



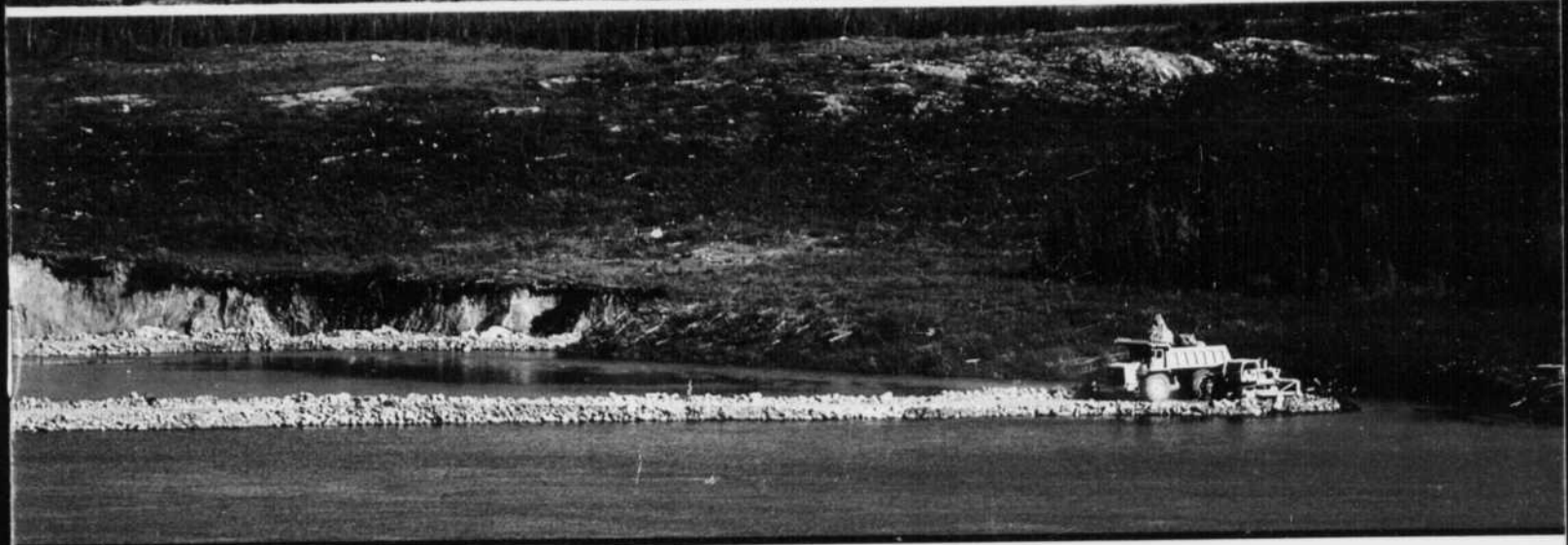
MARS/AVRIL 1978
 No 324
 64^e année

L'INGÉNIEUR

NDHQ LIBRARY
 SERVICES DE BIBLIOTHÈQUE
 6600
 JUN 3 1978
 RECEIVED - REÇU

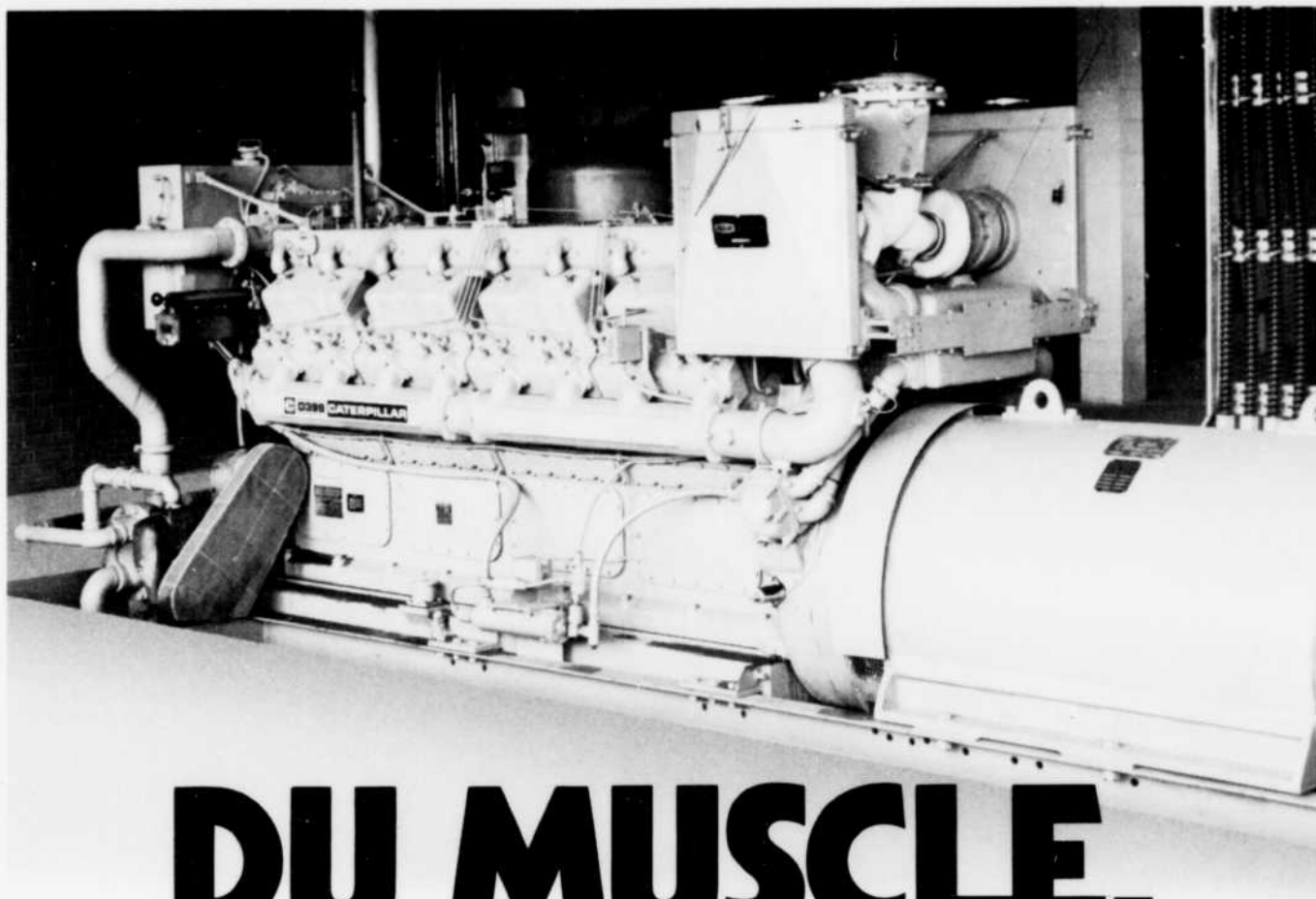
LIBRARY COPY
 DO NOT REMOVE
 EXEMPLAIRE DE LA BIBLIOTHÈQUE
 NE PAS ENLEVER

Le Complexe La Grande



Affranchissement en numéraire au tarif de la troisième classe Permis No H-23
 Port de retour garanti : C.P. 6079, Succ. A, Montréal, Québec, H3C 3A7

Dept. of National Defence
 Library 2nd floor
 101 Colonel By Drive
 Ottawa
 K1A 0X2



DU MUSCLE. À TEMPS PLEIN.

DE L'ÉNERGIE HEWITT.

Pour du muscle qui ne lâche pas, faites appel à la large gamme de groupes électrogènes diesel Caterpillar et d'armoires de commande Hewitt. Il sont conçus en vue d'assurer un fonctionnement continu — que ce soit comme source d'énergie primaire dans

des endroits isolés ou comme source d'énergie auxiliaire de secours dans l'éventualité de pannes. La capacité de puissance varie entre



12 kw et 930 kw. Hôpitaux, centres de contrôle de la circulation, usines, gratte-ciel, bateaux, usines de traitement des eaux, tous trouvent réponse à leurs besoins chez Hewitt. Et grâce à la qualité de son service et de son système de pièces de rechange,

Hewitt vous assure l'efficacité continue et la haute performance de ses "muscles à plein temps" CAT. Pour plus de renseignements, appelez-nous. Hewitt.



HEWITT ÉQUIPEMENT LIMITÉE
Montréal, Québec, Chicoutimi, Sept Îles, Hull, Val d'Or, Baie James.

Caterpillar, Cat et  sont des marques déposées de Caterpillar Tractor Co. -



MARS/AVRIL 1978

No 324

64e année

INGÉNIEUR

ADMINISTRATION ET RÉDACTION

a/s École Polytechnique
Case postale 6079 — Succursale « A »
Montréal, Québec, H3C 3A7
Tél. : (514) 344-4764

COMITÉ ADMINISTRATIF

Jean-Claude NEPVEU, ing.
président
Claude BRULOTTE, ing.
Jacques DE BROUX, ing.
Roger FYEN, ing.
André-A. LOISELLE, ing.
Michel ROBERT, ing.
Michèle THIBODEAU-DEGUIRE, ing.

SECRÉTAIRE ADMINISTRATIVE

Yolande GINGRAS

RÉDACTRICE

Madeleine G. LAMBERT

COMITÉ CONSULTATIF DE RÉDACTION

Marcel FRENETTE, ing.
directeur
Thomas AQUIN, ing.
André BAZERGUI, ing.
Bernard BELAND, ing.
Gérald BELANGER, ing.
Guy DROUIN, ing.
André MAISONNEUVE, ing.
Normand McNEIL, ing.
Thomas J.F. PAVLASEK, ing.
Robert G. TESSIER, ing.
Clément VIGNEAULT, ing.
Charles VILLEMAIRE, ing.

PUBLICITÉ

JEAN SÉGUIN & ASSOCIÉS INC.

Courtiers en publicité

601, Côte Vertu, St-Laurent, Québec H4L 1X8
Téléphone : (514) 748-6561

ÉDITEURS :

Association des Diplômés de Polytechnique
En collaboration avec l'École Polytechnique de
Montréal, la Faculté des Sciences et de Génie de
l'Université Laval et la Faculté des Sciences appli-
quées de l'Université de Sherbrooke. Publication
bimestrielle. — Imprimeur : Les Presses Elite.

ABONNEMENTS :

Canada \$10 / par année
Pays étrangers \$12 / par année
Vente à l'unité \$2

DROITS D'AUTEURS : Les auteurs des articles
publiés dans L'INGÉNIEUR conservent l'entière
responsabilité des théories ou des opinions émises
par eux. Reproduction permise, avec mention de
source ; on voudra bien cependant faire tenir à la
Rédaction un exemplaire de la publication dans
laquelle paraîtront ces articles. — Engineering
Index, Biol., Chem., Sci. Abstracts, Periodex et
Radar signalent les articles publiés dans L'IN-
GÉNIEUR — ISSN — 0020-1138 — Dépôt légal —
Bibliothèque nationale du Québec.

Tirage certifié : membre de la
Canadian Circulation Audit Bureau



L'INGÉNIEUR

COMPLEXE LA GRANDE

AMÉNAGEMENTS HYDRO-ÉLECTRIQUES

Coordonnateur

du présent numéro : *M. Léandre Aubin est chef du service Avant-Projets à la Société d'énergie de la Baie James. Il est entré en 1963 au service Hydraulique de la direction Projets de centrales de l'Hydro-Québec ; il prenait charge en 1972 du service Hydraulique de la Société d'énergie de la Baie James. Depuis septembre 1977, il travaille au service Avant-Projets de la Société.*

ARTICLES

4 LE COMPLEXE LA GRANDE

par Léandre Aubin, ing.

En guise d'introduction à ce numéro, l'auteur énumère sommairement les principales caractéristiques des retenues et des usines hydro-électriques du Complexe La Grande.

9 L'USINE AU FIL DE L'EAU DE LG 1

par Alexandru Stoian, ing., et Guy Nadeau, ing.

Situé près de l'embouchure de La Grande Rivière et disposant d'une faible réserve utile dans son bief amont, la centrale de LG 1 fonctionne au fil de l'eau en utilisant les débits provenant de l'aménagement de LG 2. L'article donne les caractéristiques du projet et décrit les particularités qui découlent de son mode de fonctionnement.

13 L'AMÉNAGEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE LG 2

par Roland Boisvert, ing.

Cet article détaille tous les ouvrages qui requiert l'aménagement hydro-électrique LG 2 afin que la centrale, d'une puissance installée de 5 328 MW, puisse entrer en production durant les années 1980 à 1982.

21 AMÉNAGEMENT DE LG 3

par W.H. Sader, M.Eng., ing.

Le présent article décrit d'une façon succincte mais complète un des aménagements du Complexe La Grande. L'auteur s'est donc concentré sur la description des principaux éléments de l'aménagement de LG 3 sans toutefois s'attarder sur les détails de chacun.

30 L'USINE DE TÊTE DE LG 4

par P. Sylvain Harel, ing.

Avec une puissance installée de 2 058 MW, LG 4 est la deuxième en importance des usines du complexe La Grande. Le choix de l'emplacement, l'agencement des travaux et l'abondance des banes d'emprunts font de la construction de cette usine une entreprise très compacte.

40 DÉTOURNEMENT EASTMAIN — OPINACA — LA GRANDE

par Noël Yvon Lavoie, ing.

Ce projet comprend tous les ouvrages nécessaires au détournement des eaux du bassin supérieur des rivières Eastmain, Petite Opinaca et Opinaca dans le but d'accroître le potentiel hydraulique de La Grande Rivière en amont de l'aménagement hydro-électrique de LG 2.

45 DÉTOURNEMENT CANIAPISCAU

par Pierre Brindamour, ing.

Le détournement de la rivière Caniapiscou vers La Grande Rivière a pour but d'augmenter la capacité et la production de l'énergie garantie du Complexe La Grande et de diminuer ainsi le nombre total d'aménagements hydro-électriques.

RUBRIQUES

27-37 COMMUNIQUÉS

51 LE MOIS : chroniques mensuelles

56 RÉPERTOIRE DES ANNONCEURS

MARS-AVRIL 1978 — 1



Vous serez souvent cités en exemple. Voici pourquoi.

Quand nous invitons nos abonnés du secteur domestique à économiser l'électricité, on nous demande souvent si le monde du commerce, de l'industrie et de la grande entreprise, est également mis à contribution.

Voilà pourquoi, les programmes d'économie d'électricité déjà amorcés ou prévus dans les établissements industriels et commerciaux, dans les hôtels et restaurants, dans plusieurs immeubles à logements multiples, dans les exploitations agricoles et dans beaucoup de municipalités, prennent une si grande importance. Vous aidez, autant par les économies réalisées que par l'exemple donné, à favoriser de meilleures habitudes de consommation de l'énergie, partout au Québec et dans toutes les sphères d'activité.

En éliminant le gaspillage de l'électricité dans votre entreprise, en accordant votre préférence à des appareils et à des systèmes qui utilisent efficacement l'énergie, vous indiquerez la voie à suivre vers un avenir énergétique plus stable et une meilleure qualité de la vie pour tous.



**Dans la mesure du possible,
économisons l'électricité.**

**Ce numéro
thématique sur le
Complexe La
Grande a été
réalisé grâce à la
collaboration de la
Société d'énergie
de la Baie James
et des entreprises
dont les noms
figurent ci-contre.**

COMPLEXE LA GRANDE

*Asselin, Benoît, Boucher, Ducharme, Lapointe Inc.
Beaudet & Marquis Inc.
Compagnie Nationale de Forage et Sondage Inc.
Constructions du St-Laurent Limitée (Les)
Constructions Simard-Beaudry (1977) Inc.
Desourdy Construction Limitée
Dessau et Associés
Francon Limitée
Ingénierie BG Checo Limitée
Janin - Atlas - Pitts
Janin Construction Limitée
Laboratoire de Béton Ltée
Laboratoire d'Inspection et d'Essais Inc.
Lalonde, Girouard, Letendre & Associés Ltée
Lavalin Inc.
Lemay-Dumez
Lemieux, Monti, Nadon, Roy Inc.
Neilson Excavation Inc.
Pelletier & Associés
Rousseau, Sauvé, Warren Inc.
Sintra Inc.
Société d'Ingénierie Shawinigan Limitée
Surveyer, Nenniger & Chênevert Inc.
Vézina, Fortier & Associés*

Au nom des membres des Comités administratif et consultatif de rédaction de L'INGÉNIEUR, nous tenons à remercier sincèrement :

- La Société d'Énergie de la Baie James, pour son autorisation à publier les renseignements pertinents et pour la disponibilité de ses membres tant au point de vue rédactionnel que renseignements généraux, page couverture, photos, etc.
- Les collaborateurs, pour leur temps précieux mis à la rédaction des articles.
- Le Comité de lecture, pour ses observations judicieuses.
- Les entreprises énumérées ci-haut, pour leur contribution financière.
- Nos annonceurs, pour la confiance soutenue qu'ils nous témoignent.

Nous attirons l'attention de nos lecteurs sur le prochain numéro de L'INGÉNIEUR (mai/juin) qui aura pour thème "COMPLEXE LA GRANDE ET SON ENVIRONNEMENT".

La rédactrice,
Madeleine G. LAMBERT

P.S. N'ayant pu rejoindre tous ceux qui auraient peut-être désiré contribuer au financement de nos numéros thématiques sur le Complexe La Grande, nous les informons qu'il est possible de le faire pour la prochaine publication (mai/juin) en communiquant, avant le 15 mai, avec la rédactrice au numéro de téléphone (514) 344-4764.

LE COMPLEXE LA GRANDE

par Léandre Aubin, ing. *

C'est en 1972 qu'ont débuté sur le territoire de la Baie James les travaux de réalisation du Complexe La Grande. En raison de l'ampleur sans précédent des ressources mobilisées, de l'étendue des travaux et de la puissance des usines hydro-électriques, le Complexe La Grande devenait alors le plus grand chantier du Québec et du Canada.

Situation géographique

Lorsqu'en 1971 le gouvernement du Québec institua la Société d'énergie de la Baie James, il la chargea expressément de l'aménagement du potentiel hydraulique d'un territoire de 135 000 milles carrés délimité au sud par le 49^{ième} parallèle, au nord par le 55^{ième} parallèle, à l'ouest par la Baie James et à l'est par la ligne de démarcation des bassins versants des rivières se jetant dans la Baie James.

Concept d'aménagement

Dès les premières études d'aménagement hydro-électrique des bassins versants de la Baie James, il est apparu qu'il existait un avantage économique évident à réaliser au sein de ce territoire deux grands complexes hydro-électriques regroupant les bassins versants des parties nord et sud. Le principe de ces aménagements repose sur le détournement des apports des bassins versants les plus petits vers le bassin le plus grand et sur la construction des usines sur le cours d'eau de ce dernier bassin. C'est ainsi qu'ont pris naissance le Complexe La Grande et le Complexe Nottaway - Broadback - Rupert. Le Complexe La Grande est depuis lors en voie de réalisation alors que des études techniques de mise à jour sont en cours sur le Complexe Nottaway - Broadback - Rupert.

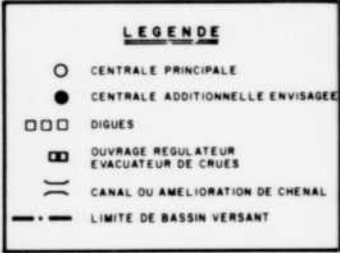
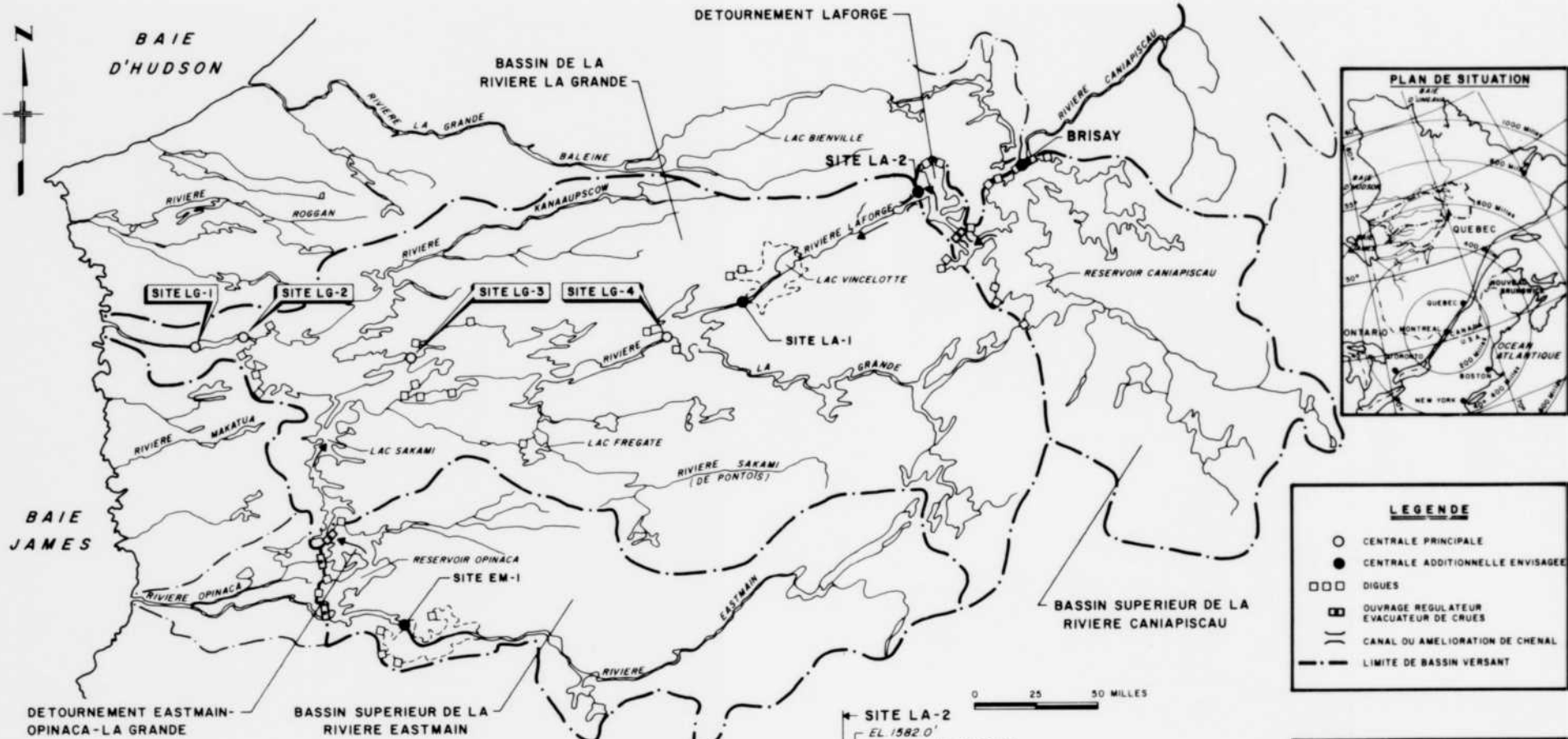
Complexe La Grande

Le Complexe La Grande dont on trouvera dans ce numéro une description de ses six principaux éléments constitue l'aménagement hydro-électrique de la partie extrême nord du territoire de la Société d'énergie de la Baie James. Toutes les usines sont construites sur La Grande Rivière qui reçoit, par le jeu des adductions, les débits de la rivière Eastmain au sud et de la rivière Caniapiscou à l'extrémité est du bassin versant de La Grande. Tout le bassin versant de La Grande contribue au développement alors que les détournements de l'Eastmain et de la Caniapiscou n'embrassent que 87% et 27% de leur bassin respectif. Une superficie de plus de 68 000 milles carrés est ainsi mise en valeur pour les fins de production d'énergie électrique.

Le Complexe comprend quatre usines d'une puissance totale de 10 266 MW mises en service au cours de la période s'étendant de 1980 à 1985 et ayant une productibilité annuelle de 67,8 milliards de kWh. La régularisation des apports nécessite la création de six grandes retenues d'une capacité utile de 3 366 milliards de pieds cubes. Quatre retenues sont attenantes aux usines tandis que les deux autres sont formées par les accumulations de Caniapiscou et d'Opinaca, cette dernière étant sur le bassin versant de l'Eastmain.

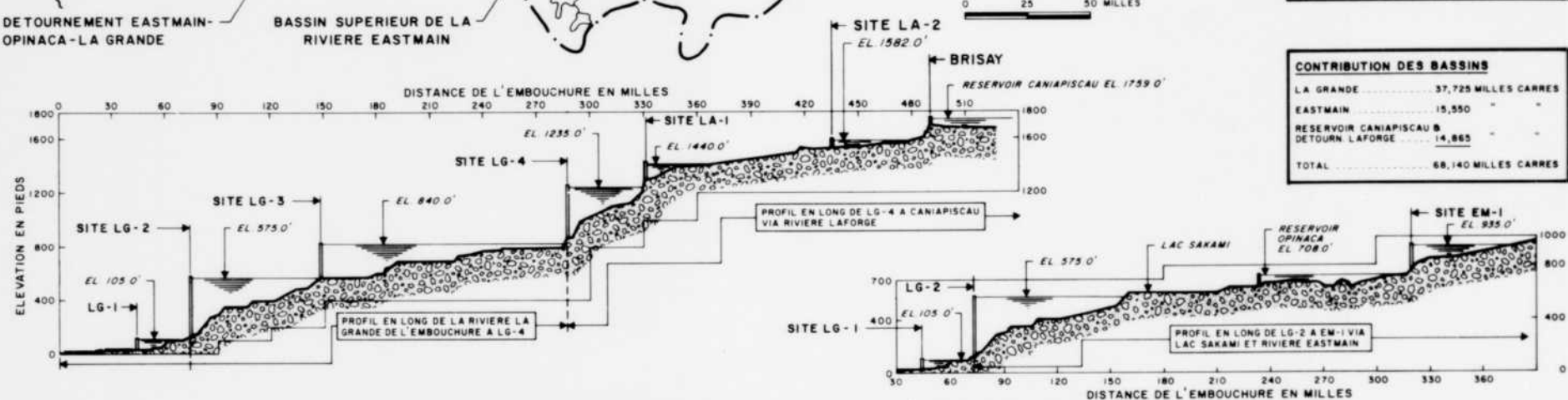
L'auteur :

M. Léandre Aubin, diplômé en génie civil de l'Université Laval en 1963, est chef du service Avant-Projets, à la direction Ingénierie de la Société d'énergie de la Baie James.



CONTRIBUTION DES BASSINS

LA GRANDE	37,725 MILLES CARRÉS
EASTMAIN	15,550 " "
RESERVOIR CANIAPISCAU B	14,865 " "
DETOURN LAFORGE	14,865 " "
TOTAL	68,140 MILLES CARRÉS



COMPLEXE LA GRANDE - PLAN ET PROFIL D'AMENAGEMENT

Les principales caractéristiques des retenues et des usines apparaissent aux tableaux I et II.

Tableau I
CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES RETENUES DU COMPLEXE

Identification	Cote en pi		Réserve utile en Gpi ³	Superficie au niveau Maximum en m ²
	Max.	Min.		
LG 1	105	100	1,4	8,4
LG 2	575	550	690	1095
LG 3	840	800	900	950
LG 4	1235	1200	250	290
Opinaca	708	695	125	400
Caniapiscou	1759	1717	1400	1680
TOTAL			3366,4	4423,4

Tableau II
CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES USINES DU COMPLEXE

Usine	Débit moyen à long terme	Débit d'équipement	Hauteur de chute nominale pi	Nombre de groupes	Puissance installée	Productivité annuelle kWh x 10 ⁹
	pi ³ /s	pi ³ /s			MW	
LG 1	117,400	152,900	72	10	960	5,6
LG 2	117,110	152,000	450	16	5328	35,8
LG 3	72,440	95,000	260	10*	1920*	12,3
LG 4	53,850	67,880	379	7*	2058*	14,1
TOTAL				43	10266	67,8

* En révision

Usines auxiliaires

Les besoins croissants d'énergie amènent déjà les planificateurs à scruter l'horizon au-delà de l'année 1985. C'est ainsi que la Société d'énergie de la Baie James a entrepris l'étude du potentiel des principaux sites secondaires à l'intérieur du bassin du Complexe La Grande. Bien que, dans une phase préliminaire, ces études ont permis d'établir l'existence de quatre sites dont l'aménagement apporterait éventuellement une puissance additionnelle de 1 800 MW. ■

**Cette maison
utilise
le gaz naturel.**

Et la vôtre?



Dans tout développement domiciliaire, appartements, maisons multifamiliales ou unifamiliales, il est essentiel d'offrir un combustible efficace, moderne, propre, accessible en quantité en toute saison, pendant un grand nombre d'années à venir.

Au chauffage central s'ajoute une gamme complète d'appareils ménagers à gaz naturel, tels que radiateur mural,

chauffe-eau, cuisinière, barbecue, foyer, sècheuse, chauffe-piscine.

Quels que soient vos projets de construction, il est avantageux pour vos clients et pour vous de songer à l'avenir. Un appel téléphonique à Gaz Métropolitain, c'est un pas vers un avenir rassurant.

 **Gaz Métropolitain, inc.,**
un associé du Québec depuis plus de 20 ans.



Beauchemin-Beaton-Lapointe Inc.
CONSULTANTS

**génie, planification
et services
multidisciplinaires**

1134 ouest, rue Ste-Catherine, Montréal Québec H3B 1H4



**COMPAGNIE NATIONALE
DE FORAGE ET SONDAGE INC.**
1130 OUEST, RUE SHERBROOKE
MONTREAL H3A 2R5
TEL.: (514) 288-1177

Études géotechniques
Sondages et forages
Contrôle qualitatif des sols, du béton et de l'asphalte
Laboratoires de sols et matériaux
Laboratoire des eaux

Fondée en 1937



mon-ter-val Inc.
société d'expertises

Géotechnique
Géologie
Mécanique des Roches
Contrôle des matériaux
Contrôle de la pollution

1470 rue mazurette, montréal, qué. h4n 1h2 tél. (514) 382-5110

**Laboratoire d'Hydraulique
Lasalle Ltée**

Études théoriques et expérimentales

0250, rue St-Patrick,
Lasalle, Québec H8R 1R8
Téléphone : (514) 366-2970



QUÉFORMAT LTÉE

981 PIERRE-DUPUY
LONGUEUIL
QUÉBEC J4K 1A1
674-4901

FORAGES
ETUDES GÉOTECHNIQUES
CONTRÔLE DES MATÉRIAUX



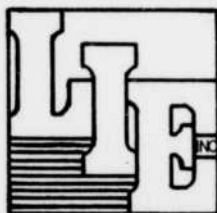
Warnock Hersey Services Professionnels Ltée

Services de consultation
Études géotechniques
Métallurgie et analyses chimiques
Essais physiques • Expertises
Contrôle qualitatif des matériaux

Vancouver Regina Winnipeg Hamilton
Toronto Montréal Saint John Halifax
États-Unis Amérique du Sud Europe Asie

**LABORATOIRE
D'INSPECTION
& D'ESSAIS INC.**

Géotechnique / Contrôle Qualitatif
SONDAGES-ÉTUDES/SOLS-BÉTON-ASPHALTE-ACIER



6775, rue Bombardier
C.P. 310, Succ. St-Michel
Montréal H1P 2W2
Tél.: (514) 326-0130

3380, boul. Hamel
C.P. 9220, Succ. Ste-Foy
Ste-Foy G1V 4B1
Tél.: (418) 872-3381

L'USINE AU FIL DE L'EAU DE LG 1

par Alexandru Stoian, ing., et
Guy Nadeau, ing. *

Sommaire

Situé près de l'embouchure de La Grande Rivière et disposant d'une faible réserve utile dans son bief amont, la centrale de LG 1 fonctionne au fil de l'eau en utilisant les débits provenant de l'aménagement de LG 2. L'article donne les caractéristiques du projet et décrit les particularités qui découlent de son mode de fonctionnement.

Introduction

L'aménagement de LG 1 fait partie de la série de centrales prévues au Complexe La Grande et son emplacement est localisé à environ 71 km à l'est du village amérindien de Fort George et de l'embouchure de La Grande Rivière. La limite amont de la retenue est à la sortie des galeries de fuite de la centrale de LG 2, au kilomètre 113.

Les études d'optimisation du Complexe et la faible réserve utile du réservoir de LG 1 ont conduit, pour ce projet, au choix d'une centrale au fil de l'eau dont les caractéristiques sont fonction du régime hydrologique découlant de l'exploitation de la centrale de LG 2.

Les structures de l'aménagement de LG 1 sont caractéristiques des ouvrages situés dans la partie inférieure des bassins versants où la pente longitudinale des cours d'eau est généralement très faible.

Les ouvrages sont conçus et seront construits en utilisant le Système international d'unités conformément au programme d'implantation SI de la Société d'énergie de la Baie James.

La mise en service des groupes turbine-alternateur est échelonnée entre 1983 et 1985, et la centrale atteindra une puissance installée de 960 MW.

*

Les auteurs :

M. Alexandru Stoian, diplômé de l'Université de Bucarest en 1957, est ingénieur du projet de LG 1. Il est à l'emploi de ABBDL, experts-conseils, Montréal.

M. Guy Nadeau, diplômé de l'Université du Nouveau-Brunswick en 1966, est ingénieur du projet de LG 1 auprès de la Direction Ingénierie de la Société d'énergie de la Baie James.

Description du site

1. Accès et topographie

L'accès principal au site se fait à partir de la route entre LG 2 et Fort George, par un embranchement d'une longueur d'environ 6 kilomètres.

A l'endroit de l'aménagement, la rivière décrit une courbe en S et se rétrécit sensiblement (figure 1). Le long de la rive gauche, une terrasse surélevée d'environ 45 m descend en pente raide vers la rivière, tandis que sur la rive droite le relief, moins accidenté, se présente sous forme de plate-forme partiellement noyée durant les crues.

2. Hydrologie

Le régime naturel de la rivière, de type nivopluvial avec crues printanière et automnale, varie peu par rapport à celui existant à l'aménagement de LG 2, car les 1 600 kilomètres carrés du bassin intermédiaire représentent moins de 1% du bassin versant total.

A la station de jaugeage installée au km 37, les débits journaliers ont été mesurés sur une période de dix-sept ans, durant laquelle le débit maximum enregistré a été de 6 800 m³/s, au printemps 1973.

Durant la construction de LG 1, le régime de la rivière restera naturel jusqu'à la fermeture de la dérivation de LG 2. Pendant la période initiale de remplissage du réservoir de LG 2, le débit sera limité aux ap-



Figure 1 — Site de l'aménagement LG 1

ports du bassin intermédiaire, soit environ 30 m³/s. Dès que le niveau d'eau dans le réservoir de LG 2 atteindra le seuil de l'évacuateur, un déversement de l'ordre de 300 m³/s se fera vers LG 1. Plus tard, après la mise en route des groupes de la centrale de LG 2, les débits augmenteront graduellement jusqu'à 4 330 m³/s.

L'échéancier de construction et la conception des ouvrages temporaires sont adaptés à ces conditions.

3. Géologie

Les investigations ont permis de déterminer les caractéristiques géotechniques détaillées du site et de localiser les bancs d'emprunt possibles.

Les relevés topographiques détaillés, la cartographie géologique et l'interprétation photo-géologique, les relevés sismiques et de nombreux sondages ont fourni l'information nécessaire à la définition de la stratigraphie et des propriétés physiques du mort-terrain, la nature du socle rocheux, la qualité et les quantités de matériaux se trouvant dans les dépôts.

Sur la rive droite, le roc affleurant à certains endroits est généralement recouvert d'une couche de mort-terrain peu perméable d'environ cinq mètres.

Les forages et les relevés sismiques, exécutés durant l'hiver dans le lit de la rivière en partant de la couverture de glace, ont permis de déterminer que, vers la rive droite, le fond est soit rocheux, soit couvert d'une faible épaisseur d'alluvions. Par ailleurs, vers le côté gauche, l'épaisseur d'alluvions augmente graduellement pour atteindre environ 18 m.

Sur la rive gauche, le socle rocheux est couvert d'un épais dépôt de mort-terrain dont la stratigraphie comporte des couches de sable fin, de silt argileux et d'argile silteuse d'origine marine, le tout recouvrant un horizon de matériaux granulaires assez perméables. Le talus qui atteint une pente de 40 degrés est le siège d'éboulis et de glissements.

Le socle rocheux, sain et massif, fait partie du bouclier canadien. Le roc est de type granitique avec altération de surface négligeable.

Les sources d'emprunt de matériaux morainiques et de sable à béton, ainsi que les carrières possibles pour enrochements, sont situés dans un rayon de 10 kilomètres du site.

Description de l'aménagement

Les ouvrages sont groupés le long d'un axe commun et comprennent la centrale, l'évacuateur de crues et la digue de fermeture (figure 2).

La centrale, de type classique, abritera dix groupes turbine-alternateur et fera corps avec les prises d'eau. Ces dernières ont chacune trois pertuis équipés de grilles à débris, de rainures pour les vannes-batardeaux et de vannes de garde, et sont reliées aux bâches semi-spirales en béton. Un canal de fuite excavé dans le roc restitue l'eau à la rivière (figure 3).

Les turbines, de type à hélice à pales fixes, sont conçues en tenant compte des conditions spéciales d'exploitation d'hiver, quand la couverture de glace à l'aval réduit considérablement la chute nette. La puissance totale en hiver est de 670 MW. Durant l'été, par contre, quand la chute nette augmente, le même débit d'équipement de 4 330 m³/s donne une puissance de 850 MW, de sorte qu'il y aura pratiquement un groupe à l'arrêt en été.

Pour le montage et l'entretien des groupes, deux ponts roulants d'une capacité de levage de 250 t chacun sont prévus dans la salle des machines. Ils sont jumelés pour la manœuvre d'un rotor d'alternateur dont la masse est d'environ 500 t.

Chaque alternateur est relié par des barres blindées à un transformateur triphasé, installé à l'extérieur sur une plate-forme au-dessus des aspirateurs. Le poste de sectionnement, situé sur le toit de la centrale, alimente une ligne biterne de transport d'énergie à

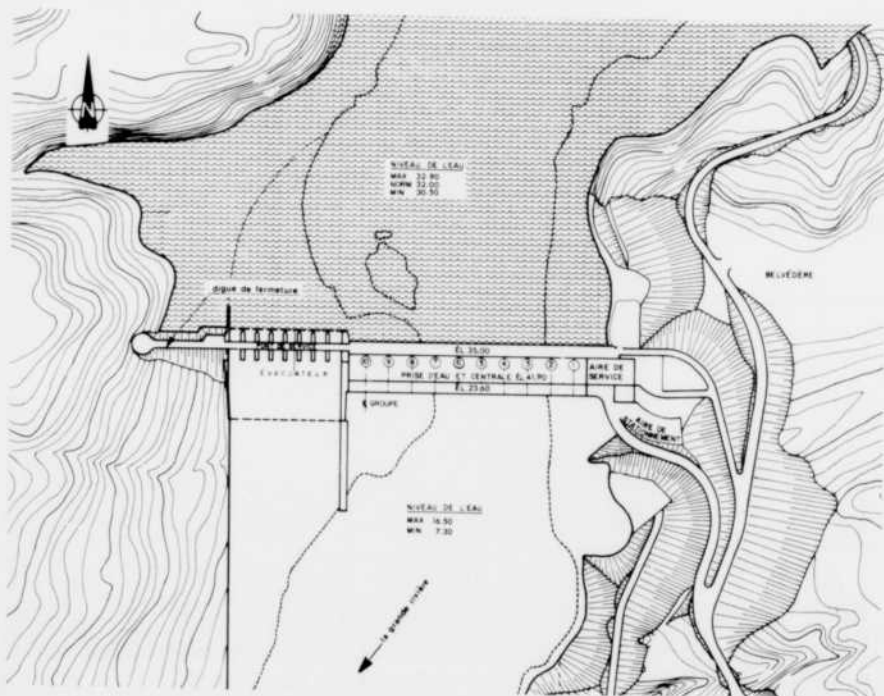


Figure 2 — Aménagement général de LG 1

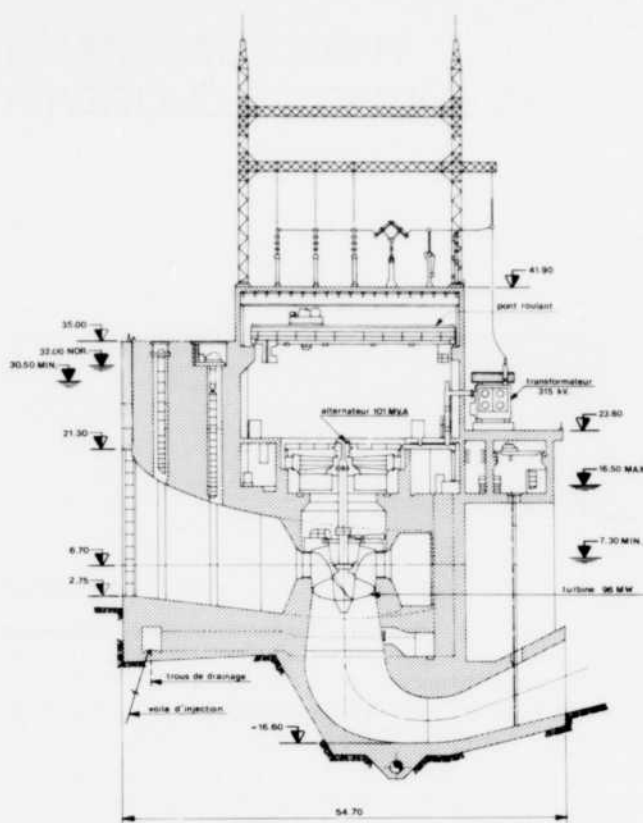


Figure 3 – Coupe transversale de la centrale

315 kV reliant la centrale au poste collecteur Radisson, à 19 kilomètres à l'ouest de LG 2. Une ligne de transport d'énergie pour alimenter Fort George est aussi prévue.

La centrale, dont la production d'énergie annuelle garantie est de 5.6 milliards de kWh, est télécommandée à partir du centre d'exploitation situé à proximité de la centrale LG 2.

Les caractéristiques générales de l'équipement de la centrale sont les suivantes :

1. Caractéristiques hydrauliques

Niveau amont	maximum	32.0 m
	minimum	30.5 m
	extrême	32.9 m
Niveau aval	maximum	16.5 m
	minimum	7.3 m
Débit maximum	turbiné	4 330 m ³ /s

2. Caractéristiques des turbines

Nombre de groupes :	10
Type :	hélice à pales fixes
Débit par groupe à la puissance nominale :	433 m ³ /s
Hauteur de chute nominale :	22.0 m
Puissance nominale unitaire :	96 MW
Masse totale par groupe :	825 t

3. Caractéristiques des alternateurs

Type :	supporté sur croisillon
Puissance nominale :	101 MVA
Facteur de puissance :	0.95
Fréquence :	60 Hz

Tension entre phases :	13.8 kV
Raccordement :	étoile
Vitesse synchrone :	78.26 r/min
Masse totale par groupe :	875 t

L'évacuateur de crues qui relie la centrale à la rive droite est une structure classique à huit passes de 20.0 m de hauteur sur 12.2 m de largeur, identique à celui de LG 2. Les vannes plates dont il est équipé ont les caractéristiques normalisées de la majorité des évacuateurs du complexe (figure 4).

Le débit de conception de l'évacuateur au niveau 32.0 est de 15 290 m³/s ; grâce à l'empiètement sur la revanche, l'évacuation peut atteindre 16 000 m³/s au niveau 32.9. Des canaux excavés dans le roc assurent l'écoulement à l'amont et à l'aval de la structure. Dans la zone de dissipation d'énergie, le rocher est protégé par un radier et des murs en béton.

À l'extrémité droite de l'évacuateur, une digue d'une hauteur maximale de 15 m relie ce dernier à la berge et assure la fermeture de la retenue. La digue en encochements est zonée, avec un noyau imperméable et des transitions.

Dans la zone du versant gauche des travaux importants de stabilisation des talus sont envisagés. Entre autres, des excavations de grande envergure permettront d'adoucir les pentes qui seront protégées par une couche de sable et gazonnées. Un perré de protection est prévu dans les zones soumises à l'action des vagues et des glaces.

L'ensemble centrale-évacuateur a été soumis à des essais sur modèle à l'échelle 1 : 100, au laboratoire hydraulique de l'Université de Sherbrooke. Les études ont permis de vérifier le comportement général des structures durant la construction et l'exploitation en accordant une attention spéciale à la simulation du passage des glaces.

Réalisation de l'aménagement

L'aménagement de LG 1 sera réalisé en deux phases. La première comprend la construction de l'évacuateur et la seconde celle de la centrale (figure 5).

Première phase

À la suite des travaux nécessaires à la stabilisation des pentes en rive gauche, un pont temporaire permet l'accès à la rive droite de la rivière. Un batardeau, construit autour du site de l'évacuateur, permet l'excavation et le bétonnage de cette structure de même que l'excavation de ses canaux.

L'ensemble des travaux de cette phase requiert les quantités suivantes :

– Excavation de mort-terrain	1 700 000 m ³
– Excavation de roc	420 000 m ³
– Remblais zonés	160 000 m ³
– Béton	100 000 m ³
– Pièces métalliques	400 t

Deuxième phase

Le batardeau de ceinture de l'évacuateur est enlevé et un autre batardeau construit autour de l'enceinte où

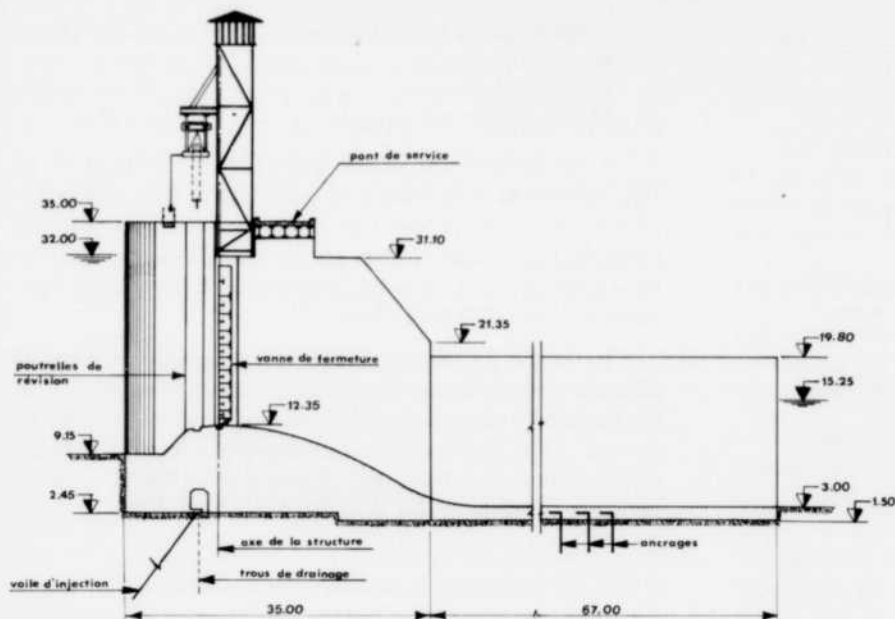
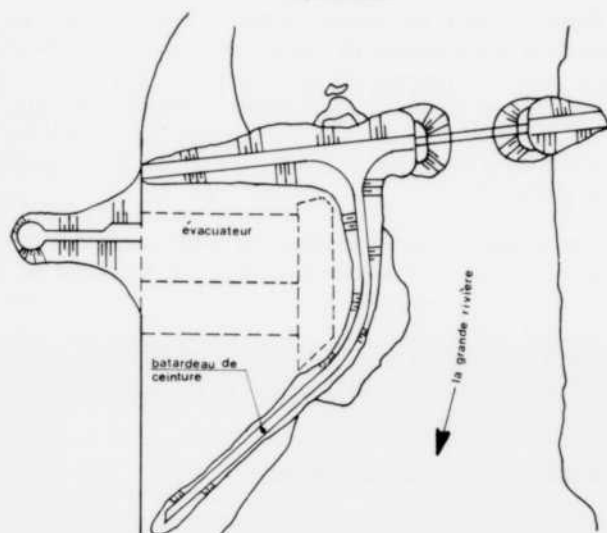


Figure 4 - Coupe transversale de l'évacuateur

PHASE -I-



PHASE -II-

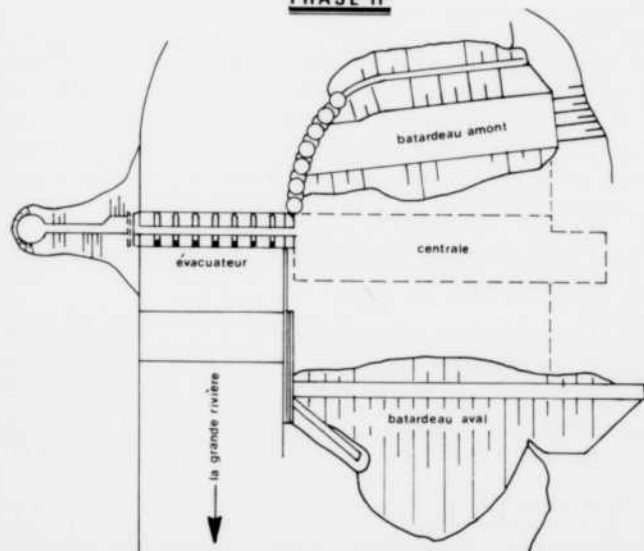


Figure 5 - Phases des travaux

sera érigée la centrale hydro-électrique. Le cours de la rivière est détourné par l'évacuateur. L'échéancier de construction du projet de LG 1 prévoit que la dérivation se fera en même temps que le commencement du remplissage du réservoir de LG 2, permettant ainsi le détournement de la rivière pendant que le débit est très faible.

Les travaux de cette seconde phase requièrent la mise en œuvre des quantités suivantes :

- Excavation de mort-terrain	360 000 m ³
- Excavation de roc	270 000 m ³
- Remblais (déversés et zonés)	650 000 m ³
- Béton	315 000 m ³
- Acier de structure et pièces métalliques	5 000 t
- Equipement :	
Turbine-alternateur (10 groupes)	17 000 t
Vannes de garde (30 unités)	1 860 t
Vannes d'évacuateur (8 unités)	1 320 t

La mise en route du premier groupe est prévue pour le 1er juillet 1983, tandis que sa mise en service commerciale aura lieu le 1er octobre 1983. Jusqu'au 4er avril 1985, à des intervalles de deux mois, tous les autres groupes sont mis à la disposition du réseau provincial.

Note

Des pourparlers sont engagés en vue de la relocalisation du site de LG 1 vers l'aval, au kilomètre 37. Le nouveau site offre les mêmes caractéristiques hydrologiques mais la chute aménageable passe de 22.0 à 28.2 m. Les ouvrages seraient d'une conception semblable à celle présentée, mais le nouvel aménagement disposerait d'une puissance additionnelle de 180 MW, produisant une énergie annuelle garantie de 7.2 milliards de kWh, soit une augmentation d'environ 30%. ■

L'AMÉNAGEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE LG 2

par Roland Boisvert, ing.*

Sommaire

Cet article détaille tous les ouvrages que requiert l'aménagement hydro-électrique LG 2 afin que la centrale, d'une puissance installée de 5 328 MW, puisse entrer en production durant les années 1980 à 1982. Il présente les principales caractéristiques des ouvrages et des équipements ainsi que les innovations apportées dans leur conception.

Introduction

La mise en service de la plus puissante centrale hydro-électrique au Canada, La Grande 2, débutera en février 1980 et se poursuivra jusqu'en juillet 1982. Durant cette période, 16 groupes turbine-alternateur de 333 mégawatts chacun, pour une puissance totale de 5 328 mégawatts, seront installés. La réalisation complète de cette centrale, commencée en 1972, aura donc exigé dix années de travail.

Partage de l'ingénierie

Afin de comprendre le mieux possible l'ensemble et la complexité des travaux requis, il est préférable de les disséquer. Ces travaux se subdivisent en neuf ouvrages importants. La Société d'énergie de la Baie James en a confié l'ingénierie à trois firmes d'ingénieurs-conseils, d'après le partage suivant : l'ingénierie de la centrale incluant les prises d'eau et le poste de transformation a été octroyée à Rousseau, Sauvé, Warren Inc. ; le barrage principal, les galeries de dérivation ainsi que les digues du bief d'amont et l'évacuateur de crues sont la responsabilité de Asselin, Benoît, Boucher, Ducharme, Lapointe Inc. ; tandis que la Société d'Ingénierie Shawinigan Limitée s'occupe des digues Duncan et des campements de LG 2 et de Duncan.

L'auteur :

M. Roland Boisvert, ingénieur, est diplômé de l'Université McGill en 1953 en génie civil. Il est entré à l'Hydro-Québec en 1960 ; il est actuellement ingénieur de projet LG 2 à la direction Ingénierie de la Société d'énergie de la Baie James.

Campements

Le campement de LG 2 comprend un ensemble de services pouvant desservir une population de travailleurs dont la pointe est estimée à 5 500. Ces services, en plus du dortoir et de la cafétéria, comprennent pratiquement ceux d'une ville complète, tels que buanderie, magasin général, banque, bureau de poste, restaurant, cinéma, librairie, gymnase, quilles, aréna, terrain de balle molle et de baseball. Le campement de Duncan, près des digues du même nom, peut loger 900 travailleurs.

Le réseau de digues

Comme le montre la figure 1, un réseau de quelques 29 digues est requis pour contenir les eaux de la retenue de la centrale LG 2. Pour les fins de la construction, on a été amené à distinguer trois zones principales qui correspondent en fait à des contrats particuliers. C'est ainsi que le contrat du barrage principal inclut les digues D-1 à D-4 ; celui des digues adjacentes à la prise d'eau comprend les digues D-5 à D-14 ; enfin celui de Duncan, les digues D-17 à D-27.

Digues Duncan

Les digues Duncan permettront de fermer le réservoir de LG 2 le long de ses rives sud et sud-est et sont localisées à environ 10 milles au sud de la prise d'eau et de la centrale. Elles se composent d'un ensemble de digues appelées D-17 à D-27.

Toutes ces digues, sauf la digue D-20, reposent sur le roc et sont de type zoné avec un noyau central de moraine et des épaulements en sable et gravier. La digue D-21 a une hauteur maximale de 145 pieds, une longueur totale en crête de 9 700 pieds et un volume de remblai de 4.6 millions de verges cubes. La digue D-20 présente les caractéristiques techniques les plus intéressantes, particulièrement à cause de ses fondations. Elle a une hauteur maximale de 170 pieds, une longueur totale en crête de 19 900 pieds linéaires et un volume de remblai de 9.5 millions de verges cubes. Cette digue est fondée partiellement sur le roc et partiellement sur le mort-terrain dont l'épaisseur est variable. Sa coupe type est semblable à celle des autres, excepté pour les pentes extérieures. Afin de contrôler et

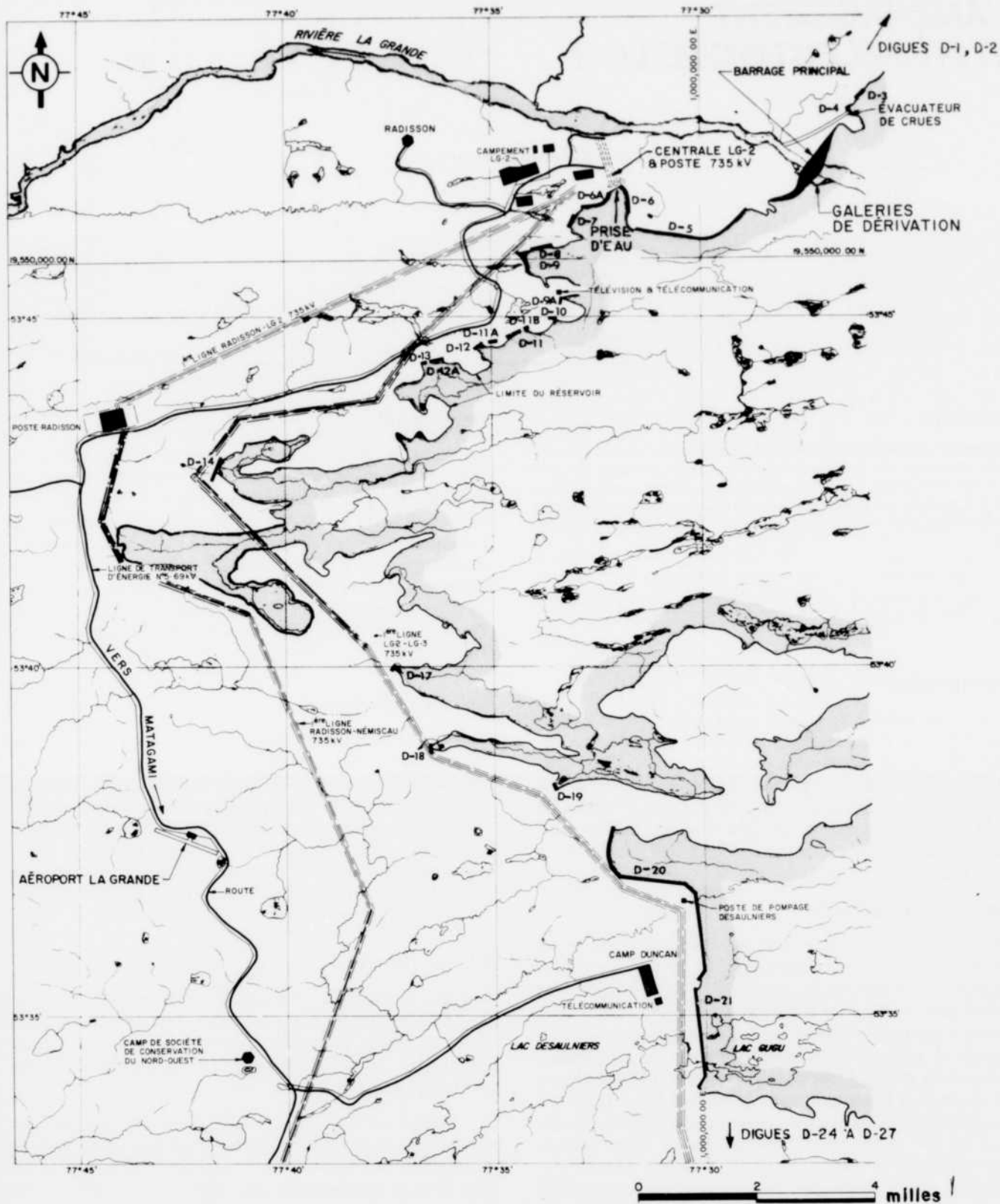


Figure 1 - Site LG 2 - Plan général d'aménagement

de stopper les infiltrations d'eau lorsque la digue est construite sur le mort-terrain, on a fait appel à plusieurs types de traitement des fondations suivant les conditions rencontrées. La clef de moraine au roc est

utilisée pour de faibles épaisseurs de mort-terrain de l'ordre de 25 pieds maximum ; pour les épaisseurs plus importantes, on a utilisé, soit la tranchée de boue de bentonite de 5 pieds de largeur, soit la paroi moulée

en béton de 2 pieds de largeur ancrée d'au moins deux pieds dans le roc ou le tapis amont imperméable.

La localisation des digues de Duncan a exigé des études et des explorations poussées sur le terrain. En effet, leur localisation à la ligne de partage des eaux impliquait l'inondation de terrains miniers. Une solution fut alors choisie qui permit de garder ces terrains disponibles mais demandait une fermeture plus à l'est, impliquant la création d'un réservoir immédiatement à l'aval de la digue D-20. La création de ce réservoir secondaire a conduit à l'installation d'une usine de pompage, laquelle est équipée de quatre pompes de 1 500 HP, chacune pour une hauteur de refoulement de 135 pieds. C'est donc dire que l'énergie électrique est utilisée pour soulever l'eau de 135 pieds et que cette même eau sert par la suite à produire de l'électricité dans une chute brute de 470 pieds à la centrale de LG 2 et une chute d'environ 92 pieds à LG 1.

Digues D-5 à D-14

Les digues dites du bief d'amont, soit D-5 à D-14, sont situées immédiatement de chaque côté de la prise d'eau. Les digues D-5 à D-9 sont zonées et reposent sur le roc; la coupe type consiste en un noyau incliné légèrement vers l'amont et des transitions de matériaux granulaires supportées par des épaulements en enrochement.

Ces digues ont une hauteur maximale de 210 pieds, une longueur totale en crête de 25 000 pieds et un volume de remblai de 13.7 millions de verges cubes.

Les digues D-10 à D-14, d'importance moindre, sont des digues homogènes en moraine avec drain cheminée protégé à l'aval par un épaulement en enrochement. Ces digues ont une hauteur maximale de 40 pieds, une longueur en crête de 4 700 pieds linéaires et un volume de remblai de 277 000 verges cubes.

Barrage principal (figure 2)

L'ouvrage de retenue le plus important est sans aucun doute le barrage, qui coupera le lit naturel de La Grande Rivière. Il repose sur le roc dans toute sa longueur, même dans le lit de la rivière.

Le barrage est du type en enrochement. Il est composé d'un noyau de moraine imperméable, légèrement incliné vers l'amont, protégé par des transitions de matériaux granulaires et supporté par des épaulements d'enrochement. Le barrage a une hauteur maximale de 525 pieds, une longueur en crête de 9 300 pieds et un volume de remblai de 30.3 millions de verges cubes.

Avant de pouvoir commencer la construction du barrage dans le lit de la rivière, plusieurs étapes ont dû être franchies dont la première fut le détournement de La Grande Rivière dans deux galeries de dérivation, en juin 1975. Ces galeries, d'une longueur de 2 600 pieds chacune, ont 48 pieds de largeur sur 59 pieds de hauteur. Elles permettent l'écoulement d'un débit de 265 000 pieds cubes d'eau par seconde sous un niveau amont de 255 pieds durant toute la construction des ouvrages de LG 2, soit une période de près de quatre années.

La rivière a été détournée dans les galeries de dérivation à l'aide d'un batardeau qui a coupé le débit immédiatement à l'aval de l'entrée des galeries de dérivation. On a alors construit, immédiatement à l'amont de la sortie des galeries de dérivation, un second batardeau qui a permis d'isoler l'enceinte où est construit le barrage principal. On a alors pu assécher complètement le lit de la rivière par pompage et procéder à l'excavation des matériaux meubles et mettre à jour le roc solide et compact sur lequel a commencé la construction du barrage.

La construction des batardeaux amont et aval a exigé la mise en place de 3.9 millions de verges cubes

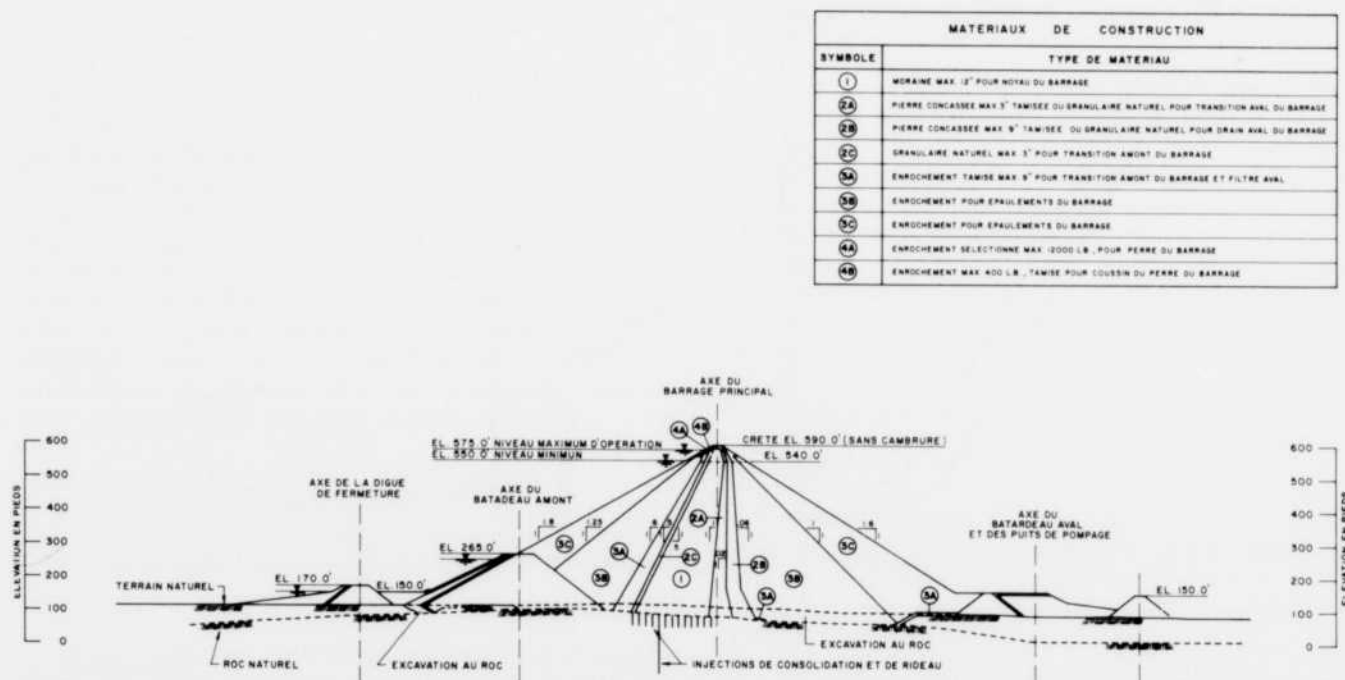


Figure 2 - Site LG 2 - Coupe transversale du barrage principal

de remblai. Il va sans dire que ces batardeaux ont été incorporés au corps du barrage principal afin de les utiliser au maximum.

Digues D-1 à D-4

Les digues D-1 à D-4 seront construites pour compléter la fermeture du réservoir au nord de la rivière actuelle. Les digues D-1 à D-3 s'appuient sur le roc ; elles sont du type homogène en moraine avec drain cheminée et épaulement aval. Leur hauteur maximale est de 50 pieds, leur longueur totale en crête de 2 600 pieds et leur volume de remblai de 150 000 verges cubes. La digue D-4, d'une coupe identique au barrage principal, présente la particularité d'incorporer l'évacuateur de crues. Cette digue a une hauteur de 50 pieds, une longueur en crête de 1 200 pieds et un volume de remblai de 70 000 verges cubes.

Mesures de protection

En plus des caractéristiques particulières mentionnées plus haut, il faut noter que toutes ces digues ainsi que le barrage principal ont été conçus suivant les normes de sécurité maximale requises pour de tels ouvrages. C'est ainsi que le roc sur lequel repose ces digues a été traité minutieusement par des injections de rideau et de consolidation, un nettoyage intensif et la mise en place de béton appliqué sous pression ou béton de remplissage, afin d'assurer l'imperméabilisation du roc et un contact adéquat du noyau de moraine, des transitions et des épaulements.

Du côté amont, un perré ou gros enrochement de protection est mis en place entre les niveaux 540 et 585, en vue de tenir compte des variations du réservoir

entre les niveaux 575 et 550. De plus, une instrumentation élaborée permettra de suivre l'évolution et le comportement des ouvrages. Cette instrumentation comprendra des piézomètres scellés et ouverts, des inclinomètres ainsi que des bornes de tassement et d'alignement. Toutes ces digues et le barrage sont reliés entre eux par des routes d'accès permanentes et des routes en crête pour permettre de suivre leur comportement dans le temps, suivant un programme bien planifié.

Centrale (figures 3 et 4)

Les ouvrages déjà décrits ont pour but de créer un réservoir dont le niveau sera environ 450 pieds plus élevé que le niveau actuel de l'eau à LG 2. Ce réservoir verra son niveau fluctuer entre les cotes 575 et 550, libérant ainsi un volume utile de 690 milliards de pieds cubes d'eau.

Une fois ce réservoir rempli, la centrale hydro-électrique récupérera alors toute l'énergie que peut développer cette eau lors d'une chute maximale de 470 pieds, soit du niveau 575 au niveau 105 ; ce dernier est le niveau de restitution de l'eau immédiatement à l'aval de la centrale et celui du bief d'amont de LG 1.

La centrale est souterraine, c'est-à-dire qu'à partir de la prise d'eau en surface tous les éléments nécessaires à la production de l'électricité sont logés dans des cavernes creusées à même le roc. La salle des machines, où sont logés les groupes turbine-alternateur, se trouve à 450 pieds sous la surface du roc. On y a accès par une galerie, toujours creusée dans le roc, de 33 pieds de largeur sur 30 pieds de hauteur et 3 000 pieds de longueur. On peut aussi s'y rendre en utilisant l'as-

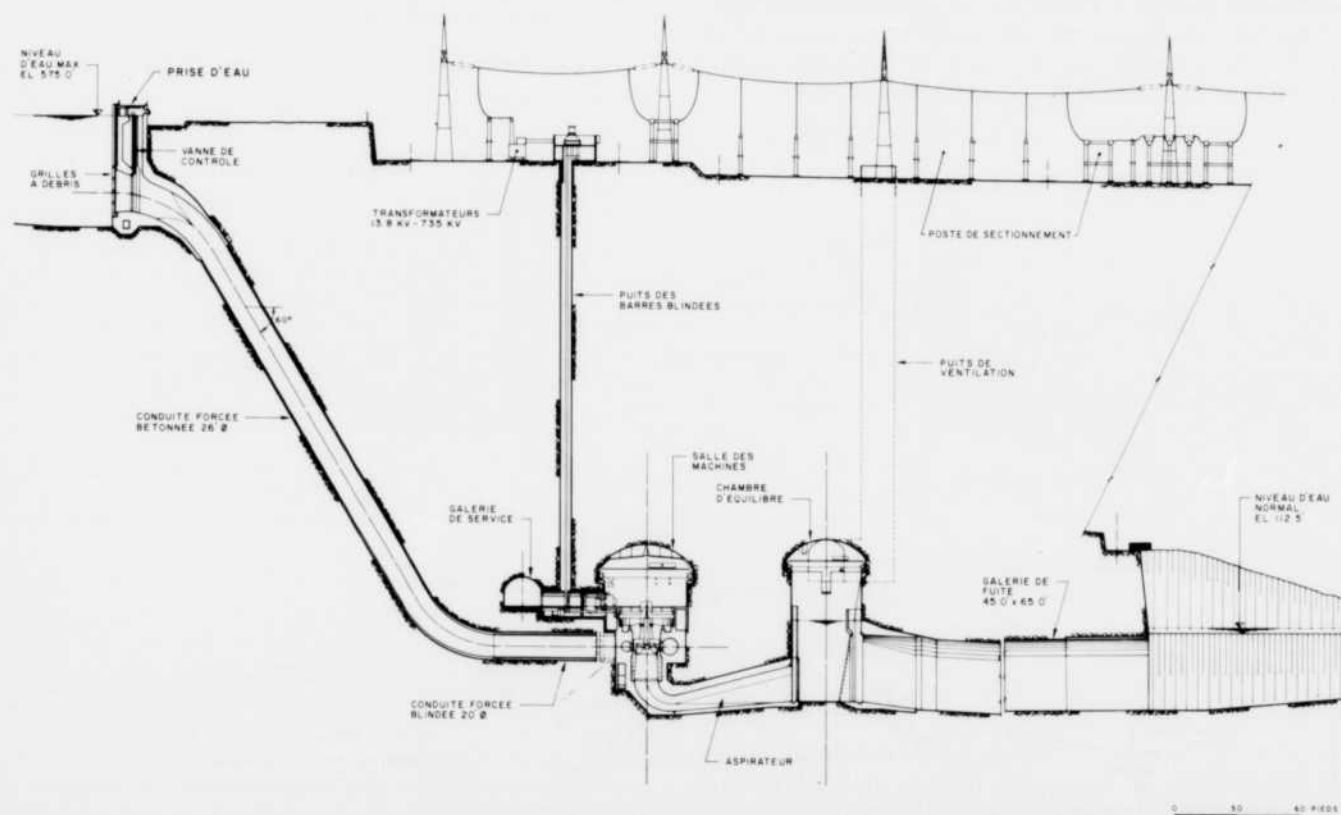


Figure 3 — Site LG 2 — Coupe longitudinale de la centrale — de la prise d'eau à la restitution

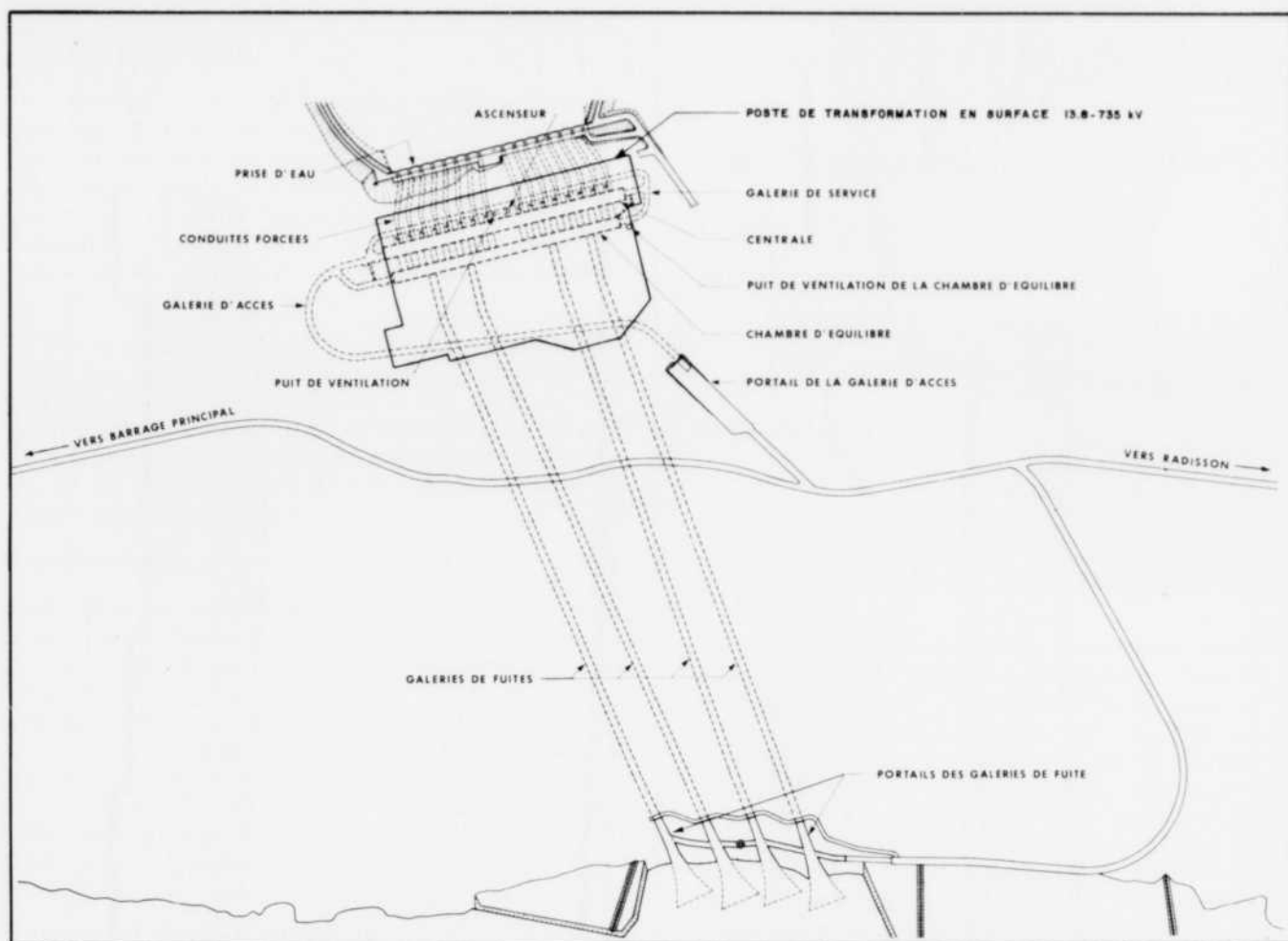


Figure 4 - Vue en plan de la centrale

censeur du bâtiment d'accès du poste de transformation en surface, lequel peut transporter personnel et matériaux du niveau 535 au niveau 80, soit une hauteur de 455 pieds.

La centrale est composée des éléments principaux, notamment les prises d'eau, les conduites forcées, la salle des machines ou centrale proprement dite, les aspirateurs, la chambre d'équilibre et quatre galeries de fuite qui restituent l'eau à la rivière. Les 16 prises d'eau sont munies d'une grille à débris et d'une vanne wagon. Chacune des vannes possède son propre système de levage et de fermeture qui peut aussi être contrôlé à distance. Les 16 conduites forcées sont bétonnées dans la partie inclinée à 60° et recouvertes d'un blindage d'acier dans la partie horizontale. Elles ont un diamètre de 26 pieds dans leur partie bétonnée et de 20 pieds pour les blindages d'acier.

La salle des machines a une longueur totale de 1 584 pieds, une hauteur de 100 pieds et une largeur de 76 pieds. L'aire de montage et d'entretien, au centre, divise la salle en deux sections de huit unités chacune.

Cette salle des machines contient tout l'équipement électrique et mécanique qui permet la production d'énergie électrique. Les principaux équipements

sont les turbines, les alternateurs, les régulateurs de vitesse, les systèmes d'excitation statique, les disjoncteurs d'alternateurs, les barres blindées, la commande et la télécommande, les systèmes de protection contre l'incendie et les pompes de vidange.

Comme tous ces équipements sont de proportions et de poids très imposants, il faut recourir à un pont roulant pour les manipuler durant l'installation et assurer l'entretien ultérieur. La centrale de LG 2 est donc équipée de deux ponts roulants de 405 tonnes chacun qui peuvent être jumelés pour soulever le rotor d'un alternateur pesant 710 tonnes. Une caractéristique importante concerne les supports des ponts roulants qui, au lieu d'être constitués par une structure d'acier d'environ 70 pieds de hauteur, consistent en des épaulements taillés dans le roc immédiatement sous le rail. Cette approche a représenté une économie et a réduit la période de construction d'une façon appréciable.

Il faut noter que l'alimentation d'eau à une turbine peut être coupée, en un peu plus d'une minute, par une vanne cylindrique à l'entrée. Une vanne d'isolement à la sortie des aspirateurs permet d'assécher complètement la turbine.

La salle de commande a pour fonction de contrôler toute la production d'énergie électrique et permet,

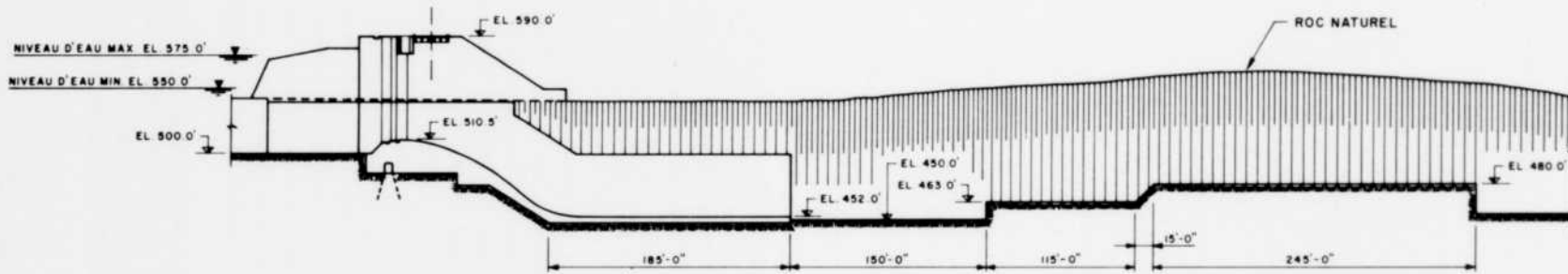
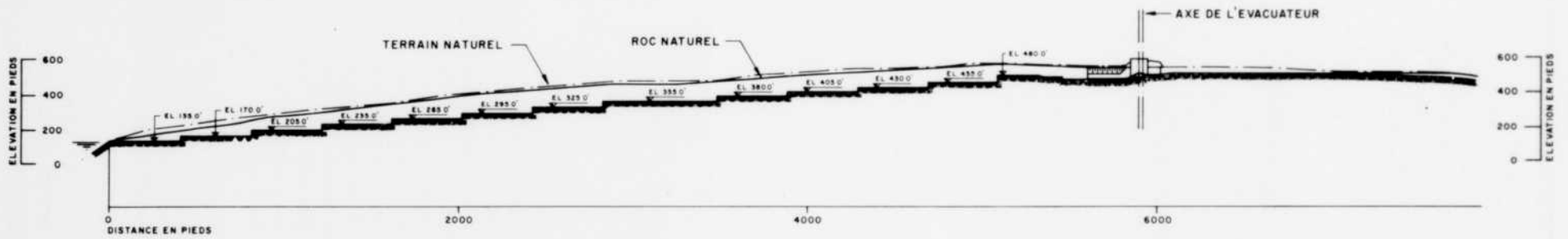
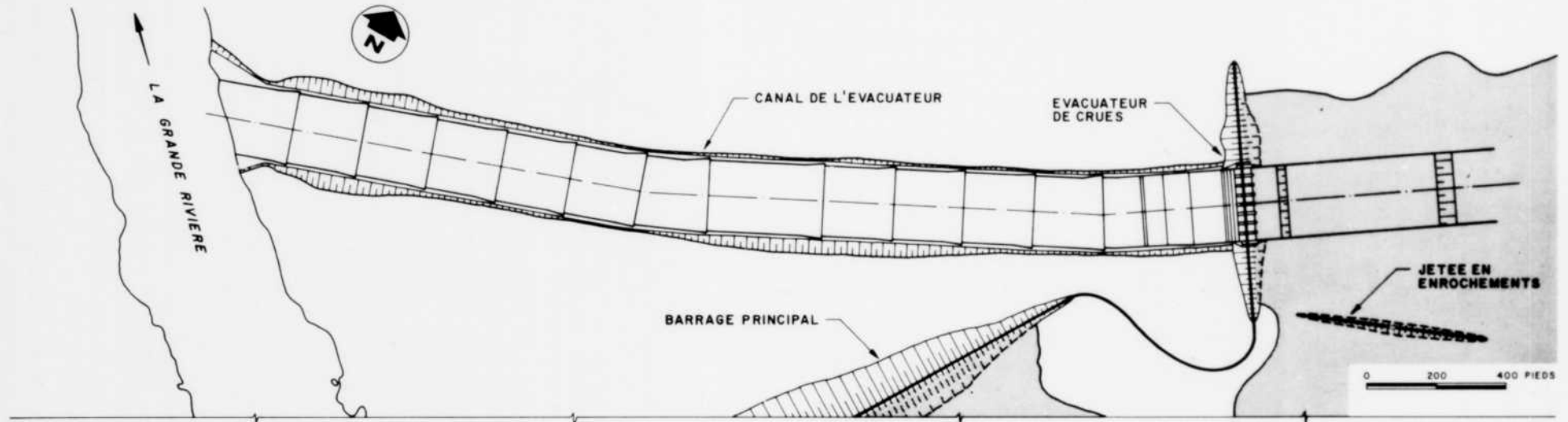


Figure 5 - Site LG 2 - Vue en plan et coupe longitudinale de l'évacuateur

par un jeu d'instruments, de surveiller le comportement des équipements.

La sortie de l'eau de la turbine s'effectue dans un aspirateur. Les 16 aspirateurs de LG 2 déversent leur eau dans une chambre d'équilibre de 64 pieds de largeur sur 147 pieds de hauteur et 1 479 pieds de longueur. Cette chambre d'équilibre permet d'absorber les fluctuations du niveau d'eau entre les cotes 66 et 187. L'aération de cette chambre se fait au moyen d'un puits de 30 pieds de diamètre.

De la chambre d'équilibre, l'eau est restituée à la rivière par quatre galeries de fuite de 45 pieds de largeur, 65 pieds de hauteur et de 3 900 pieds de longueur chacune. Des ouvrages en béton situés à l'amont de chacune des galeries de fuite permettront de les isoler, en cas de besoin, au moyen de l'abaissement de vannes batardeaux.

Transformation

L'électricité est produite à une tension de 13.8 kilovolts à la sortie de l'alternateur dans la salle des machines. Au moyen de barres blindées passant dans des puits verticaux de 11 pieds de diamètre, elle est acheminée aux transformateurs monophasés 13.8-735 kV en surface. Le poste de transformation de LG 2 est ainsi le premier en Amérique du Nord à transformer directement à la tension de transport d'énergie de 735 kV l'électricité produite par l'alternateur à 13.8 kV. L'électricité produite est ensuite acheminée vers l'Abitibi et Montréal.

Évacuateur de crues (figure 5)

Afin de pouvoir contrôler complètement toutes les eaux pouvant s'écouler à LG 2, il faut aussi prévoir un évacuateur de crues. Ce dernier est construit dans la digue D-4. Il comprend huit vannes wagons de 40 pieds de largeur sur 67 pieds de hauteur. Il peut permettre l'écoulement de 540 000 pieds cubes d'eau par seconde sous la cote 575, soit la crue maximale probable. Le déversement d'une telle quantité d'eau a exigé des études détaillées avant la mise au point d'un canal excavé dans le roc et constitué de paliers d'environ 30 pieds de hauteur, afin de contrôler et de dissiper l'énergie cinétique de l'eau. Cette solution, unique en son genre, a été vérifiée en laboratoire à l'aide d'un modèle hydraulique reproduisant la réalité à l'échelle de 1 dans 100.

Productivité

Tous ces ouvrages et équipements permettront, dans les années et pour les générations futures, de produire annuellement 35.8 milliards de kilowatt-heures, soit 40 pour cent de l'énergie électrique vendue par l'Hydro-Québec en 1976.

Pour terminer, ajoutons que l'ingénierie des travaux de LG 2 aura réclamé environ deux millions d'heures-hommes pour les études et la préparation des plans et devis techniques requis. ■

FRANC PARLER

Sur l'emploi des autochtones dans les projets de construction.

par
Garth Leask

Assistant Directeur
aux Relations de travail
(Projet de la Syncrude Canada)
Canadian Bechtel Limited



On a beaucoup parlé et écrit sur le besoin de traitements "spéciaux" pour nos autochtones, dans le domaine de l'emploi. Chez Bechtel Canada nous en sommes venus à la conclusion qu'il est souvent préférable et même très important de ne pas être "spéciaux" en de telles circonstances. L'entraînement, l'opportunité et les conditions de travail étant les mêmes, le travailleur autochtone est aussi compétent que tout autre employé. Il ne devrait pas être considéré comme "différent". Une telle attitude est condescendante, protectionniste et n'est pas appréciée. Les comparaisons sur la capacité d'exécution d'une tâche ne sont pas valides.

La politique de Bechtel pour le projet Albertain de la Syncrude Canada est d'intégrer aux opérations le travailleur autochtone Indien, Métis ou autre — dès son arrivée sur le site. Il n'y a pas de traitement "spécial". Quant aux besoins de recrutement et d'entraînement pour la tâche, ils sont déjà satisfaits en grande partie grâce à la collaboration de NATIVE OUTREACH, une organisation contractuelle de la Commission de l'Emploi et de l'Immigration du Canada qui offre des services de placement pour les autochtones.

Par l'entremise de Native Outreach, on encourage les candidats à l'emploi à suivre un cours de cinq semaines sur le travail industriel au Keyano College ("notre collège" dans le langage des Cris) à Fort McMurray au centre même du projet Syncrude. Là on leur enseigne la terminologie et les méthodes utilisées dans l'industrie de la construction.

Le travailleur autochtone est précisément cela — un travailleur. Considéré comme tel, il s'avérera aussi consciencieux et productif qu'un employeur peut le souhaiter.



BECHTEL CANADA

Les bâtisseurs de l'industrie

Montréal Toronto Edmonton Vancouver

Cette valve si précieuse, vous l'aurez sur demande, n'importe quand.

Le distributeur Jenkins de votre localité mettra à votre service les valves Jenkins dont vous aurez besoin.

Chacun des distributeurs de ce réseau national possède un stock de valves monté d'après sa longue expérience, ses observations personnelles et les demandes de sa propre région.

Il y va de la bonne marche de vos affaires de faire appel aux facilités d'achats et d'entreposage Jenkins. Chaque valve, chaque pièce d'équipement connexe que vous achetez d'un de ces distributeurs, libère votre comptant et vous permet d'économiser les coûts et la main-d'oeuvre de l'entreposage. Et si l'on considère les taux d'intérêt actuels, cette économie est vraiment appréciable. Alors, profitez pleinement de ce service que vous offre votre distributeur Jenkins. Vous n'avez qu'à en faire la demande, n'importe quand. Jenkins Bros. Limited, Lachine, Qué.



JENKINS

Le spécialiste en robinets



Jenkins Bros

AMÉNAGEMENT DE LG 3

par W.H. Sader, M.Eng., ing.*

Sommaire

Le présent article décrit d'une façon succincte mais complète un des aménagements du Complexe La Grande. L'auteur s'est donc concentré sur la description des principaux éléments de l'aménagement de LG 3 sans toutefois s'attarder sur les détails de chacun.

Introduction

L'aménagement de LG 3, situé à environ 150 milles de l'embouchure de La Grande Rivière, est le deuxième à prendre naissance au Complexe La Grande. Il comprend un barrage en enrochement d'une hauteur de 320 pieds sur fondation, une soixantaine de digues de dimensions variables et une centrale en surface d'une puissance installée de 1 920 MW**. Cette centrale fournira au réseau 735 kV de l'Hydro-Québec une énergie annuelle garantie de 12,3 milliards de kWh.

Les études d'ingénierie de cet aménagement ont été confiées au consortium SNC-Cartier.

Description générale

Géologie

Le relief au site d'aménagement est moyennement prononcé. Des chaînes rocheuses, bien définies, dont l'altitude dépasse rarement la cote 1 000', s'alignent dans la direction générale nord-est/sud-ouest. Partout ailleurs, le relief est plutôt plat, marqué par un réseau hydrographique dense mais irrégulier.

*

L'auteur :

M. W.H. Sader est ingénieur du Projet de LG 3 à la Société d'énergie de la Baie James ; il a travaillé à divers projets de l'Hydro-Québec depuis 1967. Il détient un baccalauréat en Sciences Appliquées en génie civil de l'Institut de Technologie d'Indiana et une maîtrise en génie de l'Université McGill, Montréal.

** La puissance installée pourrait éventuellement être portée à 2304 MW.

Le socle rocheux, constitué de roches métamorphiques et ignées de la période précambrienne, affleure sur environ 20 pour cent de la superficie. Le reste de la région est occupé par des cours d'eau, des lacs, des marécages et des dépôts d'origine plutôt glaciaire. Ces dépôts de surface morainique, d'une épaisseur relativement faible, sont répandus de façon irrégulière. La mer de Tyrell, qui inonda le bassin de la baie d'Hudson durant la période de glaciation, a probablement atteint le site de LG 3 sans toutefois le dépasser au moment de son étendue maximale. Quelques dépôts d'argile silteuse, situés à proximité du site aux élévations 620' et 630', sont considérés comme étant d'origine lacustre.

Climatologie et hydrologie

Le climat à LG 3 est typique de la région du nord-ouest québécois. La moyenne des températures se situe autour de -4°C, tandis que la moyenne mensuelle varie de -23°C en janvier à 14°C en juillet. Les précipitations annuelles totalisent une moyenne de 76 cm, tandis que la moyenne mensuelle varie de 3,5 cm à 12 cm pour février et août respectivement.

La débâcle du couvert de glace en rivière survient généralement vers la fin du mois de mai, tandis que la fonte des neiges ne s'achève que vers la mi-juin.

Le bassin de drainage à LG 3 a une superficie de 24 670 milles carrés donnant un débit à long terme de 43 700 pcs. Ce débit sera augmenté à 72 440 pcs après la dérivation permanente du bassin supérieur de la Caniapiscau.

Agencement général des ouvrages

L'agencement général et la coupe type de la centrale sont montrés respectivement aux planches 1 et 2.

La Grande Rivière, au site de LG 3, forme deux bras autour d'une île d'environ 4 000 pieds de longueur par 2 000 pieds de largeur. Les bras nord et sud transitent respectivement en écoulement normal les deux tiers et un tiers du débit de la rivière. L'axe du barrage croise cette île en son point le plus élevé et s'étend de part et d'autre à travers les deux bras.



Aménagement LG 3 – Vue direction sud-ouest

Barrage principal

Le barrage est conçu en enrochement de carrière avec un noyau central de moraine. Dû aux conditions différentes des fondations, deux conceptions distinctes ont été retenues pour les sections nord et sud du barrage. La première section (nord) a un noyau légèrement in-

cliné vers l'amont. Ce noyau se prolonge vers l'amont pour former un tapis et une clef jusqu'au roc lorsque cela est requis par les conditions de fondation. La section sud a un noyau vertical et repose directement sur le roc. La longueur en crête à la cote 855' est de 12 900 pieds et la hauteur de 320 pieds. Le volume total de remblai représente 29 millions de verges cubes. Une

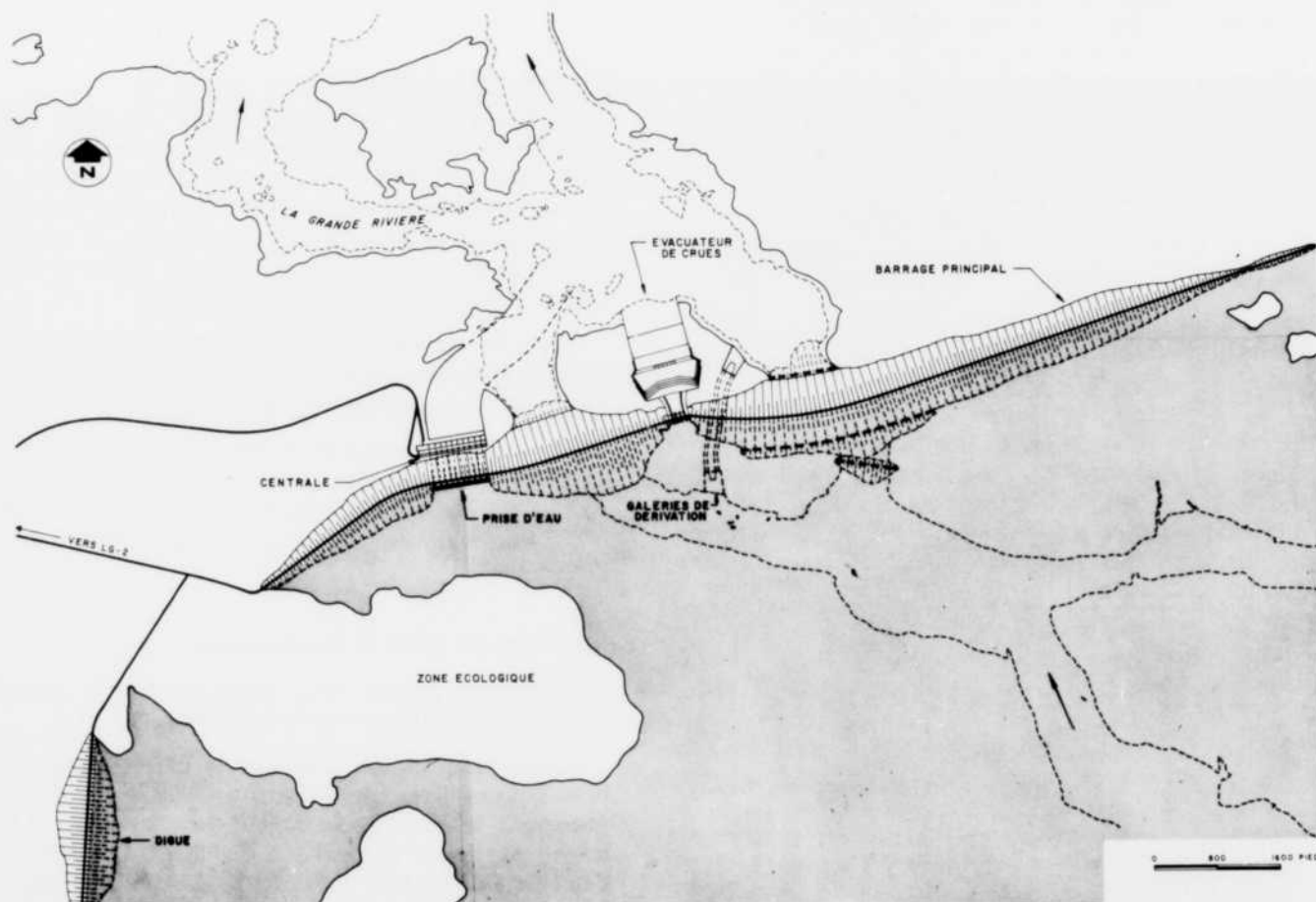


Planche 1 – Site LG 3 – Plan général d'aménagement

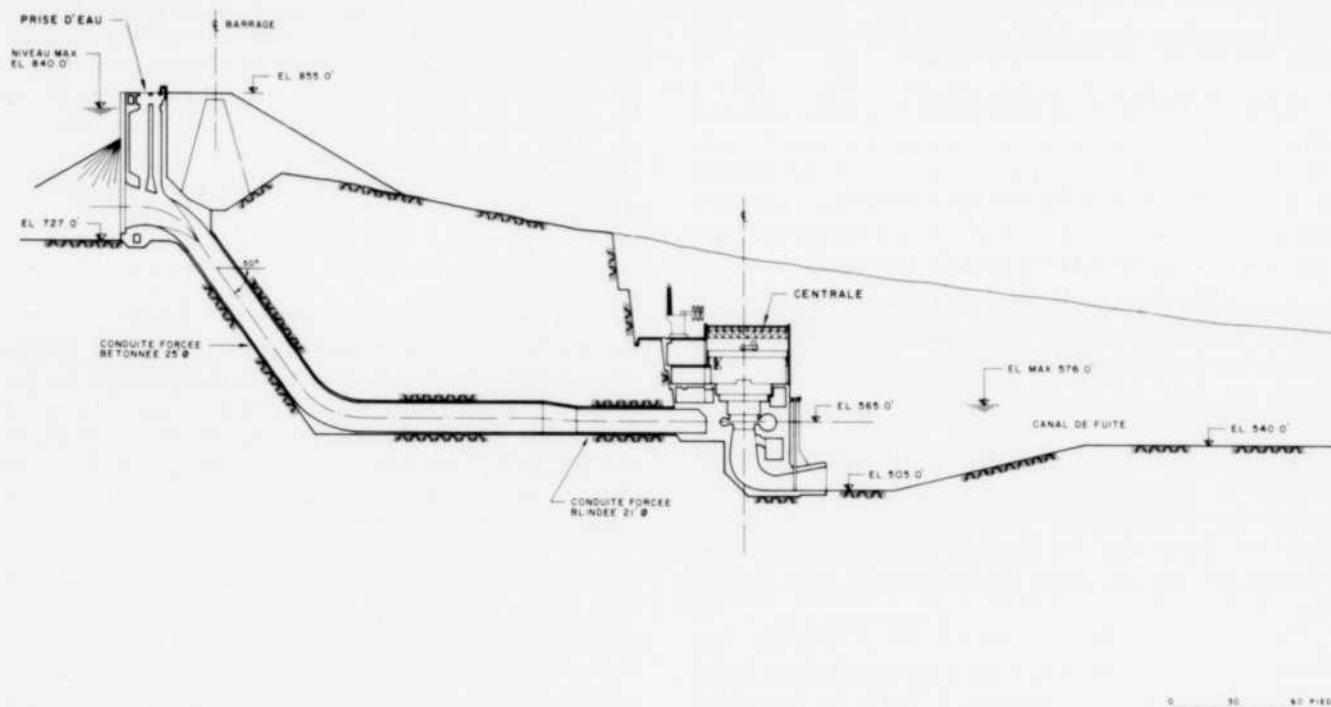


Planche 2 - Site LG 3 - Coupe longitudinale de la centrale - de la prise d'eau au canal de fuite

bonne partie de l'enrochement requis pour la construction du barrage provient des excavations de la centrale, du canal de fuite et de l'évacuateur de crues.

L'autre partie de l'enrochement est le produit de carrières exploitées à cette fin. Malgré la légère divergence dans la forme physique du noyau pour les sections nord et sud du barrage (tel que mentionné ci-dessus), la conception générale demeure la même.

Digues

La fermeture du réservoir est assurée par une soixantaine de digues d'envergure variable formant ainsi un réservoir de 950 milles carrés à la cote de pleine retenue 840'. Ces digues varient en hauteur, de quelques pieds à plus de 200 pieds ; au moins sept digues dépassent les 100 pieds de hauteur.

À la suite des études économiques et compte tenu de la disponibilité des matériaux meubles qui servent à la construction des digues, trois conceptions différentes ont été retenues pour ces dernières.

Sans trop s'attarder à la description de chacune de ces digues, il est tout au moins intéressant de mentionner qu'elles peuvent être classées en trois types différents :

— Digue en enrochement

Ces digues sont constituées principalement d'enrochement de carrières dont les pentes d'amont et d'aval sont 1.75/1 et 1.65/1 respectivement. Le noyau central en moraine repose directement sur le roc sain et est protégé de part et d'autre par une transition de sable et gravier.

— Digue en sable et gravier

En coupe, ce type de digues ressemble à la digue en enrochement ; cependant, les pentes du talus d'amont et d'aval sont plus douces (2.25/1 et 2.0/1), et les épaulements sont en sable et gravier tout-venant. Le noyau central en moraine est protégé de part et d'autre par une transition de sable et gravier criblés et lavés.

— Digue homogène

Ces digues sont constituées principalement de moraine dont les pentes d'amont et d'aval sont 2.25/1 et 2.0/1 respectivement, drainées dans la partie centrale par une cheminée de sable et gravier légèrement inclinée vers l'aval. Les pentes du talus sont protégées par un perré reposant sur un coussin d'enrochement plus fin.

Dérivation provisoire

Le concept de la dérivation provisoire est déterminé dans une large mesure par la configuration du site. A la première phase de cette dérivation, le bras gauche (sud) de la rivière est mis à sec au moyen de batardeaux permettant ainsi, d'une part, la préparation de la fondation et la construction à la cote minimale requise 640' pour le printemps 1978 du barrage section sud, et, d'autre part, le percement des deux galeries de dérivation mesurant chacune 45 pieds de large et 55 pieds de haut.

La deuxième phase consiste en la fermeture du bras droit (nord) de la rivière au moyen de trois batardeaux, deux étant du côté amont dont l'un qui sera intégré au barrage. Ces deux batardeaux d'amont sont requis pour faciliter la fermeture de la rivière. Pendant

cette opération et par la suite, les débits de la rivière seront transités par les deux galeries excavées à travers l'île.

La fermeture du bras nord permettra alors la construction de la section nord du barrage ainsi que l'accès à la rive et aux digues nord requis pour la fermeture du réservoir. Les galeries de dérivation sont conçues pour un débit maximum de 165 000 pcs correspondant à une période de récurrence de 35 ans.

La dernière phase consiste en la fermeture des galeries à l'aide des vannes plates et en la construction de bouchon permanent en béton.

Evacuateur de crues

L'évacuateur de crues est implanté au centre de l'île (planche 1). Il comprend un bloc déversoir incorporé au barrage et déchargeant par un saut de ski dans un bassin de dissipation. Ce dernier est excavé dans l'île et prolongé par un canal de restitution non revêtu (planche 3).

Les crues établies au niveau du Complexe La Grande ont permis de normaliser les largeurs des passes pour les projets du complexe. L'étude du laminage des crues à LG 3 a permis d'établir qu'un déversoir de cinq passes est suffisant, la capacité de ce dernier étant de 340 000 pcs à la cote 840'.

Une étude sur modèle réduit, exécutée au Laboratoire hydraulique Lasalle, a permis d'établir l'agencement optimum et les modalités d'opération tout en prévoyant un mode de dissipation d'énergie réduisant les risques d'érosion. Les produits des excavations de roc, soit environ un million et demi de verges cubes, sont utilisés dans la construction de la section nord du barrage.

Centrale et poste

La centrale en surface, aménagée en tranchées profondes, excavée en rive gauche à l'aval immédiat du barrage, a une longueur de 873 pieds et une largeur de 123 pieds. Elle est équipée de dix groupes générateurs de 192 MW, entraînés par des turbines verticales de type Francis (pour les caractéristiques principales de l'aménagement, voir tableau).

Du poste de départ, situé sur le toit de la centrale, trois lignes de 735 kV alimentent un poste collecteur situé à environ un mille au nord-ouest de la centrale. Trois transformateurs monophasés élèvent la tension en une seule étape de 13.8 kV à 735 kV. Ces transformateurs sont installés à l'extérieur de la centrale sur une banquette taillée dans le roc au niveau du poste de départ.

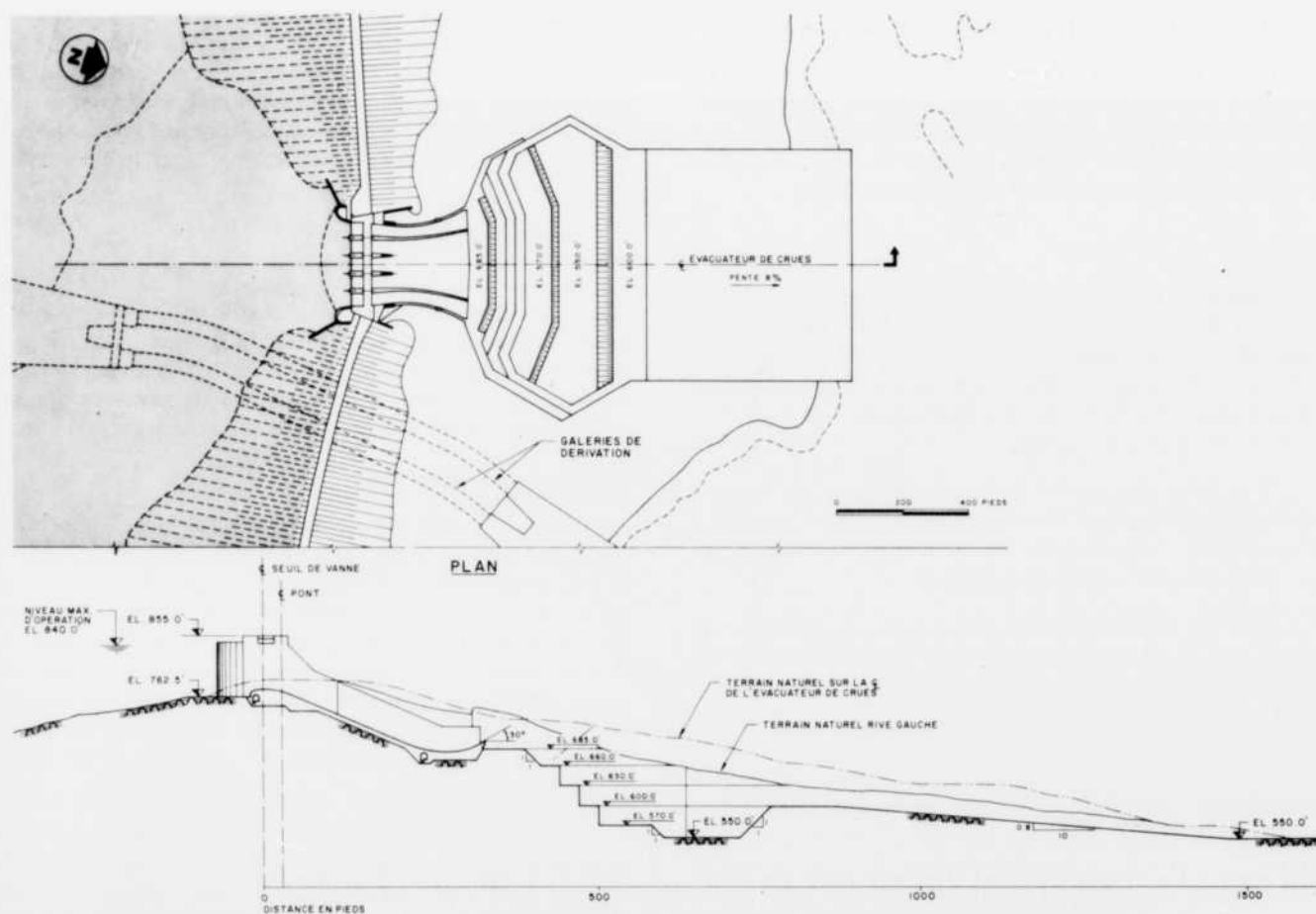


Planche 3 - Site LG 3 - Vue en plan et coupe longitudinale de l'évacuateur

**CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE
L'AMÉNAGEMENT DE LA CENTRALE**

Niveau amont maximal	840 pi
Niveau amont minimal	800 pi
Module	72 440 pi ³ /s
Superficie de la retenue au niveau maximal	950 mi ²
Débit d'équipement	95 000 pi ³ /s
Hauteur de chute nominale	260 pi
Puissance nominale d'un groupe	192 MW
Nombre de groupes	10
Productibilité annuelle	12.3 TWh
Capacité de l'évacuateur	340 000 pi ³ /s
Volume de remblai du barrage principal	29 000 000 yd ³
Volume de remblai des digues	15 000 000 yd ³

Prise d'eau et conduites forcées

L'ouvrage de prise d'eau est implanté en rive gauche, immédiatement en amont du barrage. Il consiste en dix pertuis individuels équipés de grilles à débris et de vannes-wagon manœuvrées par des mécanismes fixes de levage. Chaque pertuis alimente une conduite forcée de 25 pieds de diamètre en puits légèrement incliné et revêtu de béton. Chaque conduite forcée se termine par une partie horizontale dont les derniers 126 pieds sont blindés ayant un diamètre intérieur de 21 pieds.

Programme des travaux

La construction de LG 3 s'étale sur une période d'environ huit années, soit entre mars 1975 et octobre 1983, date de mise en service du dernier groupe.

Le premier mandat de construction a été confié en février 1976 à la Direction générale Construction de l'Hydro-Québec. Ce mandat consiste en la fermeture du bras sud de la rivière, l'excavation des canaux d'amont et d'aval de la dérivation provisoire, l'excavation primaire de la centrale et du canal de fuite ainsi que la construction du barrage section sud, de la digue TA-24 et des travaux connexes.

L'avancement des travaux planifiés respecte l'échéance prévue. Les galeries de dérivation sont en service depuis fin septembre 1977. Le barrage section sud a atteint une élévation qui a permis la fermeture du bras nord de la rivière. L'Hydro-Québec a obtenu un deuxième mandat, soit la construction de la section nord du barrage ainsi que l'excavation et le bétonnage de l'évacuateur de crues. Les équipes de l'Hydro-Québec ont commencé les travaux d'assèchement de la fondation du batardeau d'amont du bras nord. Ce dernier devra être rendu à une hauteur suffisante au printemps 1978 afin de prendre la crue.

Le contrat pour la fabrication et l'installation des turbines et alternateurs a été octroyé au Consortium La Grande 3. D'autres contrats suivront au fur et à mesure que les documents seront prêts.

Enfin, le remplissage du réservoir de LG 3 débutera en mai 1981 afin de permettre la mise en service du premier groupe, planifiée pour fin juillet 1982. ■



**Asselin, Benoit, Boucher,
Ducharme, Lapointe, Inc.**

EXPERTS-CONSEILS

Membre du groupe A B B D L

SERVICES COMPLETS D'INGÉNIERIE
ET DE GESTION DE PROJET DANS
LES DOMAINES D'ACTIVITÉS SUIVANTS :

- AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES
- ENERGIE THERMIQUE ET NUCLEAIRE
- TRANSMISSION ET DISTRIBUTION ELECTRIQUE
- TRANSPORTS ROUTIERS, FERROVIAIRES ET MARITIMES
- INSTALLATIONS INDUSTRIELLES
- GENIE MUNICIPAL ET ENVIRONNEMENT
- BATIMENTS
- INDUSTRIES MINIERES ET METALLURGIQUES
- PATES ET PAPIER

85 Ouest, rue Ste-Catherine, Montréal, Québec, H2X 3P4
Téléphone: 514-282-9650 — Télex: 055-60122



**Lemieux, Morin, Bourdages,
Doucet, Simard & Associés**
Ingénieurs-conseils

Jonquière — Roberval — Alma
Sept-Iles — Port-Cartier — Montréal



lemieux, monti, nadon, roy, inc.
consultants

Place Dupuis, Suite 850
800 est, boul. de Maisonneuve
Montréal, Québec
H2L 4L8
Téléphone: (514) 849-1223
Telex: 055-60435 Tamcon Mtl

Texas Instruments introduit les calculateurs avec module de programmation



Depuis quelques années, les ROM [Read Only Memory] sont utilisés dans les ordinateurs de table pour contrôler les périphériques ou ajouter des fonctions mathématiques; Texas Instruments a réussi à les miniaturiser suffisamment pour les inclure dans un calculateur de poche. Chacun de ces modules interchangeables contient environ 25 programmes totalisant jusqu'à 5000 pas de programmation.

Le SR-58 possède de plus une mémoire de 480 pas de programmation ou 60 registres mémoire ou une combinaison des deux et un total de plus de 170 fonctions ou opérations.

Quant au SR-59, il offre deux fois plus de puissance de programmation, 175 fonctions ou opérations et la possibilité d'enregistrer vos programmes sur cartes magnétiques.

Ces deux calculateurs offrent 6 niveaux de sous-routine, 10 «flags», 72 «labels», branchements conditionnels, adressage direct ou indirect, etc.. De plus, ils sont tous deux compatibles avec l'imprimante PC-100.

TI-58: \$128.⁵⁰
TI-59: \$316.⁰⁰

Nous avons également les autres modèles de calculateurs scientifiques et accessoires de Texas Instruments dont: TI-30: \$21.50, SR-40: \$31.70, SR-51 II: \$59.50, TI-57: \$85.50 et imprimante PC-100A: \$213.60.



TI-59

Pourquoi payer plus cher dans un grand magasin ou ailleurs?

Venez nous voir.



COOPERATIVE ETUDIANTE DE POLYTECHNIQUE

Local C-106
Ecole Polytechnique
Campus de l'Université de Montréal
C.P. 6079, Succ. "A"
Montréal H3C 3A7

TEL.: (514) 344 4841



*Commandes postales acceptées avec chèque visé; prière d'ajouter la taxe de vente provinciale [8%] et les frais d'expédition de \$3.00 [\$5.00 pour les modèles de plus de \$200.].



Ce texte est tiré du journal interne "EN GRANDE" publié par les Relations publiques de la Société d'énergie de la Baie James — Vol. V, No 1, janvier 1978 par Guy Sarrazin.

LES TRAVAUX RÉALISÉS EN 1977 ONT DÉPASSÉ LES PRÉVISIONS

Nous avons dépassé nos prévisions les plus optimistes en terme de volume de travail en 1977, grâce aux efforts mis en commun par les travailleurs, les entrepreneurs, les fournisseurs, les ingénieurs-conseils, le personnel des laboratoires et les employés de la Société d'énergie de la Baie James.

Cet effort collectif est d'autant plus remarquable si l'on tient compte du fait qu'il fallait rattraper en 1977 le retard pris dans certains travaux lors de la grève de la construction l'année précédente.

Tel est l'essentiel du message du président Robert A. Boyd livré à En Grande... au cours d'une entrevue.

Cette performance, qui réjouit visiblement M. Boyd, est attribuable au bon rodage des équipes, au raffinement des méthodes de construction, à la qualité de la gérance et à l'accroissement de l'effectif et de l'équipement. À LG 2 seulement, il a fallu ajouter 600 lits pour le personnel additionnel et augmenter l'équipement pour produire davantage. De plus, l'expérience aidant, les difficultés rencontrées dans le passé tendent naturellement à s'amenuiser. Ainsi, les bancs de carrière sont mieux exploités maintenant, avec une efficacité plus grande.

Si l'on veut résumer l'année 1977, les travaux réalisés ont dépassé l'ensemble du programme et de l'échéancier, les soumissions reçues sont conformes aux soumissions internes, le budget prévu n'a pas été dépassé, les sommes engagées totalisant \$1,2 milliard. L'estimation du coût du Complexe La Grande incluant les lignes et les postes reste donc toujours valable à \$16,1 milliards, comme il a été annoncé en septembre à la Commission permanente des Richesses naturelles et des Terres et Forêts.

Un événement important de l'année 1977 est certainement la consécration par tous les partis politiques du Complexe La Grande après six années de critiques et de remise en question. Le gouvernement a reconnu l'opportunité économique de réaliser cet aménagement. Cette déclaration faite par le ministre de l'Énergie, M. Guy Joron, a donné le ton à la séance de la Commission permanente qui a aussi étudié la demande de hausse de tarifs présentée par l'Hydro-Québec.

Une année de pointe

Pour 1978, on pense voir la fin des travaux du barrage principal et des digues de LG 2, ce qui permet d'envisager la mise en

service des premiers groupes de la centrale dès novembre 1979. Il faudrait fermer une galerie de dérivation en août 1978 afin d'accumuler de l'eau dans le bief d'amont, si tel était le cas. Cette possibilité implique d'autre part que l'Hydro-Québec puisse mettre en service plus tôt une première ligne de transport.

On sait que l'Hydro-Québec a le mandat de construction des lignes de transport et des postes.

Le chantier de LG 2 connaîtra donc encore une année de pointe alors que la construction des ouvrages achève et que commence l'installation de l'équipement électrique et mécanique dans la centrale.

Le chantier de LG 3 qui respecte son échéancier sera également en pointe en 1978. Un nouveau chantier de construction s'ajoutera au cours des prochains mois, soit celui de LG 4 à 463 kilomètres de l'embouchure de La Grande Rivière. La Société étudie actuellement la possibilité d'installer deux groupes en plus des sept prévus à cet endroit; elle poursuit une évaluation semblable à LG 3. Les quatre turbines-alternateurs supplémentaires ajouteraient 1000 mégawatts à la production du Complexe.

Les chantiers de Caniapiscou et d'EOL (Eastmain-Opinaca-La Grande), où se poursuivent les préparatifs pour le détournement des cours d'eau, recevront aussi plus de travailleurs, de telle sorte que l'effectif du Complexe La Grande atteindra 16 000 personnes cette année, dépassant les prévisions de 14 500 travailleurs à la pointe de 1978-79.

D'autres défis apparaissent encore pour la gérance cette année.

La Société poursuit ses négociations avec les Cris de Fort George pour le déménagement de ce village sur la rive sud de La Grande Rivière et pour la relocalisation de la centrale de LG 1 au kilomètre 37.

Le parcours des eaux du bassin supérieur de la rivière Caniapiscou détourné vers La Grande Rivière en amont de LG 4 doit être déterminé. L'alternative, à savoir le passage par le nord ou par le sud, présente des avantages économiques et d'environnement comparables, mais la décision doit tenir compte également de l'impact sur la Grande rivière de la Baleine.

Il y aura aussi campagne de maraudage syndical dans l'industrie de la construction cette année et cette perspective suscite certaines inquiétudes. Il faut espérer cependant que le climat de relations harmonieuses qui

existe présentement se poursuivra malgré tout.

Le président a par ailleurs répété les propos qu'il avait tenus à la Commission parlementaire, à savoir que les conditions de vie au Complexe La Grande sont parmi les meilleures au monde, si on les compare à celles qui prévalent parmi les autres projets de cette nature. Malgré tous les efforts, le caractère de chantier éloigné demeure avec tous ses problèmes spécifiques. Le parachèvement des campements de LG 2 et de LG 3 est à souligner; ceux d'EOL et de Caniapiscou seront terminés cette année. Ainsi, les services disponibles aux résidents augmentent.

Après le Complexe La Grande

Une question préoccupe de plus en plus les employés de la Société d'énergie: que réserve l'avenir?

Après le Complexe La Grande, il y aura probablement une deuxième phase pendant laquelle on construira des centrales additionnelles. Il faudra aménager parallèlement ou le Complexe Nottaway-Broadback-Rupert (NBR) ou le Complexe de la Grande rivière de la Baleine. La décision sera probablement prise par l'Hydro-Québec au cours de l'année.

Qui réalisera ces projets?

Selon les termes de la loi sur le développement du territoire de la Baie James, la SEBJ se verrait confier le Complexe NBR. Des groupes de travail formulent actuellement l'avant-projet à la Société. Quant au projet de la Grande rivière de la Baleine, signalons que le cours d'eau se situe en dehors du territoire et que ce serait se perdre en conjectures que d'avancer des hypothèses sur le mandat de gérance.

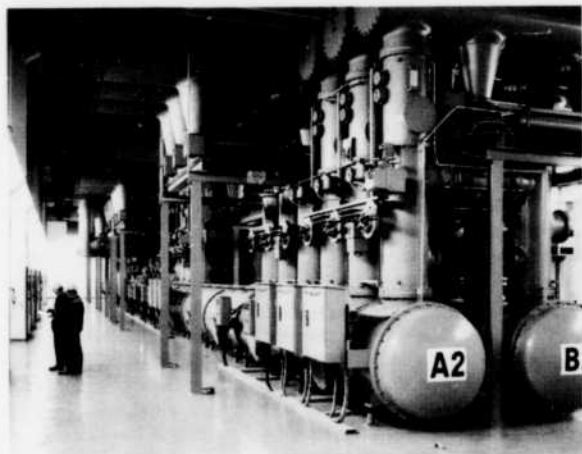
La SEBJ, la SDBJ et l'Hydro-Québec précèdent en ce moment à l'arpentage de la route vers la Grande rivière de la Baleine, utilisant le barrage de LG 2 pour franchir la Grande Rivière.

Il faut par ailleurs prévoir que des modifications seront apportées par le gouvernement à la structure de l'Hydro-Québec, au cours de l'année. De tels changements qui pourraient dans une certaine mesure affecter la Société d'énergie ne se produiraient pas avant le printemps toutefois.

Somme toute, l'année 1978 comporte une bonne part de défis et de points d'interrogation. M. Boyd souhaite que ce soit une bonne année pour tous!

SIEMENS

Le transport d'énergie: Siemens répond aux priorités



Poste blindé haute tension isolé au SF6, silencieux, peu encombrant, complètement à l'abri des intempéries.

Le progrès technique et économique, la qualité même de notre vie de tous les jours, reposent sur l'approvisionnement ininterrompu en énergie électrique.

Depuis de nombreuses années, Siemens a consacré ses efforts à mettre au point et à fabriquer des produits et des systèmes servant à la génération, la distribution et la régulation automatique de l'énergie hydraulique, thermique et nucléaire.

Depuis la recherche et la mise au point de technologies nouvelles jusqu'à la fabrication de mécanismes de commutation haute-tension, de relais de protection,

de compensateurs statiques, de systèmes de surveillance et de protection des lignes de transport d'énergie, ainsi que de postes de commande de type mosaïque, Siemens a été étroitement lié à l'évolution du génie électronique. L'année dernière Siemens a dépensé un milliard de dollars dans des projets de recherche et de développement, investissement effectué afin de maintenir son avance technique.

Grâce à l'étendue de son expérience du marché à l'échelle mondiale, Siemens s'est fait une réputation d'une compagnie au service de la clientèle. Ainsi l'intérêt croissant des services publics et des industries pour le faible encombrement et la sécurité du matériel a contribué directement à la conception de postes blindés isolés au SF6 sécuritaires, de volume réduit et pouvant être installés dans le sous-sol d'immeubles. Siemens possède des centres de fabrication dans le monde entier dont plusieurs en Amérique du Nord afin de garantir un service efficace à la clientèle et de s'adapter aux exigences locales.

Quels que soient vos problèmes d'énergie électrique, consultez-nous.

Siemens Electric Limited,
7300 route Transcanadienne,
Case postale 7300, Pointe Claire,
Québec H9R 4R6,
Tel. (514) 695-7300

Siemens et ses solutions sur mesure

canadiennes



L'USINE DE TÊTE DE LG 4

par P. Sylvain Harel, ing. *

Sommaire

Avec une puissance installée de 2 058 MW, LG 4 est la deuxième en importance des usines du complexe La Grande.

Le choix de l'emplacement, l'agencement des travaux et l'abondance des bancs d'emprunts font de la construction de cette usine une entreprise très compacte.

Une description sommaire des travaux connexes et des travaux d'ingénierie donne une idée de la complexité d'une telle entreprise.

Introduction

A 463 km de la Baie James sur La Grande Rivière et à 950 km de Montréal, la centrale LG 4 est située à la tête du réservoir créé par la retenue de LG 3. D'une puissance installée de 2 058 MW**, cette centrale est la deuxième en importance du réseau La Grande et des usines sous le contrôle de l'Hydro-Québec.

Les travaux d'ingénierie du projet LG 4 ne font que réellement débuter. Cependant, les études d'avant-projet définitif ont permis de dégager les éléments de base, si bien que les changements de conception qui pourraient survenir seront relativement mineurs.

Compte tenu des dates de mise en service de cette centrale et de l'échéancier de conversion au système international d'unités (SI), il a été décidé que les travaux à LG 4 seraient conçus, cotés et exécutés en conformité avec le SI. Cette décision avait amené à refaire la cartographie de base à l'échelle 1:5000 avec contours au 2 m. Toutes les études, rapports et documents

des ingénieurs consultants, Rousseau, Sauvé, Warren Inc. (RSW), sont chiffrés uniquement en unités SI.

Afin de faciliter la compréhension des différentes quantités mentionnées, à certains endroits, on indiquera entre parenthèses les quantités équivalentes dans le système impérial.

A LG 4, le barrage crée un réservoir de 745 km² (287 mi²). La cote supérieure du réservoir est à l'élévation 376.5 m (1 235 pi) et la cote inférieure à l'élévation 366 m (1 200 pi), ce qui donne une réserve utile de 7.10 x 10⁹ m³ (250 G.p.c.). Avec l'apport régularisé de la Caniapiscou, le débit moyen à long terme est de l'ordre de 1 530 m³/s (53 850 pi³/s). La chute maximale lorsque le réservoir est à son niveau supérieur est de 118.5 m (390 pi).

Evolution du concept

Au stade de l'avant-projet, cette centrale avait été conçue comme une centrale souterraine localisée en rive droite avec conduites forcées dans le roc, chambre d'équilibre à l'aval de l'usine et deux canaux de fuite d'une longueur approximative de 900 m. Des conditions géologiques moins favorables ainsi que l'étude comparative des coûts ont amené la modification du concept initial et la relocalisation de la centrale en surface sur la rive gauche de La Grande Rivière.

Description générale

L'ouvrage, tel que planifié à ce moment, se compose des éléments suivants :

- 1) Un barrage principal incluant l'évacuateur
- 2) Huit digues de fermeture dont cinq sur la rive droite (au nord) et trois sur la rive gauche
- 3) Une centrale sur la rive gauche comprenant la prise d'eau, les conduites forcées, l'usine et le canal de fuite
- 4) Une galerie de dérivation sur la rive gauche
- 5) Un poste de transformation sur la centrale
- 6) Un poste de départ

L'auteur :

M. P. Sylvain Harel est Ingénieur du Projet de LG 4 à la Société d'énergie de la Baie James. Il détient un baccalauréat en Sciences Appliquées de l'Ecole Polytechnique de Montréal.

**La puissance installée pourrait éventuellement être portée à 2 646 MW, grâce à l'addition de deux groupes.

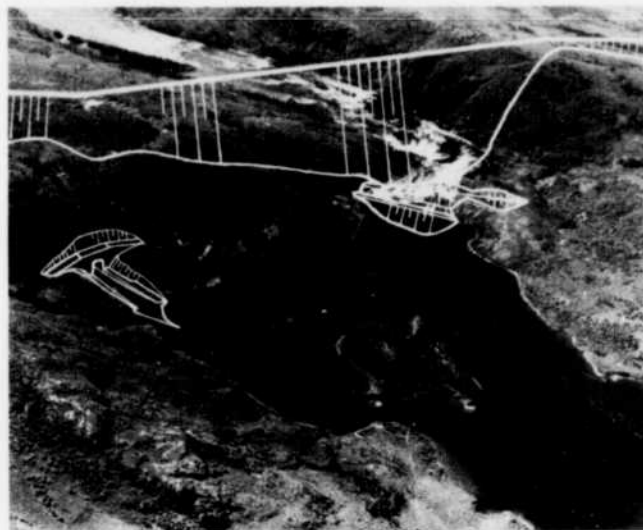
Comme travaux majeurs auxiliaires pour la construction des travaux permanents, il y a lieu de mentionner :

- 1) Un réseau routier
- 2) Une cité ouvrière
- 3) Un village familial
- 4) Une bétonnière centralisée
- 5) Un poste de génération thermique
- 6) Un aéroport

Emplacement

Le barrage et la centrale sont situés à l'aval d'une série de rapides et à l'amont d'une gorge naturelle de La Grande Rivière. A quelques kilomètres à l'amont du barrage se trouve la jonction de la rivière Laforge, un des principaux tributaires de La Grande Rivière (photo).

Contrairement aux autres sites du complexe, l'emplacement des travaux à LG 4 est très concentré, compte tenu de l'ampleur du projet. En effet, si on regarde sur la figure 1 l'emplacement des différents ouvrages et sites d'habitation, on constate qu'en ligne droite, entre la digue QA-1 située à l'extrémité nord et la digue QA-8 à l'extrémité sud, la distance est de 15 km.



Emplacement du barrage LG 4 - vue vers l'aval
A gauche : le portail amont de la galerie de dérivation
Au pied du barrage : le batardeau amont de la dérivation

Les ouvrages principaux, barrage, centrale, évacuateur, digue QA-8, cité ouvrière et village, sont localisés dans un rayon de 4 km de la cité ouvrière. Seuls les travaux localisés sur la rive droite, soit les digues QA-1, 2 et 3 sont à une certaine distance de la cité ouvrière. Afin de faciliter l'exécution de ces travaux, la construction d'un pont temporaire est prévue à l'emplacement indiqué sur le croquis général (figure 1).

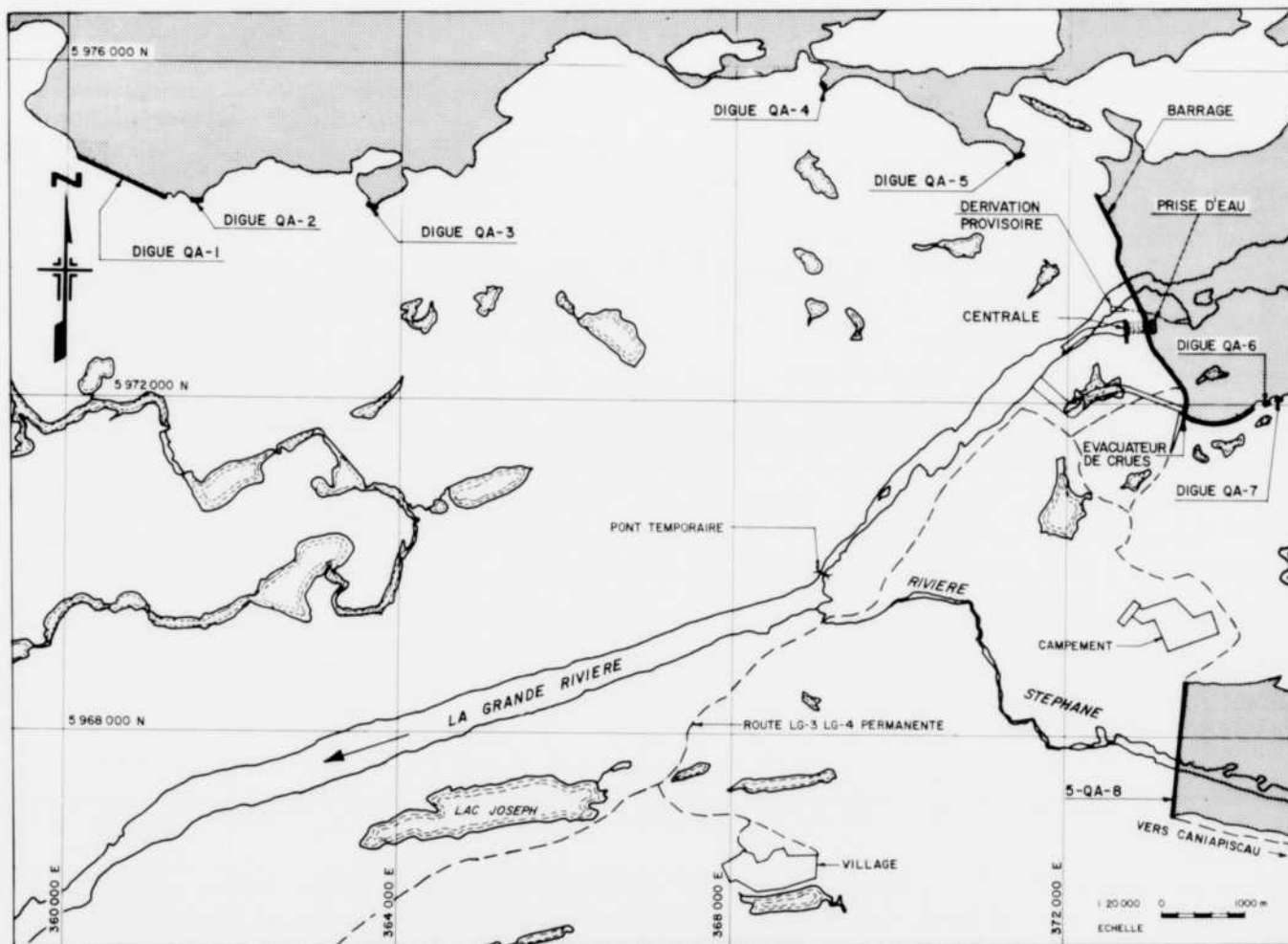


Figure 1

Géologie

L'emplacement des ouvrages est dans une zone où le précambrien est recouvert d'une faible couche de mort-terrain d'origine végétale. Des dépôts de moraine, de sable fin ainsi que des bancs de sable et gravier jalonnent la région. Contrairement aux sites LG 1, LG 2 et LG 3, on ne retrouve pas dans les environs de LG 4 des dépôts d'argile marine. Le socle rocheux, de nature granitique, est généralement de très bonne qualité. Au cours des explorations, aucune roche schistique n'a été trouvée. A certains endroits, le roc donne des signes de fissuration ou de faille. A un endroit près de la centrale et du barrage, il a été décelé une ligne de faille qui semble reconsolidée. Les recherches se poursuivent afin de déterminer l'étendue, la nature et la localisation exacte de cette faille, son importance sur les travaux et les travaux correctifs requis afin d'y remédier si nécessaire.

Dans les environs immédiats (rayon de 5 km) du barrage et des digues, il y a de la moraine de qualité acceptable pour la construction des noyaux étanches. Il y a aussi des dépôts qui, tels quels ou avec peu de modifications, sont acceptables pour les zones de filtres, les zones de transition et le sable à béton. Les dépôts granulaires (sable fin et sable et gravier) sont de qualité acceptable pour un remblai tout venant. Toutefois, comme la quantité connue de sable et gravier ne donne pas une marge de sécurité souhaitée, les explorations se continuent afin de trouver des sources additionnelles exploitables à des prix compétitifs. Il existe aussi à l'amont du barrage une île de sable et gravier qui pourrait fournir 6 000 000 de m³ d'emprunt. La possibilité et le coût d'exploitation par des méthodes sous-marines de ce banc d'emprunt sont à l'étude actuellement.

Dérivation

La dérivation de la rivière se fait dans une galerie unique de 15 m de large, 20 m de haut et de 670 m de long, localisée sur la rive gauche. Cet ouvrage est conçu pour un débit de 2 950 m³/s qui correspond à un

débit soixantenaire lorsque le bief amont est à l'élévation 283 m. Cette galerie excavée à même le roc ne prévoit aucun revêtement de béton, à l'exception des endroits où les conditions géologiques exigeraient un traitement correctif de béton. La dérivation comporte à sa face amont un portail bétonné avec pilier de béton qui recevra deux vannes-wagons de 6.0 m de large et 21.0 m de haut lors de la fermeture de la dérivation en 1983. La structure bétonnée et les vannes sont conçues pour résister à la pleine charge hydraulique de 125 m durant le bétonnage du bouchon.

Description générale des ouvrages

Barrage

Le barrage identifié QA-0 est une structure en matériaux granulaires de 3 100 m de long. Sa hauteur maximale dans le lit de la rivière est de 125 m. Le noyau imperméable en moraine glaciaire reposera sur le roc qui aura été préalablement nettoyé et injecté avec un coulis de ciment afin d'assurer une étanchéité acceptable. Le noyau sera entouré à l'amont et à l'aval de zones filtrantes en sable, afin de contrôler les migrations des particules fines en provenance du noyau morainique. La composition exacte des épaulements amont et aval reste à déterminer, mais le sable et le gravier seraient les matériaux généralement employés. Comme il y a une quantité considérable de roc provenant de l'excavation de la centrale et de l'évacuateur de crues, il a été décidé que ce matériau servira de carapace extérieure dans la construction du barrage, ce qui permettrait dans le cas d'une construction mixte de conserver des pentes amont et aval aussi près que possible des pentes optimales de 1.7 H : 1 V. Une route en crête sert d'accès à la prise d'eau. Sur la face amont du barrage dans la zone de marnage, une surcharge avec des gros blocs de pierre assurera une résistance à l'érosion des vagues et du vent (figure 2).

On trouvera au tableau I le volume des matériaux qui entrent dans la composition du barrage et des digues principales.

Tableau I
CENTRALE LG 4
VOLUME DES MATÉRIAUX DE REMBLAI EN m³

MATÉRIAUX	BARRAGE	DIGUE QA-1	DIGUE QA-8	AUTRES DIGUES	TOTAUX
MORAINE 1	3 450 000	600 000	2 100 000	50 000	6 200 000
FILTRE ET TRANSITION 2A 2C	2 800 000	530 000	1 100 000	50 000	4 480 000
SABLE et GRAVIER 2	5 500 000	1 940 000	4 270 000	10 000	11 720 000
ENROCHEMENT 3A 3B	8 150 000	70 000	1 600 000	20 000	9 840 000
TOTAUX	19 900 000 26 030 000 v ³	3 140 000 4 110 000 v ³	9 070 000 11 860 000 v ³	130 000 170 000 v ³	32 240 000 42 170 000 v ³

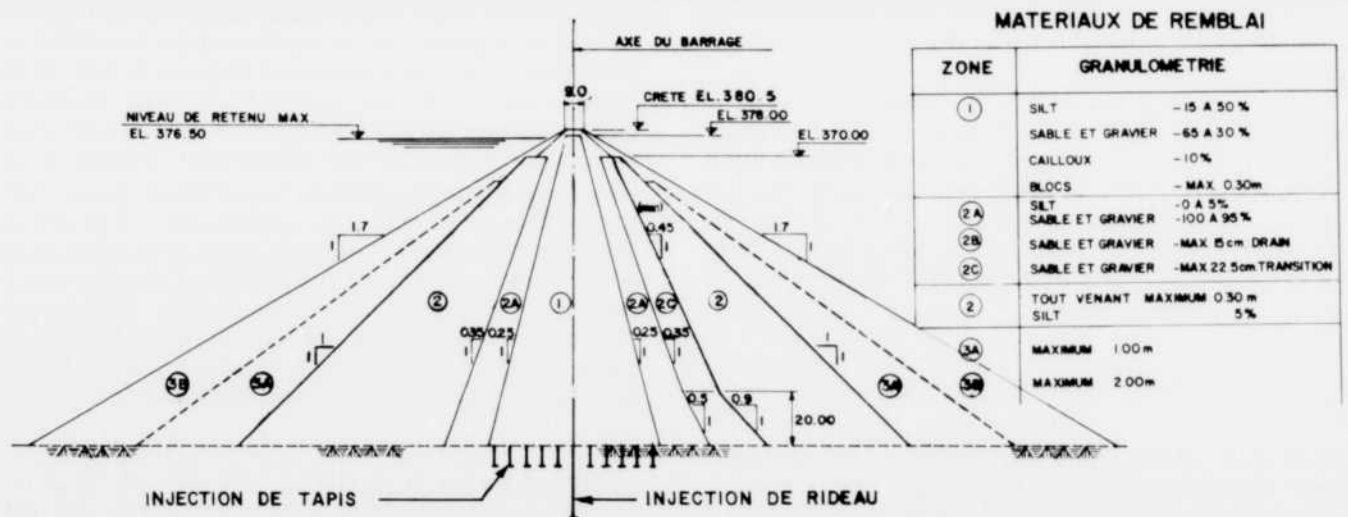
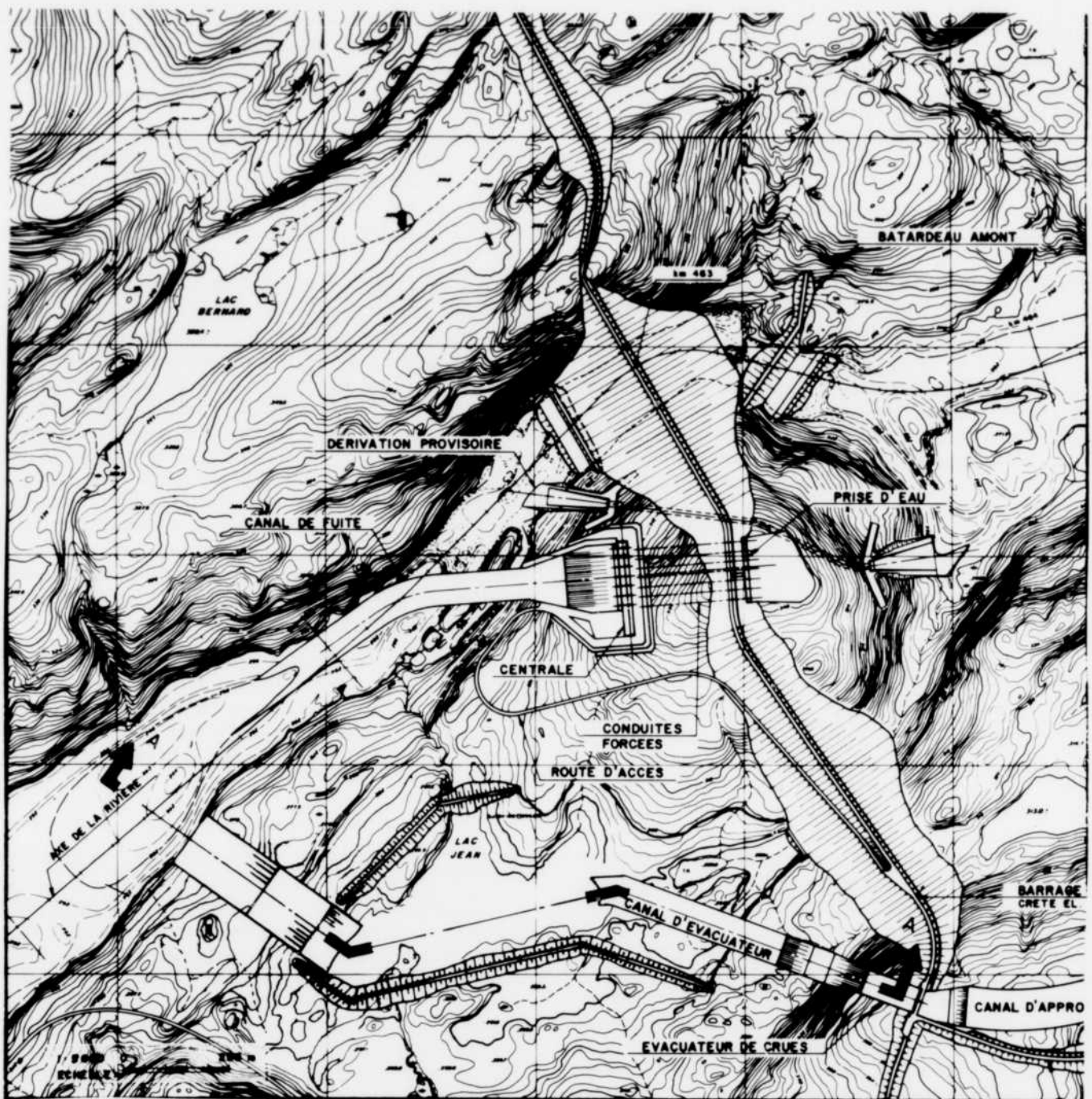


Figure 2 - Coupe type de barrage

Évacuateur

A l'extrémité sud du barrage se trouve l'évacuateur. Cette structure en béton comporte 4 vannes normalisées de 12 m de large sur 20 m de haut et d'un pont amont pour la manutention des vannes poutrelles et pour assurer l'accès à la centrale et à la prise d'eau. Le débit de conception a été fixé à 7 600 m³/s (270 000 pcs), correspondant à la crue maximale probable. Cet évacuateur se compose du côté amont d'un canal d'amenée partiellement excavé dans le roc, ainsi qu'un mur/barrage en béton au sud de ce canal. L'étendue de ce mur/barrage sera déterminée lors des études sur modèle hydraulique.

Le seuil de l'évacuateur est prolongé par un coursier et une cuillère en forme de saut de ski qui projettent le jet dans une fosse de dissipation creusée dans le roc au pied de l'évacuateur. De la fosse de dissipation, l'eau coule dans le canal excavé dans le roc jusqu'au lac Jean qui agit comme réservoir régulateur de débit. De là, l'eau passe au-dessus d'un seuil bétonné à la décharge du lac et s'écoule dans un canal excavé dans le roc jusqu'à la rivière. Les excavations requises dans la construction de l'évacuateur sont de 1 300 000 m³ de mort-terrain et de 2 600 000 m³ de roc.

Prise d'eau et conduites forcées

La prise d'eau est localisée approximativement au milieu du barrage. Chaque turbine a une conduite forcée bétonnée et une prise d'eau individuelle. Chaque prise d'eau a la forme d'une tour en béton située à l'amont de la conduite forcée. Ces tours ont approximativement 40 m de hauteur. Dans chacune des tours, il y a une vanne de fermeture avec son mécanisme de levage, ainsi qu'un jeu de grilles à débris qui peut être remplacé par des poutrelles. Les vannes de garde ont approximativement 6.20 m de large sur 9.50 m de haut. Les tours prises d'eau sont reliées entre elles par un pont dont l'axe est parallèle à l'axe du barrage et ce pont est relié au barrage par un pont d'accès d'une longueur d'environ 35 m sur 10 m de large. Ces tours bétonnées sont localisées de façon à ce que le noyau de moraine du barrage passe complètement à l'aval du coude supérieur des conduites forcées. Il est prévu qu'une étude sur modèle sera faite pour déterminer les conditions d'écoulement hydraulique sur l'ensemble des prises d'eau.

Les conduites forcées ont un diamètre de 7 m et sont inclinées à 50°, ce qui permet un auto-marinage lors de leur excavation. La partie horizontale a aussi 7 m de diamètre et se termine par une partie blindée de 6 m de diamètre et de 45 m de longueur. La transition entre les diamètres de la structure bétonnée et de la section blindée se fait dans les premiers 18 mètres du blindage.

Centrale

La centrale est construite dans une niche profonde excavée dans le flanc de la montagne. Le volume d'excavation de roc pour l'usine et le canal de fuite est de l'ordre de 4 900 000 m³.

L'usine sera équipée de groupes turbine-alternateur d'une capacité individuelle de 310 MVA. Si l'on tient compte d'un facteur de puissance de .95, la capacité de chaque groupe est de 294 MW (figure 3).

Lorsque ces groupes sont en exploitation, le débit total turbiné est de 1 924 m³/s. Le facteur d'utilisation de la centrale est actuellement de 0.80. L'énergie garantie, compte tenu de l'hydraulicité de la région est de 14.1 milliards de kWh, qui correspond à un débit régularisé de 1 525 m³/s.

Le choix de la dimension de ces machines a été imposé par le gabarit de transport par rails entre Montréal et Matagami. En effet, il a été convenu lors de la conception de LG 2 que les roues de turbine devaient être fabriquées en usine et expédiées sur le chantier en un seul morceau. Pour des pièces de cet encombrement et de ce poids, le seul mode de transport entre Montréal et Matagami est le chemin de fer. De Matagami au site des différentes centrales, il n'y a aucune restriction de volume et de poids : les ponts ont une capacité de 500 t et il n'y a aucune obstruction sur la hauteur possible. La roue de la turbine de type Francis pour LG 4 a un diamètre de 6 m et un poids de 103 t. L'alternateur a un rotor de 11.5 m de diamètre, d'un poids d'environ 650 tonnes.

L'énergie est générée à 13.8 kV et les groupes tournent à la vitesse de 128 rpm. L'électricité ainsi produite est transportée à l'aide de barres blindées au poste de transformation situé sur le toit amont de l'usine où des bancs de transformateurs élèvent la tension à 735 kV.

Du poste de transformation, l'énergie est amenée à un poste de sectionnement situé à environ 2 km de la centrale.

Pour la construction, la manutention et l'entretien des groupes turbine-alternateur, l'usine est munie de 2 ponts roulants capables de manipuler, lorsqu'ils fonctionnent en tandem, un rotor dont le poids est de 675 tonnes. La bêche spirale en acier de la turbine a un diamètre d'entrée de 6.4 m et est complètement enrobée de béton légèrement armé. Les efforts étant pris par les tôles d'acier, le béton d'enrobage a pour but d'augmenter le coefficient de sécurité, de réduire les vibrations et le bruit. Cette masse de béton sert aussi à assurer la stabilité de la centrale dans le calcul du glissement et du renversement. Comme à LG 2, les turbines de LG 4 sont munies de vannes fourreaux supportées sur le flasque supérieur et opérant entre l'avant-distributeur et les directrices. L'addition de cette vanne-fourreau permet l'installation d'une seule vanne à la prise d'eau et permet aussi d'arrêter le groupe complètement, soit pour réparation mineure ou pour attente sans être dans l'obligation de vidanger la conduite forcée ou de fermer les vannes de l'aspirateur. Lorsqu'elle est en position fermée, la vanne fourreau protège aussi les directrices de l'usure prématurée occasionnée par le tréfilage hydraulique.

Pour le poste de sectionnement de LG 4, l'Hydro-Québec considère la possibilité de construire sur le toit de la centrale un poste de sectionnement avec des unités modulaires au SF₆. L'adoption de cette technique

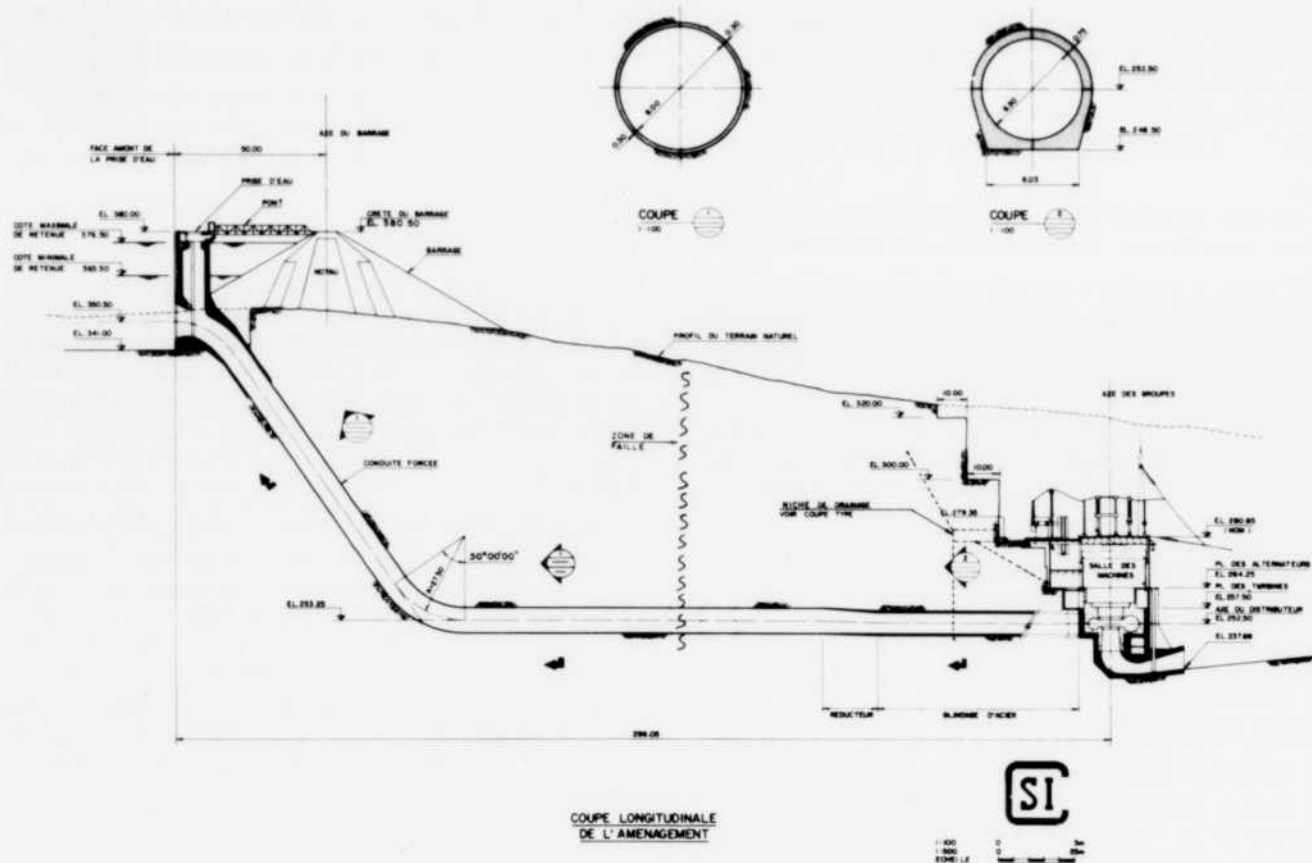


Figure 3 — Coupe longitudinale de la centrale

nécessiterait la construction d'un abri chauffé sur le toit afin de maintenir l'appareillage à une chaleur constante. Si cette technique était retenue, ce serait la première centrale où de l'appareillage à 735 kV est protégé au SF₆.

Le chauffage de la centrale se fera entièrement en récupérant la chaleur dégagée par les services auxiliaires et par les barres blindées. Il est prévu à certains endroits un chauffage d'appoint qui entrera en opération soit lorsque les conditions locales l'exigeront ou lorsque, pour une raison majeure, la centrale est momentanément hors du réseau et que la chaleur dégagée par les services auxiliaires est insuffisante pour maintenir la centrale à une température de 5°C.

Comme dans toutes les centrales modernes, le bâtiment à LG 4 est de nature utilitaire et sans aucune fenêtre. Il est prévu qu'après la période de rodage initiale, la centrale LG 4 sera télécommandée et ne nécessitera la présence d'aucun personnel d'opération. Pour des raisons de sécurité, l'opération des vannes à l'évacuateur de crues se fait par du personnel autorisé, à partir de panneaux de contrôle localisés sur la structure de l'évacuateur. L'opération journalière sera télécommandée, soit du poste de commande de Radisson ou directement du poste d'aiguillage provincial de l'Hydro-Québec, localisé dans le Complexe Desjardins à Montréal.

Digues

Parmi les 8 digues requises pour fermer le réservoir, 6 d'entre elles ne sont que des digues de revanche et ne nécessitent qu'une quantité de travail négligeable. Néanmoins, les 2 autres, soit QA-1 et QA-8, sont des ouvrages relativement majeurs qui méritent une grande attention.

QA-1

QA-1 est localisée à l'extrémité nord du réseau et atteint une hauteur de 80 m avec une longueur en crête de 1 300 mètres. Sa réalisation exige la construction d'un batardeau à l'est de son emplacement. Ce batardeau a pour fonction de rehausser un lac existant et de forcer ainsi un renversement dans le parcours de son écoulement.

QA-8

QA-8 est localisée à l'extrémité sud des ouvrages de fermeture du réservoir à l'emplacement d'une vallée où coule la rivière Stéphane. Cette digue d'une hauteur de 85 m et d'une longueur en crête de 1 700 m est

construite sur un banc de moraine du côté sud et sur le socle rocheux au nord de la rivière. La technique exacte pour la réalisation de cette digue importante n'a pas encore été déterminée, mais il est probable que la conception exigera la construction d'une clé imperméable jusqu'au roc dans la partie sud sur le dépôt de moraine.

De plus, à cause de la rivière Stéphane, la construction exigera une des méthodes de dérivation suivantes :

- 1) Construction d'un conduit de dérivation bétonné excavé dans le roc, pour permettre l'écoulement régulier de la rivière.
- 2) Construction d'un batardeau de 25 m à l'amont du site afin de permettre la formation d'un lac et le renversement de l'écoulement dans un bassin supérieur.
- 3) Construction d'un batardeau de faible hauteur à l'amont et pompage des eaux autour de l'emplacement de la digue.

Travaux temporaires

Ceci complète la description sommaire des travaux permanents requis pour la réalisation et la mise en opération de la centrale LG 4. Les travaux temporaires nécessaires pour la construction de cet aménagement sont d'une importance vitale. Les aspects principaux mentionnés ci-après permettront d'en saisir l'ampleur.

Route

De LG 3 à LG 4, on a construit une route de 220 km qui a nécessité la construction d'un pont majeur sur la rivière Corvette. Ce pont à haubans a une longueur totale de 130 mètres, de culée à culée, et une longueur de 92 m entre le pilier localisé sur la berge et la culée sur la rive opposée.

Cité ouvrière

Afin de rencontrer les besoins de la construction, on construira une ville capable de satisfaire les besoins de 3 500 habitants. Dans cette ville, on trouvera un centre administratif, un centre hospitalier, des entrepôts, des garages, des lieux de loisirs, un magasin général, des lieux d'habitations, une usine de filtration, une usine de traitement des eaux vannes (primaires et secondaires), un centre pour les carburants, un poste de sécurité publique et deux cafétérias ; une capable de servir 3 000 repas en deux heures et l'autre d'une capacité de 1 000 repas. On prévoit que dans la cité ouvrière construite sur un emplacement de 50 hectares (120 acres), il y aura environ 250 bâtiments de toute nature, à partir de la guérite de contrôle à la cafétéria de 3 000 repas.

Village familial

A environ 8 km de la cité ouvrière, il y aura un village conçu pour environ 280 familles. Le centre communautaire et commercial de ce village comprend, entre autres, une piscine, une salle de quilles, un cinéma, un centre de loisirs, un aréna et les magasins capables de

satisfaire aux besoins de la population locale. Il y aura aussi une école pour l'enseignement aux enfants, de la maternelle au secondaire V.

À quelques exceptions près, tous les bâtiments de la cité ouvrière et du village sont préfabriqués et modulaires.

Génération thermique

Un poste de génération au mazout d'une capacité initiale de 4.8 MW sera installé. Eventuellement cette capacité sera augmentée à 12 MW afin de satisfaire les besoins grandissants et d'assurer le maintien des services essentiels, advenant une panne sur les lignes d'alimentation en provenance de LG 3.

Aéroport

A environ 20 km de LG 4 sur la route de LG 3, on construira un aéroport avec piste en gravier d'une longueur de 5 400 pieds, capable de recevoir les Convair et le Hercules de la Société aussi bien que les 727 et 737 commerciaux. Cet aéroport a tout l'équipement requis pour les vols aux instruments de jour et de nuit. De plus, il est muni de génératrice d'urgence, d'une usine de filtration, d'une usine d'épuration, de réservoirs de carburants, d'entrepôts, de l'aérogare et du service de sécurité.

Evolution de l'ingénierie

La Société d'énergie de la Baie James confiait en octobre 1974 à la firme d'ingénieurs consultants Rousseau, Sauvé, Warren Inc. l'ingénierie du projet LG 4. Depuis cette date, les études se poursuivent et le premier contrat pour les travaux de la centrale a été octroyé en décembre 1977. Il est prévu que le 9^{ième} groupe entrera en opération en avril 1985.

La préparation des plans et devis pour la réalisation de cette centrale exigera la soumission des documents suivants :

- Memorandums techniques et communications d'études — 40
- Rapports intérimaires d'exploration et d'aménagement — 12
- Enoncés d'envergure — 20
- Plans et devis pour appels d'offres — 45
- Nombre de dessins approximatif — 2 500

Même si le point de vue le plus spectaculaire dans la réalisation de ces grands travaux est l'aspect visuel des chantiers, qui sont aussi sous le contrôle d'ingénieurs, on a souvent tendance à ignorer ou à minimiser la somme énorme de travail, d'efforts, de recherche et d'expériences qui a été dépensée par les ingénieurs, techniciens et dessinateurs durant toutes les études préliminaires et de conception.

LG 4 sera une entreprise de coopération et on espère que tous ceux qui participeront à sa réalisation, du manœuvre au maître d'œuvre, seront fiers de leur travail. ■



Communiqué de la Société d'énergie de la Baie James

LA VIE DE VILLE DANS UN CHANTIER ÉLOIGNÉ

Les grands chantiers éloignés ne sont plus ce qu'ils étaient. Leur « rapprochement » avec les grands centres urbains, grâce à l'avion, et l'apparition de l'élément féminin dans un monde jusque-là exclusivement masculin en ont changé la face.

À la Baie James, par exemple, un véritable réseau aérien rapproche le travailleur du Complexe La Grande des principales régions du Québec. Deux sociétés commerciales font la navette quotidiennement entre Montréal et LG 2 : l'une via Val d'Or, l'autre via Québec et Bagotville. La Société d'énergie de la Baie James, de son côté, dispose de cinq appareils de type Convair 580 pour transporter le personnel de ses entrepreneurs aux autres chantiers du Complexe et permettre les déplacements d'un chantier à l'autre.

Quant aux femmes, elles forment maintenant environ dix pour cent de l'effectif dans plusieurs des grands chantiers.

UN LOGEMENT POUR TOUS

En 1978, les chantiers du Complexe La Grande compteront 14 500 personnes. Travailleurs et travailleuses logent, à raison de deux par chambre, dans des dortoirs qui leur sont respectivement réservés. Chaque dortoir abrite de 20 à 24 personnes et comporte un module de services qui regroupe douches, lavabos, cabinets de toilette ainsi qu'une lessiveuse et une sècheuse automatiques... qui fonctionnent sans l'habituel "gobe-sous" des "buanderettes".

Les grands chantiers sont également dotés d'un village familial où résident les cadres avec leur famille. Moyennant location, ces derniers habitent, pendant les années que durera leur séjour, des roulottes ou des maisons préfabriquées, selon le nombre de leurs enfants. Les cadres célibataires résident au campement des travailleurs, dans des appartements de style "bachelor".

UNE NOURRITURE GÉNÉREUSE

Tôt le matin, son petit déjeuner terminé, le travailleur quitte la cantine en apportant un ou deux sacs blancs, dépendant de la robustesse de son appétit. Il y a entassé sandwiches, fromages, fruits ou légumes frais qu'il a pris à la cantine pour son lunch du midi. L'entrepreneur lui fournit sur les lieux de son travail une soupe et un café bien chauds.

Les travailleurs se retrouvent tous pour le souper à la vaste cantine du campement. Le service y est rapide, les menus variés et les portions généreuses.

L'INGÉNIEUR

Les repas et lanches de la cantine sont gratuits. Cependant, les travailleurs doivent déboursier pour ce qu'ils consomment au casse-croûte du campement, ouvert toute la journée. Les résidents du village doivent défrayer les coûts de leur alimentation. L'épicerie du village offre des prix comparables à ceux de Montréal.

LES SERVICES D'UNE VILLE MODERNE

Le campement offre les services municipaux d'une ville de grandeur moyenne... et même davantage. Il est en effet doté d'un système d'alimentation en eau potable et d'une usine d'épuration des eaux usées. C'est par des génératrices mues par des moteurs diesel qu'est temporairement assurée l'alimentation en électricité. Le Service de sécurité publique (SSP) de la Municipalité de la Baie James (MBJ) assure l'ordre, la sécurité et la protection contre l'incendie. Son personnel, pour l'ensemble du Complexe, compte 52 policiers, 23 pompiers, 136 gardiens et 37 préposés à l'administration.

Conçu de façon à permettre aux travailleurs d'avoir accès à pied à tous les services communautaires, le campement dispose d'un magasin général qui offre à des prix comparables à ceux de Montréal des articles d'utilisation courante — une chapelle, une banque, un bureau de poste, une buanderie, une taverne et des téléphones publics.

Bien structurés, les services de santé incluent des cliniques de premiers soins, à chaque chantier et, à LG 2, un hôpital de 20 lits comprenant une pharmacie et un service de radiographie. L'ambulance répond à LG 2 aux appels d'urgence. Dans chaque chantier, un hélicoptère est affecté en priorité au transport de malades ou de blessés qu'on achemine vers l'hôpital de LG 2 ou vers le plus proche aéroport pour évacuation vers les grands centres urbains. Grâce à un système de transmission électronique, des spécialistes de l'Hôpital du Sacré-Coeur, de Cartierville, peuvent étudier à distance et instantanément des électrocardiogrammes effectués à l'hôpital de LG 2.

DES LOISIRS POUR TOUS LES GOÛTS

Via le satellite de communications Anik, un récepteur-émetteur local retransmet en direct à LG 2 et à LG 3 les émissions de télévision et de radio des réseaux français de Radio-Canada ; d'ici la fin de 1977, les émissions atteindront tous les chantiers majeurs du Complexe.

De nombreux loisirs sportifs et culturels organisés sont mis à la disposition des résidents du campement et du village familial. Entre autres sports, citons le billard, les

quilles, le ping-pong, le badminton, le hockey, le ballon-panier, le ballon volant, le ballon-balai, la balle molle, le soccer, le ski, la natation, le patinage et le culturisme.

En nombre plus restreint, les loisirs culturels ont aussi leurs adeptes qui fréquentent les ateliers d'artisanat, de photo, d'arts plastiques et la bibliothèque (à LG 2). Le cinéma, première activité à être organisée dès l'ouverture d'un chantier, présente deux projections quotidiennes afin de servir également les travailleurs de nuit et de jour. Le programme varie quotidiennement ou aux deux jours. Des spectacles de théâtre ou de variétés sont offerts occasionnellement à raison d'un coût d'entrée minime. Toutes les installations de sports ou de loisirs sont à la disposition de la population entière du chantier.

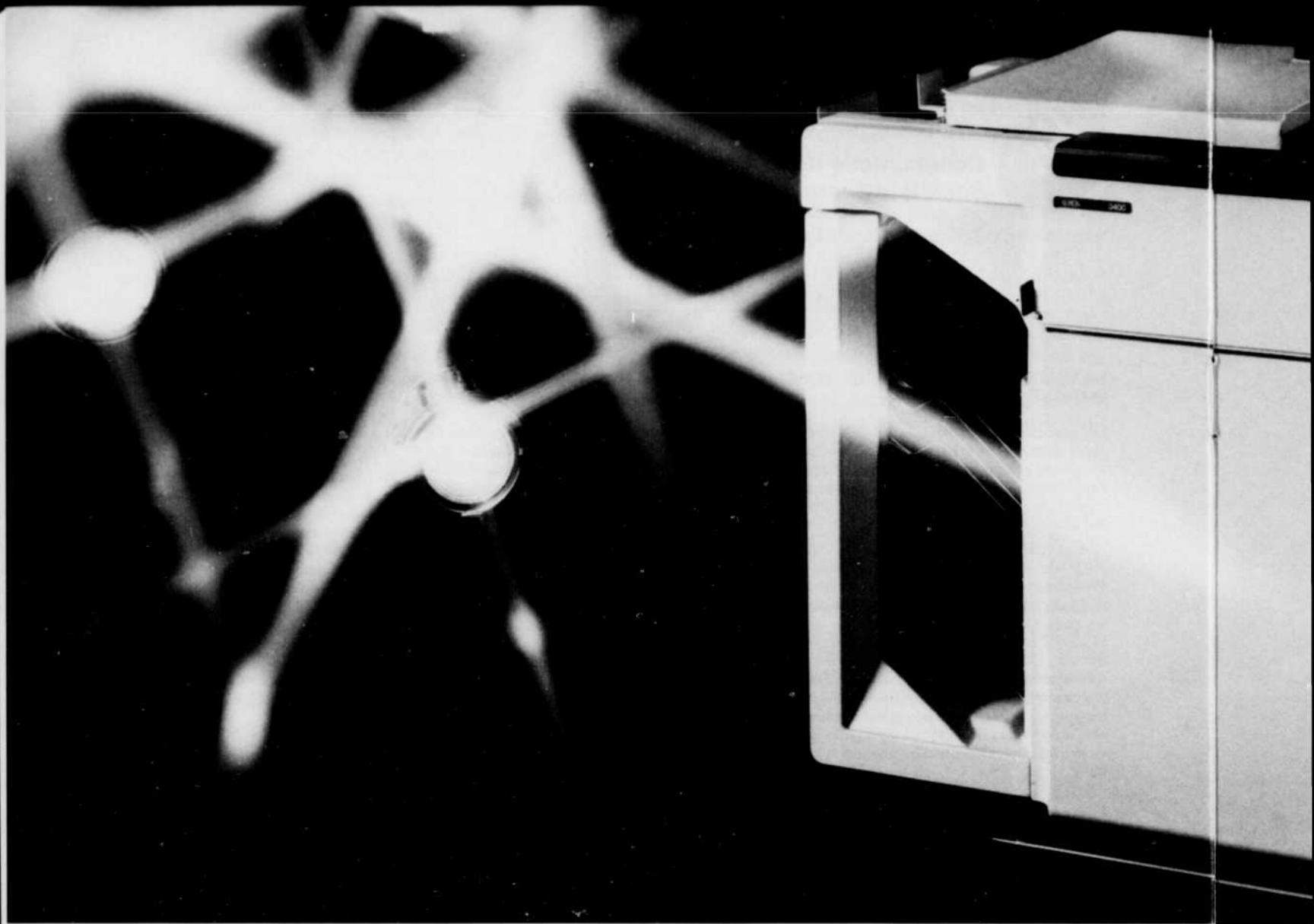
LA CARTE D'IDENTITÉ

Tout travailleur, visiteur ou membre de la gérance, doit détenir une carte d'identité qui lui est fournie par le Centre de vérification de chaque point d'entrée du territoire. La carte d'identité sert de laissez-passer et constitue en quelque sorte une carte d'accréditation ; elle donne accès aux services gratuits, logement et cantine. Sans elle, le contrôle du logement serait un perpétuel imbroglio. Elle permet de retracer rapidement, en cas d'urgence, tout travailleur œuvrant dans le territoire. Et, fait non négligeable, elle permet au chef cuisinier de commander la quantité voulue de tartes aux pommes...

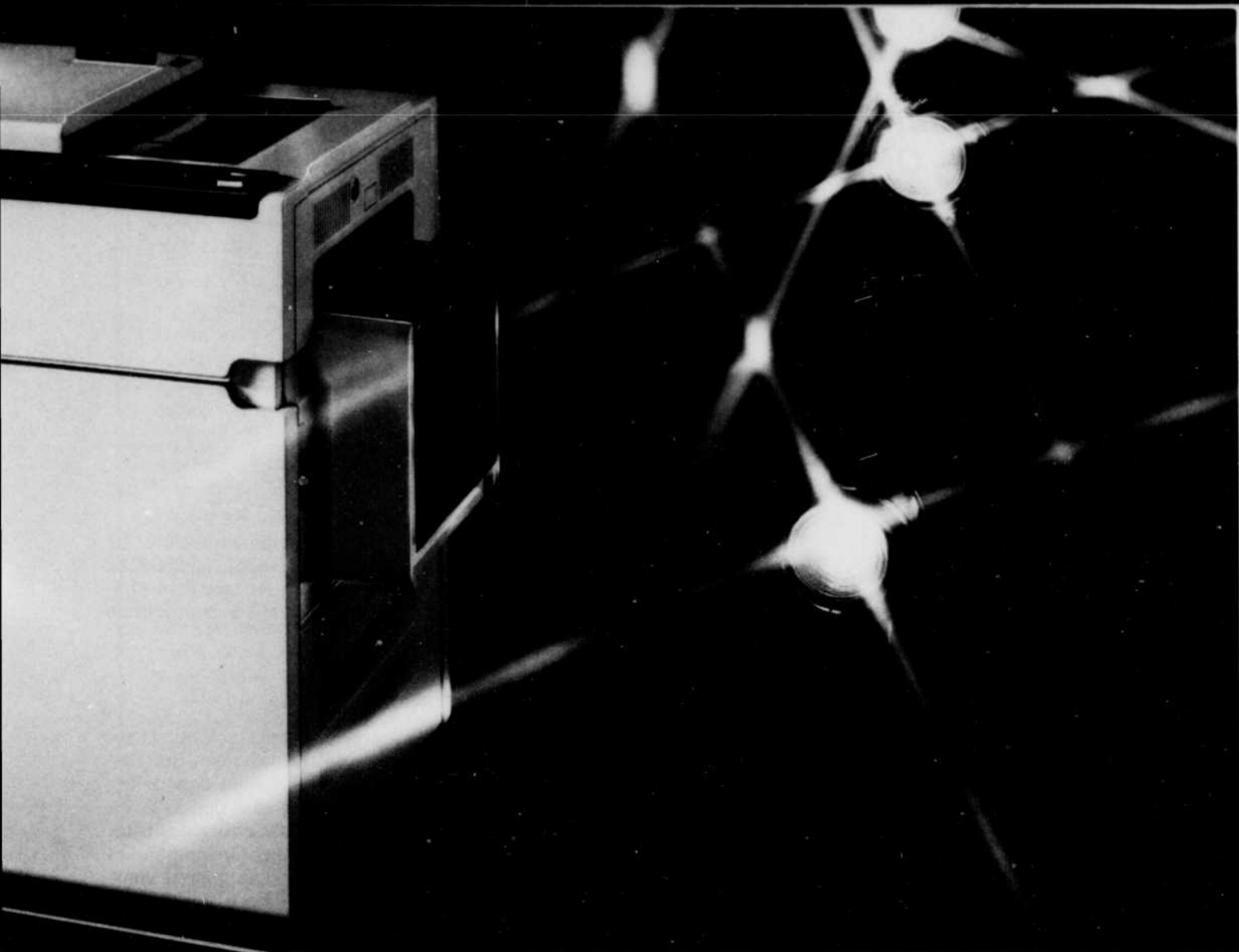
DES REVENUS INTÉRESSANTS

À la Baie James comme dans tous les chantiers du Québec, les travailleurs sont régis par le Décret de la construction. Rémunérés aux mêmes taux horaires que leurs camarades des autres régions du Québec, les travailleurs du Complexe se font cependant des revenus plus élevés, des heures supplémentaires étant comprises dans la semaine normale de 60 heures, (six jours de 10 heures). Tout travail exécuté après les 50 premières heures de la semaine est en effet payé à tarif et demi. Toute heure excédant les 60 heures régulières est rémunérée à tarif double. Le travail du dimanche, s'il coïncide avec un jour férié, est rémunéré à tarif triple.

Les dépenses étant réduites au minimum et les revenus élevés, le travailleur peut amasser des épargnes considérables. Cela motive de nombreux employés à retourner chaque année "dans le Nord" pour s'acheter une maison ou pour rembourser de vieilles dettes... Le Complexe La Grande comptera dans quelques années son contingent de "vétérans".



La nouvelle Xerox 3400.
Un copieur compact
tout plein d'impact.



Une primeur pour 1978!

Tout compact qu'il soit, le copieur Xerox 3400 peut vous satisfaire en plusieurs points; et sans qu'il vous en coûte plus cher.

Un aménage-document semi-automatique pour vous sauver temps et effort.

Deux paniers pour la sélection automatique du genre de papier ou de son format.

Une trieuse pour vous permettre d'assortir en quelques minutes jusqu'à

15 jeux de documents.

Et une qualité d'impression irréprochable à partir d'originaux au crayon et au carbone, pâles ou foncés.

Quel autre petit copieur de bureau peut en faire autant?

Passez vous en convaincre en notre salle de montre. Ou bien appelez-nous pour une démonstration.

D'accord, elle est compacte notre nouvelle Xerox 3400... Mais avec quel impact!

Xerox du Canada Limitée

XEROX

XEROX est une marque déposée de XEROX CORPORATION utilisée par XEROX DU CANADA LIMITÉE en tant qu'usager inscrit.
3400 est une marque de commerce de XEROX CORPORATION. N'existe qu'en certaines régions.

DÉTOURNEMENT EASTMAIN — OPINACA — LA GRANDE

par Noël Yvon Lavoie, ing.*

Sommaire

Ce projet comprend tous les ouvrages nécessaires au détournement des eaux du bassin supérieur des rivières Eastmain, Petite Opinaca et Opinaca dans le but d'accroître le potentiel hydraulique de La Grande Rivière en amont de l'aménagement hydro-électrique de LG 2.

Détournement Eastmain — Opinaca — La Grande

Le détournement Eastmain — Opinaca — La Grande, plus connu sous le nom de projet E.O.L., désigne l'ensemble des ouvrages nécessaires au détournement des rivières Eastmain, Petite Opinaca et Opinaca de leurs cours naturels et l'acheminement de ces eaux vers le réservoir de la centrale La Grande 2 (LG 2).

Situation géographique

Le bassin versant de la rivière Eastmain est borné au nord par le bassin de la Grande Rivière, à l'est par la tête des eaux des rivières Caniapiscou (versant de la Baie d'Ungava) et Mouchalagan (versant du fleuve St-Laurent, côté nord) et au sud par les bassins des rivières Rupert et Pontax. La rivière Eastmain, d'une longueur de près de 450 milles, est alimentée par plusieurs tributaires dont le principal est la rivière Opinaca, située au nord du cours de l'Eastmain dans lequel elle déverse ses eaux à 22 milles de la Baie James. La superficie totale du bassin de la rivière Eastmain est de 17 900 milles carrés. La rivière Opinaca draine à elle seule une superficie de 5 200 milles carrés, représentant à peu près 30% du bassin total. La dénivellation naturelle des eaux de la rivière Eastmain est au total de 1 600 pieds dont 1 000 pieds sont répartis en chutes et

rapides sur un peu plus de sa moitié supérieure. Le bassin du tributaire principal, l'Opinaca, contient de nombreux lacs importants à savoir, les lacs Petit Opinaca, Low, Opinaca, qui seront mis à contribution dans le détournement.

Schéma du détournement

Lors des études d'avant-projet, il a été établi que la solution la plus économique de l'aménagement des bassins de l'Eastmain et de l'Opinaca résidait dans le détournement des eaux dans le bief amont de LG 2. La présence d'un plateau à quelque 100 milles des côtes de la Baie James créait des conditions topographiques favorables au détournement. Il s'agissait alors de constituer à l'aide de digues un plan d'eau débouchant dans un affluent de la rivière La Grande : le réservoir porte le nom d'Opinaca.

Cette étape d'étude franchie, la Société d'énergie de la Baie James confia à la firme d'ingénieurs-conseils Lalonde, Girouard, Letendre et Associés, de Montréal, le soin d'entreprendre les études définitives et la préparation des plans et devis du projet.

Les principales caractéristiques du réservoir Opinaca sont indiquées au tableau 1 ; la disposition des ouvrages est montrée sur la planche 1.

Réservoir Opinaca

Les ouvrages du réservoir Opinaca n'assurent à toutes fins utiles que le transbordement des apports vers LG 2. En raison de la capacité limitée du réservoir, le mode d'opération exige un cycle annuel complet de remplissage et de vidange ; par contre, les restrictions imposées par « La Convention de la Baie James et du Nord Québécois » telle que la restriction des déversements dans les rivières Eastmain et Opinaca ainsi que le maintien des niveaux naturels enregistrés au lac Sakami le long du parcours des eaux vers LG 2 ont été des facteurs déterminants dans l'établissement des règles de gestion du réservoir. Le réservoir capte les eaux d'une superficie de 15 550 mi² provenant des bassins supérieurs des rivières Eastmain, Petite Opinaca et Opinaca : les apports donnent une moyenne de 28 500 pieds cubes par seconde.

L'auteur :

M. Noël Yvon Lavoie, ingénieur travaux publics et bâtiments, diplômé de l'École Polytechnique de Montréal en 1951, est ingénieur de projet du détournement Eastmain — Opinaca — La Grande, à la direction Ingénierie de la Société d'énergie de la Baie James.

TABLEAU I
PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU RÉSERVOIR OPINACA

DÉTOURNEMENT EASTMAIN - OPINACA - LA GRANDE					
A- GÉNÉRALITÉS					
Réserve utile					125 10 ⁹ pi ³
Niveau amont maximal					708 pi
Niveau amont minimal					695 pi
Superficie de la retenue					307 mi ²
B- BARRAGES ET DIGUES (Remblais en 10 ³ v.cu.)					
	Eastmain	Petite Opinaca	Opinaca	Lac Boyd	Total
Moraine (Zone imperméable)	730	500	160	150	1 540
Granulaire (Zone semi-imperméable)	2 250	2 600	80	500	5 430
Enrochement (Zone à drainage libre)	720	200	460	150	1 530
TOTAL	3 700	3 300	700	800	8 500
C- OUVRAGES D'ART					
		Unité	Évacuateur de crues		Ouvrage régulateur
			Eastmain	Opinaca	
Débit de conception		pcs	220 000	146 000	70 000
Nombre de passes		-	3	2	3
Vannes wagons	Largeur	pi	40	40	30
	Hauteur	pi	66.5	66.5	43
Niveau du seuil	Élévation	pi	644.5	644.5	669.0
Excavation des canaux	Mort-terrain	v.cu.	275 000	47 000	40 000
	Roc	v.cu.	900 000	465 000	185 000
Béton		v.cu.	30 000	17 000	15 000
Armature		tonnes	1 000	600	650

Le bassin versant de la rivière Eastmain constitue 72% de la superficie totale de drainage des trois rivières et 76% du ruissellement. Cependant, l'emmagasinement qui se trouve dans le bassin de l'Eastmain ne représente que 10% de la capacité totale des 125 x 10⁹ pi³ du réservoir Opinaca.

La coupure de la rivière Eastmain est réalisée par la construction d'un barrage (OA-11) à l'aval de l'embouchure de la rivière Wabamisk. La rivière Eastmain déverse alors ses eaux dans le lac Petit Opinaca en empruntant la vallée de la rivière Wabamisk. Un barrage (OA-10) sur la rivière Petite Opinaca achemine ces apports dans le lac Opinaca en passant par le lac Low. Un troisième barrage (OA-5) coupe la rivière Opinaca. La coupure de ces trois principaux cours d'eau complétée, la fermeture du réservoir est assurée par sept digues d'envergure variable dont la description est donnée plus loin.

Évacuateurs de crues

Les études entreprises pour la détermination de la crue maximale ont établi le débit de pointe à 442 000 pcs. Grâce au laminage de cette crue à travers le réservoir, l'évacuation a pu être réduite à 366 000 pi³/s et assurée par un évacuateur de trois vannes wagons de 40 pieds de largeur sur 66.5 pieds de hauteur sur la rivière Eastmain (débit de conception égal à 220 000 pcs) et un second évacuateur à deux vannes de même type et de mêmes dimensions sur la rivière Opinaca (débit de conception égal à 146 000 pcs). Dans les deux cas, la

cote du seuil est établie à l'élévation 644.5 pi. Sauf pour les dimensions, les deux évacuateurs de crues sont en tous points semblables et placés dans des conditions similaires. Le canal d'amenée ainsi que l'ouvrage lui-même sont entièrement dans le rocher à l'exception de la culée nord qui excède le rocher et sert de butée à l'extrémité du barrage. La partie inférieure du canal de fuite reste dans le rocher mais dans le cas de l'Eastmain, il doit traverser des dépôts alluvionnaires de sable et de silt de 15 à 25 pieds d'épaisseur, ce qui nécessite une protection adéquate des berges. Un modèle hydraulique construit à l'échelle de 1 dans 100 a permis d'étudier le fonctionnement de l'ouvrage lorsqu'il est soumis à diverses manœuvres. On a pu ainsi corriger la courbure du canal d'amenée et éliminer l'arrivée de courants tangentiels à l'amont du barrage par la mise en place d'un épi qui vient s'appuyer sur un piton rocheux. On a pu observer sur le modèle les zones d'érosion sur les berges du canal de fuite et de la rivière. Le modèle a de plus servi à l'expérimentation des phases successives de coupure de la rivière en utilisant les canaux d'amenée et de fuite comme canal de dérivation provisoire.

Pendant la construction des barrages OA-11 et OA-5, les eaux des rivières Eastmain et Opinaca seront dérivées par les canaux prévus pour les évacuateurs de crues. Afin de minimiser la tête d'eau au moment de la coupure, le radier des canaux sera maintenu en pente uniforme au niveau du lit de la rivière aux points amont et aval sans l'obstruction des coursiers.

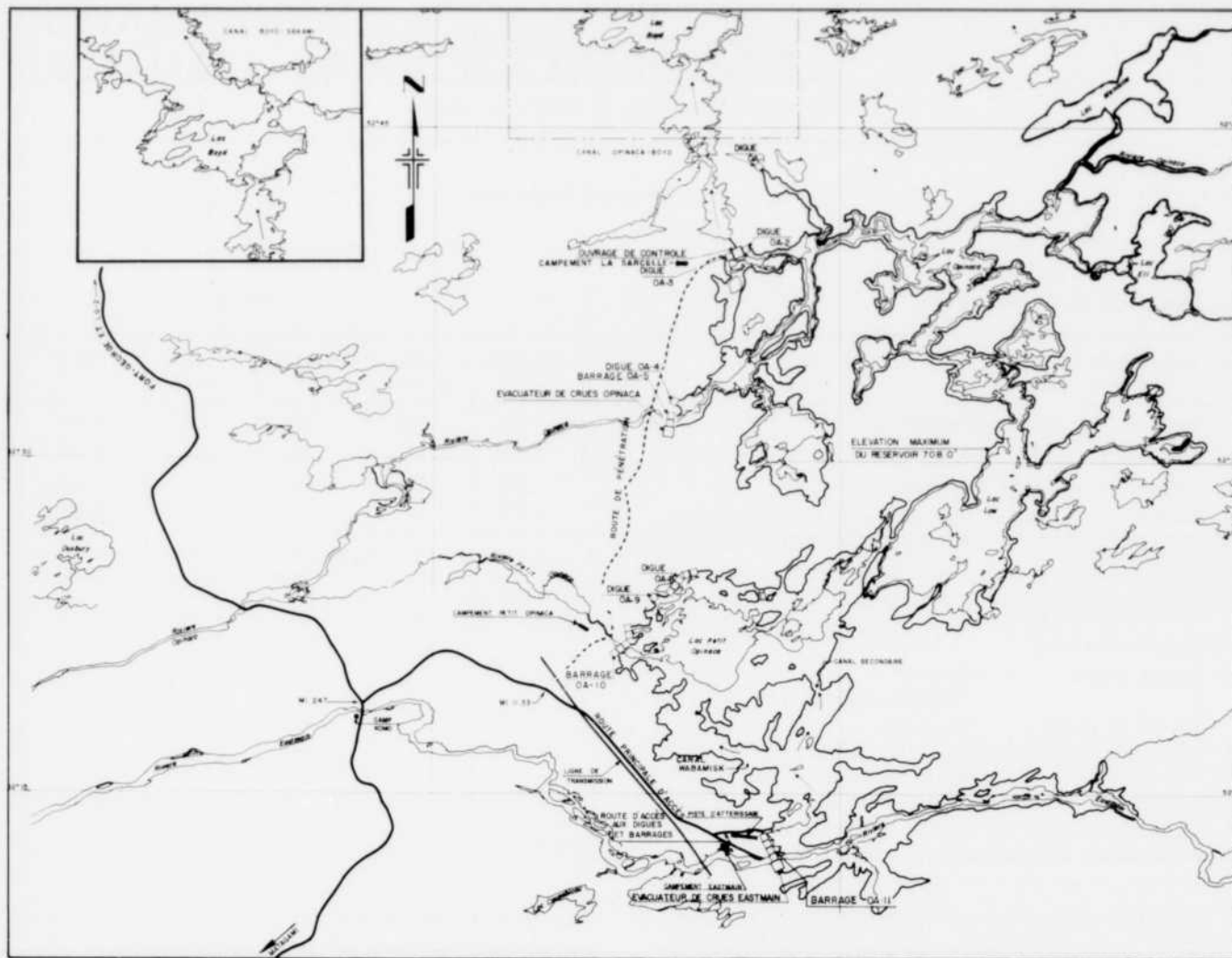


Planche 1 - Détournement E.O.L. - Agencement général

Ceci nécessitera une phase de bétonnage après la mise en eau. Cet inconvénient dans la construction se trouve largement compensé par la facilité de la coupure de la rivière et la construction du batardeau amont. Quant à la Petite Rivière Opinaca, il est possible de construire le barrage OA-10A sans dérivation, le rythme de remontée du plan d'eau amont demeurant faible, il suffit de construire un batardeau jusqu'au niveau 685 pi pour contenir les eaux au cours de la construction. La même observation s'applique à la coupure de l'exutoire secondaire pour la construction des digues OA-1, OA-2 et OA-3.

Ouvrage régulateur

L'ouvrage régulateur et ses canaux d'amenée et de fuite sont localisés dans le roc à l'extrémité nord de la digue OA-3. La construction se fera à sec, aucune dérivation n'étant requise à cet endroit. L'ouvrage régulateur est conçu de façon à fournir un débit de 70 000 pieds cubes par seconde lorsque toutes les vannes sont ouvertes et que le réservoir est à sa cote maximum de 708 pieds. Il est équipé de trois vannes wagons de 30 pieds de largeur sur 43 pieds de hauteur. Le niveau du seuil est établi à l'élévation 669.0 pieds. Comme pour l'évacuateur de crues Eastmain, un modèle hydraulique à l'échelle de 1 dans 100 a été construit. Le modè-

le nous a permis d'étudier entre autres le fonctionnement de l'ouvrage et notamment les problèmes que peuvent poser le transport de frasil et la formation d'embâcle à l'aval au cours de l'hiver.

Barrages et digues

Afin de faciliter la description des ouvrages, nous distinguerons quatre régions à l'intérieur des limites du projet, régions correspondant à la répartition des contrats principaux de construction. Ces régions sont les suivantes et peuvent être repérées sur le schéma d'aménagement général (planche 1).

Au nord	Lac Boyd
Au centre-nord	Opinaca
Au centre	Petite Opinaca
Au sud	Eastmain

Les quantités de remblai sont données au tableau 1.

Région Lac Boyd - Digues OA-1, OA-2 et OA-3

Dans cette région où sera construit l'ouvrage régulateur, trois digues sont requises pour assurer la fermeture, soit les digues OA-1, OA-2 et OA-3. Ces digues ne présentent aucun problème de fondation, reposant presque entièrement sur le roc, sauf pour une partie de la digue OA-1 où le fond de la vallée se compose de

moraine. Ce sont des digues du type zoné et comprennent un noyau de moraine, une zone de transition de sable et gravier et des épaulements de granulaire grossier ; la pente amont est protégée par de l'enrochement.

Région Opinaca – Barrage OA-5 et Digue OA-4

Le barrage OA-5 coupe la rivière Opinaca. Orienté dans la direction nord-sud, il consiste en une structure d'enrochement avec noyau de moraine. Il bute sur le mur de l'évacuateur de crues au sud et sur le cran du rocher à son extrémité nord. La rivière sera d'abord coupée par deux batardeaux. Après l'assèchement et le nettoyage de la surface, puis l'injection du rocher, l'on procédera à la construction du barrage de façon conventionnelle. La digue OA-4 sert à fermer une légère dépression au nord de la rivière.

Région Petite Opinaca – Barrage OA-10A, Digues OA-8, OA-9 et OA-10B

Le barrage OA-10A, de type zoné, est construit entièrement sur une fondation rocheuse. A cause de fractures importantes observées dans le roc au cours de la préparation des fondations, un soin très particulier sera apporté aux injections de rideau et de colmatage. La digue OA-10B, aussi de type zoné, verra son noyau de moraine pénétrer dans la fondation de moraine par l'excavation d'une clé profonde de quelque 25 pieds. La digue OA-9 est une digue de revanche construite à l'aide de matériaux inorganiques excavés lors du décapage des digues. La digue OA-8, de type zoné, repose en partie sur le rocher et le reste sur la moraine où une clé sera prévue telle que pour OA-10B.

Région Eastmain – Barrage OA-11

Le barrage OA-11 est situé au mille 101 de la rivière Eastmain qui à cet endroit a environ 1 500 pieds de largeur. Le barrage a une longueur en crête de 10 700

pieds à l'élévation 718 pieds et une hauteur maximale de 100 pieds. La stratigraphie des sols sous le barrage varie considérablement le long de l'axe. En effet le barrage est fondé soit sur des dépôts glaciaires, soit sur des dépôts alluvionnaires ou encore sur des matériaux silteux ou argileux. Du point de vue de la conception, le barrage a été divisé en trois sections, qui sont décrites comme suit :

Section Nord

Compte tenu de la présence d'argile silteuse ou de silt argileux sous forme de lentilles ou de couches discontinues dans une fondation relativement perméable, cette partie du barrage est constituée d'une section de type zoné avec une clé de moraine imperméable jusqu'au rocher.

Section terrasse

Cette partie du barrage d'une longueur de plus de 5 000 pieds et d'une largeur relativement faible est aussi de type zoné. Une coupure positive est assurée par la construction d'une tranchée de boue de cinq pieds d'épaisseur pénétrant de quelques pieds dans la formation de moraine imperméable.

Section de la rivière

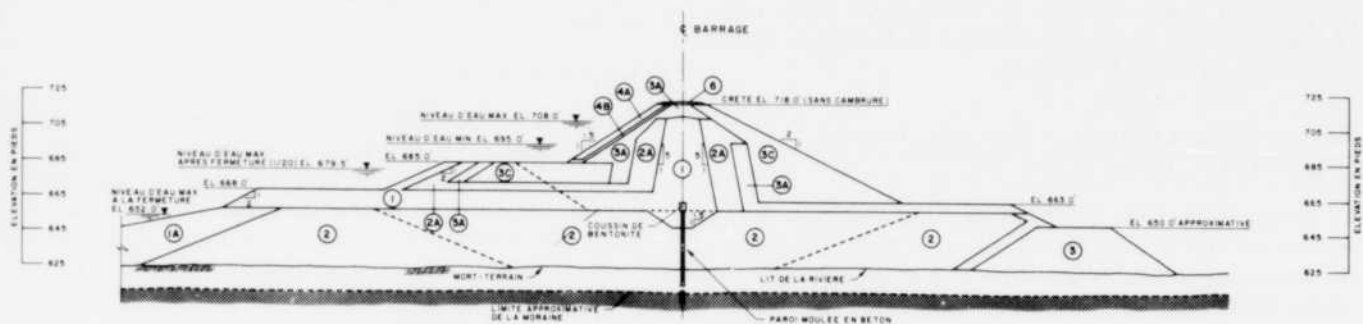
A cause de la stratigraphie du fond de la rivière, la construction des batardeaux et du barrage n'est pas réalisée suivant une méthode conventionnelle. La base de l'ouvrage est avancée en déversant par phase successive un coussin de matériaux granulaires grossiers compactés par vibro-flottation reposant sur le sol naturel. Des précautions particulières d'exécution ont été prises afin d'éviter toute surcharge indésirable et un contrôle des pressions interstitielles résultantes a été maintenu tout au cours de cette phase de chargement. Au cours de l'été 1977, le coussin a été placé dans la rivière de façon à laisser une brèche suffisamment large pour permettre le passage de la crue du printemps (voir photo). Au cours du mois de juillet 1978, l'on pro-



Rivière Eastmain – Barrage OA-11 et Evacuateur de crues en construction

LEGENDE

- ① MORAINE COMPACTÉE MAXIMUM 12"
- ①A MORAINE DE VERSEE MAXIMUM 12"
- ② GRANULAIRE GROSSIER TOUT VENANT
- ②A SABLE ET GRAVIER MAXIMUM 5"
- ③ ENROCHEMENT TOUT VENANT POUR BATARDEAU MAXIMUM 12"
- ③A ENROCHEMENT COMPACTE MAXIMUM 9"
- ③B ENROCHEMENT DE VERSEE MAXIMUM 9"
- ③C ENROCHEMENT MAXIMUM 48"
- ④A ENROCHEMENT MAXIMUM 2000 LB POUR PERRE
- ④B ENROCHEMENT MAXIMUM 250 LB POUR COUSSIN DE PERRE
- ⑤ PIERRE CONCASSÉE MAX 1" OU GRANULAIRE NATUREL
- MORT - TERRAIN
- LIMITE APPROXIMATIVE DE LA MORAINE



cédera à la fermeture complète en comblant la brèche du batardeau aval et le coussin pourra alors être complété. Pendant que l'on terminera la compaction du coussin par vibro-flottation, le batardeau amont devra atteindre la cote 685 pieds pour prendre soin de la remontée des eaux. L'étanchéité de la fondation sera assurée par la construction d'une paroi en béton moulée sur place, qui sera ancrée au rocher ou dans la fondation du moraine. La partie inférieure terminée, le barrage sera complété tel que montré sur la coupe représentée sur la planche 2.

Parcours des eaux Boyd – Sakami – LG 2

Les eaux détournées des rivières Eastmain et Opinaca, en quittant l'ouvrage régulateur, se déversent dans le lac Boyd, empruntent la rivière Boyd pour déboucher dans le lac Sakami et finalement se rendre au bief amont de LG 2.

Réalisation et mise en exploitation

Les travaux de construction des ouvrages permanents ont débuté au mois de mars 1977. Afin de rencontrer cette date, il a fallu mettre en œuvre une année à l'avance la construction des routes d'accès et la piste d'atterrissage ainsi que l'installation des campements. Le site privilégié du projet E.O.L. à proximité de la route principale Matagami-La Grande a permis de compléter rapidement les travaux d'infrastructure. Cet emplacement permet de plus la construction d'une ligne de transport à partir du poste de Némiskau pour l'alimen-



Campement EOL, vue aérienne vers l'est

tation énergétique des ouvrages permanents. La mise en eau du réservoir est prévue pour le mois d'août 1980 et la dérivation dans le réservoir LG 2 sera complétée pour le mois d'octobre de la même année. ■

DÉTOURNEMENT CANIAPISCAU

par Pierre Brindamour, ing.*

Sommaire

Le détournement de la rivière Caniapiscou vers La Grande Rivière a pour but d'augmenter la capacité et la production de l'énergie garantie du Complexe La Grande et de diminuer ainsi le nombre total d'aménagements hydro-électriques en les concentrant tous dans la même région. Les deux éléments du Détournement Caniapiscou sont le réservoir Caniapiscou et le bassin de Fontanges.

Introduction

Le réservoir Caniapiscou et le bassin de Fontanges contribuent tous les deux à détourner les eaux de la partie supérieure du bassin de drainage de la rivière Caniapiscou dans le bassin de drainage de La Grande Rivière, procurant ainsi un débit moyen annuel additionnel de 28 500 pieds cubes par seconde aux quatre centrales du Complexe La Grande. A la sortie du réservoir, les eaux sont d'abord déversées dans le bassin de Fontanges, situé dans la partie sud-est du bassin de drainage de la Grande rivière de la Baleine et ensuite acheminées vers le bassin de drainage de la rivière Laforge, affluent de La Grande Rivière, en amont de LG 4. L'aménagement des deux retenues est montré à la figure 1.

Les deux rôles essentiels du réservoir Caniapiscou sont premièrement de rehausser le plan d'eau de la rivière Caniapiscou, permettant de franchir la ligne naturelle de partage des eaux entre son bassin de drainage et celui de la Grande rivière de la Baleine et, deuxièmement, de créer une réserve utile de 1 400 milliards de pieds cubes, assurant ainsi la régularisation saisonnière du Complexe La Grande.

La Société d'énergie de la Baie James étudie présentement la possibilité d'aménager le potentiel éner-

gétique disponible entre le réservoir Caniapiscou et le bief amont de la centrale LG 4. Les sites propices sont ceux de Brisay, de LA 2 et de LA 1.

Description générale du projet

A — Le réservoir Caniapiscou

Les caractéristiques

A la fermeture de la rivière Caniapiscou, le bassin draine une superficie de 14 240 milles carrés. Les eaux de cette rivière sont accumulées dans la réserve utile de la retenue qui est contenue entre les cotes 1 757 et 1 714.5. La surface inondée par le plan d'eau est de 1 660 milles carrés, au niveau maximum du réservoir.

Le schéma d'aménagement

L'aménagement du réservoir Caniapiscou est réalisé par la construction de deux barrages et de 41 digues, nécessitant la mise en place de 34 500 000 verges cubes de remblai et l'excavation de 4 650 000 verges cubes de déblai. Pour effectuer la fermeture de la rivière Caniapiscou, une galerie de dérivation est implantée dans la butée « ouest » du barrage KA 3. Cette galerie fait 50 pieds de diamètre et 1 200 pieds de longueur. Elle sera éventuellement fermée par deux vannes plates de 25 pieds de largeur et 50 pieds de hauteur et scellée par un bouchon de béton situé immédiatement sous l'axe du barrage KA 3.

Le surplus d'eau entrant dans le réservoir est retourné à la rivière Caniapiscou, au point de fermeture, par un évacuateur de crues. Cet ouvrage qui est muni de deux ouvertures de 40 pieds de largeur et de 55 pieds de hauteur, a une capacité de 130 000 pieds cubes par seconde. Durant l'exploitation, les eaux du réservoir sont acheminées vers l'ouvrage régulateur situé à l'ouest du réservoir, au nord du lac Brisay. La structure se trouvant à la sortie d'une galerie de 40 pieds de diamètre est munie de quatre vannes plates qui peuvent être agencées pour garantir le débit requis par l'exploitation à tous les niveaux du réservoir. Deux canaux devront être creusés à environ trois milles au sud de l'ouvrage régulateur pour approfondir des passes étroites dans le cheminement des eaux sous le niveau minimum du réservoir. Le lac à l'aval de l'ouvrage ré-

* L'auteur :

M. Pierre Brindamour, diplômé du Royal Military College en 1963, est ingénieur de projet de Caniapiscou, à la direction Ingénierie de la Société d'énergie de la Baie James.

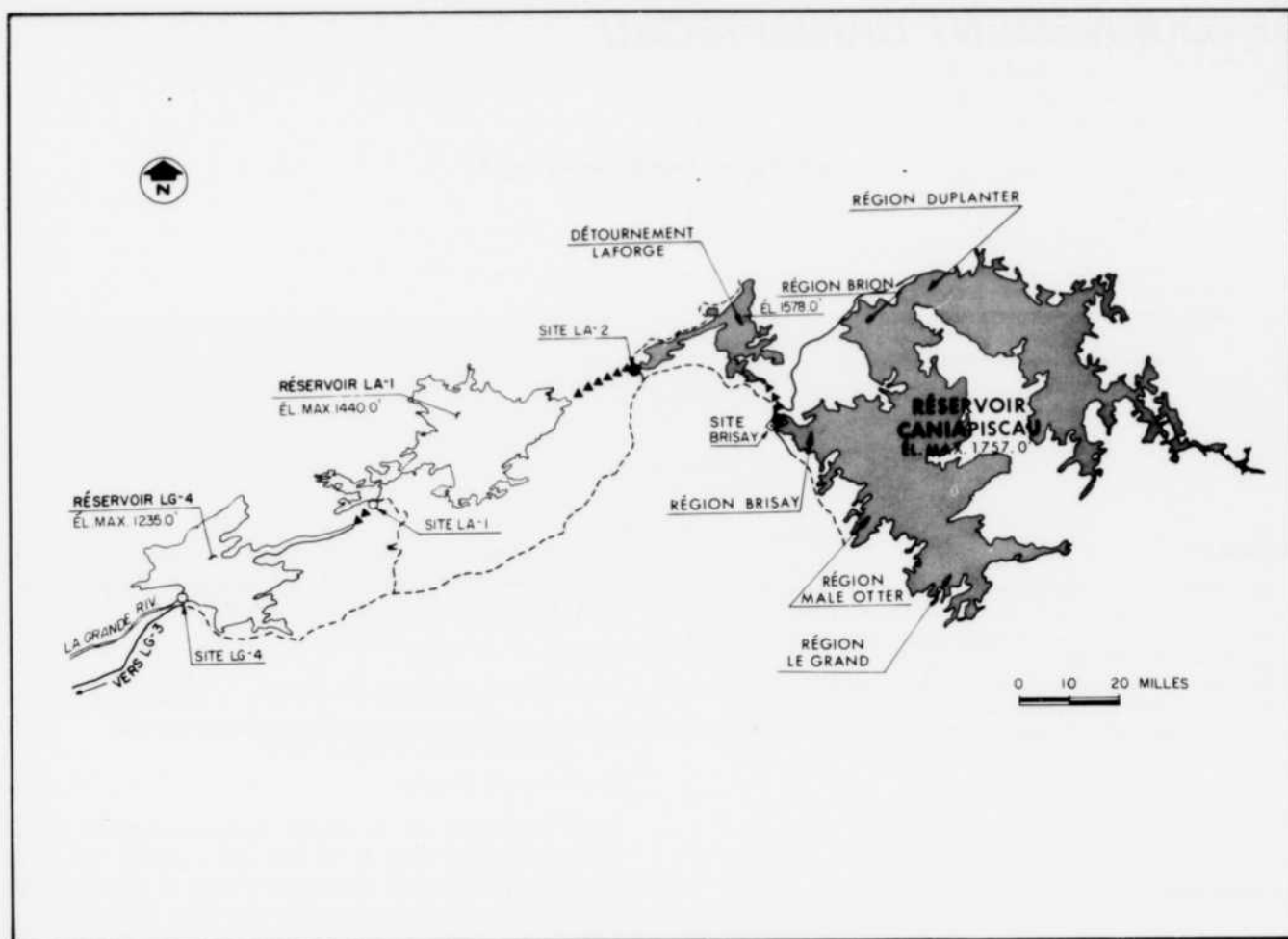


Figure 1 – Détournements Caniapiscau et Laforge – Aménagement général

gulateur se situe naturellement à la cote 1 620. La dénivellée entre ce lac et le réservoir est en moyenne de 112 pieds. La mise en valeur du potentiel énergétique disponible sera réalisée ultérieurement par l'aménagement d'une centrale hydro-électrique d'une puissance de 418 MW. Certains ouvrages seront construits en première phase, avant la mise en eau du réservoir, pour faciliter l'aménagement en deuxième phase.

Les barrages et les digues

Les ouvrages de remblai du réservoir sont implantés dans quatre régions distinctes qui sont désignées suivant la toponymie des principaux lacs à proximité. Ces régions sont Duplanter, Brion, Brisay et Male Otter-Le Grand.

Dans la région du lac Duplanter, au nord du réservoir, la rivière se divise en deux bras et s'écoule vers le nord, de chaque côté de l'île de Duplanter. La rivière Méo qui draine un sous-bassin à l'est joint le bras « est » de la rivière Caniapiscau, à la hauteur de l'île. La coupure de la rivière est réalisée juste à l'aval du point de confluence de la rivière Méo, par la construction de deux barrages et de quatre digues qui représentent à eux seuls 80 pour cent des volumes de remblai. Les barrages KA 3 et KA 5, qui ferment les deux bras de la rivière, ont respectivement une hauteur maxi-

male de 180 et de 140 pieds et des volumes de remblai de 15 000 000 et de 6 000 000 de verges cubes. Les digues KA 1, KA 2, KA 4, KA 6 et KA 6A ajoutent quelque 6 000 000 de verges cubes de remblai aux ouvrages de fermeture (figure 2).

En raison de la complexité de l'écoulement naturel dans la région des travaux de fermeture, plusieurs variantes de mise en place de batardeaux ont été analysées. La solution retenue pour la construction des barrages KA 3 et KA 5 et de la digue KA 4 consiste à détourner, dans un premier temps, la rivière Méo et le bras « est » de la rivière Caniapiscau dans le bras « ouest » de cette dernière et, dans un deuxième temps, de diriger le débit total vers le bras « est » à travers la galerie de dérivation provisoire. L'aménagement des ouvrages des deux phases du détournement de ces rivières est illustré à la figure 2. Durant la première phase, le remblayage des digues, du barrage KA 3 et de la partie sur les deux rives du barrage KA 5 et son batardeau connexe doit avoir atteint l'altitude de 1 695 pieds, hauteur requise pour fermer le bras « ouest » de la rivière Caniapiscau et passer à la deuxième phase du détournement. Durant cette dernière phase, tous les digues et barrages doivent être construits jusqu'à l'altitude de 1 740 pieds. A cette cote, la galerie est fermée et les remblais peuvent être complétés à leur pleine hauteur sans risque d'être débordés.

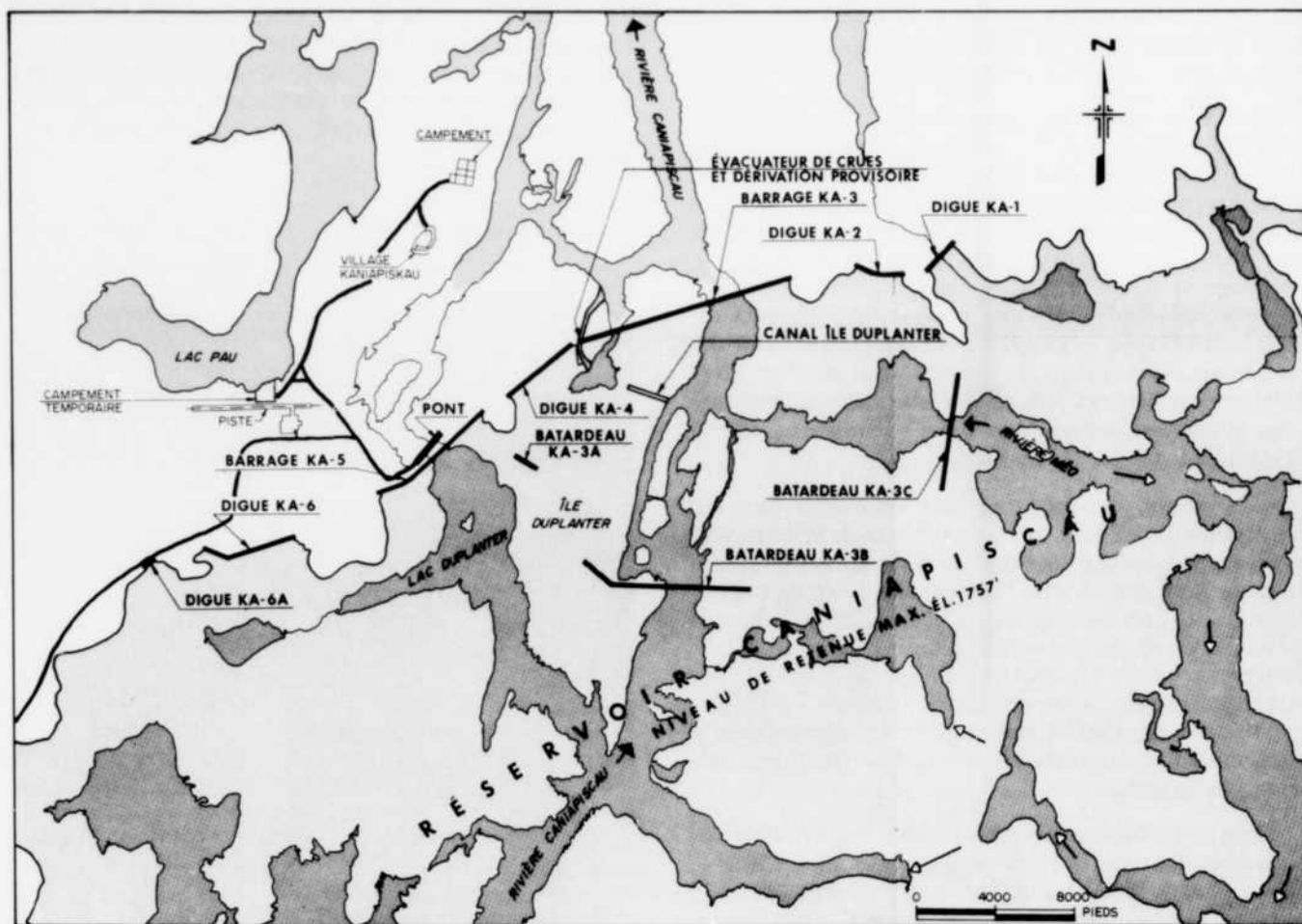


Figure 2 – Détournement Caniapiscau – Région Duplantier

En général, la topographie du réservoir étant plus élevée au sud qu'au nord, les ouvrages deviennent moins importants à mesure qu'ils s'éloignent du point de fermeture. Ainsi, dans la région du lac Brion, les digues KA 7 à KA 13, qui se trouvent à environ 17 milles à l'ouest du barrage KA 3, requièrent la mise en place de seulement 3 500 000 verges cubes de remblai. Dans la région du lac Brisay, les digues KB 14 à KB 22 nécessitent la mise en place de 2 000 000 de verges cubes de remblai. Les digues KB 21 et KB 22 interceptent la décharge de deux lacs influant dans le lac Brisay. Le renversement de l'écoulement des eaux vers le sud s'effectue à l'aide de batardeaux. Dans la région du lac Male Otter et du lac Le Grand, le volume de remblai requis pour les digues KC 23 à KC 30 représente 800 000 verges cubes. Les digues KC 24 et KC 25 interceptent deux exutoires du lac Icebound, tributaire du lac Male Otter. Le renversement des eaux forme à l'aval de ces digues une retenue dont le niveau d'eau se situe à l'altitude de 1 745 pieds, 12 pieds seulement sous le niveau maximal du réservoir.

B – Détournement Laforge

A la sortie de l'ouvrage régulateur, les eaux empruntent un parcours naturel dans le bassin de la Grande rivière de la Baleine, où la dénivellée est prononcée jusqu'aux lacs Vipart et la Beaume qui sont à la limite de la retenue du bassin de Fontanges. Un réseau de 18 digues assure le cheminement des eaux vers le seuil de

Fontanges situé sur la ligne de partage des eaux entre le bassin de la Grande rivière de la Baleine et le bassin de la rivière Laforge. Les digues représentent la mise en place d'environ 6 000 000 de verges cubes de remblai.

A Fontanges, un seuil taillé dans le roc est conçu de façon à laisser passer un débit de 40 000 pieds cubes par seconde au niveau maximal de 1 578 pieds, sous une tête d'eau de 6 pieds. Du seuil de Fontanges, un canal achemine les eaux vers le premier lac en aval. La dénivellée entre ce lac et le bassin de Fontanges est de 80 pieds. La Société d'énergie de la Baie James étudie présentement la mise en valeur de cette chute dans le cadre de l'aménagement de LA 2.

Dans le bassin de la rivière Laforge, les eaux doivent emprunter une chaîne de lacs sur une distance de 125 milles avant d'atteindre le bief amont de la centrale de LG 4. Le peu de relief de la partie supérieure du bassin de la rivière Laforge crée des conditions précaires d'écoulement en hiver, qui nécessitent des bassins intermédiaires dont les caractéristiques seront déterminées prochainement.

Les ouvrages

A – Remblai et matériaux d'emprunt

Quatre types de remblai sont utilisés pour la construction des barrages et des digues du projet de Caniapis-

eau. Le choix du type de remblai est établi en fonction de la disponibilité et de la proximité des matériaux et de la hauteur maximale de l'ouvrage.

Les barrages et les digues dont la hauteur maximale est supérieure à 70 pieds sont tous du type terre et enrochement. Ils sont composés d'un noyau vertical central imperméable, flanqué de chaque côté de zones filtres et de transition et le tout supporté par un enrochement. Les pentes extérieures amont et aval sont respectivement 1.7 (H) : 1(V) et 1.6 (H) : 1(V). En raison de l'abondance des dépôts de moraine, plusieurs digues sont du type homogène avec des pentes extérieures amont et aval de 2.5 (H) : 1 (V) et de 2.25 (H) : 1 (V) respectivement. Ces digues sont drainées par une zone granulaire interne de type cheminée, située à l'aval de l'axe.

Les cinq digues du projet de Caniapiscou qui sont constituées d'un épaulement de sable et de gravier sont situées à proximité d'un esker ou d'un important dépôt de matériaux granulaires. L'étanchéité de ce type d'ouvrage est assurée par un noyau vertical central de moraine. La digue de revanche est utilisée lorsque la cote du terrain naturel est située au-dessus du niveau maximal de la retenue, pour empêcher l'eau de s'échapper par l'action du vent et des vagues. La digue consiste d'un remblai de moraine recouvert d'un tapis de matériaux granulaires.

Les matériaux requis pour la construction des remblais abondent sur le territoire à proximité des ouvrages, sauf dans la région de Duplanter où il y a pénurie de sable et de gravier, et dans la région des lacs Brisay et Brion où les dépôts de granulaire sont éloignés, ainsi que dans la région de Fontanges où les dépôts de moraine sont épars.

La moraine glaciaire est constituée de sable silteux contenant peu de gravier. La quantité de blocs et de cailloux dans les dépôts varie de 25 à 30 pour cent. Dans la région de Duplanter, la granulométrie des matériaux passant le tamis de trois pouces est environ de 10 à 20 pour cent plus fine que celle des matériaux trouvés sur le restant du territoire : la moraine est également plus humide et sa mise en place nécessite l'usage d'un four de séchage. Les dépôts de moraine se trouvent en général à moins de deux milles des remblais. Les dépôts de sable et de gravier consistent en lentilles graveleuses entourées de sable fin. Ces lentilles ont une granulométrie variable due à une stratification de couches alternées de matériaux fins et grossiers. Le roc est un gneiss granitique sain, généralement peu fracturé. L'aménagement de carrières est facilité par les nombreux affleurements rocheux près des ouvrages.

B — L'évacuateur de crues et la galerie de dérivation

L'évacuateur de crues et la galerie de dérivation provisoire sont superposés afin de combiner leurs canaux d'amenée et de fuite. La galerie a dû être calée pour respecter les critères de stabilité du couvert de roc, et, pour cette raison, elle est toujours submergée. A la sortie de la galerie dans le canal de fuite, on retrouve un coussin d'eau de 50 pieds de hauteur qui sert à la dissipation de l'énergie de l'eau déversée par l'évacuateur

de crues. Ce coussin d'eau peut atteindre 80 pieds de hauteur à la capacité maximale de l'évacuateur. Le canal d'amenée est de section composée. La partie basse, plus étroite, sert pour la dérivation, la partie haute, plus large, sert pour l'évacuateur de crues (figure 3 et photo).



Caniapiscou — Canal d'amenée et portail d'entrée de la galerie de dérivation provisoire

A l'évacuateur de crues, il n'y a pas d'usine permanente d'alimentation énergétique. En effet, les études de simulation du réservoir ont permis de constater qu'il n'est pas nécessaire de chauffer les vannes durant l'hiver. Cependant, pour les crues de printemps ayant des périodes de retour au-dessus de cent ans, il peut être nécessaire d'ouvrir les vannes en mai ou en juin. Dans cette région, les températures de gel persistent en moyenne jusqu'au 17 juin et les vannes doivent être libérées des glaces. Un groupe électrogène portable d'une puissance de 90 kW, entraîné par une turbine à gaz, sera transporté sur place par hélicoptère chaque fois que les vannes devront fonctionner. Les gaz chauds de la turbine seront utilisés pour déglacer les vannes.

Infrastructure

L'accès au territoire se fait par voie aérienne ou de surface. Une route permanente permet l'accès de Montréal jusqu'à LG 4. De LG 4, une route d'hiver relie les campements prévus à Laforge et Brisay. De Brisay, une voie de pénétration rejoint le camp Duplanter. Un pont, situé à l'aval de l'emplacement du barrage KA 5, permet d'accéder à l'île de Duplanter. Une piste, où peuvent atterrir les avions de transport lourd, est aménagée à proximité du campement de Duplanter.

En raison de l'ampleur des travaux dans la région du lac Duplanter et de son unique entrée au territoire durant les saisons plus clémentes, le campement Du-

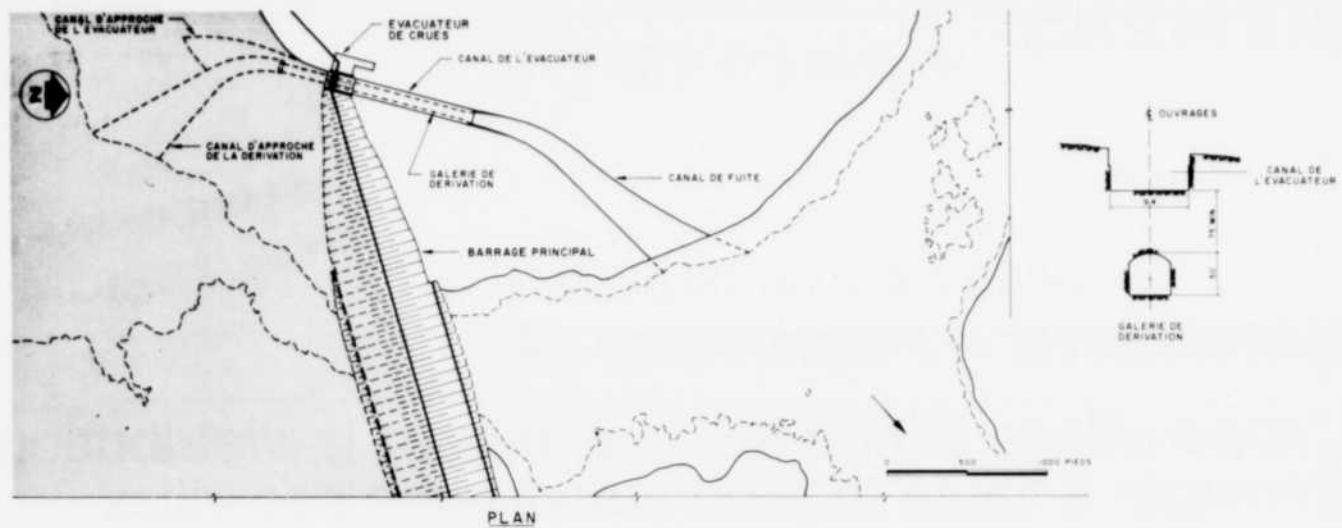


Figure 3 – Détournement Caniapiscau – Vue en plan et coupe longitudinale de l'évacuateur et de la galerie de dérivation

planter devient le point central des divers chantiers du projet de Caniapiscau. C'est à partir de ce campement que la logistique des diverses régions est organisée. Sur une colline à deux milles en aval du point de fermeture, le campement de Duplanter y est aménagé pour loger, nourrir et récréer 1 900 hommes. Situé sur la même colline, le village de Caniapiscau peut accommoder 200 familles.

A Brisay, un campement pouvant héberger 700 hommes est érigé pour répondre aux besoins de la main-d'œuvre requise pour la construction des ouvrages de cette région. Les digues et les canaux ainsi que l'ouvrage régulateur sont reliés au campement par une route d'accès. L'entrepreneur responsable de la construction des digues de la région des lacs Male Otter et Le Grand peut procéder à la mise en place et au repliement de son chantier en empruntant une route d'hiver à partir de la région Brisay. Un campement satellite ravitaillé par voie aérienne loge le personnel affecté à la construction. Puisque les ouvrages du détournement Laforge sont construits dans les trois dernières années du projet, une piste pour avions de transport lourd est aménagée à proximité du campement pour rendre celui-ci autonome. Le campement peut accueillir 700 hommes.

Programme des travaux

Le programme des travaux est prévu pour permettre de procéder à la mise en eau du réservoir en octobre

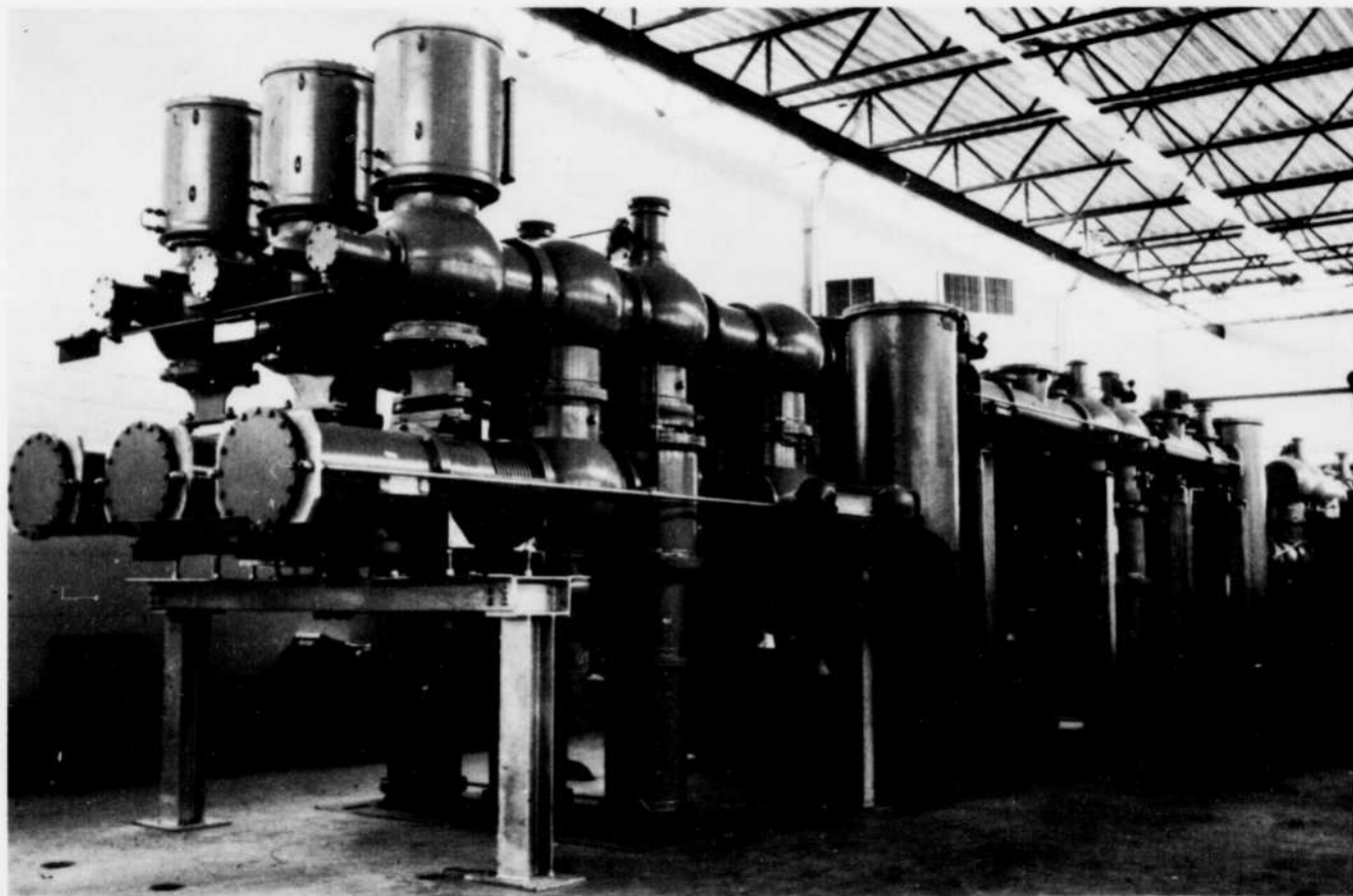
1981 et de détourner ces eaux vers LG 4 en octobre 1983. Les principales activités du programme sont les suivantes :

- En janvier 1977, l'entrepreneur responsable de la construction du barrage KA 3, des digues KA 1 et KA 2 et de la dérivation provisoire à KA 3 débute la mise en place de son chantier.
- En mars 1978, commence la construction du barrage KA 5 et des digues KA 4 à KA 13.
- En mars 1980, les trois entrepreneurs chargés de la construction des digues KB 14 à KC 30, de l'évacuateur de crues et de l'ouvrage régulateur, y compris les ouvrages de l'aménagement de Brisay – phase 1, débutent leurs travaux.
- En octobre 1980, les eaux des rivières Caniapiscau et Méo sont dérivées à travers la galerie de KA 3 ; celle-ci est fermée en octobre 1981.
- En octobre 1980 et 1981, tous les remblais du réservoir doivent être respectivement à la cote 1 695 et 1 740.
- En décembre 1982, la construction de tous les barrages et de toutes les digues du réservoir doit être terminée.
- En mars 1981, débute la construction des digues du détournement Laforge, et celles-ci doivent être terminées en octobre 1983. ■

SIEMENS

Siemens - réponse #1

L'appareillage blindé SF₆ conçu pour la distribution d'énergie à haute tension aux centres des villes



Sous-Station (138 kV), Calgary

Grâce à sa construction compacte et son haut rendement l'appareillage blindé SF₆ de Siemens représente la solution la plus pratique pour enrayer les difficultés qu'occasionne la distribution d'énergie à haute tension dans les régions urbaines.

Les faits saillants sont:

- La fiabilité de ce type d'appareillage est tellement haute qu'un entretien n'est nécessaire que tous les huit ans.
- Il requiert 85% moins d'espace qu'un poste à haute tension extérieur classique.

- 50% de tous les appareillages blindés SF₆ à travers le monde sont fournis par Siemens.

L'expérience, le génie technique, le savoir faire et la conception supérieure sont la base pour les caractéristiques suivantes de l'appareillage blindé SF₆ de Siemens:

- Boîtier fermé en acier protégeant l'appareillage contre la pollution et réduisant les risques d'incendie et d'explosion.
- Entretien facile et conception modulaire semi-assemblée facilitant l'assemblage sur place et les extensions futures.

- Appareillage attrayant et silencieux convenant parfaitement à toute installation urbaine.

Pour de plus amples renseignements sur ce type d'appareillage ou d'autres produits Siemens, veuillez contacter:
Siemens Electric Limitée
7300, route Trans-Canadienne
C.P. 7300
Pointe Claire, Québec H9R 4R6
Tél.: (514) 695-7300
Telex: 05-822778

LE

OFFRES D'EMPLOI

MOIS

ÉVÉNEMENTS À VENIR

OFFRES D'EMPLOI

— **ACIERS ATLAS STEELS** (Division de Rio Algom Limited) 1675 Route Marie-Victorin (case postale 510), Tracy, Québec J3P 5P1.

Métallurgiste 1 — Finition

Ce fabricant d'aciers inoxydables en feuilles est à la recherche d'un ingénieur possédant au moins trois ans d'expérience dans une usine sidérurgique ou métallurgique. Le titulaire du poste travaillera sous la direction du métallurgiste responsable de la Finition. Il aura pour tâches de s'occuper de la qualité des produits aux lignes de recuit et décapage et au recuit brillant, de contrôler et d'améliorer la qualité métallurgique du laminage à froid sur laminoir Sendzimir et de s'assurer de la qualité des produits expédiés aux clients.

Lieu de travail : Tracy (environ 40 milles de Montréal). Salaire : correspondant aux qualifications ; bénéfices sociaux avantageux.

Les personnes intéressées sont invitées à soumettre leur candidature au directeur du personnel à l'adresse ci-haut mentionnée.

— **BARRÉ-PELLERIN-LEMOINE INC.** (M. Robert Boisselle, ing.) 4274, avenue Papineau, suite 300, Montréal, Québec H2H 2P4. Tél. : (514) 526-3711.

Ingénieur en électricité

Les candidats doivent posséder de cinq à dix années d'expérience générale dans la conception de postes de transformation, lignes de transport, etc., ou dans le domaine industriel pour prendre la responsabilité de projets de nature spéciale.

Ingénieur en mécanique (plomberie-chauffage)

Les candidats doivent posséder de cinq à dix années d'expérience, de préférence en génie-conseil (mécanique du bâtiment ou industrielle), pour prendre la responsabilité de projets d'envergure et la direction éventuelle du département de plomberie-chauffage (d'ici un an).

Ingénieur en mécanique (ventilation-climatisation)

Les candidats doivent posséder de quatre à huit années d'expérience, de préférence en génie-conseil, pour prendre la responsabilité de projets.

Pour les trois postes mentionnés ci-haut, les candidats doivent être membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec. Les conditions sont à déterminer selon les qualifications et l'expérience. Les intéressés sont priés de communiquer avec M. Boisselle.

— **ANDRÉ DÉOM ET ASSOCIÉS INC.**, 5253, avenue du Parc, suite 200, Montréal, Québec H2V 4P9. Tél. : (514) 277-4559.

Ingénieur de systèmes

Une entreprise manufacturière importante de Montréal recherche un ingénieur de systèmes pour assumer l'entière responsabilité du contrôle des méthodes et systèmes opérationnels.

Le candidat(e) devra posséder un diplôme d'ingénieur avec un minimum de deux années d'expérience dans un service de production, de génie industriel ou de systèmes et méthodes.

Tout candidat(e) intéressé(e) doit faire parvenir son curriculum vitae, en mentionnant le salaire désiré, à l'adresse ci-haut mentionnée.

— **HEWITT ÉQUIPEMENT LIMITÉE** (Service du personnel), boîte postale 1200, Pointe-Claire, Québec H9R 4R6.

Ingénieur en terrassement

Concessionnaire Carterpillar pour la province de Québec et l'Ouest du Labrador, cette compagnie est à la recherche d'un ingénieur en terrassement qui relèvera de son siège social à Pointe-Claire.

Le rôle de l'ingénieur en terrassement consiste principalement à agir à titre de conseiller en matière de terrassement auprès des clients de la compagnie.

Les candidats doivent répondre aux qualifications suivantes : a) être diplômés en génie civil ; b) posséder de l'expérience dans les domaines de la construction routière et du terrassement ; c) maîtriser parfaitement les langues française et anglaise ; d) avoir de la facilité à communiquer avec autrui ; e) avoir une image positive de la vente ; f) être prêts à se déplacer.

En échange de ses services, le titulaire de ce poste aura droit à un salaire avantageux, à une gamme complète d'avantages sociaux et à des possibilités de carrière très intéressantes.

Les intéressés sont priés de faire parvenir leur curriculum vitae à l'adresse ci-haut mentionnée.

— **E.H. PRICE LIMITÉE** (M. J. Claude Lepage, gérant) 801, rue Price, Parc industriel, St-Jérôme, Québec, J7Z 5V9. Tél. : (514) 436-3241.

Cette entreprise est à la recherche d'un ingénieur bilingue diplômé en génie mécanique, possédant de un à cinq ans d'expérience dans le domaine de la ventilation pour le développement de ses produits ainsi que pour ses méthodes de fabrication à son usine de St-Jérôme.

Conditions à déterminer selon qualifications et expérience.

Les intéressés sont priés de référer à M. Lepage.

Tout ingénieur qui acceptera un des postes offerts dans cette liste est prié d'en avvertir le directeur général de l'Association des Diplômés de Polytechnique, Mme Yolande Gingras, téléphone : (514) 344-4764

— **HONEYWELL LIMITÉE** (M. Claude LeBlanc, directeur des services administratifs) 6277 ouest, rue St-Jacques, Montréal, Québec H4B 1T9. Tél. : (514) 484-3501.

Ingénieur commercial

Cette entreprise, spécialisée dans le contrôle des procédés industriels par microprocesseurs et ordinateurs numériques, recherche un ingénieur diplômé en génie électrique avec connaissances en électronique et ordinateurs numériques pour son service de vente d'instrumentation et de systèmes de contrôle à l'industrie.

Un programme intensif de formation en Ontario et aux Etats-Unis est prévu pour le candidat choisi avec assignation, par la suite, à un territoire de ventes au Québec avec bureau à Montréal.

Salaire intéressant, gamme complète d'avantages sociaux, automobile fournie et excellentes possibilités de carrière.

Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitae aux soins de M. LeBlanc.

— **IBERVILLE FITTINGS LIMITED** (M. H.J. Rodier, directeur du personnel) 100, rue Longtin, Saint-Jean, Québec J3B 3G5. Tél. : (514) 861-5429.

Ingénieur en chef

Cette entreprise recherche un ingénieur bilingue, diplômé en génie mécanique et possédant un minimum de cinq années d'expérience en outillage de matrice progressive.

Sous les directives du gérant général, le titulaire du poste a la responsabilité et l'autorité pour organiser et diriger toutes les activités reliées à l'outillage de production, l'entretien de l'usine et de la machinerie, des nouveaux produits et des projets majeurs.

Conditions à déterminer selon qualifications et expérience.

Les intéressés sont priés de communiquer dans les plus brefs délais avec M. Rodier.

— **LOWNEY'S LIMITÉE** (M. Gilles Lagarde, directeur du personnel) casier postal 1400, Sherbrooke, Québec J1H 5M1. Tél. : (819) 569-7461 poste 236.

Directeur du génie

Filiale de Standard Brands Limitée, cette compagnie recherche, pour son usine de Sherbrooke, un ingénieur pour prendre charge de son service du génie. Le candidat devra posséder de cinq à huit années d'expérience dont au moins deux comme responsable d'un département d'entretien d'usine. Le bilinguisme est essentiel.

Sous l'autorité du directeur de l'usine, le titulaire dirige les secteurs d'entretien et de projets. Il a sous sa responsabilité une cinquantaine d'employés et gère un budget de quelque deux millions de dollars.

Le salaire est fonction des qualifications et de l'expérience.

Les personnes intéressées sont priées de faire parvenir leur curriculum vitae à l'adresse ci-haut mentionnée ou de téléphoner pour rendez-vous à M. Gilles Lagarde.

— **UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**, Service des bâtiments et terrains (Directeur, service du personnel) case postale 6128, Montréal, Québec H3C 3J7.

Directeur adjoint (propriétés physiques)

Le Service des bâtiments et terrains de l'Université de Montréal est à la recherche d'un ingénieur civil ou industriel pour y occuper un poste d'administrateur senior qui prendrait la responsabilité de la gestion de plusieurs secteurs dudit service.

Ce poste est susceptible d'intéresser des ingénieurs ayant au moins cinq années d'expérience avec un minimum de deux années dans le génie civil appliqué à la construction ou à la gestion de bâtiments.

Les personnes intéressées sont priées de faire parvenir leur curriculum vitae dans les plus brefs délais aux soins du directeur du Service du personnel à l'adresse ci-haut mentionnée.

— **MARINE INDUSTRIE LIMITÉE** (M. Gilles St-Amour, agent de recrutement), Sorel (Tracy), Québec J3P 5P5. Tél. : (514) 743-3351.

Ingénieur en approvisionnement

Le titulaire du poste sera un ingénieur bilingue possédant, outre quelques années d'expériences, des connaissances techniques des aciers utilisés par l'industrie lourde, une connaissance des marchés d'acier canadiens et étrangers et une expérience administrative éprouvée.

Le candidat choisi aura la responsabilité : a) des achats, des inventaires, de l'emmagasinage, du traitement et de la livraison aux ateliers des aciers requis ; b) de magasins d'acier : il n'achètera, d'abord, que les aciers requis par la division navale et, en 1979, les aciers requis pour toutes les divisions de M.I.L.

Ingénieur de projets (hydro-électriques)

Le titulaire du poste sera un ingénieur bilingue possédant quelques années d'expérience. Il aura pour tâches : a) l'administration journalière des contrats, depuis la soumission jusqu'à la livraison et la mise en service du matériel ; b) la coordination avec les services internes ; et c) la relation avec les clients du point de vue technique et contractuelle.

Ingénieur de production

Le titulaire du poste sera un ingénieur bilingue possédant quelques années d'expérience dans la fabrication de pièces lourdes, un bon esprit d'analyse, une grande initiative, du leadership, une capacité de travailler en équipe et de négocier avec les clients.

Sous les directives du directeur de la filiale située à Montréal, l'ingénieur recherché aura à contrôler la production et à diriger une équipe multidisciplinaire. Il apportera l'assistance technique nécessaire à l'estimation, verra à contrôler le bureau d'étude, organiser, planifier et coordonner les travaux à exécuter de façon à respecter les échéanciers.

Ingénieur en électricité

Le titulaire du poste sera un ingénieur bilingue, diplômé en génie électrique et possédant une expérience d'environ trois années dans l'industrie de construction navale de préférence ou dans une industrie reliée à des travaux apparentés aux divers systèmes électriques rencontrés en construction navale.

Au service de la division construction navale, le candidat choisi aura pour tâches de : a) faire les études nécessaires au choix de l'équipement électrique à bord des navires et travailler à la préparation des devis ; b) effectuer les calculs nécessaires à l'élaboration des plans et diagrammes requis pour l'implantation de l'équipement ; c) entretenir les contacts nécessaires avec les armateurs, sociétés de classification et fournisseurs ; et d) travailler en collaboration avec un groupe de concepteurs de la section ainsi qu'avec ceux des sections coque et mécanique.

Ingénieur en mécanique

Le titulaire du poste sera un ingénieur bilingue, diplômé en génie mécanique et possédant une expérience d'environ trois années dans l'industrie de construction navale de préférence ou dans une industrie reliée à des travaux apparentés aux divers systèmes ou machines appliqués à la construction navale. Un candidat ayant une expérience de chef mécanicien de navire et ayant à la fois une formation technique avancée sera aussi considéré.

Au service de la division construction navale, le candidat choisi aura pour tâches de : a) faire les études nécessaires au choix de l'équipement mécanique à bord des navires et travailler à la préparation des devis ; b) effectuer les calculs nécessaires à l'élaboration des plans et diagrammes requis pour l'implantation de l'équipement ; c) entretenir les contacts nécessaires avec les armateurs, sociétés de classification et fournisseurs ; et d) travailler en collaboration avec un groupe de concepteurs de la section ainsi qu'avec ceux des sections coque et électricité.

On est prié de noter que tous les postes décrits ci-dessus sont disponibles immédiatement, que le lieu de travail est Sorel et que les conditions salariales seront établies selon les qualifications et l'expérience.

Les intéressés devront faire parvenir leur curriculum vitae à l'adresse mentionnée au début de ce communiqué ou prendre contact avec M. Gilles St-Amour, agent de recrutement.

— SOCIÉTÉ DE DÉVELOPPEMENT DE LA BAIE JAMES
(M. Pierre Filiatrault, agent de personnel) 800 est, boulevard de Maisonneuve, bureau 2200, Montréal, Québec H2L 4M6. Tél. : (514) 284-0270.

Chef de service — administration territoire

Cet organisme recherche un ingénieur diplômé en génie civil, possédant une expérience minimale de huit années dans un poste de responsable et des aptitudes pour l'administration, le leadership, le travail d'équipe et la surveillance des travaux de construction et d'entretien.

Le titulaire du poste a la responsabilité de : a) gestion des aéroports et des activités de construction ; b) entretien d'hiver et d'été des routes et des infrastructures ; c) administration des équipements et des inventaires ; d) préparation des budgets annuels d'opération ; e) maintien de bons rapports avec les représentants des autres entités de la Société.

Lieu de travail : Territoire de la Baie James (Radisson) : salaire intéressant incluant une gamme complète d'avantages sociaux.

Les personnes intéressées doivent faire parvenir leur curriculum vitae dans les meilleurs délais aux soins de M. Filiatrault.

— TECHMONT INC. (M. Hubert N. Brosseau, vice-président) 1310 ouest, rue Chabanel, Montréal, Québec H4N 1H4. Tél. : (514) 387-3730.

Ingénieur géologue ou ingénieur civil

Pour diriger une campagne d'exploration géotechnique sur le territoire de la Baie James, cette entreprise est à la recherche d'un ingénieur possédant de deux à trois années d'expérience en mécanique des sols.

Le travail au chantier doit débiter immédiatement pour se terminer à l'automne. Le titulaire du poste sera appelé à faire de fréquents séjours à Montréal. Les conditions sont très avantageuses et la position pourrait être permanente.

Les intéressés sont priés de communiquer avec M. Brosseau.



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Département de génie physique, École Polytechnique,
Case postale 6079, Succursale "A", Montréal H3C 3A7.
Tél. : (514) 344-4767.

Professeurs

Ce département recherche les services de physiciens ou d'ingénieurs-physiciens possédant une expérience dans le domaine de l'optique ou de la physique du solide. Les candidats doivent posséder un Ph.D. ou l'équivalent et il est préférable qu'ils soient de l'Ordre des Ingénieurs du Québec.

En plus de collaborer à la recherche, ils seront appelés à participer à l'enseignement de la physique fondamentale et de la physique appliquée aux niveaux sous-gradué et gradué.

Salaire : selon l'échelle en vigueur.

Les intéressés doivent faire parvenir leur curriculum vitae avant le 15 mai 1978 au Directeur du département à l'adresse ci-haut mentionnée.

SURINTENDANT DE L'ENTRETIEN ÉQUIPEMENT DE PRODUCTION INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE

Pour le compte d'une société Québécoise très prospère, œuvrant dans le secteur manufacturier et ayant des opérations importantes au Québec, nous recherchons un ingénieur mécanique, membre de l'OIQ, pour assumer l'entière responsabilité de la Division Entretien reliée à L'Équipement de Production, pour son usine de Montréal.

Le mandat porte sur tout ce qui concerne l'entretien préventif et les coûts d'entretien à l'usine, l'administration d'un budget annuel d'environ trois (3) millions et la direction et la coordination du travail d'environ 60 personnes y compris le personnel de supervision.

Le titulaire sera spécifiquement responsable de la préparation et de la justification des programmes d'entretien préventif et des projets visant à réduire les coûts d'entretien concernant la machinerie et l'équipement de production (haute

vitesse). Il aura également la supervision et la coordination des travaux de construction ou d'expansion s'il y a lieu, la planification des arrêts majeurs et les réparations importantes à effectuer à l'équipement. Il devra s'intéresser aux différentes études visant à accroître la rentabilité et le rendement de la machinerie par l'application rationnelle des méthodes modernes d'entretien préventif.

Le candidat idéal est diplômé en génie mécanique et possède environ de 8 à 10 ans d'expérience pratique dans le secteur de l'entretien, de préférence dans l'industrie manufacturière, y compris quelques années au niveau de la supervision. Le bilinguisme est souhaitable et le salaire sera en fonction de l'expérience pratique des postulants. Si intéressé, veuillez communiquer confidentiellement avec M. Maurice Gilbert, Ing, vous référant au dossier MG-473.



G. MAURICE GILBERT & ASSOCIÉS
ASSOCIATES

400 ouest, boul. Dorchester, Suite 1204,
Montréal, Québec. H2Z 1V5.
Tel. (514) 861-9457

Conseillers en Orientation et Ressources Humaines

Événements à venir

ASSOCIATION QUÉBÉCOISE DES TECHNIQUES DE L'EAU

Congrès 1978

14-17 mai 1978

Centre municipal des congrès
QUÉBEC

« L'EAU, UNE INDUSTRIE », est le thème choisi par l'AQTE pour ses prochaines assises annuelles. En choisissant ce sujet, l'association a voulu faire connaître ceux qui par-

ticipent au développement de nos municipalités en assurant les infrastructures essentielles dans le domaine de l'eau.

Conjointement avec la Fédération des Associations canadiennes sur l'Environnement, l'AQTE offrira une exposition où la plupart des organismes œuvrant dans le domaine de l'eau exposeront et expliqueront les nouvelles techniques développées au cours des dernières années. Ces assises annuelles AQTE - FACE permettront donc aux spécialistes de faire le point sur les procédés d'utilisation de l'eau, tant durant les conférences techniques que durant la visite des kiosques.

Les conférences inscrites au programme viseront à faire connaître la toute nouvelle technologie nord-américaine et européenne dans le domaine de l'eau potable et des eaux usées.

Pour de plus amples renseignements sur le congrès, prière de communiquer avec monsieur Raymond Larivée via le secrétariat de l'AQTE, 6065 ouest, rue Sherbrooke, Montréal, Québec H4A 1Y2. Téléphone : (514) 488-9519.

CONGRÈS CANADIEN DE L'ÉDUCATION EN GÉNIE

Montréal, 15 et 16 mai 1978

L'Université Concordia, l'École Polytechnique et l'Université McGill sont les hôtes de cet important congrès qui aura pour thème « La formation et l'ingénieur - perspectives canadiennes ».

Les objectifs de ce congrès visent à réunir une table de discussion sur l'éducation en génie au Canada, regroupant éducateurs, industriels et représentants des gouvernements. Des séances et des groupes de travail se concentreront sur les méthodes d'enseignement, la recherche, l'éducation permanente et les interactions entre les institutions éducationnelles, industrielles et gouvernementales.

Pour de plus amples renseignements sur ce congrès, prière de communiquer avec le bureau du président du comité organisateur : Dr J.F. Lindsay, Department of Electrical Engineering, Concordia University, 1455 ouest, boulevard de Maisonneuve, Montréal, Québec H3G 1M8. Téléphone : (514) 879-5918.

ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

Centre de formation et de
perfectionnement en administration

Les Programmes de développement des Gestionnaires de l'École des Hautes Études Commerciales offrent un cours de base en « GESTION DES RESSOURCES HUMAINES » à l'intention de tous les dirigeants qui désirent développer une perspective d'ensemble des principales fonctions du Service des ressources humaines. les 31 mai, 1er et 2 juin 1978.

Sujets traités : La fonction personnel dans l'entreprise ; Gestion prévisionnelle des ressources humaines ; Programmes de recrutement, solution, systèmes de rémunération, évaluation du rendement/du potentiel ; Formation ; Contrôle des programmes en ressources humaines.

Date limite d'inscription : 23 mai 1978

De plus, des services de consultation en perfectionnement sont offerts à toute entreprise, secteur ou association désireux d'y faire appel.

Pour tout renseignement, les intéressés sont priés de communiquer au numéro de téléphone (514) 343-4497.

Entre la théorie et la pratique, il y a la Banque Royale.

La croissance d'un bureau ou d'une petite entreprise dépend surtout d'une saine gestion et d'un solide appui financier. Vous le savez aussi bien que nous. C'est pourquoi notre Programme d'aide financière aux professionnels comprend aussi bien des conseils judicieux que l'argent qu'il vous faut pour maintenir ou agrandir votre bureau.

Selon les circonstances, nous pouvons vous offrir jusqu'à \$50,000 comptant. Nos prêts prévoient des termes annuels à versements rotatifs qui fluctuent selon votre liquidité.

Nos prêts de capital ont un calendrier de versements flexible et des termes s'échelonnant jusqu'à 10 ans. Aussi, ce programme vous propose en option une assurance-vie qui couvre intégralement votre emprunt.

Ce Programme est offert à tous les professionnels indépendants dans chacune de nos succursales. Renseignez-vous et découvrez comment passer de la théorie à la pratique.



BANQUE ROYALE

EXPOSITION CANADIENNE DE L'INGÉNIERIE D'USINE ET D'ÉQUIPEMENT INDUSTRIEL

Place Bonaventure
MONTRÉAL

Les 30 et 31 mai, 1^{er} et 2 juin

Tout le monde dans l'industrie parle du besoin d'augmenter la productivité et de réduire les coûts de fabrication et d'exploitation par la conservation de l'énergie. Où trouver les idées qui permettront de changer ces propos en réalité? À l'Exposition de l'Ingénierie d'Usine et d'Équipement Industriel, du 30 mai au 2 juin 1978.

C'est là où plus de 300 compagnies, représentant plus de 12 pays, présenteront des machines-outils, de l'équipement, des systèmes de technique de production, des systèmes électriques pour les usines, des commandes et des appareils, de l'équipement de manutention de matériaux et des services.

Ces machines de qualité supérieure peuvent diminuer la courbe de consommation d'énergie et augmenter les courbes de productivité et de profit.

Un séminaire organisé par la section de Montréal de l'American Institute of Plant Engineers est de plus au programme de cette exposition.

Pour obtenir tous les renseignements concernant l'exposition et la conférence, prière de communiquer avec l'Exposition Canadienne de l'Ingénierie d'Usine et d'Équipement Industriel, 625, avenue du Président Kennedy, Montréal, Québec H3A 1K5. Téléphone: (514) 845-5141.

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

Congrès 1978 - 9 et 10 juin 1978
Hôtel Méridien, MONTRÉAL

« L'INGÉNIEUR ET L'ÉCONOMIE » est le thème du congrès annuel de l'Ordre des ingénieurs du Québec.

Les conférences prévues au programme porteront sur : 1) l'analyse de la crise économique actuelle ; 2) le redressement économique ; et 3) le rôle de l'ingénieur dans l'économie.

Monsieur Yves Bérubé, ministre des Mines et Richesses naturelles du Québec, sera le conférencier invité au déjeuner du vendredi, 9 juin.

Pour plus amples renseignements, les ingénieurs sont priés de communiquer au numéro de téléphone (514) 845-6141.

DIRECTEUR DE L'INGENIERIE INDUSTRIE LOURDE

Une société avant-gardiste et de réputation internationale, dont le volume des ventes consolidées excèdent un milliard de dollars annuellement, recherche un administrateur compétent, possédant l'expertise technique et la compétence professionnelle pour prendre charge à court terme de la direction de son service d'Ingénierie à Montréal.

C'est un défi d'envergure au sein de cette importante société et le titulaire sera responsable essentiellement de diriger et de coordonner le travail d'équipes techniques pluridisciplinaires, œuvrant à la fois dans les secteurs conception, design, projets et touchant les domaines électrique, mécanique, civil et instrumentation. Il sera spécifiquement responsable de l'ensemble des projets et du design affectant l'équipement et la machinerie au niveau des usines de l'Est du Canada (on en compte plusieurs), des améliorations d'ordre technique visant à accroître le rendement et l'efficacité des différents procédés industriels en cours.

Il devra coordonner, sur une base rationnelle, les efforts de sa division, composée d'environ 35 ingé-

nieurs et concepteurs, dans le but d'offrir aux différentes usines des services d'ingénierie compétents et aptes à satisfaire leurs besoins techniques au niveau opérationnel et entretien.

Nous recherchons avant tout un ingénieur-administrateur, membre de l'OIQ, diplômé soit en génie mécanique ou électrique, possédant environ 10 à 15 ans d'expérience industrielle au niveau des projets, du design, de la conception et ayant démontré les qualités personnelles et le leadership pour assumer cet important mandat. Le budget annuel de sa division est de l'ordre de plusieurs millions.

Le salaire sera en fonction de l'expérience et des qualités et capacités administratives des postulants. Le poste est à Montréal et nécessitera des déplacements occasionnels aux différentes usines de la société dans l'Est du Canada. Le bilinguisme est nécessaire. Si intéressé, veuillez communiquer confidentiellement avec G. Maurice Gilbert, Ing., vous référant au dossier MG-479.



G. MAURICE GILBERT & ASSOCIÉS
ASSOCIATES

400 ouest, boul. Dorchester, Suite 1204,
Montréal, Québec. H2Z 1V5,
Tel. (514) 861-9457

Conseillers en Orientation et Ressources Humaines

Paul Séguin

La revue L'INGÉNIEUR désire informer ses annonceurs du décès de monsieur Paul Séguin, de la firme de publicité Jean Séguin & Associés Inc., survenu le 28 février dernier.

Les administrateurs de L'INGÉNIEUR lui rendent un ultime hommage pour son dévouement soutenu tout au cours des nombreuses années qu'il a collaboré à la revue.

La rédactrice
Madeleine G. Lambert

CARMEL, FYEN, JACQUES & ASSOCIÉS INGÉNIEURS - CONSEILS

Fondations & Structures
Études techniques - Expertises
Plans - Devis - Surveillance

Tél. : 274-5671

700 ouest, boul. Crémazie, Suite 100, Montréal H3N 1A1



Contrôle Technique Appliqué Ltée

Services de consultation
Études géotechniques
Contrôle qualitatif des matériaux
Evaluation • Expertises
Essais nondestructifs par radiographies,
ultrasons, infra-rouge

128 rue Elmslie, LaSalle, Qué. H8R 1V8
Téléphone (514) 365-3111



labo s.m. inc

ÉTUDES GÉOTECHNIQUES - CONTRÔLE DES MATÉRIAUX

Sondages - Forages Sols - Béton - Asphalte

ENVIRONNEMENT

76, 12e Avenue Sud
SHERBROOKE J1G 2V4
TÉL. 819-669-9051

945 Taschereau
LONGUEUIL J4K 2X2
TÉL. 514-527-3881

Répertoire des Annonceurs

- 25 Asselin, Benoît, Boucher, Ducharme, Lapointe Inc.
•
- 54 Banque Royale
8 Beauchemin-Beaton-Lapointe Inc.
19 Bechtel Canada
•
- 56 Carmel, Fyen, Jacques & Associés
C IV Ciments Canada Lafarge Ltée
8 Compagnie Nationale de Forage et Sondage Inc.
56 Contrôle Technique Appliqué Ltée
26 Coopérative Étudiante de Polytechnique
•
- 56 Desjardins + Sauriol & Associés
•
- 53 École Polytechnique
•
- 7 Gaz Métropolitain Inc.
53-55 G. Maurice Gilbert & Associés
•
- C II Hewitt Equipement Limitée
2 Hydro-Québec
•
- C III International Harvester Co. of Canada, Ltd. (Solar)
•
- 20 Jenkins Bros. Limited
•
- 8 Laboratoire d'Inspection et d'Essais Inc.
8 Laboratoire d'Hydraulique Lasalle Ltée
56 Labo S.M. Inc.
25 Lemieux, Monti, Nadon, Roy Inc.
25 Lemieux, Morin, Bourdages, Doucet, Simard & Associés
•
- 8 Mon-Ter-Val Inc.
•
- 8 Quéformat Ltée
•
- 28-29-50 Siemens Electric Limited
•
- 8 Warnock Hersey Services Professionnels Ltée
•
- 38-39 Xerox du Canada Limitée

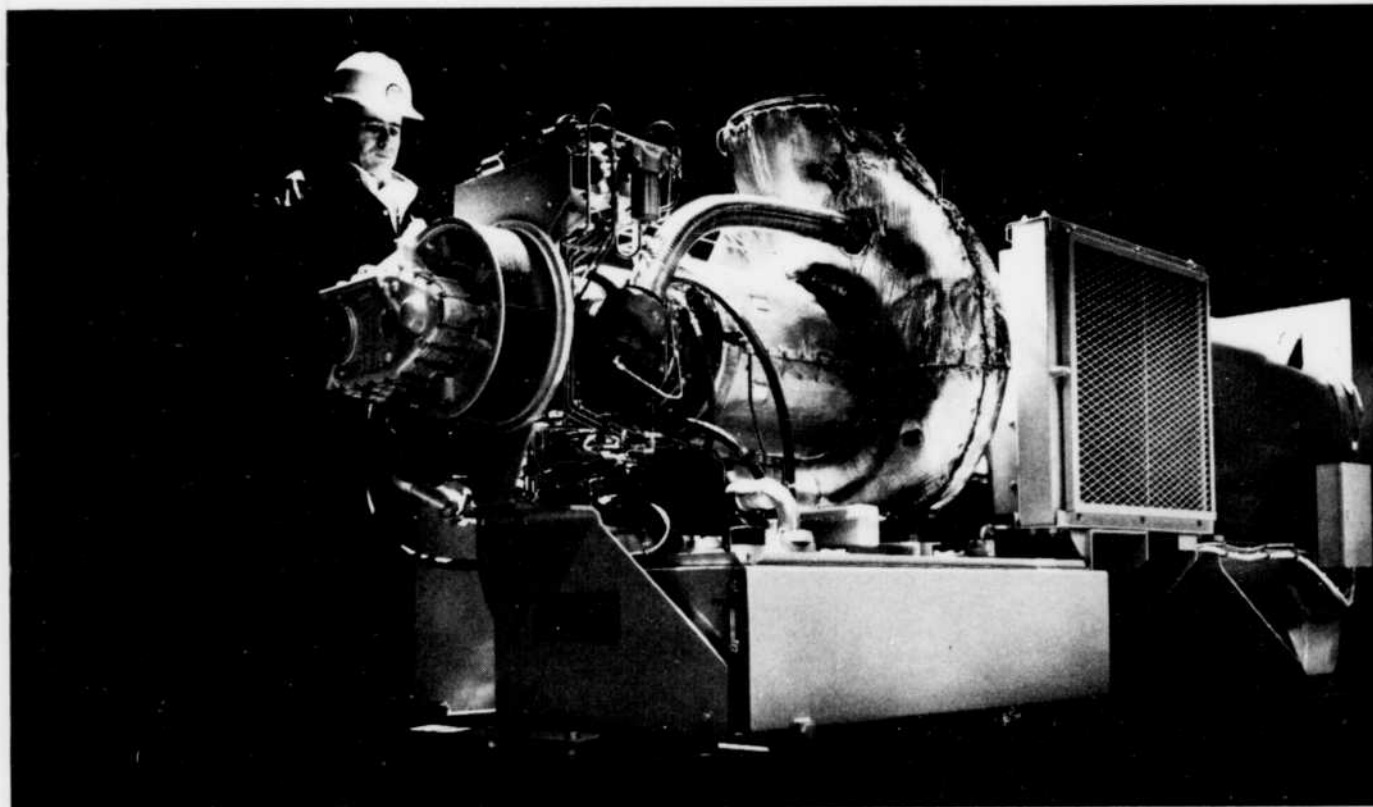


Desjardins+Sauriol
& Associés

Ingénieurs-conseils

1200 OUEST, BOUL. ST-MARTIN, LAVAL H7S 2E4 (514) 384-5660

La prochaine fois que vous choisirez un groupe générateur de secours, exigez-en un qui ne fume pas.



Un avantage prépondérant des groupes électrogènes de secours SOLAR est qu'ils vous facilitent la vie.

Par exemple, la turbine émet bien moins de gaz polluants qu'un moteur diesel et ne fume pour ainsi dire pas.

Les bruits de la prise d'air et de l'échappement de la turbine sont directionnels et aigus. Ce qui veut dire qu'ils sont plus aisés à contrôler que ceux d'un diesel. La turbine SOLAR ne se fait donc pas entendre.

De plus, les groupes électrogènes de secours SOLAR fonctionnent de façon extrêmement douce. Donc, pas de vibrations ou de vrombissements

ennuyeux comme les diesels en produisent parfois.

Il n'est pas nécessaire de les démarrer très souvent, un autre aspect de leur commodité. Les diesels exigent un plant compliqué de mises en route périodiques pour s'assurer qu'ils seront disponibles en cas d'urgence. Les groupes électrogènes de secours SOLAR sont aussi bien plus petits, plus légers et plus faciles à transporter et à installer que les groupes diesels comparables.

Il est possible d'installer un groupe électrogène SOLAR de 900 ou 3000 kW n'importe où—aussi bien sur un toit que dans une cave—sans ni fondations

lourdes, ni raccordement à l'eau. De même, les canaux d'air sont plus petits, car la turbine consomme au total beaucoup moins d'air qu'un diesel comparable.

Si vous avez besoin d'un groupe générateur de secours, précisez bien celui qui vous convient: un groupe turbo-générateur de secours SOLAR. Adressez-vous à SOLAR, International Harvester Canada, Dept. Z-221, 1 Place du Commerce, Montréal H3E 1A2, pour tout renseignement vous permettant de vous tenir à l'écart de ces autres groupes électrogènes aux habitudes douteuses.



SOLAR TURBINES INTERNATIONAL



Le barrage Manic 5 de l'Hydro-Québec, l'un des plus grands au monde



La cimenterie de St.-Constant

LE BÉTON

grand partenaire de l'énergie

La population du Canada augmente, son niveau de vie s'améliore et ses besoins en énergie, électrique ou autre, se font de plus en plus grands. Ce n'est pas de l'énergie que Ciments Canada Lafarge produit, mais du ciment; élément de base du béton, le ciment est d'une importance primordiale pour l'exploitation de nos grandes rivières génératrices de cette énergie hydro-électrique si nécessaire aussi bien dans le domaine industriel qu'à la ville, à la ferme ou à la maison. On a aussi recours au béton, matériau remarquablement durable et résistant, pour stocker l'énergie nucléaire et pour construire les centrales thermiques qui sillonnent notre pays. Nous avons localisé nos usines aux divers points stratégiques du Canada afin d'assurer un bon approvisionnement en ciment; ainsi, nous sommes en mesure de répondre aux besoins croissants des industries productrices d'énergie des secteurs privé et public.

Pour notre vie moderne, c'est le béton qui s'impose!

Ciments Canada Lafarge Ltée



SIÈGE SOCIAL: 606 Cathcart, Montréal, Qué. H3B 1L7
DIRECTION RÉGIONALE DU QUÉBEC:
625 ave. du Président Kennedy, Montréal, Qué. H3A 1K7
Bureaux de vente dans les grandes villes du Canada