
Date	10 novembre 2000	N°	
		(Code de classement)	
Destinataire	Normand Bell Projets Lignes Direction principale Projets et construction	Expéditeur	Daniel Osadchuck Unité Support et Intégration Direction Expertise et Support technique de transport
		Téléphone	840-5461
		C. élec.	Osadchuck.Daniel@hydro.qc.ca
		Télécopieur	840-5802

Objet **Audiences publiques**
Programme de recherche et développement
Rapport d'activités liées au déglacage

Vous trouverez ci-joint un bilan consolidé de l'ensemble des activités réalisées à TransÉnergie en matière de solutions de déglacage. Ce bilan présente l'état de la situation des différentes méthodes de protection contre le verglas applicables aux lignes électriques et aux équipements de postes.

Par contre, nous attirons votre attention sur leur applicabilité sur le terrain! Les travaux de recherche et développement ont mené à la mise au point de techniques de déglacage qui constituent des pistes de solutions applicables en fonction de l'ampleur et de la gravité de la tempête et de l'impact sur les clients et sur le réseau. À cette étape, nous n'avons pas arrêté notre choix sur des solutions techniques optimales. Ce choix devra être fait en fonction du coût, des résultats obtenus de la R&D, des limites et du domaine d'application. En fait, ces méthodes de déglacage ne constitueront pas une panacée contre tous les problèmes associés au verglas.

À ces méthodes de déglacage devront être coordonnées des méthodes d'intervention pour déterminer le moment opportun d'appliquer ces différentes stratégies.

Nous demeurons disponibles pour tout renseignement additionnel.

Espérant le tout à votre convenance,


10-11-2000
Daniel Osadchuck
Unité Support et Intégration

P.J. : fichier audienc.doc

c.c. : André Vallée

AUDIENCES PUBLIQUES
PROGRAMMES DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT
RAPPORT D'ACTIVITÉS LIÉES AU DÉGLAÇAGE

Solutions de déglacage

Des solutions de déglacage et des méthodes de protection contre le verglas ont fait l'objet d'études plus poussées durant les années 1999 et 2000. TransÉnergie s'est donc engagée autant dans des activités liées au déglacage des lignes électriques que dans celles liées au déglacage des équipements de postes.

1. Équipements de postes

Dans le cadre de projets de recherche réalisés au cours des deux dernières années pour les équipements de postes, quatre outils de déglacage ont fait l'objet d'essais sur un sectionneur 145kV: le déglaceur à glace sèche, le déglaceur à air chaud, le déglaceur photonique et le déglaceur à jet d'eau pulsé.

1.1 Le déglaceur à glace sèche

Le déglaceur à glace sèche utilise un mélange d'air sec pressurisé avec des grains de glace sèche de 3mm. Cet appareil est performant pour le déglacage hors tension et s'est avéré en 1999, le plus rapide parmi le déglaceur à air chaud et le déglaceur photonique avec un temps de déglacage de deux heures pour déglacer complètement un sectionneur 145kV recouvert de 45mm de glace. L'appareil est disponible pour utilisation immédiate hors tension mais son développement pour une opération sous tension n'a pas été jugée intéressante. Une entente de service avec la compagnie Triumph a été conclue pour s'assurer de la disponibilité de trois unités pour l'hiver 99-00.

1.2 Le déglaceur à air chaud

Le déglaceur à air chaud qui est également disponible pour utilisation immédiate, hors tension, fonctionne quant à lui au diésel. Sa durée de déglacage est évaluée à 6hres pour un sectionneur 145kV recouvert de 45mm de glace. Par contre, en combinant à l'outil à air chaud des impacts mécaniques, la durée d'intervention en sera d'autant réduite. Ici encore, l'appareil n'est utilisable que pour du déglacage hors tension.

1.3 Le déglaceur photonique

Alors que les deux premiers appareils sont fonctionnels et efficaces pour déglacer les équipements hors tension, le troisième, le déglaceur photonique, encore au stade de prototype, pourra être utilisé pour déglacer de l'appareillage sous tension dans un avenir prochain. Par ailleurs, deux prototypes sont actuellement disponibles pour utilisation immédiate pour déglacage sous tension des parties actives d'un sectionneur (mâchoires, lames, pivots et mécanismes) en cas de véritable nécessité. Ce type de déglacage sera accompli uniquement par l'équipe du projet de recherche. Le temps de déglacage (~ 6hres) est comparable à celui de l'outil à air chaud. L'appareil utilise une source à photons dont le faisceau lumineux est focalisé sur la pièce à déglacer. Les travaux de développement se poursuivent pour optimiser sa conception (réduire le temps de déglacage et faciliter son utilisation) et réaliser le déglacage sous tension.

1.4 Le déglaceur à jet d'eau pulsé

En 2000, l'efficacité d'un déglaceur à jet d'eau chaude, disponible dans le commerce, a été vérifiée. Cette technique est déjà utilisée pour le déglacage d'avions et de structures. Les jets d'eau sont aussi utilisés pour le nettoyage d'isolateurs pollués sous tension. De par ses performances, ce dernier s'est avéré être le déglaceur hors tension le plus performant parmi les autres cités précédemment. Il a été possible de déglacer en cinq minutes deux machoires de sectionneurs couvertes d'une épaisseur de 25mm de glace. En 2000, on évaluera la performance d'un déglaceur à eau chaude muni d'un prototype de gicleur pulsant. Les travaux de développement se poursuivent en 2001 pour réaliser le déglacage sous tension. Le déglaceur photonique et le déglaceur à jet d'eau pulsé seront analysés conjointement en 2001 pour déterminer celui qui aura le plus de potentiel pour un déglacage sous tension.

1.5 Divers

D'autres projets ont visé à résoudre les problèmes liés à l'effet du verglas dans les postes de transport et de répartition. Citons entre autres le projet **d'amélioration de la tenue diélectrique des isolateurs sous verglas** et celui de **réduction de l'adhérence de la glace**.

1.5.1 Tenue diélectrique

L'expérience d'Hydro-Québec et d'autres entreprises publiques d'électricité ayant montré que l'accumulation de verglas ou de neige fondante peut compromettre la tenue diélectrique des isolateurs et provoquer des pannes dans les postes de transport stratégiques, TransÉnergie a entrepris un projet visant l'amélioration du rendement électrique des isolateurs soumis au verglas. La première phase de ce projet a donné lieu à des essais sur de courtes sections d'isolateurs de postes de transport. On est arrivé à caractériser les conditions propices aux contournements. Les essais se poursuivent en 2000 sur des sections plus grandes (2 à 2,6 m) pour le choix des isolateurs du poste Montérégie et valider l'efficacité de la solution ajout de jupes supplémentaires. En 2001, les essais se poursuivront pour optimiser la solution ajout de jupes et/ou chapeaux métalliques.

1.5.2 Adhérence de la glace

Des projets ont permis de faire l'état de l'art en ce qui concernait le traitement et les substances hydrophobes et glaçophobes pour les isolateurs et supports isolants de postes. Les résultats obtenus permettent de comprendre mieux les phénomènes de surface et l'influence de la température et de la rugosité.

2. Lignes de transport et de répartition

Les solutions proposées ou en cours de développement pour le déglacage des lignes ont porté principalement sur les méthodes thermiques et mécaniques avec une considération pour les méthodes passives afin d'éviter ou de réduire l'accumulation de la glace sur les conducteurs.

2.1 Méthodes thermiques

2.1.1 Par effet Joule

Mentionnons entre autre les travaux relatifs au déglacage thermique par effet Joule (utilisation de la chaleur dégagée par le passage du courant dans les conducteurs pour faire fondre le verglas ou l'empêcher de s'accumuler) où il fut démontré la faisabilité de déglacer thermiquement les câbles de garde.

Un projet-pilote a permis de démontrer la faisabilité de déglacer thermiquement les câbles de garde. Le projet-pilote qui comportait l'installation d'une source en courant continu au poste Boucherville visait à faire circuler du courant dans une boucle aller et retour de 6,3km chacun. Deux essais d'injection de courant ont été réalisés pour s'assurer de la fonctionnalité de l'installation.

Quant au déglacage des conducteurs par effet Joule à l'aide de courant alternatif, cette méthode serait faisable seulement pour certaines lignes du réseau, dépendant du niveau de tension et de l'importance des charges raccordées. Une orientation doit être prise quant à son application. Une étude qui n'est pas du ressort de la R&D est en cours pour comparer cette solution avec d'autres méthodes de déglacage et le renforcement mécanique.

Actuellement, un projet pilote pour installer un équipement producteur de courant continu au poste Laurentides est à l'étude. L'injection du courant continu dans les conducteurs provoquera un échauffement qui entraînera la fonte de la glace accumulée sur les conducteurs des lignes à haute tension. Présentement, on estime que cette solution est possible techniquement et économiquement.

2.1.2 Par court-circuit à tension réduite

La méthode de déglacage par court-circuit à tension réduite est une autre méthode de déglacage thermique disponible pour utilisation et qui a fait ses preuves, notamment à Manitoba Hydro. L'apport de la R&D a été de déterminer, à l'aide d'essais, les courants minimum pour empêcher la glace de s'accumuler sur les conducteurs (et les câbles de garde) et pour la faire fondre. Les résultats serviront à raffiner les logiciels existants et à en développer d'autres qui permettront d'appliquer avec efficacité les différentes méthodes de déglacage par effet Joule.

2.1.3 Par court-circuit à tension nominale

D'autre part, on a expérimenté une méthode de déglacage des conducteurs en faisceau. Une première phase d'essais a été complétée relativement à l'application de courts-circuits de grande amplitude et de courte durée, à tension nominale, pour déglacer quatre conducteurs en faisceaux (lignes 735 kV). Cette méthode repose sur la production d'un déplacement brusque des conducteurs enrobés de glace, résultat des efforts électrodynamiques créés par la circulation de courants de court-circuit. Après analyse des résultats obtenus, on dénote des difficultés d'application importantes sur le réseau 735kV; la phase 2 du projet portera sur un faisceau de deux conducteurs pour application possible sur le réseau 315kV.

2.1.4 Traceurs et dispositifs électro-expulsifs

Une étude comparative sur quatre systèmes anti-givre a été réalisée pour trouver une solution à la problématique des traversées de routes ou de rivières. Les conclusions de l'étude recommandent d'axer les efforts de R&D sur deux types en particulier, soit les traceurs et les dispositifs électro-expulsifs. Ces derniers seraient possiblement une solution pour déglacer les câbles de garde aux endroits stratégiques.

2.2 Méthodes mécaniques

En complément aux méthodes thermiques, des méthodes de déglacage mécanique ont également des avenues prometteuses.

2.2.1 Outil poulie-lame

Le déglacage à l'aide de l'outil poulie-lame dont le développement a été complété à la fin 98 et mis à l'essai dans des conditions réelles en 99 a donné des résultats intéressants malgré l'insuffisance de l'épaisseur de glace pour démonter ses avantages par rapport aux autres méthodes. En 99, on a procédé à la robotisation de l'outil poulie-lame pour une téléopération à partir du sol. Cette version consiste en un chariot télécommandé sur lequel on a installé les lames et un mécanisme à impact pour casser la glace. Des essais du système complet sur câble avec glace sont en cours en 2000.

2.2.2 Dispositif à cartouche

On a procédé à la validation d'un concept de déglacage à l'aide de cartouches explosives proposé par deux inventeurs de Chicoutimi. Dans les conditions d'essais, cet appareil a fait tomber instantanément une épaisseur de glace de 12mm sur toute la longueur de la portée de 100m. Le projet se poursuit en 2000 et consiste essentiellement à développer un percuteur optimisé pour le déglacage des câbles de garde.

2.2.3 Par fusibles mécaniques

Le projet Intégration d'un dispositif de relâchement de charges des conducteurs et de câbles de garde (déglacage par fusibles mécaniques) a permis d'étudier la possibilité d'utiliser l'énergie potentielle du conducteur pour le déglacer à l'aide de fusibles mécaniques en le laissant tomber d'une hauteur prédéterminée. Des essais en 99 ont démontré qu'une chute de 3m du point d'attache du conducteur déglace une portée de 200m ayant près de 20mm de glace. D'autres étapes seront nécessaires pour en évaluer la faisabilité d'application.

2.2.4 Par impulsion électromagnétique

Une autre solution est en cours de développement et deviendra disponible à moyen terme (2001) si les résultats sont satisfaisants. Il s'agit du déglacage des câbles de garde par impulsion électromagnétique.

2.2.5 Par masses vibrantes

Le prototype a été développé en 1999 et a fait l'objet d'une série d'essais sur la ligne expérimentale de l'IREQ. Le prototype est une masse actionnée par un vérin qui est fixé sur une plateforme, laquelle est suspendue sur le câble à déglacer. L'appareil induit une onde qui serait d'une amplitude suffisante pour produire une déformation locale assez importante pour briser l'adhérence de la glace. L'efficacité de déglacage de ce prototype ayant été décevante, le projet a été suspendu. De par son poids propre, l'appareil peut déglacer s'il est roulé le long du câble.

2.3 Méthodes passives

Les méthodes passives sont étudiées pour éviter ou pour réduire l'accumulation de la glace

2.3.1 Utilisation d'un conducteur compact

Ce sont des conducteurs qui ont été développés pour être plus performants que les conducteurs aluminium-acier en usage à Hydro-Québec et qui puissent leur être substitués sans renforcement des pylônes ni atteinte à la fiabilité des lignes. Des essais de givrage/délestage avec mesure de la rigidité en torsion ont été réalisés. Les résultats obtenus montrent qu'on obtient le même taux d'accumulation de glace mais avec une durée de déglacage plus rapide que sur les conducteurs normaux. Pas de poursuite future en R&D.

2.3.2 Augmentation de la rigidité des câbles de garde

Seule une revue de l'état de l'art a été réalisée jusqu'à maintenant.

2.3.3 Conducteur simple optimisé pour lignes à 315kV

On cherche à établir la faisabilité technique et économique de remplacer le faisceau de conducteurs double employé sur les lignes 315kV par un conducteur simple à la fois équivalent thermiquement et acceptable du point de vue effet couronne. C'est une façon indirecte pour raffermir certaines lignes dites stratégiques en diminuant le nombre de conducteurs par phase de manière à réduire tout autant le nombre de « collecteurs » de glace. Les résultats obtenus démontrent une utilisation possible pour le remplacement de conducteurs sur certaines lignes existantes faiblement chargées. Ceci aurait pour conséquence d'éviter le renforcement ou le remplacement de pylônes. Pas de poursuite future en R&D.

Chaire universitaire

La chaire Hydro-Québec UQAC (Université du Québec à Chicoutimi) porte sur l'étude des précipitations givrantes et de leurs impacts sur les équipements des réseaux de transport d'énergie électrique et est d'une durée de cinq ans couvrant les années 1997-2002.

Les activités de la chaire s'avèrent un complément important aux travaux de recherche entrepris à TransÉnergie dans le domaine du contrôle du verglas.

Les travaux de la Chaire sont centrés sur des besoins d'améliorer la connaissance de base sur les phénomènes associés au givrage, sur un horizon à long terme de 5 à 10 ans. Les travaux à réaliser dans cette chaire consistent à développer des modèles physiques et des modèles mathématiques ayant trait aux processus de givrage, au processus de délestage mécanique de la glace et au processus de contournement électrique en présence de glace. Pour réaliser ces objectifs, les activités de la chaire sont contenues et définies dans le cadre de quatre projets.

- Modélisation du givrage des équipements de lignes aériennes de transport et de télécommunications
- Étude du délestage des conducteurs et des câbles de garde
- Processus de décharge électrique entre les intervalles d'air et le long des surfaces de glace
- Distribution du potentiel et du champ électrique le long des surfaces de glace et des intervalles le long des isolateurs.

Bilan et avancement des travaux de la Chaire

Aspects physiques et mécaniques

- La détermination des paramètres de givrage sur les caractéristiques de la glace accumulée sur des objets cylindriques idéalisés a été effectuée pour servir de référence aux modèles.
- La détermination de la distribution du nombre annuel d'événements de givrage au Québec et de leur persistance. Des progrès scientifiques significatifs ont été rapportés dans l'élaboration de modèles probabilistes de givrage.
- Dans le contexte de la caractérisation de charges climatiques en site naturel, les premiers développements de ce travail ont été rapportés en utilisant les données du site en milieu naturel du Mont-Bélair, exploité par TransÉnergie, et ce en complémentarité avec les travaux qui sont confiés à l'IREQ sur ce sujet.

Aspects électriques

- La détermination des paramètres de caractérisation d'arcs électriques à la surface d'isolateurs recouverts de glace a mené à la formulation de cas simples et idéalisés.
- Concernant les travaux traitant de l'initiation d'arcs électriques à la surface d'échantillons de glace, une première série d'essais a été réalisée avec succès et l'analyse des données est en cours,.
- Une importante réalisation a également été rapportée suite aux premières simulations de la distribution du champ électrique le long d'isolateurs recouverts de glace.