

# Installation du câble de 120 kV à la centrale de Beauharnois

par : R. AWAD – TRANSÉNERGIE (DIVISION D'HYDRO-QUÉBEC)

M. CHOQUETTE – HYDRO-QUÉBEC, GROUPE INGÉNIERIE, APPROVISIONNEMENT ET CONSTRUCTION, ET

A. CANAAN – SYSTÈMES ET CÂBLES D'ALIMENTATION PIRELLI CANADA INC.

En 1990, Hydro-Québec a mené une étude de faisabilité sur la réfection de la centrale hydroélectrique de Beauharnois, en vue d'augmenter sa vie utile de 40 ans. La centrale, qui se trouve à 40 kilomètres au sud-ouest de Montréal, a été construite en trois phases entre 1929 et 1961. D'une longueur de 1 kilomètre, elle contient 36 groupes turbine-alternateur et couvre l'entrée du canal Beauharnois. Elle capte l'énergie hydraulique (hauteur de chute d'eau de 24 m) du fleuve Saint-Laurent. Cette centrale est la cinquième plus puissante du réseau d'Hydro-Québec avec une puissance installée de 1673 MW et la deuxième plus importante pour sa production annuelle. En 1997, elle a produit un record de 12 740 GWh d'énergie.

Les travaux de construction, incluant deux nouveaux postes isolés au SF6 de 120 kV et 56 circuits de câbles isolés au XLPE de 120 kV pour une longueur totale d'environ 41 kilomètres, ont débuté en 1997. Au cours de la première phase du projet qui vient de se terminer, 24 circuits de câble de 120 kV ont été installés pour le nouveau poste 'ouest'. Quatorze circuits de câble raccordent les transformateurs 23 à 36 au poste, et dix circuits de câble de haute capacité alimentent les lignes aériennes. Ces circuits remplacent les barres omnibus qui se trouvent sur le toit de la centrale, ainsi que des lignes aériennes entre la centrale et le vieux poste extérieur. Le défi principal à relever était de minimiser les impacts sur l'exploitation de la centrale pendant toutes les phases de construction, d'installation et de mise en route des nouveaux équipements.

Les câbles isolés au polyéthylène réticulé de Pirelli avec conducteurs en cuivre ont été choisis pour le projet de Beauharnois. Le câble comporte également une gaine en plomb extrudé sous la gaine extérieure en polyéthylène. Elle joue le rôle de blindage métallique et de barrière étanche. Les charges normales sont de 1 600 A pour les câbles entre le poste et les lignes aériennes de départ et de 350 A pour les câbles entre les

*Les conduits disposés en trèfle sont solidement retenus ensemble pour résister aux forces de court-circuit.*

*The trefoil of ducts is solidly cleated and strapped for three phase short-circuit forces.*



transformateurs et le poste. Les calculs d'intensité admissible ont confirmé que les tailles optimales des conducteurs en cuivre devraient être respectivement de 1 600 et 380 mm<sup>2</sup>. Les calculs ont également indiqué que la paroi d'isolation du conducteur de 1 600 mm<sup>2</sup> pouvait être réduite de 21 à 18 mm tout en maintenant les contraintes électriques dans des limites acceptables. Ceci s'est traduit par des dimensions et des poids de câbles inférieurs et a permis l'utilisation de conduits d'un diamètre intérieur plus faible, soit de 152 mm.

Des conduits en fibre de verre renforcé de résine phénolique ont été choisis pour leur faible inflammabilité, leurs propriétés mécaniques supérieures et leur légèreté. Les câbles ont été installés dans le haut de la mezzanine de la centrale et dans la salle inférieure à la salle SF6 et ils ont été disposés en trèfle sur des supports métalliques. Des équipes spécialisées de la Division TransÉnergie d'Hydro-Québec ont effectué le travail d'installation incluant le tirage des câbles et la fabrication des terminaisons. Les travaux de tirage des câbles ont été exécutés 6 jours par semaine et 72 longueurs de câble au total ont été tirées. En moyenne, 6 longueurs ont été tirées par semaine au cours de cette période.

Peu après le tirage du premier circuit de câble, une deuxième équipe a débuté la fabrication des terminaisons SF6 à l'intérieur du poste. Au total, 72 terminaisons ont été réalisées au cours de la période de 4 mois. À l'extérieur, 72 terminaisons de type extérieur ont été confectionnées sur 24 plate-formes

métalliques au niveau des transformateurs et au-dessous des lignes aériennes. Afin d'éliminer les courants induits, toutes les gaines métalliques des câbles ont été mises à la terre en un seul point, du côté des terminaisons SF6, tandis qu'elles ont été raccordées à un protecteur de surtension de 3 kV aux terminaisons extérieures. Finalement, chaque circuit de câble a fait l'objet d'essais de mise en service comprenant les essais des gaines, les mesures de résistance ohmique des conducteurs, les mesures de capacité, les essais de résonance acoustique et les essais de tenue diélectrique c.a. à haute tension.

Les travaux de construction du nouveau poste 'est' de la centrale sont actuellement en cours. Au total, 32 circuits de câble de 120 kV y seront installés, dont 22 seront regroupés dans des canalisations bétonnées sur le tablier supérieur de la centrale. Une fois de plus, des conducteurs en cuivre ont été spécifiés pour les câbles isolés au XLPE dans le but de réduire le diamètre externe du câble en plus de réduire les dimensions des canalisations associées. Ceci s'est traduit par des économies de coût significatives pour la deuxième phase de ce projet de câble. ♦

*Monsieur Ray Awad est Spécialiste en transport souterrain à haute tension - TransÉnergie, Hydro-Québec.*

*Monsieur Martin Choquette est Ingénieur en transport souterrain haute tension - Groupe IAC, Hydro-Québec.*

*Monsieur Alexandre Canaan est Coordonnateur de projets haute tension - Systèmes et câbles d'alimentation Pirelli Canada Inc.*

# 120 kV Cable Installation at Beauharnois Power Station

by: **R. AWAD – TRANSÉNERGIE (DIVISION OF HYDRO-QUÉBEC)**  
**M. CHOQUETTE – HYDRO-QUÉBEC, ENGINEERING, PROCUREMENT AND CONSTRUCTION GROUP, AND**  
**A. CANAAN – PIRELLI POWER CABLES AND SYSTEMS CANADA INC.**

In 1990, Hydro Quebec completed a feasibility study on the rehabilitation of the Beauharnois hydroelectric power station, to increase its useful life by 40 years. The station, situated 40 kilometres southwest of Montreal, was constructed in three phases between 1929 and 1961. The station's 1-km long powerhouse contains 36 turbine generator units, and it spans the entrance to the Beauharnois Canal. The power station harnesses the hydraulic energy (24-metre head pressure) of the St. Lawrence River. It is ranked fifth among all Hydro-Quebec's generating stations for its installed capacity of 1673 MW and second for its energy output. In 1997 it delivered a record of 12,740 GWh of energy.

The construction work, including two new 120 kV SF6 insulated substations and 56 circuits of 120 kV XLPE insulated cable with a total length of approximately 41 km, began in 1997. In the recently completed first phase of the project, 24 circuits of 120 kV cable were installed for the new west-end substation. Fourteen cable circuits connect transformers 23 through 36 to the substation, while 10 larger capacity cable circuits bring power to overhead lines. These circuits replace overhead bus bars located on the roof of the powerhouse, as well as spans of overhead lines between

the powerhouse and the old outdoor substation. The major challenge was to keep the powerhouse operational during the construction, installation and testing phases.



*120 kV XLPE cable cross-section.*

*Coupe transversales de câble XLPE de 120 kV.*

Pirelli's cross-linked polyethylene insulated cables with copper conductors were selected for the Beauharnois project. The cable design also features an extruded lead sheath beneath the outer polyethylene jacket to act as a metallic shield and impervious barrier. The continuous design loads are 1600 A for cables from the substation to the outgoing overhead lines, and 350 A for cables between the transformers and the substation. Current-carrying calculations confirmed that the optimal copper conductor sizes should be 1600 mm<sup>2</sup> and 380 mm<sup>2</sup> respectively. Calculations also showed that the insulation wall of the 1600 mm<sup>2</sup> conductor could be reduced from 21.6 to 18 mm while maintaining electrical stresses within acceptable limits. This led to smaller cable dimensions and weight, which permitted the use of ducts with a smaller inside diameter of 152 mm.

Ducts constructed of phenolic reinforced fiberglass were chosen for their low flammability, superior mechanical properties, and light weight. The major portion of the cables and ducts were

installed in the powerhouse where they were placed in trefoil formation on metallic supports in the space below the ceiling of the mezzanine. Specialized Hydro Quebec crews from the TransÉnergie Division carried out the installation work including cable pulling and terminations. Cable pulling operations were carried out 6 days a week, with a total of 72 cable lengths being pulled. An average of 6 lengths per week were completed during this time.

Shortly after the first cable circuit was pulled, a second team began installing the indoor SF6 terminations. A total of 72 terminations were installed over the four-month period. On the outside, an additional 72 outdoor type terminations were installed on 24 metallic platforms at the transformers and below the overhead lines. Using a single point grounding configuration, all cable metallic sheaths were grounded at the SF6 terminations while they were connected to a 3kV surge arrester at the outdoor terminations. Finally each cable circuit underwent commissioning tests consisting of jacket tests, conductor resistance measurements, capacitance measurements, acoustical resonance tests, and high-voltage AC testing.

Construction work on the new east-end substation of the powerhouse is presently underway. A total of 32 circuits of 120kV cables will be installed, 22 of which will be in duct banks on the top of the powerhouse. Once again, copper conductors were specified for the XLPE insulated cables in order to reduce the overall cable diameter as well as overall dimensions of associated duct banks. This resulted in substantial cost savings for the second phase of this cable project. ♦

*Ray Awad is the Underground High Voltage Transmission Specialist at TransÉnergie;*

*Martin Choquette is an Underground High Voltage Transmission Engineer at Hydro-Québec;*

*Alexandre Canaan is the High Voltage Project Coordinator at Pirelli Power Cables and Systems Canada Inc.*



*Aerial view of Beauharnois Generating Station.*

*Vue aérienne de la centrale hydroélectrique de Beauharnois.*