

MANIC

OUAGAM

WILLIAM

WAGGON



Le 19 août 1960,
le commissaire Raymond Latreille
annonce la réalisation
prochaine d'un rêve
longtemps caressé,
l'aménagement des
rivières Manicouagan
et Aux Outardes.

Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.

L'inc
ses
du S
triell
la si
plus
Part
urba
déjà
de c
l'imp
triplé
les t
d'ici
accro
chiff
de p
dime
et la
plus
de 7
Aux

MANICOUAGAN

L'industrie du Québec a connu, ces dernières années, une expansion remarquable, qui étonne même ses plus familiers promoteurs. L'observateur, habitué au Québec urbain et agricole de l'étroite vallée du St-Laurent, découvre en s'éloignant hors des grands centres les signes d'une puissance industrielle en plein essor. □ C'est, par exemple, dans la vallée de l'Outaouais et ses fermages tranquilles, la silhouette moderne de la nouvelle centrale de Carillon. Aux Sept-Îles, qui se trouvent à six cents milles plus à l'est, on trouve autour d'un havre splendide les installations minières les plus modernes au monde. Partout, au milieu de l'immense forêt précambrienne, surgissent des usines géantes et leurs complexes urbains: Chibougamau, Mattagami, Gagnon, Schefferville, Labradorville, Baie-Comeau, Hauterive sont déjà des noms légendaires. Dans tous les domaines, les industries se multiplient; mais qu'il s'agisse de complexes miniers, de pulperies, d'affineries, tous font appel à l'énergie hydroélectrique. □ Sous l'impulsion de cet essor économique la consommation électrique augmente constamment. Elle a plus que triplé depuis 1944 et atteindra environ 40 milliards de kilowattheures en 1963. Comme elle double tous les 10 ans, la production québécoise d'électricité devra atteindre environ 70 ou 75 milliards de kilowattheures d'ici 1975. Les travaux d'investissement que l'Hydro-Québec doit exécuter pour faire face à cet accroissement de la consommation, augmentent dans la même proportion et atteignent aujourd'hui le chiffre moyen de \$150 millions annuellement. □ Depuis quelques années déjà, l'évolution des moyens de production d'énergie électrique se caractérise par l'éloignement des gisements énergétiques, la dimension gigantesque des aménagements hydrauliques nécessaires pour en tirer une exploitation rentable et la très haute tension des ouvrages de transport. Ceci conduit à installer des équipements de plus en plus puissants et, après des paliers de transport de 320 kV, l'Hydro-Québec a décidé de passer au palier de 735 kV pour transporter sur une distance de 400 milles l'énergie des aménagements de Manicouagan-Aux Outardes dont la puissance installée sera de 7.2 millions de hp. □ Parmi les réalités industrielles du

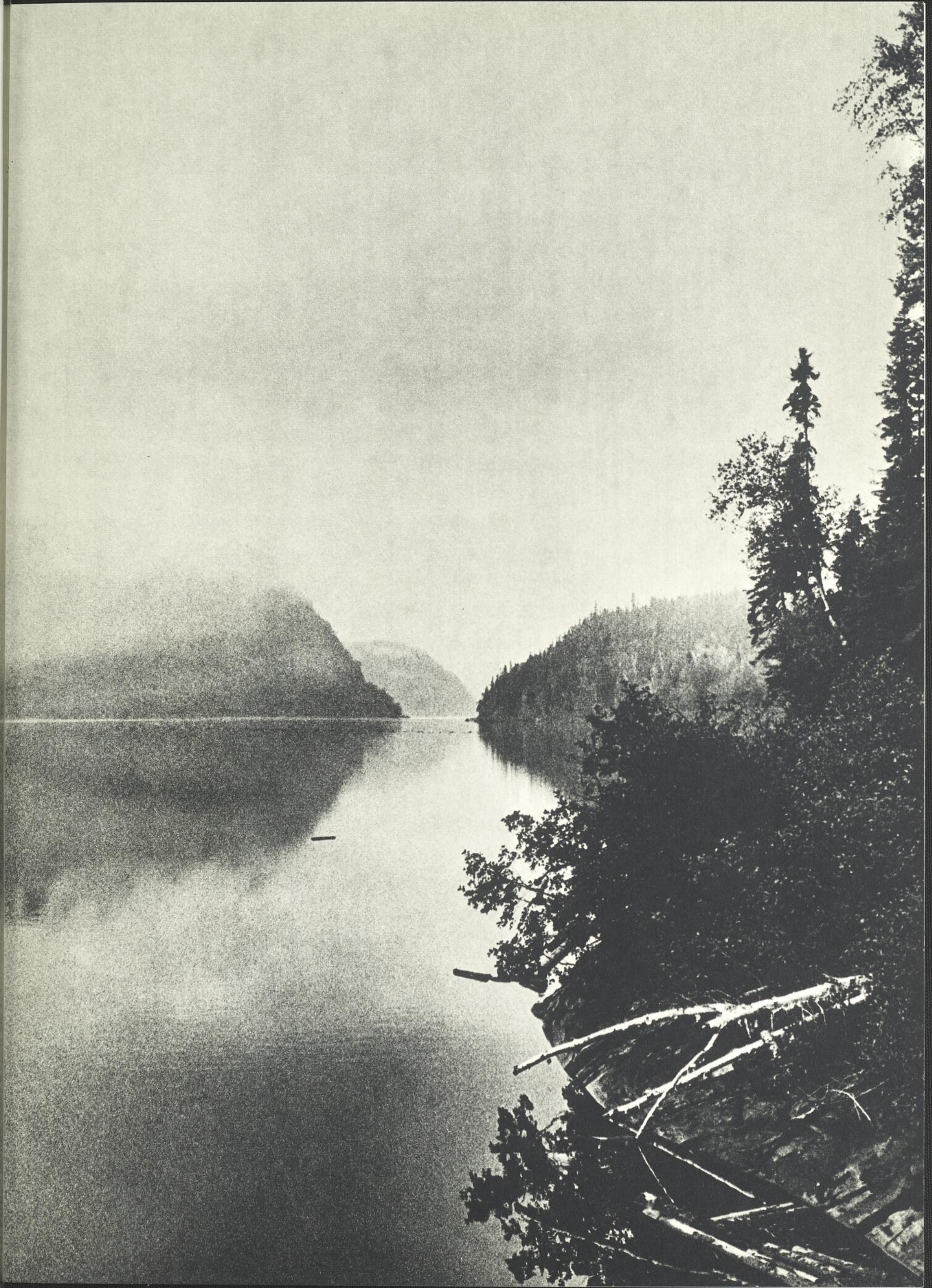
Au commencement
étaient un fleuve,
des montagnes, une forêt
Le fleuve brillait
Les montagnes dormaient
La forêt chantait

Québec d'aujourd'hui, Manicouagan prend donc une signification exceptionnelle. En effet, la construction d'aussi vastes travaux en plein cœur des hautes terres de la Côte Nord met en œuvre un effort combiné sans précédent du génie-civil, de la technique et de l'investissement. En outre, cette réalisation n'est concevable que si les moyens les mieux élaborés sont mis entre les mains de bâtisseurs courageux, stimulés par l'importance de l'œuvre à réaliser.

LE PROJET MANICOUAGAN - AUX OUTARDES

Dès les premières explorations de la Manicouagan et de la rivière Aux Outardes, durant les saisons d'été des années 1919-1920, on pouvait ranger ces cours d'eau parmi les plus puissants du Canada. Leurs torrents précipitaient un volume annuel d'environ 1,500 milliards de pieds cubes (1,500 BCF) d'eau dans le St-Laurent. Cependant, l'éloignement, l'absence de routes d'accès, l'ampleur des investissements nécessaires et les méthodes de construction économiques défendaient bien la mise en valeur du gisement énergétique. Ce n'est qu'en 1955, à l'occasion de l'essor prodigieux des aménagements industriels et urbains de la Côte Nord, que fut entreprise la synthèse des prospections du bassin de Manicouagan-Aux Outardes. □ Les investigations effectuées en moins de cinq ans démontraient la possibilité d'exploiter un gisement énergétique très important, comparable aux plus riches du monde entier, soit environ 33 milliards de kilowattheures annuellement. Les études d'avant-projet ont également mis en évidence que le bassin versant ne serait économiquement exploitable que dans la mesure où l'on pouvait redistribuer dans le temps, sur l'ensemble de la dénivelée, au mieux des exigences d'exploitation, l'énorme volume d'eau que les deux rivières et leurs affluents déversent dans le St-Laurent.

ament
euve,
forêt
villait
naient
antait



on
né
est
lés

ES

té
ts
le
s-
é-
de
□
er-
de
in
le
ue

Avec 1.7 kW de puissance aménagée par tête d'habitant, le Québec arrive au premier rang de la production électrique mondiale. La Norvège vient en deuxième place, avec 1.6 kW, en comparaison de 0.2 kW pour les États-Unis. □ 40% du potentiel hydroélectrique du Canada se trouve dans les territoires du Québec, soit plus de 30 millions de hp sur un total de 75 millions de hp. □ Le Québec produit 43% de la production hydroélectrique du Canada, soit plus de 50 milliards de kilowattheures. □ Le complexe Manicouagan-Aux Outardes ajoutera 5½ millions de kilowatts aux 6,386,000 actuels.

Les grands réservoirs du monde :

Bratsk, Russie	149,000,000 acres-pieds	Assouan, Égypte-Soudan	100,000,000 acres-pieds
Kariba, Rhodésie du Nord	145,000,000 acres-pieds	Wainganga, Inde	33,300,000 acres-pieds
Akosombo, Ghana	120,000,000 acres-pieds	Hoover Dam, États-Unis	32,471,000 acres-pieds
Manicouagan, Canada	115,000,000 acres-pieds	Glen Canyon, États-Unis	28,000,000 acres-pieds

Les plus hauts barrages au monde :

Grande Dixence, Suisse	940 pieds	Glen Canyon, États-Unis	710 pieds
Valont, Italie	873 pieds	Manicouagan 5, Canada	703 pieds
Mauvoisin, Suisse	780 pieds	Dez, Iran	630 pieds
Bhakra, Inde	740 pieds	Kurobegawa No 4, Japon	612 pieds
Hoover Dam, États-Unis	726 pieds	Shosta, États-Unis	602 pieds

Les plus grands travaux d'investissements au Canada :

Manicouagan-Aux Outardes	\$ 1.5 milliards	Aménagement du fleuve Columbia	345 millions
Voie maritime du St-Laurent	1 milliard	Complexe Minier Québec Cartier	250 millions
Aménagement Rivière de la Paix	630 millions	Complexe Minier Iron Ore Company	250 millions
Kitimat, Colombie-Britannique	440 millions		

Le ministre
des Richesses naturelles
René Lévesque visite Manic 5
avec le gérant du chantier
Serge Godbout

Vinrent des géants
au front bouclé de fer
qui ont éventré
le fleuve brillant
Brisé la montagne dormante
Décapité la forêt chantante.
Manicouagan, qui portait encore
dans ses flancs l'écho
des tam-tams montagnais,
s'éveillait au monde





Le fleuve a grondé
La montagne a tonné
La forêt a gémi

Le géant a dressé une tente
qui n'était plus d'écorce
mais de métal blanc.
Tente immense
noyée de lumière
qui le protégeait
de la morsure du vent polaire. ►
C'est là qu'il a percé le lit
du fleuve pour établir
sa première fortification:
un écran de béton
à 240 pieds de profondeur.
C'était le batardeau d'amont.

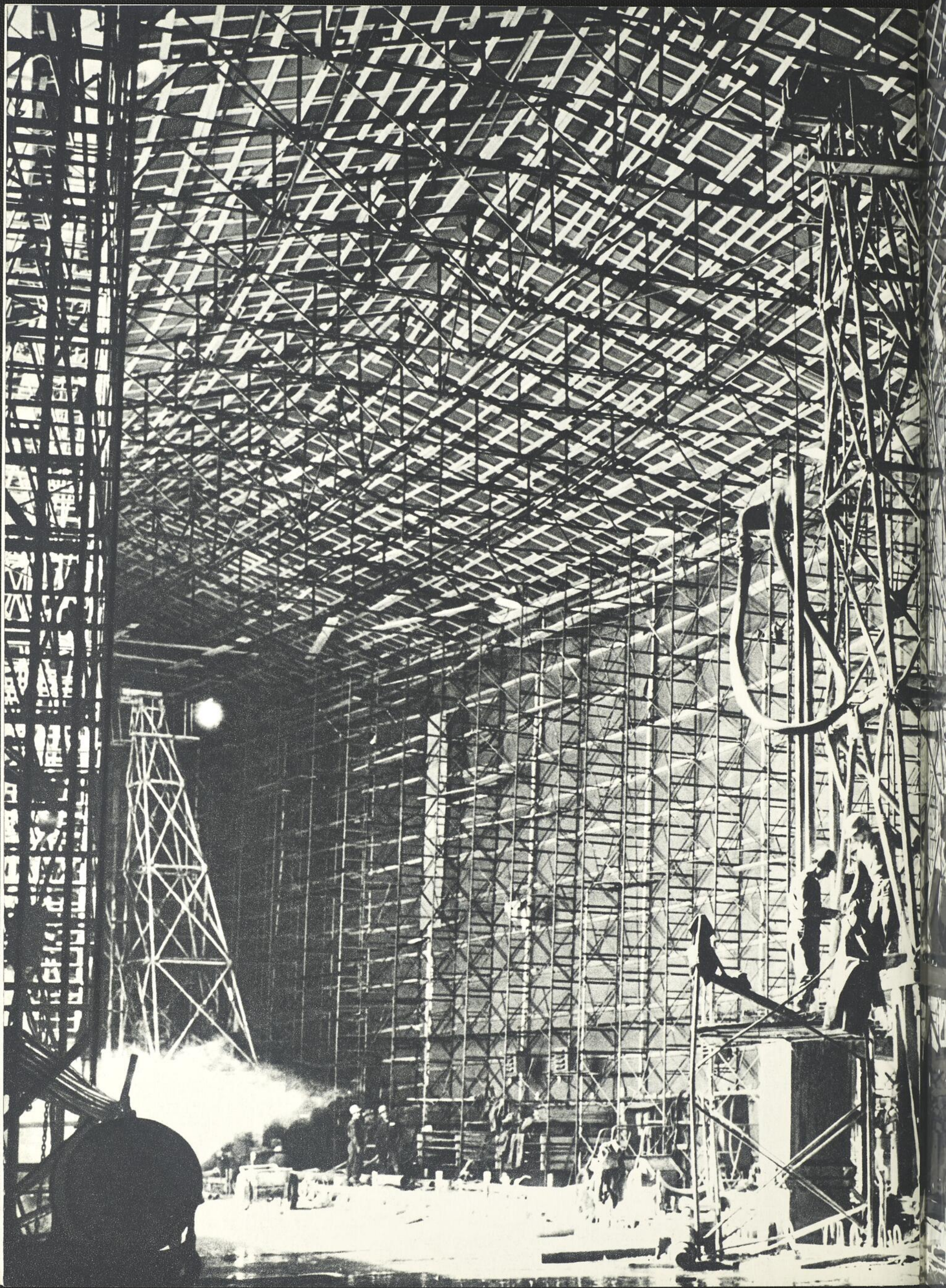
LES DONNÉES DE L'AMÉNAGEMENT MANICOUAGAN - AUX OUTARDES

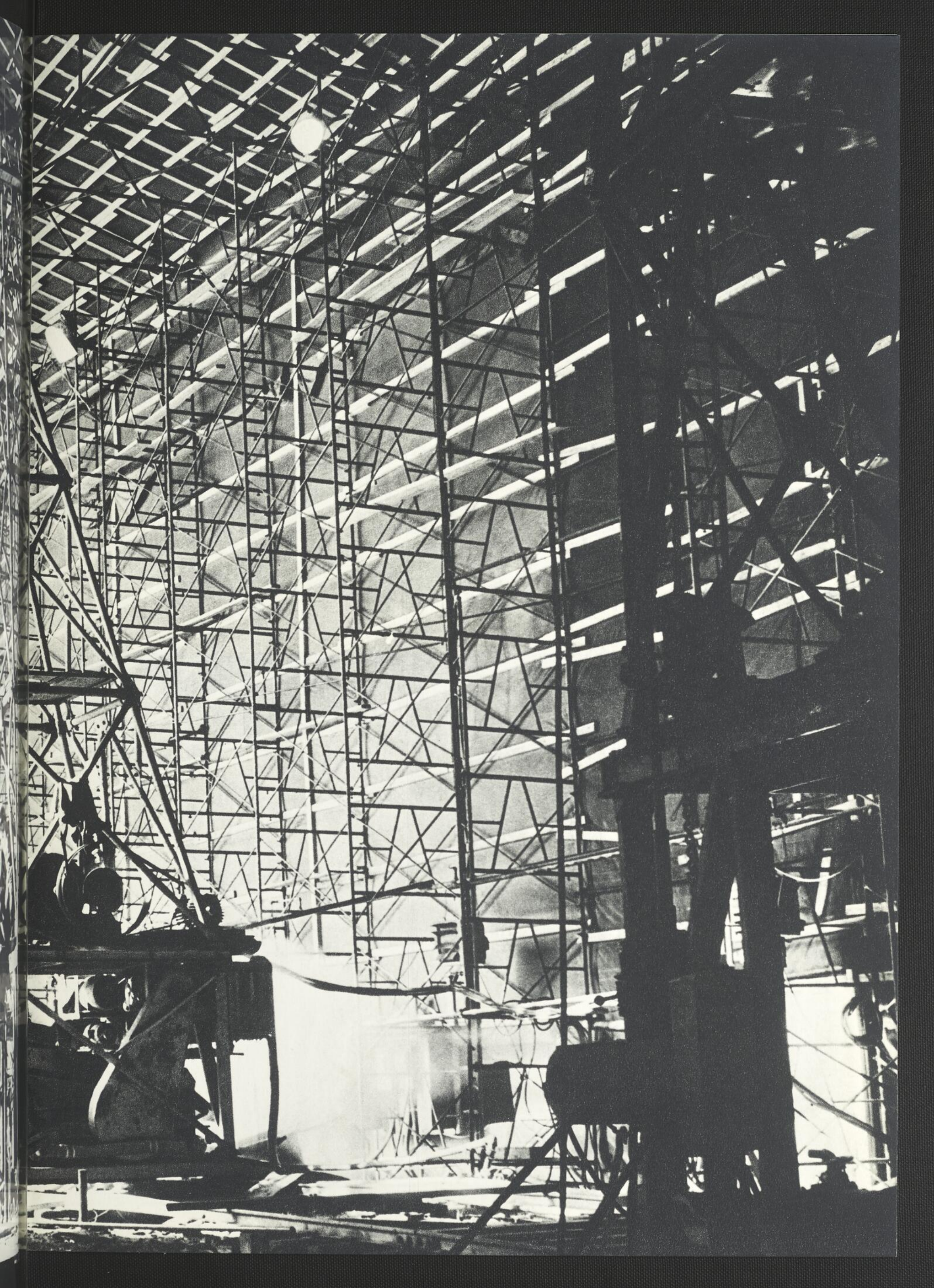
La dénivelée totale du bassin de la Manicouagan est de 1,900 pieds, tandis que celle des Outardes est de 1,500 pieds. L'aire totale de drainage de la rivière Aux Outardes est de 7,460 milles carrés et son débit moyen à l'embouchure est d'environ 14,000 pieds cubes par seconde. La superficie du bassin de la Manicouagan est d'environ 17,600 milles carrés, dont les deux tiers s'étendent en amont du seuil torrentiel, soit 11,290 milles carrés en amont du barrage de Manicouagan 5. L'apport annuel en eau atteint une moyenne de 36.3 pouces, dont 31 % en neige. Dans la région du système hydrographique Manicouagan-Aux Outardes, la température moyenne annuelle varie entre 30°F et 35°F: on enregistre - 50°F en hiver et 80°F en été. □ Le réservoir de Manicouagan mettra environ 10 ans à s'emplier. Il permettra d'exploiter les centrales au débit moyen suivant:

Chutes 5	—	21,600 pi ³ sec.	Chutes 2	—	35,000 pi ³ sec.
Chutes 3	—	25,300 pi ³ sec.	Chutes 1	—	35,000 pi ³ sec.

Il est à noter que les biefs de Manicouagan 2 et 1 auront les adductions du barrage-réservoir Ste-Anne, dont la rivière Toulousteuc écoule directement dans le bief de la Manicouagan, entre Manic 2 et Manic 3. □ La régularisation complète des rivières Manicouagan-Aux Outardes permettra d'augmenter la puissance de deux centrales existantes, l'une à l'embouchure de la Manicouagan (barrage McCormick) et l'autre à l'embouchure de la rivière Aux Outardes. Quand il sera terminé, le complexe hydroélectrique comportera les équipements suivants:

Site	Puissance aménagée	Hauteur de chute	Site	Puissance aménagée	Hauteur de chute
Manicouagan 1	400,000 hp	124 pieds	Outardes 58	824,000 hp	405 pieds
Manicouagan 2	1,360,000 hp	240 pieds	Outardes 45	1,040,000 hp	475 pieds
Manicouagan 3	1,470,000 hp	310 pieds	Chutes Aux Outardes	405,000 hp	208 pieds
Manicouagan 5	1,800,000 hp	505 pieds			





Le président
visite le chantier
de Manic 5:

(g. à d.) le gérant général des aménagements Manicouagan-Outardes, Antoine Rousseau; le directeur général, Production et Transport, Yvon DeGuise; l'assistant exécutif du président, Léo Roy; le président de l'Hydro-Québec, Jean-Claude Lessard; l'ingénieur du chantier de dérivation provisoire, Marc Garneau; l'ingénieur-en-chef résident, Harold Huggard.



Les centrales sont équipées en fonction d'un facteur de charge de 60%, établi d'après des études économiques exhaustives du matériel électrique, des coûts de production, de transport et les caractéristiques des appels d'énergie du réseau. □ La production de l'ensemble des sept centrales atteindra environ 33 milliards de kilowattheures, ce qui portera la production actuelle de 37 à 70 milliards de kilowattheures. □ L'étude de l'agencement des centrales du complexe Manicouagan-Aux Outardes a permis l'entière utilisation de la dénivelée entre les seuils torrentiels et le St-Laurent, la cote du canal de fuite d'une centrale étant celle du bief de la centrale suivante.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE L'AMÉNAGEMENT HYDROÉLECTRIQUE MANICOUAGAN 5

Surface de l'ensemble des bassins versants	11,200 mi ²	Hauteur de la chute d'eau	505 pi.
Volume d'eau captée	5,000 milliards de pi ³	Équipement de la centrale:	
Superficie du réservoir	800 mi ²	8 groupes à 225,000 hp	1,800,000 hp
Réserve utile assurant la régularisation complète	900 milliards de pi ³	Facteur de charge	60%
Longueur totale des galeries de dérivation provisoire	47' dia. 4,100 pi. lin.	Débit moyen d'eau	21,600 pcs

LE BARRAGE DE MANICOUAGAN 5 CARACTÉRISTIQUES DU BARRAGE:

Barrage à voûtes et contreforts multiples avec couronnement arasé à la cote	1,200'	Poids spécifique du béton	156 lb/pi ³
Cote maximum de la retenue	1,180'	Granulométrie des sables et graviers pour dosage en ciment de 150 lb/pi ³ :	
Hauteur maximum sur fondations	703'	Sable	$\frac{3}{8}$ à — 140 M 25%
Largeur du couronnement	17'	Grave	$\frac{3}{8}$ à — $\frac{3}{4}$ pouce 13%
Ouverture à la base de la voûte centrale	530'	Gravillon	$\frac{3}{4}$ à — 1 $\frac{1}{2}$ pouce 16%
Espacement des contreforts (13)	250'	Gravier	1 $\frac{1}{2}$ à — 3 pouces 20%
Longueur totale développée du couronnement	4,200'	Gros gravier	3 à — 6 pouces 26%
Volume total de béton	2,850,000 vc	Espacement des joints transversaux de contraction	50'
Dosage moyen en sacs de ciment	4 $\frac{1}{2}$ sacs = 1VC	Hauteur des levées de bétonnage	5-6'

Pour vaincre le fleuve,
il fallait manger
la montagne

Pour dominer la matière,
il fallait hypothéquer
le granit et le porphyre

PRINCIPALES ÉTAPES DU PROGRAMME GÉNÉRAL D'EXÉCUTION MANICOUAGAN 5

Automne 1959 — Début du montage des installations dans les différents secteurs du chantier du barrage — construction de la route d'accès, des pistes d'atterrissage, lignes micro-onde et d'énergie motrice de 161,000 volts □ Printemps 1960 — Tunnelage, batardage et fouille. □ 22 septembre 1962 — Coulée de la première benne de béton du barrage, correspondant à la mise en service de toutes les installations. □ Printemps 1964 — Première mise en eau du barrage — construction de la centrale. □ Printemps 1970 — Achèvement prévu des travaux.

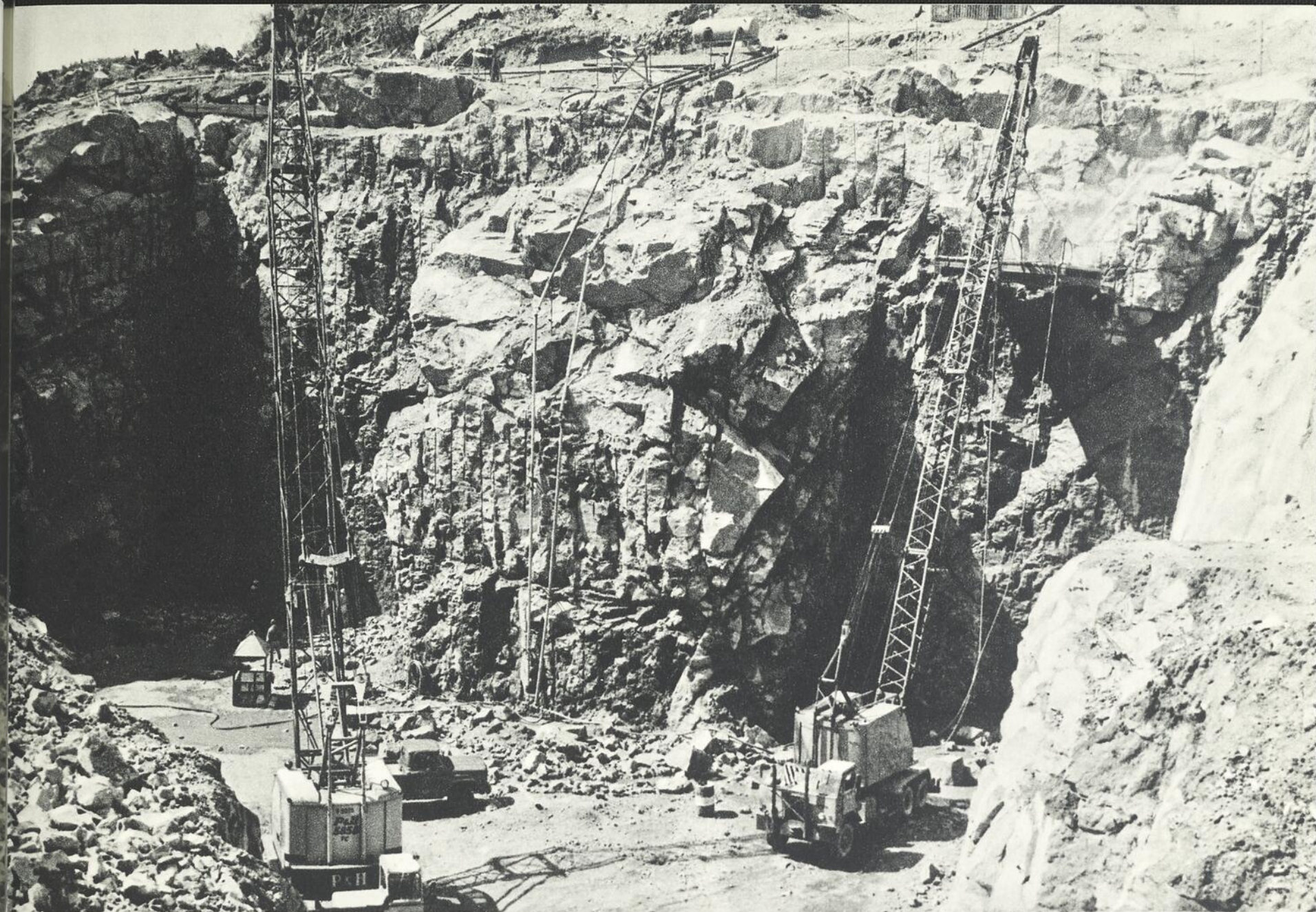
AMÉNAGEMENT DE MANICOUAGAN 5

Le site d'implantation du barrage de Manicouagan 5 se trouve à 135 milles au nord de Baie-Comeau et à une quarantaine de milles en aval du lac Manicouagan (voir carte No 1). À cet endroit, le cours s'engage dans une gorge étroite, entre des berges dont le socle rocheux est relativement sain. Vu que la majeure partie des apports d'eau sera captée par le barrage-réservoir implanté à cet endroit et qu'il faudra environ sept ans pour le remplir jusqu'à un niveau économique, il était avantageux de commencer la construction de l'ensemble par ce barrage.

LE BARRAGE

Après l'étude et l'élimination de nombreux types d'ouvrage, l'avant-projet se limitait au choix entre un barrage à enrochements et un barrage à voûtes multiples. C'est ce dernier type d'ouvrage qui a été retenu; il présente un coût substantiellement moins élevé. Cependant, les deux types considérés diffèrent très peu quant à la stabilité, à la sécurité et au remplissage du réservoir. □ Le barrage aura 4,200 pieds de développement à la crête et mesurera 703 pieds de hauteur, à partir des fondations. Il comprendra une voûte principale (de 530 pieds d'ouverture) enjambant le lit de la rivière et treize voûtes plus petites à

leuve,
nanger
tagne
tière,
équer
phyre



N
5
du
je
es
□
5
et
ge
ie
pt
de
E
in
u;
eu
le
ne
à





Le fleuve
Il a été
pour sa
sous

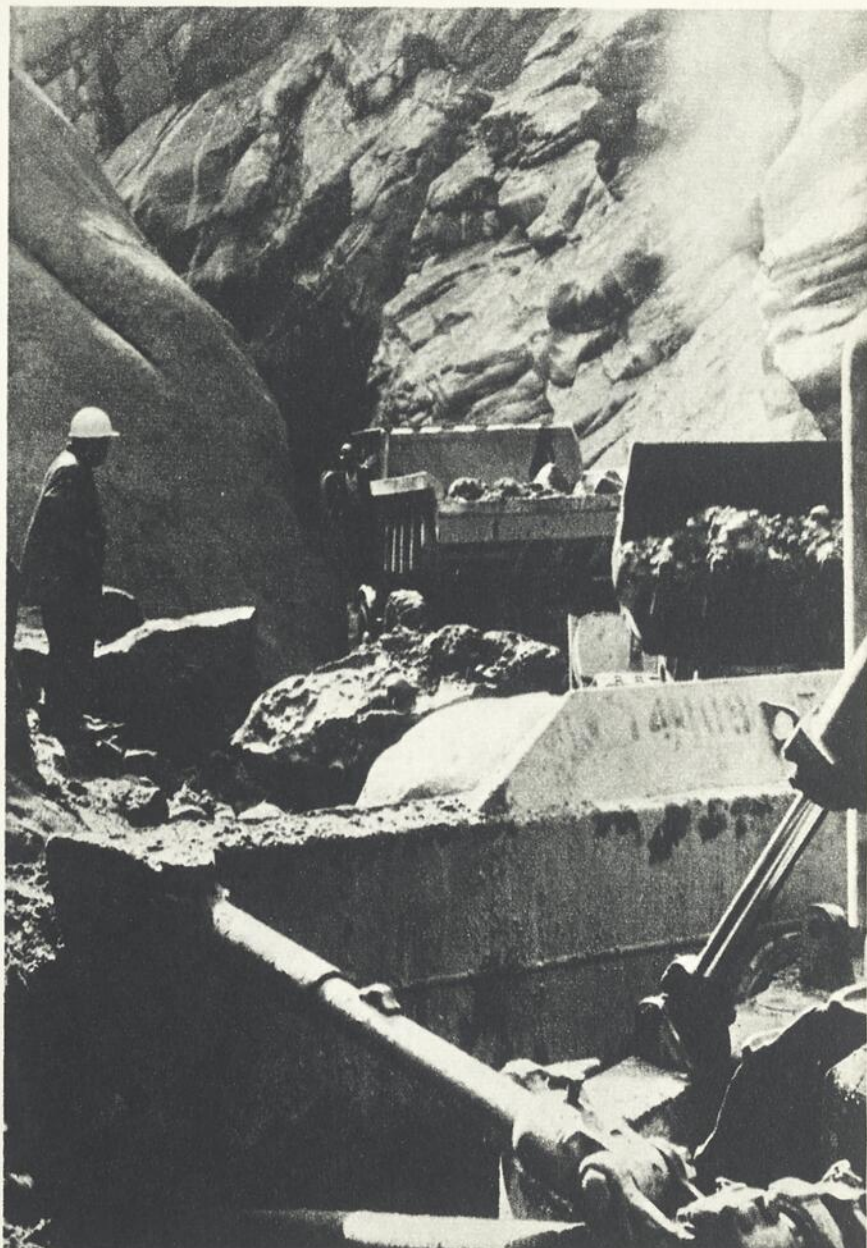
Et l'hy
ses gr

... pa
dans
de la

Le fleuve s'est rendu.
Il a délaissé son lit millénaire
pour s'engouffrer
sous la montagne

Et l'homme a fait gronder
ses grues

. . . pour mettre de l'ordre
dans le désordre
de la pierre



Dressées comme
des dinosaures,
les machines arrachent
au canyon la défaillance
de la pierre pour y insuffler
la force du béton



aros-
est d
ont e
large
de r
dans
cube
vers

En n
prél
Baie
Con
frise
proj
et d
Il é
été,
piec
et l
est
mei
laté

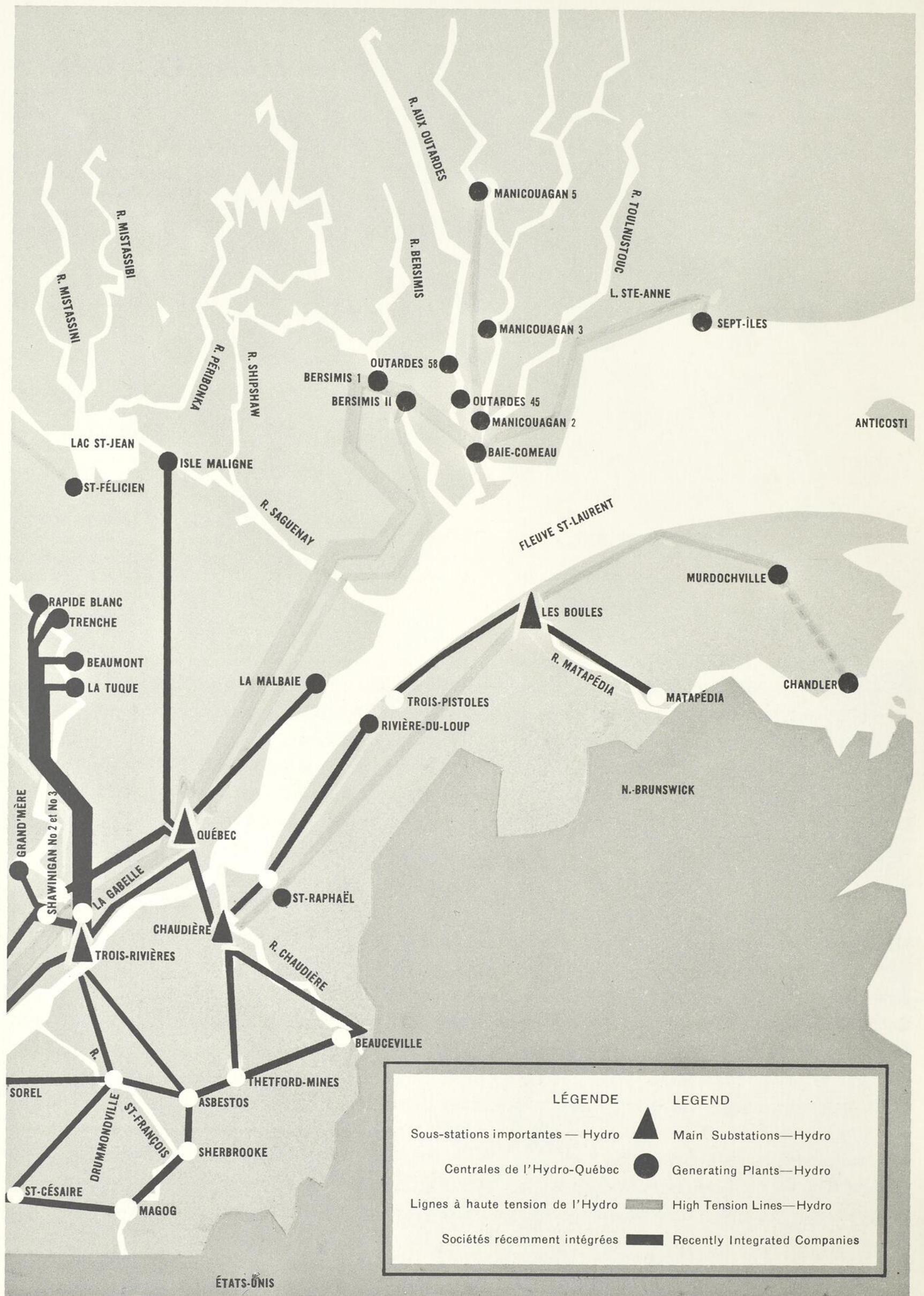
MANICOUAGAN 5

La terre monte
à hauteur de ma main
Un monde nouveau
commence à ma droite ►
C'est ici que je construis
ma demeure
(Gatien Lapointe)

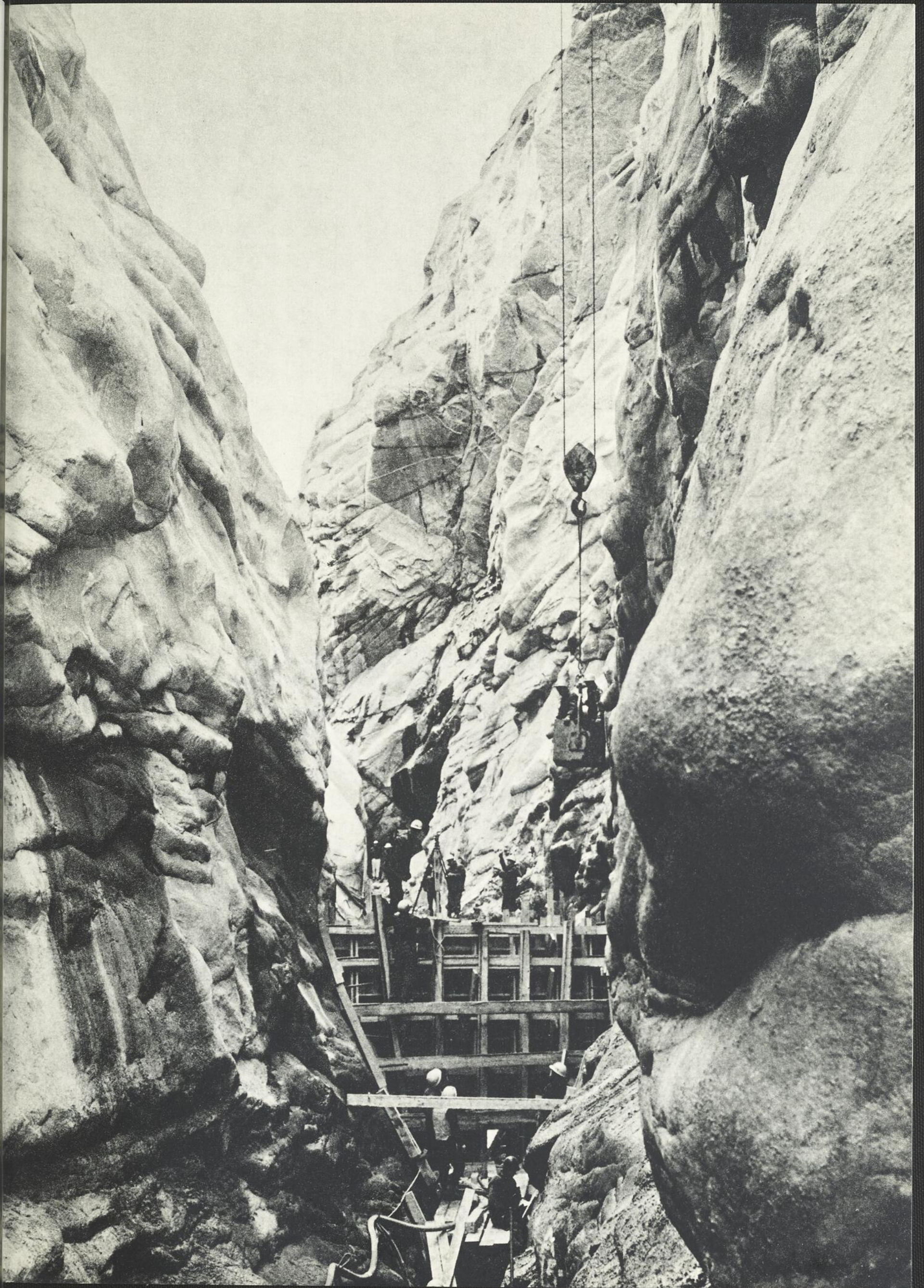
arcs-boutants de 250 pieds d'ouverture, qui endigueront complètement la gorge. □ L'épaisseur des voûtes est de 75 pieds au contact du roc de fondation et de 10 pieds à la crête. Les contreforts de la voûte centrale ont environ 400 pieds de longueur et 125 pieds de largeur à la fondation. Le couronnement de 17 pieds de largeur est rectiligne et servira de piste d'accès. □ On a déjà excavé un volume de 500,000 verges cubes de roc pour la fondation. On a effectué ce travail avec beaucoup de précautions, afin d'éviter toute faille dans le rocher de fondation. □ Le volume total de béton qui sera mis en œuvre est de 2,850,000 verges cubes. On coule environ 110,000 verges cubes de béton par mois; les bétonnages ne seront terminés que vers la fin de 1966.

ROUTE D'ACCÈS

En même temps que les premières équipes empruntaient un sentier de déboisement pour amorcer les travaux préliminaires au Site 5, une autre équipe s'attaquait à la construction d'une route d'accès à partir de Baie-Comeau. Cette équipe travaillait sous la surveillance de l'Hydro-Québec, pour le compte de Komo Construction Limitée et de Simard & Frères Limitée. □ "Ce pays, d'après Jacques Cartier, tout frissonnant, rude, âpre, stérile et sans aucune saveur de terre", opposait d'incroyables obstacles à tout projet de route. La réalisation de Manicouagan, qui allait exiger des millions de tonnes d'approvisionnements et de matériaux de construction, rendait indispensable la construction d'une route d'accès de 135 milles. Il était nécessaire de prévoir une route qui permettrait le transport des approvisionnements, hiver comme été, aux chantiers de Manicouagan 5 et 2. □ D'une emprise de 80 pieds, la voie carrossable mesure 30 pieds de largeur dans les coupes et les remblais de moins de 5 pieds, et 36 pieds dans les remblais élevés et les courbes escarpées. Celles-ci sont élargies du côté intérieur. À travers les déblais rocheux, le talutage est en pente de 5: 1. La fondation est creusée à deux pieds sous l'infrastructure, pour donner un meilleur profilage; le roc brisé au sautage est laissé en place afin d'améliorer le drainage. Dans les fossés latéraux, le forage est descendu 3 pieds sous l'infrastructure, pour l'écoulement rapide des eaux. En vallon,

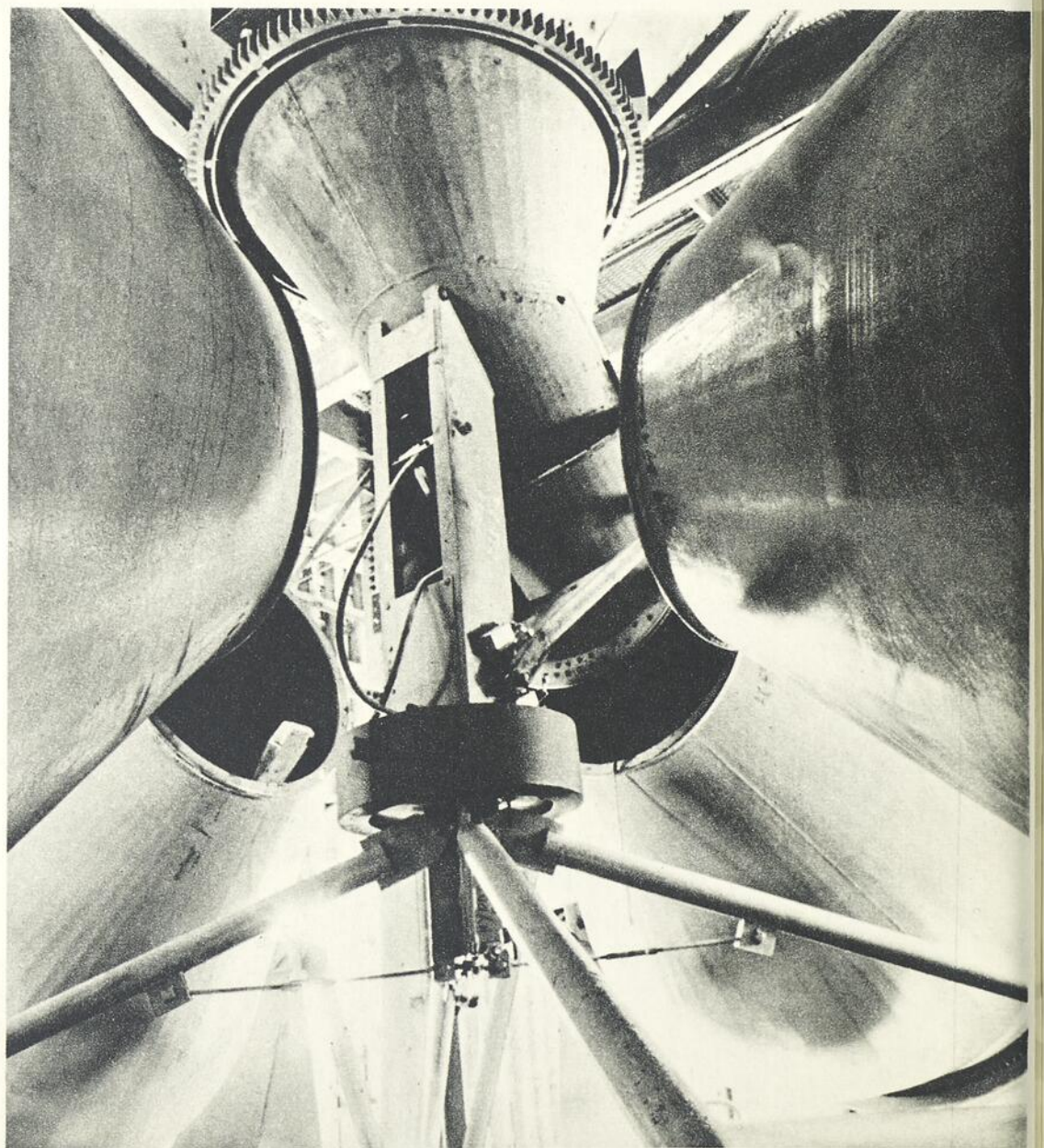
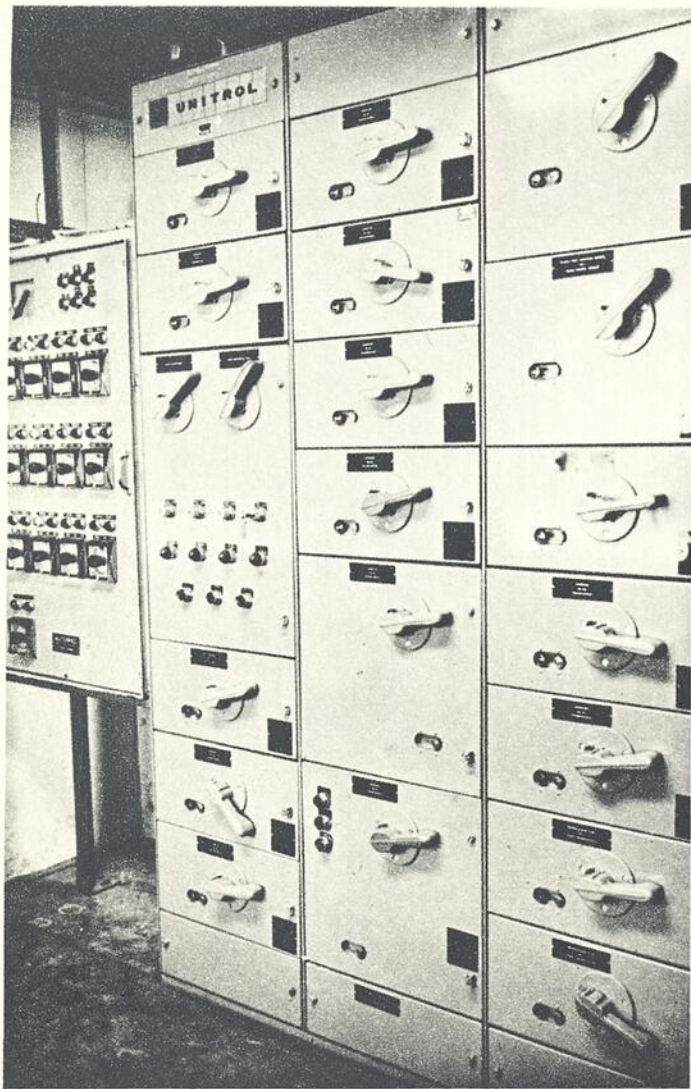


LÉGENDE	LEGEND
Sous-stations importantes — Hydro	▲ Main Substations—Hydro
Centrales de l'Hydro-Québec	● Generating Plants—Hydro
Lignes à haute tension de l'Hydro	▬ High Tension Lines—Hydro
Sociétés récemment intégrées	▬ Recently Integrated Companies



À ce tableau de bord
l'homme commande à la nature

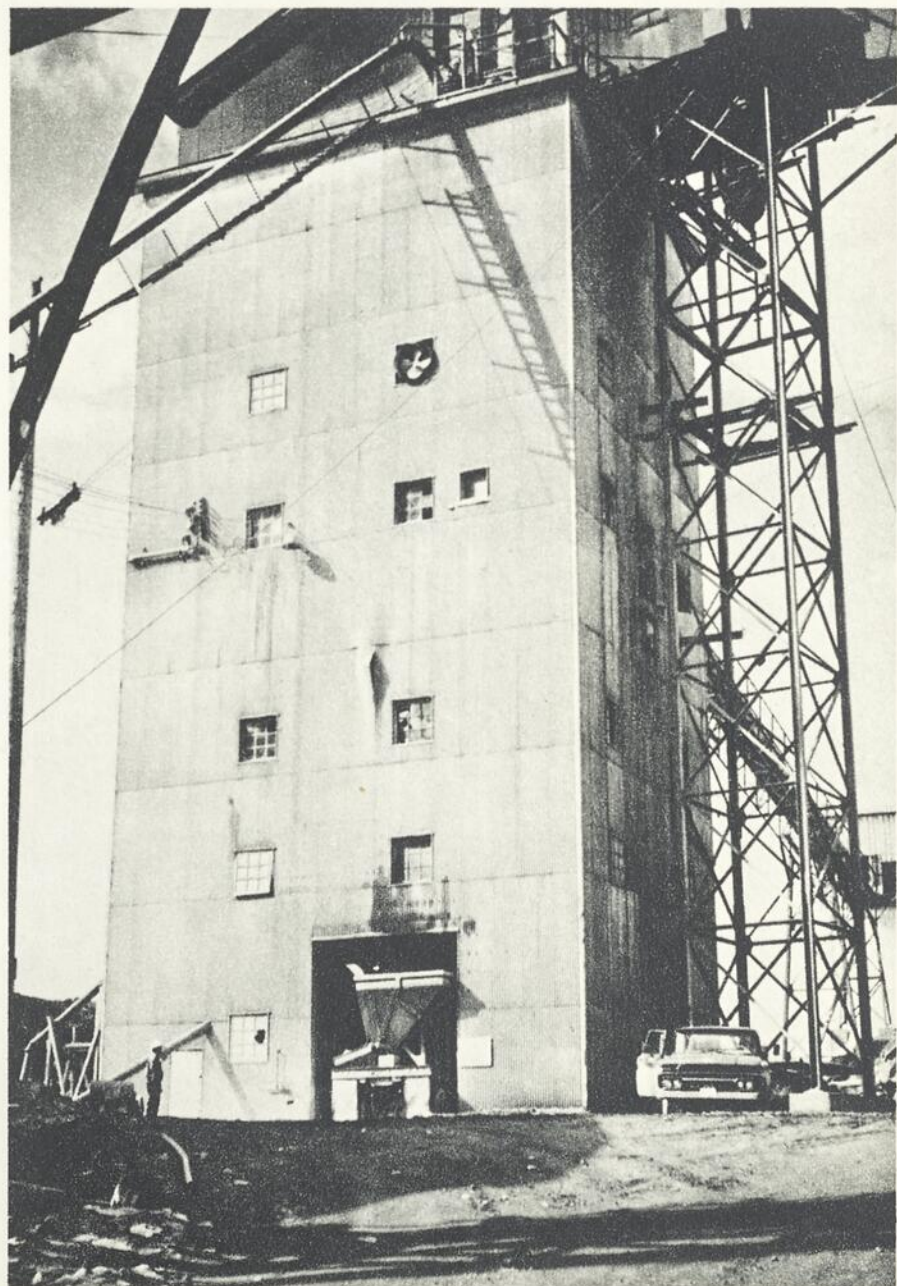
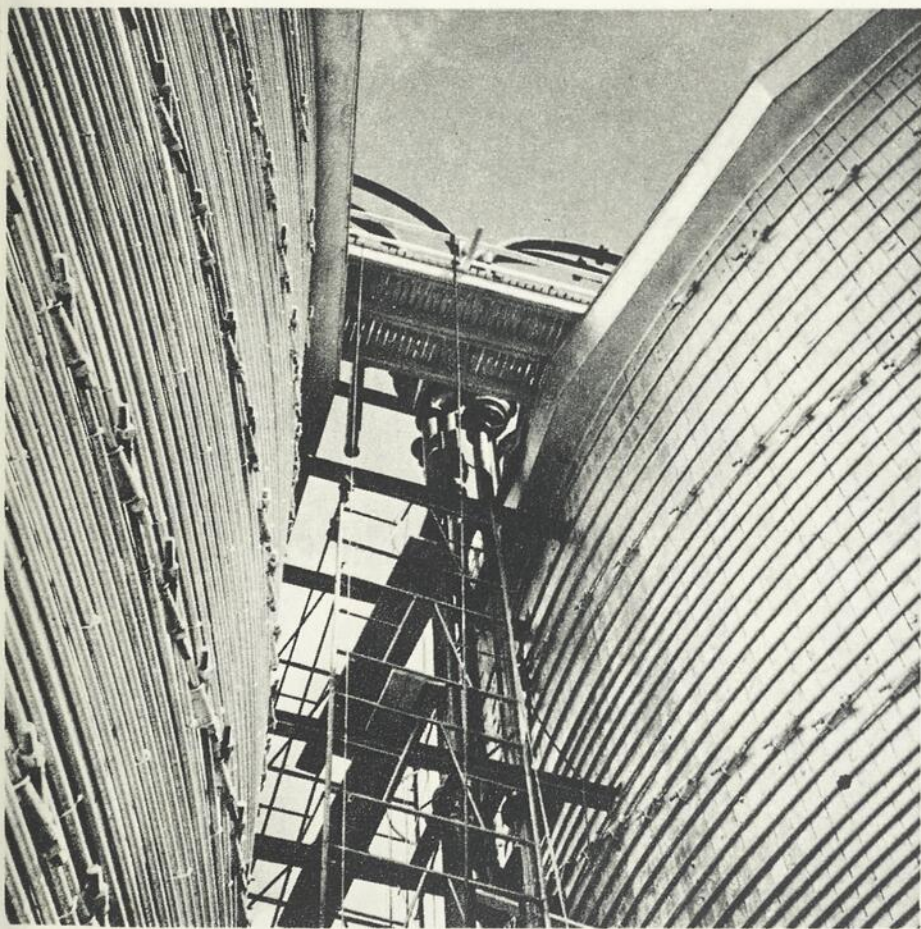
Et tournent, tournent les pétrins
où s'épousent la violence
de la pierre et la docilité
du ciment

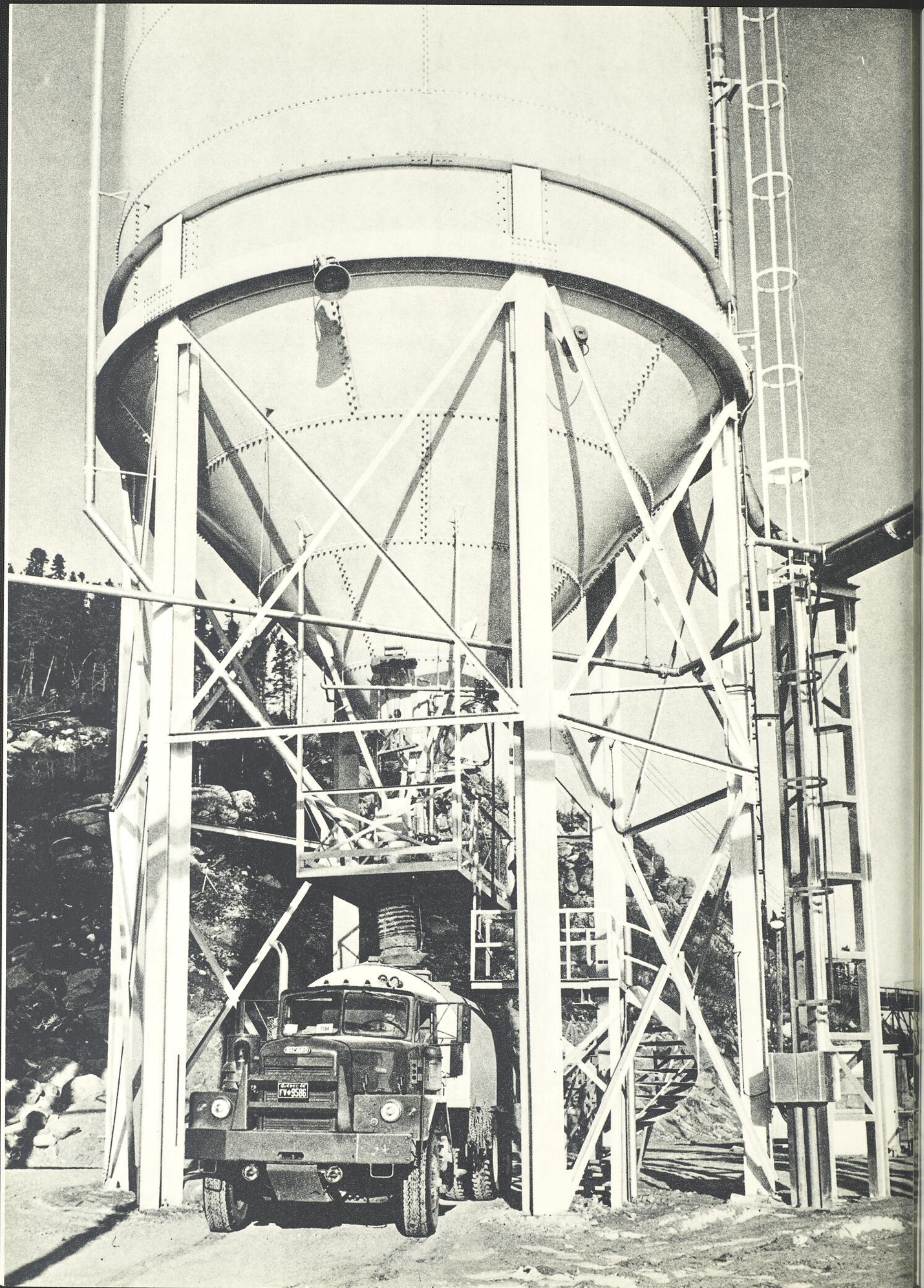


Dans ces
un froment
dans les g
Du lever
l'âge eng
de béton

Dans ces silos,
un froment qu'on sèmera bientôt
dans les gorges du canyon

Du lever au coucher du soleil,
l'ogre engouffre 15,000 tonnes
de béton





Les es
dévère
qui fé
la mo

la p
lais
Les
ruis
et t
le c

Vu l
rou
pus

Pou
au l
vérit
engi
taire
un r
sont
mar
maté
de p

Les entonnoirs fantastiques
déversent le froment
qui fécondera
la montagne

Le lièvre et la gélinotte
n'en dorment plus
La vallée de la Manicouagan
a accouché d'une ville

La pente de talutage et de remblai est généralement de $1\frac{1}{2}$: 1. Une couche de 1 à 2 pieds de grave fait la liaison entre l'infrastructure et le prélat de 6 pouces d'épaisseur en gravier calibré à $\frac{3}{4}$ de pouce maximum. Les ponceaux en tôle ondulée et galvanisée, jauge 8 à 12, varient entre 24'' à 66'' de diamètre. Pour deux ruisseaux de montagne, on a évité la construction de ponts en béton en utilisant des ponceaux de 120'' et 180'' de diamètre. Profilés à 5% d'ellipse, ceux-ci sont faits de tôle ondulée "Multiplate" montée sur le chantier. Les garde-fous sont en tôle profilée.

MATÉRIEL DE CONSTRUCTION

Vu les conditions de terrain excessivement difficiles, le délai de 12 mois prévu pour la construction de cette route présente un défi inusité. Un imposant parc d'engins de terrassement est donc mis en œuvre. En plus de cent camions pour le transport à forfait des matériaux d'emprunt, le chantier dispose de :

10 camions hors route 15 tonnes
58 bulldozers types Caterpillar D8, D7,
Allis-Chalmers HD 16 et Inter-
national Harvester TD 24/25

6 pelles équipées en butte ou en houe de 1 et $1\frac{1}{2}$ vc
5 chargeurs à pneumatiques de $2\frac{1}{2}$ vc
2 tracto-chargeurs de 3 vc
6 patrouilleuses pour le réglage

Pour tirer le rendement maximum des engins de terrassement, les ateliers de réparation sont anéagés au Mille 62, à mi-chemin, d'où les équipes mobiles rayonnent vers les campements secondaires pour les vérifications habituelles et les réparations mineures. Les préposés à la surveillance et à l'entretien des engins dressent un fichier leur permettant de contrôler l'état de service de chaque unité. En outre, l'inventaire contrôlé des pièces de rechange permet d'atteindre un coefficient d'utilisation de 90%, ce qui est un résultat étonnant dans les conditions d'éloignement, de terrain et de climat. □ Les matériaux d'emprunt sont relativement rares. En plus d'un tracé abondant en contrastes: falaises de granit inaccessibles ou marécages infranchissables, on ne peut disposer que d'une dizaine de chambres d'emprunt pour les matériaux de remblai. Les couches de fondation et d'usure, en grave calibré et concassé, exigent l'usinage de plus de 1,700,000 tonnes de gravier. Pour la majeure partie du tracé, les matériaux d'emprunt sont trans-





portés sur une distance moyenne de 18 milles, ce qui explique la mise en œuvre d'un parc de plus de 100 camions de 3 à 5 tonnes. □ Le tracé à travers marais et collines rocheuses, exige le sautage de quelque 2,500,000 vc de roc, ce qui suffirait à la construction de chaque côté de la route d'une muraille haute de 4' et large de 3'. Les coupes à travers rochers sont nombreuses et souvent difficiles, mais les déblais servent avantageusement à la fondation solide et permanente de la plate-forme en terrains marécageux. □ Le parcours a commencé par emprunter la route des exploitations forestières de la Quebec North Shore. Le tracé définitif est raccourci par un pont franchissant la Manicouagan à une quinzaine de milles de Baie-Comeau: l'ouvrage de 750 pieds de longueur a été mis en service le 15 juillet 1962. Il permet un trajet plus rapide et plus court entre les chantiers et Baie-Comeau.

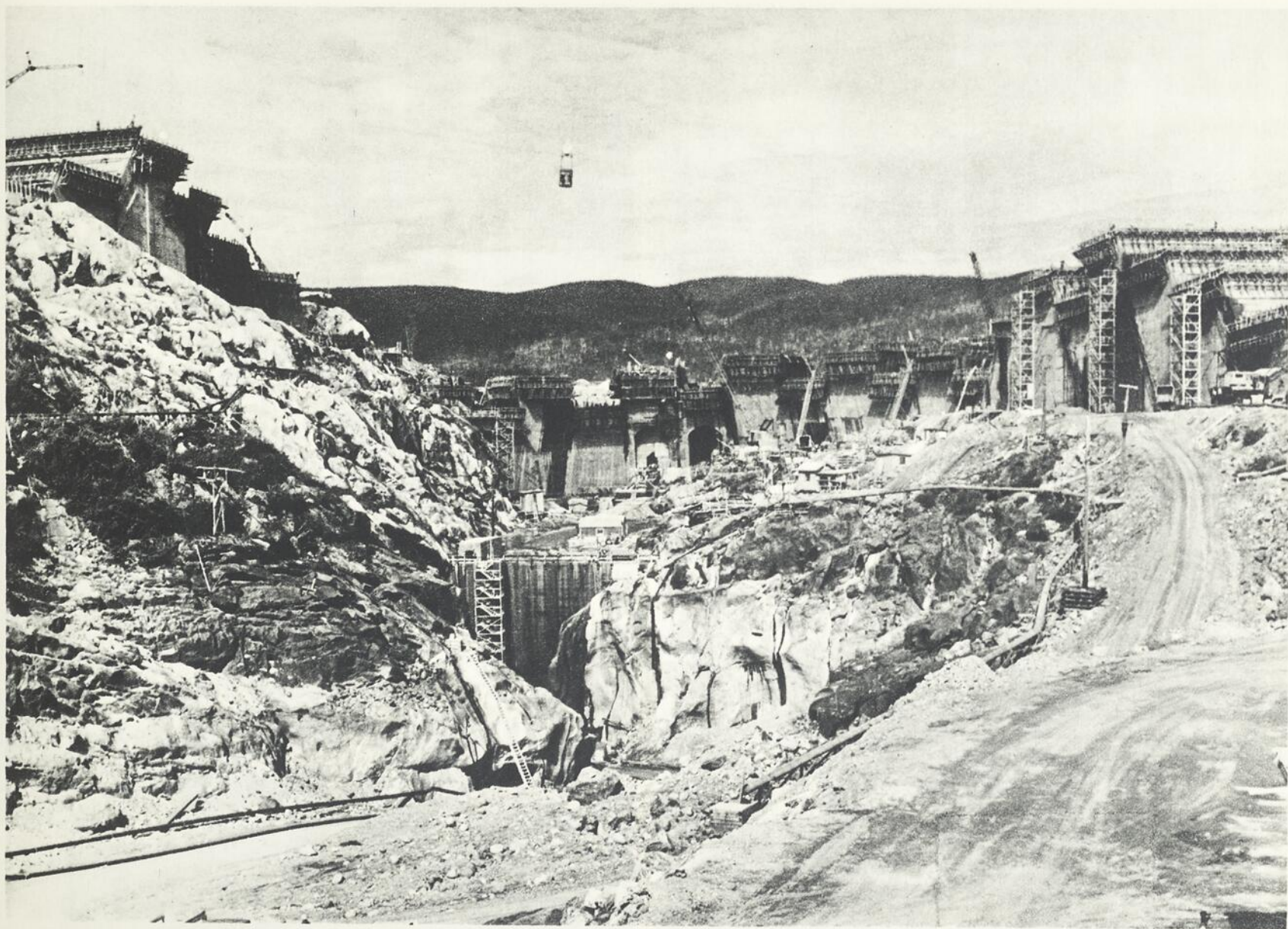
LES GALERIES DE DÉRIVATION

La mise en chantier du barrage de Manicouagan 5 ne présente aucune difficulté majeure quant aux fouilles sur les berges, où les voûtes et les contreforts latéraux prendront appui: le roc affleure, ou bien se trouve sous une faible couche de morts-terrains. Les conditions de fouille en rivière sont toutefois bien différentes. Au droit du barrage, la Manicouagan coule sur un lit alluvionnaire très perméable variant de 250 à 140 pieds d'épaisseur respectivement en amont et en aval de la voûte centrale. Après avoir envisagé diverses solutions, on arrête le plan de dérivation provisoire suivant: creusage de deux galeries parallèles de 47' de dia. et 2200' de longueur chacune au pied de la berge ouest, batardage vis-à-vis de l'entrée et de la sortie des galeries.

PISTES D'ACCÈS

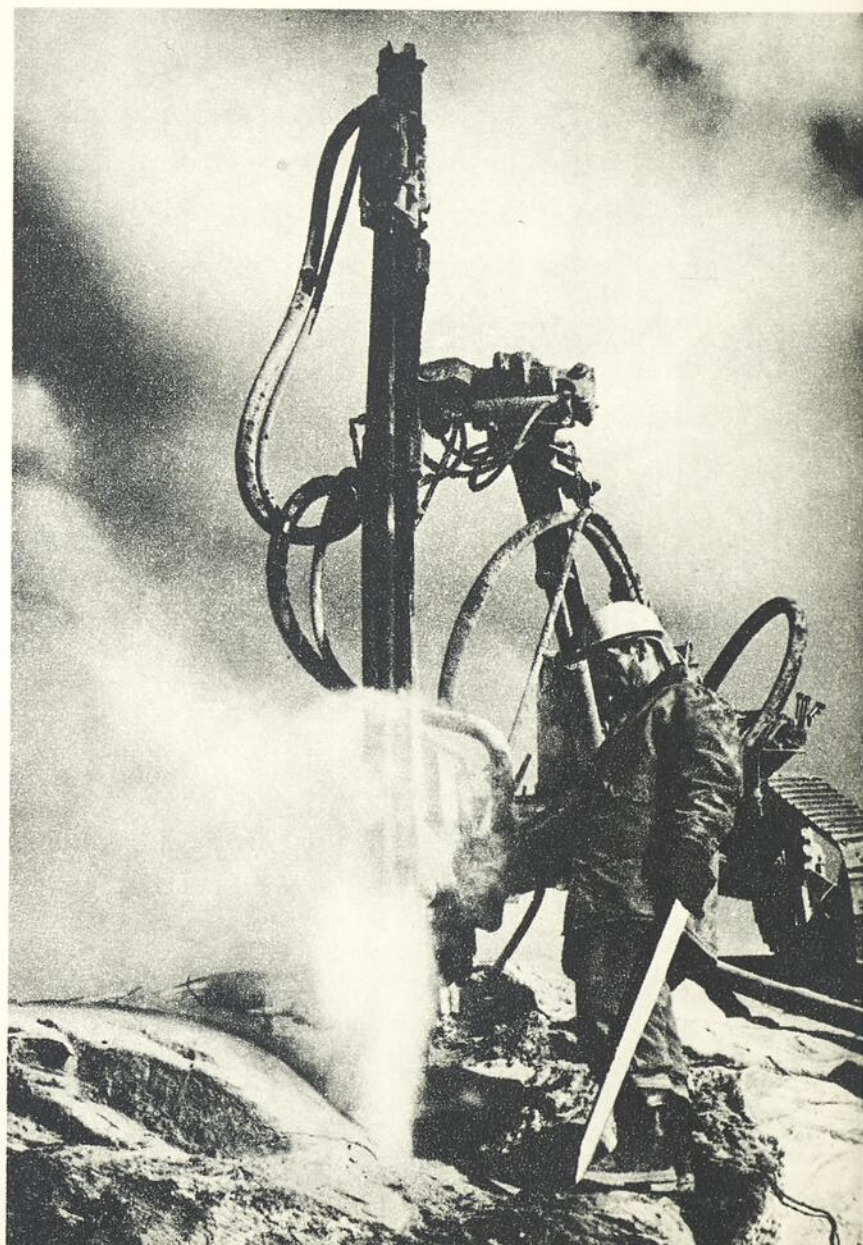
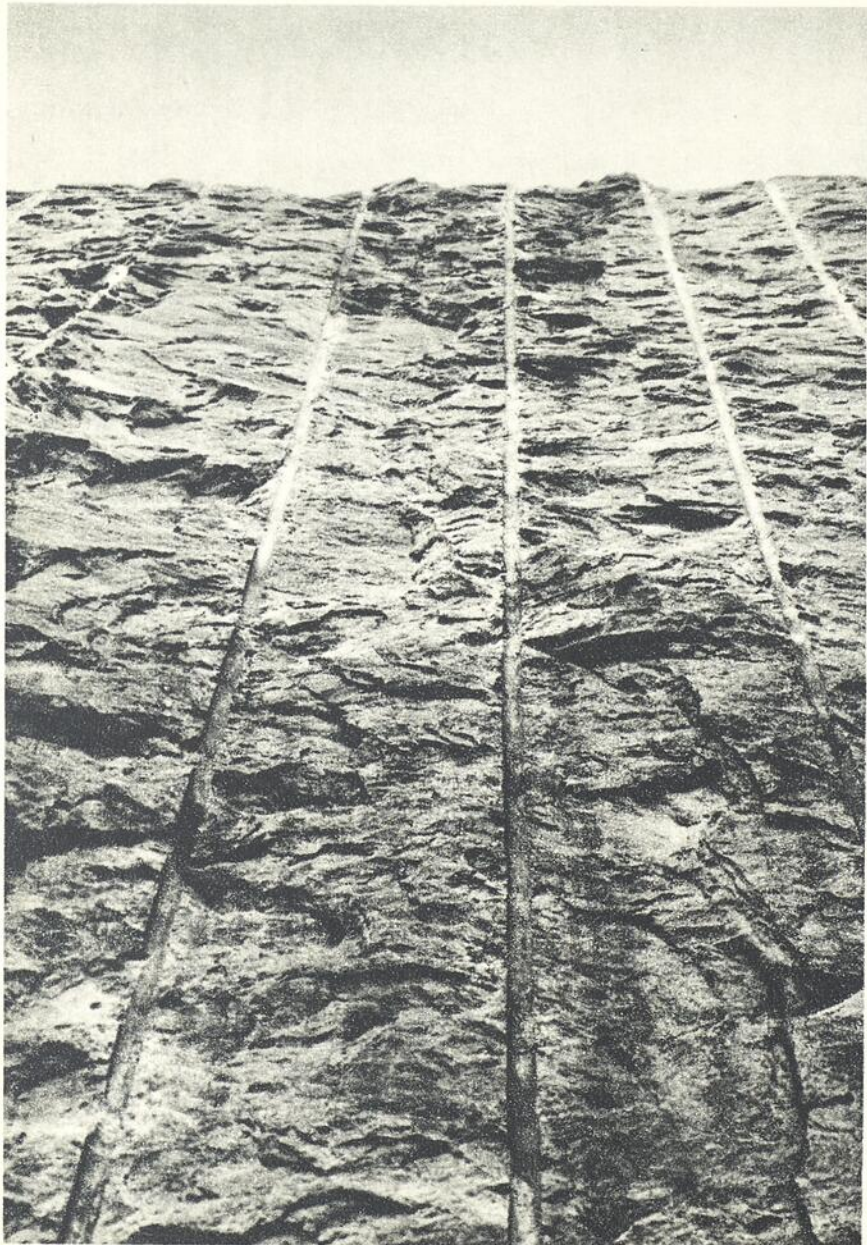
À l'entrée comme à la sortie des galeries, on commence par dégager une piste d'accès afin d'inciser les fronts de taille. Généralement ce travail s'effectue par l'abattage de gradins de 6 pieds d'épaisseur, en laissant un rempart de refoulement entre la rivière et la piste de marinage. Le rocher altéré oblige de dynamiter avec précaution le long du rempart, en réduisant l'intensité du tir: on adapte ainsi une méthode

Des charrues têtues
et des grues voraces
sèment la confusion
dans la vallée . . .



... pour y récolter
la rigueur des lignes

L'homme brise
le silence originel
pour implanter
son calcul



MANICOUAGAN 5

de préfissuration avec bouchon de sautage en trous de 2 1/2" dia. à 1 pied d'entre-axe. Pour la mise à feu instantanée les trous sont bourrés de Forcite 60% en cartouches de 1" x 16" amorcées à 8" d'intervalle avec du Primacord. □ Le creusage des galeries s'effectue à partir de leur sortie. L'entrée n'est creusée que pour permettre le bétonnage des portails auxquels sont montées les vannes pour la mise en eau. □ Le creusage s'effectue selon une méthode de tunnelage mise en oeuvre pour la première fois en Amérique du Nord. Cette méthode comporte un jumbo à quatre plates-formes réglables sur lesquelles les marteaux-percussions sont fixés sur des glissières permettant une précision maximum de forage : chaque jumbo porte 22 marteaux-percussions Rock Lion répartis sur quatre plates-formes télescopiques :

PLATE-FORME EN CALOTTE	6 marteaux 3 opérateurs 1 mécanicien 31 trous	PLATE-FORME INFÉRIEURE	4 marteaux 2 opérateurs 43 trous
PLATE-FORME SUPÉRIEURE	4 marteaux 2 opérateurs 1 mécanicien 48 trous	PLATE-FORME D'ATTAQUE AU PIED	8 marteaux 5 opérateurs 1 mécanicien 36 trous

Au total, 12 opérateurs et 3 mécaniciens percent 158 trous à la cadence moyenne de 12 pieds/heure par paire de marteaux. □ L'air comprimé est alimenté par un répartiteur de 8 pouces de diamètre duquel un répartiteur de 4" alimente chaque plate-forme, où chaque marteau est alimenté par flexible de 1". □ En outre, trois mécaniciens sont préposés à l'entretien et à l'affûtage des trépan. Une affûteuse "Sandvik 1400" permet l'affûtage de 230 trépan par période.

CADENCE D'AVANCEMENT

On creuse les galeries en commençant par l'attaque en calotte d'un bout à l'autre et au gradin de pied pour finir. Chaque galerie est profilée en fer à cheval et présente un front de taille de 1,856 pieds carrés. □ Pour

C'est là que se livrent
des conciliabules géométriques
Qui nous ont pour centre
et pour lieu
(Saint-Denys Garneau)

14 pieds linéaires d'avancement le cycle des opérations varie entre 9 et 9½ heures et se répartit ainsi :

forage	2 heures	évacuation des fumées de sautage	20 minutes
bouillage	1¼ heure	mise en place du jumbo	45 minutes
marinage	4½ heures		

Le cycle de marinage est le suivant :

chargement du camion (4 unités K-W Dart. 21) par 2 tracto-chargeurs 3 vc (Caterpillar)	2.85 minutes	perte de temps entre chargement temps de chargement utile	1.04 minute 73.3%
---	--------------	--	----------------------

Les 22 marteaux percent un bouchon de 158 trous par volée. Les bouchons percés selon un plan de trois coupes en V, ont 15'9" de profondeur. □ Tous les trous sont amorcés par le fond avec détonateurs électriques à micro-intervalles (LPV) de 0 à 15 et chargés, excepté les trous périmétriques, d'un bout à l'autre de Forcite 80% en cartouches de 1' 1/8" surmontés de cartouches de Xactex de 5/8" x 24" solidement reliées entre elles. Le bouchon de mise à feu est fait d'une demi-cartouche de 1 1/8" x 8" de Forcite 80% surmontée d'un collet de 12" de poussière de forage. Les trous en paroi sont bourrés de 3 cartouches de Forcite 80% de 1' 1/8" au fond. On bourre ensuite de cartouches BL-145 de 7/8" x 16" solidement reliées entre elles. □ Les explosifs Xactex et BL-145 pour les trous périmétriques donnent les résultats prévus. La surpuissance du BL-145 permet de dégager uniformément sans charge supplémentaire la colotte et les parois.

LA MISE À FEU

La mise à feu s'effectue avec 8 circuits équilibrés en séries – parallèles raccordées par fil gauge 20 branchant sur une barre de cuivre gauge 14 montée horizontalement à 2 pieds du sol. De là, le circuit de mise à feu est raccordé à un fil gauge 8 reliant au détonateur posté à l'entrée des galeries. Le détonateur est alimenté par courant alternatif 200 volts, 60 cycles. □ Pour l'avancement du gradin de pied, les jumbos sont adaptés en 6 rangées de trous horizontaux de 21 pieds de profondeur. À l'exception des trous de paroi, le bourrage est composé de cartouches de Forcite 75%, 1 1/8" x 8" à coefficient de 1.75 lb : 1 v.cu. Les trous de paroi

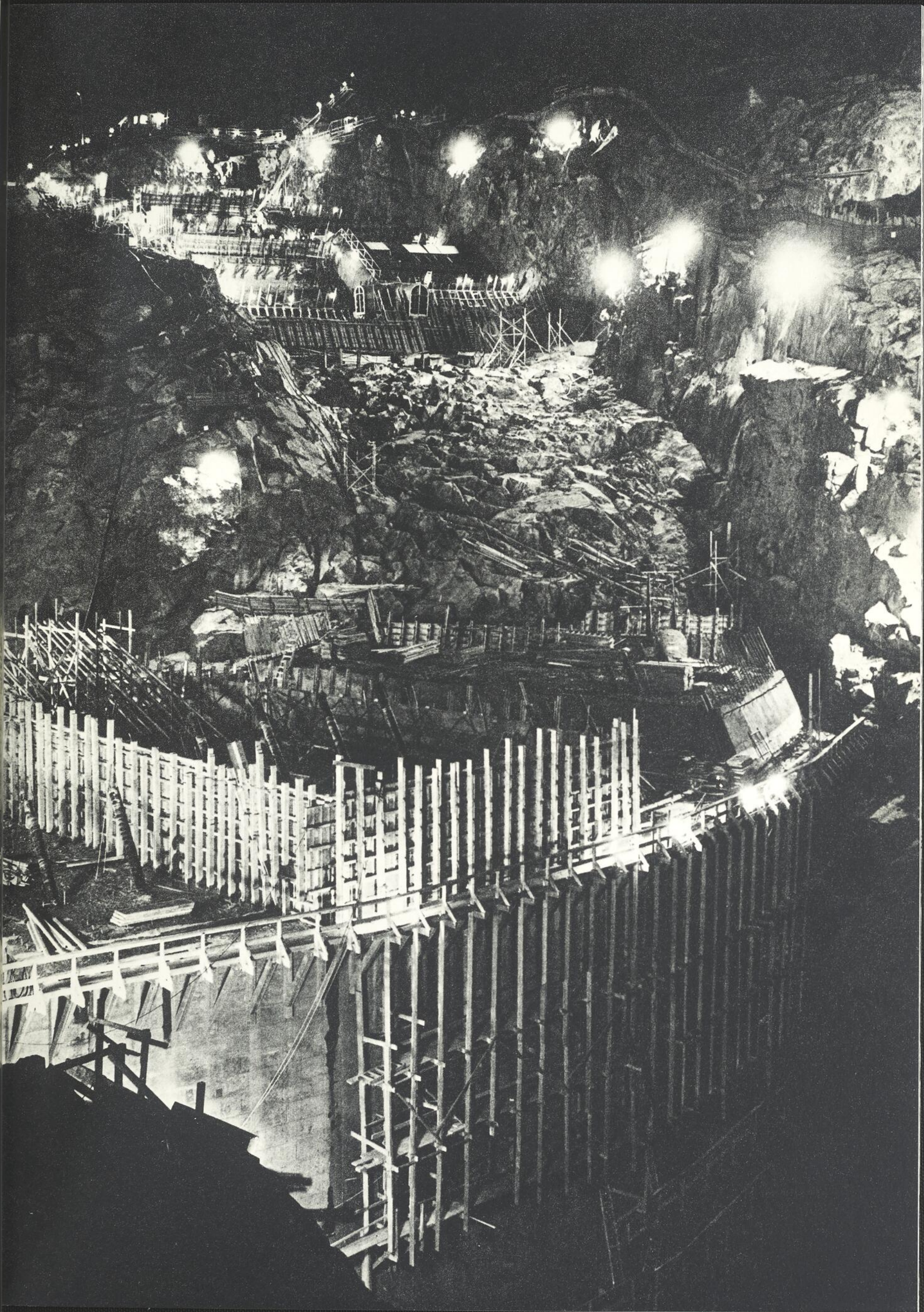
livrent
étriques
centre
pour lieu
arneau)

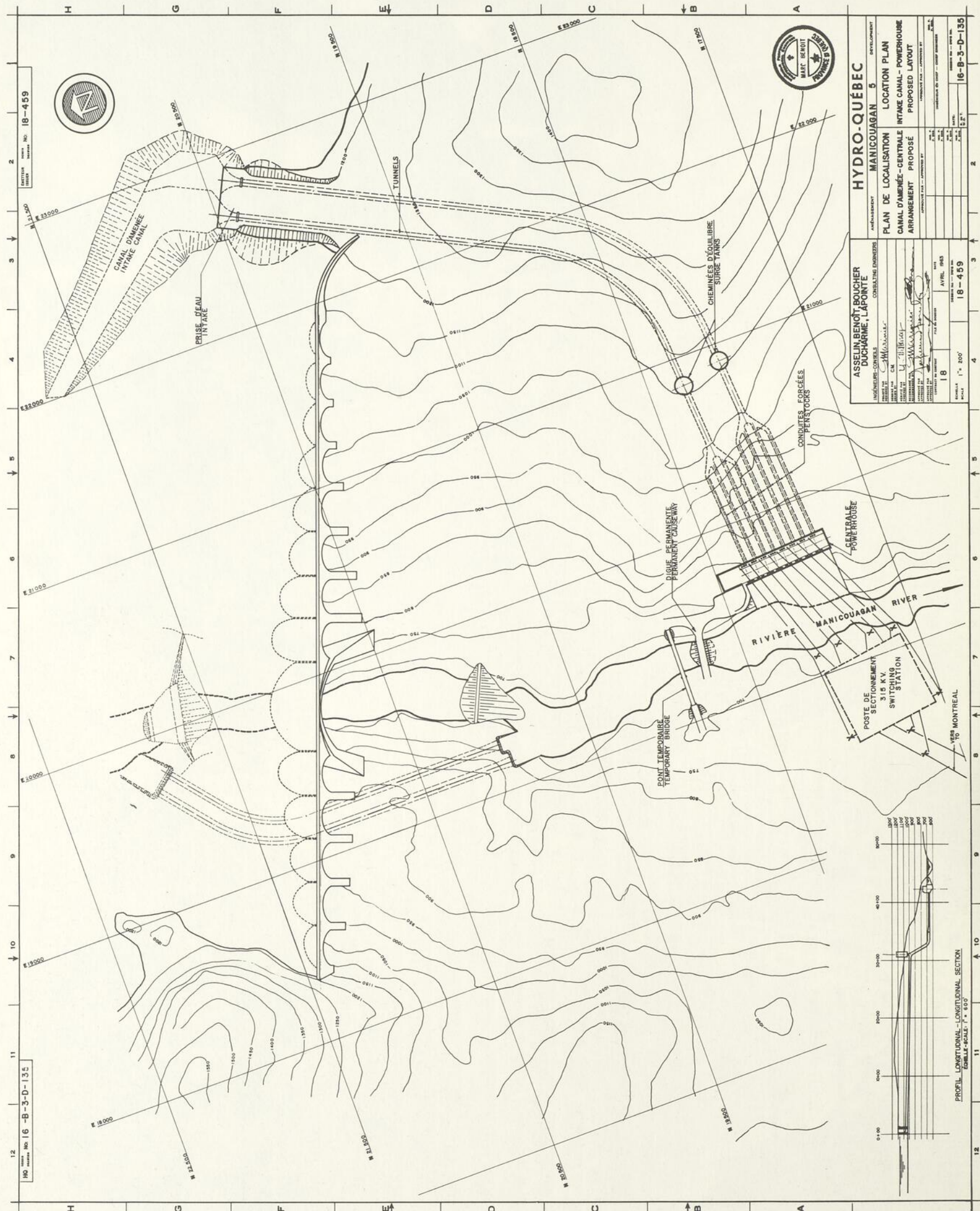
nsi:
nutes
nutes

uta

rois
ec-
utre
ées
tée
0%
es.
nce

EU
ant
eu
nté
tés
ge
roi

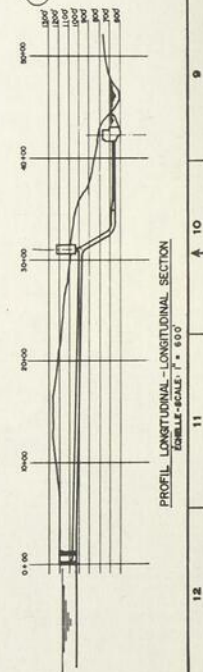




HO 16-B-3-D-135
 1:25,000
 18-459

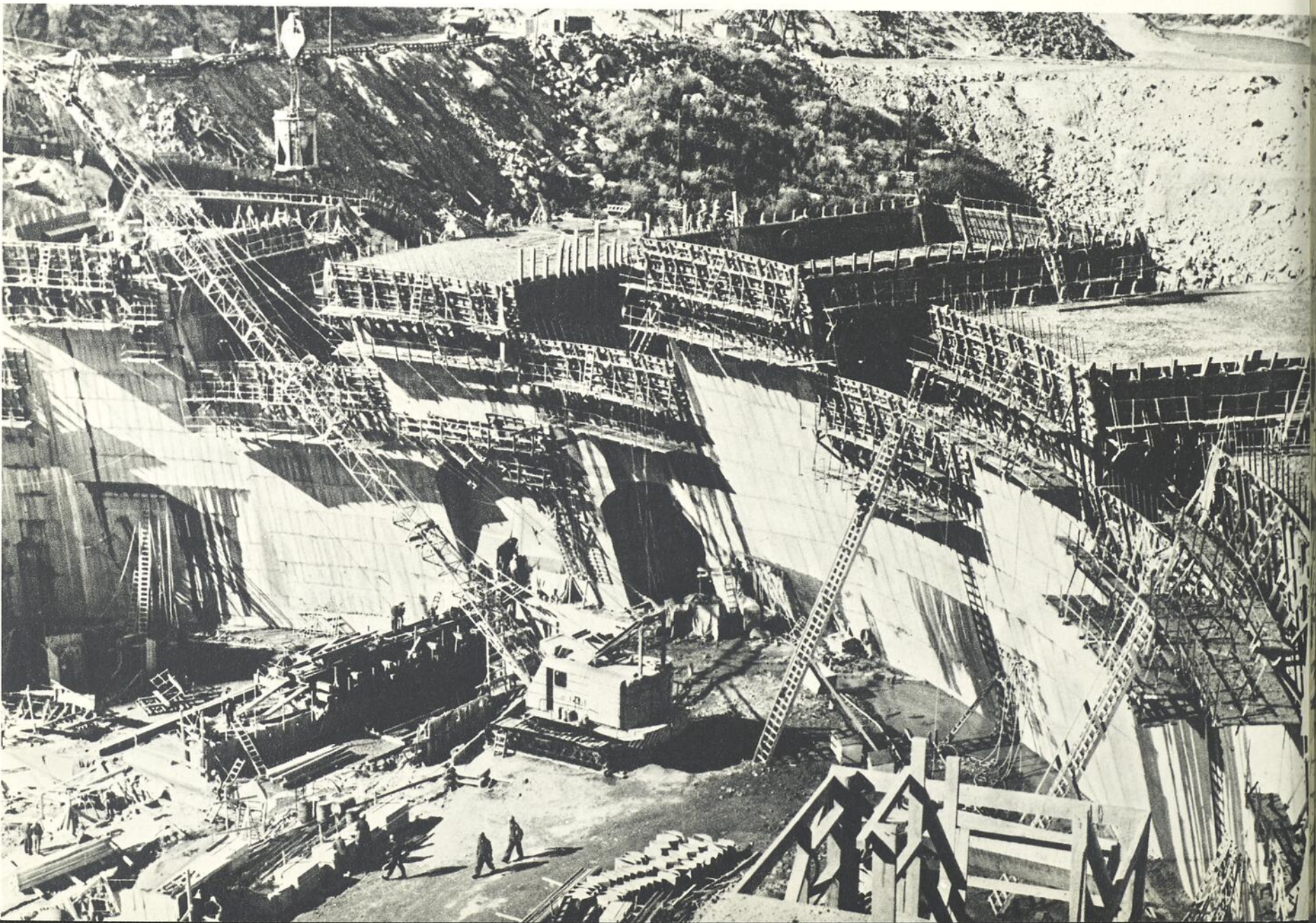
HO 16-B-3-D-135
 1:25,000
 18-459

ASSELIN, BENOIT, BOUCHER DUCHARME, LAPORTE INGENIEURS-CONSULTANTS 315 K.Y. SWITZ STATION VERB. MONTREAL		HYDRO-QUEBEC MANICOUAGAN 5 PLAN DE LOCALISATION CANAL D'AMENEE-CENTRALE ARRANGEMENT PROPOSE	
CONSULTING ENGINEERS 18 18-459 1:25,000		LOCATION PLAN INTAKE CANAL - POWERHOUSE PROPOSED LAYOUT APPROVED BY: [Signature] DATE: [Date] 16-B-3-D-135	



Les concasseurs
ont mangé la montagne.
La pierre, qui épousera bientôt
la forme d'une cathédrale,
se déverse au rythme
de 500 tonnes à l'heure





Pour re
le lieu
le tem
se des

Et l'ho
de jor
re

sont
amor
roc v
rang

Pour
des
le m
du g
sont
four
l'ava
la m
□ G
sans

La fi
dont
lopp
aras
à 80

Pour recevoir
le dieu Énergie,
le temple
se dessine

Et l'homme continue
de jongler
avec la montagne

sont bourrés avec des cartouches BL-145 pour réduire la fissuration. Pour obtenir des parois lisses on amorce avec détonateurs à retards fractionnés mis à feu à micro-intervalles, ce qui permet d'abattre le roc vers le centre du gradin. En outre, on amorce un détonateur supplémentaire au dernier trou de chaque rangée, afin de surexciter les trous bourrés de BL-145, et réduire la surfissuration.

LA VENTILATION DU CHANTIER DE TUNNELAGE

Pour l'évacuation des gaz toxiques résultant de la mise à feu des explosifs et des camions de marinage, des conduites de ventilation de 48" de diamètre sont utilisées. À l'attaque en calotte, 2 conduites de ventilation sont prévues par galerie: l'une pour aspirer l'air frais et l'autre pour évacuer l'air vicié. Pour l'attaque du gradin de pied, un seul ventilateur est utilisé, la calotte suffisant à aspirer l'air frais. Les ventilateurs sont des Joy Axivane de 50,000 PCM, raccordés en sections de 20 pieds avec un traco-chargeur muni d'une fourchette spéciale pour le raccord des sections qui s'effectue en moins de 40 minutes. La canalisation suit l'avancement d'environ 300 pieds. □ Commencé en mai 1960, le tunnelage est achevé en décembre de la même année, quelques jours en avance sur les délais prévus. Ils comportaient 356,296 v.cu. de marinage. □ Grâce à la précision de la nouvelle méthode et aux explosifs utilisés, on réussit à creuser les galeries sans être obligé d'en bétonner les parois; on a dû cependant boulonner le roc à certains endroits.

LES BATARDEAUX

La fouille à sec du rocher de fondation de la voûte centrale présente un problème de batardage délicat, dont les détails suivants permettent d'apprécier l'ampleur. □ Le batardeau de dérivation amont se développe sur 800 pieds de largeur. Pour l'endiguement de la crue printanière d'environ 220,000 pcs, il est arasé à la cote 745, soit 105 pieds au-dessus du lit de la rivière. □ Le batardeau de refoulement aval s'élève à 80 pieds au-dessus du lit de la Manicouagan, à la cote 705. □ Le lit alluvionnaire au droit amont du barrage

On aménage
un réseau complet
de galeries
qui permettront d'ausculter
à longueur d'année
l'immense structure
de béton

atteint environ 240 pieds de profondeur, tandis qu'il s'amincit à quelque 140 pieds au droit aval. □ Les considérations qui conduisent à l'adoption du projet définitif de batardeage sont les suivantes: □ Il est indispensable d'effectuer la fouille à sec jusqu'au socle rocheux (a) afin de bétonner le socle de la voûte et (b) d'assurer un bon contact béton-rocher par un curetage à sec du roc. □ La perméabilité excessive des matériaux alluvionnaires, la proximité immédiate du batardeau amont de la paroi intérieure de la fouille et la grande profondeur de cette dernière exigent deux batardeaux à pleine sécurité d'étanchement. Malgré un coefficient de perméabilité de $K:0.5$ cm/sec., il faut effectuer la fouille à l'étroit: une superficie de 200 x 1,000 pieds en surface, et à plus de 150 pieds de profondeur. Les pistes sont restreintes à l'espace entre les batardeaux, soit environ 1,700 pieds de longueur.

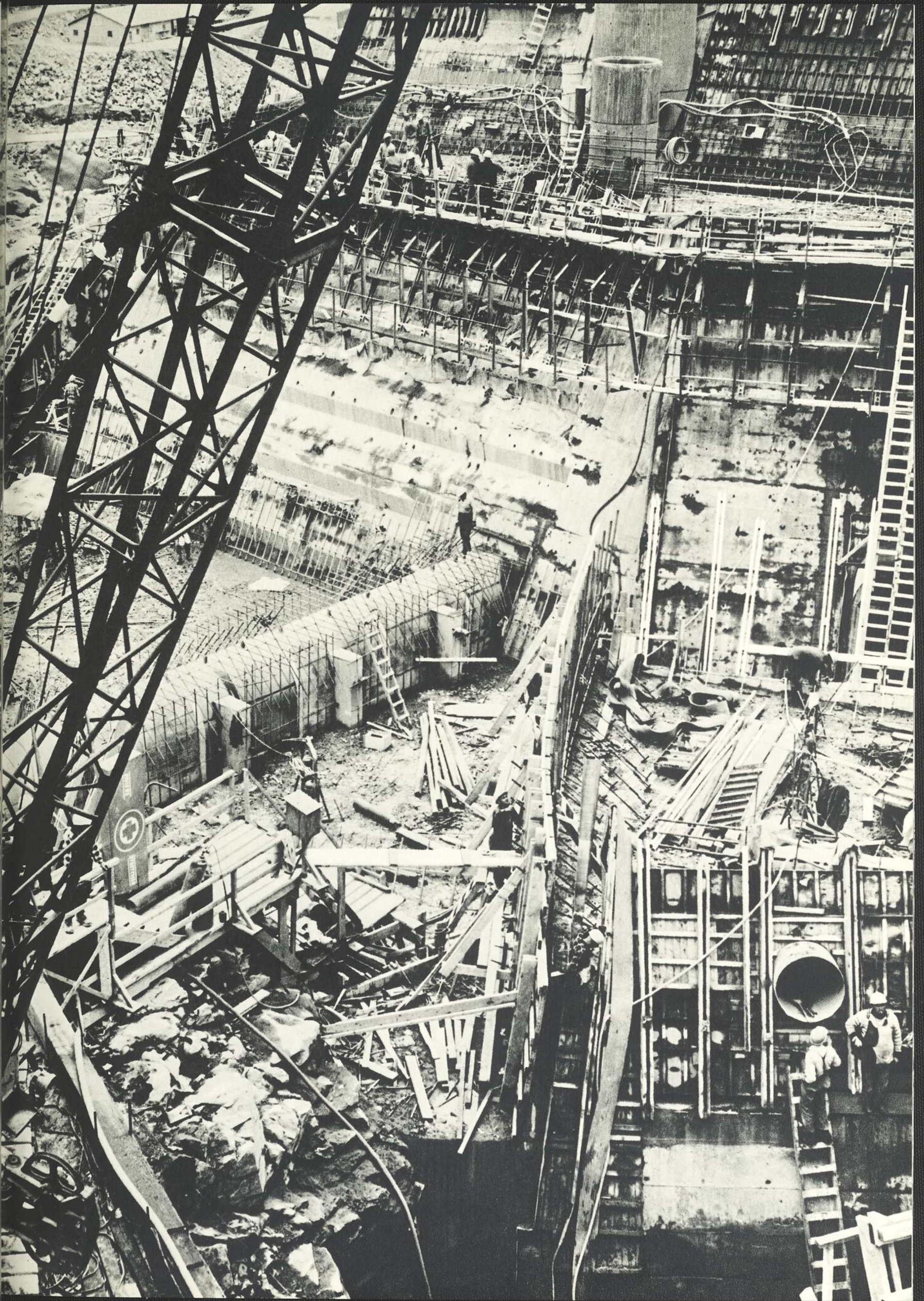
LE BATARDEAU AMONT

La profondeur du sillon amont présente un problème très ardu. Avec le concours d'experts en mécanique des sols, une dizaine d'entreprises spécialisées étudient le projet. Après l'examen minutieux de leurs propositions, on décide de faire l'essai du système d'étanchement Icos-Veder. Après adaptation, le système est efficace en milieu alluvionnaire: les foreuses à trépan de 24" dia. donnent un rendement de fonçage de 6" à l'heure. On décide ainsi de réaliser l'étanchement par un voile Icos-Veder, de la cote 710 jusqu'à 2 pi. dans le socle rocheux du sillon, soit à une profondeur maximum de 250 pieds. □ L'étanchement du sillon sous une jetée temporaire doit s'effectuer en moulant un mur continu de béton de 2 pieds d'épaisseur en éléments jointifs de 2 pieds de diamètre. Les trous sont foncés avec des trépan spécialement adaptés; après quoi l'élément est coulé sur place à la trémie. □ Les trépan à percussion pèsent environ 3,000 lbs. Ils fonctionnent dans un bain de bentonite, qui a pour effet: (a) d'imprégner la paroi du trou et d'en consolider les matériaux, (b) d'encroûter la paroi afin de la rendre imperméable, (c) de mettre le trou en charge plus forte que la pression hydrostatique externe, ce qui empêche l'affaissement de la paroi, (d) d'entraîner en surface les sédiments de fonçage. □ Le trépan est suspendu au bout d'une tige creuse de trois pouces

aménagement
complet
galerie
ausculter
d'année
structure
de béton

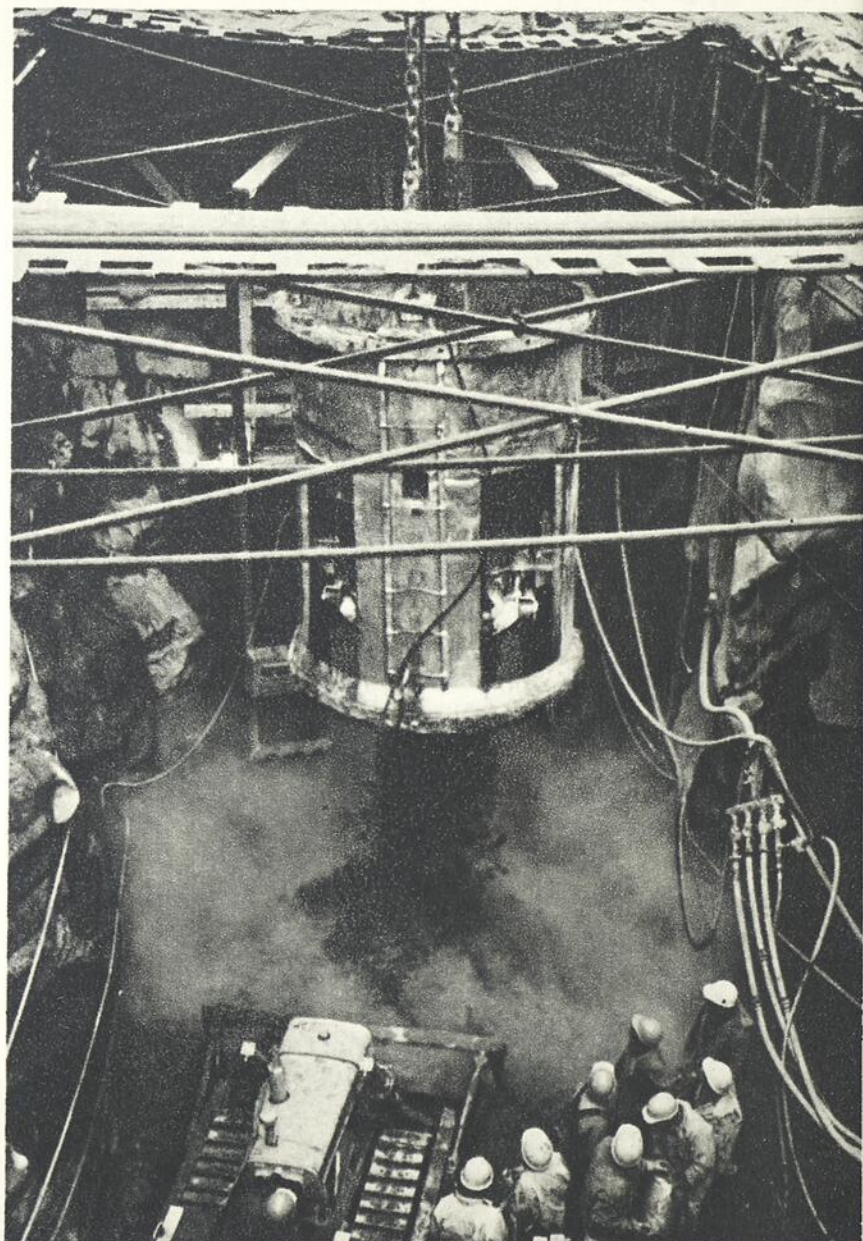
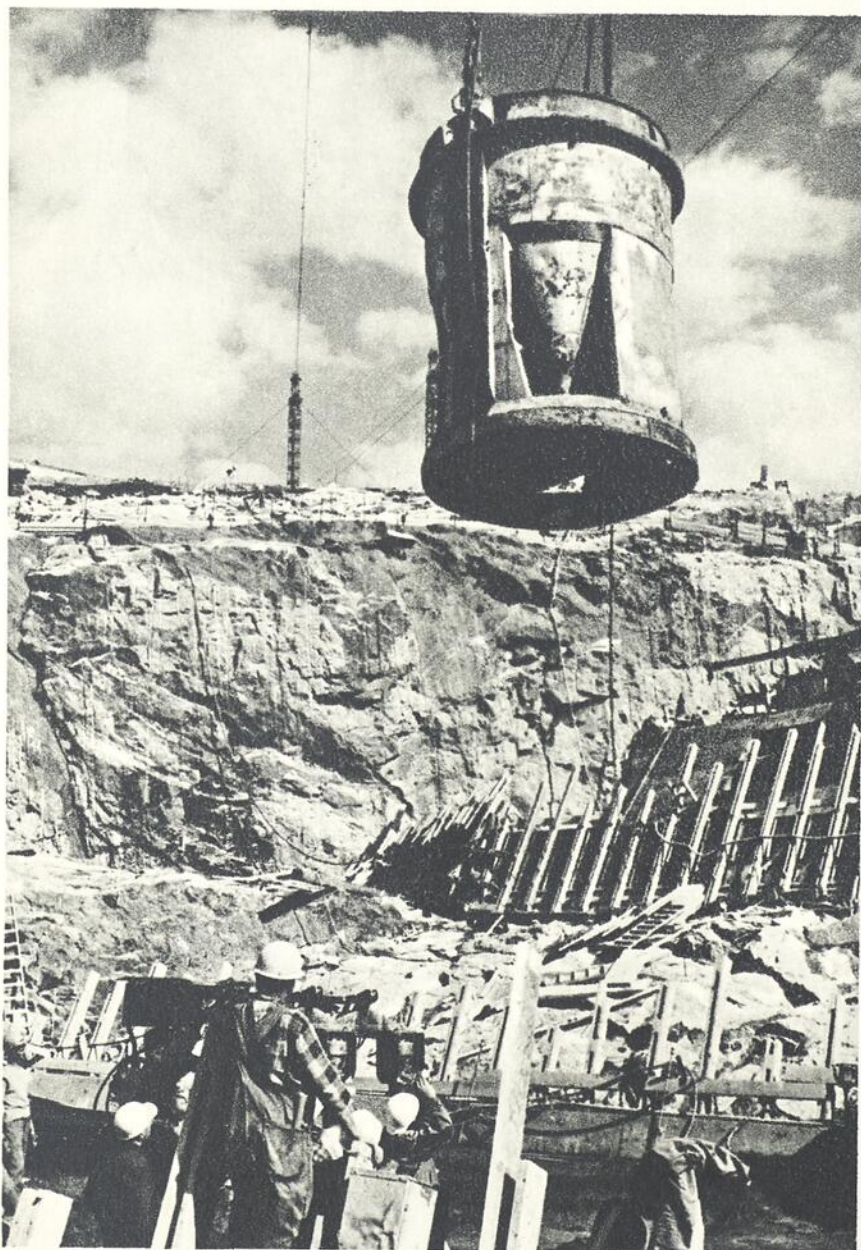
Les
Il est
voûte
essive
de la
ment.
fficie
space

ONT
nique
leurs
tème
çage
squ'à
nt du
sseur
ptés;
0 lbs.
con-
narge
ainer
uces



Les blondins géants
sillonnent le ciel
et crachent le béton
. . . des bouchées
de 20 tonnes

et dès que la benne
vomit le béton, on l'étale
avec un bulldozer;
on le vibre méticuleusement,
on y noie des serpentins
de refroidissement
pour en diminuer
la chaleur de prise

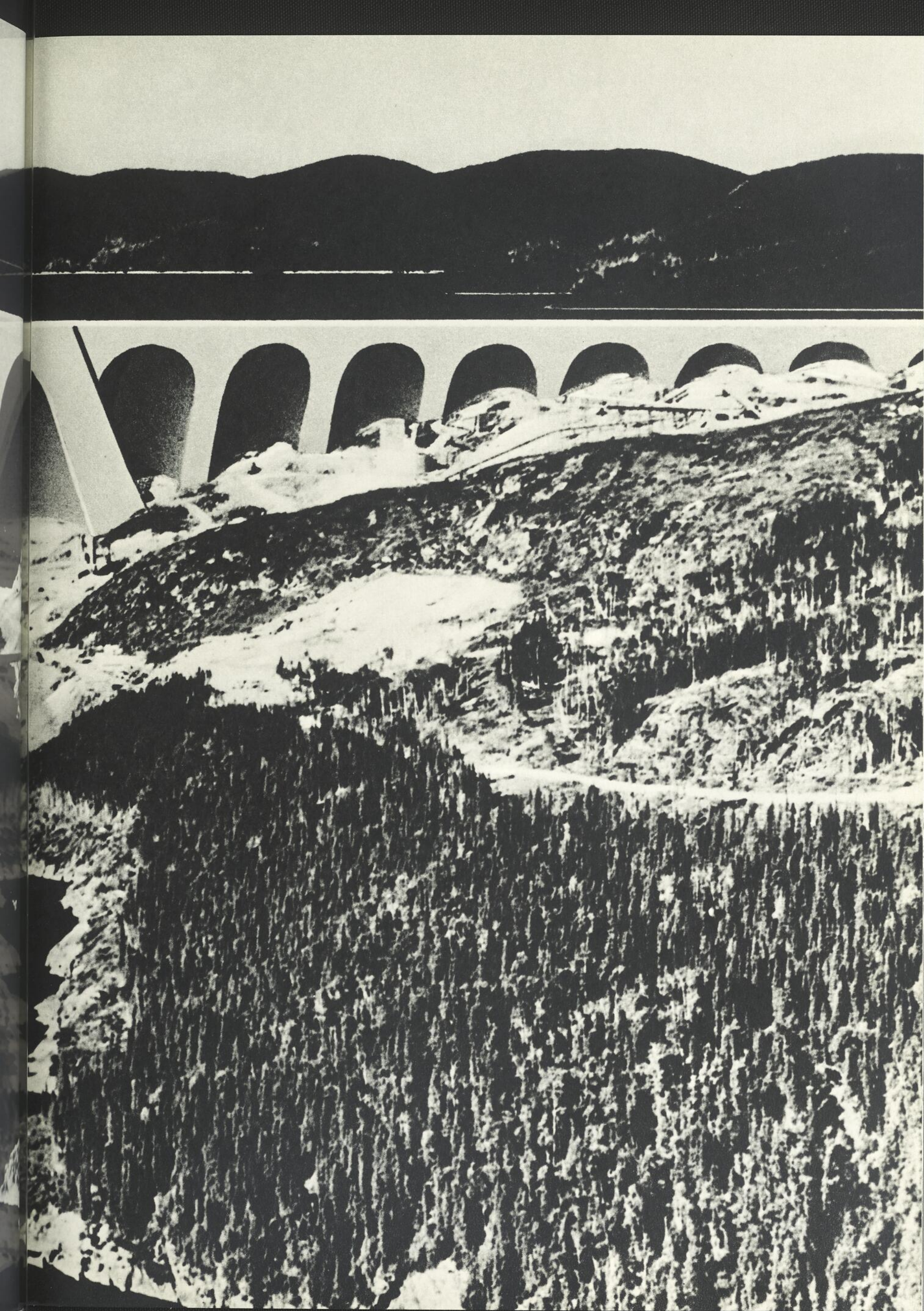


Dans le chaos de la montagne,
la pensée de l'homme a donné
une nouvelle dimension
au paysage.

Au soir des travaux, ►
alors que les bâtisseurs
s'essuieront le front,
Manic 5 surgira ainsi
dans toute son audace

et demi de diamètre et de 25 pieds de longueur, couplant à un câble sur treuil commandant le mouvement de percussion. La rotation du trépan est commandée manuellement au moyen d'une barre colletée sur la tige au niveau d'une plate-forme de travail et commandée selon les conditions de fonçage. La bentonite est gâchée à l'eau avec deux malaxeurs spéciaux de 1 vc chacun. Elle est ensuite stockée dans un réservoir d'où elle est alimentée aux bacs des foreuses. À partir des foreuses, la bentonite circule dans le trou au moyen de deux pompes qui lui donnent la vitesse nécessaire à l'entraînement en surface des sédiments. Les deux pompes canalisent la bentonite au taillant du trépan par flexibles raccordés à l'orifice supérieure de la tige de suspension. La bentonite remonte ensuite en surface du trou de 24" dia., où le trop-plein déverse dans un séparateur à tamis vibrant, qui renvoie la bentonite épurée dans les bacs du circuit de fonçage, tandis que les sédiments sont évacués dans un chariot de reprise. □ Dès que le trou est foncé à 2 pieds dans le socle rocheux, on lave la paroi en circulant de la bentonite fraîche, après quoi l'élément de béton est coulé à la trémie. La bentonite, moins dense que le béton, est refoulée hors du trou au fur et à mesure que celui-ci s'emplit de béton. □ Le voile continu, d'une superficie de 30,000 pi. ca., est construit d'abord de 72 éléments primaires de 24" dia. foncés à 48" d'entre-axe, laissant ainsi entre chacun d'eux un espace de 24" pour les 71 éléments jointifs. Le tout donne un voile transversal d'étanchement continu de 2 pieds d'épaisseur. □ On commence par foncer et mouler les éléments primaires. Le fonçage des éléments jointifs est effectué en trois étapes: □ (a) fonçage cylindrique identique à celui des pieux primaires; (b) les sections en forme de triangle dont deux côtés sont incurvés qui restent entre les parois parallèles du mur sont ensuite dégagées au moyen d'un trépan profilé à cet effet; (c) au moyen d'un trépan à couteaux incurvés extensibles on rectifie le fonçage et l'on nettoie les parois adjacentes des éléments primaires. Les deux premières étapes de fonçage alternent au fur et à mesure de l'avancement en profondeur, tandis que la troisième étape n'est effectuée qu'après avoir atteint l'assiette de chaque élément. □ On assure la verticalité de chaque élément primaire à 6" près. Pour vérifier, on utilise un plomb géant suspendu au



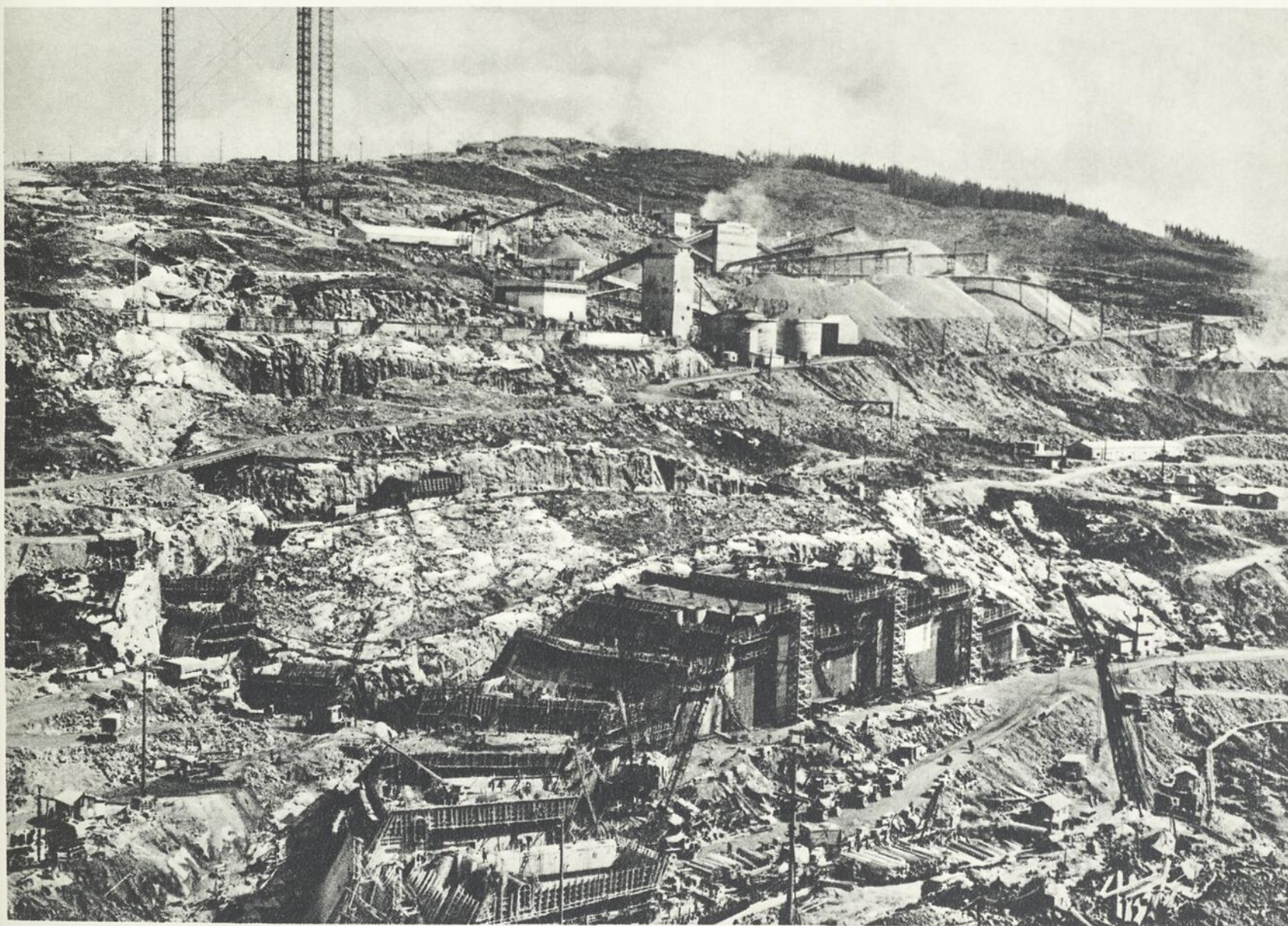


bout d'un câble dont on mesure la déviation verticale. Si le fonçage a dévié de plus de 6'' de la verticale, le trou est obturé de béton et l'on corrige en recommençant le fonçage de la section déviée. Sur 7,500 pieds de fonçage d'éléments primaires, il a fallu en corriger 330 pieds. Avant de mouler l'élément, on s'assure qu'il est bien fondé dans le socle rocheux par un carottage de 25 pieds de profondeur. En outre, pour assurer le prolongement dans le rocher de l'étanchéité, un voile au large a été prévu. Une canalisation verticale dans certains éléments jointifs a permis de forer le socle rocheux et de l'injecter sur une aire de 25 pieds de largeur. Cette canalisation est constituée de tuyau de 2½'' de diamètre noyé au bétonnage sur toute la hauteur des éléments jointifs. □ La jetée à partir de laquelle on a exécuté le voile ayant été construite de matériaux non compactés, il a fallu armer les éléments jointifs à partir de quelques pieds en-dessous de la cote du lit du torrent. Cette précaution s'imposait du fait de la possibilité du tassement horizontal du remblai. □ Commencés le 10 septembre 1961, les travaux sont achevés, y compris la jetée d'endiguement, avant la crue printanière de 1962. Le mur Icos-Veder est achevé vers le 11 mars 1962, soit 20 jours en avance sur le délai prévu, malgré 24 éléments additionnels non prévus dans l'avant-projet.

LE BATARDEAU AVAL

Le socle rocheux se trouvant à 110 pieds de profondeur, le batardeau d'aval présente un problème de moindre envergure que celui d'amont. Il est constitué de deux ailes latérales en béton, empiétant sur les berges rocheuses et reliées par une jetée en enrochements et gravier. Une fois la jetée arasée à la hauteur désirée, un écran de palplanches y est battu transversalement à 18' de profondeur. C'est de chaque côté de cet écran que la société Solétanche and Rodio of Canada Limited injecte un voile étanche jusqu'au socle rocheux. □ Le batardeau, y compris les ailes reliant aux rives, se développe sur 330 pieds de largeur et s'élève à la cote 705, soit à 80 pieds au-dessus du lit de la Manicouagan. □ Pour le remblai de la jetée, il a fallu 33,000 v.cu. de gravier et 6,200 v.cu. d'enrochements. □ L'étanchement du sillon de la coupure aval consiste à injecter un coulis dont la composition varie selon les propriétés du sol. Les ingrédients en sont du ciment,

On a installé des usines
qui font l'envie
des grands centres



ticale,
pieds
assure
ssurer
rticale
pieds
ute la
ite de
us de
al du
ment,
rs en

VAL
indre
erges
sirée,
e cet
neux.
e à la
3,000
ste à
ment,

Le ciment est transporté en vrac
par un navire citerne,
le Maple Branch,
jaugeant 6,000 tonneaux

de l'argile en poudre et divers produits chimiques. Le dosage du coulis exige une connaissance précise de la nature du sol à traiter, connaissance que doit nécessairement doubler une longue expérience. □ On perce d'abord, sur une longueur de 130 pieds, trois rangées parallèles de trous, dont deux du côté aval de l'écran de palplanches et une du côté amont. Ces trous sont percés au moyen d'une foreuse à percussion jusqu'au roc sain. Au total, quarante trous de diamètres variant de 7" à 4½" jusqu'à 134 pieds de profondeur maximum ont été percés à travers limon, sable, gravier, blocs. Ensuite, chaque trou est tubé. Dans ce tubage, on glisse un fourreau de 2½" de diamètre perforé radialement à tous les intervalles de 12 pouces. Les sections perforées sont obturées de l'extérieur avec des manchettes de caoutchouc. Après avoir glissé en place ce fourreau à perforations radiales, le tubage est enlevé et, en même temps, la section annulaire vide est remplie avec un coulis spécial que fissurera la pression d'injection. Pour injecter le coulis, on glisse enfin à l'intérieur du tuyau à manchettes un fourreau de 1" de diamètre, dont l'extrémité est bouchée. Juste au-dessus de ce bouchon, sur la paroi du fourreau, se trouve le bec d'alimentation du coulis, entre deux manchettes qui se dilatent sur les parois intérieures du tube, créant ainsi une chambre d'injection. En ajustant le fourreau vis-à-vis de la section perforée désirée du tuyau à manchettes, on injecte à volonté le coulis sous pression. Il en résulte a) que le coulis emplit la chambre d'injection; b) qu'il perce à travers la section perforée du tuyau à manchettes; c) qu'il détend les manchettes de caoutchouc; d) qu'il fissure la paroi annulaire de coulis décrite plus haut; e) qu'il s'infiltré radialement dans le lit alluvionnaire formant graduellement une coupure étanche. Le coulis est injecté à partir d'une pompe commandée par air comprimé. Un cadran enregistre la lecture du cycle d'injection de chaque trou: pression, volume de coulis injecté, temps d'injection. Ces indications sont continuellement contrôlées par l'ingénieur en charge des travaux, afin d'établir et de varier la formule du coulis. □ Le forage des trous commença le 15 janvier 1962, tandis que l'injection du voile d'étanchement, commencée le 1^{er} février, était terminée le 15 avril 1962, tel que prévu.

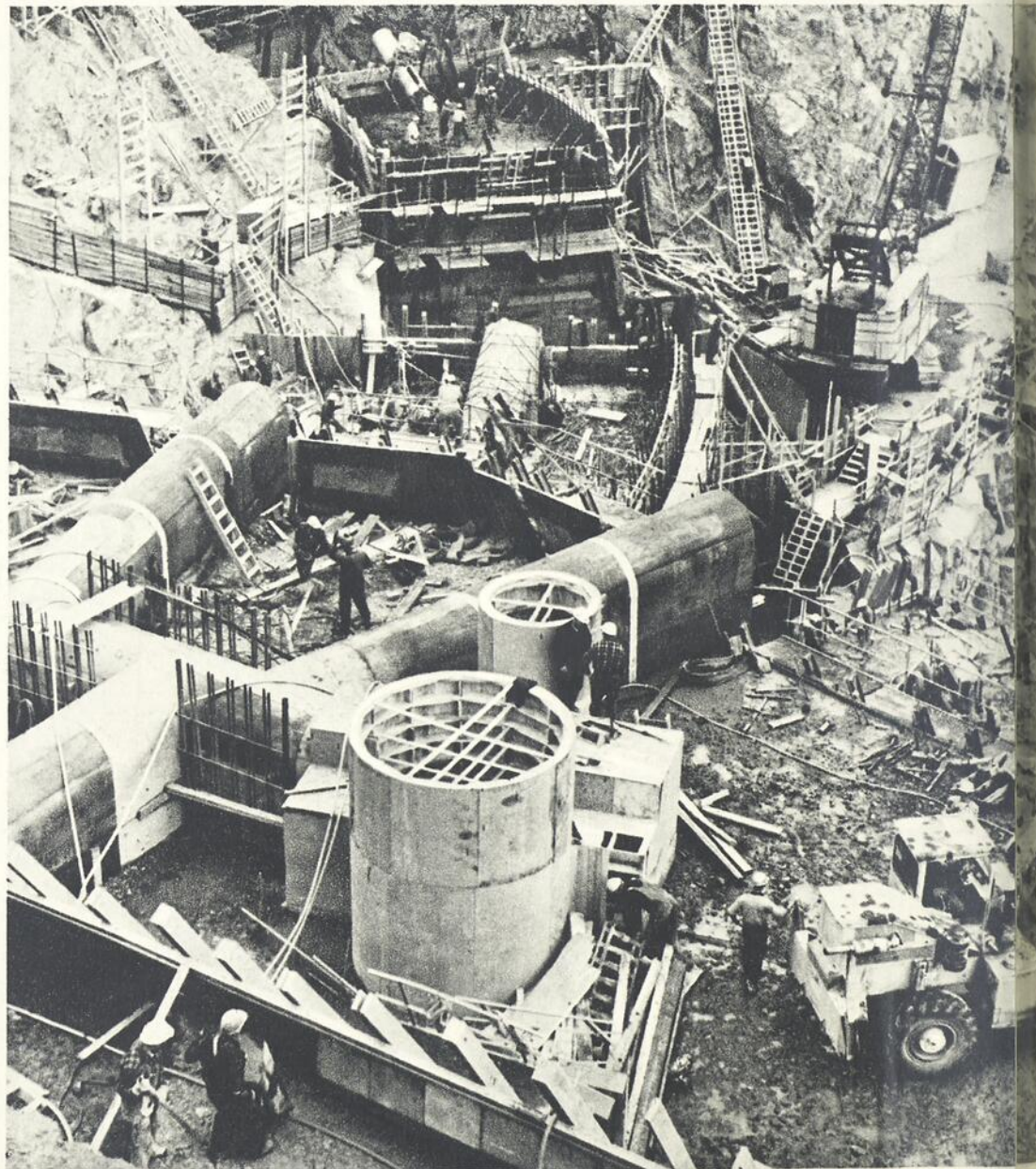
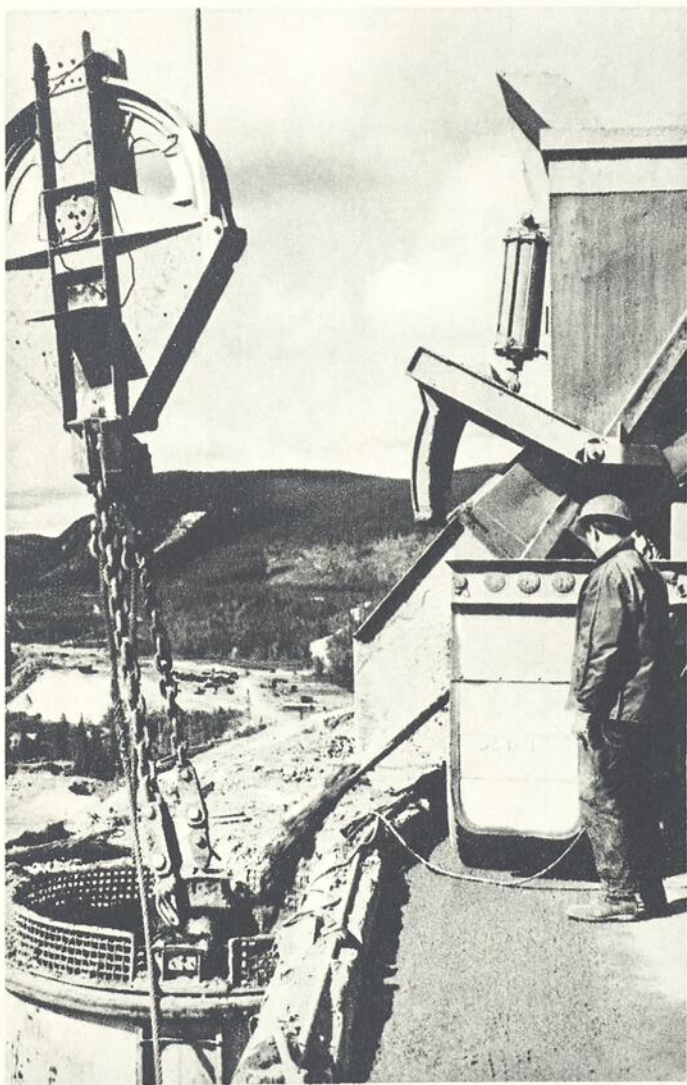
en vrac
citerne,
Branch,
onneaux



de
On
al de
sion
deur
is ce
ices.
lissé
aire
on
hée.
ntre
tion.
onté
vers
re la
nant
imé.
cté,
aux,
ndis
que

De la tour de bétonnage
à la benne du blondin,
le transport du béton
par silobus

Chaque plot du barrage
est comme une fourmilière
gigantesque où s'affairent
l'homme et la machine



L'homme a planté
sa usine
sur la colline . . .

il a dressé sa tente
dans la vallée.
Trois mille bâtisseurs
de Manic 5 vivent
dans ces baraquements



Il faut servir
plus de 10,000 repas par jour:
un menu abondant et varié
favorise la détente amicale . . .



LA FOUILLE DU SILLON

Les travaux les plus spectaculaires de Manicouagan ont été ceux de la fouille du sillon que l'érosion des siècles avait creusé à 250 pieds de profondeur dans le massif rocheux. On y déblaie 380,000 v.cu. de matériaux. Bien que disposant de nombreux échantillons de sondage qui permettaient d'envisager un travail délicat, l'exécution étonne même les géologues et les ingénieurs avertis. On se trouve en présence du plus vieil âge géologique de notre planète, devant un spectacle grandiose. Le délai de fouille prévu est pressant et il faut couler avant les froids d'hiver le socle de la voûte centrale, ce qui préviendra tout dérangement susceptible de se produire avec les gelées intenses et le dégel brusque du printemps. □ Une combinaison de circuits de terrassement est mise en œuvre et permet de fouiller dans n'importe quelles conditions. □ Quant à la variété des matériaux déposés entre les berges escarpées, les sondages révèlent qu'elle résulte d'affouillements successifs des crues printanières. En effet, le remplissage du sillon résulte de trois phénomènes différents, selon la grosseur des matériaux. Au moment des crues, le mouvement tourbillonnaire des eaux mettait et maintenait les éléments les plus fins en **suspension**. Les éléments moyens progressaient par sauts et les éléments les plus gros roulaient sur le fond par la traction du courant. Il était évident que les seuils de grosseur séparant les éléments transportés par suspension, saltation ou traction avaient varié avec le débit de crues, d'où l'impossibilité de prévoir définitivement les circuits de marinage. La suspension avait eu pour effet de substituer à l'eau un fluide plus dense, dont la poussée d'Archimède sur les matériaux en saltation et traction avait été plus forte, facilitant ainsi la mise en mouvement des matériaux plus gros. □ Dans le sillon de Manicouagan 5, de grandes crues avaient probablement mis en mouvement la presque totalité de l'épais vêtement d'alluvions du lit. C'est la seule explication qu'on peut donner de l'érosion du roc sous-jacent et l'approfondissement constaté du sillon. □ Pour ce qui est du degré d'épuisement possible de la fouille, il faut prévoir qu'après l'assèchement de la rivière la différence de charge entre l'extérieur et l'intérieur de la fouille provoquera la liquéfaction aux contours du chantier

Il y a des pays
pour les enfants,
d'autres pour les hommes,
quelques-uns
pour les géants . . .
(Jean-Guy Pilon)

par augmentation de la contrainte des infiltrations et leur remontée dans le chantier. Des piézomètres permettent de prévoir continuellement le danger aux contours des coupures amont et aval; tandis que des puits de drainage enfouis profondément permettaient d'épuiser au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Quant aux travaux proprement dits, ils ont été effectués de la façon suivante. □ Le 28 mars 1962, dès l'achèvement des batardeaux, on commence l'assèchement. La rivière atteint la cote 683, soit environ 40 pieds de profondeur et 28 pouces de glace la recouvre. □ Le plan de pompage mis en œuvre est constitué de quatre pompes Flygt électriques de 8 pouces agencées en série sur deux flotteurs Unifloat. Les pompes sont installées au droit amont du batardeau aval, d'où une canalisation de 26'' de diamètre écoule par-dessus le talutage du batardeau. □ Les dimensions de l'Unifloat sont de 18' x 4' x 4'. Elle est construite avec deux flotteurs écartés de trois pieds reliés avec des madriers de 8'' x 8''. Les quatre pompes Flygt sont installées entre les flotteurs. Cet agencement donne le résultat prévu, la seule adaptation requise étant d'allonger les prises d'eau à mesure que le niveau de l'eau s'abaisse. L'épuisement jusqu'au lit s'est achevé le 11 avril 1962. □ Le volume d'eau pompé a été d'environ 63,000,000 de gallons. On interrompt le pompage les 4 et 5 avril 1962, pour vérifier le volume d'infiltration. Il s'agit de faire baisser le niveau de l'eau entre les batardeaux au niveau de l'eau sortant des tunnels de dérivation, pour mesurer le volume d'eau d'infiltration par le batardeau amont. À cette fin, on maintient l'eau entre les batardeaux à une cote constante pendant plusieurs heures. Le volume d'eau qu'il faut pomper pour maintenir cette cote est mesuré au moyen de deux piézomètres et en même temps enregistré par un curseur. Le régime de pompage s'établit aux environs de 800 gpm. Ce volume comprend aussi l'eau provenant du drainage des rives de la rivière. Les résultats sont satisfaisants et permettent de commencer sans délai le creusage du sillon. □ Pendant l'épuisement, on prépare les pistes sur les berges sud et nord du chantier. La piste sud est commencée le 5 avril et celle du nord le 7 avril 1962. □ Le 12 avril, une pelle mécanique P & H de 3½ verges cubes commence l'excavation du côté nord. Le lendemain le travail commence du côté sud avec

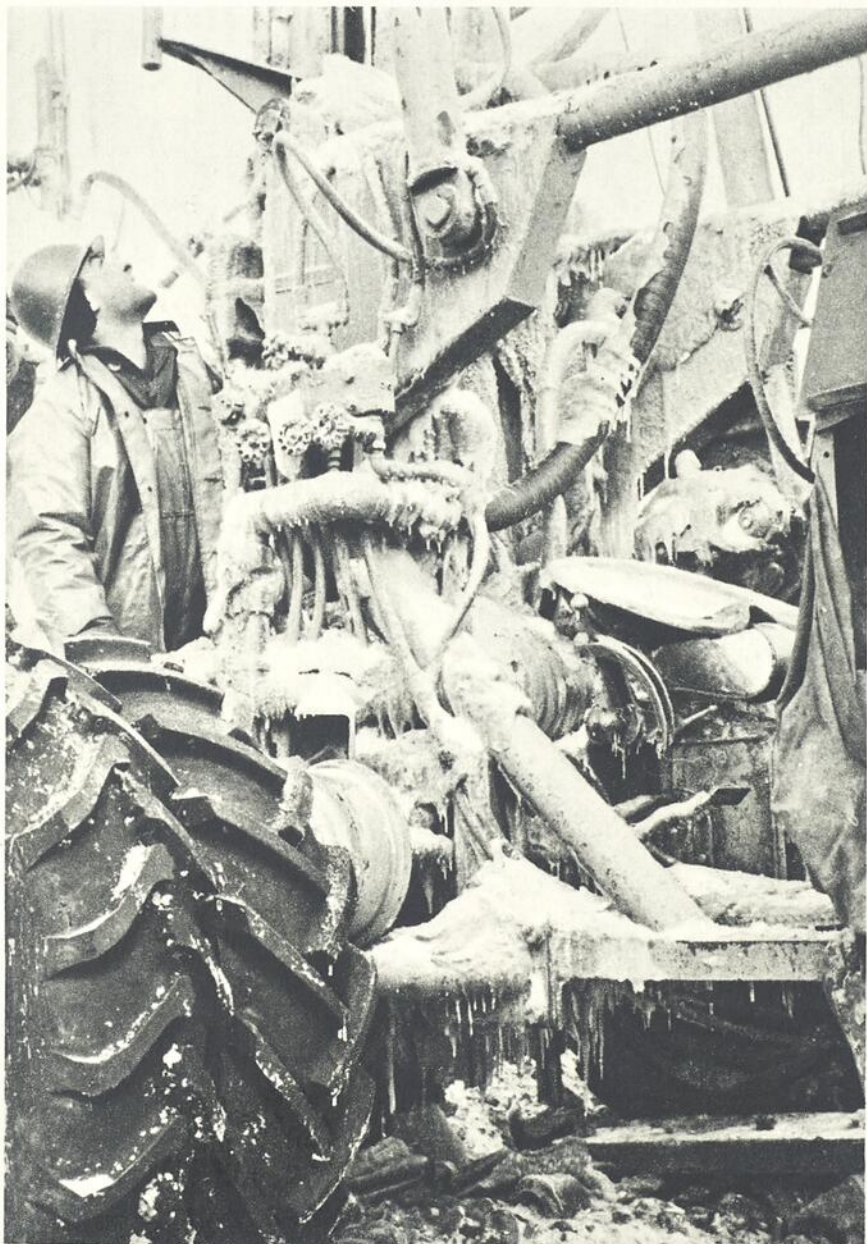
des pays
enfants,
hommes,
ques-uns
ants...
y Pilon



mètres
e des
t des
mars
, soit
œuvre
float.
mètre
Elle
uatre
tation
qu'au
On
sisser
surer
aux à
cote
ne de
e des
ge du
sud
e 3½
avec

L'hiver a surpris
le géant . . .

mais avec ses machines,
il se fera une alliée
de la montagne



une
cinq
est
cent
rivière
cava
repr
des
char
qui
pied
que
faut
gliss
cent
devi
série
de r
man
à pe
à pu
deux
d'un

une pelle mécanique P & H de 2½ verges cubes. □ La reprise est faite par quatre camions Euclid 15 tonnes, cinq Euclid 18 tonnes, six Sicard 27 tonnes et cinq Sicard 35 tonnes. □ L'excavation du lit de la rivière est interrompue le 16 juillet, afin de permettre le sautage et l'enlèvement des déblais de fouille de l'arche centrale. Ces travaux ont pour effet de déposer de 15,000 à 20,000 verges cubes de pierre dans le lit de la rivière, d'où il faut en faire la reprise définitive. Ce surplus de reprise exige un nouveau programme d'excavation. On construit alors du côté nord de l'excavation une pente à 37% où une niveleuse Heil fait la reprise à l'aide de bulldozers en pousseur et tracteur. □ En outre, trois Twinscrapers Euclid font la reprise des matériaux fins alluvionnaires en pénétrant par l'extrémité nord et en sortant par l'extrémité sud du chantier. □ La fouille s'effectue par gradins de 20 à 30 pieds de hauteur. L'eau crée souvent des difficultés qui se compliquent à mesure que la fouille s'approfondit. Aux premiers gradins on creuse des puits de 20 pieds sur un côté du lit de la rivière et on utilise des pompes Flygt de 8" pour évacuer l'eau. Mais, tandis que la tête d'eau augmente et que la largeur du sillon diminue, ces drains deviennent insuffisants et il faut épuiser autrement les infiltrations d'eau. Les puits de 20 pieds sont faits de trous dans lesquels on glisse des tuyaux à ponceaux, perforés et ensuite remplis de caillasse. Une pompe de 8" est installée au centre du puits. Le système occupe peu d'espace et fonctionne très bien. □ Rendu à la cote 620, le débit devient trop faible. On utilise alors deux bacs de 15,000 gallons en relai et trois pompes Flygt installées en série. Ce dispositif efficace permet d'évacuer 800 à 1,200 gpm. □ Pour le nettoyage final, une autre méthode de reprise est mise en œuvre: soit une pelle électrique Marion de 6 vc adaptée en benne-fouilleuse. Pour manœuvrer en toute sécurité, on taille à même la berge-est une plate-forme. Ce dispositif permet d'enlever à peu près 2,000 verges cubes par jour. □ Pendant les travaux de batardage on avait enterré deux puisards à puits profond au sud du batardeau amont, l'un au nord de la route d'accès et l'autre au sud. Tous les deux ont été placés sur le rocher de fond. Le 3 août, la première pompe Wayne & Bowler à puits profond, d'une capacité de 1,200 gpm sous une tête d'eau de 300 pieds, s'y trouve connectée. Cette pompe et celle

En ce temps-là,
tous les paysages
n'étaient que le ciel mouvant
de nos fièvres
(Gilles Hénault)

Je dresse sur la terre
une image de l'homme
(Gatien Lapointe)

du puisard 2 suffisent à évacuer l'eau infiltrée du côté nord de l'excavation. □ En même temps que la fouille du sillon devient le centre de gravitation de l'activité fébrile qui règne partout sur l'immense chantier de Manicouagan 5, il faut procéder à l'examen final du rocher de fondation de l'ouvrage et agencer la production des installations de bétonnage selon les nombreuses exigences du génie-civil. Partout c'est le rodage final des équipes de bâtisseurs, des parcs d'équipement, des usines de concassage, des blondins pour la construction proprement dite du barrage. Les délais prévus entraînent un programme audacieux : 100,000 verges cubes de béton doivent être coulées avant le 15 décembre 1962, et 600,000 en 1963. Il en résulte que le chantier se transforme soudain en l'une des plus importantes usines à béton d'Amérique du Nord, dans un site qui n'avait jamais été exploré depuis le commencement du monde.

LES USINES DE PRÉPARATION DES AGRÉGATS

Pour la construction du barrage de Manicouagan 5 et des ouvrages accessoires, d'importants bétonnages sont nécessaires, qui ont motivé une production massive des agrégats. □ Deux usines de concassage-criblage, traitant le roc exploité en carrière, ont été spécialement construites immédiatement en aval du barrage, à quelques centaines de pieds des lieux d'emprunts. Pour ce qui est des sables fins, ils sont extraits d'un dépôt situé à huit milles de l'usine à béton. La présence de biotite parmi ces sables naturels oblige de les traiter avec un hydro-séparateur qui permet d'obtenir la granulométrie désirée pour le dosage du béton. □ Dans l'ensemble, les conditions de la production d'agrégats sont peu favorables. Il s'agit, en effet, de minéraux à la fois durs et friables. Les chambres d'emprunt sont souvent hétérogènes et comportent successivement du gneiss, du paragneiss, du gneiss granitique, du granit à mica noir et des schistes. Le rocher est traversé de clivage en tout sens. Malgré ces conditions, on exploite les chambres d'emprunt avec un matériel ultra lourd : deux "Drillmaster" en plan de forage de 6½" de diamètre à trois rangées de trous à 18' d'entre-axe et 45' de profondeur, une pelle électrique de 5 vc pour

emps-la
paysages
mouvant
s fièvres
Hénault)

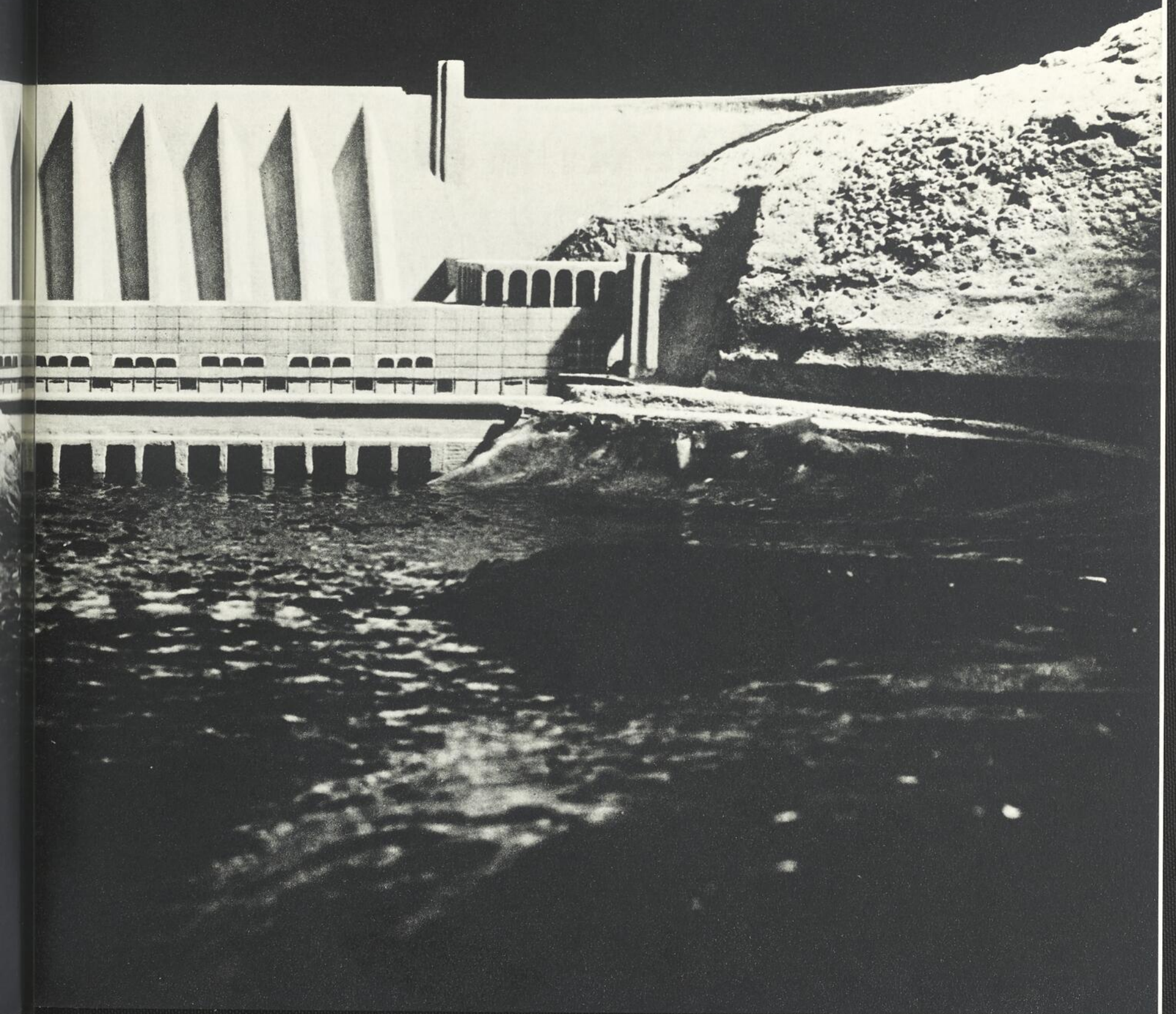


que la
antier
per la
c'est
ndins
ieux:
Il en
rique



GATS
nages
sage-
aval
sont
ables
ésirée
t peu
uvent
nit à
ploite
2'' de
pour

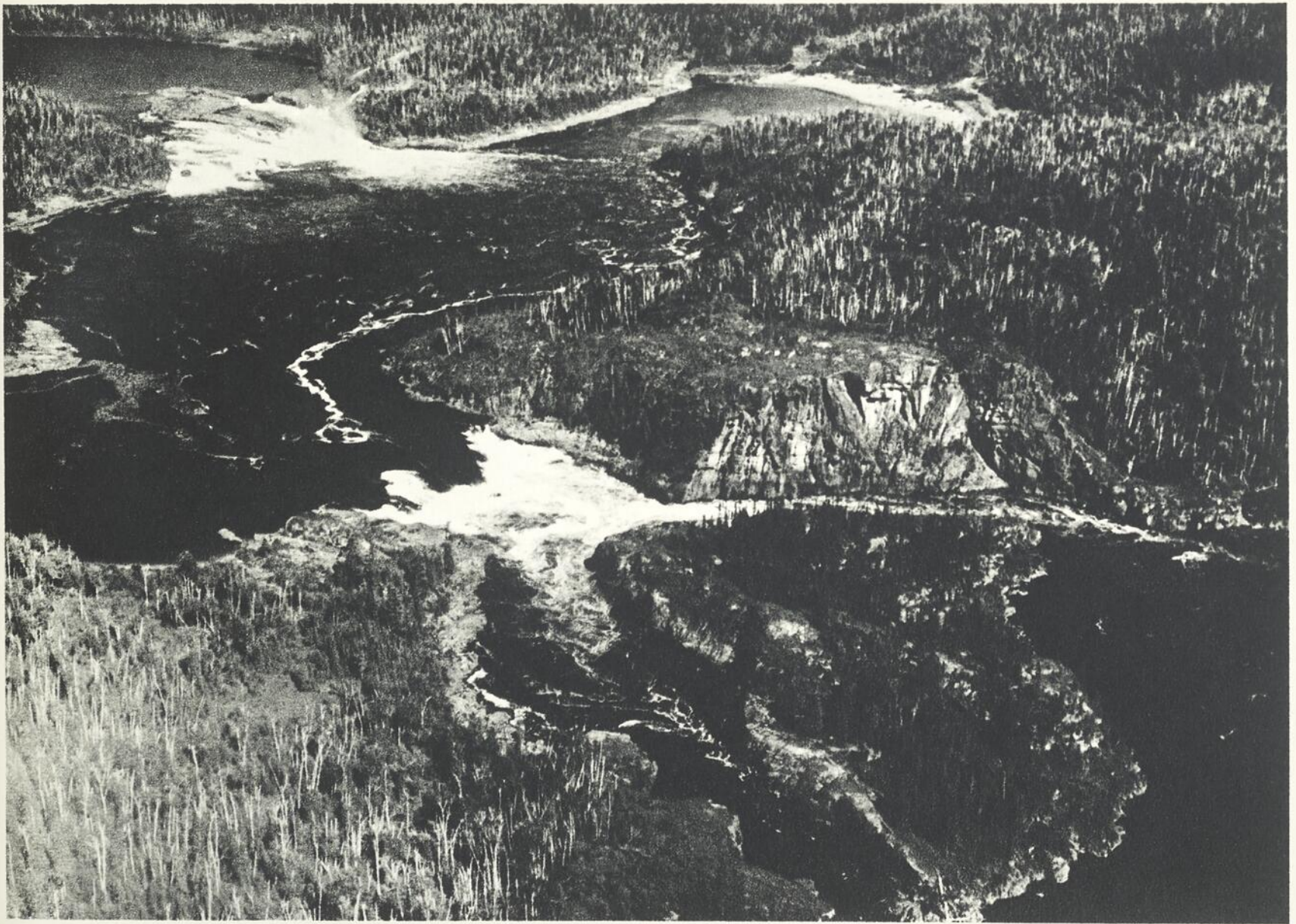




Manic 2: la voici
l'œuvre du Québécois.
◀ Le voici cet ouvrage,
qu'il coule pour des siècles
en plein cœur
de ses "arpents de neige"

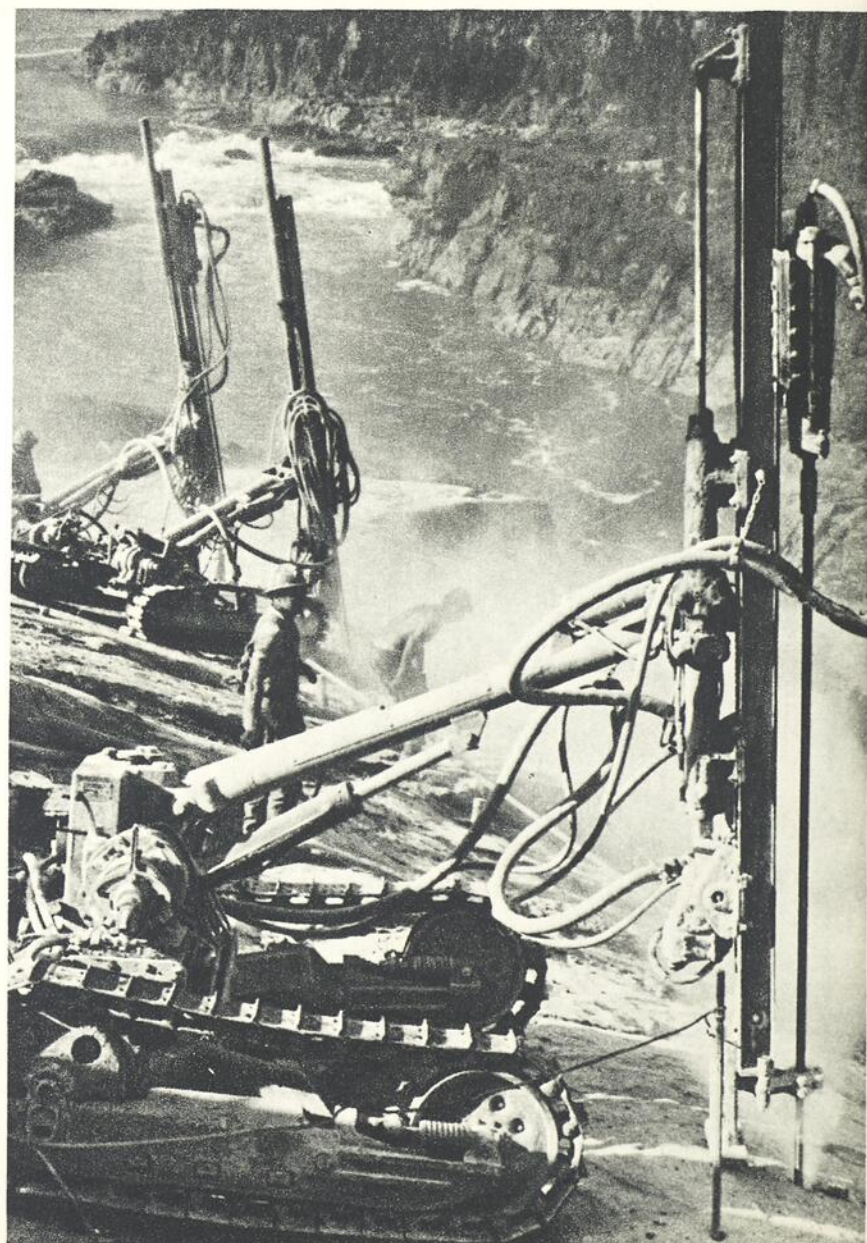
la reprise et deux gueulards de broyage alimentant un Dominion Engineering de 42'' x 60'' et un Telsmith de 42'' x 48''. La granulométrie à obtenir au concassage primaire est de + 3/4'' à + 6'' à la cadence de 500 tonnes à l'heure. □ Les matériaux abattus en carrière, ramenés par camions basculeurs de 35 tonnes, sont basculés dans l'un des deux gueulards de broyage du poste de concassage primaire. Une courroie transporteuse Forano débite les pré-concassés sur deux cribles à tabliers criblants inclinés à deux claies 5' x 14' Hewitt-Robbins, qui rejettent tout le - 3/4''. Les catégories + 3/4'' - 8'' sont reprises par une courroie transporteuse pour être stockées à l'aire de reprise de l'usine secondaire. □ Une courroie transporteuse souterraine alimente l'usine de concassage-criblage secondaire équipée de 1 concasseur secondaire à cône Symons de 5 1/2' et 2 concasseurs tertiaires Allis-Chalmers Hydrocone de 10' x 51''. Une batterie de six cribles Allis-Chalmers inclinés à deux claies de 5' x 14' produit les granulométries suivantes: -6'' à +3'', -3'' à +1 1/2'', -1 1/2'' à +3/4'', -3/4'' à +3/8''. □ Le traitement des sables fins est fait près du dépôt au moyen d'un hydro-séparateur d'une capacité de 200 tonnes à l'heure. Les matériaux à traiter sont reçus dans une trémie de recette équipée d'un extracteur à tablier Grizzly de 4' x 17' Hewitt-Robbins. Les cailloux de +3'' sont ainsi rejetés et le sable passe ensuite sur deux tamis horizontaux Eliptex Hewitt-Robbins de 5' x 14' à deux claies. Le sable est ainsi calibré en deux granulométries de +3/8'' et -3/8''. Le -3/8'' est alimenté par courroie transporteuse à l'hydro-séparateur, où il est d'abord traité par un classificateur hydraulique automatique Eagle Autospec, qui calibre en trois catégories de -3/8'' à +16M, -16M à +50M, -50M à +140M, et les rejets. □ Après le traitement hydraulique, chaque catégorie de sable est essorée par des vis sans fin Eagle. Les catégories -16M à +50M et -50M à +140M sont finalement remélangées automatiquement pour en arriver à seulement deux classes d'agrégats fins. Celles-ci sont transportées par camions à proximité du poste de dosage, d'où elles sont reprises par trémie à tablier vibrant et alimentées à la tour de dosage. Au fur et à mesure qu'ils sont alimentés à leur tour de dosage, les gros agrégats sont retamisés, lavés et refroidis.

C'est ici que s'implantera
Manic 2
comme un gigantesque
papillon de béton



La dimension
de l'homme
n'a plus de limites

... puisqu'elle est
celle des machines



Le p
stoc
tion
les s
fait
dans
post
hors

L'éq
qui
très
câbl
mob
une
se d
chac
par
à 1)
pouv
l'heu

MANICOUAGAN 2

CENTRALE À BÉTON

Le poste de bétonnage a une capacité de 320 verges cubes à l'heure. Il se trouve à proximité des aires de stockage des agrégats, presque au centre de gravité du barrage. Son outillage a été étudié pour la fabrication d'un béton à haute résistance (4,500 psi) sans affaissement. Une courroie transporteuse peut débiter les agrégats au sommet de la tour de dosage à la cadence de 600 tonnes à l'heure. Le dosage pondéral est fait par cinq bascules autonomes de 100 tonnes chacune, commandées électropneumatiquement et débitant dans une goulotte orientable sur quatre bétonnières Koehring de 4 verges cubes chacune. La reprise au poste de bétonnage s'effectue par silobus qui alimentent les blondins, ou par "dumpcrete" pour les coulées hors portée des blondins.

LES BLONDINS

L'équipement vital du bétonnage est formé d'une combinaison de câbles, de treuils, de poulies et de tours qui constituent les blondins. Ceux-ci permettent de déplacer une charge dans tous les sens et d'atteindre très rapidement n'importe quel point du barrage. Du côté est de la rivière, chacune des trois séries de câbles porteurs est ancrée sur une tour fixe de 360 pieds de hauteur et, sur l'autre rive, les trois ancres mobiles sont constitués par de véritables ponts-roulants se déplaçant sur des voies de roulement, dont une à l'horizontale et l'autre en pente inclinée de 37%. Aux trois chars de roulement de 130 tonnes chacun, se déplaçant sur voie à crémaillère, sont fixés les trois jeux de câbles de 3,600 pieds de longueur de portée chacun. □ Les blondins sont commandés par des treuils conduits par trois machinistes guidés eux-mêmes par six téléphonistes qui, depuis les plots en cours de bétonnage, donnent les indications d'atterrissage à 1½ pied de précision, même la nuit. □ Ce travail impose une concentration extrême, toute inattention pouvant provoquer un accident. Les blondins permettent de couler jusqu'à 320 verges cubes de béton à l'heure.

C'est parce qu'il a vaincu sa peur
et qu'il a foncé
dans la montagne
que l'homme gagnera
la partie

L'APPROVISIONNEMENT EN CIMENT

L'évolution des méthodes de transport a franchi une étape décisive à l'occasion de l'approvisionnement d'énormes quantités de ciment en vrac. La construction de barrages gigantesques en territoire éloigné est surtout une question d'approvisionnement ininterrompu en matériaux de construction. Les ouvrages de Manicouagan absorberont plus de 1 million de tonnes de ciment. Cette quantité remplirait un convoi de camions de 30 tonnes couvrant une distance de 600 milles, c'est-à-dire entre Montréal et Manicouagan. □ Pour simplifier la manutention, le ciment destiné aux barrages est transporté en vrac sur un bateau, le Maplebranch, affrété spécialement pour faire la navette entre les cimenteries de Montréal et Québec et les quais de l'Hydro-Québec à Baie-Comeau. Le Maplebranch, d'un tonnage de 6,000 tonnes, décharge le ciment par fluidification, au moyen de pompes Fuller, dans six silos de 1,500 tonnes chacun. De là, des camions-citernes de 30 tonnes reprennent le ciment et le transportent sur une distance de 135 milles, à Manicouagan 5, où des silos permettent de stocker un approvisionnement de 18,000 tonnes. □ La livraison de pareilles quantités soulève des problèmes considérables de fabrication, de transport et de stockage. Or, il est essentiel, pour des chantiers de cette importance, que le ciment soit fourni avec la plus grande ponctualité, afin d'assurer aux installations de bétonnage le meilleur rendement possible. Seul un approvisionnement ininterrompu permet de réduire la capacité de grands silos et diverses autres installations qui seraient très onéreuses en territoire aussi lointain. L'industrie du transport routier doit ainsi, non seulement assurer la livraison de quantités exceptionnelles dépassant largement tout ce que d'autres clients avaient jusqu'ici commandé, mais elle doit voir à ce que ces tonnages considérables puissent être livrés en masse et sans à coup.

LES SILOS À CIMENT

Malgré les quantités énormes de ciment qui sont susceptibles d'être consommées — une moyenne de 30,000 sacs par jour — il était nécessaire de prévoir une installation de stockage adéquate. Le ciment est,

cu sa peur
"il a foncé
montagne
e gagnera
la partie

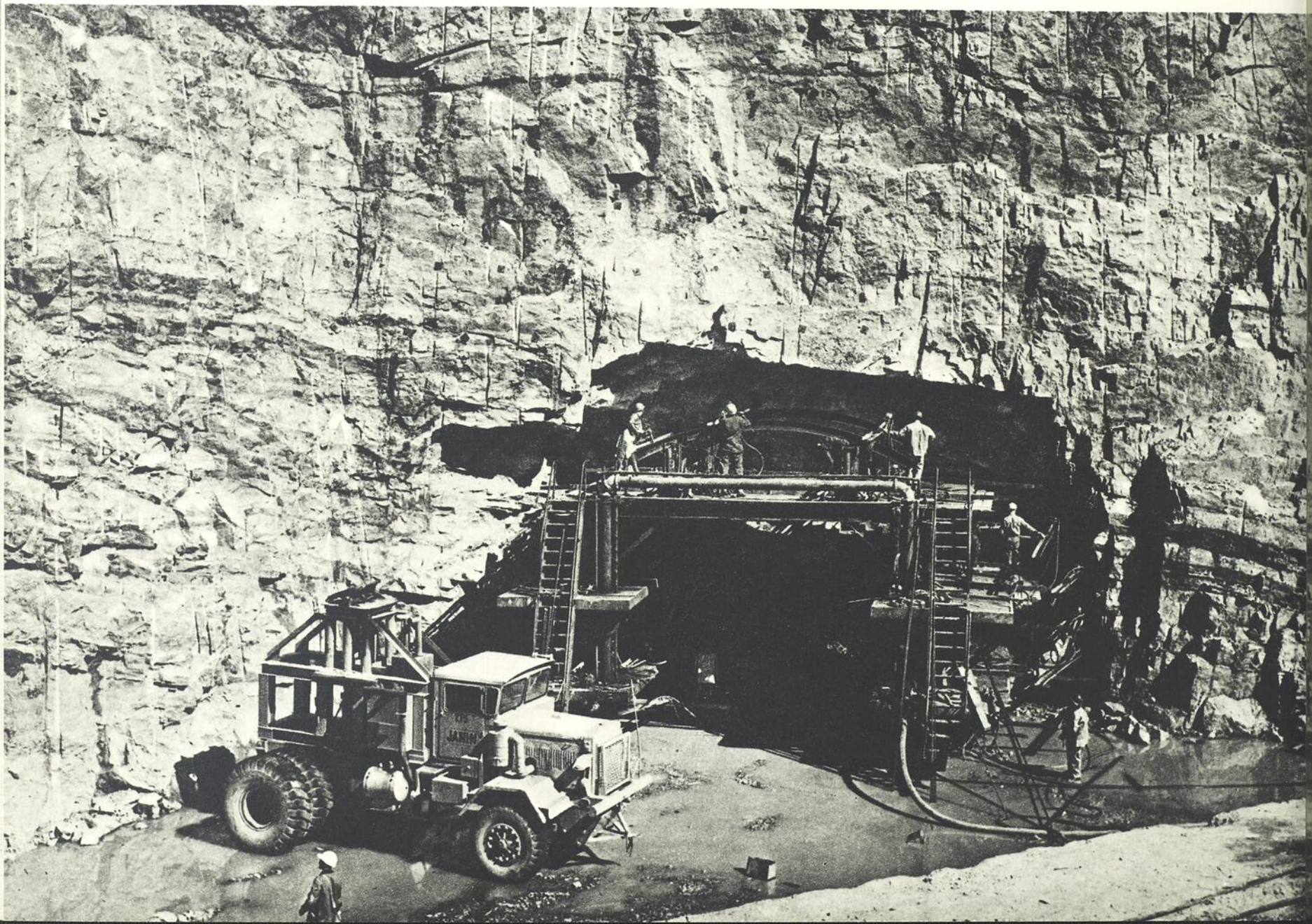
MENT

ement
loigné
vrages
convoi
agan.
au, le
ec et
harge
des
es, à
aison
kage.
rande
ppro-
tions
seu-
lients
ivrés

MENT

ne de
t est.





Au bo
on des
de ter
au pri
tâche
mais
sur ce

en e
cher
prié
le s
prat
cou
de l
cha
alm
cim

Ce
fall
fall
inci
irré
en v
et l'
de c
sont
stoc
gerr
de p

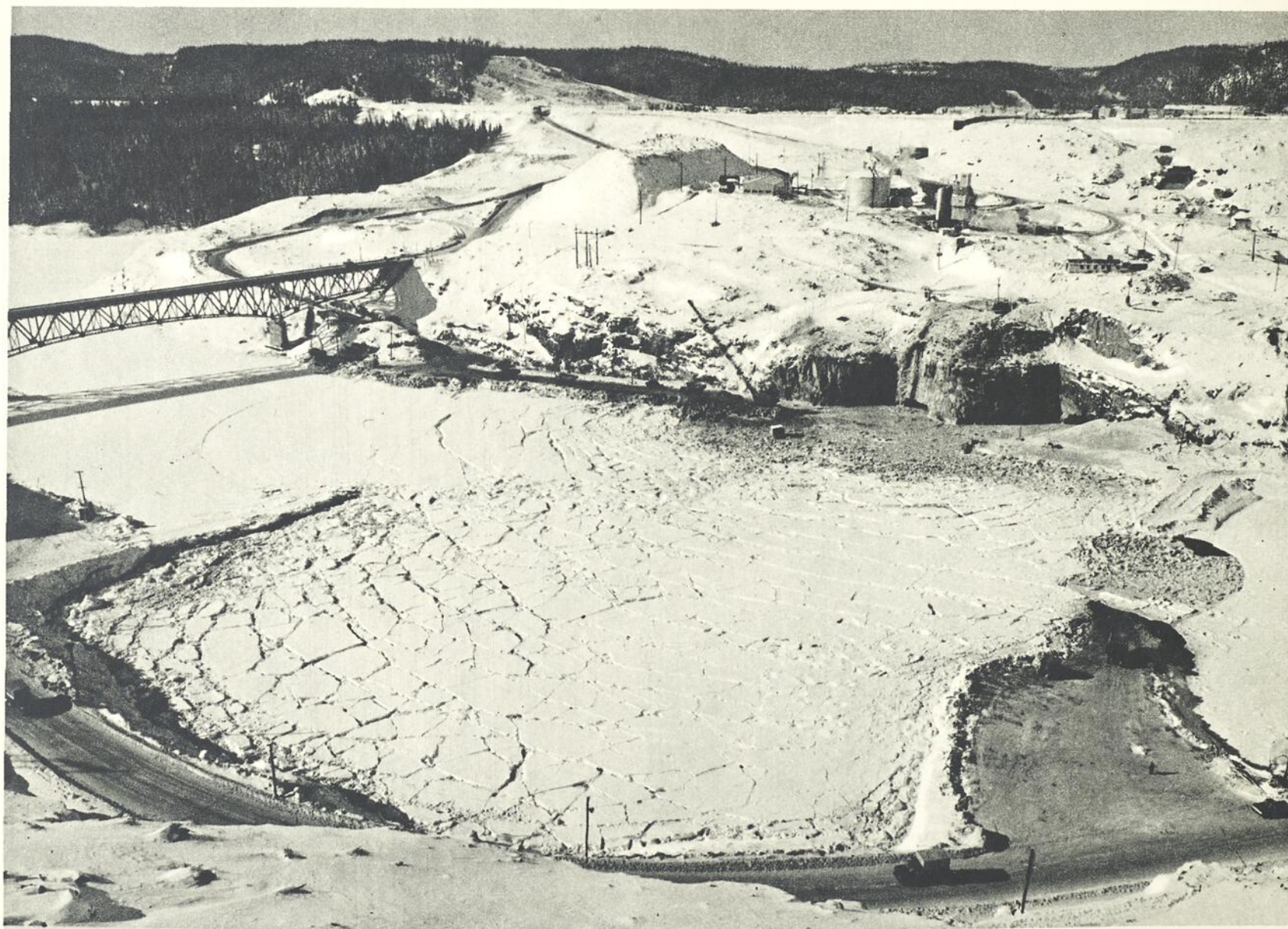
Au bout du fil,
on descend de lourds engins
de terrassement
au pied du cap :
tâche périlleuse entre toutes,
mais l'homme règne
sur cette force mécanique

en effet, un produit délicat qui exige des conditions de stockage qui empêchent l'hydratation de se déclencher, évitant ainsi le serrage de la poudre en grains ou galets et, surtout, l'affaiblissement même des propriétés chimiques du ciment. L'aération complète ou fluidification d'un produit pulvérulent permet à la fois le stockage d'énormes quantités, une solution économique pour l'installation des silos et une solution pratique au problème délicat d'une alimentation régulière et sans aléa du poste de bétonnage. □ À Manicouagan 5 les deux silos en bois de 9,000 tonnes chacun sont à fond plat, directement posés au sol sur assise de béton. Les silos sont donc de simples structures à corps cylindrique surmontées de toiture. L'assise de chaque silo est maçonnée avec une faible pente et équipée d'aérateurs et d'une aéro-glissière collective alimentant le ciment dans des pompes Fuller qui, soit alimentent le poste de bétonnage, soit recirculent le ciment pendant les périodes mortes.

LE TRANSPORT DU CIMENT

Ce n'est pas moins que le déploiement d'un dispositif entièrement adapté au transport routier, qu'il a fallu mettre en œuvre. À vrai dire, il ne suffisait pas d'attribuer un certain tonnage à chaque camion. Il fallait encore mettre sur pied une organisation assez souple pour pouvoir faire face aux nombreux imprévus : incidents techniques empêchant temporairement le transport fluvial, retard dans les arrivages à quai, irrégularité des besoins de chantiers. Il n'est pas possible de transporter de pareilles quantités de ciment en vrac de façon rationnelle, sans une collaboration étroite entre les cimenteries, les transports fluviaux et l'organisation des chantiers. □ Les camions-citernes utilisés pour le transport en vrac, depuis les silos de déchargement des quais de Baie-Comeau jusqu'aux silos de stockage des chantiers de Manicouagan, sont de fabrication Sicard. La distance entre les quais et les chantiers est de 135 milles. La capacité de stockage des silos du chantier de Manicouagan 5 est de 18,000 tonnes, tandis que les six silos de déchargement des quais ont une capacité de 1,500 tonnes chacun. Ces capacités d'ensilage transitoire permettent de prévoir l'approvisionnement ininterrompu en ciment des usines de bétonnage des chantiers de Mani-

La montagne vient de gronder ;
on l'a bourrée de
75,000 livres d'explosifs.
La secousse s'est propagée
sur la rive opposée
et la glace s'est brisée



couagan 5 et 2. L'organisation de transport routier disposera d'un parc de 31 camions-citernes de 30 tonnes.

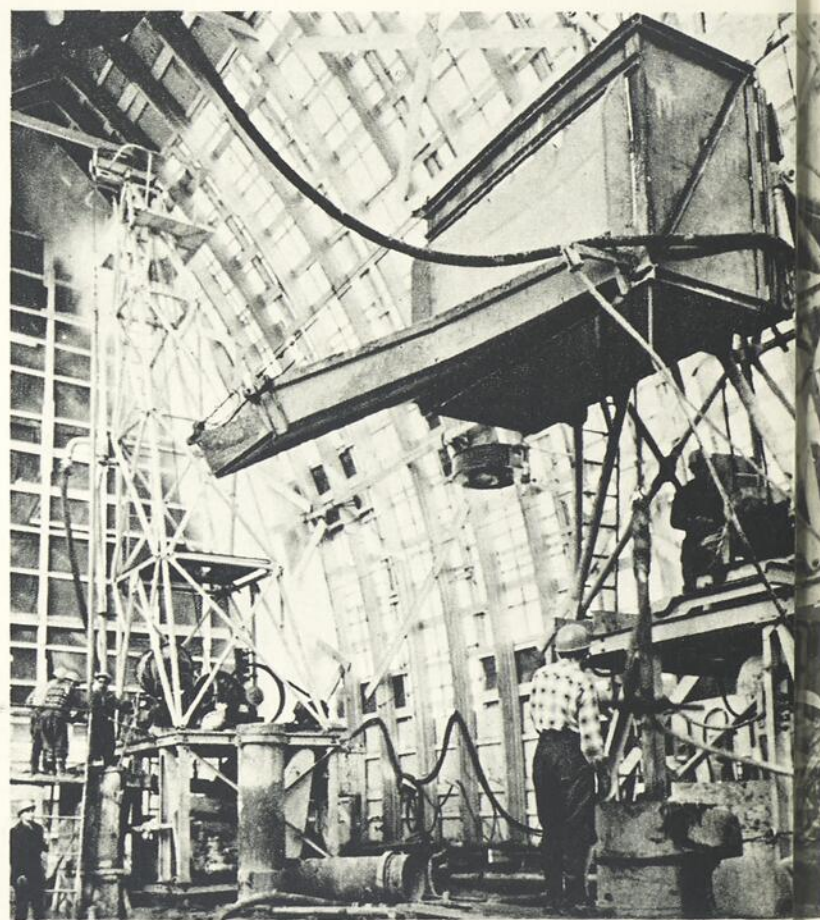
□ Les citernes en acier, de forme rectangulaire, à compartiment unique, comportent à leur partie supérieure trois clapets de remplissage à fermeture rapide par vis, avec échelle et plat-bord d'accès. Les citernes sont fixées sur châssis basculant; un portique leur donne pendant la vidange une inclinaison de 50°. Le ciment glisse vers le point bas de la citerne, où une vanne assure l'évacuation par gravité. Le temps de vidange est d'environ 1¼ minute par tonne. Les citernes, fabriquées par Canadian Car & Foundry, s'adaptent aussi bien sur camions que sur semi-remorques. Elles peuvent être réutilisées pour le transport de n'importe quel autre produit pulvérulent. La robustesse des camions et les multiples perfectionnements de détail dont ils sont pourvus assurent le succès des opérateurs.

LE BÉTON DU BARRAGE DE MANICOUAGAN 5

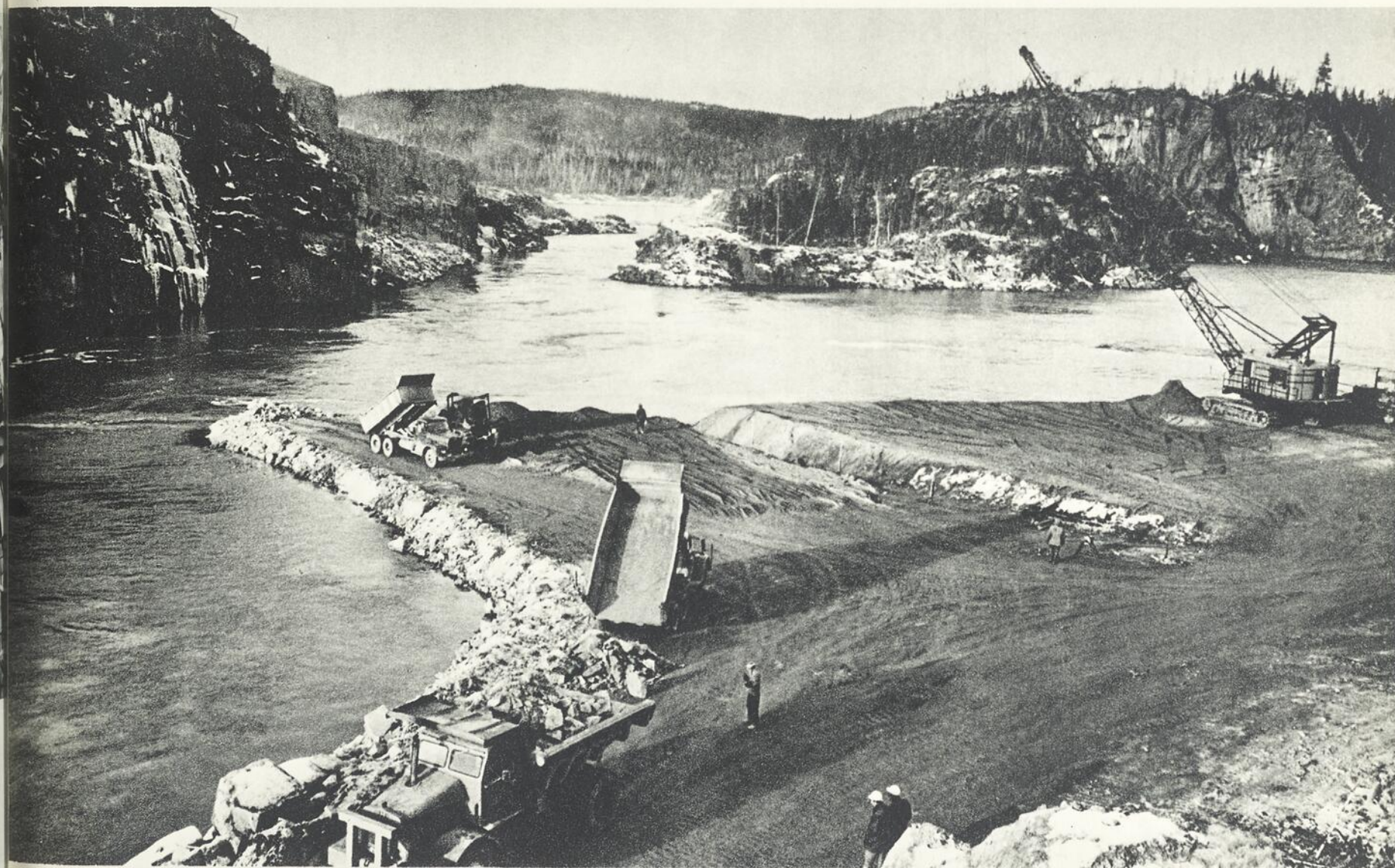
Le type du barrage de Manicouagan 5 exige qu'on exploite méthodiquement la résistance du béton. □ La solution, le béton étant de qualité optimum capable de supporter des charges de 1,400 psi, n'est guère facile, parce qu'on ne peut augmenter le dosage du ciment sans tenir compte de la chaleur accumulée dans la masse par l'hydratation. Si la chaleur n'était pas limitée durant le refroidissement, des tensions internes fort dangereuses se développeraient, mettant en jeu le monolithisme des structures et, parfois, provoqueraient des fissures qui compromettraient gravement le comportement du barrage. Il est donc nécessaire de préparer un béton de qualité maximum avec le minimum de ciment. Un agrégat maximum de 6" permet un dosage (minimum de ciment) à la fois économique et répondant aux exigences techniques.

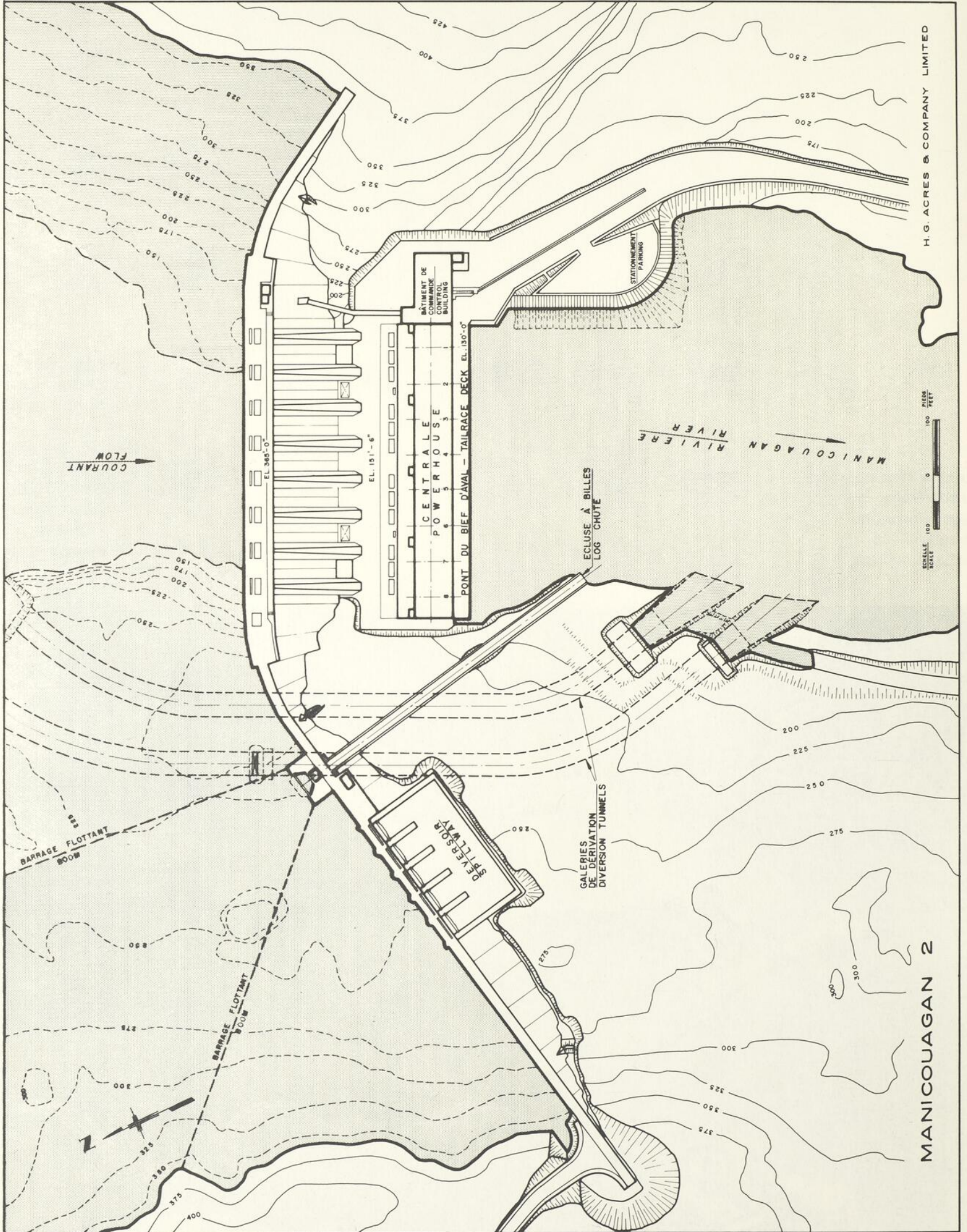
□ La fissuration de masse est un des accidents les plus dangereux dans un ouvrage particulièrement massif, car les fissures traversent les plots de part en part. Celles-ci sont provoquées par le refroidissement du béton gêné: soit au voisinage de la fondation, soit au-dessus d'une reprise sur du béton âgé. L'expérience prouve qu'on ne peut pas prévenir la fissuration avec des aciers d'armature ou de ferrailage. Étant donné

Dans la vallée
de la Manicouagan,
l'été a le souffle court.
Le bâtisseur du Québec
a donc mis au point
de nouvelles méthodes
de construction : il s'est fabriqué
un abri plus haut
qu'une pyramide.
C'est sous cette structure
transparente et préfabriquée
qu'il élève sa cathédrale



Pour barrer le fleuve,
il a fallu construire
un barrage temporaire.
Derrière cette digue,
l'eau gonfle et menace





H. G. ACRES & COMPANY LIMITED

SCALETTE
SCALE 1" = 100 FEET

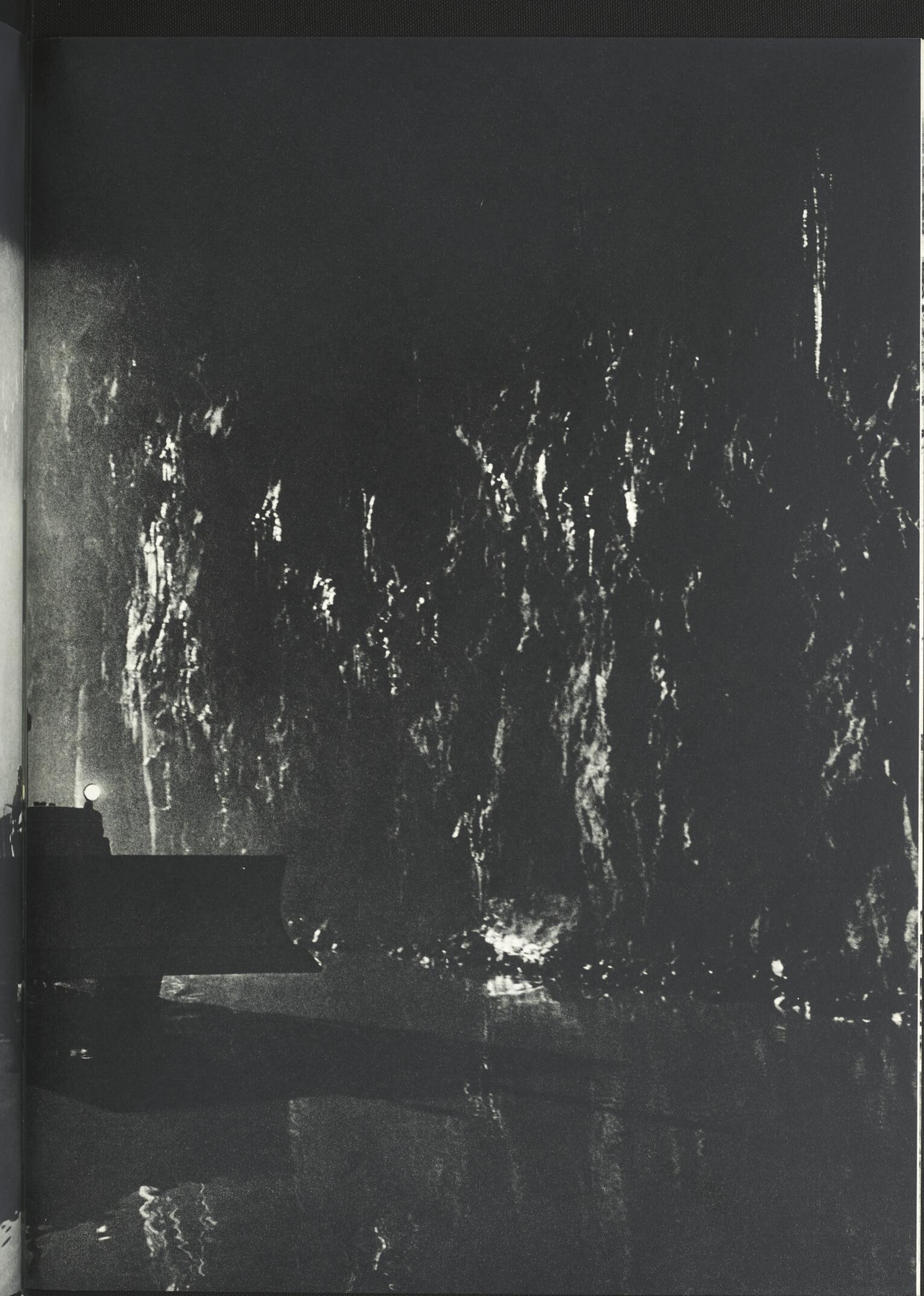
MANICOUAGAN 2

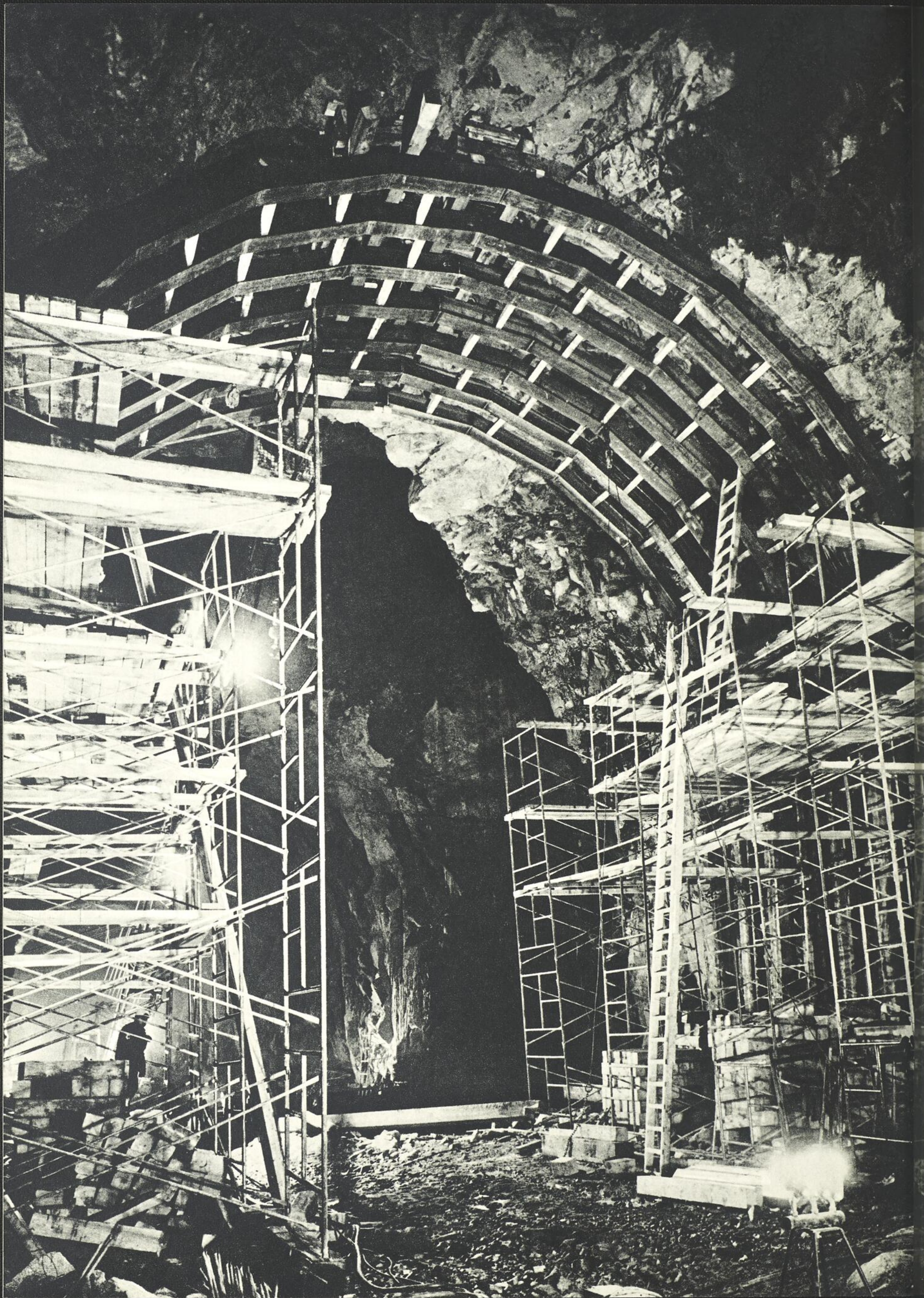
Visage ardent, l'âme haute
sur sa monture
au front bouclé de fer,
le bâtisseur traverse
une dernière fois
le rocher ébloui

Forteresse de courage
dans les soleils d'hiver:
l'abri du batardage d'amont









Comme au temps
des cathédrales,
la pierre
devient portail

la qualité du béton mis en œuvre à Manicouagan 5, il faut s'en tenir à une différence de température de 70°F. Or, la température finale moyenne du béton est de 30°F, donc la température maximum permise durant la prise est de 100°F. La température moyenne du béton au malaxage est fixée à 60°F, par conséquent l'accroissement de température est limité à 40°F durant la prise. Ceci n'aurait pas été possible avec du ciment Portland ordinaire. Il faut doser avec un ciment Portland Type II, conjugant des résistances élevées avec une faible chaleur d'hydratation. Ce ciment, qui répond bien aux exigences de bétonnage, dégage théoriquement une chaleur d'hydratation de 62 calories par gramme à 7 jours et est dosé dans le béton à raison de 4½ sacs par verge cube. □ En outre, pour assurer le monolithisme de l'ouvrage avant la mise en eau en tenant compte du surplomb des voûtes, l'injection des joints des voûtes doit s'effectuer le plus tôt possible. On y parvient par le refroidissement artificiel, en noyant dans la masse du béton des serpentins dans lesquels circule de l'eau froide. Le refroidissement accéléré permet aussi de limiter la température maximum du béton et d'en contrôler le refroidissement. □ Durant les périodes chaudes de l'été, afin d'assurer une température de 60°F au malaxage du béton, de la glace est ajoutée au mélange en remplacement de l'eau requise. □ Quant aux caractéristiques, il faut produire un béton dont la résistance est la plus élevée possible et qui, en même temps, montre une bonne résistance au gel et une bonne imperméabilité. Quoique très modeste, le dosage de 4½ sacs de ciment ne peut être augmenté. La seule solution est d'exploiter les méthodes de fabrication des bétons. Il s'agit donc de préparer les agrégats et les sables présentant des caractéristiques morphologiques et minéralogiques convenables qui, dans le béton, répondront aux impératifs de résistance mécanique et de résistance aux alternances au gel. □ En outre, au malaxage on réduit au maximum la quantité d'eau afin d'améliorer toutes les qualités du béton. Cependant, le béton ne doit pas être préparé trop sec afin de permettre un bon compactage lors de la mise en place. Le compactage est effectué avec une batterie de puissants vibrateurs fixés à une lame de bulldozer; ce qui implique un jeu de coffrage très solide et bien étanché pour éviter que toute fuite de pâte

liante crée un point faible dans les parements où le gel attaquerait plus rapidement qu'ailleurs. Le compactage est considéré comme l'une des opérations les plus importantes de toute la mise en œuvre du béton.

□ L'eau se fixe par adsorption sur les grains de sable et de pierre et par capillarité entre eux. Il faut donc diminuer à la fois la surface et les possibilités de phénomènes capillaires. En pratique, on a tendance à surdoser en eau le béton mais ici, par contre, les puissants vibrateurs utilisés permettent de réduire l'eau et diminuer à l'extrême limite le réseau des pores et autres vides capillaires du mortier dans lequel les grains fins du sable ont tendance à retenir trop d'eau. □ On voit par ce qui précède que la fabrication du béton à Manicouagan 5 entraîne des exigences extrêmement sévères, malgré tous les inconvénients inévitables dus aux conditions locales.

EMPLOI DE GLACE COMME AGRÉGAT

Lorsque la température ambiante atteint 60°F ou davantage, on utilise de la glace en paillettes dans l'eau, afin de compenser pour la chaleur d'hydratation et pour réduire la contraction. L'usine de glace prévue à cet effet a une capacité quotidienne de 250 tonnes de glace en paillettes de $\frac{1}{8}$ " d'épaisseur.

ÉPAISSEUR DES LEVÉES

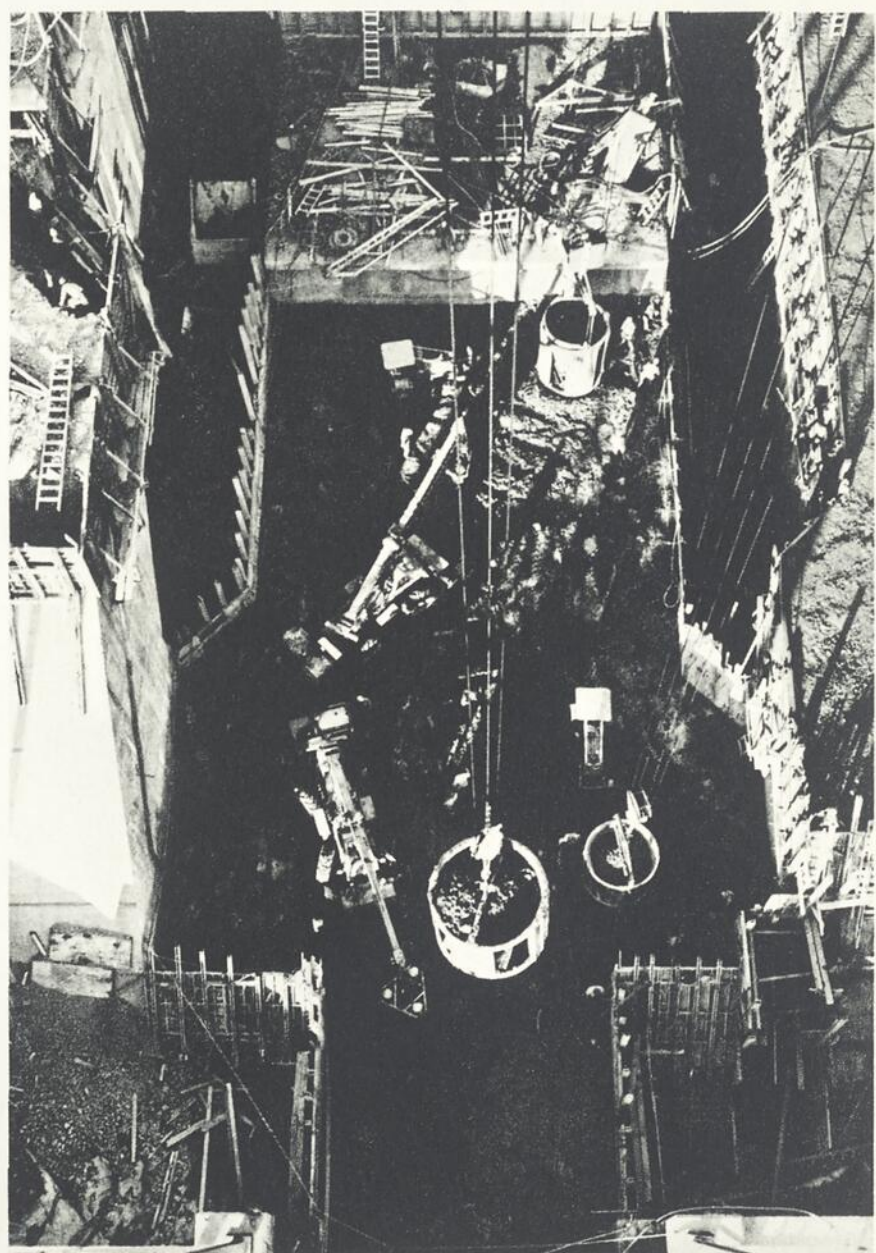
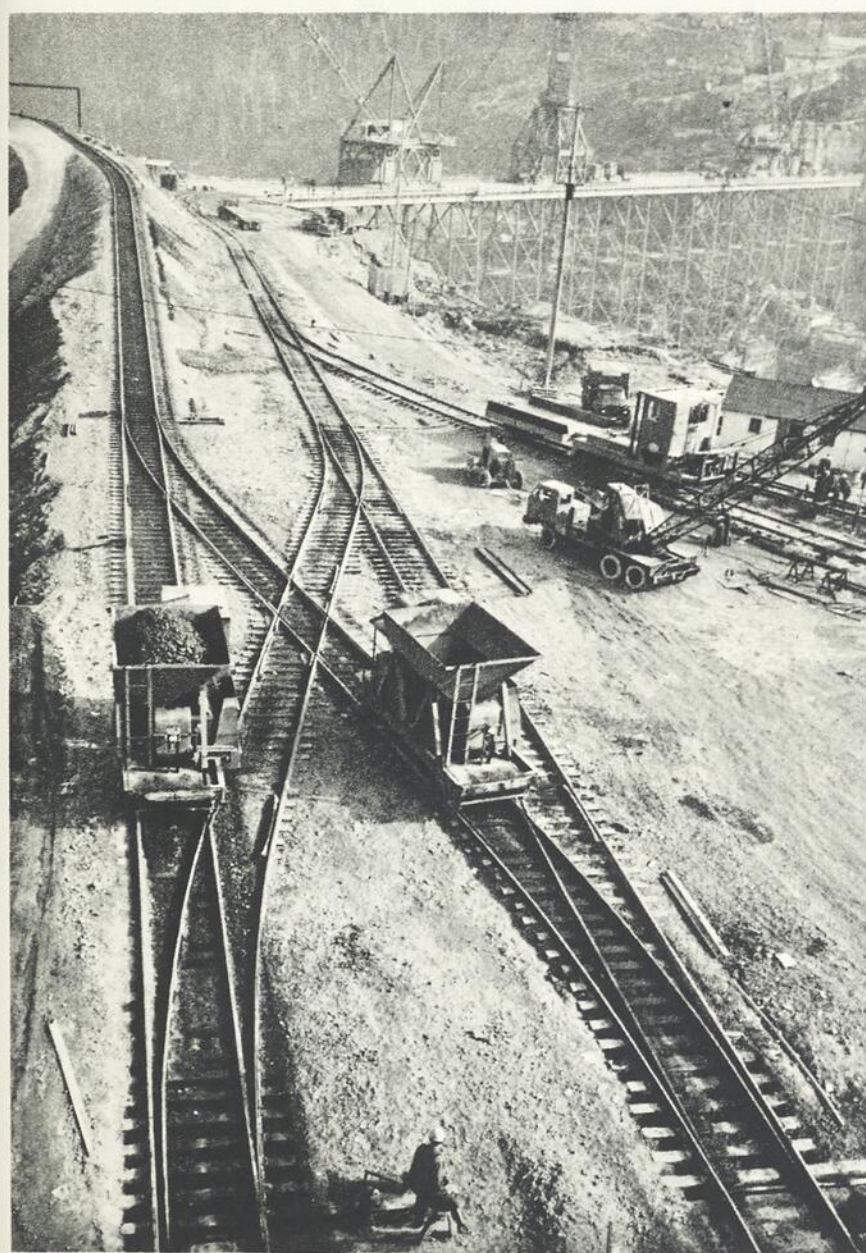
Le bétonnage est fait en plots d'environ 45 pieds de longueur et 6 pieds de hauteur. Pour faciliter le refroidissement du béton et en éviter la contraction, on observe des intervalles d'attente d'environ 3 à 5 jours avant de couler la levée suivante. On insère des tubes d'aluminium dans le béton et on y circule de l'eau de la rivière à une température de 50°F, afin d'accélérer le refroidissement.

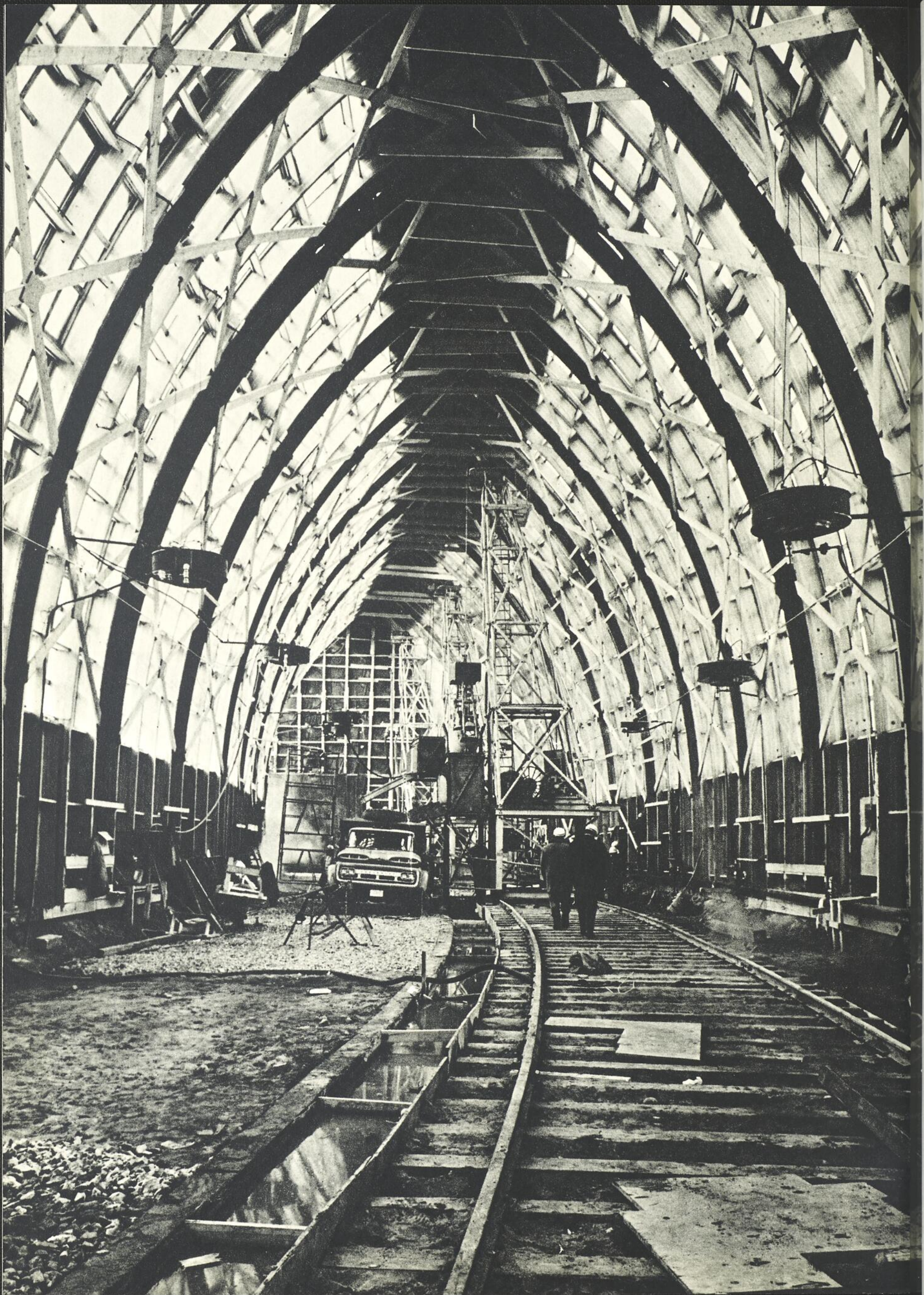
LES COFFRAGES

Les coffrages sont en porte-à-faux en cadrage d'acier, avec panneaux de contreplaqué de $\frac{3}{4}$ ". Après le bétonnage, on hausse les coffrages et on les fixe avec des boulons aux ancrages préalablement noyés dans le béton. De cette façon, il suffit d'un seul jeu de coffrages du bas jusqu'à la partie supérieure du barrage.

On a bâti des rails sur lesquels on transporte 3,000 v.c. de béton par jour dans le ventre du canyon

Les tourterelles survolent un paysage effréné





La
de N
aux
mor
pou
d'un
au c

Qu
tat
trè
va
ap
co
div
ins

Or
tar
d'a
de
un
ter

Le
én
joi
iso
tuy

La "cathédrale"
de Manicouagan 2 servait d'abri
aux tours de forage,
montées sur rails
pour le fonçage précis
d'un écran de béton
au centre du batardeau d'amont

CONTRÔLE DES DÉFORMATIONS ET DES TEMPÉRATURES

Quelque 1,000 indicateurs de tension interne et plus de 1,000 indicateurs de température, reliés à des tableaux de commande, seront noyés dans le béton à des endroits choisis. Les indications seront enregistrées pendant toute la période de construction du barrage et de captation de l'eau. On fera aussi des observations à l'occasion de changements de température de l'air et de variations du niveau d'eau, avant et après la fin des travaux. □ Ces indications permettront aux ingénieurs de contrôler les tensions en toutes conditions, ce qui fournira des données utiles pour des travaux futurs. Les déformations des structures sous diverses sollicitations seront aussi mesurées avec précision au moyen d'instruments optiques très sensibles, installés sur les rives, et de balises insérées dans le béton à des endroits choisis.

CONTRÔLE DU BÉTON

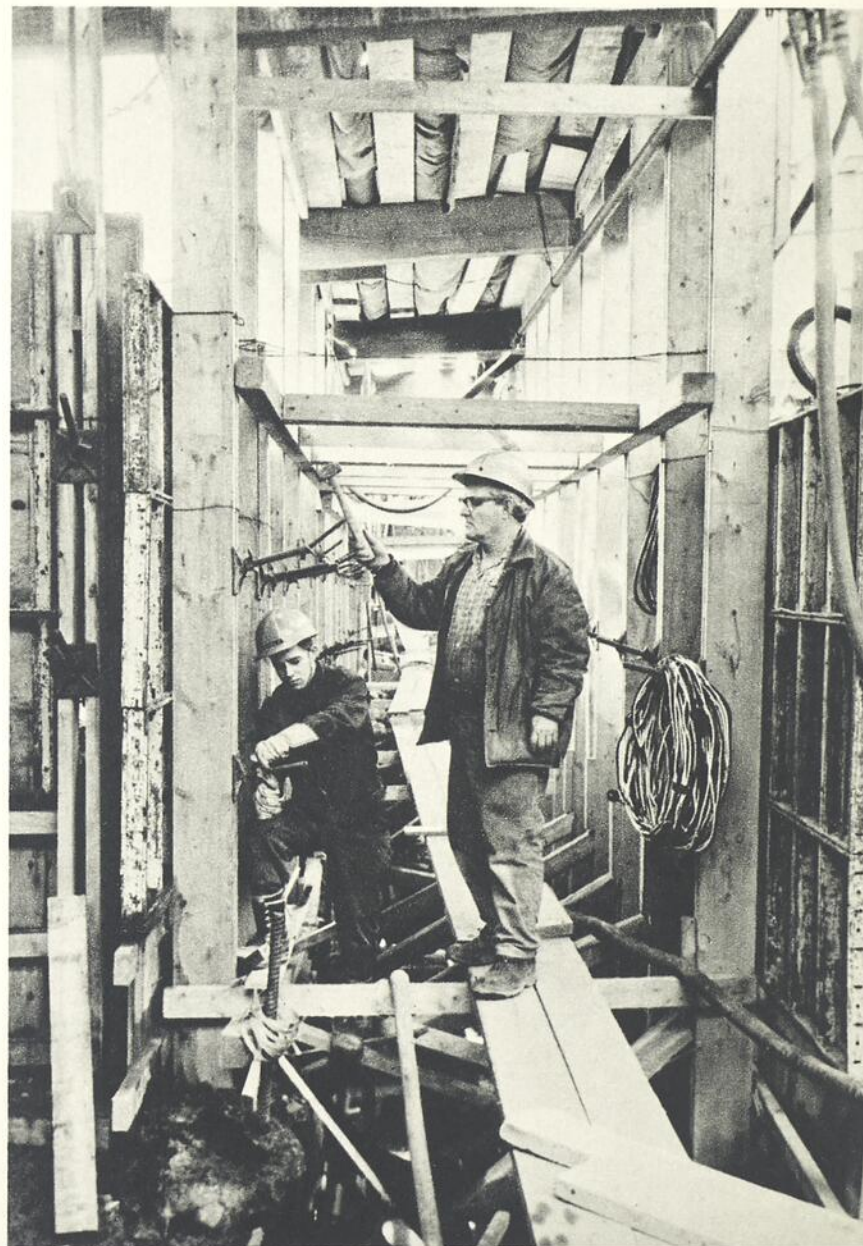
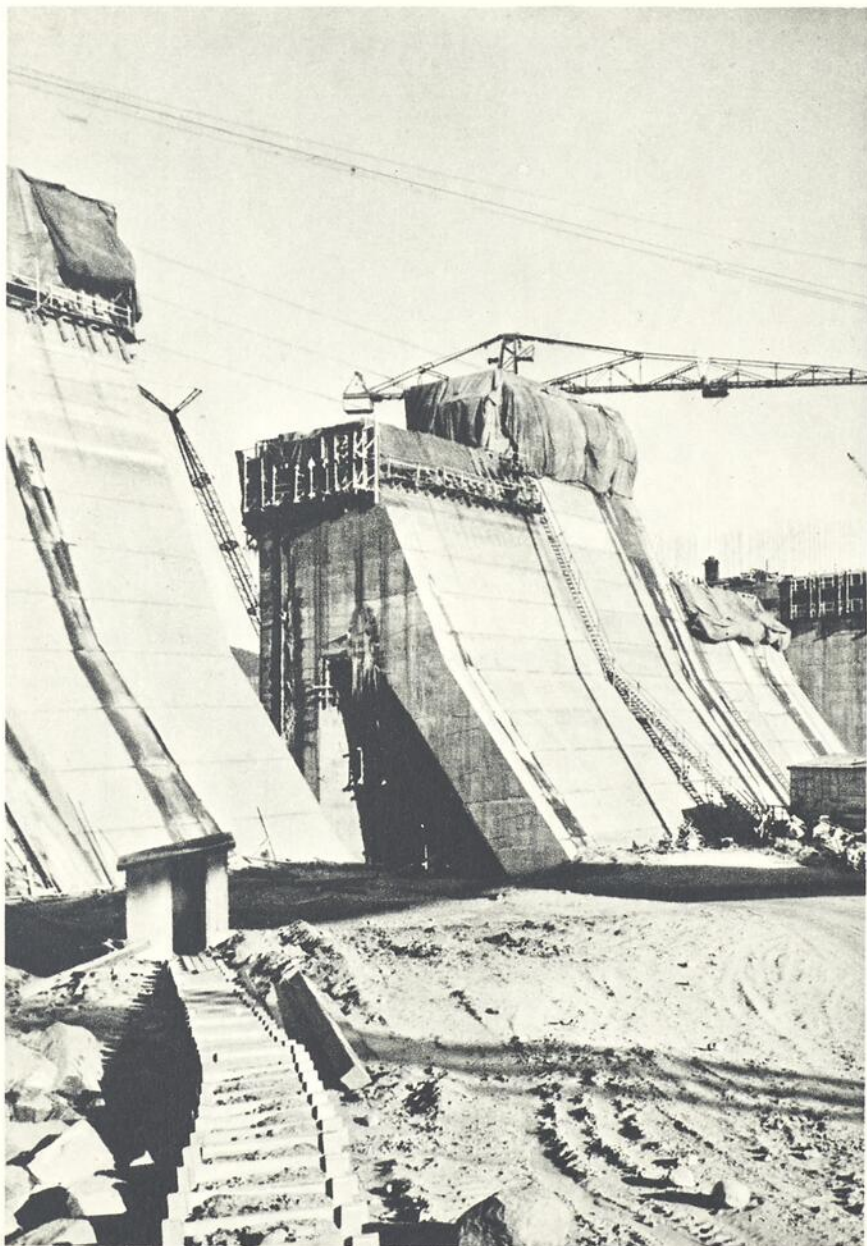
On procède continuellement à des essais du béton, afin de lui assurer les caractéristiques requises de résistance aux tensions et à la détérioration causée par le gel. Les essais sont effectués dans un laboratoire d'analyse très moderne. Il comprend une presse de 1,200 tonnes métriques, qui fait des tests d'écrasement des échantillons de béton de 18" x 18" x 58" contenant des agrégats de 6". Le laboratoire comprend aussi un appareillage frigorifique pour congeler et décongeler les échantillons et en déterminer la résistance aux températures extrêmes de la région.

JOINTS VERTICAUX

Les joints verticaux entre les plots exigent l'obturation positive pour éviter des fuites dues aux pressions énormes auxquelles le barrage sera soumis. On insérera verticalement un obturateur de cuivre dans chaque joint, à quelques pieds du parement amont. Chaque joint sera obturé avec du coulis, en sections totalement isolées par une bande d'étanchéité en plastique. On pourra injecter du coulis en tout temps, au moyen de tuyaux munis d'obturateurs spéciaux insérés dans le béton à mesure que l'on coule.

Accrochés à la terre
comme s'ils naissaient d'elle,
voici les premiers jalons
de Manic 2

... que l'homme
ne cesse jamais
d'ausculter



CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE L'AMÉNAGEMENT HYDROÉLECTRIQUE: MANICOUAGAN 2

Surface de l'ensemble des bassins versants	17,500 mi ²	Longueur totale des galeries de dérivation provisoire	47' dia. 3,100 pi. lin.
Volume d'eau captée	148 milliards de pi ³	Hauteur de la chute d'eau	240 pi.
Superficie du réservoir	61 mi ²	Équipement de la centrale:	
Volume d'eau captée en	Débit de Manic 5 +	8 groupes à 170,000 hp	1,360,000 hp
année hydrologique moyenne	retenue du Lac Ste-Anne =	Facteur de charge	60%
	35,000 pcs.		

PRINCIPALES ÉTAPES DU PROGRAMME GÉNÉRAL D'EXÉCUTION MANICOUAGAN 2

24 octobre 1961	mise en chantier de l'aménagement hydroélectrique de Manicouagan 2.	15 mars 1963	fin des travaux de bâtardage et début de l'assèchement de la rivière.
2 juin 1962	début du percement des galeries de dérivation (voûte seulement).	30 juillet 1963	bétonnage du déversoir et début du bétonnage du barrage et des fondations de la centrale.
1 août 1962	inauguration du pont qui relie les rives est et ouest de la Manicouagan, sur la route Baie-Comeau — Manicouagan 5.	1 décembre 1964	obturation de la galerie est.
14 août 1962	fin de l'attaque en calotte de la galerie est.	15 mars 1965	obturation de la galerie ouest.
8 décembre 1962	fin du creusage des galeries et début de la dérivation de la rivière.	Automne 1965	fin du bétonnage du barrage et mise en service des cinq premiers groupes.

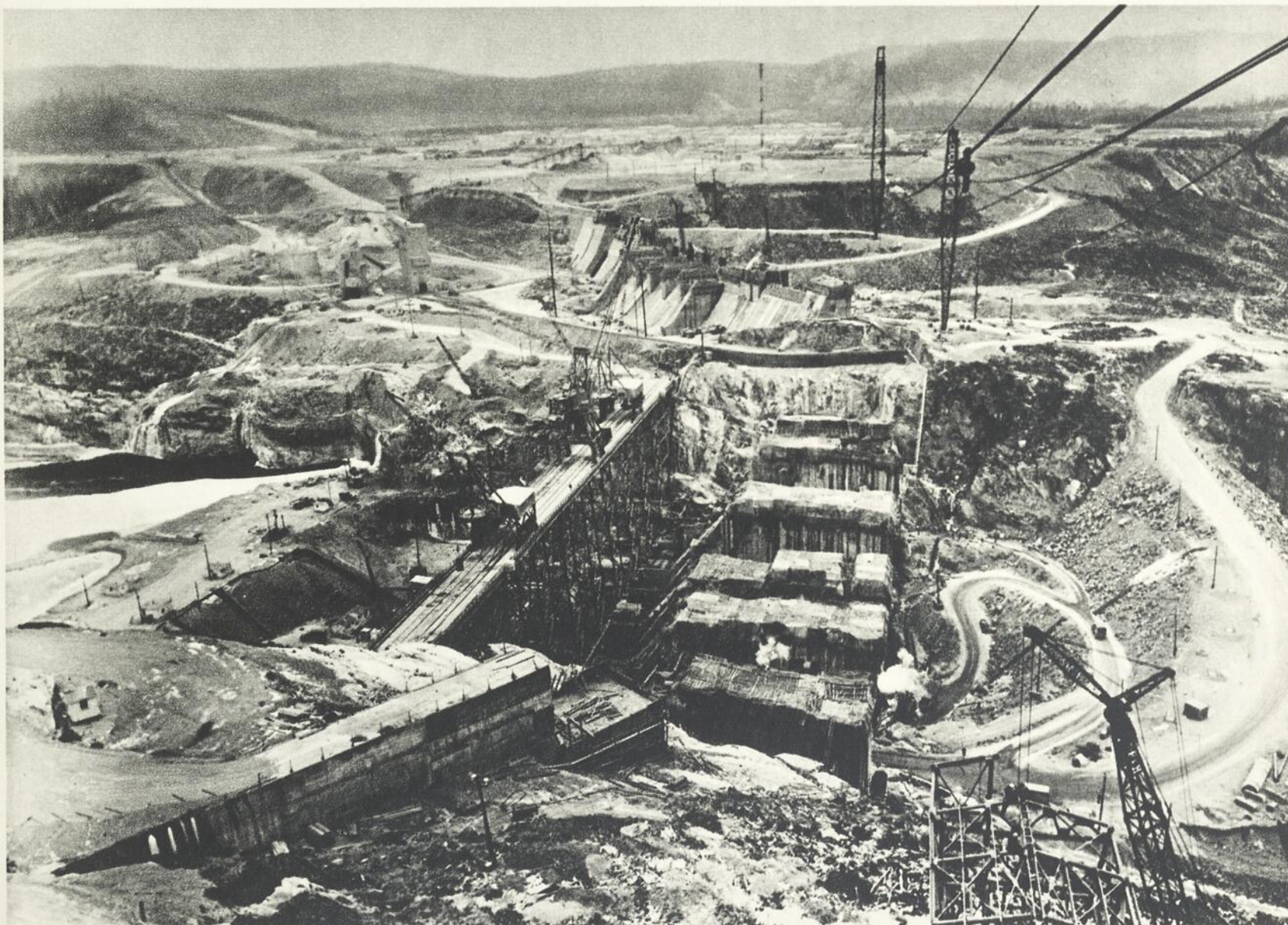
MANICOUAGAN 2

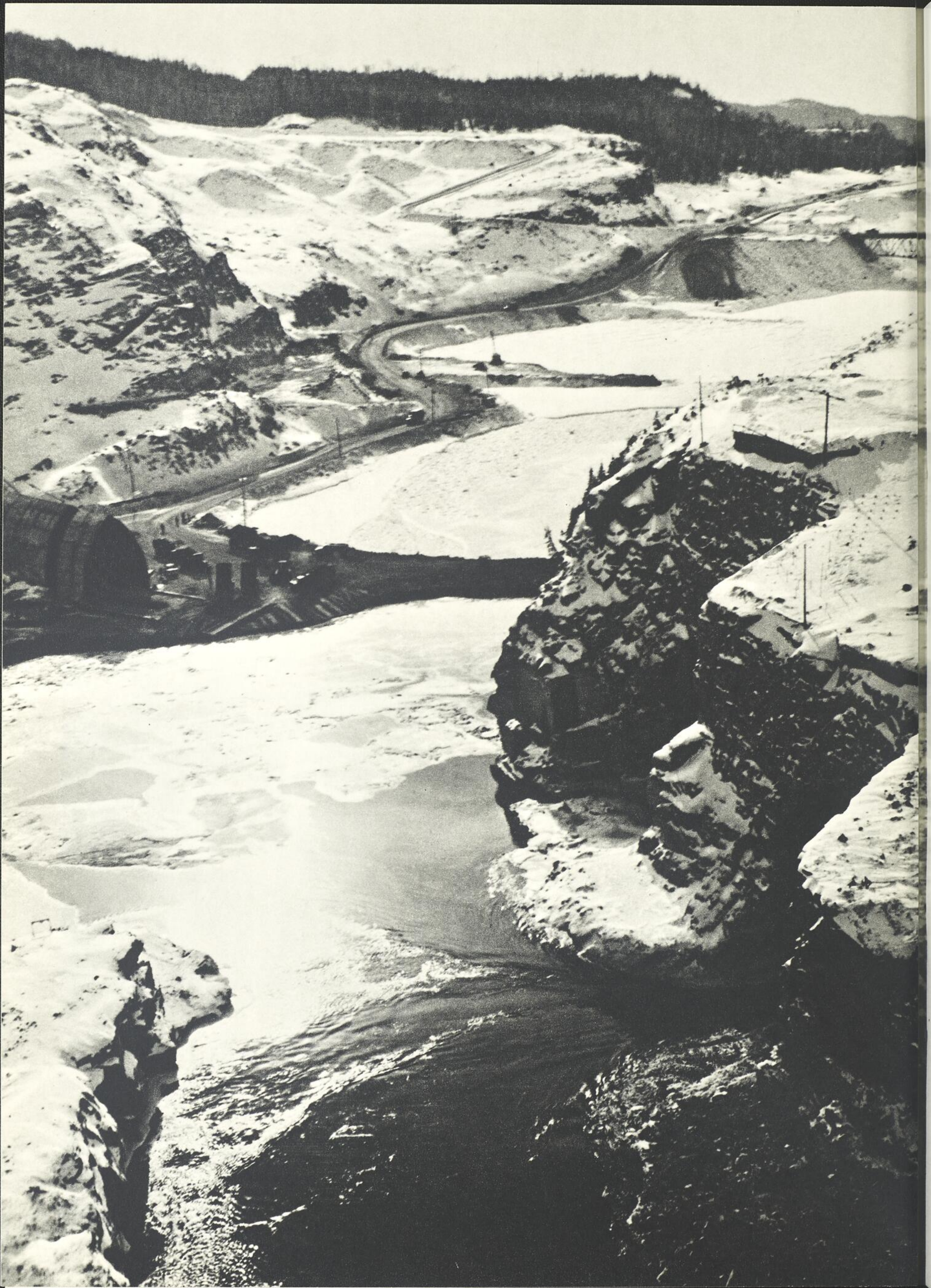
En novembre 1961, dès la mise en chantier définitive de Manicouagan 5, l'Hydro-Québec a commencé la construction d'un barrage et d'une centrale de 1,360,000 hp à Manicouagan 2. Le site d'implantation est situé à une quinzaine de milles au nord de Baie-Comeau. En tirant avantage de la topographie, il a été possible d'organiser un chantier moderne et confortable, où près de 2,500 hommes travaillent jour et nuit. □

L'implantation de Manicouagan 2 exige, comme dans tout projet d'envergure, l'exécution d'importants travaux préliminaires, tous axés sur la fouille à sec du rocher de fondation et l'élaboration des installations de chantiers nécessaires à la construction proprement dite des ouvrages. □ En même temps qu'on érigeait les baraquements, on déboisa et décapa sur une superficie de 100 acres le morts-terrains des chambres d'emprunt. Dès avril, débutait l'enrochement des jetées de batardage et l'incision des pistes de marinage de la dérivation provisoire. Dans l'intervalle, un chaland commandé par un treuil permettait de commencer les fouilles sur la rive opposée : la construction d'un pont reliant les deux rives n'allait être achevée que le 1er août. Le chantier de creusage de deux galeries de 47 pieds de diamètre, profilées en fer à cheval, de 1,483 et 1,171 pieds de longueur, s'est ouvert le 3 juin. □ La dérivation y est très semblable à celle de Manicouagan 5. Les deux galeries sont en forme de fer à cheval, sans revêtement. Elles sont à écoulement libre pour éviter les embâcles de rondins que pourrait causer l'écoulement sous pression. La prise d'une de ces dérivations est située à 20 pieds plus haut que l'autre, de manière à en permettre l'obturation sans employer de vannes. La sortie de la galerie inférieure n'a pas de pilotis central et on l'obturera dans toute sa largeur à l'aide de batardeaux permanents de vanne. □ La méthode de creusage des galeries mise en œuvre est essentiellement la même qu'à Manicouagan 5. Cependant, le pendage presque horizontal du rocher exige le boulonnage complet de la calotte. L'avancement s'effectue à la cadence moyenne de 750 vc par période de 8 heures. □ Dès le début des travaux de creusage des galeries, d'autres équipes sont préposées au décapage du morts-terrains du rocher de fondation du déversoir et des ailes est et ouest du barrage. Au fur et à mesure de l'avancement des travaux préliminaires, on accélère les terrassements nécessaires pour le batardage. Les dimensions des batardeaux sont :

	Amont	Aval		Amont	Aval
Longueur	900 pieds	900 pieds	Largeur à la crête	40 pieds	25 pieds
Largeur à la base	500 pieds	200 pieds	Hauteur	140 pieds	75 pieds

Ce n'est plus des sillons
qu'on creuse là-bas,
ce sont des cratères
On dirait le nid
d'une météorite





Mon pays a franchi
ses frontières d'exil
Mon pays vient parler
sur la face du monde
Nous levons les yeux
à hauteur du feu
Nos chantiers ont la chaleur
du pain brut
(Gatien Lapointe)

Les voici ces chevaux
à la crinière blanche ►
qu'il faut mater

Les batardeaux sont aussi assez semblables à ceux de Manic 5. Celui d'amont a été étanché par un diaphragme Icos-Veder de 135 pieds de hauteur; celui d'aval, avec un revêtement de sable et d'alluvions, dans lequel on a injecté un coulis de ciment. Les deux batardeaux ont un volume total de 750,000 vc: ils constituent donc deux barrages d'importance appréciable. □ Les bouchons des galeries, situés du côté aval et qu'on a fait sauter pour commencer la dérivation, avaient un volume de 28,000 vc et une profondeur de 70 pieds. □ Ces ouvrages temporaires exigent la mise en œuvre de 1,075,000 vc de matériaux de remblai. On utilise le roc abattu au creusage des galeries et à la fouille des fondations et des sables et graviers naturels empruntés à proximité.

LA CENTRALE

Le site d'implantation du barrage de Manicouagan 2 se trouve entre deux berges escarpées, où la rivière coule en direction sud-ouest. La berge ouest, moins élevée, s'élève presque à la verticale jusqu'à une terrasse d'environ 8,000 pieds de largeur, semée de petits lacs. L'aménagement comporte un barrage gravité constitué d'un déversoir, d'une glissière pour le passage du bois de flottage, d'un ouvrage de prise au pied duquel se trouve la centrale faisant partie intégrante du barrage. □ Le turbinage s'effectuera à partir de prises forcées aménagées à la crête du barrage, d'où des conduites forcées métalliques, agencées sur le parement aval, alimenteront les turbines. L'évacuation s'effectuera par des reniflards ordinaires sur le canal de fuite fermé par le lit naturel de la rivière. □ Le poste des transformateurs de puissance se trouvera du côté amont de la centrale, entre la centrale et le barrage. Les prises haute-tension des transformateurs se feront à partir du toit de la centrale et transiteront à un poste de manœuvre, un peu en aval, sur la rive ouest. La glissière pour le bois de flottage se trouvera entre le déversoir et la centrale. Appareillée d'une vanne de contrôle, elle permettra le passage de tout flottage éventuel. □ La salle des





commandes sera située du côté est de la centrale: pour y arriver, une piste d'accès est prévue à partir de la route d'accès, vis-à-vis de l'entrée du pont qui enjambe la rivière, juste en aval. Un pont de montage fera partie du secteur est de la centrale, où se trouveront de même les équipements nécessaires à la manutention des transformateurs qui seront installés du côté amont de la centrale. □ Le déversoir, qui comprendra cinq pertuis à vannes de 45 pieds, permettra de débiter 200,000 pcs durant les crues, même lorsque la centrale sera fermée. Pour empêcher l'obstruction du bois de flottage, il y aura des estacades du côté amont des pertuis. Celles-ci seront entreposées du côté ouest du barrage durant les périodes où elles ne seront pas utilisées. □ Le barrage principal est du type gravité, en béton aux joints creux. Ce serait le premier barrage de ce type hors d'Europe. Les joints creux permettent de réduire de 15% la quantité de béton requise, d'où une économie de 10% dans le coût du bétonnage. Cela produit en outre un barrage moins lourd et offre des galeries d'observation et d'entretien très convenables. □ Les huit turbines Francis qui seront installées dans la centrale auront une puissance nominale de 170,000 hp chacune. Les génératrices sont à excitation très rapide de type redresseur, provenant d'alternateurs auxiliaires plutôt que d'excitateurs à courant alternatif. Deux groupes générateurs sont reliés à chaque groupe transformateur principal; il n'y aura, par conséquent, que quatre circuits de 315,000 V jusqu'au poste collecteur situé à deux milles en aval. Les commandes sont autosynchrones et les régulateurs électro-hydrauliques. □ On prévoit que la centrale sera en exploitation vers juillet 1965.

TRANSPORT DE L'ÉNERGIE À 735 kV

L'énergie produite aux sept centrales du complexe Manicouagan-Aux Outardes sera transportée à 315 kV, sur des distances qui varient de 2 à 70 milles, selon le cas, jusqu'à deux postes collecteurs, où la tension sera augmentée à 735 kV. Un de ces postes se trouvera dans la région de Aux Outardes 58 et l'autre près

Ce qu'ils font?
Ils le savent bien, va,
les milliers d'ouvriers de Manic!
Ils façonnent
le poumon du Québec





Ces bennes sont le symbole
de la religion des chiffres
et de l'énergie

de Manicouagan 2. □ Trois circuits de 735 kV, reliés aux barres omnibus à haute tension des postes, transporteront l'énergie vers Montréal. Deux de ces circuits, partant de Manicouagan 2, longeront la rive nord jusqu'aux environs de Québec, puis traverseront le St-Laurent, passeront dans un poste intermédiaire à Lévis et continueront le long du fleuve sur la rive sud jusqu'au poste d'arrivée, à Boucherville. Le troisième circuit partira de l'autre poste collecteur et suivra une direction presque directe sur la rive nord jusqu'à Montréal. Ce circuit aura un poste intermédiaire aux environs de Québec. □ Les deux postes collecteurs seront reliés par le circuit omnibus à haute tension. Les deux postes intermédiaires, à Québec et à Lévis, et les deux postes d'arrivée seront aussi reliés par le circuit omnibus à haute tension. On effectuera les connexions avec le réseau existant aux postes collecteurs et aux postes intermédiaires et d'arrivée. □ Le barrage-voûtes multiples de Manicouagan 5 a été étudié par la société d'ingénieurs-conseils Coyne & Bellier de Paris. La société Surveyer, Nenniger et Chênevert, de Montréal, agit comme ingénieurs-conseils de la Commission hydroélectrique de Québec. Les travaux sont entièrement réalisés par la Division Génie de l'Hydro-Québec, dont M. Benoit Baribeau, ing.p., est le directeur général. Le barrage de Manicouagan 2 est aussi réalisé par l'Hydro-Québec. C'est la société H. G. Acres Limited qui agit comme ingénieurs-conseils. La centrale de Manicouagan 5, dont la construction débutera en 1964, a été étudiée par la société d'ingénieurs-conseils Asselin, Benoit, Boucher, Ducharme et Lapointe, de Montréal. □ La réalisation du projet Manicouagan-Aux Outardes s'échelonne sur une période de 15 ans, et exigera des investissements d'environ \$1.5 milliards. Face à cette immense entreprise, la Commission hydroélectrique de Québec s'est efforcée de favoriser les intérêts économiques du Québec, sinon d'en faire une synthèse dynamique.

Le commissaire
Georges Gauvreau
souhaitant la bienvenue
aux journalistes
venus visiter Manicouagan.

Le président
Jean-Claude Lessard
examine avec le gérant
de Manicouagan 5,
Serge Godbout,
les installations de concassage.



Quelques personnalités
bien connues
à la visite à Manicouagan :
le directeur général, Génie,
René Baribeau ;
le ministre
des Richesses naturelles,
René Lévesque,
le commissaire
Jean-Paul Gignac
et le chef de presse
et d'information
Marcel Couture.


le chef de presse
et d'information
piloteant le ministre,
le gérant du chantier,
le directeur général du Génie,
le commissaire
Jean-Paul Gignac
et le secrétaire
de l'ambassade du Canada à Paris,
Jacques Gignac.



Cette monographie est une réalisation de la Division de presse et d'information du Service des relations extérieures de l'Hydro-Québec □ Photographies: Jacques Lambert — Marcel Corbeau — Félicien Gagnon — Armour Landry □ Recherches: Robert Dion □ Légendes: Jean Desraspes

Création et réalisation en Héliogravure — Imprimerie Pierre DesMarais — Avril 1964

S
S
4

**Bookkeeper**[®]
Deacidification for Libraries and Archives
January 2009

BNQ



C 000 166 952

166952