

Milieux

Milieu agricole



Sommaire

Mise en contexte	1
Bilan historique	3
Cadre réglementaire et encadrements internes.....	3
Ampleur et portée des études réalisées.....	6
Résultats	12
Agriculture en général	12
Méthodologie	13
Critères de localisation des lignes en milieu agricole.....	15
Perception.....	15
Champs électriques et magnétiques et tensions parasites	16
Compaction	18
Acériculture.....	21
Élevages d'animaux sensibles au bruit.....	21
Pylônes	22
Récepteurs DGPS – système mondial de localisation en mode différentiel	24
Les enseignements	25
À retenir	25
À éviter.....	25
À poursuivre	25
Vocabulaire	26
Bibliographie	27



Pour des raisons historiques, les appellations (noms de lignes et de postes ainsi que vocabulaire méthodologique) et les règles d'écriture utilisées dans cette synthèse sont celles qui figurent dans les sources ayant servi à sa réalisation. Pour plus de précisions, lire l'avant-propos.

Photos de la couverture

En haut : Pylône à encombrement réduit en milieu agricole dans la région du Bas-Saint-Laurent
En bas : Terres en culture à Mascouche

Photo de l'endos

Culture de la canneberge à Saint-Louis-de-Blandford



Ligne à 735 kV Châteauguay-Chénier à Rigaud

Mise en contexte

La majeure partie des exploitations agricoles québécoises sont situées dans les basses-terres du Saint-Laurent, où elles occupent plus de 50 % du territoire, soit près de 15 000 km². Puisque la région des basses-terres est la plus peuplée du Québec, l'exploitation du potentiel hydroélectrique en provenance du nord et du nord-est de la province suppose l'implantation d'un réseau vers les populations plus au sud, ce qui implique qu'on traverse le milieu agricole. En décembre 1975, on recensait 20 447 km de lignes aériennes d'Hydro-Québec. En 2012, c'était plus de 33 000 km de lignes de transport qui traversaient le Québec, dont quelque 13 000 km (39 %) en milieu agricole protégé, auxquels s'ajoutent plus de 50 000 supports et au-delà de 140 postes.

La mise en chantier durant les années 1970 de grands aménagements hydroélectriques dans le Nord québécois, jumelée à la construction du réseau de lignes de transport permettant d'amener cette électricité dans le sud de la province, n'est pas sans avoir soulevé des inquiétudes chez les agriculteurs. La possible baisse de la valeur foncière de leur propriété, l'impact sur l'efficacité des opérations agricoles, l'impact visuel ainsi que l'impact sur la santé et la sécurité comptent parmi les effets possibles qui les préoccupaient le plus. Par ailleurs, la manière selon laquelle Hydro-Québec négociait et indemnisait était une source de mécontentement chez les agriculteurs.

C'est donc dans un climat de tension que les premières manifestations des agriculteurs contre l'implantation de lignes en territoire agricole ont eu lieu en 1974 dans le cadre des projets de la ligne à 765 kV Châteauguay-frontière canado-américaine et de la ligne à 735 kV Châteauguay-Chénier. L'interconnexion à 765 kV devait alimenter l'État de New York, et la ligne à 735 kV entre les postes Chénier et Châteauguay permettait de boucler la ceinture métropolitaine à 735 kV. Ces deux lignes devaient passer dans les terres noires maraîchères de la ceinture de Montréal. Il en a découlé une contestation importante de la part des agriculteurs touchés ainsi que des discussions avec le ministère de l'Agriculture (MAQ). Cette première contestation a été suivie de plusieurs autres.

Les préoccupations à l'égard de l'environnement grandissant, Hydro-Québec a commencé, à la fin des années 1970, à développer des méthodes d'analyse ainsi que des outils d'évaluation environnementale pour assurer la localisation optimale des lignes et élaborer des mesures d'atténuation. Parallèlement, l'entreprise a réalisé plusieurs études sur les impacts potentiels de la construction de lignes en milieu agricole et a reconnu la nécessité d'embaucher un agronome en 1977, qui a été chargé de superviser les chantiers.

En 1984, les préoccupations des agriculteurs relatives à la valeur foncière de leurs terres ont été un élément déclencheur des discussions entre Hydro-Québec et l'Union des producteurs agricoles (UPA). Après deux années de négociation, l'Entente Hydro-Québec-UPA était signée en 1986 (Hydro-Québec et UPA, 1986).

Tout au long de ce processus, Hydro-Québec a également dû s'adapter à l'évolution des pratiques agricoles. Par exemple, des productions végétales et animales spécialisées ont fait leur apparition, l'utilisation de technologies faisant appel aux systèmes de positionnement par satellites (GPS) est devenue de plus en plus courante, l'agroenvironnement est entré dans le vocabulaire agricole et l'agriculture biologique s'est développée dans de nombreux secteurs.

En 2011, le Québec comptait environ 29 500 entreprises agricoles, qui ont procuré de l'emploi à près de 57 000 personnes et vendu des produits pour une valeur de 7,3 milliards de dollars. Ces résultats font de l'agriculture la plus importante activité du secteur primaire au Québec, tant pour son poids économique que pour le nombre d'emplois qu'elle représente. Elle contribue également de façon importante au développement des régions. Pour ces raisons, l'agriculture doit constituer une préoccupation majeure d'Hydro-Québec à toutes les étapes de la réalisation et de l'exploitation d'une installation, ainsi que dans le cadre des études environnementales détaillées et des suivis environnementaux subséquents.



*Semer une culture de couverture
après la récolte de la culture principale permet
de protéger le sol et l'environnement.*

Bilan historique

Cadre réglementaire et encadrements internes

Lois et règlements

Durant les dernières décennies, plusieurs lois et règlements (tant provinciaux que fédéraux) qui encadrent les activités agricoles ont été adoptés et mis à jour, notamment pour tenir compte des enjeux environnementaux et y intégrer des notions de développement durable. Plusieurs de ces aspects réglementaires doivent être pris en considération par Hydro-Québec au moment de la réalisation de travaux de construction de lignes ou de postes, ainsi que des activités de maintenance de ces équipements.

Ainsi, en 1972, le gouvernement du Québec adoptait la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE) (L.R.Q., c. Q-2), qui encadre la procédure d'évaluation environnementale et d'examen des impacts des projets ainsi que le processus d'obtention d'un certificat d'autorisation.

Avant même la création du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) en 1978, des audiences publiques ont été organisées dans la région de Lanaudière dans le cadre du projet de la Troisième ligne, tronçon de La Vérendrye-Duvernay, par les Services de protection de l'environnement (devenu ensuite le ministère de l'Environnement). Lors de ces premières audiences, le point de vue des agriculteurs a prévalu et a entraîné la modification du tracé de la ligne. Cette ligne a par la suite été l'objet des premières audiences du BAPE, en 1980.

Cette même année, la *Loi sur la protection du territoire agricole* (devenue en 1996 la *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles*, L.R.Q., c. C-41.1) a été adoptée par le gouvernement du Québec. C'est ainsi que certaines activités — utilisation du sol à des fins autres que l'agriculture, morcellement des terres, enlèvement de sol arable, coupe d'érables dans une érablière — ont été interdites sur un territoire défini par décret gouvernemental et identifié sur les cartes de zonage. La zone agricole protégée représente une superficie de plus de 63 080 km². Crée également en 1978, la Commission de protection du territoire agricole du Québec (CPTAQ) a reçu le mandat de surveiller l'application de cette loi et d'assurer la protection du territoire agricole. Depuis, Hydro-Québec doit se conformer aux règles édictées par la CPTAQ. Les agriculteurs peuvent ainsi faire valoir leurs points de vue au sujet des projets présentés par Hydro-Québec.

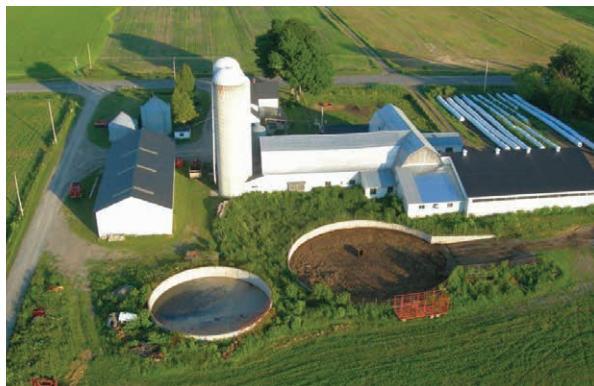
Au début des années 1980, le ministère de l'Environnement a adopté différents règlements et directives en vertu de la LQE. Certains d'entre eux doivent être pris en considération par Hydro-Québec au moment de l'analyse des impacts d'un projet en milieu agricole. Parmi ceux-ci, le Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale (R.R.Q. 1981, c. Q-2, r. 18) définit des normes concernant notamment l'emplacement des lieux d'entreposage des déjections animales et précise les superficies en culture minimales pour leur épandage en fonction du cheptel de l'entreprise agricole. Dans l'éventualité où la réalisation d'un projet de ligne ou de poste en milieu agricole implique le déplacement d'une structure d'entreposage ou que la superficie cultivable d'une ferme qui utilise des déjections animales risque d'être touchée, Hydro-Québec doit s'assurer que ces modifications ne touchent pas la conformité réglementaire de l'entreprise agricole concernée. Un agronome doit être consulté à cette fin.

En 1984, par suite de deux décrets émis dans le cadre du projet de ligne à 735 kV Nicolet-des Cantons et en 1987 dans le cadre du projet de ligne à 450 kV c.c. de RNDC par le gouvernement du Québec, Hydro-Québec a été soumise à diverses conditions relatives aux études des effets des champs électriques et magnétiques (CÉM), dont certaines en lien avec le milieu agricole. Ces décrets sont traités dans la synthèse *Effets des champs électriques et magnétiques*.

À la même époque, le problème des tensions parasites prenait de l'ampleur au Québec. Les critiques se sont accrues en 1986, lors de la publication du règlement 411¹ d'Hydro-Québec dans la gazette officielle du Québec, par lequel les responsabilités de l'entreprise comme fournisseur d'électricité étaient considérablement restreintes. L'UPA soutenait l'existence d'un lien direct entre ce règlement et l'existence de tensions parasites sur les fermes et que, par l'adoption de ce règlement, la société d'État cherchait à se déresponsabiliser. L'UPA exige des modifications majeures au projet de règlement, alors qu'Hydro-Québec reconnaissait ne pas avoir tenu compte des caractéristiques propres au milieu agricole. Aucune aide monétaire n'a été accordée par Hydro-Québec à cet effet jusqu'à ce qu'en 1989 le MAPAQ annonce un programme d'aide de neuf millions de dollars, dont le tiers était financé par la société d'État.

1. Le règlement 411 a été remplacé en 1996 par le règlement 634 sur les conditions de fourniture de l'électricité, puis abrogé en 2008.

En 1997, le MEF a adopté le Règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole (R.Q. c. Q-2, r. 18.2), dans lequel la superficie en culture requise pour l'épandage des fumiers est fortement augmentée par rapport à ce qui était auparavant exigé. Il a été remplacé en 2002 par le Règlement sur les exploitations agricoles (R.R.Q., c. Q-2, r. 26), dans lequel la norme concernant les superficies requises pour l'épandage des fumiers est encore plus exigeante. C'est pourquoi toute perte de superficie en culture pour une entreprise agricole qui épand des déjections animales peut avoir d'importantes répercussions réglementaires, ce qui doit être vérifié par un agronome au moment de la planification d'un projet par Hydro-Québec.



L'entreposage et l'épandage des déjections animales sont encadrés par le Règlement sur les exploitations agricoles.

De plus, le *Code de gestion des pesticides* (R.R.Q., c. P-9.3, r. 1) adopté en 2003, et qui découle de la *Loi sur les pesticides*, concerne l'entreposage et l'utilisation des pesticides. En tant qu'utilisatrice de tels produits, Hydro-Québec doit se soumettre à certains articles de ce code, dont le respect de distances d'épandage définies par rapport aux cours d'eau, aux puits et aux cultures.

Adoptée en 2006, la *Loi sur les appellations réservées et les termes valorisants* (L.R.Q., c. A-20.03), qui a remplacé la *Loi sur les appellations réservées* (L.R.Q., c. A-20.02) de 1996, vise à encadrer la reconnaissance d'appellations qui sont attribuées à des produits agricoles et alimentaires particuliers, tels que les produits qui ont reçu la certification biologique. La construction de lignes par Hydro-Québec et les travaux d'entretien subséquents dans un milieu où se pratique l'agriculture biologique peuvent avoir des impacts causant la perte temporaire ou permanente de la certification biologique d'une ferme ou retardant cette certification. En effet, en vertu de cette loi, les produits biologiques doivent répondre aux *Normes biologiques de référence du Québec* (CARTV, 2011) et avoir été certifiés par un des certificateurs accrédités par le Conseil des appellations réservées et des termes valorisants. Toute dérogation à ces normes a d'impor-

tantes répercussions sur la certification biologique de l'entreprise agricole concernée, d'où l'importance pour Hydro-Québec de prendre cet élément en considération lors de la conception ou de la maintenance des installations.

Enfin, dans le cadre de ses activités, Hydro-Québec TransÉnergie est touchée par la *Loi sur la protection des végétaux* (L.C. 1990, c. 22), administrée par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Cette loi vise à empêcher l'importation, l'exportation et la propagation des parasites des végétaux. C'est en vertu de cette loi que la découverte de nématodes dorés dans un champ de pommes de terre de la municipalité de Saint-Amable en 2006 a mené à l'adoption de l'*Arrêté sur les lieux infestés par le nématode doré*. Le nématode doré se propage facilement dans la terre contaminée, et il est quasi impossible à éradiquer une fois qu'il est établi. Ainsi, en vertu de l'article 2 de l'Arrêté, l'ACIA a défini une zone réglementée d'une superficie approximative de 4 500 ha et qui concerne spécifiquement la municipalité de Saint-Amable et des parcelles dans le voisinage immédiat des municipalités de Sainte-Julie, de Saint-Marc-sur-Richelieu et de Saint-Mathieu-de-Beloeil. Ces zones ont été déclarées infestées ou ont possiblement infestées par le nématode doré. En vertu de cette loi, Hydro-Québec et tout autre intervenant ont l'obligation, lors d'intervention dans ces zones, de nettoyer tous leurs véhicules avant et après leurs déplacements.

De plus, le Règlement sur la culture de pommes de terre (R.R.Q., c. P-42.1, r. 0.1), adopté le 30 septembre 2010 en vertu de la *Loi sur la protection sanitaire des cultures* (L.R.Q., c. P-42.1) et appliqué par le MAPAQ, définit des zones de cultures protégées (ZCP). Ce règlement vise à prévenir la présence d'agents nuisibles tels le flétrissement bactérien et les nématodes à kyste de la pomme de terre à l'intérieur des ZCP désignées par le gouvernement du Québec, notamment par la mise en place de mesures phytosanitaires. Entre autres, l'article 12, alinéa 2 du Règlement prévoit que « *la personne [y compris le gouvernement, ses ministères et les organismes mandataires de l'État] qui apporte dans une ou plusieurs exploitations de culture de pommes de terre de l'équipement de terrassement ayant été utilisé à l'extérieur d'une zone de culture protégée doit préalablement nettoyer et désinfecter cet équipement de manière à éviter la propagation d'organismes nuisibles* ». Avant d'être utilisé dans une telle zone, l'équipement doit être examiné par un inspecteur ou par une personne désignée en vertu de l'article 5 de la *Loi sur les semences* (L.R.C. 1985, c. S-8). Compte tenu qu'Hydro-Québec réalise des travaux qui nécessitent l'utilisation d'équipement de terrassement, dans le cadre de ses activités tant de construction que d'exploitation, elle doit appliquer des mesures phytosanitaires si elle passe dans une exploitation de culture de pommes de terre en ZCP.



La production de blé biologique s'est beaucoup développée au Québec dans les années 2000.

Encadrements internes

En 1982, dans le cadre du projet de la ligne de transport à 735 kV Nicolet-des Cantons, les agriculteurs ont désaprouvé le tracé privilégié par Hydro-Québec. En 1983, le président de l'Ordre des agronomes du Québec (OAQ) a adressé une lettre au président d'Hydro-Québec qui reflétait bien l'insatisfaction généralisée du milieu agricole envers la société d'État. De plus, la CPTAQ a refusé le tracé d'Hydro-Québec, et le conseil des ministres a entériné le tracé proposé par les agriculteurs.

En 1984, à la suite de ces revendications, une négociation a débuté entre Hydro-Québec et des représentants de l'Union des producteurs agricoles et forestiers sur les pratiques d'Hydro-Québec en milieu agricole. Organisation syndicale professionnelle, l'UPA a pour mission de défendre les intérêts des producteurs agricoles et forestiers du Québec. La participation d'un syndicat à une table de concertation avec Hydro-Québec est un cas particulier. L'UPA avait déjà négocié, en 1980, une entente avec une compagnie albertaine qui construisait un oléoduc reliant Québec à Montréal, laquelle portait notamment sur les méthodes de construction et de restauration des terres ainsi que sur les indemnisations. Le succès de cette négociation avait laissé entrevoir à l'UPA la possibilité d'en venir à une entente similaire avec Hydro-Québec. L'OAQ, la CPTAQ et le ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF) ont d'ailleurs appuyé l'UPA dans cette démarche.

C'est à la suite de cette négociation qu'est née, en 1986, l'entente entre Hydro-Québec et l'UPA. Cette entente propose des pratiques relatives à la localisation des installations d'Hydro-Québec dans les milieux agricole et forestier, et suggère des mesures pour atténuer les impacts de l'implantation et de l'entretien de nouveaux équipements ainsi que des mesures de compensation. Selon Guy Coulombe, président d'Hydro-Québec de l'époque, elle a permis d'établir « un compromis entre des intérêts fondamentalement divergents ». Depuis la conclusion de l'entente, l'UPA est consultée dans le cadre de tous les projets touchant le territoire agricole.

En 1989, à la suite de négociations avec le syndicat forestier, l'entente a été révisée et inclut des mesures de compensation particulières pour les producteurs forestiers ; elle s'intitule dorénavant *Entente sur le passage des lignes de transport et de répartition en milieu agricole et forestier*.

En 1999, pour tenir compte du fait qu'on ne distingue plus le réseau de répartition du réseau de transport, le nom de l'entente est devenu *Entente Hydro-Québec-UPA sur le passage des lignes de transport en milieux agricole et forestier*. L'entente a été appliquée pour la première fois l'année même de sa création, en 1986, lors de la réalisation du projet de ligne Radisson-Nicolet-des Cantons (RNDC), par la mise sur pied d'un comité interministériel destiné à suivre la construction de la ligne et auquel

a participé la Direction de la protection du territoire agricole du Québec. Les pratiques préconisées dans l'entente ont ensuite été intégrées dans *La méthode d'évaluation environnementale des lignes et postes* (Hydro-Québec, 1990) et plus particulièrement dans *La méthode spécialisée pour le milieu agricole* (Thibaudeau et coll., 1996) qui en fait partie intégrante afin que toutes les études d'impact ou évaluations environnementales des projets respectent les conditions de l'entente.

La Directive corporative 21- *Acceptabilité environnementale et accueil favorable des nouveaux projets, travaux de réhabilitation et activités d'exploitation et de maintenance* est entrée en vigueur en 2000 pour maintenir la nécessité de l'évaluation environnementale à toutes les étapes de vie d'une installation. L'annexe 2 de cette directive a voulu assurer le respect des éléments environnementaux et des critères contenus dans la méthode d'évaluation environnementale des lignes et postes de 1990 et des méthodes spécialisées sous-jacentes dont la *Méthode spécialisée en milieu agricole*.

Au cours de la décennie 2000, Hydro-Québec TransÉnergie (HQT) a ensuite élaboré deux normes pour traduire les intentions de la directive corporative dans le cadre de ses propres activités. La première, mise en vigueur en 2002, reprend en grande partie les intentions de la directive corporative des années 1980 et porte le même nom, soit : *Activités devant faire l'objet d'une étude d'impact, d'une évaluation environnementale ou d'une évaluation environnementale interne*. La seconde, mise en vigueur en 2005, s'intitule *Intégration de l'environnement aux activités liées aux installations de lignes et de postes d'Hydro-Québec TransÉnergie*. D'autres procédures plus spécifiques découlant de ces normes ont été mises au point et intègrent les pratiques préconisées par l'Entente HQ-UPA. (voir la synthèse Évaluation environnementale).

La publication d'autres encadrements internes de nature technique a aussi permis l'intégration de différentes préoccupations agricoles aux façons de faire d'Hydro-Québec. En 1984, Hydro-Québec a publié des directives environnementales qui ont permis d'atténuer les inconvénients de la construction de lignes électriques en milieu agricole (Hydro-Québec, 1984). L'entreprise s'y engage à maintenir au chantier au moins une personne ayant une formation en agriculture et qui veille à faire respecter les directives. Ses tâches consistent notamment à conseiller l'ingénieur, à demeurer en contact avec les producteurs, à recommander des mesures préventives pour limiter l'impact des travaux et à veiller à leur application, ainsi qu'à recommander des mesures correctives et de remise en état de l'entreprise.

Afin de tenir compte de l'évolution des pratiques agricoles, Hydro-Québec a publié deux autres documents dans les années 2000 qui permettent d'encadrer des pratiques spécifiques. Le premier, paru en 2001, concerne l'agriculture biologique (Hydro-Québec, 2001). On y retrouve notamment les normes à respecter lorsqu'il y a la pulvérisation terrestre ou aérienne de pesticides à proximité de cultures en production biologique. Le deuxième, paru en 2007, concerne les distances électriques à respecter pour les lignes aériennes de transport relativement à la machinerie agricole (Lesage et Renaud, 2007). En effet, une enquête auprès des fabricants de machinerie agricole a révélé que certains types de machinerie dépassent la norme actuellement en vigueur en ce qui a trait au dégagement entre la machinerie agricole et les conducteurs de lignes. Ainsi, il est recommandé que les projets de construction ou de reconstruction de ligne tiennent compte de cette nouvelle problématique.

Ampleur et portée des études réalisées

Le milieu agricole représente une préoccupation importante dans les études et les suivis environnementaux qu'Hydro-Québec a réalisés ou auxquels elle a contribué, sur les plans financier et technique, depuis les années 1970.

Années 1970 : premières études en milieu agricole

La première étude ad hoc réalisée en milieu agricole en 1975 a pour objectif de comparer les impacts strictement agricoles de deux tracés pour l'implantation de la ligne à 735 kV Châteauguay-États-Unis (Côté, Duvieusart et ass., 1975a). Le choix du tracé proposé par Hydro-Québec est contesté par les agriculteurs et le MAQ, qui en proposent un autre. Hydro-Québec le refuse, arguant qu'il coûterait trop cher. En dépit de ces contestations et de l'étude réalisée, un décret gouvernemental émis en 1978 autorise Hydro-Québec à construire la ligne à l'endroit initialement prévu.

À la suite de ces événements, on réalise cinq études générales de 1977 à 1980 afin de cibler les différents thèmes agricoles à étudier au cours des années suivantes. Voici les principaux sujets qui sont ressortis :

- le tassemement des sols (ou compaction) ;
- la comparaison des pylônes haubanés et des pylônes rigides ;
- la nuisance des lignes pour l'aviation agricole ;
- la restauration des emprises.

En plus de ces premières études générales, cinq autres études sont réalisées de 1975 à 1982, dont trois en lien avec la présence et le type de pylônes, de même que les deux premières études spécialisées relatives aux impacts de la construction sur la compaction des sols et sur le rendement des cultures. C'est d'ailleurs à cette période, soit en 1977, qu'on crée un comité conjoint Hydro-Québec–UPA–MAQ dans le but de superviser la réalisation d'études visant à mesurer les impacts de la présence de lignes en milieu agricole.

Années 1980 : développement de différents outils méthodologiques et des suivis environnementaux

■ **Les outils méthodologiques**

Le *Manuel du service*, publié en 1980 et réalisé par les spécialistes du service Études de tracé d'Hydro-Québec, constitue le premier outil méthodologique développé pour aider à déterminer la meilleure localisation de ligne selon le milieu traversé. Il présente les éléments d'inventaire dont il faut tenir compte dans le choix de la localisation d'un projet en milieu agricole (Hydro-Québec, 1980).

Durant cette même période, plusieurs documents du volet méthodologique s'ajoutent au *Manuel du service*. En effet, dès 1983, les cartes des éléments environnementaux sensibles à l'implantation d'infrastructures électriques (ÉESIIÉ) (échelle 1 : 125 000) remplacent les inventaires régionaux (Cazalais, 1982), qui étaient accessibles depuis 1979 pour certaines portions du territoire québécois. En 1984, Hydro-Québec produit le *Guide méthodologique des éléments environnementaux sensibles à l'implantation d'infrastructures électriques*, qui décrit les éléments sensibles, dont ceux propres au milieu agricole (Létourneau, 1984). Le *Guide d'inventaire et d'analyse du milieu agricole*, paru en 1985, précise la démarche pour le milieu agricole (Lalumière, 1985). Il sera intégré à la *Méthodologie d'études d'impact Lignes et Postes* (1985).

En 1986, dans le cadre du projet de la ligne de RNDC, on joint un guide méthodologique à l'étude d'impact afin de rendre la méthodologie de 1985 plus opérationnelle.

De plus, au cours de cette décennie, Hydro-Québec réalise une étude de la problématique de la juxtaposition des lignes de transport sur le milieu humain (y compris le milieu agricole) (Richard, 1983) (voir la synthèse *Intégration harmonieuse des lignes de transport*).

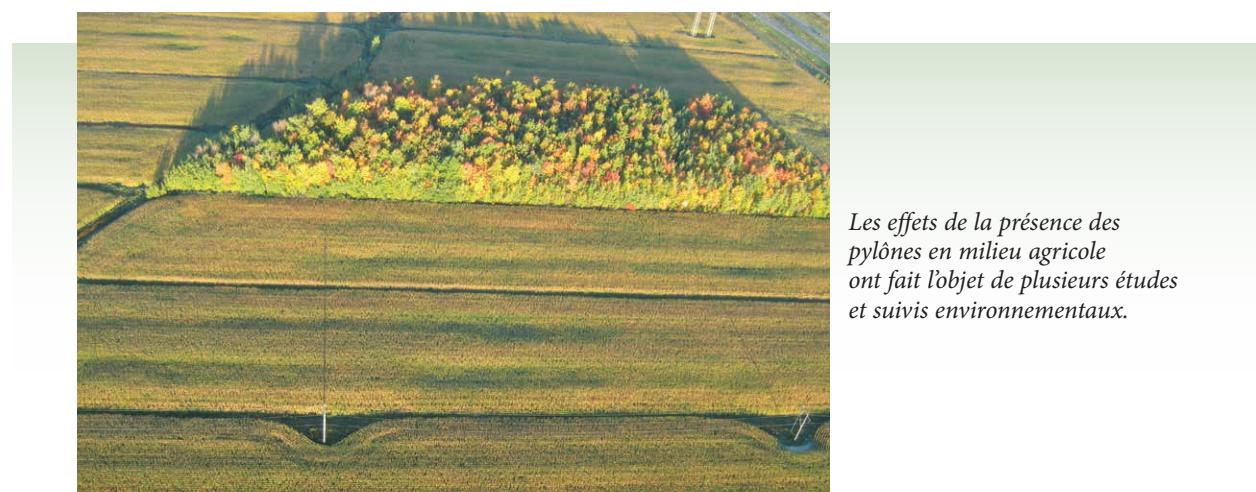
■ **Les suivis environnementaux**

Le premier suivi environnemental en milieu agricole est réalisé en 1983 dans le cadre du projet de la ligne à 230 kV Lévis-Montmagny et porte sur les impacts des travaux sur la compaction des sols. D'autres études de suivi environnemental en milieu agricole sont réalisées dans le cadre des projets de ligne de transport à 735 kV Nicolet-des Cantons et de la ligne à 450 kV c.c. de RNDC.

La construction de la ligne à 735 kV a débuté en 1985, et le suivi réalisé de 1985 à 1987 porte principalement sur la compaction des sols.

Le suivi environnemental réalisé de 1988 (avant déboisement) à 1993 (après construction) dans le cadre du projet de la ligne à courant continu à 450 kV donne lieu à la production d'une soixantaine d'études distinctes, dont plusieurs traitent des impacts sur les activités agricoles, tels que :

- les effets de la présence des pylônes ;
- les effets du bruit sur les élevages avicoles, cunicoles et d'animaux à fourrure ;
- la compaction du sol ;
- la perception des producteurs agricoles ;
- les impacts du déboisement sur la production de sirop d'érable en bordure d'une emprise.



Les effets de la présence des pylônes en milieu agricole ont fait l'objet de plusieurs études et suivis environnementaux.

Années 1990 : méthode spécialisée pour le milieu agricole
Dans les années 1990, Hydro-Québec réalise deux études sur les impacts des pylônes en milieu agricole. La première, intitulée *Évaluation de la performance environnementale de pylônes à encombrement réduit en milieu agricole*, traite des avantages et des inconvénients de ce type de pylônes (Ferdais et Renaud, 1991). La deuxième est la *Comparaison des lignes aériennes et souterraines pour le transport d'énergie électrique en courant alternatif en milieu agricole* (Awad et coll., 1998).

En 1993, Hydro-Québec et le MAPAQ publient conjointement l'*Évaluation des effets des tensions électriques parasites en courant alternatif sur la truite arc-en-ciel d'élevage* (Brouard et Harvey, 1993). Cette étude fait suite à une diminution des productions enregistrées dans quelques piscicultures du Québec et qui ont été attribuées, dans une certaine mesure, à la présence de tensions parasites dans les bassins d'élevage. La même année, Hydro-Québec, Agriculture Canada et l'Université de Montréal publient les résultats d'une vaste étude intitulée *Les tensions parasites chez le porc d'engraissement*² dans laquelle on évalue notamment la sensibilité de ces animaux aux tensions parasites ainsi que les facteurs en cause (Robert et coll., 1993).

Le développement de l'encadrement des projets à Hydro-Québec se poursuit en 1990 par l'élaboration et la parution de la *Méthode d'évaluation environnementale Lignes et Postes*, une version révisée de la méthode de 1985. Plusieurs méthodes spécialisées se greffent à celle-ci, dont la méthode spécialisée *Le milieu agricole*, élaborée en 1996 (Thibaudeau, Renaud et Lefebvre, 1996).

En 1995, Hydro-Québec publie aussi le document *Les effets potentiels de la juxtaposition et de la multiplication des lignes de transport et de répartition sur l'aménagement du territoire*, portant notamment sur les effets en milieu agricole (Elie, et coll., 1995).

Le suivi environnemental réalisé de 1994 à 1999 dans le cadre de la ligne à 735 kV des Cantons-Lévis et du poste des Appalaches à 735-230 kV (DCLA) entraîne la production de trois autres études en milieu agricole, qui permettent qu'on approfondisse les connaissances sur les effets de la remise en état des terres dans l'emprise non réutilisée des lignes à 230 kV démantelées (Binet et coll., 1997), sur les effets du positionnement de différents types pylônes (Binet et coll., 1998) et sur ceux des tensions parasites sur la production porcine (Renaud et coll., 1999).

En 1999, Hydro-Québec, en collaboration avec le MAPAQ, entreprend un projet visant à développer une méthode d'inventaire des cultures spéciales et horticoles par télédétection afin de mettre à jour les cartes ÉESIIÉ. Toutefois, l'obtention de données suffisamment précises pour permettre l'identification des éléments visés s'avère trop coûteuse pour que cette technique puisse être utilisée. À compter du milieu des années 2000, une entente conclue avec la Financière agricole du Québec permet à Hydro-Québec d'utiliser les informations de la Base de données des cultures assurées de cet organisme, ce qui remplace avantageusement le recours à la télédétection pour plusieurs productions végétales, notamment pour l'horticulture et pour les cultures spéciales.



-
2. La reproduction des porcs s'effectue dans des fermes spécialisées, appelées maternités. Une fois sevrés, les porcelets sont transférés dans des pouponnières pour une période de transition. Ils terminent par la suite leur croissance dans des fermes d'engraissement, d'où l'appellation « porc d'engraissement ».



Les vignobles sont de plus en plus nombreux au Québec : ils exigent beaucoup de soin et des conditions spéciales (île d'Orléans)

Années 2000 : évolution des pratiques agricoles

En 2001, Hydro-Québec réalise une étude à propos de l'effet des lignes à haute tension sur les récepteurs du système de positionnement mondial différentiel (GPS différentiel) utilisés en agriculture (Renaud et coll., 2001). Celle-ci fait suite aux craintes manifestées par les agriculteurs lors des séances publiques sur le projet d'implantation de la ligne à 735 kV des Cantons-Hertel et du poste de la Montérégie à 735-120 kV (boucle montréalaise). En effet, ceux-ci craignent que les lignes à haute tension nuisent à la précision des récepteurs DGPS (GPS différentiel) utilisés en agriculture.

Dans les années 2000, tenant compte de l'évolution des pratiques agricoles, Hydro-Québec publie deux documents d'information sur l'agriculture biologique et sur les distances des lignes par rapport à la machinerie agricole, dont les dimensions sont de plus en plus imposantes. L'entreprise publie également une étude spécialisée intitulée *Impact du poste Hériot sur la production des Serres Hydro Tourville à Saint-Nicéphore*, en relation avec les tensions parasites (Nguyen et Painchaud, 2004).

Tableau de synthèse

C'est ainsi que plus de 80 études en lien avec le milieu agricole ont été réalisées par Hydro-Québec depuis le milieu des années 1970. Elles sont présentées de façon chronologique dans le tableau 1. Les documents y sont regroupés selon les thèmes suivants :

Agriculture en général : sept documents publiés entre 1975 et 1984.

Volet méthodologique : 17 documents publiés entre 1980 et 2007.

Tableau 1 :
Études et suivis sur le milieu agricole et les lignes de transport

	Études et suivis	Années 1970				
		75	76	77	78	79
A	Agriculture en général (7 documents) Côté, Duvieusart et ass. (1975a), Côté, Duvieusart et ass. (1977a), Côté, Duvieusart et ass. (1978), Hydro-Québec (1979), Paquette (1979), Paquette (1980), Hydro-Québec (1984)	1		1	1	2
B	Volet méthodologique (17 documents) Hydro-Québec (1980), Richard (1982), Richard (1983), Hydro-Québec (1984), Létourneau (1984), Lalumière et Milliard (1985), Létourneau et Simard (1986), Hydro-Québec (1985), Hydro-Québec (1987), Beauregard (1991), Hydro-Québec (1994), Élie et coll. (1995), Thibaudeau et coll. (1996), Géomat international (1999), Hydro-Québec (1999), Hydro-Québec (2001), Lesage et coll. (2007)					
C	Perception (4 documents) SECOR (1987), Gagné (1990), Beauregard (1991), Élie et Renaud (1996)					
D	CÉM et tensions parasites (animaux et plantes – 13 documents) Raleigh (1988), Goulet et coll. (1991), Nguyen et coll. (1991), Oregon State University (1992), Brouard et Harvey (1993), Oregon State University (1993), Robert et coll. (1993), Pelletier et coll. (1994), Burchard et coll. (1995), Maruvada et coll. (1996), Renaud et coll. (1999), Nguyen et Painchaud (2004), Burchard (2008)					
E	Compaction (9 documents) Dessau et Hydro-Québec (1978), Hydro-Québec (1979-1980), McKyes et coll. (1980), SODAT (1983), Quévillon et Bernier (1987), Dutil et coll. (1992), Thibaudeau et Bernard (1993), Binet et coll. (1997), Diagne et coll. (1999)				1	
F	Acériculture (1 document) Proulx et Lévesque (1992)					
G	Élevages sensibles au bruit : avicoles, cunicoles et animaux à fourrure (2 documents) Gagné (1988), Gagné (1989)					
H	Pylônes (8 documents) Côté, Duvieusart et ass. (1975b), Multi-Réso (1978), Fortin et Vigneault (1982), Fréchette (1989), Fréchette (1990), Ferdais et Renaud (1991), Binet et coll. (1998), Awad et coll. (1998)	1			1	
I	Récepteurs DGPS (1 document) Renaud et coll. (2001)					

Études détaillées : Les études détaillées réalisées par Hydro-Québec ou en collaboration avec l'entreprise portent sur les différents éléments pouvant être touchés par un projet hydroélectrique en milieu agricole, soit :

- perception : quatre documents publiés entre 1987 et 1996 ;
- CÉM et tensions parasites : treize études publiées entre 1988 et 2008 ;

- compaction : neuf études publiées entre 1978 et 1999 ;
- acériculture : une étude publiée en 1992 ;
- élevages d'animaux sensibles au bruit : deux études publiées en 1988 et en 1989 ;
- pylônes : huit études publiées entre 1975 et 1998 ;
- récepteurs DGPS : une étude publiée en 2001.

Tableau 1 :
Études et suivis sur le milieu agricole et les lignes de transport (suite)

Études	Années 1980										Années 1990										Années 2000										2010-12	
	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09		
A	1				1																											
B	1	1	1	2	1	2	1				1				1	1	1		2	1						1						
C					1						1	1					1															
D						1					2	1	3	1	1	1		1				1				1						
E	2			1			1					1	1					1	1													
F											1																					
G						1	1																									
H		1						1	1	1								2														
I																				1												

Hydro-Québec a aussi publié plusieurs documents de vulgarisation, sous forme de brochures, en lien avec ces études détaillées, soit :

- *Étude de la vache laitière* (Hydro-Québec et Université McGill, 1992) ;
- *L'ABC de ce qu'il faut savoir sur les tensions parasites* (UPA et coll., 1994) ;
- *Le transport d'électricité à haute tension en milieu agricole. Les lignes souterraines sont-elles faisables ?* (Hydro-Québec, 1998) ;
- *Les effets des champs électriques et magnétiques sur la santé et la productivité du bétail* (Hydro-Québec, 1999b) ;
- *Lignes à haute tension et récepteurs DGPS en agriculture* (Renaud et coll., 2001) ;
- *Les tensions parasites à la ferme – guide pratique* (UPA et coll., 2005).

Hydro-Québec a également publié trois documents qui résument les principaux enseignements de suivis environnementaux, y compris ceux en milieu agricole, soit :

- *Grands enseignements du suivi environnemental de la ligne à courant continu à 450 kV Radisson-Nicolet-des Cantons* (Carpentier, 1993) ;
- *Enseignements du suivi environnemental – Ligne à 735 kV des Cantons-Lévis et poste des Appalaches à 735-230 kV* (Hydro-Québec, 2000) ;
- *Ligne à 735 kV des Cantons-Hertel et poste de la Montérégie à 735-120 kV – Boucle montérégienne – Enseignements du suivi environnemental* (Létourneau et coll., 2008).

Résultats

Les résultats des études et des suivis réalisés par ou pour Hydro-Québec en milieu agricole sont présentés par thème au tableau 1, soit l'agriculture en général, le volet méthodologique, la perception, les CÉM et les tensions parasites, la compaction, l'acériculture, les élevages d'animaux sensibles au bruit, les pylônes ainsi que les récepteurs DGPS.

Agriculture en général

Ces études ont été réalisées avant la signature de l'Entente Hydro-Québec-UPA de 1986. Certaines conclusions et recommandations qu'on y retrouve étaient avant-gardistes, voire visionnaires. D'autres cependant ont été réfutées par la suite, notamment lors de la réalisation d'études détaillées.

La première étude générale a été menée en 1975 (Côté, Duvieusart et associés, 1975). Elle avait pour objectif de comparer deux variantes de tracé dans le cadre du projet de ligne à haute tension de Châteauguay-frontière canado-américaine, en fonction des impacts probables sur l'agriculture. On a pris en considération l'utilisation des sols, la pédologie, le potentiel agricole, les pertes de superficie agricole occasionnées par l'implantation de pylônes haubanés et la « qualité » de l'agriculture. Ce dernier élément était estimé selon qu'il s'agissait d'un milieu en expansion ou d'un milieu à l'arrêt ou en déclin. Les auteurs ont conclu que quel que soit le tracé retenu, le projet aurait un impact minime sur les exploitations agricoles, entre autres parce que ces milieux étaient très actifs, donc en mesure de s'adapter à la présence d'une ligne. Ils étaient d'avis que les impacts sur l'agriculture étaient plutôt d'ordre psychologique — aucun cultivateur n'envisage de gaieté de cœur l'implantation d'une ligne à haute tension sur sa terre — et que les seuls inconvénients réels étaient liés à la réalisation des travaux en tant que tels. On envisageait alors l'utilisation de pylônes haubanés en V alignés sur le tracé des terres plutôt que de pylônes traditionnels. Ainsi, la superficie touchée se limitait à l'emplacement du pylône, qui était minime, et était compensée par Hydro-Québec. Pour ces raisons, les auteurs recommandaient à Hydro-Québec de choisir le tracé en fonction de critères autres que les impacts sur l'agriculture. Le choix des pylônes haubanés a été rejeté par la suite, notamment en raison de la nuisance que les haubans représentent pour l'aviation et des difficultés de contournement par la machinerie agricole.



Pylônes en V haubané de la ligne à 765 kV Châteauguay-frontière canado-américaine près de l'autoroute 15 à Saint-Jacques-le-Mineur

Deux années plus tard, soit en 1977, on a mené une enquête sur le terrain auprès des agriculteurs afin de répertorier les problèmes découlant de la présence de lignes en milieu agricole. De cette étude, intitulée *Influence des lignes à haute tension en territoire agricole*, émaneront plusieurs recommandations susceptibles de réduire au minimum les impacts des lignes (Côté, Duvieusart et associés, 1977 a et b). Parmi celles-ci, mentionnons qu'au chapitre de l'acquisition, il était recommandé que l'UPA informe les agriculteurs de leurs droits en matière d'expropriation. En ce qui concerne les travaux de construction, il était recommandé que ceux-ci soient effectués lorsque le sol est gelé ou, à la rigueur, lorsqu'il est sec. Il était par ailleurs recommandé que l'implantation fasse l'objet d'une surveillance par un agronome. En ce qui a trait aux impacts liés à la présence des pylônes, il était recommandé de revenir aux pylônes haubanés en V (voir la section sur les pylônes pour plus de détails). On y soulignait également l'importance de tenir compte des épandages aériens (par aéronef) et on y abordait la question de la pollution visuelle.

Ces premières études se concluent en 1978 par la publication d'un rapport intitulé *Implantation des lignes à haute tension en territoire agricole*, dans lequel on établit des normes et des façons de faire (alors appelées « directives ») à inclure dans les cahiers des charges que prépare Hydro-Québec à l'intention des entrepreneurs (Côté, Duvieusart et associés, 1978). On y fait mention de l'importance accrue qu'il faut accorder à la sauvegarde de l'environnement et à la protection des ressources.

En 1980, Hydro-Québec publie un document de synthèse des recommandations, intitulé *Impact agricole des lignes de transport d'énergie électrique*, lequel apporte certaines précisions aux études réalisées précédemment (Paquette, 1980). Ce document est le fruit d'une équipe de travail composée de membres des directions Construction de lignes, Environnement, Projets de lignes de transport et Propriétés immobilières. Parmi les recommandations, il est conseillé de favoriser l'utilisation de pylônes à grand empattement et à base ouverte pour faciliter le passage de la machinerie agricole. Il est également suggéré de procéder à un inventaire détaillé du dynamisme des entreprises agricoles touchées par le projet et de porter une attention particulière aux terres de classe A (soit des sols de potentiel 1, 2 et 3) ainsi qu'aux terres noires, de mettre en culture les emprises déboisées adjacentes à des terres cultivées et de décompacter les sols après la construction.

Cette première vague d'analyses des impacts en milieu agricole et de recommandations a permis de cibler les éléments à étudier au cours des années subséquentes.

Elle a également été suivie d'études visant à répertorier les éléments sensibles du milieu agricole afin que l'on puisse en réaliser l'inventaire. Ainsi, ces éléments se retrouveront dans des études de cadrage, des suivis environnementaux ou des études détaillées, selon les thèmes présentés ci-après.

Méthodologie

Cette section présente les documents méthodologiques servant à identifier les éléments d'inventaire importants du milieu agricole. Grâce au développement et à la mise à jour de ces outils, Hydro-Québec a pu suivre l'évolution de l'agriculture québécoise et intégrer de nouveaux éléments d'inventaire aux méthodes précédentes afin de les prendre en considération dans l'évaluation des impacts, tout en adoptant la même démarche d'une méthode à l'autre.

Publié en 1980, le premier de ces documents, le *Manuel du service*, contient une section sur les inventaires spécifiques au milieu agricole (Hydro-Québec, 1980). Ceux-ci reposent sur la collecte d'information auprès du MAQ ainsi que du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec aux fins du classement des éléments agricoles selon leur ordre d'importance. Les éléments d'inventaire retenus sont les types d'agriculture pratiquée et le dynamisme des exploitations agricoles.

Le *Guide d'inventaire et d'analyse du milieu agricole*, publié en 1985, a permis de préciser davantage la méthode d'analyse des éléments d'inventaire propres au milieu agricole (Lalumière et Milliard, 1985). Ainsi, l'inventaire du potentiel du sol s'est ajouté au dynamisme agricole et à l'utilisation des sols. Ce document méthodologique présente la marche à suivre pour analyser ces différents éléments, de façon à classer les impacts de la réalisation d'un projet par ordre d'importance, après la mise en place des mesures d'atténuation.

La *Méthode spécialisée pour le milieu agricole* verra le jour en 1996 (Thibaudeau et coll., 1996). Un complément à la *Méthode d'évaluation environnementale Lignes et Postes* parue en 1990, elle a permis d'intégrer les exigences découlant de l'entente entre Hydro-Québec et l'UPA. La méthode spécialisée pour le milieu agricole est un outil qui permet d'identifier et d'évaluer tous les impacts pouvant toucher des milieux agricoles particuliers. Comme pour la méthode générale, elle procède par réductions successives du territoire à l'étude, allant du plus schématique au plus détaillé.

Ainsi, pour les projets dits majeurs, l'étape d'avant-projet se divise en deux phases, soit l'étude des corridors et des aires d'accueil (phase I) et l'étude des tracés et des emplacements (phase II). Les phases I et II constituent deux stades d'un grand inventaire des éléments environnementaux dont il faut tenir compte avant la réalisation de tout projet. L'inventaire de la phase I se situe à l'échelle régionale et porte sur des éléments généraux.

Celui de la phase II se situe à une échelle plus délimitée et est réalisé de façon plus détaillée. Les différents éléments d'inventaire du milieu agricole sont présentés dans les tableaux 2 et 3.

Ceux-ci ont été consignés dans le *Guide de référence des éléments environnementaux sensibles à l'implantation d'infrastructures électriques* mis à jour annuellement.

Tableau 2 :
Éléments d'inventaire à la phase I

Production	Potentiel du sol	Vulnérabilité à la dégradation	Dynamisme
Horticulture	Sol organique	Vulnérable	Équivalent ou supérieur à la moyenne
Cultures spéciales	Classe 1	Non vulnérable	Inférieur à la moyenne
Grandes cultures	Classe 2 ou 3		
	Classe 4		
Pâturages naturels et friches	Classe 5 ou 6		

Tableau 3 :
Éléments d'inventaire à la phase II

Utilisation du sol	Potentiel du sol	Vulnérabilité à la dégradation	Dynamisme	Zonage	Homogénéité du territoire
Horticulture	Sol organique	Vulnérable	Inférieur à la moyenne	Zone verte	Homogène
Cultures spéciales	ou de classe 1	Non vulnérable	Équivalent ou supérieur à la moyenne	Zone blanche	Non homogène
Grandes cultures	Classe 2 ou 3				
Pâturages naturels et friches	Classe 4				
	Classe 5 ou 6				
Bâtiments d'élevage	Classe 7				
Bâtiments de service ^a					

a. Y compris les structures d'entreposage des déjections animales

Critères de localisation des lignes en milieu agricole

Hydro-Québec a réalisé en 1983 une étude intitulée *Problématique de la juxtaposition des lignes de transport sur le milieu humain* dont l'objectif était de définir des orientations et des guides de localisation à prendre en considération dans les cas de juxtaposition (Richard, 1983). L'analyse des impacts occasionnés par les lignes sur le milieu agricole n'a pas permis de déterminer de façon évidente s'il était plus avantageux de juxtaposer une nouvelle ligne à une ligne déjà construite que d'ouvrir un nouveau corridor. Elle a cependant conclu que la localisation d'une nouvelle ligne doit tenir compte de données spécifiques au milieu, telles que la densité de l'habitat le long des rangs, la qualité des sols ainsi que la possibilité de dissimulation des équipements dans le milieu. Par ailleurs, lorsqu'une ligne existante traverse une zone d'étude pour un nouveau projet de ligne, il est avantageux de juxtaposer cette ligne et d'en aligner les structures.

L'Entente Hydro-Québec–UPA, conclue en 1986, aborde la question de la localisation des ouvrages d'Hydro-Québec dans un chapitre qui traite des principaux critères à prendre en considération au moment de déterminer les tracés de lignes et les emplacements de postes en milieu agricole. On y présente également les critères de choix des supports, les modalités de la participation de l'UPA aux études et aux décisions, ainsi que la participation des propriétaires au choix de l'emplacement des supports sur leurs terres.

Le suivi de l'Entente Hydro-Québec–UPA, effectué sous formes d'enquêtes internes réalisées en 1991 dans le cadre de trois projets de lignes de répartition, a d'ailleurs permis de démontrer que la majorité des producteurs agricoles connaissent l'entente (Beauregard, 1991). Il s'en dégage également un fort consensus selon lequel celle-ci a été respectée dans le cadre des projets étudiés.

Quelques cas isolés de dérangements ou de situations problématiques ont été rapportés, mais le bilan global est très positif. En 1995, l'entreprise a réalisé une nouvelle étude intitulée *Les effets potentiels de la juxtaposition et de la multiplication des lignes de transport et de répartition sur l'aménagement du territoire* afin de fournir un guide d'analyse aux chargés de projet

(Élie, et coll., 1995). Ce document contient une grille d'analyse permettant d'évaluer le degré d'intégration des équipements dans le cadre d'un projet de juxtaposition ou de multiplication de lignes. Il présente également un recueil d'hypothèses sur les effets potentiels de la juxtaposition ou de la multiplication de lignes.

Perception

Les aspects liés au facteur humain de l'implantation d'une ligne de transport en milieu agricole ont été traités dans quatre documents publiés entre 1987 et 1996. L'objectif était d'évaluer le niveau de satisfaction des producteurs agricoles à la suite de la réalisation des travaux et de comparer leur perception avant et après la signature de l'Entente Hydro-Québec–UPA. Pour plus de détails à ce sujet, consulter la synthèse *Perception des lignes de transport*.

Ainsi, selon une enquête réalisée en 1987, intitulée *Impacts du projet de ligne Nicolet–des Cantons–Nouvelle-Angleterre sur les propriétaires affectés – Résultats d'enquête*, les propriétaires se sont dits satisfaits dans l'ensemble (SECOR, 1987). Plusieurs déploraient cependant la multitude d'intervenants, un aspect qui ressort également des enquêtes réalisées en 1990 auprès de producteurs touchés par l'implantation de trois lignes de répartition et publié dans le *Document d'information sur l'évolution de la perception des agriculteurs face aux interventions d'Hydro-Québec en milieu agricole* (Gagné, 1990).

Deux études se sont penchées sur les effets de l'Entente Hydro-Québec–UPA : le *Suivi de l'Entente Hydro-Québec–Union des producteurs agricoles (UPA) – Enquêtes internes, lignes de répartition*, en 1991 (Beauregard, 1991), et le *Bilan des dix années d'existence de l'Entente Hydro-Québec/Union des producteurs agricoles : (1986–1996)*, en 1996 (Élie et Renaud, 1996). Ces études concluent que les relations entre Hydro-Québec et les agriculteurs, qui étaient tumultueuses avant la signature de l'entente en 1986, se sont apaisées par la suite. Hydro-Québec semble vu davantage comme un partenaire plutôt que comme un adversaire. L'entente a notamment permis l'établissement de règles de fonctionnement claires et formelles, en plus de favoriser l'équité des indemnisations octroyées aux différents propriétaires agricoles.

Champs électriques et magnétiques et tensions parasites

La problématique liée aux CÉM est très différente de celle liée aux tensions parasites. Les CÉM existent partout où il y a des charges électriques — lignes, fils, appareils électriques sous tension — et se retrouvent donc notamment près des lignes à haute tension. Les tensions parasites sont quant à elles causées par des problèmes électriques. Elles résultent de la différence de potentiel qui peut exister, dans l'étable par exemple, entre les équipements et le plancher, quand des courants de fuite circulent dans les circuits de mise à la terre de l'alimentation électrique.

Champs électriques et magnétiques

Le développement des réseaux de transport d'énergie a amené plusieurs chercheurs à étudier les effets possibles des CÉM sur les animaux ainsi que, dans une moindre mesure, sur les végétaux. Plusieurs de ces études portent sur les effets des CÉM sur la santé et la productivité du bétail, notamment de la vache laitière. La production laitière se classant au premier rang des productions animales au Québec (représentant 32 % des recettes agricoles du Québec et 37 % de la production totale de lait au Canada, pour une valeur de plus de 2 milliards de dollars), l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ) a construit, au début des années 1990, une chambre d'exposition pour le bétail. Celle-ci permet de recréer les champs électriques et magnétiques qu'on trouve au voisinage d'une ligne à 735 kV à courant alternatif et d'en mesurer les effets sur différents paramètres de la production laitière. Cette salle d'exposition des vaches laitières a été aménagée à même le bâtiment principal de la ferme du campus Macdonald de l'Université McGill. Les résultats des différentes études réalisées à ce sujet par les chercheurs de l'Université McGill sont présentés dans la synthèse *Effets des champs électriques et magnétiques*.



Plusieurs études concernant les effets possibles des champs électriques et magnétiques sur la santé et la productivité de la vache laitière ont été réalisées.

Tensions parasites

Au début des années 1990, l'UPA, le MAPAQ et Hydro-Québec ont créé un comité afin de répondre aux préoccupations des agriculteurs en ce qui a trait aux problèmes liés aux tensions parasites. Des recherches menées par une équipe multidisciplinaire formée d'un vétérinaire ainsi que de spécialistes du MAPAQ, d'Hydro-Québec et de l'Université Laval ont mené à l'élaboration d'une méthode de résolution de problèmes basée sur une approche globale. Celle-ci préconise l'examen de l'ensemble des causes susceptibles d'affecter la santé et la productivité d'un troupeau. On a ainsi pu constater que plus de 80 % des problèmes de production animale relevés à la ferme n'étaient pas liés à la présence de tensions parasites. En 2005, l'UPA, le MAPAQ et Hydro-Québec ont produit un guide pratique intitulé *Les tensions parasites à la ferme* à l'intention des propriétaires d'exploitations bovines et porcines (UPA et coll., 2005).

À cette même époque, des diminutions de productions enregistrées dans quelques piscicultures du Québec ont été attribuées, dans une certaine mesure, à la présence de tensions parasites dans les bassins d'élevage. L'élevage en station de pisciculture impose aux poissons des facteurs de stress auxquels ils n'ont généralement pas à faire face en milieu naturel, ou du moins, pas avec la même intensité. Ainsi, outre les champs normalement produits par l'équipement électrique, des problèmes pourraient survenir dans l'éventualité où des tensions électriques parasites seraient générées par des courants de retour sur terre ou des installations électriques défectueuses. Ces allégations ont conduit Hydro-Québec et le MAPAQ à réaliser conjointement une évaluation des effets des tensions parasites en courant alternatif sur la

truite arc-en-ciel d'élevage (Brouard et Harvey, 1993). Les résultats, publiés en 1993, ont démontré qu'aucun des paramètres mesurés de la croissance, du développement, de la survie et du comportement n'a été affecté par des champs électriques qui atteignaient des niveaux de 10 à 100 fois supérieurs à la valeur maximale mesurée lors d'une campagne d'échantillonnage menée auprès de 8 établissements piscicoles du Québec en 1989.

Les producteurs porcins ont également attribué aux tensions parasites différents problèmes survenus dans leurs élevages. Dans une porcherie, les tensions parasites peuvent apparaître entre les équipements métalliques (abreuvoirs, trémies et parois) et le plancher. Le manque d'information à ce sujet a amené Agriculture Canada, l'Université de Montréal et Hydro-Québec à collaborer pour réaliser une vaste recherche visant notamment à étudier la sensibilité aux tensions parasites du porc à l'engraissement et les facteurs en cause. Les résultats, publiés en 1993 dans un document intitulé *Les tensions parasites chez le porc d'engraissement*, ont démontré que la consommation alimentaire des porcs soumis à une tension de 5 volts était moindre que celle des porcs soumis à 0 et 2 volts, mais cette baisse de consommation n'a eu aucun effet sur le gain moyen quotidien, la consommation d'eau et le taux de conversion (Robert et coll., 1993). Des variations de tensions imprévisibles n'ont pas produit plus d'effets. Les chercheurs ont également conclu que, à tension égale, le courant ressenti est susceptible de varier d'un porc à l'autre et d'un élevage à l'autre. Les auteurs concluent à la complexité du problème des tensions parasites, notamment en raison du nombre des paramètres en cause (âge et poids des animaux, type et état du plancher ainsi que nature du signal électrique).



Le problème des tensions parasites dans les porcheries est complexe, notamment en raison de la variabilité des paramètres en cause.

En 1999, dans le cadre du projet de la ligne des Cantons-Lévis à 735 kV, une porcherie était située à quelques centaines de mètres de la ligne projetée. On a réalisé un suivi environnemental visant à démontrer que la ligne, une fois en exploitation, ne causerait pas de tensions parasites (Renaud et coll., 1999). Pour ce faire, Hydro-Québec a pris des mesures de tensions parasites avant et après la mise en service de la ligne, à différents points de contact possibles avec les animaux. Les résultats du suivi ont démontré qu'il n'y a eu aucune hausse des tensions parasites après la mise en service de la ligne. En effet, la plupart des niveaux observés autant avant qu'après la mise sous tension de la ligne se situaient en deçà de 0,5 volt.



Ferme porcine à Saint-Gilles qui a fait l'objet de l'étude sur les effets des tensions parasites sur la production porcine

En 2003, l'IREQ a réalisé des essais pour tenter de cerner et de résoudre la problématique liée à la mauvaise performance d'une serre située à 120 m du poste Heriot, à Saint-Nicéphore. Le propriétaire attribuait ces problèmes aux tensions parasites, ce que des mesures effectuées par Hydro-Québec et le MAPAQ semblaient confirmer. Cependant, les essais faits par l'IREQ ont démontré qu'il n'y avait aucun effet de mortalité des racines dans le cas d'application de tensions électriques allant jusqu'à 125 V par plante (Nguyen et Painchaud, 2004). À ce niveau de tension, la sécurité du personnel de la serre serait en danger, et la fiabilité des appareils électriques de la ferme serait compromise. La poursuite des essais a permis de déterminer que la principale cause de la mauvaise performance de la serre était l'irrigation inadéquate des racines des plantes.

Compaction

La compaction des sols suivant la construction d'une ligne est une préoccupation importante des agriculteurs, et ce, depuis le début du développement du réseau de transport d'Hydro-Québec. L'entreprise a d'ailleurs répondu à ces inquiétudes en réalisant des études et des suivis sur le sujet dès la seconde moitié de la décennie 1970, puis en traitant la question dans l'Entente Hydro-Québec-UPA. En effet, à la section Tassement des sols, il est mentionné qu'Hydro-Québec minimisera les dommages causés aux sols en tenant compte des saisons, de l'état du terrain et de la capacité portante des sols. À la section Restauration des lieux, il est précisé qu'en cas de compaction des sols due aux travaux de construction, Hydro-Québec devra rapidement remédier au dommage causé.

Ces premières études à propos des effets de la construction sur le tassement des sols découlent notamment du fait que l'indemnisation accordée par Hydro-Québec aux propriétaires agricoles était basée sur les dommages occasionnés par les travaux de construction, généralement calculés sur une base annuelle. Cependant, on appréhendait alors que la compaction des sols par suite des travaux puisse nuire aux rendements sur une plus longue période. Il devenait donc nécessaire de réaliser des recherches à ce sujet pour mieux comprendre le phénomène, réviser les méthodes de construction, indemniser adéquatement les agriculteurs et, si possible, éliminer les effets à long terme de la compaction.

Ainsi, en 1977-1978, une première étude intitulée *Étude sur le compactage des sols* a été réalisée ; on y a mesuré la pression au sol des différents équipements utilisés au moment de la construction d'une ligne haute tension, ainsi que le comportement de différents types de sol à la suite des passages successifs d'un même véhicule (Dessau & Associés et Hydro-Québec, 1978). Il en a résulté plusieurs recommandations, entre autres en ce qui a trait à la planification des travaux et au fait de prévoir la circulation sur les terres lorsque le sol est sec ou gelé. Lorsqu'il est impossible de respecter cette recommandation, il est conseillé de circuler sur les sols les moins sujets à la compaction. On suggère également de restreindre la circulation de l'équipement à un chemin établi de façon à ne pas compacter inutilement une trop grande partie de terrain. L'étude conclut que quel que soit l'équipement qui circule sur les terres agricoles, il cause des dommages. Hydro-Québec doit donc tenir compte de cette problématique et chercher à y remédier. Une autre étude réalisée en 1979-1980 a porté sur les impacts de la construction sur le sol (sol sableux et sol argileux) ainsi que sur les cultures

(foin et avoine). Les résultats ont été publiés en 1980 dans un article scientifique intitulé *Damage to agricultural fields by construction traffic* (McKyes et coll., 1980). On y mentionne que des essais en laboratoire ont permis de mesurer la susceptibilité de ces sols à la compaction en fonction de leur teneur en eau et de la charge appliquée. Ces résultats ont été comparés aux données mesurées sur le terrain, après la construction, alors qu'une compaction significative du sol a été mesurée sur environ 70 % de la superficie de la voie de 90 m de largeur située sous la ligne et dans laquelle la machinerie avait circulé. L'augmentation maximale de la densité du sol mesurée était de 0,3 t/m³. La diminution de rendement était liée à l'augmentation de la densité du sol, une diminution de 40 % ayant été mesurée pour une augmentation de la masse volumique apparente de 0,15 t/m³ dans les 30 premiers centimètres de sol. Considérant les résultats en laboratoire et ceux obtenus sur le terrain, on a émis des recommandations visant à réduire les dommages occasionnés par la construction, soit : réaliser les travaux lorsque le sol est sec, réduire la pression de contact au sol exercée par la machinerie et diminuer le nombre de passages.

Toutefois, de nombreuses questions sont restées en suspens, notamment en ce qui concerne la persistance de ces effets et la remise en culture de l'emprise. Les études réalisées dans les années subséquentes viseront entre autres à apporter des réponses à ces questions.

C'est ainsi qu'un suivi sur la compaction des sols a été réalisé de 1981 à 1983, intitulé *Étude sur l'impact de la construction de ligne en milieu agricole, ligne Lévis-Montmagny* (SODAT, 1983). La construction a été principalement effectuée en hiver, sur sol gelé, sauf pour les dernières phases des travaux, qui ont été réalisées au printemps dans des conditions de sol humide. De ce suivi, il ressort que la grande majorité des sites échantillonnés n'ont pas été compactés au-delà de 40 cm de profondeur, sauf près des pylônes où la compaction était beaucoup plus importante. L'année suivant la construction, le pourcentage moyen de perte de rendement due à la compaction entre deux pylônes était de 70 % dans les sols argileux et de 35 % dans les sols sableux. De plus, la qualité des fourrages a été diminuée par la présence plus importante de mauvaises herbes imputable à la compaction du sol, ce qui a également contribué à augmenter les pertes de rendement réelles. Deux ans après la construction, certains sites argileux étaient encore compactés, alors que les sites sableux étaient réhabilités. Cependant, à proximité des pylônes, tant les sols sableux que les sols argileux présentaient encore des dommages, et ce, en raison de

la mauvaise remise en état des lieux. Les auteurs ont également noté que les sols qui ont connu une forte densification, mais qui ont bénéficié d'un épandage de fumier, se sont réhabilités plus rapidement que ceux qui n'en ont pas reçu.



L'épandage de fumier constitue une méthode efficace pour restaurer les sols compactés.

Un suivi des impacts sur le milieu agricole ayant pour objectif d'évaluer la nature et l'ampleur des dommages causés par la construction d'une ligne à haute tension en milieu agricole sur des sables et des loams a été réalisé en 1985 (avant la construction), en 1986 (après la construction) et en 1987 (un an après la remise en culture) ; l'objectif était également d'évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation préconisées. Les résultats ont été présentés dans un rapport de synthèse ayant pour titre *Programme de suivi des impacts sur le milieu agricole, tronçon Nicolet-des Cantons (Phases III) – Rapport synthèse* (Quévillon et Bernier, 1987). Ainsi, immédiatement après la construction, une augmentation significative de la densité du sol a été mesurée sur 75 % des sites à une profondeur de 10 cm et sur 50 % des sites à une profondeur de 15 cm. Plus en profondeur, on n'a relevé aucune augmentation significative de la densité du sol. Un an après la remise en culture, environ 50 % des sites présentaient une compaction supérieure du sol à une profondeur de 10 cm et 40 % à une profondeur de 15 cm. Au-delà de cette profondeur, la différence de densité n'était pas significative. Les résultats indiquent donc que les sols étudiés ont été peu touchés par la construction. Une évaluation visuelle des rendements réalisée en 1987 a laissé présumer que les rendements des cultures deux ans après la construction ont été peu touchés, voire pas du tout.

Le rapport intitulé *Suivi environnemental en milieu agricole – Ligne Radisson-Nicolet-des Cantons ±450 kV (première, deuxième et troisième étapes)* a porté sur l'évaluation des impacts de l'implantation d'une ligne à haute tension en milieu agricole de façon générale et, plus précisément, selon la saison de construction, soit à l'hiver 1988, au printemps 1989 et à l'été 1989 (Thibaudeau et Bernard, 1993). La texture des sols étudiés variait du sable au loam sableux. Le suivi a été réalisé en trois phases, soit après la construction, un an après la remise en culture des chemins d'accès et trois ans après la remise en culture. Les résultats obtenus en 1989 et en 1990 indiquaient une densification significative des sites touchés par la circulation de la machinerie jusqu'à une profondeur pouvant atteindre 60 cm. Des baisses de rendements importantes ont été mesurées dans plus de 50 % des cas. En 1992, aucune compaction due à la construction de 1989 n'a été mesurée sur cinq des huit champs échantillonnés, alors que les trois autres présentaient encore une densité du sol supérieure sur les sites touchés. Les rendements des cultures ont semblé revenir à la normale. On a également noté que les travaux effectués en hiver étaient moins dommageables que ceux réalisés en été, et surtout que ceux réalisés au printemps. Les mesures correctrices (décompactation, hersage, ensemencement, etc.), dont la réalisation a souvent été confiée aux producteurs agricoles, ont parfois été négligées ou insuffisantes, si bien que plusieurs chemins d'accès étaient encore visibles deux ans après la construction.



La compaction des sols peut persister durant plusieurs années lorsque les mesures de restauration sont négligées ou insuffisantes.

Une étude semblable a été réalisée, intitulée *Suivi environnemental du milieu agricole – Ligne de transport d'énergie à 735 kV des Cantons-Lévis-Appalaches* où la texture des sols variait du loam sableux au loam limoneux (Diagne et coll., 1999).

Des données de densité du sol ont été recueillies immédiatement après les travaux de construction (printemps 1996), après les travaux de restauration (automne 1996), puis lors de la deuxième année de culture après la construction (été 1998). Dans l'ensemble, une augmentation de la densité du sol a été mesurée au printemps 1996 dans les 30 premiers centimètres de sol. Les travaux de restauration réalisés principalement par les producteurs agricoles ont permis de diminuer cette compaction. Après deux années de mise en culture, trois des dix champs à l'étude présentaient encore une compaction dans l'horizon de surface. Peu de différences (voire aucune) dans les rendements en foin ont été mesurées en 1998.

De ces quatre suivis environnementaux, il ressort que les travaux de construction occasionnent, dans la majeure partie des cas, une compaction des sols à une profondeur d'environ 30 cm, mais pouvant atteindre 60 cm. La première année de la remise en culture des chemins d'accès, cette compaction a occasionné des baisses de rendements importantes dans plus de 50 % des cas. Deux ans après la construction, de 30 % à 40 % des sites étaient encore compactés, principalement les sols les plus argileux, mais aucune perte de rendement n'a alors été mesurée. À proximité des pylônes cependant, tant les sols sableux que les sols argileux présentaient encore des dommages (sol et cultures). L'Entente Hydro-Québec-UPA (section 5, Compensation des propriétaires) précise d'ailleurs qu'en milieu agricole, Hydro-Québec compense l'encombrement occasionné par les supports de ligne en tenant compte de la superficie cultivable perdue, des coûts additionnels de contournement et des frais d'entretien de l'espace non cultivé.

Un autre suivi, dont les résultats ont été publiés en 1997 dans un document intitulé *Suivi environnemental du milieu agricole de la ligne des Cantons-Lévis-Appalaches, démantèlement de la ligne à 230 kV*, avait pour objectif de documenter la nature réelle des impacts liés aux activités de démantèlement et de vérifier si ces travaux ont un impact sur la densité du sol. À la lumière des résultats obtenus, il apparaît que le démantèlement d'une ligne en milieu agricole a été favorable aux agriculteurs, ceux-ci ayant gagné en superficie cultivable (Binet et coll., 1997). On a mesuré des différences de fertilité du sol entre le terrain cultivé autour du pylône et le terrain non cultivé sous le pylône. Celles-ci ont été attribuées aux travaux de remblaiement et de nivellement réalisés lors de la construction, ainsi qu'à la régie de culture différente qui avait été appliquée sur ces deux secteurs. L'agriculteur doit donc apporter une attention particulière au travail du sol et à la fertilisation au moment de la remise en culture de la zone touchée.

Finalement, au début des années 1990, Hydro-Québec a financé une étude ayant pour titre *Développement et essai d'une méthode d'évaluation de la susceptibilité des sols agricoles à la compaction et d'une mesure rapide d'évaluation de la compacité des sols : phase I : étude de faisabilité* (Dutil et coll., 1991), laquelle visait à vérifier la possibilité de développer une méthode et des instruments qui permettraient :

- d'évaluer de façon rapide et fiable la susceptibilité des sols à la compaction, de manière à prévenir les dommages causés par la construction ;
- de mesurer rapidement et rigoureusement la compaction, pendant et après les travaux, afin d'évaluer les dommages causés par la construction.

Un inventaire des techniques, des instruments et des méthodes existants, combiné à la consultation de chercheurs en sols, a permis de conclure qu'il n'existe pas de méthodes rapides et efficaces qui puissent être appliquées de façon rigoureuse à chaque terrain agricole sans occasionner de coûts excessifs.

Acériculture

Le déboisement d'une emprise de ligne de transport entraîne des changements microclimatiques susceptibles d'affecter les peuplements forestiers adjacents. Au début des années 1990, Hydro-Québec a mandaté le Centre de recherche en biologie forestière de l'Université Laval pour réaliser une analyse qui a mené à la publication d'un rapport intitulé *Analyse de l'effet de bordure des emprises de lignes hydroélectriques sur la production de sirop d'érable* (Proulx et Lévesque, 1992). L'étude a été menée dans quatre érablières situées de chaque côté de la ligne de RNDC, orientée nord-ouest-sud-est, près de Victoriaville. Puisque cette étude a été faite sans période d'étalonnage (échantillonnage avant déboisement), il semble qu'il soit impossible de statuer sur les effets du déboisement sur la production de sirop d'érable. De plus, l'analyse statistique et le dispositif expérimental utilisé semblent inadéquats. On ne peut donc pas tirer de conclusions de cette étude. Toutefois, après avoir consulté l'UPA, Hydro-Québec a constaté que la préoccupation relative à l'effet de bordure des emprises de lignes sur la production de sirop d'érable n'est pas majeure et que les producteurs directement touchés par les lignes reçoivent une indemnité suffisante dans le cadre de l'Entente Hydro-Québec-UPA. L'entreprise a donc décidé de ne pas poursuivre les études sur ce sujet³.

Élevages d'animaux sensibles au bruit

Selon la section Bruit de l'Entente Hydro-Québec-UPA, Hydro-Québec a l'obligation de prendre des précautions pour limiter la production de bruits stridents ou soudains dans les milieux qui accueillent des élevages d'animaux potentiellement sensibles au bruit, tels que les volailles, les lapins et les animaux à fourrure. Ces animaux sont en effet généralement très nerveux et peuvent être sérieusement affectés par ces bruits.

Afin de documenter les effets du bruit sur ces élevages, Hydro-Québec a réalisé en 1988 une revue de littérature répertoriée dans *Les effets du bruit sur les élevages avicoles, cunicoles et d'animaux à fourrure* (Gagné, 1988). Il s'est avéré que les résultats variaient passablement d'une étude à l'autre et pour différentes raisons. Il a donc été impossible de formuler une conclusion claire, d'autant plus qu'aucune de ces études ne portait spécifiquement sur les effets du bruit généré par les activités de construction d'une ligne. Cependant, les conséquences les plus fréquemment observées sont les troubles comportementaux, la diminution de la productivité et les changements physiologiques.

À la suite de cette revue de littérature, une enquête, accompagnée d'un rapport intitulé *Enquête sur les effets du bruit sur les élevages avicoles, cunicoles et d'animaux à fourrure*, a été réalisée en 1989 auprès de 26 éleveurs d'animaux sensibles au bruit dans le cadre du suivi environnemental de la ligne de RNDC (Gagné, 1989). Les résultats ont révélé que les bruits à caractère soudain ou inhabituel peuvent, en plus de réduire la productivité des élevages, provoquer une réaction de panique chez les animaux et entraîner de nombreux décès par entassement et asphyxie. Il est donc recommandé de bien relever tous les élevages d'animaux sensibles au bruit situés le long d'un chantier, de prendre contact avec les éleveurs et, dans certains cas, de restreindre les activités de construction à des périodes de l'année où les animaux sont absents ou moins sensibles au bruit.



Élevage de renards facilement identifiables par les cages symétriquement alignées et entourées d'une clôture

3. Correspondance interne d'Hydro-Québec.

Pylônes

L'Entente Hydro-Québec–UPA précise des mesures d'atténuation en lien avec le positionnement des pylônes par rapport aux lignes de lots et avec l'encombrement minimal. La première étude sur le sujet a été réalisée en 1975 par Côté, Duvieusart et associés (1975b). Par une simulation effectuée dans un champ de maïs fourrager à l'aide de l'équipement de récolte habituellement utilisé pour cette culture, les responsables de l'expérience ont comparé deux types de pylônes (pylonne haubané en V et pylonne rigide) selon différentes dispositions afin de déterminer le type de pylonne et le positionnement présentant le moins d'inconvénients pour l'agriculture. Les résultats indiquent que la superficie perdue était huit fois moindre avec le pylonne haubané en V qu'avec le pylonne rigide traditionnel et que le premier était plus facile à contourner. Les auteurs ont conclu que les pylônes haubanés en V étaient nettement supérieurs aux pylônes rigides en milieu agricole et qu'il était préférable de les planter au tracé des terres. Le choix des pylônes en V a toutefois été réfuté dans le cadre d'études subséquentes et de suivis environnementaux, ainsi que par les agriculteurs.

À la suite de ces premières recommandations favorisant l'utilisation des pylônes en V, Hydro-Québec a fait réaliser en 1978 le sondage *Impact des lignes de transport d'énergie électrique sur les opérations agricoles aériennes* (Multi-Réso, 1978) dans le but de connaître les perceptions de 34 pilotes d'avion ou d'hélicoptère sur ses installations électriques et d'identifier les difficultés que peuvent causer les lignes électriques sur les activités de pulvérisation aérienne de pesticides. Il en ressort que tous les pilotes préfèrent les pylônes sans haubans et que la grande majorité sont d'avis que les lignes juxtaposées avec pylônes décalés sont les plus dangereuses.

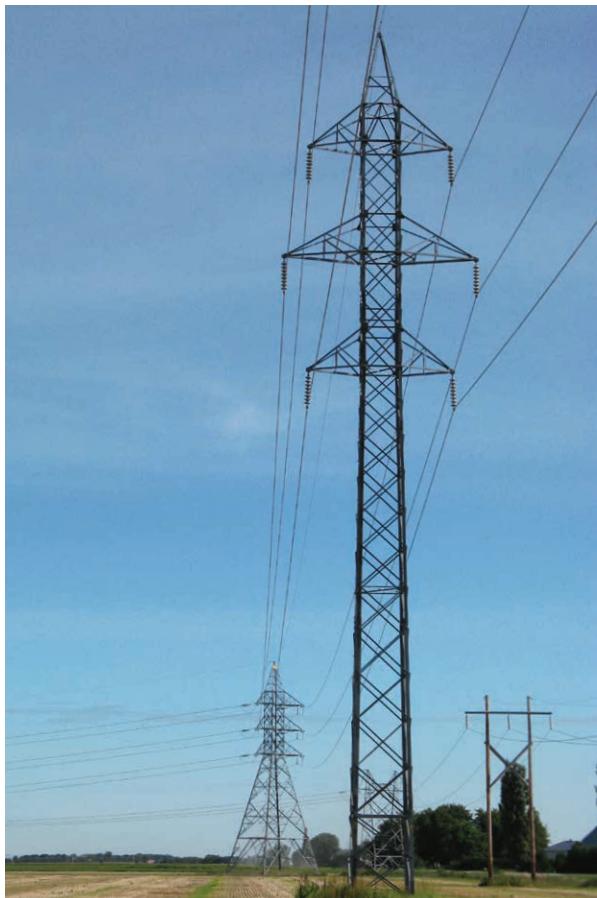
En 1989, l'étude intitulée *Rapport sur le suivi environnemental des pylônes en milieu agricole* (Fréchette, 1989) a cerné, à partir de rencontres avec les intervenants d'Hydro-Québec et les producteurs agricoles touchés par quatre projets de lignes électriques, les caractéristiques et les conséquences de l'utilisation de chaque type de pylônes en milieu agricole ainsi que les impacts de leur positionnement sur le sol agricole. On conclut que l'utilisation du nouveau pylonne monopode à treillis (BOC) semble répondre adéquatement aux critères de moindre impact en agriculture. Ce type de pylonne est intéressant à la condition toutefois qu'on puisse l'utiliser en faisant de longues portées pour ainsi en diminuer le nombre.



La facilité de contournement par la machinerie agricole est un critère important à considérer dans le choix du type de pylonne à utiliser en milieu agricole.

Dans le cadre du projet de ligne de RNDC, les producteurs agricoles ont opté pour des pylônes à encombrement réduit à quatre pieds plutôt que des pylônes de type monopode, lesquels, bien qu'ils soient moins encombrants, ont une portée moins grande et auraient donc dû être plus nombreux. Quant à l'emplacement des pylônes, certains agriculteurs ont préféré qu'ils soient placés en bordure des lots alors que d'autres les ont voulus au centre afin qu'ils soient plus faciles à contourner. Un suivi réalisé en 1990, qui a fait l'objet du rapport *Suivi environnemental des pylônes : Étude d'une fondation sur pieux en milieu agricole et agroforestier* (Fréchette, 1990), a permis de mettre en évidence les problèmes découlant de l'utilisation de fondations sur pieux avec bases de béton surélevées de 50 cm et plus au-dessus du sol. Ce type de fondation cause un plus grand compactage des sols durant la construction, un plus grand impact visuel, une plus grande perte de superficie cultivable et une plus grande difficulté dans les manœuvres agricoles. Son utilisation est donc à éviter en milieu agricole (voir la synthèse *Intégration harmonieuse des lignes de transport*).

Hydro-Québec a ensuite réalisé en 1991 une étude ayant mené à la publication du rapport intitulé *Évaluation de la performance environnementale de pylônes à encombrement réduit en milieu agricole* dans le but d'évaluer l'utilisation du sol et l'aspect visuel de ce type de pylônes (Ferdais et Renaud, 1991). À partir d'une revue de la documentation sur le sujet, d'un exposé du contexte agricole au Québec, d'une présentation de la démarche d'analyse et finalement d'une évaluation de la performance environnementale de pylônes à 120 kV, on a pu émettre des recommandations quant au choix de pylônes. Ainsi, il a été établi que les pylônes monopodes à treillis de type BOC et tubulaires sont les solutions les plus avantageuses, et ce, pour des raisons différentes : le premier, pour sa portée, et le second, pour son faible encombrement au sol.



Pylône de type BOC

Le rapport de suivi environnemental en milieu agricole (Binet et coll., 1998) réalisé en 1998 dans le cadre de la construction de la ligne à 735 kV de DCLA visait à mesurer la perte réelle de surface agricole en fonction du type de support utilisé, de l'emplacement de celui-ci dans le lot, de son encombrement au sol et de la facilité avec laquelle il peut être contourné. Dans ce projet, Hydro-Québec a favorisé l'utilisation de pylônes rigides à treillis à encombrement réduit sur les terres cultivées. En pratique toutefois, on constate que les pertes réelles de superficies cultivables dans le cas des pylônes rigides d'alignement et d'angle à treillis sont souvent plus faibles que celles calculées à l'aide du logiciel IAPE (Impact agricole des pylônes électriques), développé en 1978 par le département de génie rural de l'Université Laval dans le cadre d'un projet subventionné par Hydro-Québec (voir le tableau 4). Ce logiciel permet le calcul des pertes de terrain et de temps occasionnées par la présence de pylônes de transport d'électricité dans les champs cultivés. La différence entre les pertes réelles et celles calculées avec IAPE est attribuable au fait que la majorité des producteurs cultivent la surface sous ces types de pylônes, et ce, davantage pour une question d'entretien que de gain économique. Cette pratique est possible sous les pylônes de grande envergure comme les pylônes rigides d'alignement et d'angle à treillis ainsi que sous les portiques tubulaires. Il est donc recommandé de ne pas utiliser les pylônes rigides à treillis à encombrement réduit dans leur configuration actuelle, le seul cas où ces pylônes sont adéquats en milieu agricole étant lorsqu'ils chevauchent une ligne de lot sans fossé.

Tableau 4 :
Pylônes en milieu agricole

Supports rigides à 735 kV de la ligne des Cantons-Lévis	Pylône d'angle à treillis	Pylône d'alignement à treillis	Pylône à treillis à encombrement réduit	Portique tubulaire
Perte moyenne de superficie agricole :				
Appréhendée (IAPE)	825 m ²	594 m ²	491 m ²	571 m ²
Réelle	212 m ²	149 m ²	491 m ²	32 m ²

Le suivi environnemental a également permis de conclure que le seul support qui éliminerait complètement les désagréments dus à l'encombrement et au contournement des pylônes est le pylône monopode, qu'il soit tubulaire ou rigide à treillis. En effet, on peut facilement le placer sur une ligne de lot afin de réduire l'encombrement, et sa base peut être orientée dans la direction normale des travaux agricoles. De plus, il peut aisément être contourné par la machinerie agricole.

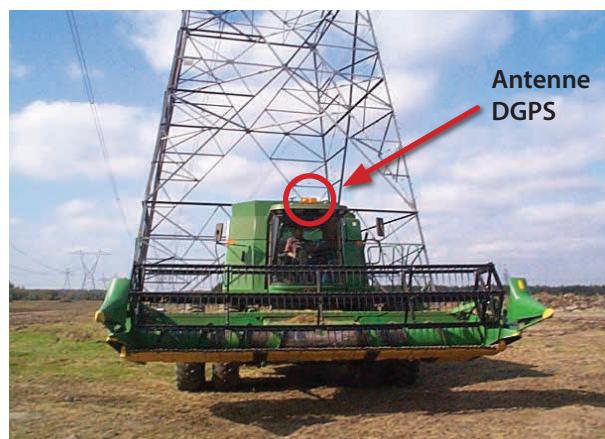
Vers la fin des années 1990, au moment de l'annonce de l'implantation de nouvelles lignes de transport pour renforcer le réseau électrique d'Hydro-Québec par suite des conséquences de la tempête de verglas, plusieurs groupes de citoyens et autres intervenants ont démontré un grand intérêt pour un éventuel réseau de transport souterrain. Dans cette foulée, l'UPA a demandé à Hydro-Québec de faire le point sur cette question. Un rapport intitulé *Comparaison des lignes aériennes et souterraines pour le transport d'énergie électrique en courant alternatif en milieu agricole* a ainsi été produit (Awad et coll., 1998).

Nombre des informations recueillies par Hydro-Québec pour réaliser cette étude proviennent de différents rapports publiés par divers comités d'étude du Conseil International des Grands Réseaux Électriques (CIGRÉ). Cet organisme regroupe une soixantaine de compagnies d'électricité des 18 pays les plus industrialisés. Ses membres ont étudié les derniers développements techniques et les pratiques courantes de différents pays relativement à l'utilisation de lignes aériennes ou de câbles souterrains pour le transport à haute tension. Puisque la tension maximale des lignes souterraines en exploitation dans le monde est de 550 kV en courant alternatif, le document produit par Hydro-Québec traite du transport d'énergie en courant alternatif pour des tensions de 120 kV et de 315 kV.

Selon les rapports consultés, la politique de la plupart des compagnies d'électricité consiste à choisir une ligne souterraine uniquement s'il est impossible de construire une ligne aérienne et que le niveau de tension de la ligne est de 400 kV maximum. Cette ligne n'est implantée que pour de courtes distances, généralement inférieures à 10 km. L'impact environnemental des lignes souterraines serait plus faible, mais dépend beaucoup de l'emplacement des équipements, de la tension et du nombre de circuits envisagés, ainsi que de la longueur de la ligne à construire. L'installation obligatoire de postes de liaison aérosouterraine ou de compensation, la localisation parfois difficile des bris et les délais associés au rétablissement des pannes restreignent leur emploi. Cependant, ce sont principalement leurs coûts prohibitifs qui constituent le principal frein à leur utilisation.

Récepteurs DGPS – système mondial de localisation en mode différentiel

L'agriculture de précision, qui a pour objectif une gestion optimisée des cultures en fonction de la variabilité qui existe dans le champ, prend de l'ampleur au Québec depuis les années 1990. Elle se développe grâce à de nouvelles technologies comme le système de positionnement mondial (GPS). À la suite de la tenue de séances publiques sur le projet d'implantation de la ligne à 735 kV des Cantons-Hertel (tronçon Hertel–Saint-Césaire), Hydro-Québec a réalisé une étude visant à vérifier si le fonctionnement du GPS différentiel de la Garde côtière canadienne pouvait être altéré par les lignes à haute tension. En effet, les lignes à haute tension créent des perturbations radioélectriques d'une fréquence pouvant aller de 60 Hz à quelques mégahertz. Or, les signaux de correction nécessaires au GPS différentiel sont transmis par la Garde côtière canadienne à une fréquence d'environ 300 kHz, ce qui se situe à l'intérieur de cette plage. L'étude a nécessité la tenue de rencontres avec des spécialistes et la prise de mesures sur le terrain ainsi qu'à bord d'une moissonneuse-batteuse équipée d'un système GPS différentiel sous des lignes à 735 kV et à proximité de telles lignes. Les résultats, publiés en 2001 dans un document intitulé *Lignes à haute tension et récepteurs DGPS en agriculture*, ont permis d'établir que la présence d'une ligne à haute tension sur les terres agricoles ne nuit pas au fonctionnement de cette technologie (Renaud et coll., 2001). Sous la ligne à 735 kV, la force du signal peut diminuer, sans toutefois qu'il y ait perte de positionnement. Lorsqu'on est loin de l'antenne émettrice, certains types de récepteur peuvent être plus ou moins sensibles sous les lignes à haute tension selon la marque de récepteur utilisé, bien qu'il soit toujours possible de se positionner sur le terrain.



Moissonneuse-batteuse équipée d'un système GPS différentiel

LES ENSEIGNEMENTS

À RETENIR

Éléments d'inventaire et critères de localisation

Les principaux éléments d'inventaire à prendre en compte pour le milieu agricole sont : le zonage agricole, l'homogénéité du territoire, l'utilisation du sol (les productions végétales, les productions animales et les bâtiments agricoles), le potentiel du sol et le dynamisme agricole tel que le préconise l'Entente Hydro-Québec-UPA.

Les principaux critères de localisation sont le respect de l'orientation cadastrale et l'implantation des ouvrages sur les terres dont le potentiel agricole est le plus faible.

Élevages d'animaux sensibles au bruit

Les animaux tels que les volailles, les lapins et les animaux à fourrure (visons et renards) peuvent être sérieusement affectés par les bruits à caractère soudain ou inhabituel. Il faut relever tous les élevages et restreindre les activités de construction à des périodes de l'année où les animaux sont absents ou moins sensibles au bruit.

Pommes de terre

En vertu du Règlement sur la culture de pommes de terre (R.R.Q., c. P-42.1, r 0.1), si Hydro-Québec doit réaliser des opérations de creusage ou de déplacement de terre dans une culture de pommes de terre en Zones de cultures protégées (ZCP), l'équipement utilisé doit être préalablement nettoyé.

Compaction

Les études et les suivis ont permis de conclure à l'importance de réaliser les travaux lorsque le sol est sec ou gelé, de réduire la pression de contact au sol exercée par la machinerie, de diminuer le nombre de passages et de restreindre la circulation de l'équipement à un chemin établi.

Pylônes

L'utilisation du pylône monopode, qu'il soit tubulaire ou rigide à treillis, permet d'éliminer complètement les désagréments dus à l'encombrement et au contournement des pylônes. Les critères d'ordre fonctionnel à retenir pour la conception des pylônes en milieu agricole sont un encombrement au sol le plus réduit possible, une fondation unique (monopode) et de longues portées permettant d'éviter un trop grand nombre de pylônes sur les terres cultivées.

À ÉVITER

Compaction

Réaliser des travaux de construction lorsque le sol est humide ou au printemps, car la compaction du sol et l'impact sur les cultures sont plus importants dans ces conditions.

À POURSUIVRE

Mettre à jour les méthodes et réaliser des études et des suivis environnementaux, si nécessaire, pour tenir compte de l'évolution de l'agriculture et des modifications de la machinerie agricole.

Pommes de terre

Suivre le dossier concernant l'application de mesures phytosanitaires à la culture de pommes de terre, celui-ci étant appelé à évoluer.

Vocabulaire

Acériculture : Culture des érables et, par extension, la transformation de ses produits.

Cheptel : Ensemble des animaux d'élevage d'une entreprise agricole.

Compaction : Réarrangement des particules du sol sous l'effet d'une pression externe se traduisant par l'augmentation de la densité généralement accompagnée d'une diminution de la macroporosité et de la conductivité hydraulique.

Cultures spéciales : Productions végétales qui exigent des conditions spéciales pour leur production (sol, climat, régie, machinerie et autres), telle la culture de la canneberge, de la féverole et du tournesol.

Déjections animales : Comprendent les fumiers et les lisiers produits par les animaux d'élevage.

Équipement de terrassement : Équipements utilisés pour réaliser des opérations de creusage ou de déplacement de terre.

Horticulture : Terme regroupant les productions de légumes, de fruits et de plantes ornementales cultivées en serres ou en plein champ.

Mesure phytosanitaire : Toute mesure ayant pour objectif de prévenir l'introduction ou la dissémination des organismes nuisibles aux végétaux.

Pesticides : Produits utilisés dans les cultures pour lutter contre les organismes nuisibles. Les principaux pesticides utilisés en agriculture sont les herbicides (contre les mauvaises herbes), les fongicides (contre les champignons) et les insecticides (contre les insectes nuisibles).

Trécarré : Limite d'une terre agricole.

Bibliographie

Études et documents d'Hydro-Québec

- ALLARD L., et H. LÉTOURNEAU. 2012. *Guide de référence des éléments environnementaux sensibles à l'implantation d'infrastructures électriques*. Montréal. Hydro-Québec TransÉnergie. 1216 p.
- AWAD, R., F. RENAUD, N. MAJOR et A. TURGEON. 1998. *Comparaison des lignes aériennes et souterraines pour le transport d'énergie électrique en courant alternatif en milieu agricole*. Montréal. Hydro-Québec. 11 p.
- BEAUCHAMP, C.J., et J. TREMBLAY. 1993. *Caractérisation physico-chimique et biologique des bois rameaux fragmentés pour leur valorisation en agriculture*. Préparé par le Centre de recherche en horticulture, Département des sols et de phytologie, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval pour Hydro-Québec. 86 p. et ann.
- BEAUCHAMP, C.J., J. TREMBLAY et F.P. CHALIFOUR. 1995. *Valorisation agricole des bois rameaux fragmentés – Caractérisation physico-chimique et biologique des bois rameaux fragmentés en tant qu'amendement humifère*. Préparé par le Centre de recherche en horticulture, Département de phytologie, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval pour Hydro-Québec. 59 p. et ann.
- BEAUREGARD, N. 1992a. *Évolution de la perception des impacts des projets de ligne de transport, Étude comparative de résultats d'enquêtes auprès des propriétaires affectés. Ligne Nicolet-des Cantons-Nouvelle Angleterre (1987) et Ligne Radisson-Nicolet- des Cantons (1991)*. Préparé par Beauregard Conseil Enr. pour Hydro-Québec. 62 p. et ann.
- BEAUREGARD, N. 1992b. *Suivi des impacts de la ligne de transport Radisson-Nicolet-des Cantons (R.N.D.C.). Enquête auprès des propriétaires affectés*. Préparé par Beauregard Conseil Enr. pour Hydro-Québec. 76 p. et ann.
- BEAUREGARD, N. 1991. *Suivi de l'Entente Hydro-Québec–Union des producteurs agricoles (UPA) – Enquêtes internes, lignes de répartition*. Préparé par Beauregard Conseil Enr. pour Hydro-Québec. 41 p. et ann.
- BINET, M., L. LAPERRIÈRE et F. RENAUD. 1997. *Suivi environnemental du milieu agricole de la ligne des Cantons-Lévis-Appalaches, démantèlement de la ligne à 230 kV*. Préparé par le Groupe HBA experts-conseils s.e.n.c. pour Hydro-Québec. 35 p. et ann.
- BINET, M., F. RENAUD et A. GIRARD. 1998. *Suivi environnemental du milieu agricole. Étude de différents types de pylônes sur les terres cultivées de la ligne à 735 kV des Cantons-Lévis-Appalaches (DCLA) – Rapport final*. Préparé par le Groupe HBA experts-conseils s.e.n.c. pour Hydro-Québec. 42 p. et ann.
- BOUSQUET, R. 1986. *Compaction des sols sous les lignes de transmission hydroélectrique*. Conférence prononcée lors du 13^e Colloque de génie rural de l'Université Laval. Québec. Montréal. Hydro-Québec. pp. 35-48.
- BOUSQUET, R., J.-C. CARRIÈRE, J. MILLIARD et D. PAQUETTE. 1979a. *Conclusion et recommandations sur l'impact des lignes en milieu agricole*. Montréal. Hydro-Québec. 26 p.
- BOUSQUET, R., J.-C. CARRIÈRE, J. MILLIARD et D. PAQUETTE. 1979b. *Impact des lignes en milieu agricole*. Montréal. Hydro-Québec. 16 p.
- BROUARD, D., et C. HARVEY. 1993. *Évaluation des effets des tensions électriques parasites en courant alternatif sur la truite arc-en-ciel d'élevage : bioessais d'exposition subchronique*. Préparé par le Groupe Environnement Shooner inc. pour Hydro-Québec. 31 p. et ann.
- BURCHARD, J. 2008. *Effets de l'exposition à des champs électriques et magnétiques (60 Hz) sur les bovins laitiers*. Hydro-Québec. 30 p. et ann.
- BURCHARD, J., E. BLOCK et D.H. NGUYEN. 1995. *Biological effects at 60 Hz electric and magnetic fields (EMF) on productivity and health of dairy cattle – final report*. Préparé par l'Université McGill et l'Institut de recherche d'Hydro-Québec pour Hydro-Québec. 107 p. et ann.
- CARPENTIER, J.M. Sans date (Lettre de transmission 1993). *Grands enseignements du suivi environnemental de la ligne à courant continu à 450 kV Radisson-Nicolet-des Cantons*. Préparé pour Hydro-Québec. 31 p.
- CAZELAIS, N. 1982. *Rapport d'accompagnement du programme des inventaires géographiques régionaux. Région du nord-ouest*. Montréal. Hydro-Québec. 38 p.
- CÔTÉ, DUVIEUSART ET ASSOCIÉS. 1978. *Implantation des lignes à haute tension en territoire agricole*. Préparé pour Hydro-Québec. 73 p. et ann.
- CÔTÉ, DUVIEUSART ET ASSOCIÉS. 1977a. *Influence des lignes à haute tension en territoire agricole – Rapport final. Tomes I et II*. Préparé pour Hydro-Québec. 100 p. et ann.

- CÔTÉ, DUVIEUSART ET ASSOCIÉS. 1977b. *Pylônes de ligne à haute tension en milieu agricole*. Préparé pour Hydro-Québec. 100 p.
- CÔTÉ, DUVIEUSART ET ASSOCIÉS. 1975a. *Ligne à haute tension Châteauguay-États-Unis*. Préparé pour Hydro-Québec. 16 p. et ann.
- CÔTÉ, DUVIEUSART ET ASSOCIÉS. 1975b. *Pylônes de ligne à haute tension en milieu agricole (Influence du type de pylône sur les performances des machineries aratoires)*. Préparé pour Hydro-Québec. 18 p. et ann.
- DESSAU & ASSOCIÉS, et HYDRO-QUÉBEC. 1978. *Étude sur le compactage des sols. Rapport préliminaire*. Préparé pour Hydro-Québec. 64 p. et ann.
- DIAGNE, M.-T., L. LAPERRIÈRE et M. BINET. 1999. *Suivi environnemental du milieu agricole – Ligne de transport d'énergie à 735 kV des Cantons-Lévis-Appalaches*. Préparé par le Groupe HBA Experts-conseils s.e.n.c. pour Hydro-Québec. 2 volumes, 260 p. et ann.
- DUTIL, J.-P., C. GAGNÉ, F. BRINDAMOUR et C. DUTIL. 1991. *Développement et essai d'une méthode d'évaluation de la susceptibilité des sols agricoles à la compaction et d'une mesure rapide d'évaluation de la compacité des sols : phase I : étude de faisabilité*. Préparé par les Consultants BPR pour Hydro-Québec. 34 p. et ann.
- DUTIL, C., C. JOBIN et M. MONPLAISIR. 1983. *Étude sur l'impact de la construction de lignes en milieu agricole, ligne Lévis-Montmagny. Tomes I et II*. Préparé par SODAT pour Hydro-Québec. 71 p. et ann.
- ÉLIE, G., et F. RENAUD. 1996. *Bilan des dix années d'existence de l'Entente Hydro-Québec/Union des producteurs agricoles : (1986-1996)*. Préparé pour Hydro-Québec. 37 p. et ann.
- ÉLIE, G., F. RENAUD et N. TANGUAY. 1995. *Les effets potentiels de la juxtaposition et de la multiplication des lignes de transport et de répartition sur l'aménagement du territoire. Guide d'analyse*. Préparé pour Hydro-Québec. 48 p. et ann.
- FERDAIS, M., et F. RENAUD. 1991. *Évaluation de la performance environnementale de pylônes à encombrement réduit en milieu agricole*. Montréal. Hydro-Québec. 30 p. et ann.
- FRÉCHETTE, Y. 1990. *Suivi environnemental des pylônes : Étude d'une fondation sur pieux en milieu agricole et agroforestier*. Montréal. Hydro-Québec. 37 p. et ann.
- FRÉCHETTE, Y. 1989. *Rapport sur le suivi environnemental des pylônes en milieu agricole*. Montréal. Hydro-Québec. 37 p.
- GAGNÉ, S. 1990. *Document d'information sur l'évolution de la perception des agriculteurs face aux interventions d'Hydro-Québec en milieu agricole*. Montréal. Hydro-Québec. 40 p.
- GAGNÉ, S. 1989. *Enquête sur les effets du bruit sur les élevages avicoles, cunicoles et d'animaux à fourrure*. Montréal. Hydro-Québec. 26 p. et ann.
- GAGNÉ, S. 1988. *Les effets du bruit sur les élevages avicoles, cunicoles et d'animaux à fourrure*. Montréal. Hydro-Québec. 19 p. et ann.
- GÉOMAT INTERNATIONAL Co. 2002. *Recherche et développement d'une approche méthodologique pour l'acquisition des données d'inventaire en agriculture par télédétection. Phase II*. [CD-ROM]. Préparé pour Hydro-Québec. 2 volumes.
- GIRARD, A. 1984. *La concertation d'Hydro-Québec avec l'UPA sur les pratiques d'Hydro-Québec en milieu agricole. Faits saillants au 31 août 1984*. Montréal. Hydro-Québec. 12 p.
- GOULET, D., F. RENAUD ET G. GALIANO-LAVALLEE. 1991. *Revue des études sur les effets biologiques des champs électriques et magnétiques ainsi que des ions atmosphériques sur les organismes végétaux*. Montréal. Hydro-Québec. 88 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 2004. *Entente sur le passage des lignes de transport en milieux agricole et forestier. Modifications et ajouts approuvés par le comité de liaison Hydro-Québec-UPA après la publication en 1999*. Montréal. 8 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 2001. *Certification biologique des producteurs agricoles*. Document accompagné d'une note interne de F. Renaud (Hydro-Québec TransÉnergie) à R. Jasmin (Installations – Transport – Mirabel). Montréal. 9 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 2000. *Enseignements du suivi environnemental. Ligne à 735 kV des Cantons-Lévis et poste des Appalaches à 735-230 kV*. Montréal. 36 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1999a. *Entente sur le passage de lignes de transport en milieu agricole et forestier*. Montréal. 80 p.

- HYDRO-QUÉBEC. 1999b. *Les effets des champs électriques et magnétiques sur la santé et la productivité du bétail*. Montréal. 16 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1998. *Le transport d'électricité à haute tension en milieu agricole. Les lignes souterraines sont-elles faisables ?* Montréal. 12 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1994. *Méthode d'évaluation environnementale des lignes et postes – Démarche, techniques et outils, méthodes spécialisées*. Préparé par Dessau Environnement pour Hydro-Québec. 21 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1990. *Méthode d'évaluation environnementale des lignes et postes. 1. Démarche d'évaluation environnementale. 2. Techniques et outils*. Montréal. 321 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1987. *Mandat sur les effets environnementaux cumulatifs du programme d'équipement. Revue de la littérature scientifique sur le concept et la méthodologie des effets environnementaux cumulatifs (EEC), définition des EEC*. Montréal. 42 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1985. *Méthodologie d'études d'impact Lignes et Postes*. Montréal. Pag. multiple.
- HYDRO-QUÉBEC. 1984. *Directives environnementales concernant la construction de lignes électriques en milieu agricole*. Montréal. 30 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1982. *Le tassement des sols causé par l'équipement de construction – Préliminaire*. Montréal. 32 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1980. *Manuel du service, Études de tracés*. Montréal. 97 p.
- HYDRO-QUÉBEC, et UNION DES PRODUCTEURS AGRICOLES (UPA). 1999. *Entente sur le passage des lignes de transport en milieux agricole et forestier*. Montréal. Hydro-Québec. 80 p. et ann.
- HYDRO-QUÉBEC, et UNION DES PRODUCTEURS AGRICOLES (UPA). 1989. *Entente*. Montréal. Hydro-Québec. 6 fascicules. Pag. multiple.
- HYDRO-QUÉBEC, et UNION DES PRODUCTEURS AGRICOLES (UPA). 1986. *Entente*. Montréal. Hydro-Québec. 8 fascicules. Pag. multiple.
- HYDRO-QUÉBEC, et UNIVERSITÉ MCGILL. 1992. *Étude de la vache laitière*. Montréal. 17 p.
- LALUMIÈRE, J., et J. MILLIARD. 1985. *Guide d'inventaire et d'analyse du milieu agricole*. Montréal. Hydro-Québec. 26 p. et ann.
- LESAGE, L., et F. RENAUD. 2007. *Distances électriques pour les lignes aériennes de transport vs machinerie agricole*. Montréal. Hydro-Québec. Non paginé.
- LESAGE, L., et F. RENAUD. 2001. *Lignes à haute tension et récepteurs DGPS en agriculture, suivi environnemental*. Montréal. Hydro-Québec. 16 p. et ann.
- LÉTOURNEAU, H. 1984. *Guide méthodologique des éléments environnementaux sensibles à l'implantation d'infrastructures électriques*. Montréal. Hydro-Québec. 51 p. et ann.
- LÉTOURNEAU, H., et COLL. 2008. *Ligne à 735 kV des Cantons-Hertel et poste de la Montérégie à 735-120 kV. Boucle montérégienne. Enseignements du suivi environnemental*. Montréal. Hydro-Québec. 40 p.
- LÉTOURNEAU, H. et A. SIMARD. 1986. *Guide méthodologique des éléments environnementaux sensibles à l'implantation d'infrastructures électriques*. Montréal. Hydro-Québec. 151 p. et ann.
- MARUVADA, P.S., P. JUTRAS et A. TURGEON. 1996. *Caractérisation de l'exposition aux CEM des vaches et du personnel dans les fermes laitières typiques*. Préparé dans le cadre du plan d'action sur les effets biologiques des champs électriques et magnétiques. Montréal. Hydro-Québec. 26 p. et ann.
- McKYES, E., E. STEMSHORN et R. Bousquet. 1980. « Damage to agricultural fields by construction traffic ». *Transactions of the ASAE*, vol. 23, n° 6, p. 1388-1391.
- MULTI-RÉSO. 1978. *Impact des lignes de transport d'énergie électrique sur les opérations agricoles aériennes*. Préparé pour Hydro-Québec. 21 p. et ann.
- NGUYEN, D.H., et J. PAINCHAUD. 2004. *Impact du poste Hériot sur la production des Serres Hydro Tourville à Saint-Nicéphore*. Montréal. Hydro-Québec. 34 p. et ann.

- NGUYEN, D.H., L. RICHARD et G. TURMEL. 1991. *Salle d'exposition aux champs électrique et magnétique en courant alternatif pour le bétail : description et spécifications*. Montréal. Hydro-Québec. 65 p. et ann.
- OREGON STATE UNIVERSITY. 1993. *Joint HVAC Transmission EMF Environmental Study: Final Report on Experiment 2*. Portland (Oregon), Bonneville Power Administration. Préparé pour Hydro-Québec et autres compagnies d'électricité américaines. 61 p.
- OREGON STATE UNIVERSITY. 1992. *Joint HVAC Transmission EMF Environmental Study: Experiment 1*. Portland (Oregon), Bonneville Power Administration. Préparé pour Hydro-Québec et autres compagnies d'électricité américaines. 169 p.
- PAQUETTE, D. 1980. *Impact agricole des lignes de transport électrique*. Préparé pour l'Association canadienne de l'électricité. Montréal. Hydro-Québec. 43 p.
- PAQUETTE, D. 1979. *Impact agricole des lignes de transport d'énergie électrique*. Préparé pour Hydro-Québec. 26 p.
- PELLETIER, C., I. CLOUTIER et D. GOULET. 1994. *Revue des études sur les effets biologiques des champs électriques et magnétiques sur les abeilles*. Préparé par Aménatech Inc. pour Hydro-Québec. 37 p. et ann.
- PROULX, S., et D. LÉVESQUE. 1992. *Analyse de l'effet de bordure des emprises de lignes hydro-électriques sur la production de sirop d'érable*. Préparé par le Laboratoire d'hydrologie forestière, Centre de recherche en biologie forestière, Faculté de foresterie et géomatique, Université Laval pour Hydro-Québec. 72 p.
- QUÉVILLON, J.-G., et Y. BERNIER. 1987. *Programme de suivi des impacts sur le milieu agricole, tronçon Nicolet-des Cantons (Phases III) – Rapport synthèse*. Préparé par Hamel, Beaulieu et associés pour Hydro-Québec. 94 p. et ann.
- RALEIGH, R.J. 1988. *Joint HVAC Agricultural Study: Final Report*. Oregon State University et Bonneville Power Administration (BPA). Portland (Oregon), BPA. Préparé pour Hydro-Québec et 9 compagnies d'électricité américaines. 10 p.
- RENAUD, F., A. GIRARD et Y. LEFEBVRE. 1999. *Suivi environnemental du milieu agricole de la ligne des Cantons-Lévis-des Appalaches : les effets des tensions parasites sur la production porcine*. Montréal. Hydro-Québec. 13 p.
- RENAUD, F., L. LESAGE, D.H. NGUYEN et C. SAVOIE. 2001. *Lignes à haute tension et récepteurs DGPS en agriculture*. Montréal. Hydro-Québec. 30 p. et ann.
- RICHARD, P. 1983. *Problématique de la juxtaposition des lignes de transport sur le milieu humain*. Montréal. Hydro-Québec. 95 p. et ann.
- RICHARD, P. 1982. *Problématique de la juxtaposition des lignes de transport – rapport d'étape*. Montréal. Hydro-Québec. 58 p. et ann.
- SERVICE ÉTUDES ET RECHERCHES ÉCOLOGIQUES (SECOR). 1987. *Impacts du projet de ligne Nicolet-des Cantons–Nouvelle-Angleterre sur les propriétaires affectés – Résultats d'enquête*. Préparé pour Hydro-Québec. 52 p.
- SODAT. 1983. *Étude sur l'impact de la construction de ligne en milieu agricole, ligne Lévis-Montmagny*. Préparé pour Hydro-Québec. 71 p. et ann.
- THIBAUDEAU, S., et F. BERNARD. 1993. *Suivi environnemental en milieu agricole. Ligne Radisson-Nicolet-des Cantons ± 450 kV (première, deuxième et troisième étapes)*. Préparé par F. Bernard experts conseils pour Hydro-Québec. 2 volumes.
- THIBAUDEAU, S., F. RENAUD et Y. LEFEBVRE. 1996. *Méthode d'évaluation environnementale. Lignes et Postes. Méthode spécialisée pour le milieu agricole*. Préparé pour Hydro-Québec. 89 p. et ann.
- UNION DES PRODUCTEURS AGRICOLES (UPA), HYDRO-QUÉBEC, QUÉBEC, MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION (MAPAQ) et CORPORATION DES MAÎTRES ÉLECTRICIENS DU QUÉBEC (CMEQ). 1994. *Attention tension – L'ABC de ce qu'il faut savoir sur les tensions parasites – une approche globale*. Montréal. Hydro-Québec. 19 p.
- UNION DES PRODUCTEURS AGRICOLES (UPA), QUÉBEC, MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION (MAPAQ) et HYDRO-QUÉBEC. 2005. *Les tensions parasites à la ferme – guide pratique*. Produit avec la participation de l'Institut de technologie agroalimentaire de La Pocatière. Hydro-Québec. 30 p.

Autres références essentielles

COMITÉ ÉNERGIE DU MOUVEMENT ÉCOLOGISTE ET ALTERNATIF DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL. 1983. *Vivre près d'une ligne de transmission à haute tension*. Montréal. 46 p.

CONSEIL DES APPELLATIONS RÉSERVÉES ET DES TERMES VALORISANTS (CARTV). 2011. *Normes biologiques de référence du Québec*. [En ligne]. Québec, CARTV. [<http://cartv.gouv.qc.ca/normes-biologiques-de-reference-du-quebec>]. (31 octobre 2011).

ROBERT, S., L. GODCHARLES, J.-J. MATTE, J. BERTIN-MAHIEUX et G.-P. MARTINEAU. 1993. « Les tensions parasites chez le porc d'engraissement ». In *25es Journées de la Recherche Porcine en France*. Actes d'un colloque tenu à Paris les 2, 3 et 4 février 1993. Paris, Institut Technique du Porc et Institut national de la recherche agronomique. p. 83-90.



www.hydroquebec.com

2013E0789-2