierre, a.-g.  
glag@axioag.com  
Alexandre Babin, a.-g.  
abag@axioag.com  
Louis Leblanc, a.-g.  
llag@axioag.com  
151B, avenue de Grand-Pré  
Bonaventure (Québec) G0C 1E0  
Tél. : 418 534-3113  
Télé. : 418 534-3116

#### Leblanc Services d'Arpentage et Géomatique (LSAG inc.)

Jean-Louis Leblanc, a.-g.  
jlleblancag@lsag-arpeuteurs.com  
Julien Lambert, a.-g.  
jlambertag@lsag-arpeuteurs.com  
Éric Smith, a.-g.  
esmithag@lsag-arpeuteurs.com  
352, rue Commerciale Est  
Chandler (Québec) G0C 1K0  
Tél. : 418 689-3542 / 418 689-3516  
Télé. : 418 689-4218  
info@lsag-arpeuteurs.com

#### Géoterram Arpenteurs-géomètres inc.

Pascal Mercier, a.-g.  
pmag@geoterram.com  
Noémie Leblanc, a.-g.  
nlag@geoterram.com  
Charles Dion Bariault, s.s.g.  
cdbag@geoterram.com  
Siège social - New Richmond  
130, route 132 Ouest  
New Richmond (Québec) G0C 2B0  
Tél. : 418 392-4714  
[www.geoterram.com](http://www.geoterram.com)  
Succursale - Nouvelle  
470, rue Francœur  
Nouvelle (Québec) G0C 2E0  
1 866 392-4714

#### Pelletier & Couillard Arpenteurs-géomètres inc.

Paul Pelletier, a.-g.  
Christian Couillard, a.-g.  
Andrée-Maude B-Morissette, a.-g.  
Dany Picard-Lavoie, a.-g.  
Olivier Pelletier, a.-g.  
Rimouski  
561, rue de Lausanne  
Rimouski (Québec) G5L 4A7  
Tél. : 418 724-2414  
Télé. : 418 723-3553  
pcag@globetrotter.net

Trois-Pistoles  
546, rue Jean-Rioux, C. P. 7098  
Trois-Pistoles (Québec) G0L 4K0  
Tél. : 418 851-4222  
Télé. : 418 723-3553  
Site Web : [www.pelletiercouillard.ca](http://www.pelletiercouillard.ca)

#### Roy, Roy & Connolly Arpenteurs-géomètres-conseils inc.

Denise Roy, a.-g.  
Robert Connolly, a.-g.  
Simon St-Pierre, a.-g.  
136, rue de la Reine  
Gaspé (Québec) G4X 2R2  
Tél. : 418 368-1595  
info@rrcag.ca  
Site Web : [www.rrcag.ca](http://www.rrcag.ca)

### CÔTE-NORD

#### Groupe Cadoret Arpenteurs-géomètres

Marcel Cadoret, a.-g., A.T.C.  
marcel.cadoret@groupecadoret.com  
David Thériault, a.-g.  
david.theriault@groupecadoret.com  
Steve Maltais, a.-g.  
steve.maltais@groupecadoret.com  
David J. Pelletier, a.-g.  
david.pelletier@groupecadoret.com  
Geneviève Michaud, a.-g.  
genevieve.michaud@groupecadoret.com  
Dany Savard, a.-g.  
dany.savard@groupecadoret.com  
Anik Turbide, a.-g.  
anik.turbide@groupecadoret.com  
Cynthia Lévesque-Blanchette, a.-g.  
cynthia.levesque.blanchette@groupecadoret.com  
Robert Jutras, a.-g.  
robert.jutras@groupecadoret.com  
Sept-Îles  
619, avenue Brochu  
Sept-Îles (Québec) G4R 2X7  
Tél. : 418 968-8231  
Télé. : 418 962-3821  
receptiongc@groupecadoret.com  
Baie-Comeau  
90, boulevard La Salle  
Baie-Comeau (Québec) G4Z 1R6  
Tél. : 418 296-6511  
Télé. : 418 296-0353  
info@groupecadoret.com

## MONTRÉAL-RIVE-NORD-RIVE-SUD

### Labre & Associés arpenteurs-géomètres inc.

Martin Lavoie, a.-g.  
mlavoie@labre.qc.ca

Danny Houle, a.-g.  
dhoule@labre.qc.ca

Louis-Philippe Fouquette, a.-g.  
lpfouquette@labre.qc.ca

Frédéric Brisson, a.-g.  
fbrisson@labre.qc.ca

Étienne Côté, a.-g.  
ecote@labre.qc.ca

Xavier Lachance, a.-g.  
xlachance@labre.qc.ca

Repentigny  
581, rue Notre-Dame, bureau 200  
Repentigny (Québec) J6A 2V1  
Montréal  
13 000, rue Sherbrooke Est, bureau 302  
Montréal (Québec) H1A 3W2  
Tél. : 514 642-2000

Saint-Eustache  
128, rue Saint-Laurent, bureau 102  
Saint-Eustache (Québec) J7P 5G1  
Tél. : 514 642-2000

Laval  
3030, boulevard Curé-Labelle,  
bureau 300  
Laval (Québec) H7P 0H9  
Tél. : 514 642-2000

Brossard  
1700, boulevard Provencher, bureau 102  
Brossard (Québec) J4W 1Z2  
Tél. : 514 642-2000  
Site Web : [www.labre.qc.ca](http://www.labre.qc.ca)

## LAURENTIDES

### Rado, Corbeil et Généreux, arpenteurs-géomètres inc.

Peter Rado, a.-g.  
Sébastien Généreux, a.-g.

Tristan Séguin, a.-g.  
Sainte-Agathe-des-Monts  
18, rue Saint-Henri Est  
Sainte-Agathe-des-Monts (Québec)  
J8C 1S9  
Tél. : 819 326-0323  
Télé. : 819 326-8157  
info@rcgag.net

Saint-Donat  
519, rue Principale  
Saint-Donat (Québec) J0T 2C0  
Tél. : 819 424-2815  
Télé. : 819 424-5478

## OUTAOUAIS

### Géo Précision Inc.

Steve Tremblay, a.-g.  
Gilles Morneau, a.-g.  
Clément Lionnet, a.-g.  
35, rue Sainte-Marie  
Gatineau (Québec) J8Y 2A4  
Tél. : 819 525-4258  
Site Web : [www.geoprecision.ca](http://www.geoprecision.ca)

## QUÉBEC

### GPLC Arpenteurs-géomètres inc.

Bernard Lemay, a.-g.  
Marc Gravel, a.-g.  
Alexis Carrier-Ouellet, a.-g.  
Catherine Delorme, a.-g.  
Stéphane De Munk, a.-g.  
Simon Dumais, a.-g.  
Frédéric Martel, a.-g.  
Richard Carrier, a.-g.  
Benoît Giasson, a.-g.  
Pierre Grégoire, a.-g.  
Claude Burgess, a.-g.  
Vincent McCormack, a.-g.  
Jean Taschereau, a.-g.  
Mathieu Henri, a.-g.  
Valérie Poirier, a.-g.  
Philippe Girard, a.-g.  
Michaël Vignola, a.-g.  
Jean-Marc Hébert  
Cédric Larivière  
Jean-François Ducasse  
Québec  
5100, rue des Tournelles, bureau 600  
Québec (Québec) G2J 1E4  
Tél. : 418 843-1433

Lévis  
867, rue de Lauberivière, bureau 600  
Lévis (Québec) G6W 0S4  
Tél. : 418 831-4298 / 581 983-8999  
info@gplc.ca  
Site Web : [www.gplc.ca](http://www.gplc.ca)

### Géolocation Pagé-Leclair Société d'arpenteurs-géomètres

Plus de 40 ans d'existence  
Arpenteurs-géomètres du Québec  
Arpentage des terres du Canada  
Arpentage de construction  
Lidar aérien et lidar terrestre  
Photogrammétrie  
Cartographie  
Siège social - Québec  
1405, boulevard Central  
Québec (Québec) G1P 0A7  
Tél. : 418 688-3308  
Télé. : 418 688-3411  
fpage@geolocation.ca  
Site Web : [www.geolocation.ca](http://www.geolocation.ca)

Cet espace vous est réservé.

Contactez Marjorie Fortin  
[marjorie.fortin@oagq.qc.ca](mailto:marjorie.fortin@oagq.qc.ca)

**Service de  
placement**

***Recrutez nos finissants  
en sciences géomatiques!***

---

**Pour un poste d'arpenteur-géomètre  
ou pour un stage professionnel, affichez  
vos offres gratuitement sur notre site ou  
parcourez notre banque de candidatures  
pour découvrir les profils de nos finissants.**

---



[spla.ulaval.ca/afficher](https://spla.ulaval.ca/afficher)

Service de placement



UNIVERSITÉ  
**LAVAL**