

Lignes à haute tension et récepteurs DGPS en agriculture



Les systèmes GPS et DGPS permettent de déterminer et de mémoriser l'emplacement des échantillons de sol prélevés.

Les satellites au service de l'agriculture

À l'ère des technologies de l'information, les agriculteurs ont recours aux ordinateurs et aux satellites pour accroître la productivité de leurs terres. Grâce à des récepteurs qui permettent de capter les signaux émis par des satellites, ils peuvent déterminer l'emplacement des différentes interventions sur le terrain et y associer les caractéristiques du sol et les rendements obtenus. Leur objectif? Optimiser les rendements et établir avec précision le dosage des intrants requis, tels les fertilisants, les pesticides et la chaux. C'est ce qu'on appelle l'agriculture de précision, qui offre, on le devine, de nombreux avantages agronomiques, économiques et environnementaux. Au Québec, quelque 5 % des producteurs agricoles utilisent cette technique.

Les lignes à haute tension nuisent-elles à la réception des signaux émis par les satellites ?

Lors des rencontres d'information sur le projet Hertel-des Cantons, certains agriculteurs ont soulevé la préoccupation suivante : les lignes à haute tension qui traversent leurs terres agricoles peuvent-elles altérer les signaux émis par les satellites et nuire à la précision des données ?

Hydro-Québec s'est engagée auprès du ministère de l'Environnement à étudier la question et a mené une série d'essais sur le terrain. L'entreprise est aujourd'hui en mesure d'affirmer que les lignes à haute tension n'ont aucun impact significatif sur la pratique de l'agriculture de précision.

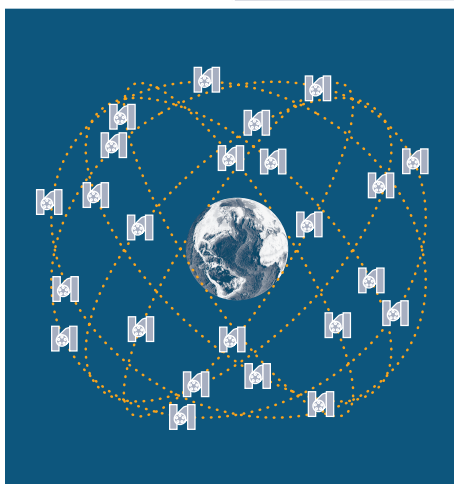
Voici un aperçu du mode de fonctionnement des signaux GPS et DGPS ainsi que de l'étude menée par Hydro-Québec sur les effets potentiels des lignes à haute tension sur la réception de ces signaux.

Le GPS

Le système mondial de localisation, généralement appelé GPS (*Global Positioning System*) est un système qui utilise les signaux émis par des satellites afin d'établir une position exacte sur la Terre. Depuis le 1^{er} mai 2000*, l'exactitude de l'endroit repéré varie de 25 mètres à quelques mètres, selon l'équipement utilisé et la procédure suivie. Au moins 24 satellites tournent autour de la Terre en tout temps, mais le récepteur du signal GPS n'a besoin que de quatre de ces satellites pour calculer une position en fonction de trois coordonnées : la latitude, la longitude et l'altitude.

Les signaux GPS sont transmis à l'aide d'ondes radio à des fréquences variant autour de 1 400 mégahertz (MHz), plus précisément à 1 228 MHz pour le code militaire et à 1 575 MHz pour le code civil. Bien qu'ils puissent parcourir une grande distance et traverser les nuages et l'atmosphère pour se rendre jusqu'à la Terre, ces signaux ont néanmoins certaines limites. Ils voyagent seulement en ligne droite et ne peuvent passer à travers certains matériaux comme le métal et le béton ni à travers le feuillage s'il est trop dense.

Par ailleurs, les données qui sont transmises par les satellites donnent un positionnement qui comporte une marge d'erreur plus ou moins grande. Les erreurs peuvent être causées par des phénomènes atmosphériques, l'imprécision des horloges à bord des satellites et sur les récepteurs GPS, le bruit intrinsèque, la qualité des récepteurs GPS, etc.



Constellation des satellites GPS

Source : <http://zebulon1er.free.fr/gps.htm>

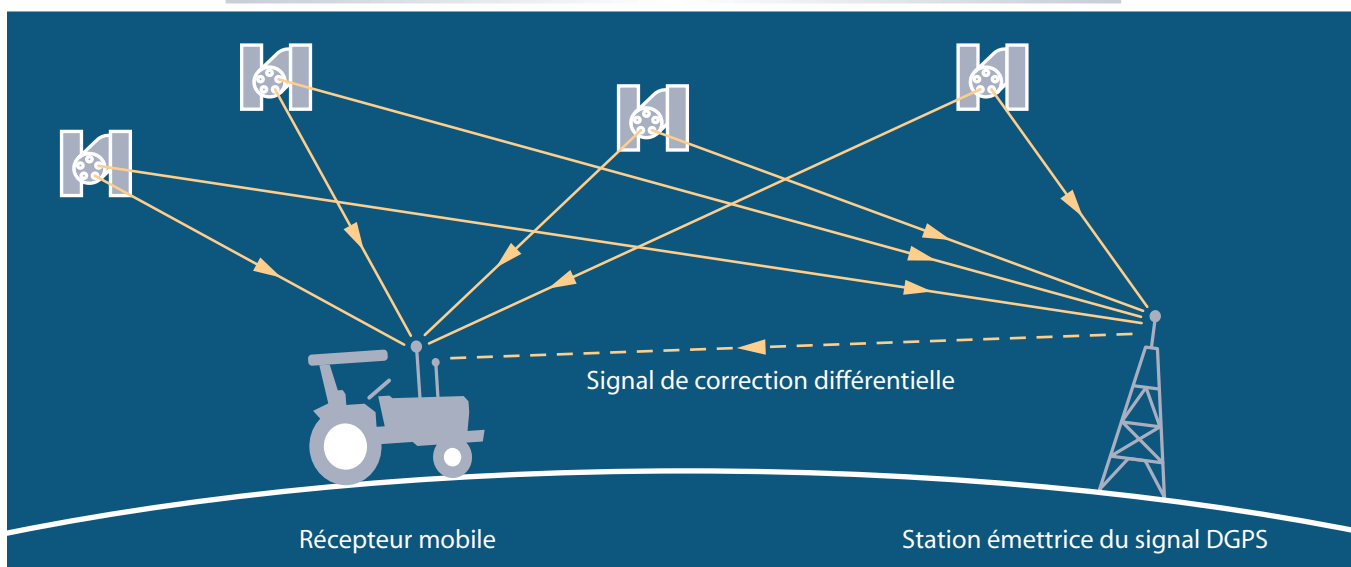
* Avant le 1^{er} mai 2000, le gouvernement américain dégradait volontairement les signaux GPS civils. À cette date, il a mis fin à la dégradation volontaire du signal GPS, améliorant du coup la précision de tous les signaux GPS civils.

Pour plus de précision : le DGPS

Afin de réduire la marge d'erreur du GPS et obtenir une lecture aussi précise que possible, l'utilisateur doit avoir une deuxième source de données. Parmi les solutions disponibles, le DGPS.

	GPS avant le 1 ^{er} mai 2000	GPS depuis le 1 ^{er} mai 2000	GPS + DGPS
Marge d'erreur	25 à 100 m (moyenne 25 m)	6 à 25 m (moyenne 15 m)	1 à 5 m (moyenne 1 m)

Le système mondial de localisation en mode différentiel, appelé DGPS (*Differential Global Positioning System*) ou GPS différentiel, est un système de correction du signal GPS qui fonctionne à partir d'une station terrestre. Cette station reçoit le signal GPS du même satellite que l'utilisateur. Comme la station connaît ses propres coordonnées, elle est en mesure de calculer les erreurs du signal GPS et de transmettre à l'utilisateur les corrections à apporter. La fréquence du signal DGPS est beaucoup plus basse que celle du GPS, soit autour de 300 kilohertz (kHz).



DGPS en temps réel

Source : <http://muextension.missouri.edu/xplor/waterq/wq0452.htm>

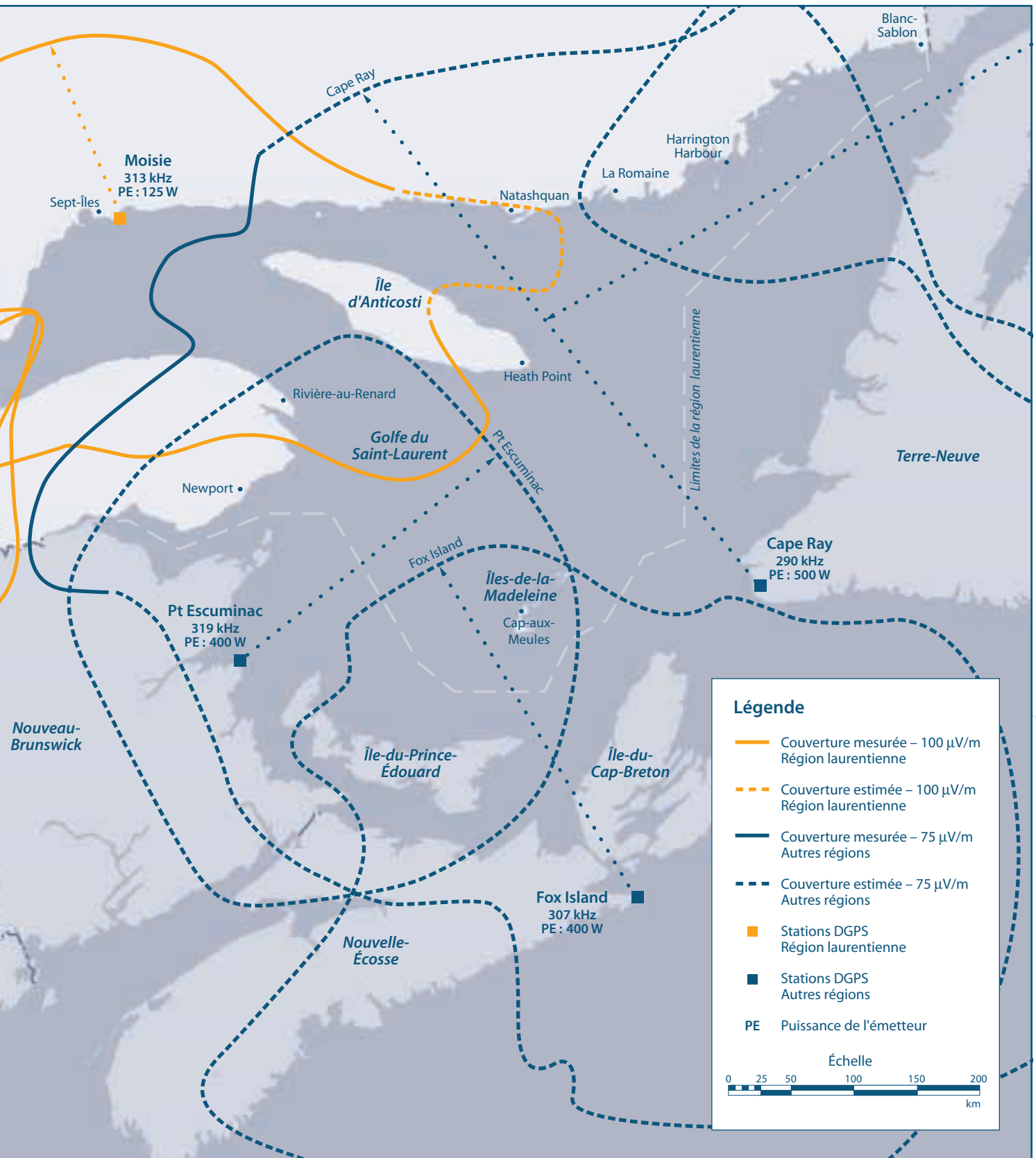
À partir de stations réparties le long du fleuve Saint-Laurent, la Garde côtière canadienne émet gratuitement les signaux DGPS. Ces signaux peuvent être captés à une distance maximale de 250 km de la station émettrice au moyen d'un récepteur spécial. Notons que la qualité de la réception du signal DGPS décroît à mesure qu'on s'éloigne de la station émettrice. D'autres facteurs comme la topographie du terrain peuvent aussi nuire à la réception du signal.

Lorsqu'on se trouve à plus de 250 km des stations émettrices du signal DGPS situées le long du Saint-Laurent, il faut faire appel à une autre source de correction des données, le Wide Area Differential GPS (WADGPS), qui émet des corrections à partir d'un satellite géostationnaire. Ce système nécessite aussi l'utilisation d'un récepteur spécial.



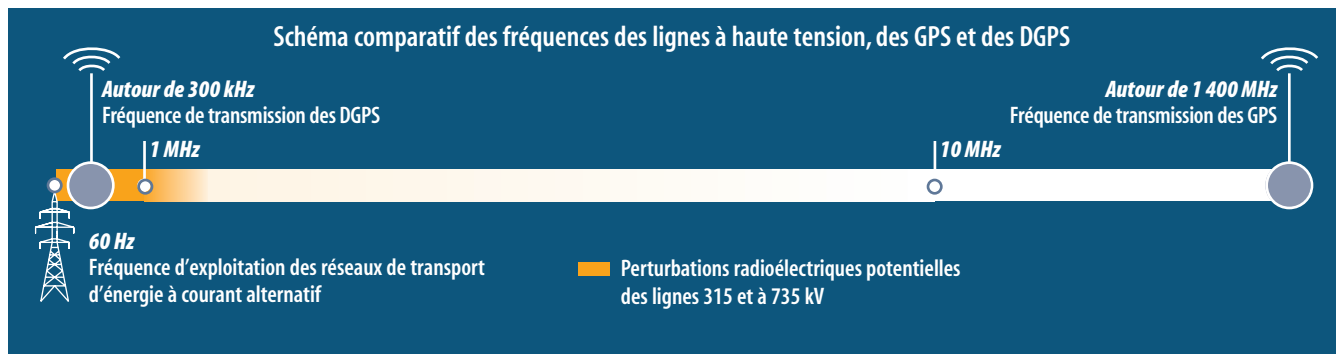
Couverture du réseau DGPS – Région laurentienne (limite de couverture à 75 et à 100 $\mu\text{V/m}$)

Source : Pêches et Océans Canada et Garde côtière. Document préparé par GC/ST/SEI/ITG pour les Aides à la navigation. Édition 6 mai 1999.



Les lignes à haute tension n'altèrent pas le signal GPS

La figure suivante montre les différentes fréquences en mégahertz émises par le GPS, le DGPS et les lignes à haute tension d'Hydro-Québec.



En Amérique du Nord, la fréquence d'exploitation des réseaux de transport à courant alternatif est de 60 hertz (Hz). Par contre, des perturbations radioélectriques peuvent être générées jusqu'à une fréquence de quelques mégahertz surtout dans le cas des lignes à 315 et à 735 kilovolts (kV), mais elles sont toutefois négligeables au-delà de 1 MHz. Ces perturbations sont causées par des décharges électriques locales à la surface des conducteurs, que l'on appelle effet couronne. Ces décharges créent une circulation de courant électrique à haute fréquence le long de la ligne, qui joue alors le rôle d'une antenne émettrice. Ce phénomène se produit surtout par mauvais temps et se caractérise par un bourdonnement audible. Lorsque des perturbations radioélectriques se produisent sur des lignes d'une tension inférieure à 315 kV, elles révèlent généralement une situation anormale, imputable à la défectuosité d'accessoires de lignes dans les environs immédiats.

Les fréquences du GPS, qui varient autour de 1 400 MHz, sont plus de mille fois supérieures aux fréquences des perturbations des lignes à haute tension et ne sont donc pas susceptibles d'être brouillées par les lignes de transport d'énergie électrique. En revanche, les signaux de correction du DGPS, qui voyagent à une fréquence d'environ 300 kHz, se situent dans la plage des fréquences des perturbations des lignes à haute tension.

Une étude pour évaluer l'effet potentiel des lignes à haute tension sur le signal DGPS

Afin d'évaluer l'influence des perturbations des lignes à haute tension sur le signal DGPS, Hydro-Québec a mené une étude qui s'est déroulée en deux étapes : des rencontres avec des spécialistes et des mesures sur le terrain effectuées sous des lignes à 735 kV et à proximité de celles-ci.

Rencontres avec des spécialistes

Hydro-Québec a tenu des rencontres avec des spécialistes et des utilisateurs de systèmes DGPS, notamment des ingénieurs de l'entreprise, des agronomes spécialisés en agriculture de précision, des spécialistes du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) ainsi que de Pêches et Océans Canada. Ces rencontres ont permis :

- de dresser l'état de la situation ;
- de recueillir de l'information pertinente ;
- de planifier une série d'essais sur le terrain.

Mesures sur le terrain

Hydro-Québec a dirigé une série d'essais sur des sections de lignes à 735 kV situées dans les municipalités de Saint-Philippe, de Saint-Mathieu, de Saint-Constant, de Saint-Hubert et de Sainte-Eulalie. Les mesures ont été prises à pied, en voiture et à bord d'une moissonneuse-batteuse. Elles ont permis de vérifier la réception du signal DGPS en

fonction des paramètres suivants :

- des conditions atmosphériques variées ;
- la configuration des lignes à haute tension (ligne seule ou juxtaposée à une autre) ;
- la proximité des pylônes et des lignes ;
- les accessoires utilisés à bord de la moissonneuse-batteuse ;
- la distance entre l'utilisateur et la station émettrice ;
- l'orientation vers des stations émettrices distinctes (Saint-Jean-sur-Richelieu et Trois-Rivières) ;
- la qualité des récepteurs DGPS.



Moissonneuse-batteuse lors des essais

Résultats

Les mesures sur le terrain ont montré que les lignes à haute tension n'influencent pas de façon significative le signal DGPS provenant de la Garde côtière canadienne. En effet, peu importe l'endroit où les mesures ont été prises, la force du signal est demeurée suffisante pour qu'on puisse obtenir un positionnement en tout temps, dans toutes les situations suivantes, dans les limites de la couverture des stations émettrices, bien entendu :

- par beau temps, par temps humide après une pluie abondante, lors d'averses de pluie soutenues ;
- directement sous la ligne ou à une certaine distance de celle-ci ;
- en présence d'une seule ligne ou de deux lignes juxtaposées ;
- pendant que les accessoires électriques de la moissonneuse-batteuse étaient en marche ou non.

Ces résultats révèlent également :

- que lorsqu'on passe sous une ligne à 735 kV, la force du signal peut diminuer, mais permet toujours d'obtenir un positionnement ;
- qu'il semble y avoir une relation entre la force des signaux reçus et la proximité de l'antenne émettrice DGPS de la Garde côtière du Canada. Plus on s'éloigne, plus le signal est faible, bien qu'il soit toujours possible de se positionner sur le terrain ;
- lorsqu'on est loin de l'antenne émettrice, le récepteur peut être plus ou moins sensible sous les lignes à haute tension selon la marque de récepteur utilisée, bien qu'il soit toujours possible de se positionner sur le terrain.

Conclusion

Aucun impact significatif sur la réception du signal DGPS

La présence d'une ligne à haute tension sur les terres agricoles ne nuit pas au fonctionnement du DGPS utilisé pour optimiser le rendement des cultures et réduire l'utilisation des intrants (fertilisants, pesticides, chaux, etc). À aucun moment les lignes à haute tension n'ont eu d'effet significatif sur le signal de correction DGPS provenant de la Garde côtière canadienne. En somme, peu importe où il se trouve sur le terrain par rapport aux lignes à haute tension, l'utilisateur du DGPS réussit toujours à se positionner de façon exacte.

Ce document a été réalisé par :

France Renaud, agronome,
direction – Expertise et support
technique de transport, TransÉnergie,
une division d'Hydro-Québec

Louis Lesage, agronome,
direction – Expertise et support
technique de transport, TransÉnergie,
une division d'Hydro-Québec

Duc-Hai Nguyen, chercheur, IREQ,
Recherche et planification
stratégique, Hydro-Québec

avec la collaboration de :

Charles Savoie, consultant en
géomatique et en télédétection

©TransÉnergie
Reproduction autorisée avec
mention de la source

ISBN : 2-550-38157-2

2001G263