

La référence géodésique du Québec: penser autrement

(livre blanc) par André Verville, Kildir Technologies

4 mai 2020

La situation actuelle, héritée du siècle précédent

Au cours de mes études, comme bien d'autres de mes camarades de classe, j'y ai contribué dans le cadre d'emplois d'été au Service de la géodésie du Ministère des Terres et Forêts de l'époque. On était dans les années 70, période la plus active de la mise en place du réseau géodésique québécois.

Outre les merveilleux moments et souvenirs qui sont aujourd'hui gravés dans ma mémoire, il y avait cette fierté de contribuer à un projet d'envergure associé à la prise en charge de notre immense territoire. Des années de formation à une rigueur scientifique et technique qui ont par la suite guidé ma petite contribution, tout au long de ma carrière, à une meilleure connaissance géographique du territoire.

De fierté proactive qu'il représentait à l'origine, notre réseau géodésique a dû supporter par la suite des décennies de vache maigre où rentabilité, transferts de responsabilités, utilisateur payeur et autres mantras nous ont collectivement amené à diminuer notre intérêt à en assurer l'entretien et la pérennité.

L'arrivée de technologies modernes de positionnement par satellite a également contribué à la réduction des ressources consacrées à l'inspection et à l'entretien de ce réseau. Il faut comprendre que l'emplacement des repères était à l'origine judicieusement choisi afin de favoriser leur inter-visibilité et il n'était pas rare d'en retrouver sur des buttes ou des crans rocheux, quand ce n'était pas carrément le sommet d'une montagne qu'il nous fallait gravir pour les atteindre. Les plus précis, ceux qui fournissaient la meilleure inter-visibilité à longue distance, étaient toujours implantés sur des promontoires, difficiles d'accès et disposant rarement d'un chemin carrossable pour les atteindre. Les mesures précises à l'aide de récepteurs GPS ont bouleversé tout ça en changeant complètement les règles, méthodes de mesure et choix de localisation des repères.

En même temps, les arpenteurs-géomètres et les ingénieurs ont commencé à utiliser des récepteurs GPS comme alternative viable aux stations totales, à tout le moins en territoires dégagés. Les mesures cinématiques en temps réel (RTK), avec une précision de quelques centimètres seulement, constituent aujourd'hui un complément essentiel aux équipements de mesure par angles et distances. Cette transition a été rendue possible par la mise en place de réseaux publics de stations de poursuite permanentes dans un premier temps, mais surtout par leur complément commercial entrepris par les fabricants et distributeurs de récepteurs, utilisant des systèmes d'abonnements payants à des services de corrections par Internet accessibles par liens cellulaires.

Personne ne doute aujourd'hui de la pertinence de ces services de correction, qui, même dans les cas où le positionnement par satellites n'est pas efficace en raison d'obstacles ou d'une végétation trop dense, permettent l'intégration de travaux au réseau géodésique national, sans les aléas et doutes quant à la stabilité et la précision de repères géodésiques dont la position ne fait pas l'objet d'une vérification périodique. Il faut bien admettre en contrepartie que cette disponibilité de couverture a pour ainsi dire sonné le glas des réseaux géodésiques d'ordres et de précision inférieurs. Les repères demeurent en place mais une partie de ceux-ci sont enterrés dans l'accotement d'une route et sont difficilement accessibles en hiver. Pour ceux ancrés dans les trottoirs en milieu urbain, on est en droit de se poser des questions quant à l'effet du gel et du dégel, tant pour leur position que pour leur élévation. Ils ne servent plus aujourd'hui que comme mesure de validation d'erreurs grossières dans les levés GPS ou pour rattacher des réseaux existants.

Les repères permanents sur piliers de béton et accessibles en voiture sont rares. À titre d'exemple, on n'en trouve que deux sur le territoire de la Communauté Métropolitaine de Québec, un premier sur le campus de l'Université Laval (93K2005 ou Pilier E) et un second en bordure de l'autoroute Félix-Leclerc à Saint-Augustin-de-Desmaures (93K2002 ou Pilier B) et même pour ces derniers, les mesures de validation de leur position datent de quelques années (inspection en 2017 pour le Pilier E et en 2015 pour le Pilier B).

Le Ministère de l'Énergie et des Ressources dispose d'un réseau de 17 stations actives, qui transmettent des corrections cinématiques en permanence sur Internet et pour lesquels on peut télécharger des données brutes pour fins de post-traitement. Il s'agit d'une couverture minimaliste qui ne peut donner des résultats de précision centimétrique que dans leur environnement immédiat. Elles ne sont pas exploitées en collaboration avec les autres stations permanentes de Ressources Naturelles Canada et peu d'information est disponible quant à la cohérence de leur position publiée avec les réseaux géodésiques locaux de leur environnement respectif.

Dans ce contexte, on comprend les arpenteurs-géomètres et ingénieurs du Québec de se tourner vers des réseaux privés de stations de référence, mis en place et opérés par les grands fournisseurs d'équipements: Can-Net de Cansel/Trimble, SmartNet de Leica et TopNet de Topcon. On a alors au moins des réseaux unifiés et pour lesquels il existe une constante validation d'intégrité, avec en plus des fonctionnalités d'interpolation des corrections permettant de réduire les imprécisions dues à la distance entre les récepteurs des clients et les stations de référence. Dans la partie habitée du Québec, on peut ainsi obtenir des mesures horizontales avec une précision estimée à moins de 3 cm en position et 5cm en élévation dans la majorité des cas.

En contrepartie de cette démission de nos gouvernements vis-à-vis de leurs responsabilités, les fournisseurs et revendeurs maintiennent depuis des années un système d'abonnements qui représente une dépense récurrente entre 1000\$ et 3000\$ par année et ce, pour chacun des appareils de mesure utilisés. Ces fournisseurs ont également réussi à faire investir certains de leurs clients dans la mise en place de leurs réseaux en reportant sur eux les coûts d'acquisition et de mise en place de stations permanentes, en échange d'abonnements et de royautés sur les abonnements à des tiers.

Les conséquences de notre inaction

Malgré les avancées technologiques et la miniaturisation, les grands fabricants de technologies de positionnement satellitaire se sont traînés les pieds pour transmettre les réductions de prix à leurs clientèles. On sait que l'appareillage GNSS est souvent utilisé dans des conditions climatiques difficiles et/ou sur des chantiers ou de la machinerie lourde et les équipements doivent être robustes et en mesure de résister à de mauvais traitements. Malgré tout ça, payer des dizaines de milliers de dollars pour protéger des composants électroniques qui, eux, ne requièrent plus que quelques centaines de dollars de fabrication, ne semble plus une approche réaliste. Une puce capable de suivre adéquatement des dizaines de satellites des constellations GPS, Glonass, Galileo, SBAS, QZSS et Beidou est aujourd'hui installée pour quelque dollars dans tous les téléphones intelligents, on s'imagine que des capacités additionnelles de mesure de phase et de multiples fréquences ne comportent pas de difficultés techniques si exceptionnelles pour les fabricants à part le plus petit nombre d'unités à produire. Après tout, un récepteur GNSS n'est rien d'autre qu'une radio numérique programmée pour effectuer certains calculs à partir des données issues du signal radio capté par son antenne.

On a même poussé le bouchon plus loin en imposant des systèmes d'antennes d'une grande complexité aux récepteurs des stations permanentes. La peur malade des multi-trajets avait un sens lorsqu'un très petit nombre de satellites entrait dans le cerveau des récepteurs. Avec quelquefois plus d'une vingtaine de satellites et des algorithmes sophistiqués de filtrage de mesures incohérentes, des antennes "choke-ring" à 5000\$ calibrées en laboratoire pour une position millimétrique de leurs centres de phase est à mon avis un gaspillage

d'argent et de ressources. Ces antennes ont leur utilité pour des organisations qui mesurent les déformations de la croûte terrestre ou qui contribuent à la détermination précise des éphémérides des satellites ou de l'heure internationale, mais certainement pas pour fournir des corrections locales. La peur de l'imprécision fait vendre, il faut croire...

Tout ceci pour dire qu'il n'est pas normal qu'un récepteur GNSS de qualité arpentage coûte des dizaines de milliers de dollars. Après tout, il s'agit d'une radio numérique équipée d'une antenne, d'une batterie et d'interfaces de communication. Et en ceci, un récepteur GNSS ne diffère pas beaucoup d'un téléphone intelligent. Plusieurs fabricants en ont d'ailleurs fait la démonstration récemment, dont EMLID qui a débuté par du socio-financement et qui a réussi à assembler tous les composants électroniques nécessaires et à les intégrer dans un boîtier étanche et résistant pour une fraction du coût auquel on était habitués.

L'état sommaire de la situation

Avant de regarder dans notre boule de Crystal, il est peut-être utile de jeter un coup d'oeil au présent et en dresser un état de situation objectif. Voici les principaux constats auxquels j'en arrive:

1. Les réseaux géodésiques traditionnels polygonés sont désuets et peu fiables en raison du grand nombre de repères, d'une partie de leurs assises soumises à des mouvements de sol imprévisibles, des coûts d'entretien et de vérification qu'ils imposent et des nombreuses contraintes à leur accès en toutes saisons.
2. De ces réseaux géodésiques, il n'y a pas de références régionales millimétriques fiables et vérifiées périodiquement, capables de servir de références de validation et/ou rattachement pour des travaux de précision ou la détermination de stations de référence temporaires ou permanentes.
3. Les réseaux de corrections cinématiques en temps réel (RTK) ont fait leurs preuves depuis plus de 25 ans maintenant. Les autorités publiques ont malheureusement laissé le champ libre aux produits commerciaux des grands fournisseurs en ce qui a trait à une couverture systématique du territoire, se contentant de ressources ponctuelles de référence. La référence géodésique publique gouvernementale a ainsi été envahie par le privé et est devenue payante.
4. La nature même du positionnement précis par satellites impose l'utilisation de corrections ionosphériques précises et ces corrections se dégradent rapidement lorsque ces dernières ne sont pas connues et vérifiées à moins d'une dizaine de kilomètres de la station de mesure. Des conditions statistiques de "FIX", c'est-à-dire de verrouillage de phase centimétrique deviennent impossibles à de grandes distances. Une bonne couverture du territoire par des réseaux de récepteurs GNSS opérant sur des points connus demeure la seule méthode encore connue pour fournir de telles informations. Ceci requiert aujourd'hui de la discipline et seulement une fraction des efforts qu'avaient requis autrefois la mise en place des réseaux géodésiques monumentés.
5. Le coût d'acquisition des récepteurs GNSS permettant de constater, mesurer et transmettre de telles corrections a chuté dramatiquement et des installations permanentes peuvent être effectuées pour un coût variant entre 1000\$ et 5000\$ par station. Une infrastructure régionale de 5 à 10 stations pourrait donc être mise en place avec un investissement initial inférieur à 50000\$. Dans un tel contexte, des frais d'abonnements mensuels entre 1000\$ et 3000\$ par appareil client pour accéder à une telle infrastructure sont devenus prohibitifs. La gratuité ou des frais d'abonnement minimalistes peuvent et doivent être envisagés.

Une vision pour l'avenir

Compte tenu de ces constats sombres toutes peu reluisants à mon avis, voici une approche novatrice qui permettrait de corriger les erreurs du passé et de reprendre sur de nouvelles bases:

1. Le Gouvernement du Québec et son Ministère de l'Énergie et des Ressources s'est en grande partie désengagé du secteur de la référence géodésique et ses ressources sont limitées à cet égard. Il a depuis les récentes décennies indiqué clairement qu'il comptait sur les autorités municipales du Québec pour poursuivre le travail. Je ne vois pas comment je pourrais le convaincre de ce qui suit ou compter sur lui pour autre chose qu'une surveillance éventuelle d'intégrité d'un réseau de stations permanentes.
2. Les autorités municipales et régionales sont actuellement les seules qui disposent d'infrastructures publiques communes comportant des bâtiments disséminés sur leur territoire et les infrastructures nécessaires à l'installation de stations de référence permanentes. Elles possèdent également les ressources nécessaires à l'installation et à l'entretien de piliers permanents et elles possèdent l'autorité nécessaire pour en assurer l'accès (stationnement, déneigement). Je suggère donc de fédérer les ressources régionales en ce sens.
3. L'accès aux corrections GNSS peut aujourd'hui se faire grâce à un grand nombre de ressources logicielles à faible coût ou gratuites, qui pourraient avantageusement se répartir entre un très grand nombre d'utilisateurs. Je recommande donc un mélange d'accès gratuit et/ou de mise en place d'une structure coopérative/OSBL, complètement indépendante de l'apport commercial des fabricants et des revendeurs (même si j'appartiens moi-même à cette catégorie!), desquels les seules contributions acceptées en seraient de dons d'équipements, de logiciels ou promotionnelles. Tout le reste serait simplement acheté par l'organisation sans but lucratif ou ses membres.
4. Le membership à cette organisation ouverte doit impliquer tous les types d'utilisateurs. Un membre privé pourrait par exemple y participer en y ajoutant ses propres équipements de référence, mais en les rendant gratuitement accessibles à la coopérative et en respectant un cahier des charges quant à la qualité et à la pérennité de son installation. Je pense ici aux firmes d'ingénieurs et d'arpenteurs-géomètres, ainsi qu'aux agriculteurs, forestiers et autres utilisateurs de la référence géodésique. J'imagine qu'un jour, si leur modèle d'affaires ne fonctionne plus à cause de cette compétition "déloyale" que je suggère à leurs services payants, les grands fabricants pourraient même un jour en venir à transférer certaines de leurs ressources actuelles dans le pool des actifs de cette organisation.

La vision future de ce projet: une référence géodésique centimétrique précise et gratuite, à la grandeur du Québec.

André Verville
Kildir Technologies
2, rue Verlaine
Lévis, Qc G6V 7E7
averville@kildir.com
Téléphone: 418-741-1213
Portable: 418-559-0746