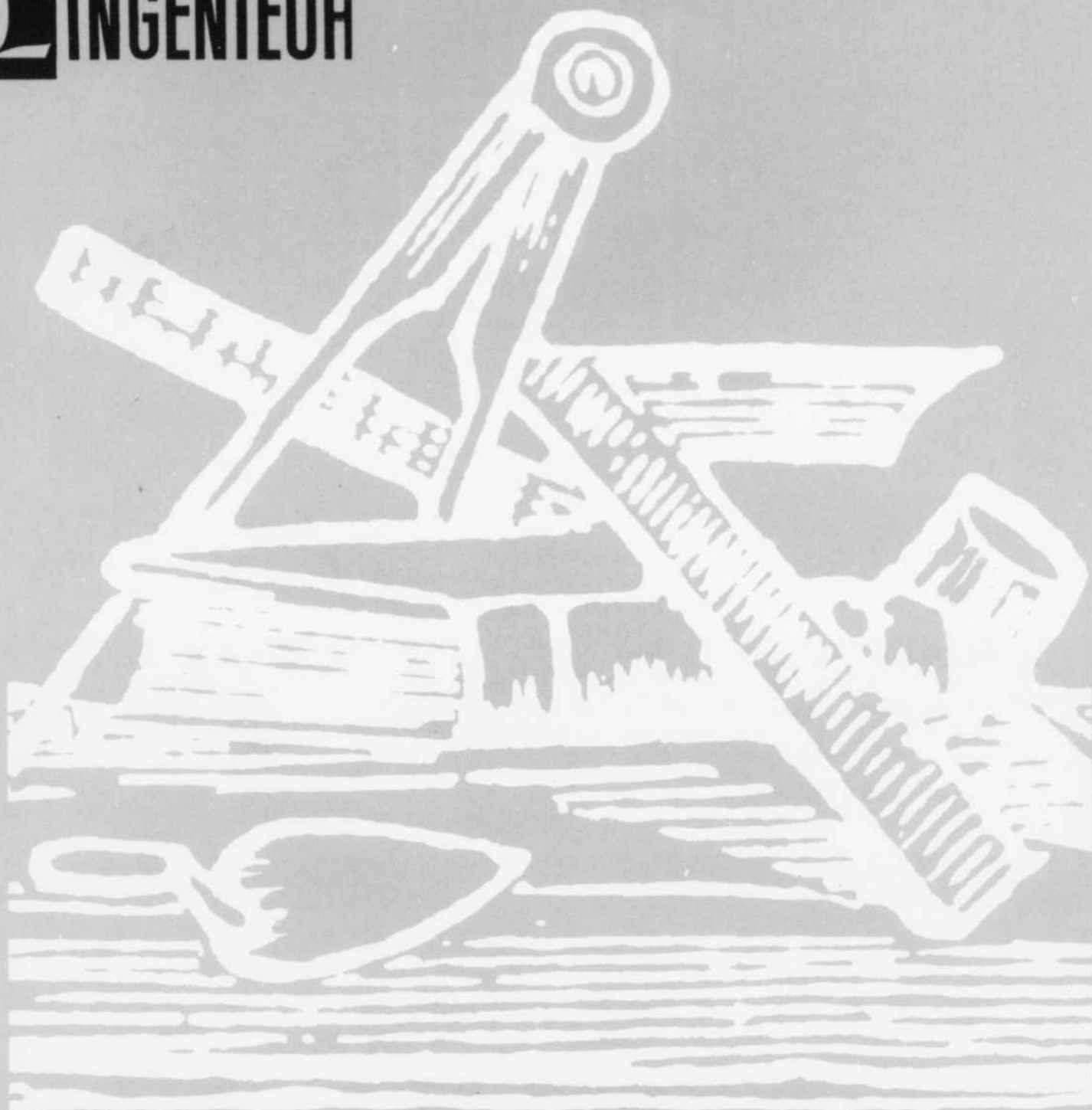


JUILLET/AOÛT 1980
No 338
66e année

L'INGÉNIEUR



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

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC
1700 RUE ST-DENIS
MONTREAL
H2X 3X6



Le chemin du roy

Rémy Martin V.S.O.P. Fine Champagne Cognac.

REMY MARTIN



Rémy Martin ne produit que des cognacs provenant de la Grande et de la Petite Champagne, les deux meilleures régions de Cognac. Cette carte en est le sceau.

ADMINISTRATION
ET REDACTION

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

COMITÉ ADMINISTRATIF

André BAZERGUI, ing.
Bernard BELAND, ing.
André BROSSARD, ing.
Jean-Pierre CHAMPAGNE, ing.
Gilles DELISLE, ing.
Guy DROUIN, ing.
Marcel FRENETTE, ing.
Roger FYEN, ing.
Roger P. LANGLOIS, ing.
Emile G. LEONARD, ing.
Gerald-N. MARTIN, ing.
Carol WAGNER, ing.

SECRÉTAIRE ADMINISTRATIVE

Yolande GINGRAS

COMITÉ CONSULTATIF DE RÉDACTION

Bernard BELAND, ing.
directeur
Thomas AQUIN, ing.
Gerald BELANGER, ing.
Marc DROUIN, ing.
Yvon M. DUBOIS, ing.
Marcel FRENETTE, ing.
Claude GUERNIER, ing.
Norman McNEIL, ing.
Thomas J.F. PAVLASEK, ing.
Marc TRUDEAU, ing.
Charles VILLEMAIRE, ing.

RÉDACTEUR

Charles ALLAIN

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'Ecole Polytechnique de Montréal,
la Faculté des Sciences et de Génie de l'Université Laval et
la Faculté des Sciences appliquées de l'Université de Sher-
brooke. Publication bimestrielle - Imprimeur: Les Pres-
ses 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 cepen-
dant faire tenir à la Rédaction un exemplaire de la publi-
cation dans laquelle paraîtront ces articles. Engineering
Index, Biol., Chem., Sci., Abstracts, Periodex et Radar si-
gnalent les articles publiés dans L'INGÉNIEUR - ISSN
- 0020-1138 - Dépôt légal - Bibliothèque nationale du
Québec.

Tirage certifié: membre de la
Canadian Circulation Audit Bureau



ARTICLES

3 FACE AUX CHANGEMENTS TECHNOLOGIQUES SANS PRÉCÉDENT DES ANNÉES 80: L'INGÉ- NIEUR, SON RÔLE, SA FORMATION

Jean-Louis Chaumel, M.A.

L'automatisation des méthodes de production va fortement se déve-
lopper dans les prochaines années car elle est devenue d'une part
une nécessité économique pour les entreprises, et d'autre part elle a
été grandement facilitée par les perfectionnements récents de l'infor-
matique. Les ingénieurs ont en général un rôle de premier plan dans
ces changements technologiques. Mais pour le conserver, il leur fau-
dra inévitablement avoir une approche plus globale, c'est-à-dire
moins exclusivement technique et plus orientée vers la complexité
des systèmes et les conséquences de leur implantation.

9 LE LANGAGE DE LA SCIENCE

Jean Flahault, ing.

Le Langage de la science, bien qu'étant un article relativement court,
tente de dégager le but que poursuit la science et le discours auquel
elle fait appel. Pour l'auteur, ce but est utilitaire et le langage, ma-
thématique. La science, en constante évolution, modifie son langage
même en conservant les résultats auxquels elle est parvenue dans tel
ou tel domaine. C'est l'imagination de l'homme qui permet la for-
mulation de nouvelles hypothèses et l'élaboration de nouvelles con-
ceptions.

13 LES MOYENS DE TRANSPORT ET LES PROGRÈS DE LA CIVILISATION

Jean Flahault, ing.

Les Moyens de transports et les progrès de la civilisation constitue
l'un des premiers textes de Monsieur Flahault publié par la Revue
Trimestrielle: fresque et panorama des moyens de transports à par-
tir des débuts préhistoriques jusqu'au plus récentes inventions de l'é-
poque (1920), l'article est un tableau des tâtonnements et des gran-
des réussites de l'Homme dans ce domaine. Et l'auteur d'en arriver à
une conclusion plus que jamais actuelle: les communications sont
indissociables de la civilisation, les progrès du transport débordant
toujours dans les autres sphères d'activité humaine.

19 CONCEPTION INÉDITE POUR DEVANCER LA FERMETURE DE LA GALERIE DE DÉRIVATION SUD DE LA GRANDE 2

Roland Boisvert ing., Pierre Boulay, ing., et Charles E.
Scott, ing.

L'article décrit les moyens particuliers et la conception inédite
qu'il a fallu adopter pour devancer la fermeture de la galerie de dé-
rivation sud de l'aménagement de La Grande 2.

Cette conception inédite à nécessité, en phase 1, le renforcement
de la partie supérieure du portail d'entrée et l'emploi d'un bâti d'a-
cier comprenant deux piliers, ancrés sous écoulement au rocher de
façon à subdiviser l'ouverture initiale de 15 m de largeur x 18 m de
hauteur en trois plus petites de 3,7 m x 17,5 m. La fermeture s'est
effectuée en phase 2 en abaissant simultanément trois vannes identi-
ques à galets. Ce nouvel agencement permet d'accroître la capacité
structurale du portail pour une charge hydrostatique au seuil de 56,7
m contre 23,77 m antérieurement. La conception, la fabrication en
atelier et les travaux au chantier ont été effectués en un temps record
de huit mois à des températures atteignant -40°C au site.

RUBRIQUES

31 OFFRES D'EMPLOI

33 ÉVÉNEMENTS À VENIR

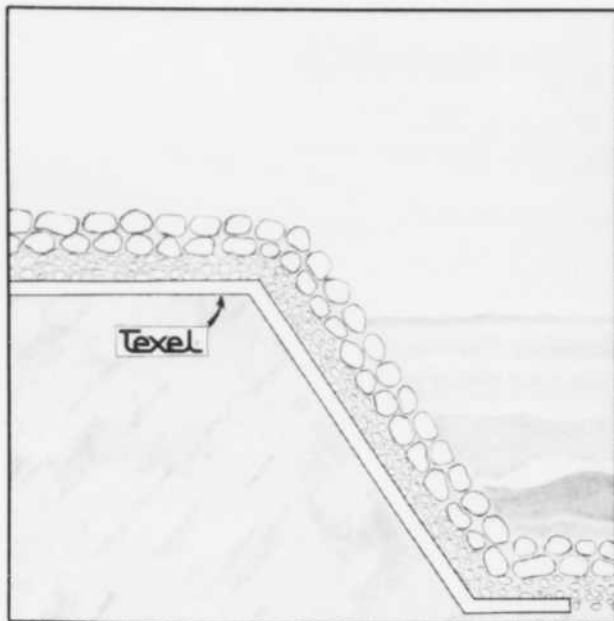
40 RÉPERTOIRE DES ANNONCEURS

PAGE COUVERTURE

Une ancienne vignette qui symbolise la théorie et la pratique du génie à
l'aide de ses instruments traditionnels: le compas, l'équerre, la règle, le
traité et la truelle.

(Source: Revue Arts et Métiers, France)

Les géotextiles **Texel** :



une fiabilité à toute épreuve et l'assurance de travaux impeccables.

Les berges et les remblais routiers construits le long des fleuves et des rivières sont soumis aux actions des vagues et des marées. Le désign conventionnel de remblai-digue accuse souvent une perte de matériaux due à l'érosion.

L'utilisation d'un géotextile **Texel** en remplacement d'un filtre permet de contrer les effets de l'érosion et assure aux berges une meilleure stabilité.

Facile d'utilisation, les géotextiles **Texel** en plus de remplacer les matériaux filtrants, réduisent le coût de construction et favorisent une mise en oeuvre moins laborieuse.

Renseignez-vous sur les différentes façons de faciliter vos travaux et réduire le coût de vos ouvrages. Communiquez avec **les spécialistes** du géotextile.

Ecrivez immédiatement ou téléphonez à :
Texel, 485 Des Erables, St-Elzéar,
Beauce Nord, Québec, Canada, G0S 2J0,
Tél.: (418) 387-5910 - Telex 05-833594.

Je désire recevoir
la documentation technique
et tous les renseignements
concernant les géotextiles **Texel**.

Nom.....
Société.....
Fonction.....
Adresse.....
Ville.....
Province.....
Code.....
Téléphone.....

Texel 485, Des Erables, St-Elzéar,
Beauce Nord, Québec, Canada, G0S 2J0

FACE AUX CHANGEMENTS TECHNOLOGIQUES SANS PRÉCÉDENT DES ANNÉES 80 : L'INGÉNIEUR, SON RÔLE, SA FORMATION

Jean-Louis Chaumel, M.A.*

Résumé

L'automatisation des méthodes de production va fortement se développer dans les prochaines années car elle est devenue d'une part une nécessité économique pour les entreprises, et d'autre part elle a été grandement facilitée par les perfectionnements récents de l'informatique. Les ingénieurs ont en général un rôle de premier plan dans ces changements technologiques. Mais pour le conserver, il leur faudra inévitablement avoir une approche plus globale, c'est-à-dire moins exclusivement technique et plus orientée vers la complexité des systèmes et les conséquences de leur implantation.

Vers une nouvelle révolution industrielle

La science et la technologie ont permis la réalisation de projets complexes et spectaculaires. Elles ont apporté à nos sociétés occidentales des conditions de vie qu'il était bien difficile d'imaginer il y a quelques années. Certains pourraient penser que nous sommes arrivés au sommet de la courbe. D'autres considèrent que, la performance économique des pays riches étant de moins en moins satisfaisante, la récession va inévitablement ralentir leurs progrès techniques.

* Depuis 1974 M. Jean-Louis Chaumel est professeur de management à l'Université du Québec à Rimouski. Il occupa auparavant un poste de conseiller à la Direction de recherche économique de l'Hydro-Québec.

Ayant effectué ses études de maîtrise en administration à l'Université de Bordeaux (France, 1972) il termine actuellement un doctorat en management à l'Université de Grenoble.

Ses travaux de recherche portent essentiellement sur le comportement de l'individu au travail et la gestion des ressources humaines. Il est consultant pour plusieurs entreprises, notamment dans le domaine de l'implantation des changements technologiques et des problèmes posés par l'automatisation ou l'informatisation des opérations.

La perspective des années 80 dans le domaine de l'application de technologies nouvelles à l'entreprise est cependant toute autre. En effet, si les problèmes économiques actuels sont préoccupants, ils n'arrêtent pas pour autant nos entreprises de tourner. La gestion de ces dernières sera alors influencée par deux éléments majeurs :

- 1- l'internationalisation de l'économie, car d'une part les marchés seront moins bien défendus contre la concurrence étrangère, et d'autre part les entreprises dynamiques n'auront d'autre choix, pour pallier à la récession dans leur propre pays, que de développer leurs exportations. La qualité des produits fabriqués et la concurrence de leur coût deviendront des facteurs essentiels.
- 2- le coût de la main-d'œuvre et les exigences sociales qui ne vont cesser de croître.

Dans ce contexte, les entreprises se doivent alors de maîtriser davantage leurs coûts de production et d'augmenter leur productivité. Or il devient très difficile d'espérer obtenir de meilleures performances de la main-d'œuvre. On aura alors recours à la mécanisation de certaines opérations, ou même à leur automatisation.

Des événements plus techniques viennent également renforcer la perspective de changements technologiques fréquents pour ces prochaines années : tout d'abord l'utilisation massive de micro-processeurs qui ira en se généralisant dans les mécanismes de commande, de contrôle et de régulation des équipements de production. Leur coût de plus en plus bas met à la

portée de toutes les entreprises l'emploi de la mini-informatique appliquée aux processus de fabrication. Les machines-outils à commande numérique en sont un exemple et elles sont destinées à un développement considérable. Rappelons ici que FIAT et certaines entreprises japonaises de construction automobile ont « robotisé » une partie très importante de la fabrication de certains véhicules.

On évoque par ailleurs la tendance à la conception de composants modulaires : pour limiter les frais d'entretien, certains équipements seraient démontés par blocs entiers puis révisés dans des ateliers spécialisés. On éviterait ainsi l'arrêt prolongé de machines en remplaçant immédiatement le module défectueux. Ce système permet également, en cas de changement du produit fabriqué ou des normes de fabrication, de limiter les modifications à effectuer, du moins si les modules ont été conçus pour faciliter cette adaptation.

Il faut souligner enfin l'accroissement des transferts de technologies. Face au développement rapide de techniques de pointe, les pays comme le nôtre ne peuvent suivre dans tous les domaines les progrès réalisés. Il nous arrive donc d'avoir à importer, par achat de brevet, licence de fabrication ou autre, une technique puis de l'adapter à nos besoins. De la même manière nous devons de plus en plus fréquemment exporter des technologies mises au point ici, et dans lesquelles nous avons une grande expérience.

Rendues techniquement et financièrement réalisables, la mécanisation et l'automatisation des méthodes de production apparaissent désormais comme une nécessité économique. Elles vont transformer les conditions de travail tant dans le secteur manufacturier que dans celui des services. Par leur contribution essentielle à ces projets, les ingénieurs vont se trouver les premiers concernés.

Le changement technologique

L'implantation d'une nouvelle technologie dans les méthodes de travail est un processus délicat : sur le plan technique bien sûr, mais aussi au niveau de toute l'entreprise ou du service concerné. On sait par exemple combien la composition et la mise en page automatique des journaux ont rencontré de difficultés. La mécanisation du tri aux Postes n'a pu éviter elle non plus de sérieux problèmes tant dans la mise au point des équipements que dans le domaine des répercussions sociales.

Précisons tout d'abord cette notion de changement technologique : il s'agit de l'introduction d'une technologie nouvelle, c'est-à-dire de machines et de méthodes de travail non seulement inusitées jusque là, mais ayant de plus un impact important et exceptionnel sur le service concerné ou même sur toute l'entreprise.

On a malheureusement assez peu d'expérience au niveau de l'organisation de projets aussi complexes. Car il ne s'agit plus d'une ou deux machines à mettre en place, mais de systèmes entiers à concevoir. Les méthodes de travail et parfois même le produit fini peuvent ainsi subir des modifications importantes. Les répercussions au niveau du personnel deviennent alors

considérables d'autant plus qu'elles se heurtent désormais à de nouvelles exigences au niveau des conditions de travail, ou de ce que l'on appelle parfois la qualité de la vie au travail. Il faut bien se rendre compte que l'évolution des conditions de travail dans les prochaines années dépasse certaines préoccupations mises de l'avant actuellement comme celle de la santé et de la sécurité au travail. Le mouvement fondamental est beaucoup plus important car ce sont les rapports mêmes de l'homme à la machine et l'attitude de l'individu face au travail qui vont être inévitablement modifiés. Il serait trop long d'expliquer ici les raisons de cette évolution. Mais les conséquences pratiques apparaissent déjà assez clairement : il sera de plus en plus difficile par exemple d'affecter des individus à des tâches répétitives et sans intérêt. Les méthodes de travail devront mieux tenir compte des caractéristiques et des aspirations de la main-d'œuvre. Ainsi les technologies de groupe vont-elles se développer progressivement dans les années à venir : une équipe d'employés peut ainsi se voir confier la réalisation d'une partie du produit. La direction s'attache alors à un rendement global de groupe mais devient moins exigeante sur les méthodes de travail des individus.

Il apparaît essentiel de saisir que ces changements technologiques ne pourront pas s'implanter à l'aide des mêmes méthodes que celles employées lorsqu'il était établi que c'était l'homme qui devait s'adapter à la machine. Au nom du progrès et de la science, on a pu imposer à peu près n'importe quel bouleversement. Mais nos sociétés deviennent plus prudentes par rapport à cette prétendue neutralité scientifique où au caractère inévitable de l'évolution technique. Sans contester nécessairement le progrès technique, on cherche cependant à en maîtriser les conséquences et à mieux l'orienter.

Ces préoccupations nouvelles vont aussi intervenir peu à peu dans nos contrats avec les pays étrangers, notamment lors d'exportations d'usines « clés-en-mains » ou de machineries complexes. Car dans ce domaine des transferts de technologie les pays acheteurs exigent de plus en plus que les équipements soient conçus et implantés en tenant compte des caractéristiques de leur main-d'œuvre et des méthodes de gestion traditionnelles de leurs entreprises.

Rôle et formation de l'ingénieur

Jusqu'à maintenant le rôle et le pouvoir des ingénieurs dans l'implantation de technologies nouvelles ont été considérables. La plupart du temps ils possèdent en effet les postes-clé à l'intérieur des équipes de projet chargées de ces implantations. Leur influence auprès de la direction est très forte et ils orientent finalement les aspects fondamentaux du changement.

Si cette position privilégiée est le fait des compétences propres de l'ingénieur, il faut cependant se rendre compte que les responsables de l'entreprise y contribuent eux aussi plus ou moins consciemment. On considère souvent en effet que ce sont la science et la technique qui orientent le changement, en définissent les contraintes et qui déterminent le personnel requis pour que le nouveau complexe atteigne les rendements escomptés. Ce type de justification fait l'affaire de la di-

rection à l'égard des employés, mais elle est surtout le résultat de la croyance traditionnelle qui veut que l'impératif du progrès et les techniques qui en découlent sont incontestables.

Les ingénieurs, grands prêtres de cette vérité, ont donc tendance presque malgré eux à se retrouver isolés dans une tour d'ivoire, et cette position qui leur a été longtemps favorable semble pouvoir se tourner à leur désavantage s'ils n'y prennent garde. Car dans ce souci nouveau d'adapter de façon plus satisfaisante la technologie à l'homme, de créer des méthodes de travail qui morcellent moins les tâches et utilisent mieux les aptitudes de chacun, la conception des machines va s'en trouver inévitablement influencée. Déjà les études ergonomiques avant la mise en place de certains matériels se généralisent dans diverses compagnies et les concepteurs doivent s'adapter à cette nouvelle réalité. Ainsi existe-t-il maintenant des normes reconnues en matière de niveau sonore des équipements. Il ne viendrait donc pas à l'idée d'un bureau d'ingénieurs de concevoir du matériel incapable de satisfaire les exigences de ce type réclamées par la plupart de sa clientèle.

Mais l'ergonomie n'atteint qu'un objectif limité puisqu'elle vise surtout à l'adaptation de la machine à l'homme sur un plan physiologique. Il sera nécessaire d'aller plus loin et que l'ingénieur ait une connaissance plus précise des conséquences sur le personnel de l'emploi des techniques qu'il préconise. Cette aptitude sera réclamée de plus en plus souvent aux bureaux d'ingénierie par leurs clients, ces derniers souhaitant, par exemple, examiner différentes combinaisons techniques plutôt qu'une seule, même si celle-ci apparaît comme la plus efficace au plan strictement économique. Du côté des ingénieurs, on a longtemps adopté une grande réserve à se mêler aux problèmes qui semblent relever exclusivement du client, en déclarant par exemple : « Je vous livre un matériel techniquement au point, mais à vous de le faire tourner... », chacun son métier. » Cette attitude sera plus difficile à soutenir dans l'avenir. Et si les ingénieurs ne veulent pas s'ouvrir aux besoins plus larges de leur clientèle, c'est leur influence qui pourra alors s'en trouver diminuée. Au lieu de se voir confier la responsabilité d'implantation de nouvelles technologies, on leur adjoindra ou on les remplacera par des spécialistes ayant des aptitudes et des connaissances plus diversifiées, afin d'assurer une meilleure adéquation de la technique aux caractéristiques de l'entreprise. Certains bureaux d'ingénieurs-conseils ont déjà commencé à engager des experts ne détenant pas nécessairement un diplôme d'ingénieur mais qui sont familiers avec les problèmes d'implantation de changements technologiques et de gestion de projets.

Plus qu'une menace c'est un défi que pose aux ingénieurs l'évolution prévisible des années 80. Le premier pas ne devrait-il pas être effectué par ceux qui sont en charge de la formation des futurs ingénieurs ou de ceux en exercice ? Il importe à notre avis que soient développés à l'intérieur des programmes de formation certains sujets importants comme : « Technologie et Travail » ou la relation homme-machine. Sans que les ingénieurs deviennent nécessairement familiers avec tous les aspects humains que soulève la mécanisation, il

s'agirait surtout de prendre conscience de l'ampleur de ces questions. Leur collaboration, leur compréhension et leur ouverture semblent désormais urgentes.

Par ailleurs, l'acquisition de connaissances et d'habiletés pour la conception d'appareillages efficaces et fiables, aurait avantage à être complétée par un entraînement à développer des projets en termes d'alternatives. Car plutôt que de présenter une prévision d'équipements comme étant « la meilleure », il sera plus utile dans l'avenir de prévoir diverses réponses à un problème technologique donné, afin de permettre par la suite à ceux qui seront impliqués dans la décision d'analyser les différentes conséquences d'un projet sur l'organisation et ses membres.

Quelques références concrètes

a) Les problèmes de l'informatisation

De multiples entreprises se lancent actuellement dans un développement sans précédent de systèmes informatisés, grâce notamment à la souplesse et aux faibles coûts de la mini-informatique, ainsi qu'aux possibilités d'inter-connexions de réseaux. Or les problèmes qui apparaissent les plus difficiles à résoudre ne se situent pas au niveau purement technique mais bien quant au choix optimal des différents matériels afin de bâtir un système à la mesure de l'entreprise. Les bureaux de consultants doivent donc non seulement bien connaître les caractéristiques des diverses machines mais aussi les multiples possibilités d'agencement et leur efficacité respective selon tel ou tel critère, les prérequis en termes de formation de personnel, etc.

b) Automatiser, mais comment ?

La mécanisation du tri aux Postes a représenté des investissements considérables. Avant même que les derniers centres de tri soient mis en opération, il apparaît que si les problèmes techniques ont été finalement maîtrisés, on a peut-être fait fausse route au niveau de la taille gigantesque de certains d'entre eux. De multiples difficultés imprévues surgissent maintenant ; l'impact des pannes, une productivité qui s'accroît moins vite qu'on ne l'espérait, certains problèmes avec le personnel, etc. Lorsque les plans furent dressés il y a huit ou dix ans, d'autres technologies, par exemple moins centralisatrices, auraient pu néanmoins être envisagées. La solution retenue à l'époque semblait techniquement et économiquement la plus efficace et la plus rentable, mais était-elle bien adaptée au fonctionnement de l'organisation postale et aux aptitudes du personnel ?

c) L'efficacité d'un transfert de technologie

Dans ce domaine on doit souligner que le « miracle » japonais s'explique en bonne partie par les efforts des entreprises nippones d'être non seulement allées chercher des techniques américaines mais surtout de les avoir adapté aux possibilités locales de production pour obtenir un effet d'entraînement maximal. Là encore il a fallu dépasser l'aspect purement technique de l'importation d'une technologie pour des besoins précis de fabrication, et se préoccuper de l'organisation géné-

rale de l'entreprise, des « know how » déjà développés sur place dans divers secteurs, des facultés d'adaptation de la main-d'œuvre, des capacités des sous-traitants, de l'évolution des produits fabriqués dans le futur, etc. On a pu ainsi déterminer quels types de technologies allaient générer dans l'entreprise ou le secteur industriel des effets de développement qui dépasseraient ce que l'on pouvait attendre de la simple implantation d'un procédé industriel étranger. **REMERCIEMENTS**

BIBLIOGRAPHIE

- A.V.I.S.E.M. *Techniques d'amélioration des conditions de travail dans l'industrie*, Hommes et Techniques, Paris, 1975 — p. 17 à 23.
- HAWTHORNE, E.P. *The Management Of Technology*, Londres, 1978.
- HETMAN F. *La Société et la maîtrise de la technologie*, O.C.D.E., Paris, 1973.
- LAWRENCE P. *Comment faire face à la résistance au changement*, Harvard Business Review, Version Française, Boston, Jan. — Fév. 1969.
- O.C.D.E. *Les Tâches automatisées. Rapport de la conférence mixte nord-américaine*, Paris, 1965.
- SAVALL H. *À la recherche des coûts et des performances cachés de l'entreprise*, Revue française de gestion, Paris, Nov. Déc. 78.

Wallace & Tiernan Mesure de débit



Les modèles très populaires de la Compagnie "Wallace & Tiernan" sont maintenant disponibles à notre bureau de Montréal: Equipements de Contrôle Davis Ltée.

Lorsque vous avez besoin de Rotamètres, de Pompes doseuses, de Doseurs à sec volumétriques et gravimétriques ou de Manomètres de précision contactez Equipements de Contrôle Davis Ltée, votre fidèle fournisseur de contrôles industriels.



EQUIPEMENTS DE
Contrôle Davis

LIMITÉE
145 RUE RICHER VILLE ST-PIERRE LACHINE QUEBEC H8R 1H2
MONTRÉAL 514-381-7765
et dans toutes les grandes villes au Canada

FRANC PARLER

Sur le contrôle de la qualité des approvisionnements pour les projets de construction.

Par
**Mauno
BACKA**



Directeur de la qualité
des approvisionnements.

Le contrôle de la qualité des approvisionnements tel qu'exercé par Bechtel Canada comprend l'évaluation sélective ainsi que la surveillance des opérations manufacturières et des méthodes de contrôle de la qualité chez les fournisseurs. L'objectif est de s'assurer que les spécifications et les critères de qualité seront partout respectés. La tâche est accomplie en étroite collaboration avec les fournisseurs par des spécialistes hautement qualifiés. Cette surveillance s'est aussi avérée avantageuse pour ces derniers puisque souvent nos représentants contribuent directement à l'amélioration des méthodes de contrôle de la qualité des fournisseurs, du même coup, améliorant leurs livraisons et réduisant le nombre de rejets.

Le programme de surveillance de Bechtel se fait en quatre étapes. D'abord une révision des spécifications est faite pour s'assurer que les besoins techniques et les exigences quant à la qualité sont clairement définis. Ensuite, le cahier des charges est revu lors d'une première visite chez le fournisseur afin d'éviter toutes mésententes sur le choix des matériaux, la soudure, les traitements à chaud, les vérifications, les essais etc. Enfin, une série de visites qui permettront de suivre le progrès des travaux et de vérifier les spécifications précèdera la livraison du produit. Dans certains cas, où l'adhérence aux spécifications doit être des plus rigoureuses, un préposé à la qualité des approvisionnements sera assigné à plein temps au projet, chez le fournisseur.

Les bénéfices résultant de cette surveillance sont évidents. Dans certains projets de construction d'envergure par exemple, les économies de temps et d'argent pourraient être considérables si les reprises de certains travaux causées par des défauts de fabrication étaient réduites à un strict minimum. Évidemment, le succès de ces méthodes de contrôle dépendra de l'intensité de la collaboration des fournisseurs et de l'intérêt commun porté à la qualité des produits et aux échéances. Les trente ans d'expérience de Bechtel Canada lui permettent d'apprécier davantage les capacités manufacturières des entreprises canadiennes ainsi que la qualité de leurs produits, l'une des principales causes de la qualité de ses approvisionnements.



BECHTEL CANADA

Les bâtisseurs de l'industrie

Montreal Toronto Edmonton Calgary Vancouver



**La lettre "V"
sur une valve Jenkins,
c'est une garantie de qualité
signée Marcel Allard.**



Nous vérifions individuellement chacune de nos valves de fonte et bronze. Le siège est-il parfaitement étanche? Le corps de la valve résiste-t-il au double de la pression pour laquelle elle est garantie? Si oui, le vérificateur y imprime au poinçon une lettre, la sienne. Marcel Allard, lui, a la lettre "V". Et quand il accepte de l'imprimer sur une valve, c'est que c'est une bonne valve.

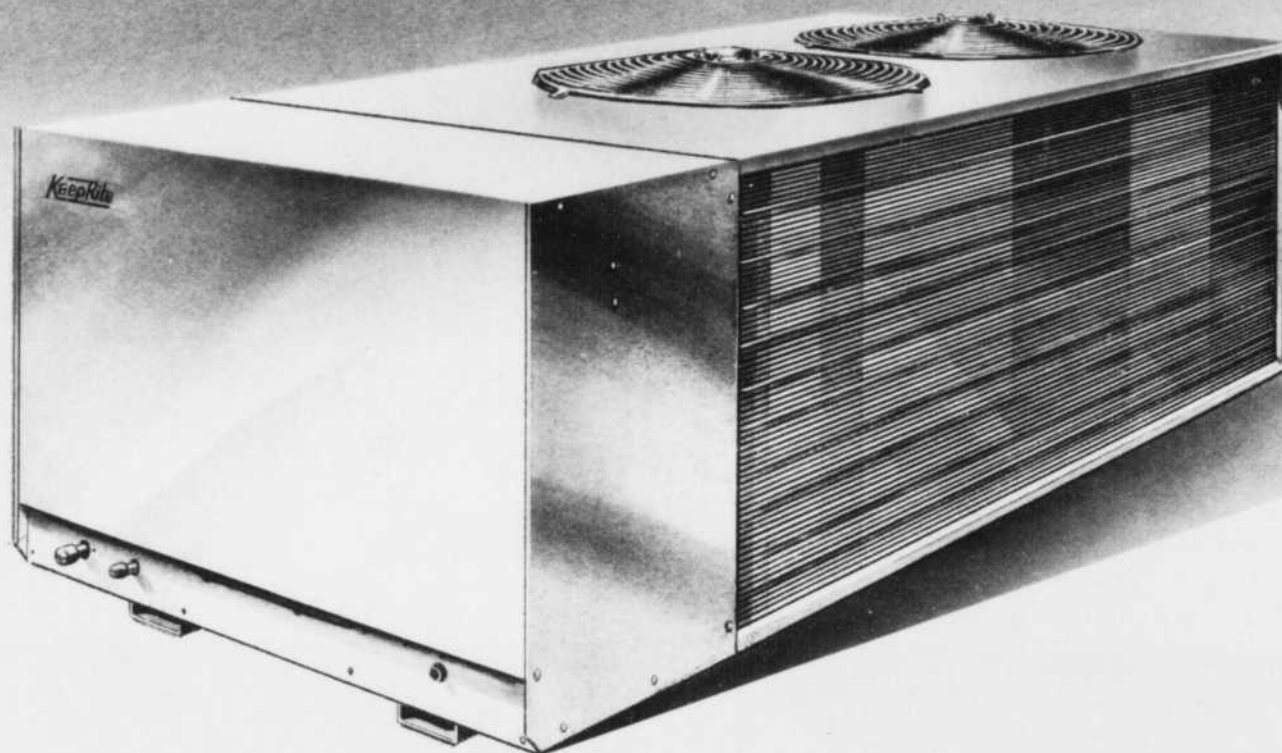
Ces tests de pression ne sont que deux des nombreuses vérifications et inspections détaillées qui accompagnent la fabrication des valves de fonte et bronze Jenkins. Nos valves d'acier forgé passent évidemment par une série d'épreuves de qualité tout aussi rigoureuses.

C'est l'expertise de gens attentifs comme Marcel Allard qui vous garantit la qualité de nos produits. Alors si vous voyez un "V" sur une valve Jenkins, faites confiance à Marcel.

JENKINS
Le spécialiste en valves



Nouveaux systèmes de climatisation à condenseur séparé. Haute qualité-Bas prix.



MAINTENANT DISPONIBLES!

Les nouveaux climatiseurs commerciaux KeepRite de 5, 7½, 12 et 15 tonnes vous assurent de l'ingénierie à la fine pointe et de la construction solide auxquelles KeepRite vous a habitués.



Climatiseur avec moteur dissimulé.

Nos systèmes de 12 et 15 tonnes sont offerts avec compresseurs à deux vitesses, un évaporateur à deux circuits et, en option, un régulateur de pression de refoulement à l'état solide.

Les appareils standard sont offerts avec une armoire de commande; un casier compact et surbaissé, peint à l'époxy cuite au four; un compresseur garanti pour cinq ans et un fonctionnement silencieux spécialement conçu pour nos conditions météorologiques. En option, des serpentins de chauffage à la vapeur ou à l'eau chaude sont offerts.

Pour de plus amples informations, choix d'appareils et soumissions, communiquez avec le bureau de vente KeepRite de votre localité.

KeepRite Inc., C.P. 460,
Brantford, Ont., Canada N3T 5P4
Bureaux de vente KeepRite:
Montréal, Ottawa, Toronto, Hamilton,
London, Winnipeg, Calgary, Edmonton
et Vancouver.

KeepRite

LE LANGAGE DE LA SCIENCE

Jean Flahault, ing.



L'auteur des deux articles qui suivent, parus dans la Revue Trimestrielle Canadienne, une publication de l'École Polytechnique, célébrait le 20 mai dernier son centième anniversaire de naissance. Professeur de chimie et littérateur à ses heures, le professeur Flahault a écrit plusieurs ouvrages dont *Le Passé radieux* (1926) et *Par mon hublot* (1931). Il a également rédigé maints articles dans la Revue Trimestrielle, dont *Les Moyens de transports et les progrès de la civilisation* (1920), *Le Langage de la science* (1925) et *Science et enseignement* (1932). Ce sont ces deux premiers articles que nous vous présentons.

Monsieur Jean Flahault est originaire de Bailleul près de Lille. Il a poursuivi ses études à l'Université de Lille où il a obtenu une licence ès sciences. En 1906, il s'installe au Canada et commence à enseigner la chimie à l'École de Pharmacie de Montréal, puis à l'École Polytechnique en 1908. L'Université de Montréal l'honorait récemment en lui décernant la première médaille réalisée par l'artiste Bernard Chaudron destinée à honorer de façon exceptionnelle certaines personnalités.

Outre ses ouvrages autobiographiques, le professeur Flahault a rédigé de nombreux articles qui ont été publiés dans plusieurs revues scientifiques et de vulgarisation. Témoin de son siècle, il a, de plus, consigné dans de nombreux manuscrits ses réflexions sur l'évolution de la société de l'époque, sur la science, son langage et son avenir. *Le Langage de la science*, bien qu'étant un article relativement court, tente de dégager le but que poursuit la science et le discours auquel elle fait appel. Pour l'auteur, ce but est utilitaire et le langage, mathématique. La science, en constante évolution, modifie son langage même en conservant les résultats auxquels elle est parvenue dans tel ou tel domaine. C'est l'imagination de l'homme qui permet la formulation de nouvelles hypothèses et l'élaboration de nouvelles conceptions.

Les Moyens de transports et les progrès de la civilisation constitue l'un des premiers textes de Monsieur Flahault publié par la Revue Trimestrielle : fresque et panorama des moyens de transports à partir des débuts préhistoriques jusqu'aux plus récentes inventions de l'époque (1920), l'article est un tableau des tâtonnements et des grandes réussites de l'Homme dans ce domaine. Et l'auteur d'en arriver à une conclusion plus que jamais actuelle : les communications sont indissociables de la civilisation, les progrès du transport débordant toujours dans les autres sphères d'activité humaine.

Retraçant le passé grâce à une mémoire prodigieuse, le professeur Flahault a entrepris il y a quelques mois la rédaction de ses mémoires.



On le sait, l'homme, en face de la nature, peut réagir de façons très diverses. S'il est peintre, il s'efforcera de reproduire aux yeux différents aspects qui l'ont frappé. Il ne visera pas à une exactitude photographique — ce qui serait l'œuvre d'un artisan — mais il s'efforcera de donner, avec les couleurs de sa palette, une interprétation qui perpétue la mystérieuse vibration esthétique — seul objet des soins d'un artiste, — qu'a excitée en lui la sensation. Le monde extérieur n'a de valeur, à ses yeux, que par les jouissances raffinées qu'il en tire. L'incomparable fée qui, pour le peintre, adoucit l'amertume de la vie, c'est la lumière.

Pour le sculpteur, ce sont les formes : il admire, et il s'efforce à surprendre et à fixer la grâce d'une attitude, l'harmonie d'un geste, l'éloquence plastique d'un corps ou d'un groupe. Il veut immortaliser la qualité dominante sous laquelle lui est, un instant, apparue la vie au cours des changements incessants que subissent les êtres animés.

Pour le musicien, ce sont les sons qui l'enchantent. De mille façons il s'ingénie, par la composition, par le choix et par l'association des instruments (de tous la voix humaine est le plus émouvant), à varier son plaisir, à l'intensifier, à l'immatérialiser et à s'arracher, par son art, à la vulgarité des nécessités quotidiennes.

Le poète peint et chante à la fois ; il décrit et il raconte ; tantôt il pleure et tantôt il éclate de joie. Avec des mots habilement associés il nous livre son âme ou il nous charme au rythme de ses vers. Endormant notre peine, ou bien, éternel magicien que connurent tous les âges de l'homme, en tirant une volupté âcre, inattendue, il ne demande à la nature qu'un spectacle, qu'une excitation qui l'inspire. Les passions des hommes, leurs convoitises, leurs vertus, leurs malheurs, tout lui est occasion et source de vibrations, fontaine d'enchantement... lorsqu'il a du génie.

Les autres, — vous et moi, — nous nous contentons de nous accommoder au monde extérieur ; nous nous adaptons à lui. C'est le théâtre où nous nous agitions ; c'est sur les dimensions de notre scène que nous réglons nos gestes et nos paroles. Le notaire y voit des terres à vendre, des maisons à louer, des hypothèques à négocier ; l'avocat, des conflits à régler, des droits à protéger, des crimes à punir ; l'épicier, des bouches à nourrir, des conserves à préparer, des denrées à écouler ; l'industriel y voit l'acier, le coton, les peaux ; le médecin, la maladie ; le prêtre, un séjour éphémère. Chacun, pour ses démarches journalières, se fait un langage approprié. Il enveloppe ses idées dans des mots convenus, et ce langage particulier, nul ne saurait s'en dispenser : c'est l'outil, l'indispensable outil que requiert sa pensée pour être féconde.

Mais le savant ? Comment lui apparaît l'univers ? Par quel angle peut-il le saisir et se mesurer avec lui ? Comment va-t-il en parler et refléter dans son langage sa complexité déconcertante ? surtout l'analyser et lui faire dire ses secrets ? C'est ce que nous voulons rechercher et exposer dans les simples réflexions qui vont

suivre. Il importe tout d'abord de concevoir très clairement le but que poursuit la science. Nous essaierons de le faire voir. Il faudra indiquer ensuite comment elle peut s'efforcer de l'atteindre et montrer que, pour enregistrer quotidiennement les résultats qu'elle atteint, elle a besoin d'un langage propre, essentiellement formé d'images auxquelles elle attache un sens abstrait, conventionnel, souvent quantitatif, mais langage qui éveille inconsciemment l'imagination (justement parce qu'il est fait d'images) et qui suscite tout naturellement des hypothèses entre lesquelles la raison devra choisir pour étendre davantage sa connaissance de la nature.

I

Le monde est un énigme à résoudre.

Dès que l'homme apparaît sur la terre, il se trouve comme noyé dans un océan de faits auxquels il est soumis inéluctablement : il ne pourrait y échapper qu'en retournant au néant. L'enfant tombe tant qu'il n'est pas solidement planté sur ses jambes ; il souffre de la faim si on ne le nourrit ; il a froid si on ne le couvre. La nature lui est donc hostile ; il le sent et c'est un besoin de sécurité qui lui fait d'abord aimer ses parents. Ils lui ont donné la vie — cela il l'ignore — mais qu'ils le protègent et pourvoient à ses nécessités les plus urgentes, il s'en rend compte dès le plus bas âge.

Contre la nature, la volonté ne peut rien. Si elle semble parfois en triompher, ce n'est qu'en s'en servant contre elle-même. Il faut d'abord obéir aux lois physiques et l'instinct nous y invite. Mais cette soumission cesse bientôt d'être toute passive. L'expérience joue son rôle : à force de voir les mêmes phénomènes se reproduire, avec des caractères essentiels et des modalités accessoires, l'intelligence s'élève, avec plus ou moins de conscience et de précision, à cette idée de l'utilisation des relations nécessaires entre des faits successifs, c'est-à-dire à la mise en œuvre volontaire des « lois » de la nature dans un dessein prémédité. L'enfant peut agir sur le monde extérieur en déclenchant un phénomène qui entraînera inévitablement toute une série d'autres phénomènes. Il lève le bras, il tend ses muscles et par leur détente brusque il lance un caillou ; la pierre voltige à travers l'espace suivant une trajectoire qu'il a prévue et vient frapper un carreau ; la vitre vole en éclats. C'était voulu. L'enfant vient d'affirmer son « moi » ; il a modifié délibérément l'état de l'univers ; le monde extérieur a désormais à compter avec lui.

Pour cet enfant, la science est née. Elle est née de la connaissance empirique du « non-moi ». De l'observation, l'enfant a su passer par la réflexion et l'abstraction à l'idée de cause et d'effets : il a ordonné l'univers en subordonnant l'effet à la cause. L'expérimentation lui a permis de vérifier rapidement l'exactitude de sa classification des faits ; son bras s'est détendu ; par inertie la pierre a continué de se mouvoir ; elle a suivi un chemin qui n'était pas arbitraire mais déterminé par la force de propulsion, son poids et la résistance de l'air ; le choc a brisé le verre tandis qu'il n'aurait pas eu d'effet perceptible sur le granit ou l'acier.

Généralisant les conclusions que nous pouvons tirer de cet exemple familier, nous dirons que la science a

pour but de nous faire connaître les lois qui régissent le monde où nous vivons afin de nous permettre de les utiliser. Savoir, prévoir, pouvoir sont à peu près synonymes.

Ces lois qui s'imposent à nous ne sont pas nécessaires au sens absolu du mot ; nous pouvons imaginer un univers où les conditions seraient tout différentes. Mais, pour nous, ce sont des faits primordiaux qu'il faut bien admettre, quitte à tâcher de remonter de proche en proche la série de leurs antécédents (comme on fait d'une généalogie) mais sans prétendre jamais arriver à un fait d'une telle nécessité logique qu'on ne saurait admettre qu'il pût ne pas être. En d'autres termes, toute la science est d'origine expérimentale ; l'empirisme est à sa base ; elle est contingente.

On le voit, la science cherche bien plutôt à expliquer comment les choses se passent plutôt qu'à nous dire pourquoi elles se passent ainsi. Le plomb fond sous l'action de la chaleur ; l'albumine se coagule. Enregistrons ces faits sans savoir le pourquoi. Les ailes du papillon sont brillamment colorées ; on nous expliquera comment se produisent ces apparences ; on ne nous dira pas pourquoi. Pourquoi le serpent rampe-t-il et l'homme marche-t-il ? Parce que l'homme a des jambes et que le serpent n'a point de pattes, dira peut-être un étourdi. Mais ce n'est pas une réponse car la question voulait dire, évidemment, pourquoi l'homme a-t-il des jambes et le serpent n'en a-t-il pas ?

On dit souvent que les corps tombent parce qu'ils sont attirés vers le centre de la terre. Cela ne nous explique rien. Dire qu'ils tombent ou dire qu'ils sont attirés vers le centre de la terre, c'est dire la même chose de deux façons différentes. Et parler de la loi de la gravitation universelle, ce n'est que généraliser la loi de la chute des corps sans nous en dire mieux la raison. Concluons, sans insister davantage, que les grandes lois physiques énoncent des faits grâce auxquels on relie entre eux d'autres faits mais ces lois demeurent inexpliquées. Elles sont : voilà tout.

On peut cependant parler de leurs conséquences. Mais à la condition toutefois, de s'entendre sur la signification de ce mot. La conséquence d'une loi n'en est pas un effet ; c'en est seulement un autre aspect. Les lois du mouvement des planètes, par exemple, sont logiquement nécessaires, une fois admise la loi de la gravitation. Elles se confondent donc avec celle-ci puisqu'elles y étaient déjà contenues avant que nous le sachions. De même nous ne dirons pas que les propriétés du cercle sont les effets de sa définition ; elles y sont contenues ; et si nous nous en rendons compte par la déduction logique, au moyen de théorèmes péniblement démontrés, c'est parce que notre intelligence n'a pas la force d'embrasser d'une seule étreinte tous les aspects, toutes les particularités, toutes les propriétés de l'objet qu'on lui propose. De même, bien entendu, la théorie des miroirs et celle des lentilles et des instruments d'optique se trouvent implicitement contenues dans les lois de la réflexion et de la réfraction.

Nous pourrions donc dire que la science étudie les différents aspects de l'univers où nous vivons, qu'elle s'efforce de relier le plus grand nombre possible de faits en découvrant les lois de leur interdépendance, afin d'accroître la puissance de l'homme.

La science, prise dans son ensemble, a un but utilitaire. Ses théories les plus abstraites ne sont que des moyens d'atteindre ce but. Il peut y avoir, et il y a, des chercheurs désintéressés qui perfectionnent l'instrument sans se préoccuper de l'usage qu'on en fera ; mais, ce faisant, ils préparent des applications qu'ils ne soupçonnent même pas et s'ils sont personnellement désintéressés, la science ne l'est pas. Elle travaille pour l'homme, et quand l'homme se méfie de la science, il est aussi puéril que l'enfant qui refuse d'apprendre à lire parce qu'il n'estime que la vigueur de ses petits bras et la vitesse de ses jambes.

II

Il s'agit maintenant d'exprimer les relations reconnues entre les divers phénomènes étudiés. Le premier besoin qui se fasse sentir, c'est celui du nombre. Il faut compter ; il faut mesurer. « On ne connaît bien un phénomène que lorsqu'on sait l'exprimer en nombres ». Des grandeurs de diverses natures s'offrent à nous : longueurs, surfaces, volumes, temps, masses, etc. Pour chacune il faut choisir une unité, et de façon judicieuse, afin que les relations entre ces grandeurs s'expriment aussi simplement que possible.

Et c'est d'abord d'un langage mathématique qu'on éprouve le besoin. Après les opérations de l'arithmétique, viennent les fonctions algébriques et trigonométriques, la différenciation et l'intégration, etc. Bien des lois physiques ne peuvent s'exprimer que dans ce langage conventionnel dont l'emploi entraîne une économie intellectuelle incalculable. L'analyse mathématique, création de l'esprit, devient un outil extrêmement précieux, indispensable même. Familiarisé avec ses symboles qu'il associe selon des règles dont il a établi la légitimité, le savant parvient par le calcul à des conclusions qu'il n'aurait su comment atteindre autrement et il se hâte d'imaginer des vérifications qui le font pénétrer plus avant dans l'intimité de la nature.

Mais son langage ne peut pas se réduire à une succession de symboles hermétiques rappelant, pour les profanes, les hiéroglyphes ou les cunéiformes. Il doit se servir de mots et avec le mot s'introduit nécessairement l'image. L'image déborde le mot. Il faut donc circoscrire avec soin le sens dans lequel il faut entendre celui-ci. Et plus d'une méprise provient de négligence apportée à l'intelligence exacte d'une définition : une impression plus ou moins précise, esthétique en quelque sorte, ne saurait suffire. Il faut connaître la valeur conventionnelle des mots employés et ne pas laisser l'imagination dévoyer la froide raison. L'imagination aura son rôle à jouer, elle aussi, nous le verrons, mais elle doit tout d'abord céder le pas à sa sœur qui, sévère, impassible comme un comptable, fait l'inventaire de nos idées.

Appuyons ceci d'un exemple, pour être clair. Longtemps le feu a paru mystérieux à l'homme et souvent l'on surprend des enfants, rêveurs, les yeux perdus dans la flamme d'un feu de bois comme s'ils cherchaient un secret dans les formes brillantes et fugitives qui se jouent dans la cheminée. Assez vite, l'homme a connu les conditions nécessaires pour avoir du feu : un combustible, de l'air et un amorçage de phénomène

par l'inflammation. La réserve de feu devint le feu sacré. Bien plus tard on découvrit les lois de la combustion, le rôle indispensable que joue l'oxygène et le poids de cet élément qui s'unit à un poids donné de carbone, d'hydrogène ou de soufre.

On se mit à étudier systématiquement les effets de la chaleur et l'on vit la nécessité de caractériser, sous le nom de température, l'état calorifique d'un corps. Deux corps sont à la même température quand, n'agissant point chimiquement l'un sur l'autre, leur contact ne modifie pas leurs propriétés (volume, conductibilité électrique ou calorifique, indice de réfraction, etc.) Qu'arrive-t-il quand on met en contact deux corps qui n'étaient pas à la même température ? Ils prennent le même état calorifique. Voilà ce que montre l'expérience. Comment ? Ici l'imagination intervient : on dit qu'une certaine quantité de chaleur a abandonné le corps le plus chaud pour se porter sur le corps le plus froid. Il s'agit simplement là d'une façon de parler : rien n'est passé d'un corps à l'autre mais on convient de dire que l'un a gagné de la chaleur perdue par l'autre. On compare intuitivement les deux corps à deux réservoirs où l'eau n'était pas au même niveau et qu'on a fait communiquer : de l'eau a passé de l'un dans l'autre jusqu'à ce que le niveau soit le même dans les deux réservoirs. La quantité de chaleur, c'est une conception de notre esprit. Conception avantageuse parce qu'elle simplifie singulièrement l'étude de la physique mais conception dont l'objet n'est pas réel. Nous interprétons les faits en nous servant d'un langage imaginé, conventionnel, mais qui nous rend plus accessibles les mesures — et donc les nombres — qui vont intervenir dans une question donnée.

Au début du 19^e siècle on croyait à la réalité du calorifique. On dit aujourd'hui que la chaleur est une forme de l'énergie. Il y a progrès. Mais c'est une nouvelle image, plus subtile, qu'on a substituée, avantageusement d'ailleurs, à l'ancienne. Qu'est-ce que l'énergie ? Une conception de l'esprit plus générale que le calorifique mais qui, bien certainement, fera place un jour, à une autre conception qui paraîtra à nos descendants plus satisfaisante. Nous procédons dans la connaissance du monde par approximations grossières que nous affinons graduellement.

Mais, c'est ce que nous voulons prouver, c'est par images que procède le langage de la science. Un corps est électrisé : il est dans un état particulier ; nous disons — par convention — qu'il possède une certaine charge électrique. Nous faisons communiquer un corps électrisé avec le sol ; nous disons — par convention — qu'il a perdu son électricité. Ici encore c'est une façon de parler : nous savons seulement qu'il n'est plus dans le même état qu'auparavant. Il a pu être commode de parler d'électricité positive et d'électricité négative ; conception intellectuelle provisoire des phénomènes électriques. On préfère aujourd'hui parler d'électrons. Et c'est fort bien. Mais ce n'est pas définitif.

Nous parlons de courant électrique : il ne s'agit que d'une image. Familiarisés dès notre enfance avec l'écoulement des eaux, nous reportons à un phénomène analogue les propriétés que possède un fil réunissant deux points à des potentiels différents. On l'a dit : si nous avons un sens électrique et si, par conséquent,

nous connaissons l'électricité directement nous pourrions définir un fleuve par analogie avec un courant électrique : tout notre système d'images serait modifié. La science, c'est l'image du monde à travers notre nature humaine : c'est l'interprétation intellectuelle que nous en donnons.

Il serait trop facile de montrer comment s'est modifiée dans le passé la façon de concevoir la matière ; comment les « éléments » des philosophes grecs ou du moyen-âge sont devenus les corps simples de la théorie atomique, comment les atomes, regardés autrefois comme insécables, apparaissent aujourd'hui comme fort complexes et en conclure que notre science d'aujourd'hui paraîtra enfantine dans trois ou quatre cents ans.

Mais remarquez bien que ce mot d'« atome », inexact, a exercé une influence considérable sur les travaux effectués au dix-neuvième siècle. L'hypothèse atomique s'est montrée d'une extrême fécondité. Et elle l'a été en excitant l'imagination des savants qui ont « vu » des édifices moléculaires comme s'ils étaient réels, des architectures de l'infiniment petit, qui les guidaient, leur faisaient pressentir les propriétés de nouveaux corps, leur suggéraient des méthodes de préparation et leur rendaient mille admirables services.

La science, adaptation de l'univers à notre intelligence, élaboration d'un système cohérent de relations entre les phénomènes de la nature, doit nécessairement modifier son langage à mesure qu'elle progresse. Les résultats acquis demeurent mais la façon d'en parler, la manière de les présenter est sans cesse renouvelée. Sans cesse l'imagination se saisit des résultats de l'observation et crée de nouveaux mots fondés sur de nouvelles hypothèses. Ces mots agissent à leur tour sur les esprits et suscitent des recherches à la suite desquelles leurs sens se modifient ; de nouvelles conceptions s'introduisent et chaque jour l'homme est davantage le maître de la création, après Dieu.

COLLABORATIONS DE MONSIEUR JEAN FLAHAULT À LA REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

Les Moyens de transport et les progrès de la civilisation
vol. 6, 1920, pp 268-278.

La Chimie pratique et l'enseignement universitaire
vol. 6, 1920, pp 95-98

Les Explosifs
vol. 7, 1921, pp 439-448

La Chimie, la guerre et la paix
vol. 7, 1921, pp 310-317

Le Langage de la science
vol. 11, 1925, pp 75-82

Les Mathématiques et les sciences physiques
vol. 13, 1927, pp 163-167

L'Enseignement secondaire — Contre la standardisation des intelligences
vol. 15, 1929, pp 170-177

Science et enseignement
vol. 19, 1932, pp 83-91

Le Rôle de la chimie dans la formation de l'ingénieur
vol. 23, 1937, pp 21-28

Du rôle de la géométrie dans la formation intellectuelle
vol. 31, 1945, pp 252-262



LES MOYENS DE TRANSPORT ET LES PROGRÈS DE LA CIVILISATION

Jean Flahault, ing.

De Pégase à l'avion ! De la mythologie grecque aux applications les plus récentes des découvertes de la science — trente siècles au moins ! — : c'est toute cette période qu'on va s'efforcer d'embrasser d'un coup d'œil, en l'observant du point de vue des transports. Bien des détails s'estomperont dans ce tableau d'ensemble, il va sans dire ; mais quelques traits apparaîtront peut-être avec un relief suffisant pour que cette étude y trouve sa justification.

Et tout d'abord, il faut insister sur l'immense importance de la découverte de la roue, l'admirable roue, mécanisme aussi simple qu'ingénieux, agencement fécond que se transmettent les âges et dont nous ignorons l'inventeur.

Avant la roue, pour déplacer une charge, le porteur devait en supporter tout le poids : l'effort qu'il faut alors fournir n'est vraiment pas en rapport avec le résultat atteint. C'est la dépense inutile d'énergie musculaire, c'est le gaspillage des forces ; c'est l'esclavage ou, en tout cas, la barbarie puisque c'est la victoire de la matière sur l'esprit.

Sans doute, encore aujourd'hui, l'on doit parfois recourir à ce moyen de transport, mais c'est un pis-aller. À moins de circonstances exceptionnelles, cela n'arrive que dans des régions qui ne sont pas encore ouvertes à la civilisation ou n'en ont atteint qu'un stade rudimentaire. Que le chemin ne se prête pas au roulage, sentier muletier ou piste à travers la savane : il faut alors se résigner à l'emploi de la bête de somme, quadrupède ou ... bipède.

À ce procédé la neige permet heureusement d'en substituer parfois un autre moins fatigant, le glissement ; c'est ce qu'on fait avec l'emploi du traîneau, que des chevaux, des rennes ou des chiens les tirent, soit dans les rues de Montréal, soit dans les campagnes

laponnes ou dans le voisinage du pôle. Grâce à la neige, il arrive souvent que les transports se fassent plus facilement l'hiver que l'été, et qu'il soit plus avantageux d'approvisionner alors les chantiers lointains, les camps des mineurs et d'expédier les bois coupés, les minerais et les matériaux qu'on utilisera pendant la belle saison.

En Europe, dans les Vosges et la Forêt-Noire, on établit sur les pentes boisées des glissoires artificielles, sans neige ni glace, sur lesquelles, les *schlittes* laissent descendre leurs pesantes charges de bois coupé. Ces chemins de schlitte à pente très régulière sont formés d'une double suite de troncs d'arbres réunis par des rondins transversaux sur lesquels glisse le traîneau ; en avant, le schlitteur, adossé à sa charge, modère l'allure de la descente.

Pourtant depuis des siècles, le port des objets et le glissement ne sont plus que des modes exceptionnels de transport, l'emploi du véhicule monté sur roues étant le plus habituel.

Et cependant des continents presque entiers échappent encore à sa conquête. Prenons l'Afrique comme exemple : la zone des porteurs en couvre la majeure partie, du Soudan à l'Ouganda, du Congo au Mozambique, sans oublier la grande île de Madagascar. Au Nord, dans le désert de Sahara et de Nubie et jusqu'à la côte des Somalis en passant par l'Abyssinie, c'est le domaine du chameau. Dans le Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie,) on trouve, certes, des voitures, mais c'est encore le cheval et le mulet qui, sauf au voisinage de la côte, sont employés au transport des gens et des marchandises. Le Sud, en revanche, avec l'Angola, la Rhodesia, l'ancienne colonie allemande du Sud-Est, le Cap et le Transvaal, constitue le domaine des chars à bœufs.

Ailleurs encore, en Extrême-Orient, dans l'Amérique du Sud, les missionnaires et les explorateurs doivent se faire porter : qui n'a lu de ces relations où le voyageur décrit ses impressions — ses émotions parfois, lorsqu'il s'est confié au palanquin chinois ou japonais, à la filanzane malgache. Il n'y a cependant pas bien, bien longtemps qu'a disparu de chez nous la chaise à porteurs, héritière de la litière que Rome et la Grèce avaient empruntées à l'Orient, dès le 4^e siècle avant Jésus-Christ.

Le Cantique des Cantiques renferme, à propos de l'entrée de l'Épouse à Jérusalem, une description de la litière de Salomon : « Le roi Salomon s'est fait une litière de bois du Liban. Il en a fait les colonnes d'argent, le dossier d'or, le siège de pourpre. Au milieu est une broderie, œuvre d'amour des filles de Jérusalem. Sortez, filles de Sion et voyez le roi Salomon, avec la couronne dont sa mère l'a orné le jour de ses épousailles... »

La litière fut fort employée à Rome et, d'une façon générale, dans l'empire romain. Son usage se perpétua en Gaule, puis en France : deux chevaux insérés entre les brancards, l'un devant, l'autre derrière, transportaient les voyageurs de qualité et le grand Cardinal de Richelieu affectionnait ce moyen de transport. Pour affirmer l'autorité souveraine du roi, son maître, il faisait pratiquer des brèches dans les murs des villes conquises, par où il entra, lui, dans sa litière.

Quelques mots sur l'histoire de la voiture : les monuments anciens de l'Assyrie et de l'Égypte nous montrent des images des chars des hardis guerriers. À Rome, les courses des chars constituaient l'un des jeux du cirque les plus appréciés. Les coursiers agiles emportaient dans l'arène avec la vitesse du vent les gracieux quadriges : frémissants sous la main de leur maître, ils rivalisaient d'efforts pour parvenir les premiers au terme de la carrière.

Mais le char jouait un rôle bien plus important comme instrument d'organisation de la conquête. Un admirable réseau de routes s'étendait sur le monde romain : on en trouve encore des parties, parfois considérables, en France, en Angleterre, en Espagne, en Afrique — pour ne pas parler de l'Italie : la route romaine était un élément de pacification.

Arrivent les invasions barbares : Visigoths, Ostrogoths, Alamans, Burgondes, Huns, Francs et Vandales, que sais-je ? Le chariot n'est plus un outil de civilisation pacifique : c'est un retranchement, une maison et un dépôt où s'entassent les dépouilles des vaincus : la horde se déplace avec son butin. Tout récemment, nous avons vu la répétition de ces actes de guerre avec, sans doute, une organisation plus méthodique de l'exploitation : les fils de la Kultur germanique ont bien témoigné de la permanence du caractère ancestral, malgré onze cents ans de christianisme.

Mentionnera-t-on en passant le char des rois faibles, de ces derniers Mérovingiens qui abandonnèrent aux maires du palais l'exercice réel du pouvoir royal, ou bien les convois de tous les guerriers illustres, ou encore la poste royale avec ses relais échelonnés. Sur les grandes routes de France, on remarque que les villes s'espacent à des distances qui sont en moyenne

celle d'une étape : la route de Paris à Bordeaux, par exemple, étant jalonnée par Orléans, Tours, Poitiers et Angoulême.

Parmi les voitures du temps passé, il en est qui sont entrées dans l'histoire, en quelque sorte, comme le carrosse où le bon Henri IV fut assassiné par François Ravaillac, rue de la Ferronnerie, ou celui qui emportait vers la Lorraine, le malheureux roi Louis XVI qui fut arrêté dans sa fuite à Varenne par un maître de poste ou bien encore la voiture dans laquelle l'Empereur faisait transporter de Savone à Fontainebleau le pape Pie VII auquel il voulait dicter un Concordat. Les autres, moins illustres, ont mené d'un bout à l'autre de la France et parfois de l'Europe seigneurs et grandes dames, évêques et diplomates, magistrats et bourgeois. Les routes n'étaient pas toujours bonnes ni sûres : aux fondrières, ruisseaux enflés et gués impraticables s'ajoutaient les voleurs de grand chemin et les bandits à l'escopette impatiente.

Et quelle place la diligence n'a-t-elle pas tenue — et à bon droit — dans la littérature du XIX^e siècle : voyez Balzac, voyez Dickens. S'imaginerait-on une édition illustrée de David Copperfield ou de Nicolas Nickleby où il n'y aurait pas une gravure consacrée au relais ou au point de départ du service, à la Tête de Sarrasin ou à toute autre enseigne ?

En dehors de son utilité immédiate, parfois fort grande (rappelez-vous la Grande Armée transportée en 15 jours du camp de Boulogne au champ de bataille d'Austerlitz), en dehors des services qu'elle rend, la voiture ajoute beaucoup au pittoresque d'un paysage : le hansom-cab à Londres par exemple, la voiture irlandaise à banquettes adossées à Killarney, la calèche à Québec. Quel curieux spectacle offrait par exemple en Angleterre, un jour de grande course, — mettons le Derby d'Epsom ou la Coupe de Goodwood — le rassemblement de tous les véhicules et de tous les équipages qui avaient déversé par milliers et milliers le flot des spectateurs et des spectatrices : mail-coaches, omnibus, tilburies, chars-à-bancs, tapissières d'où étaient sortis des ducs et des marquises, des boutiquiers, des bookmakers, toutes sortes de gens, des jeunes et des vieux, de jolies femmes et des figures parcheminées, des têtes d'escrocs et des types d'archanges.

Et cependant ce n'est qu'avec la traction mécanique que le rôle important de la voiture dans la diffusion de la civilisation est devenu le premier. Désormais la forme du véhicule a moins d'importance que la façon de le mouvoir : la vapeur va permettre les transports rapides et fréquents des marchandises les plus lourdes. Sur les grandes routes de France qui sont absolument merveilleuses, même en montagne, il existe encore un charroi considérable, un mouvement incessant de messagers, de commerçants ambulants, de forains, mais en dépit de ces échanges locaux très actifs, par voie de terre, c'est aujourd'hui le chemin de fer qui effectue la très grosse partie des transports de marchandises. La vitesse des trains permettait d'ailleurs, avant la guerre, aux voyageurs partant de Paris, d'atteindre en quelques heures toutes les frontières : 3 pour la Belgique, 6 pour l'Allemagne, un peu plus pour la Suisse et l'Italie, moins de 15 pour l'Espagne.

C'est en 1829 que les Stephenson construisirent leur locomotive, la Fusée, pouvant traîner un poids de 13 tonnes à la vitesse de 6 lieues à l'heure. En 1832, l'invention nouvelle s'introduit en France et en Amérique, mais combien de résistances n'a-t-elle pas à vaincre ? Adolphe Thiers déclarait que les chemins de fer ne seraient jamais que des joujoux pour les Parisiens ; qu'ils ne pourraient se développer qu'au voisinage des grandes villes mais ne relieraient pas de grands centres éloignés ; les paysans prétendaient que la fumée des locomotives occasionnait des pluies persistantes et qu'au voisinage des lignes sévissaient de mystérieuses maladies des pommes de terre. Orléans ne voulait pas que la ligne passât près d'elle et aujourd'hui encore, c'est un embranchement qui relie à la grande ligne Paris-Limoges, à la gare des Aubrais, cette ville qui avait voulu s'en tenir à l'écart. Un très grand savant, François Arago, affirmait en 1836 qu'on ne pourrait respirer à l'intérieur des tunnels ; Wellington, « the Iron Duke », ne consentit à monter dans un wagon qu'en 1842...

Et que voyons-nous aujourd'hui ? Un réseau de voies ferrées, très serré par endroits, dont la longueur totale, 1.057.809 kilomètres en 1911, dépasse 26 fois celle de la circonférence équatoriale de la terre : l'Amérique venant en tête avec 541.028 kilomètres, l'Europe suivant avec 338.028, puis l'Asie, qui n'en a que 105.011 ; l'Afrique, 40.489 seulement et l'Australie avec le reste de l'Océanie, 32.401. C'est en Belgique que le rapport de la longueur des voies ferrées à la surface du pays est le plus considérable : 29,3 kilomètres par 100 kilom. carrés. Mais c'est en Suède que le rapport de la longueur à la population a son maximum : 25,7 kilom. pour 10.000 habitants. La France occupe sous ce rapport une très bonne place, avant l'Allemagne, et, sur les grandes lignes les trains y atteignent, avant la guerre, des vitesses supérieures à toutes celles qu'on obtenait ailleurs, avec un nombre minimum d'accidents, ce qui a bien son importance. A propos des chemins de fer, il serait intéressant de faire un peu de « géographie de la circulation », suivant l'expression de M. Jean Brunhes, de compter les transcontinentaux qui vont des côtes de l'Atlantique au Pacifique à travers les Montagnes Rocheuses au Nord, et la Cordillère des Andes au Sud, de remarquer dans le Vieux Monde la grande ligne dirigée du S-O au N-E : Lisbonne, Madrid, Paris, Berlin, Varsovie, Moscou, continuée par le transsibérien et coupée par d'importantes transversales : Calais-Marseille-Brindisi, Ostende-Gênes, Strasbourg, Munich-Vienne, Buda-Pest, Belgrade, Constantinople. En Russie d'Asie, le transcaspien court à travers le désert touranien jusqu'à Boukhara et Samarcande ; et maintenant on parle de construire en Afrique le transsaharien, le transsoudanais sans compter le chemin de fer du Cap au Caire dont existent déjà d'importants tronçons.

À côté de l'utilisation commerciale de ces voies ferrées et du rapprochement relatif qu'elles permettent de régions éloignées du globe on sait qu'il s'y attache une grande importance politique. Faut-il rappeler l'incident de Fachoda qui faillit mettre aux prises l'Angleterre et la France en 1898, le traité de paix entre Japonais et Russes et le chemin de fer mandchourien, les espérances qu'on fondait en Allemagne sur le chemin

de fer de Bagdad qui devait servir la pénétration germanique en Orient et assurer l'exploitation de l'Asie turque et de la Mésopotamie.

À noter encore leur importance militaire : difficultés de la mobilisation russe, faute de voies ferrées nombreuses — aisance au contraire des transports de troupes en Allemagne où l'on a pu pendant toute la guerre transférer rapidement les divisions par dizaines du front russe au front occidental et inversement, selon les besoins du moment. L'invasion, en France, entrava sérieusement la circulation et la situation fut particulièrement précaire quand, après l'offensive du printemps de 1918, les relations ferrées de Paris avec Boulogne et l'Angleterre se trouvèrent réduites à la seule route de Tréport-Abbeville. Que fût-il arrivé si les Allemands avaient pu réussir à couper ce dernier fil ? On se le demande en frissonnant.

Au Canada mieux que partout ailleurs — dans l'Ouest notamment — se manifeste l'influence des voies de communication sur la répartition de la population dans un pays neuf ; c'est qu'ici à l'inverse de ce qui s'est passé en Europe, les villes naissent après les chemins de fer : la moindre carte reflète cette interdépendance du développement économique d'une région et de l'abondance des voies de communication qui la parcourent.

Le tramway joue son rôle dans la civilisation moderne. Son objet n'est pas, en général, le transport des matériaux lourds ni les déplacements lointains des voyageurs. Sa fonction dans l'organisation actuelle de nos sociétés urbaines est toute différente : elle consiste à amener rapidement les citoyens d'un point à l'autre de la ville et de sa banlieue. L'on a vu des tramways à chevaux, puis des tramways à vapeur, enfin des tramways électriques dont l'invention est encore récente. Le tramway, c'est la voiture démocratique par excellence : moyennant un prix minime on y peut prendre place et franchir vite et sans fatigue de grandes distances. Certes, à certaines heures, on s'y trouve quelque peu bousculé, comprimé, presque escamoté par cet organisme hétérogène que constitue la masse des passagers d'un même tramway mais quand la cohue cesse, on retrouve avec joie son individualité et l'on est heureux d'avoir payé à la compagnie un tribut modeste, pour éviter d'avoir à marcher jusqu'à sa destination. Parmi les conséquences de l'établissement des tramways, il faut signaler l'expansion des villes, le reflux des populations vers les quartiers excentriques, aux confins de la campagne où l'on trouve plus d'espace, plus d'air, plus de liberté, où l'on se délasse mieux des fatigues de la vie des villes, où l'on soigne ses fleurs et cultive ses tomates. Grâce au tramway le rond-de-cuir devient horticulteur et l'avocat élève des abeilles. Dors content, Virgile ; les citadins sont aujourd'hui des bucoliques : *rus in urbe*. L'automobile, certes, peut revendiquer sa part dans cette évolution car son usage est de plus en plus répandu. Le moteur à pétrole, nouvelle machine thermique moins encombrante que l'appareil à vapeur, est apparu et il a conquis le monde. Et cependant quelle sensation n'a pas causée la première automobile qu'on ait vue dans une ville : les gamins la suivaient en courant, les gens pestaient contre les gaz d'échappement qu'ils trouvaient malodorants, d'autres déclaraient

inesthétique l'absence des chevaux auxquels notre œil était habitué. Pendant quelques années, l'automobile fut un grand luxe, le privilège de Crésus modernes, mais la voiture moyenne et la voiturette apparurent et tout le monde se mit à en avoir. On créa de plus la motocyclette, le « side-car » et l'autobus ; le moteur à explosion couvrit la surface de la terre avant de permettre la conquête de l'air, avec l'avion, et la guerre sous-marine, avec les sous-marins.

Il faudrait signaler aussi les funiculaires à crémaillère qui permettent aux voies ferrées alpines d'escalader les pics les plus escarpés, les transporteurs aériens grâce auxquels les produits des mines sont le plus souvent emportés de l'orifice des puits à un point d'embarquement commode, gare ou port, ou bien jusqu'à l'usine où on les emploie : indéfiniment et silencieusement, les bennes passent à travers la campagne descendant le long de leur câble sous le poids de leur charge précieuse et remontant à vide pour recommencer ce même voyage.

Il y a tout un domaine des moyens de transport qu'on a volontairement laissé de côté jusqu'ici : c'est celui des transports par eau qui offre une toute particulière importance et qu'il convenait de réserver pour la fin.

« Les fleuves sont des chemins qui marchent », a-t-on dit. Combien c'est vrai ! Toute l'histoire de l'Amérique du Nord nous rappelle que les rivières sont par excellence des voies de pénétration : progrès de la colonisation sur les rives du Saint-Laurent et de la rivière des Outaouais, voyages de Cavelier de La Salle dans le bassin du Mississippi, etc.. Aujourd'hui, les trains de bois descendent encore des montagnes à la côte ; et, dans les États du Sud, les navires chargés de coton s'en vont porter à la Nouvelle Orléans leur cargaison. En Europe, le Rhin — pour ne parler que du fleuve le plus célèbre — constitue une incomparable artère de la vie industrielle. Oui, les fleuves sont de merveilleuses voies de communication et parfois de grandes routes d'invasion. Mais plus encore, la mer a exercé une action décisive sur la civilisation du globe. « Thalassa ! Thalassa ! — La mer ! La mer ! » s'écrient dans des transports frénétiques, après leurs dures épreuves, les 10.000 Grecs dont Xénophon nous a raconté les exploits. La mer, c'est le salut ! C'est l'espace libre ! c'est presque la patrie !

Dans le monde antique, ce sont les peuples maritimes, les Phéniciens et les Grecs, qui ont, les premiers, reculé les limites du monde civilisé. Jetez les yeux sur une carte de la Méditerranée du 7^e au 5^e siècle avant Jésus-Christ. Vous n'y trouverez guère qu'eux et les Étrusques. Des grandes villes phéniciennes, Tyr et Sidon, essaiment de nombreuses colonies qui couvrent Chypre en grande partie et, dans le bassin Occidental de la Mer Intérieure, toutes les rives de l'Afrique septentrionale : la Lybie, Carthage, le Pays des Numides et des Maures. Au Nord, la côte Sud de la péninsule Ibérique, les Baléares, la Sardaigne et la moitié de la Sicile ; en Gaule, Port-Vendres, Agde et Monaco ont une origine phénicienne. Au contraire, Marseille, comme Antibes et Nice, a été fondée par des Grecs ; hellènes, elles aussi toutes les côtes de l'Italie au Sud du

pays des Volques, de Naples à Tarente ; hellènes, Syracuse et la moitié orientale de la Sicile ; hellènes, la Crète et, naturellement, toutes les îles de la mer Égée : grecques, Byzance et les rives de la mer Noire, comme aussi celles de l'Asie Mineure où s'élèvent Éphèse et Milet.

Il faudrait rappeler ici les guerres persiques et les échecs de Darius et de Xerxès, puis la revanche grecque quand Alexandre étendit son empire jusqu'à l'Inde. Il faudrait montrer quels ont été dans ces grands conflits, les moyens matériels employés pour le transport d'Asie en Europe et vice-versa d'armées considérables avec leurs approvisionnements ; il faudrait rapporter les discussions savantes qu'a soulevées la question de savoir comment était construite la trirème antique.

On pourrait passer ensuite aux guerres puniques, décrire les éperons ou rostrs dont étaient armés à leur proue, les navires de la république romaine, rechercher de quels bateaux César se servit pour envahir l'île de Bretagne, après avoir conquis la Gaule.

Il faudrait encore dépeindre les esquifs de tous les barbares qui attaquèrent par voie de mer l'Europe occidentale : Danois, Angles et Saxons venus en Angleterre de la Scandinavie ; dans leurs bateaux de peau ou dakkars, les farouches vikings poussèrent d'ailleurs jusqu'à l'Espagne et l'Italie. En France, Paris subit leurs outrages ; les incursions normandes avaient attristé le vieil empereur à la barbe bleue, Charlemagne, en l'inquiétant sur la stabilité de son œuvre.

Mais il faut passer vite. Signalons donc l'extraordinaire développement des républiques maritimes de l'Italie du 8^e au 12^e siècle. Venise, après Gênes et Pise, constitua une « thalassocratie » qu'on ne saurait mieux comparer qu'à la suprématie navale de l'Angleterre de nos jours.

Comme elle est instructive, cette histoire de Venise ! La sérénissime république s'était d'abord déclarée l'humble servante du « basileus » qui régnait à Constantinople. Son doge acceptait alors avec gratitude d'être proclamé fonctionnaire de l'empire d'Orient ; la ville elle-même prenait un caractère nettement byzantin. Puis, sa flotte grandissant, Venise se fit l'alliée de Byzance et la défendit contre les Slaves et contre les Arabes. Quel prix lui payait-on ses services ? De privilèges commerciaux déniés aux autres Italiens, privilèges que l'empereur accordait au détriment même de ses sujets grecs. Mais « les ambitions de Venise grandissaient avec sa richesse ». Il faudrait la plume étincelante d'un d'Annunzio pour retracer la splendeur de ses fastes. L'Adriatique doit reconnaître son hégémonie : Sebenico, Spalato, Raguse sont à elle.

Byzance s'effraie de sa puissance : elle veut reconquérir ses possessions. C'est la guerre. Les Vénitiens, à ce moment sollicités de transporter les Croisés en Terre Sainte, y consentent à des conditions draconiennes : on se rappelle cette quatrième croisade qui débute par l'attaque d'une ville chrétienne de Dalmatie, Zara, se continue par le siège de Constantinople, ville chrétienne aussi, et s'achève, sans qu'on fût allé en Palestine, par la fondation de l'empire latin d'Orient avec Bau-

doit de Flandre à sa tête. Venise y gagne le quart de l'empire grec, et notamment la Crète et la Morée.

Avec Colomb et Vasco da Gama, c'est une ère nouvelle qui s'ouvre, celle des entreprises mondiales. Ce que portent les caravelles guidées par ces hardis marins, c'est tout l'avenir du monde. Un continent entier, l'Amérique va être exploité puis peuplé par des Européens ; ce sont leurs langues, l'anglaise, la française, la portugaise et l'espagnole qu'on parlera de la Terre de Baffin à la Terre de Feu, de l'Atlantique au Pacifique. L'influence de ces grands voyages de découvertes sur l'histoire du monde est trop connue pour qu'il soit utile d'y insister. En peu d'années, la création des grands empires coloniaux portugais, espagnol, hollandais, eut modifié l'aspect du globe et l'équilibre entre les nations. La France, elle-même entre dans cette voie. L'Angleterre ne prend que tardivement conscience de sa vocation, — ou de son intérêt — mais successivement elle réussit à éliminer ses rivales. C'est la France qui lui a disputé avec le plus d'acharnement la primauté navale et coloniale mais elle était trop engagée dans les luttes continentales de l'Europe pour pouvoir efficacement secourir ses établissements d'outre-mer tandis qu'Albion dans son île ne craignait rien de sa rivale. Comme on l'a dit avec raison, de 1688 à 1815, ce fut une nouvelle guerre de Cent Ans, d'un siècle et quart en réalité, où se jouèrent sur les champs de bataille de l'Europe, le sort de l'Amérique et celui de l'Inde.

Le navire à vapeur apparaît en 1807 avec le « Clermont » — non pas pour la première fois car Fulton avait eu des précurseurs, Denis Papin et Jouffroy d'Albans notamment — mais désormais le navire à vapeur est une réalité, non une possibilité. Graduellement ses dimensions s'accroissent, ses machines se perfectionnent et sa vitesse augmente et l'on arrive par étapes aux léviathans modernes : le *Britannic*, l'*Aquitania*, l'*Imperator*... Des courants d'émigration, dirigés par les compagnies de navigation, se dessinent comme des fleuves puissants d'humanité débouchant sur le nouveau monde, on sait avec quel débit avant la guerre. Slaves, Germains, Italiens, Syriens affluaient, aux États-Unis surtout, et s'uniformisaient jusqu'à un certain point en s'américanisant, phénomène de tout premier ordre dans l'histoire de l'homme.

Tout à coup un cataclysme est survenu que nous pouvons d'autant moins ignorer que son origine lointaine est précisément le développement rapide des moyens de transport et de combat de l'Allemagne sur mer. Le jeune empire, étourdi par ses succès commerciaux et militaires, a voulu rivaliser de puissance maritime avec le colosse britannique. L'aventure eût pu réussir quoiqu'un conflit fût inévitable. La grande faute du Très Haut Seigneur de Guerre, comme on appelait l'empereur en Allemagne, ce fut de le faire éclater prématurément. Les mémoires de Tirpitz et de Sir Percy Scott, que le livre de Lord Jellicoe corrobore, ne laissent guère de doute à ce sujet : la Grande-Bretagne vient d'échapper à un très gros péril ; quelques années plus tard, il aurait pu lui être mortel. Grâce à ses alliés, elle a pu sortir victorieuse de la lutte. Elle le doit aux héroïques sacrifices de tous les soldats qui ont combattu aux côtés des siens, mais elle le doit aussi au

dévouement de ses marins et à l'énorme matériel de transport sur mer dont elle disposait.

Et maintenant, la lutte achevée, le monde épuisé, pantelant, traverse une effroyable crise : des populations entières ont à craindre la famine ; la révolution gronde et menace la civilisation ; des institutions de vingt siècles et plus sont en butte à ses attaques. Qu'allons-nous devenir ? Où est le remède ? Où est le salut ?

On ne saurait répondre à ces questions en quelques lignes. Mais il est sans doute permis d'observer — avec tout le monde — qu'il faut d'abord accroître la production, mais aussi, pour ne pas rendre vain ce surplus d'efforts, il faut réorganiser les transports, rétablir par terre et par mer une circulation active des marchandises à la surface du globe.

Aujourd'hui comme toujours, aujourd'hui plus que jamais, la civilisation dépend des moyens de transport. *Primo vivere deinde philosophari*. Il faut, avant tout, assurer à l'humanité une distribution satisfaisante des produits dont elle a besoin ; nous la verrons alors continuer sa marche dans la voie du progrès.



ASSOCIATION DES
INGÉNIEURS-CONSEILS DU QUÉBEC

L'Association des ingénieurs-conseils du Québec a le plaisir d'annoncer la nomination de ses officiers pour l'année 1980-1981. Il s'agit, en l'occurrence, du président, M. Jean-Marc Lagacé, ing., de J.M. Lagacé et Associés, du vice-président, M. Gérald Ruel, ing., de Hamel, Ruel, Beaulieu & Associés ; et du trésorier, M. Jean-Guy René, ing., de la Société d'ingénierie Cartier Limitée.

Le Conseil d'administration de l'AICQ pour l'exercice 1980-1981 est composé des administrateurs suivants : M. Jean L. Roquet, ing., de LMBDS — Sidam Inc., président sortant ; Bernard Malchelosse, ing., de Lavalin International Inc., Claude Comtois, ing., de Lalonde, Girouard, Letendre & Associés Ltée ; Émile Langlois, ing., de Roche Associés Limitée, J. Bernard Pelletier, ing., de Surveyer, Nenniger, Chênevert Inc. ; et Luc Benoît, ing., d'Asselin, Benoît, Boucher, Ducharme, Lapointe Inc.

IL EST PLUS FACILE DE S'ENTENDRE SUR LES MOTS LORSQU'ON A LES CHIFFRES À L'APPUI.

POUR CEUX QUI TRAVAILLENT AVEC LES MOTS, VOICI LE XEROX 860.

Si les mots constituent l'essentiel de votre travail, le système de traitement de l'information Xerox 860 est tout indiqué.

Ce système permet de changer la disposition des paragraphes, de modifier les marges, de corriger les fautes d'orthographe. Il n'y a pratiquement pas de limite aux révisions qu'il peut effectuer, et ce, à une vitesse de plusieurs centaines de mots à la minute.

Et il mémorise tout pour que vous puissiez vous y référer au besoin.

Ses possibilités ne s'arrêtent pas là. Car en plus d'être un système de traitement des mots, il peut effectuer de nombreuses opérations mathématiques.

En affaires, ceux qui travaillent avec les mots ont souvent besoin de s'appuyer sur des chiffres. Et vice versa.

POUR CEUX QUI TRAVAILLENT AVEC LES CHIFFRES, VOICI LE XEROX 860.

Si les chiffres constituent l'essentiel de votre travail, le système de traitement de l'information Xerox 860 est tout indiqué.

Ce système peut effectuer des calculs et des statistiques, s'acquitter de tâches routinières indispensables à la tenue de livres, à l'évaluation du rendement, etc.

Et il mémorise tout pour que vous puissiez vous y référer au besoin.

Ses possibilités ne s'arrêtent pas là. Car en plus d'effectuer de nombreuses opérations mathématiques, c'est aussi un système de traitement des mots.

En affaires, ceux qui travaillent avec les chiffres ont souvent besoin de s'appuyer sur des mots. Et vice versa.



Xerox Canada Inc.

XEROX

XEROX est une marque déposée de XEROX CORPORATION utilisée par XEROX CANADA INC. en tant qu'usager inscrit. 860 est une marque de commerce de XEROX CORPORATION.

CONCEPTION INÉDITE POUR DEVANCER LA FERMETURE DE LA GALERIE DE DÉRIVATION SUD DE LA GRANDE 2

Roland Boisvert, ing.
Pierre Boulay, ing.
Charles E. Scott, ing.*

Résumé

L'article décrit les moyens particuliers et la conception inédite qu'il a fallu adopter pour devancer la fermeture de la galerie de dérivation sud de l'aménagement de La Grande 2.

Cette conception inédite a nécessité, en phase 1, le renforcement de la partie supérieure du portail d'entrée et l'emploi d'un bâti d'acier comprenant deux piliers, ancrés sous écoulement au rocher de façon à subdiviser l'ouverture initiale de 15 m de largeur x 18 m de hauteur en trois plus petites de 3,7 m x 17,5 m. La fermeture s'est effectuée en phase 2 en abaissant simultanément trois vannes identiques à galets. Ce nouvel agencement permet d'accroître la capacité structurale du portail pour une charge hydrostatique au seuil de 56,7 m contre 23,77 m antérieurement. La conception, la fabrication en atelier et les travaux au chantier ont été effectués en un temps record de huit mois à des températures atteignant -40°C au site.

M. Roland Boisvert a obtenu son diplôme en génie civil en 1953 à l'Université McGill. Il est entré à l'Hydro-Québec en 1960; il est actuellement ingénieur de projets LG 1, LG 2 et EOL à la Société d'énergie de la Baie James.

M. Pierre Boulay est chef du service Appareillage à la firme d'experts-conseils Asselin, Benoit, Boucher, Ducharme, Lapointe Inc. Diplômé en 1969 de l'École Polytechnique de Montréal en génie mécanique, il a aussi obtenu en 1976 un diplôme en sciences administratives (D.Sc.A.) à l'École des Hautes Études Commerciales de l'Université de Montréal. Son poste actuel implique la planification du travail et la responsabilité complète des études et des travaux d'appareillage spécialisé, de machinerie et de matériel lourd équipant les ouvrages. Il a participé entre autres à la réalisation de nombreux projets hydroélectriques et à celle d'usines d'épuration des eaux usées de la Communauté Urbaine de Montréal.

M. Charles E. Scott a fait ses études en génie civil (B.Sc.A. 1946) à l'Université du Nouveau-Brunswick. Il occupa successivement des postes à la Shawinigan Engineering Co. Ltd et à la Voie Maritime du Saint-Laurent; Il est présentement ingénieur concepteur à la Compagnie Dominion Bridge Ltée.

Introduction

La Société d'énergie de la Baie James fut expressément constituée par le gouvernement du Québec en 1971 pour l'aménagement du potentiel hydraulique d'un territoire de 350 000 km² dans la partie nord-ouest du Québec. Ce territoire comprend tous les bassins versants des rivières se jetant depuis l'Est dans la Baie James.

Il fut décidé de procéder en premier lieu à la réalisation de l'aménagement hydroélectrique de La Grande Rivière, à la partie extrême nord du territoire. La puissance totale du Complexe La Grande est de 11 422 MW, répartie entre quatre centrales principales. Les activités de construction au premier site, LG-2, ont débuté en 1973.

Pour permettre la construction des digues et du barrage principal de LG-2, la rivière a été dérivée par les deux galeries nord et sud dont la mise en service remonte à la fin d'avril 1975, la coupure totale de la rivière étant achevée le 29 juin 1975. L'agencement général de ces galeries est illustré à la figure 1. Leurs dimensions sont de 15 m en largeur, 18 m en hauteur et 792 m en longueur. Le débit maximal observé dans les galeries a été de 6100 m³/s lors de la crue de printemps 1976.

Le programme directeur des travaux de construction, initialement établi pour l'ensemble de l'aménagement LG-2, prévoyait que la mise en service commerciale du premier des seize groupes s'effectuerait le 15 février 1980.

Avec comme objectif cette date cible, il était nécessaire d'entreprendre le remplissage du réservoir vers le

1er mai 1979. À cette date, le barrage principal et les vingt-neuf digues auraient été partiellement complétés à diverses élévations dont la plus basse était 161 m. L'on escomptait alors avoir suffisamment de temps pour terminer les travaux pendant le remplissage.

C'est en se basant sur ce programme directeur et en minimisant les coûts que le concept initial de fermeture des galeries de dérivation sud et nord avait été adopté et subséquemment mis en application. Le projet retenu comportait la fermeture du portail sud par une seule vanne vers la fin de novembre 1978 à un débit de décrue d'automne inférieur à $2\,265\text{ m}^3/\text{s}$.

Il était prévu que le bouchon de béton permanent devant obturer la galerie sud pourrait être réalisé avant la fin d'avril 1979. Suivant cet échéancier de fermeture, la conception et les calculs du portail sud et de

la vanne prévoyaient une élévation d'eau maximale de 53,6 m. En conséquence, il était prévu à ce projet que le portail d'entrée de la galerie nord serait obturé par ses deux vannes à la fin d'avril 1979, permettant ainsi le début du remplissage du réservoir. Ces structures sont conçues pour une hauteur d'eau maximale de 130 m au seuil.

Ce n'est qu'à la fin de l'été 1977 qu'il est devenu apparent que le barrage principal et toutes les digues seraient terminés à l'automne 1978 au rythme où les travaux progressaient. De plus, les travaux aux ouvrages de l'évacuateur de crues, des prises d'eau et de la centrale étaient ou en avance ou pouvaient être accélérés à des coûts acceptables de façon à pouvoir effectuer une mise en service commerciale des quatre premiers groupes vers le 15 décembre 1979. Il fut donc alors considéré par la SEB de profiter des bénéfices économiques et psychologiques qui s'offraient ainsi.

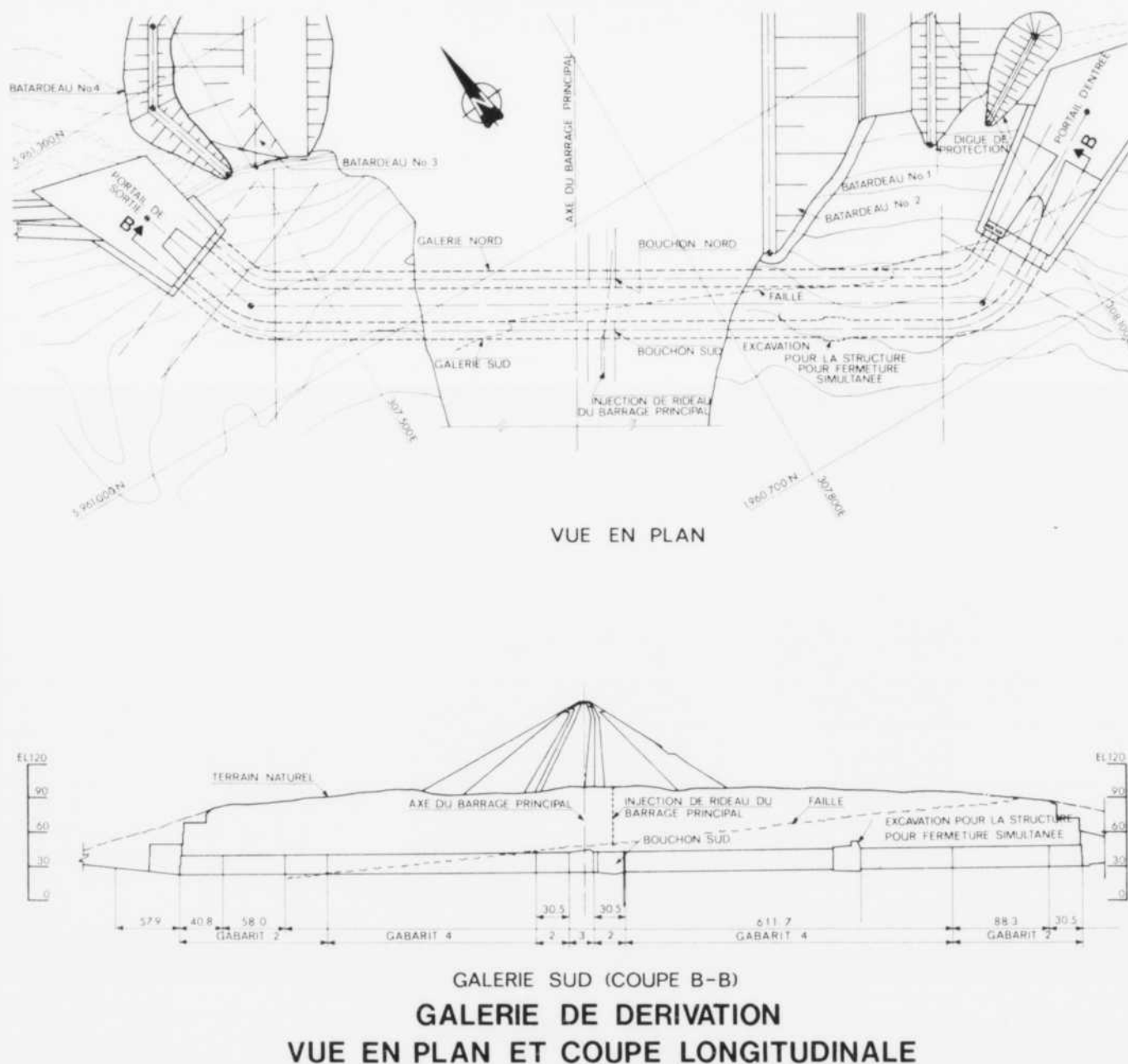


Figure 1

Les modifications à la fermeture des galeries qui devaient alors être apportées au programme directeur pour permettre une mise en eau du réservoir, étaient les suivantes :

- sud : vers le 15 juillet 1978 en décrue de printemps, à un débit inférieur à $2\,830\text{ m}^3/\text{s}$;
- nord : vers le 25 novembre 1978 à un débit maximal de $2\,265\text{ m}^3/\text{s}$.

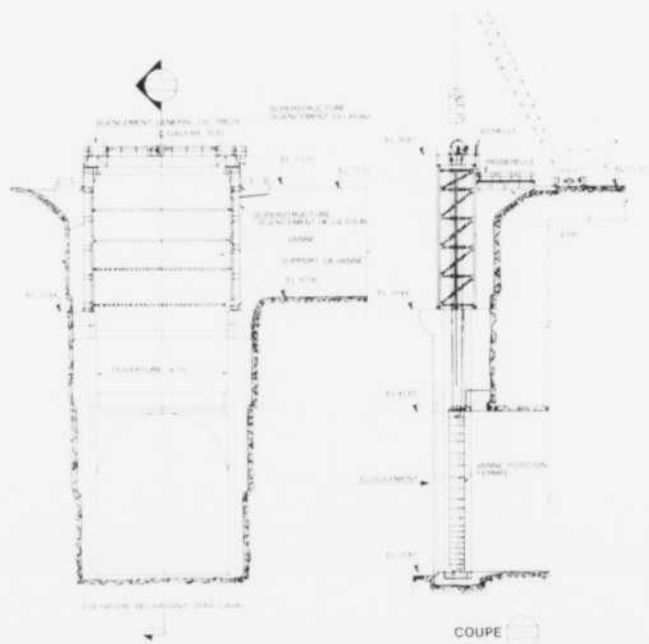
Description du portail à vanne unique

Le portail d'entrée sud, tel que conçu et construit, est montré à la figure 2. Les principales données de conception apparaissent au tableau I. Il comprend une structure bétonnée, ancrée au rocher pour résister aux charges dynamiques et statiques transmises par la vanne aux pièces encastrées faisant partie intégrante de la structure, aux charges statiques s'appliquant directement sur le portail de même qu'à celles résultant des sous-pressions d'infiltration entre le rocher et les faces bétonnées.

Ce portail à ouverture unique a minimisé les travaux de bétonnage et s'est avéré économique à construire à l'intérieur de l'échéancier imparti au programme directeur initial.

Le treuil, sa structure de support et la grande vanne avaient été conçus pour être érigés à partir d'une plate-forme sise à l'élévation 73.15 m. La vanne était d'un type conventionnel avec galets plats, plaque écran amont et joint d'étanchéité aval.

La charpente de support du treuil, conçue comme un cadre rigide contreventé dans le sens de l'écoulement, était haubannée latéralement pour faciliter le montage. Le treuil à câbles, monté sur cette charpente, était prévu pour une vitesse de 0.7 m/s contrôlée par le moteur.



AGENCEMENT GENERAL DE LA SOLUTION INITIALE

Figure 2

TABEAU I

Portail sud initial sommaire des données principales de conception			
Chute au seuil	23.77 m	Débit de fermeture	2265 m ³ /s
Élévation du seuil	29.87 m	Dimension hors-tout de la vanne :	
Élévation du linteau	47.85 m	— hauteur	18.6 m
Élévation de la plate-forme supérieure	73.15 m	— largeur	16.1 m
Hauteur de l'ouverture	17.98 m	— épaisseur	1.7 m
Largeur de l'ouverture	14.78 m	Poids de la vanne	222 t
		Force au crochet du treuil	390 t
		Poids du treuil et des charpentes de support	85.7 t

Développement du nouveau concept

La recherche d'un nouveau concept pour le renforcement et la modification du portail de béton à vanne unique fut en conséquence envisagée.

Les difficultés majeures auxquelles le nouveau concept devait se heurter étaient principalement causées par le temps d'exécution extrêmement court, soit huit mois, la présence d'un écoulement dans la galerie et la rigueur du climat. C'est à ce défi de taille que les concepteurs se sont attaqués de façon à élaborer une solution inédite, réalisable et sûre.

Plusieurs solutions furent considérées au stade de l'élaboration conceptuelle du projet mais seulement trois furent acceptées comme réalisables :

- 1) Renforcement de la capacité structurale du portail par l'addition d'une poutre verticale centrale en travers de l'ouverture. La construction de l'appui inférieur de la poutre verticale aurait nécessité l'emploi d'un caisson submergé sous l'écoulement et des modifications à la vanne prévue pour l'adapter aux nouvelles conditions de chargement.
- 2) Ce concept était semblable au premier sauf que l'on utilisait un bâti avec palplanches amont et poutrelles aval pour couper complètement l'écoulement.
- 3) Le renfort structural du portail s'effectuerait par deux piliers faisant partie intégrante d'un bâti qui subdiviserait l'ouverture en trois. Les piliers seraient ancrés au rocher de l'intérieur après abaissement du bâti et, en une autre étape, les ouvertures seraient fermées par trois vannes identiques.

La solution no 3 a finalement été retenue le 12 novembre 1977 après une appréciation des risques engendrés et du temps disponible pour réaliser les travaux. La fabrication en atelier de la vanne unique prévue initialement fut arrêtée et la commande annulée.

Les principales raisons additionnelles invoquées pour le choix de ce projet furent :

- la somme de travail au chantier relativement moins importante ;
- la plus grande simplicité du projet proposé ;
- l'utilisation du treuil et de ses structures de support qui étaient en cours de fabrication au moment de la décision ;
- la disponibilité d'un fabricant, la Compagnie Dominion Bridge Limitée, qui était disposée à accepter le défi et qui, dans le passé, avait prouvé sa capacité d'entreprendre et réaliser des projets d'un caractère similaire.

Description du nouveau projet

Le projet retenu pour effectuer un devancement de la fermeture de la galerie sud a nécessité tout de même une masse de travail importante qui fut principalement :

PHASE 1

- 1) Le renfort de la poutre supérieure du portail de béton, au-dessus du linteau.
- 2) L'addition d'une nouvelle plate-forme de montage.
- 3) Le montage et la descente du bâti à travers l'écoulement en utilisant le treuil initial.
- 4) L'ancrage des piliers et des guides latéraux au rocher et le bétonnage des piliers.

PHASE 2

- 1) Le montage des vannes et la descente simultanée.
- 2) La récupération du treuil.

Le bâti est constitué principalement de deux piliers, d'une poutre de seuil, de deux guides latéraux aval et amont, de trois sections de linteau et de membrures de renfort pour la descente. Les figures 3, 4, 5 et 6 illustrent les diverses étapes de la réalisation de ce projet. Les données principales sont présentées au tableau II, à la page 24.

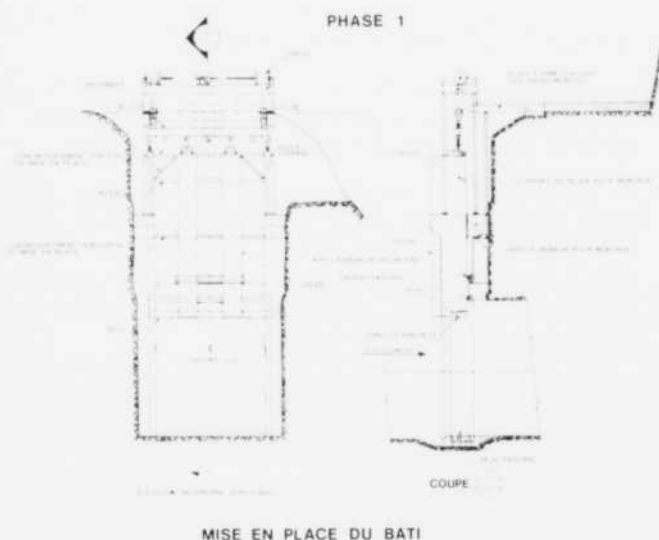
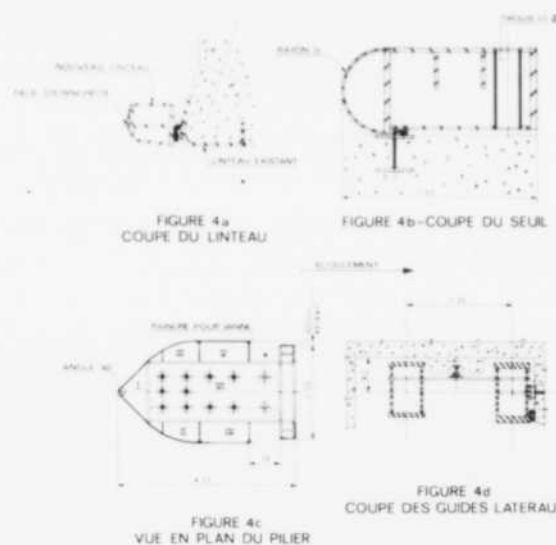
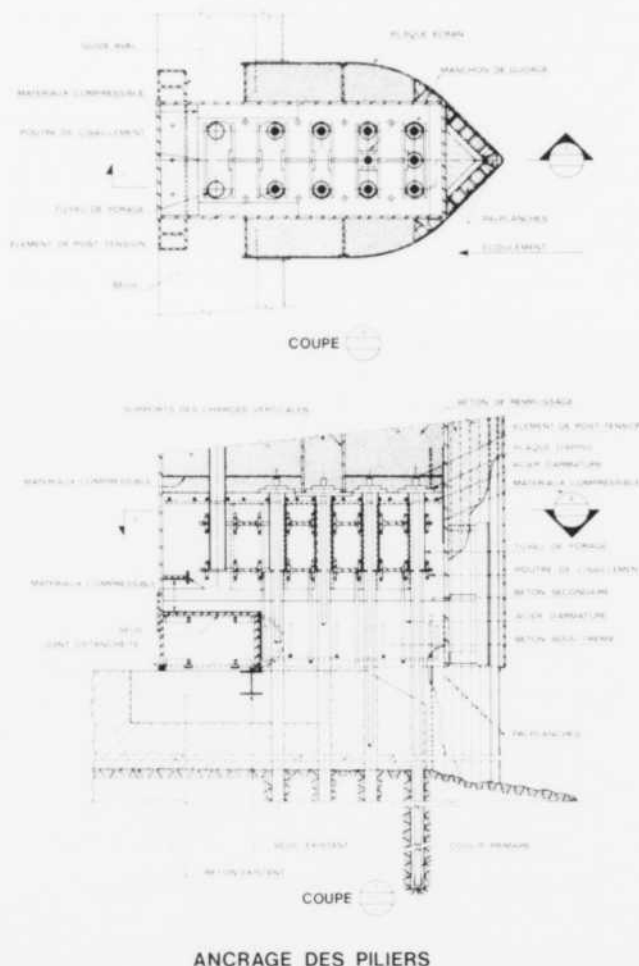


Figure 3



DETAILS DU SEUIL, LINTEAU, GUIDES LATÉRAUX ET DES PILIERS

Figure 4



ANCRAGE DES PILIERS

Figure 5

L'utilisation du treuil prévu au projet initial a introduit certaines contraintes additionnelles dans la conception du bâti mais, d'autre part, a facilité le respect des dates cibles. Il fut toutefois nécessaire d'ajouter une

plate-forme de montage à la structure de support à l'élévation 73,15 m, pour permettre la manutention et la mise en place des éléments du bâti à l'aide de deux grues ayant une force de levage de 200 t.

Une plate-forme de forage, fixée au-dessus des piliers, a été utilisée pendant les travaux de bétonnage et de forage des ancrages à travers les deux piliers. Deux autres, plus petites, placées à quelques mètres au-dessus du niveau d'eau, ont permis également le forage et la pose des ancrages des guides latéraux.

Organisation et planification du projet

Il était bien connu, au moment de la décision, que la crue de printemps de La Grande Rivière pouvait débiter au plus tôt dans l'avant-dernière semaine du mois d'avril et au plus tard au cours de la deuxième semaine du mois de mai. Tel que le prouvent les débits rapportés pour les dix-sept dernières années (Figure 7), la rivière peut atteindre une pointe de 6800 m³/s avec, pour point de départ, 400 m³/s en hiver, et cela

en une période de deux à trois semaines, occasionnant une remontée de 38 m du bief amont, les deux galeries étant ouvertes. Les débits observés durant la crue du printemps 1978 sont montrés sur la figure 8.

N'ayant donc que cinq mois pour la conception, la fabrication, le montage, la descente et l'ancrage des piliers, il devenait évident qu'il serait nécessaire d'instituer une procédure pour accélérer l'approbation des calculs et dessins du fabricant et de coordonner les activités entre les intervenants.

Un coordonnateur fut mandaté pour suivre, vérifier, contrôler et approuver au fur et à mesure dans les bureaux du fabricant, les dessins, notes de calcul, données, etc. Des réunions périodiques ont été tenues auxquelles participaient les principaux contributeurs et au cours desquelles les principales décisions étaient prises.

C'est grâce à la réponse spontanée de tous les contributeurs aux diverses activités que l'échéancier montré à la figure 9 a pu être respecté.

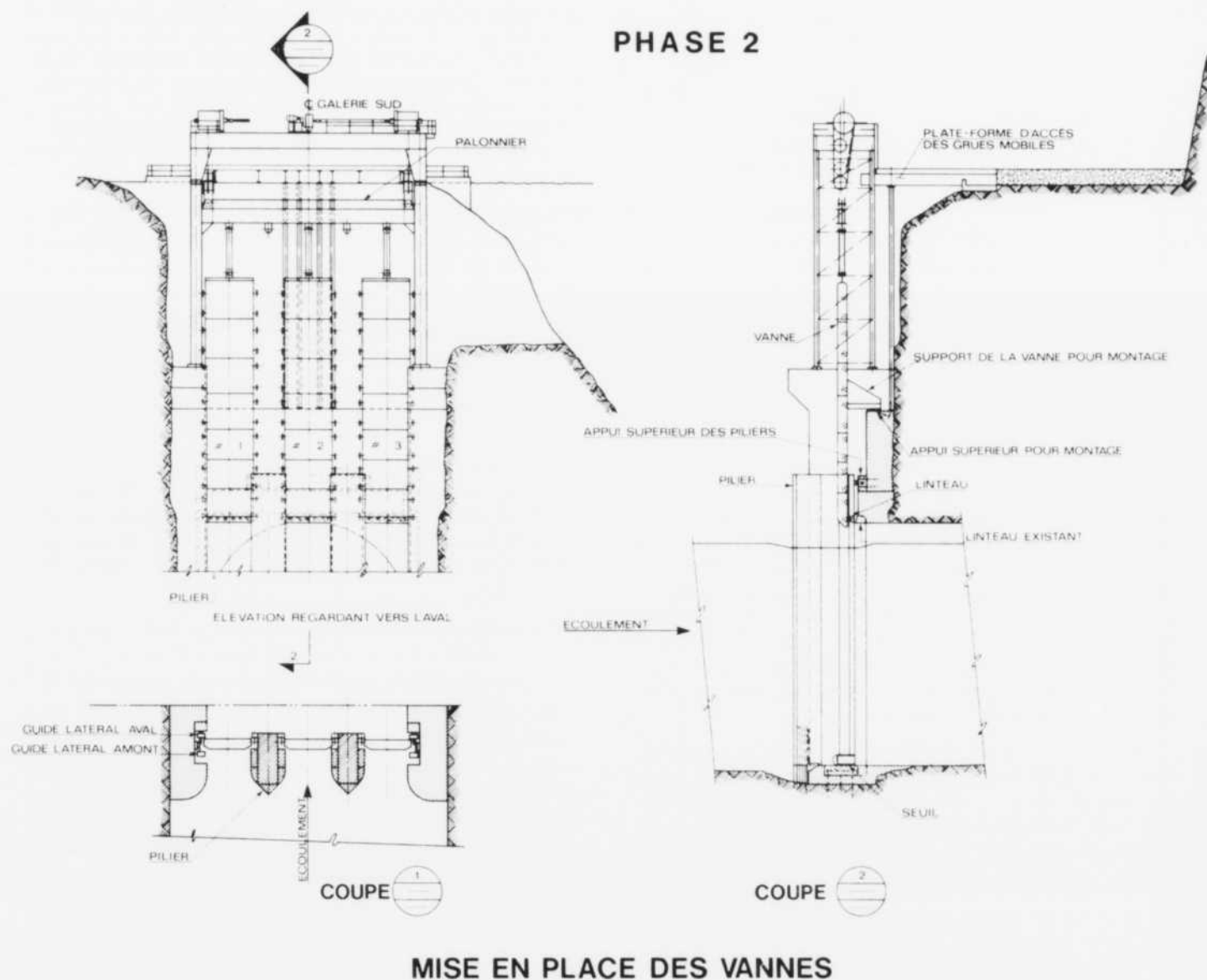


Figure 6

TABLEAU II

Portail modifié sommaire des principales élévations, des dimensions et des poids des éléments du bâti			
Chute au seuil		56.7	m
Élévation du seuil		30.63	m
Élévation du linteau		47.85	m
Élévation de la plate-forme supérieure		73.15	m
Élévation de la plate-forme de forage		52.1	m
Élévation des plates-formes de forage des guides latéraux		41.7	m
-Bâti			
Hauteur des ouvertures	17.22	m	
Largeur des ouvertures	3.35	m	
Débit de fermeture	2830	m ³ /s	
- Pilier			
Profondeur	4.6	m	
Largeur	2.5	m	
Hauteur	21.3	m	
Poids	132	t	
- Guides latéraux			
Hauteur	22.0	m	
Poids	40.7	t	
- Poutre de seuil			
Longueur	15.50	m	
Largeur	1.67	m	
Hauteur	0.76	m	
Poids	21	t	
- Linteau			
Longueur (unité)	3.66	m	
Poids total	6	t	
- Vannes			
Hauteur	17.68	m	
Largeur	4.14	m	
Épaisseur	0.61	m	
Poids (unité)	52	t	
- Palonnier			
Poids	27	t	

Conception

Conditions hydrauliques

L'évaluation des niveaux d'eau pour les diverses phases du projet a été effectuée à partir des données hydrologiques des dix-sept dernières années. Les débits correspondant à une récurrence de 1:20 ans ont été choisis pour l'évaluation de la remontée d'eau et des débits durant le montage, la mise en place et l'ancrage du bâti, ainsi que pour le calcul de la charge hydrostatique sur les vannes après la fermeture. Une récurrence de 1:65 ans fut cependant retenue pour l'évaluation de la charge maximale sur les piliers durant la crue de printemps; cette dernière correspondant à la crue établie pour l'opération des galeries.

Ne disposant d'aucun temps pour procéder à des essais sur modèle et devant utiliser le treuil déjà en cours de fabrication, il a été nécessaire de déterminer, sur une base théorique, les charges hydrodynamiques sur le bâti ainsi que la forme optimale des piliers et du seuil.

Le choix des profils, l'évaluation des forces hydrodynamiques et des forces de traînée furent effectués par la méthode des écoulements à potentiel de vitesse. Les forces hydrodynamiques latérales sur les guides latéraux, de même que les charges d'impact de la glace fu-

rent aussi calculées et une vérification a été effectuée pour s'assurer de l'absence de vibrations dommageables durant la crue de printemps. Les valeurs utilisées pour la conception du bâti sont données au tableau III.

L'intensité de la charge horizontale subie par la poutre de seuil durant la mise en place et l'hypothèse d'une sous-pression sur l'entière profondeur du seuil, conséquence d'une fuite au joint d'étanchéité, ont créé des difficultés. Elles ont été contournées par ajout d'orifices de 30,5 cm de diamètre dans la poutre de seuil à l'aval de la face d'étanchéité des vannes.

Les profils hydrodynamiques retenus pour le nez des piliers et la poutre de seuil sont illustrés à la figure 4.

Conception des équipements

Critères de conception

Comme il est de pratique pour tous les ouvrages temporaires du Complexe La Grande, les contraintes permises, calculées conformément aux exigences de la norme S-16 de l'ACNOR, furent majorées de 17%. Cependant, aucune majoration ne fut admise pour les assemblages boulonnés et les assemblages soudés.

Le bâti a été conçu pour une chute au seuil de 56,7 m d'eau. Toutes les composantes furent vérifiées, les pires conditions de chargement pouvant être rencontrées pendant la mise en place et la crue de printemps.

Les piliers

Considéré comme une poutre sur appuis simples, chaque pilier a été conçu comme tel, négligeant l'influence du béton de remplissage mis en place après l'ancrage des piliers.

Le support supérieur, constitué d'un bloc d'appui lié au dos du pilier au niveau du diaphragme supérieur, transmet la charge à un bloc d'appui encastré dans la poutre de renforcement implantée au-dessus du linteau existant.

La partie inférieure du pilier est, comme il est indiqué plus loin, d'une conception particulière, ce qui assure un comportement semblable à celui d'une rotule partielle lors de la transmission de la charge au bloc de béton, fortement ancré au roc à l'aide de câbles de post-tension.

Tel que montré à la figure 4c, chaque pilier est formé de l'assemblage de deux âmes, de deux semelles, d'une plaque de nez, de deux chemins de roulement et de deux plaques écrans formant six compartiments.

Cinq diaphragmes ont été soudés à l'intérieur des compartiments principaux alors que d'autres furent placés sur la face interne des âmes, les raidissant conformément aux exigences des normes.

Deux colonnes 14 WF 202 furent utilisées comme chemins de roulement sur chaque pilier et raidies vis-à-vis de la position finale des roues afin de supporter leur charge très élevée.

Des profilés en té furent aussi employés pour renforcer la semelle arrière de chaque pilier et résister au moment de flexion induit par la charge aux roues.

Douze tuyaux de 20 cm, prévus sur toute la hauteur des piliers, ont permis de bétonnage sous trémie, le forage des trous des câbles de post-tension et le bétonnage final des compartiments latéraux.

Enfin, un trou d'accès prévu dans chaque diaphragme et une échelle installée dans chaque pilier ont permis le bétonnage secondaire de même que l'installation et la mise en tension des câbles.

Les guides latéraux

Chaque guide latéral comprend un guide amont et un guide aval. Ils ont pour but de renforcer la poutre de seuil face aux forces hydrodynamiques ascendantes, de guider latéralement les vannes et transmettre la charge des roues aux pièces encastées existantes.

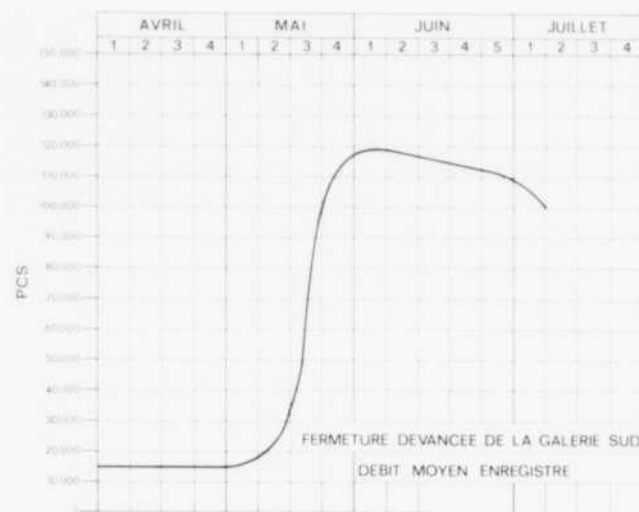
Le manque d'espace dans les rainures existantes et la résistance réduite aux charges latérales des pièces encastées en place ont posé certains problèmes de conception.

Le premier problème a été résolu en introduisant un support intermédiaire sur les guides latéraux. Ceci permet une diminution de la section module requise, en réduisant la déflexion causée par le différentiel de pression sur les guides latéraux, soumis à un grand débit sur l'une de leurs faces et supportant la totalité de la chute hydrostatique sur la face opposée.

Le second problème rencontré concerne le déplacement latéral des guides aval sous la charge hydrostatique

que après la fermeture des vannes. Ce déplacement, induisant des efforts latéraux sur les guides aval, a été résolu en provoquant artificiellement, à l'aide d'un système de vérin, une prédéformation correspondant au fléchissement sous la charge hydrostatique finale.

Enfin, une vérification fut effectuée pour s'assurer de l'absence de toute vibration nuisible pouvant être engendrée par la turbulence de l'eau dans les rainures.



La poutre de seuil

La poutre de seuil s'étend sur l'entière largeur de la galerie. Elle est boulonnée aux guides latéraux et aux piliers.

La poutre de seuil a été conçue pour transmettre aux pièces encastrées la charge horizontale due à la force de traînée pendant la mise en place et avant l'ancrage du bâti. De plus, elle fut conçue comme une poutre sur appuis multiples pour s'opposer à la force ascendante rencontrée pendant la crue de printemps.

Les dimensions de la poutre de seuil et la forme du nez résultent d'un compromis entre l'intensité de la force de traînée et celle de la force ascendante. Elles résultent aussi du fait qu'il fallait interrompre ses plaques supérieures et inférieures face aux piliers pour la mise en place de béton sous trémie et l'usage de la surface totale du caisson principal pour résister à la force de compression et de cisaillement.

Un joint d'étanchéité de type en « J » fut employé pour assurer l'étanchéité du contact entre seuils nouveau et existant.

Ce joint d'étanchéité en « J » est interrompu vis-à-vis de chaque pilier, pour faire place à un bloc d'appui constitué d'une lame de caoutchouc collée entre deux plaques d'acier. L'usage de ce bloc a été dicté par la volonté de réduire au minimum l'effet de cet appui sur la position du point de rotation du pilier et sur la translation de l'acier dans le béton.

Le linteau

Tel que mentionné précédemment, le linteau en trois morceaux était conçu pour la chute hydrostatique, la charge axiale et le moment de flexion induit par les guides aval.

La face amont du linteau est légèrement incurvée vers l'intérieur de la galerie, facilitant l'écoulement, alors qu'un joint d'étanchéité a été prévu pour assurer un contact étanche avec le linteau existant.

Faisant partie d'une ferme temporaire dans le plan vertical, le linteau a été calculé pour supporter la charge imposée.

Contreventement horizontal et ancrages de glace

Un contreventement horizontal a été implanté dans le bâti pour résister au couple de torsion induit par la glace venant le frapper ou par un déséquilibre de la charge d'eau sur les piliers durant la mise en place du bâti et avant leur ancrage. Ce contreventement, placé aussi bas que possible sur le bâti, reste toutefois au-dessus du niveau de l'eau afin de pouvoir être enlevé avant la crue de printemps.

Les palplanches

La forme du seuil existant et l'absence d'information sur le profil exact du roc à l'amont du seuil ont entraîné certains problèmes pour le contact des piliers avec le fond et nécessité une conception spéciale.

Du boyau caoutchouté de trois pouces a été utilisé pour obturer l'espace entre les piliers et les faces horizontales du seuil existant, alors que des palplanches de

formes différentes étaient prévues sur la partie avant des piliers afin d'en fermer l'espace et de réduire à un taux acceptable le débit d'eau sous les piliers.

Les palplanches furent soudées par points aux piliers pour l'opération de mise en place. Ces soudures devaient par la suite être rompues par l'impact d'une tige de 21,5 m de longueur et d'un diamètre de 63,5 mm tombant d'une hauteur de 1,5 m. Ce système s'est avéré inadéquat car apparemment des palplanches ne se sont pas rendues jusqu'au fond. De l'avis de certains, un système plus positif tel qu'un système à vis pour chaque palplanche aurait donné de meilleurs résultats, évitant le flambage et le blocage qui se sont probablement produits.

Le palonnier

Sept points d'attache prévus sur le palonnier ont permis de s'en servir pour la mise en place du bâti et la fermeture simultanée des vannes de la galerie sud.

Durant la descente du bâti, celui-ci était supporté par deux attaches reliées aux piliers par des poutres d'équilibrage. Deux attaches supplémentaires furent implantées aux extrémités du palonnier pour reprendre directement une charge éventuelle de blocage. Ces attaches supplémentaires avaient un léger jeu devant disparaître lors d'un léger fléchissement du palonnier dû à un blocage. Cet agencement, choisi pour réduire le poids et la dimension du palonnier à une valeur acceptable, ne réduisait en rien la sûreté de l'ouvrage.

Trois crochets avaient été prévus sur le palonnier pour la descente des vannes avec un mécanisme opéré manuellement pour les désengager du palonnier lors de sa récupération.

Le palonnier était guidé par les guides latéraux existants et pouvait être suspendu à la structure du treuil pour son installation.

Les vannes

Les trois vannes prévues pour la fermeture finale de la galerie sud étaient identiques et constituées, chacune, de sept modules équipés de deux paires de galets. Un diaphragme vertical central s'étendait sur toute la hauteur des vannes alors que les poutres d'extrémités étaient interrompues entre chaque module, afin de donner aux vannes une certaine flexibilité et leur permettre de suivre le fléchissement des piliers sous la charge hydrostatique.

Chaque vanne comporte une plaque écran et un joint d'étanchéité aval. Le levage s'effectue par un point unique et le guidage se fait latéralement sur les piliers ou sur un pilier et un guide latéral.

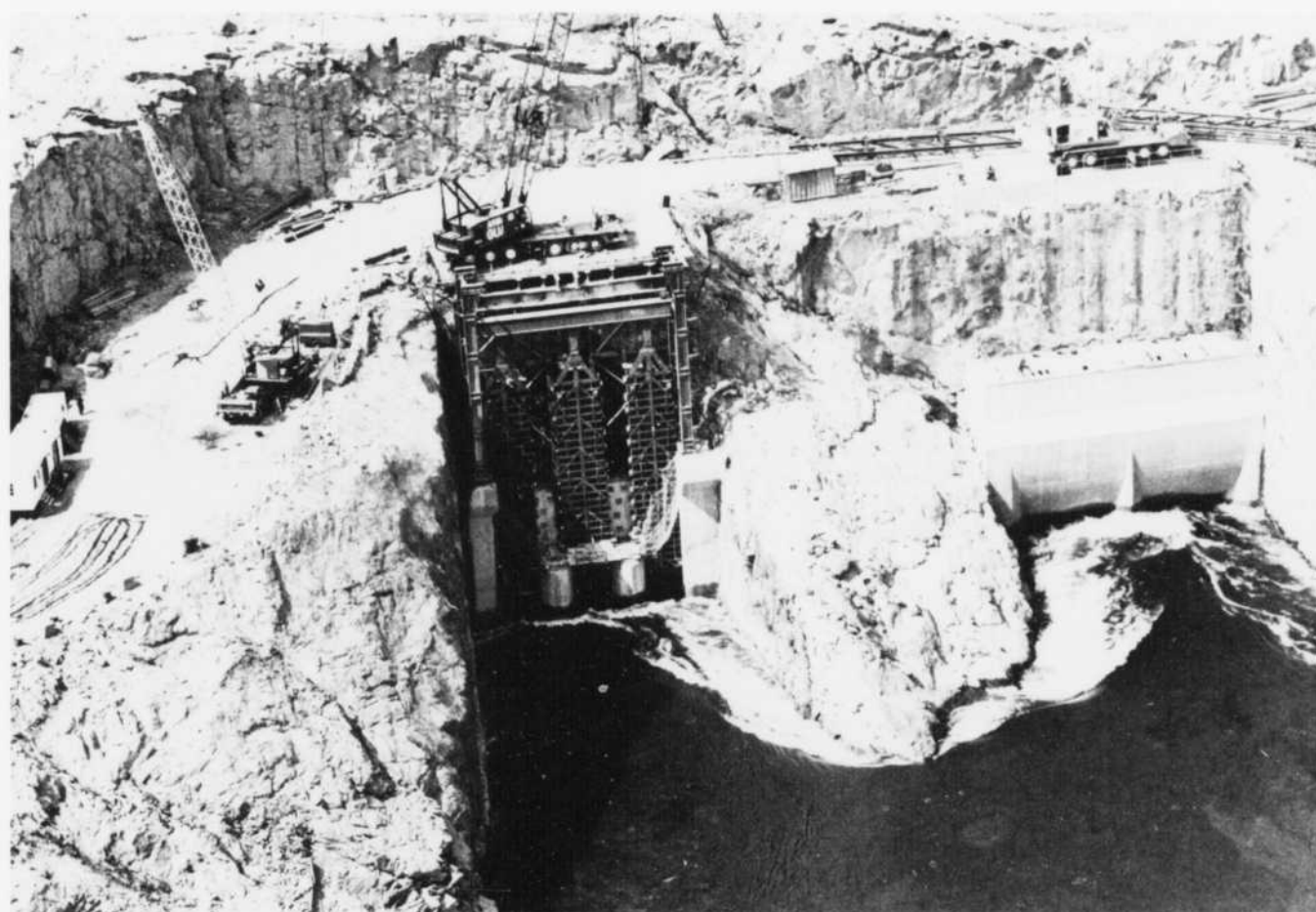
Le treuil

La construction du treuil de 390 t était presque achevée aux ateliers de Canron Limited quand la décision a été prise de devancer la date de fermeture. Sa puissance étant suffisante, il a été terminé et a satisfait au test de calage du moteur, avec chargement égal des deux côtés.

Un limiteur de surcharge fut toutefois ajouté sur chaque tambour pour protéger le palonnier contre tou-

TABLEAU III

	Conditions hydrauliques			
	Mise en place du bâti	Crue de printemps	Durant la fermeture des vannes	Après la fermeture des vannes
Élévation du seuil	29.87 m	29.87 m	29.87 m	29.87 m
Niveau d'eau amont	38.4 m	76.8 m	46.3 m	86.6 m
Débit dans la galerie sud	566 m ³ /s	2944 m ³ /s	1217 m ³ /s	— —
Vitesse à travers l'ouverture	8 m/s	20 m/s	8 m/s	— —
Trainée maximale	145.5 t (bâti)	127.3 t (seuil seul)	— —	— —
Force descendante maximale	18.0 t (bâti)	— —	— —	— —
Force ascendante maximale	41.0 t	227.0 t	— —	— —
Impact de glace :				
— impact latéral :				
comp. longitudinale	— —	245.0 t	— —	— —
comp. transversale	— —	295.0 t	— —	— —
— impact frontal	— —	345.0 t	— —	— —



Installation des trois vannes pour la fermeture de la galerie sud.

te surcharge durant la mise en place du bâti et advenant le blocage de la vanne centrale. Le limiteur de surcharge se composait d'un vérin hydraulique calibré et placé à l'extrémité d'une poutre formant un bras de levier sur lequel était attaché le câble mort du treuil qu'il devait arrêter automatiquement en cas de charge excessive.

Conception des structures

Les travaux de génie civil nécessaires à la fermeture devancée de la galerie comportaient le renforcement des structures existantes et l'ancrage des piliers.

Renforcement des structures existantes

Des travaux de renforcement des structures existantes durent être effectués au portail d'entrée pour augmenter sa résistance face à une chute hydrostatique plus importante et l'application d'une charge concentrée due à la partie supérieure des piliers.

Des tiges d'ancrage inclinées vers le haut ont été placées dans la face rocheuse, au-dessus de l'entrée de la galerie sud et la hauteur du linteau existant fut augmentée de 6 m. Finalement, des plaques d'appui ont été encastrées pour le support de la partie supérieure des piliers et celui des supports de montage.

Des boulons d'ancrage furent aussi ajoutés à la partie supérieure des structures latérales existantes, leur permettant de résister aux sous-pressions plus élevées qui se produisaient après la fermeture des vannes.

Ancrage des piliers

Un système de poutres de cisaillement, spécialement conçu pour la transmission des charges des piliers aux blocs de béton ancrés au fond, permet à l'ensemble acier-béton de travailler comme une rotule partielle afin d'éviter le développement de moments d'encastrement importants qui rendaient l'ancrage difficile.

Le système comporte deux diaphragmes horizontaux soudés aux âmes principales et des plaques verticales soudées aux diaphragmes de façon à former des poutres transmettant la charge du pilier au béton. Les semelles ont toutefois été interrompues à quelques pouces des âmes principales pour donner une certaine flexibilité aux diaphragmes afin qu'ils puissent se déformer plastiquement avec une faible rotation du pilier sous la charge hydrostatique. Des ouvertures allongées, pratiquées dans les diaphragmes, permettent une certaine continuité dans le béton et laissent un passage pour les câbles de post-tension.

Fabrication et expédition

Le bâti

Afin de respecter l'échéancier très serré, imposé par la nécessité de compléter l'installation et l'ancrage du bâti avant la crue de printemps, les concepts de base suivants ont été adoptés :

- des équipes exclusives de conception, de dessin et de fabrication ont été mises sur pied ;
- le travail devait être conçu avec des matériaux disponibles en stock ou avec des matériaux facilement

disponibles de sources nord-américaines pouvant facilement être approvisionnées ;

- aucun procédé de fabrication inhabituel ne devait être utilisé ;
- le cheminement normal des communications entre l'usine et l'ingénierie fut modifié pour accélérer l'échange des informations.

La technique normale d'établissement des dessins d'atelier fut abandonnée en faveur de celui de dessins pour chaque pièce procurant un meilleur usage du temps disponible.

Les procédures d'expédition et de montage furent étudiées simultanément pendant les activités de conception, de dessin et de fabrication des équipements, en fonction des contraintes de charge maximale de manutention au chantier par deux grues mobiles de 200 t et en cours de transport par seulement trois wagons spéciaux surbaissés disponibles au Canada. Lorsque les deux piliers furent prêts pour expédition, leur poids calculé était de 132 t chacun, ce qui fut jugé satisfaisant.

Les vannes

Bien qu'un peu moins contraignant que celui du bâti, l'échéancier de conception et production des vannes était très serré, étant donné qu'elles devaient être installées au chantier et être prêtes pour la fermeture vers le 15 juillet 1978.

La fabrication des vannes fut exécutée avec célérité pendant l'ancrage des piliers et elle fut terminée au début de juin.

Étant relativement étroites et légères, les vannes furent ajustées et assemblées en usine, puis expédiées au chantier après ajustement des joints d'étanchéité.

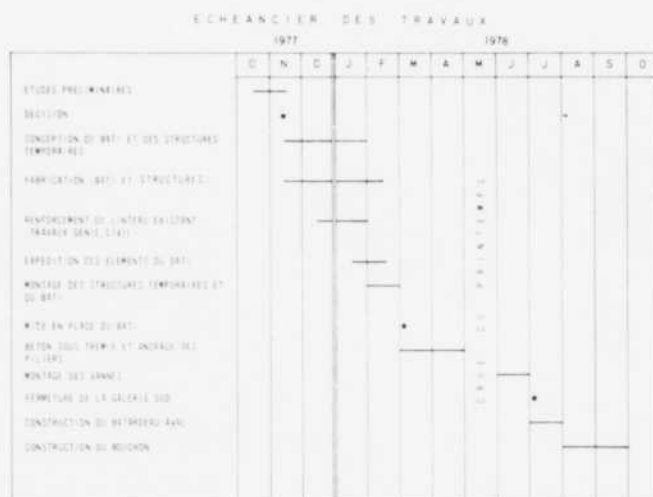


Figure 9

Construction au chantier

Travaux préliminaires de génie civil

L'ajout de boulons d'ancrage dans le roc et le bétonnage du linteau débutèrent à la fin décembre et furent terminés à la fin janvier 1978. L'abri de polyéthylène,

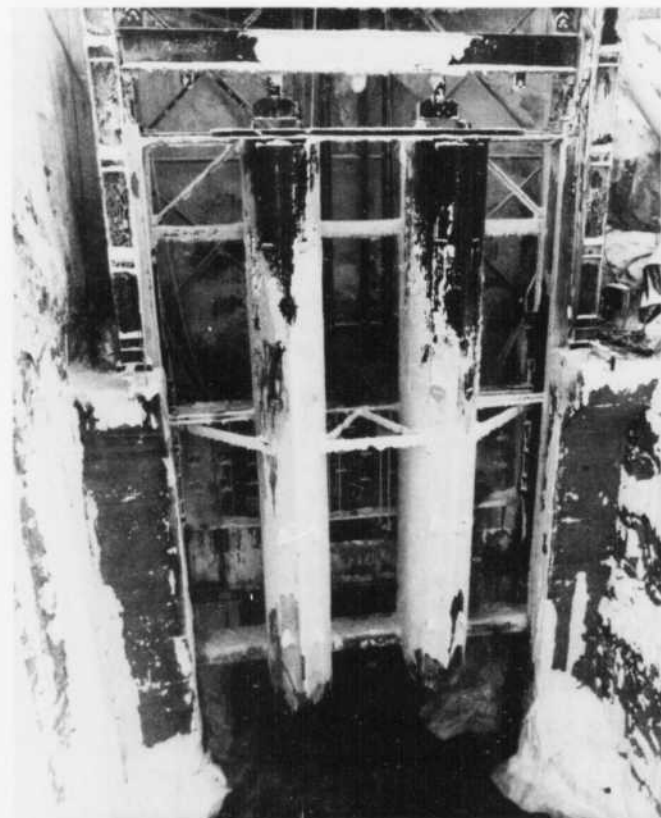
prévu sur la plate-forme temporaire suspendue au-dessus de l'entrée de la galerie sud, permit de forer, positionner et sceller par injection les ancrages de même que compléter le bétonnage sur 6 m de hauteur dans un laps de temps très court par des températures aussi basses que -40°C .

Montage du bâti

L'assemblage du bâti a dû se faire à sec, avant sa mise en place sur le seuil existant immergé dans 8 m d'eau, étant donné le fort courant existant à l'entrée de la galerie.

La poutre de seuil a été la première pièce à être suspendue dans les rainures de vannes. Les piliers ont été par la suite abaissés un à un et positionnés au-dessus de l'ouverture de la galerie. Par la suite, chaque pilier, équipé d'un support de suspension, a été suspendu sur la corniche de béton construite sur la face du portail d'entrée. Le seuil fut relevé jusqu'à ce qu'il s'adapte aux piliers et boulonné à ceux-ci. Les guides latéraux, les linteaux et les contreventements ont été ensuite mis en place et boulonnés pour compléter le bâti pesant 377 t.

Le palonnier installé, on procéda à la mise en place du treuil. Le tout a été terminé à temps pour la descente du bâti qui eut lieu le 2 mars 1978.



Conçu et fabriqué en un temps record, assemblé dans des conditions de froid extrême au-dessus de l'écoulement de la galerie, le bâti est prêt pour la mise en eau.

Ancrage des piliers

Le bâti ayant été mis en eau et les palplanches abaissées, de la vapeur fut injectée dans les compartiments principaux pour réchauffer l'eau et faciliter ainsi la prise rapide du béton sous trémie.

À la température de 7°C dans les compartiments principaux, la mise en place du béton sous trémie a débuté dans les compartiments latéraux afin de créer un mur isolant. Mais il devint vite évident qu'un important volume de béton coulé avait été emporté dans la galerie et que probablement les palplanches n'avaient pas été descendues comme il le fallait.

Il fut alors décidé d'envelopper d'une feuille de tissu plastifié le bas de la trémie afin de permettre une accumulation suffisante de béton dans le tuyau avant l'enlèvement du bouchon, ce qui fut fait. Le béton sous trémie put alors être mis en place avec succès. On a cependant remarqué que le béton, contrairement à la séquence prévue, avait réussi pénétrer dans le compartiment principal jusqu'à l'élévation 30,8 m. Cet écart ne causa cependant aucun problème et il a été possible d'assécher les piliers sept jours plus tard quand le béton eut atteint une résistance de 6,9 MPa.

Suite à l'assèchement des piliers, une dalle de béton de 1,3 m d'épaisseur a été coulée à sec sur le béton sous trémie et le forage de trous a commencé lorsque la foreuse fut installée sur la plate-forme située sur le dessus des piliers. Des inspections visuelles effectuées sur les carottes de forage ne révélèrent la présence de tissu plastifié que dans un des vingt-quatre trous. Ces résultats ayant été interprétés comme une preuve suffisante de la qualité du coefficient de friction entre les seuils existant et nouveau, les travaux purent être poursuivis sans modification de la capacité des piliers.

Les câbles de post-tension furent émis en place lorsque le colmatage des trous d'ancrage fut terminé. Ces câbles, d'une longueur de 18 m et d'une capacité de 4500 kN chacun, furent injectés sur une longueur de 13,7 m avant leur mise en tension.

Cette mise en tension des câbles fut effectuée en deux phases pour charger graduellement les plaques d'appui de 1,5 m x 3,5 m. Cette opération a été réalisée à l'aide d'un vérin hydraulique descendu à la base du pilier.

L'ancrage des piliers terminé, les contreventements furent enlevés afin de n'avoir aucune obstruction au passage de la glace et les piliers furent bétonnés jusqu'en haut. Les plates-formes de travail furent enlevées, ce qui compléta le travail requis avant la crue de printemps.

Montage des vannes

Arrivées au chantier vers la fin juin, les trois vannes furent levées à l'aide d'une grue mobile de 200 t et suspendues au-dessus du linteau. Les trois vannes ont été reliées au treuil de 390 t par le palonnier.

Le 11 juillet, le treuil était remis en service et les vannes libérées de leur point de suspension. Des rubans à mesurer furent attachés à chaque vanne et à chaque extrémité du palonnier, afin de permettre la surveillance de la descente des vannes à partir de la

plate-forme du treuil et de déceler tout blocage des vannes pendant la descente. Le programme était respecté. La fermeture sud fut donc déclarée « complétée ».

Conclusion

La décision de la SEBJ de procéder aux travaux nécessaires pour le début du remplissage du réservoir vers la fin novembre 1978 a permis de devancer au 27 novembre 1979 la mise en service commerciale des deux premières turbines de la centrale. La fermeture réussie de la galerie sud le 12 juillet a permis de réaliser un pas de géant dans le programme des travaux de cette mise en service.

La mise en œuvre, en un temps record, du concept de fermeture a demandé une rationalisation qui a permis de maximiser les méthodes de conception, de fabrication et de construction en fonction du but principal qui était celui d'obturer avec sécurité la galerie sud. Même si cette méthode de fermeture est unique et a été spécifiquement conçue pour LG-2, elle pourrait être avantageusement considérée pour d'autres projets ayant un échéancier plus généreux si les conditions s'y prêtent.

L'envergure des travaux réalisés dans des conditions difficiles tant au point de vue de l'atelier que du chantier, est bien illustrée par les données statistiques présentées au tableau IV ci-après.

La gérance de la SEBJ a misé sur sa grande confiance dans les capacités de son personnel, ses ingénieurs-conseils et ses entrepreneurs. Il s'avère, par le succès atteint, qu'une équipe aux talents et ressources diversifiées à qui on a octroyé sa confiance et les moyens nécessaires, décroît rarement dans la poursuite de ses objectifs. 

TABLEAU IV

	Statistiques		
	Phase 1 5 mois	Phase 2 3 mois	Total 8 mois
Heures-Hommes			
Ingénierie	8,900	3,500	12,400
Atelier	35,000	15,000	50,000
Chantier	57,000	3,900	60,900
Volume de béton (m³)			
Trémie	38	—	38
Secondaire	20	—	20
Poutre	200	—	200
Remplissage	315	—	315
Tonnage d'acier d'armature	15.5	—	15.5
Acier de structure	500	156	656
Ancrages (m)			
Rocher	1,000	100	1,100
Post-tension	—	370	370
Forage (m)	1,000	470	1,470

NOTES

- 1- Cet ouvrage s'est vu accorder un prix de mérite de l'Association des Ingénieurs Conseils du Canada, le premier novembre 1979, lequel fut remis par le Gouverneur-général du Canada.
- 2- Le 28 novembre 1978 s'effectuait la fermeture définitive de la dérivation de LG-2 par la descente successive de deux vannes-wagons au portail amont de la galerie nord. Munies de roues escamotables à une charge prédéterminée, les vannes étaient conçues pour une chute au seuil de 130 m et avaient une masse respective de 240 t. C'était le début du remplissage du réservoir de LG-2, étape préliminaire à la mise en marche des premières turbines.



GEOPHYSIQUE G.P.R. INTERNATIONAL INC.

EXPÉRIENCE MONDIALE EN GÉOPHYSIQUE

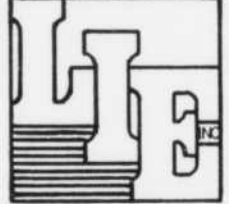
- Reconnaissance et évaluation des sites
- Géologie de l'ingénieur et mécanique du roc
- Planification des sautages et contrôle de vibrations
- Etude pour des ouvrages anti-tremblement de terre

- Environnement et hydrogéologie
- Levés géophysiques marins
- Géophysique aéroportée
- Exploration minière et pétrolière

894 RUE FRONT, LONGUEUIL, P.Q., CANADA J4K 1Z7 (514) 679-2400 — TELEX 055-60495
VANCOUVER — CALGARY — MONTREAL — VAL D'OR — ST-JEAN, T.N.

LABORATOIRE D'INSPECTION & D'ESSAIS INC.

Géotechnique / Contrôle Qualitatif
SONDAGES - ETUDES / 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

Événements à venir

Offres d'emploi

Offres d'emploi

La firme d'ingénieurs-conseils **LECLAIR, RIEL, DIONNE, OLECH-NOWICZ & ASSOCIÉS** est à la recherche d'un

Ingénieur en mécanique

qui aura à diriger un groupe de techniciens et de dessinateurs. Le candidat sera diplômé en génie mécanique — option bâtiment (HVAC), et aura acquis un minimum de huit (8) années d'expérience. Salaire à discuter.

Les personnes qui veulent poser leur candidature peuvent s'adresser à :

Leclair, Riel, Dionne, Olechnowicz & Ass.
a/s Monsieur L. Leclair, ing.
3461 est, boul. Gouin, suite 510
Montréal, Québec
H1H 1B2
Tél : (514) 325-1280

QIT — FER ET TITANE inc., le chef de file dans l'industrie minière et métallurgique, est à la recherche d'un

Ingénieur de procédés

qui sera responsable de projets de développement et d'amélioration des procédés de traitement, de la manutention de la fonte, du procédé d'injection d'agents chimiques et des opérations de la mise en gueuses. Le procédé métallurgique de QIT est unique en son genre.

Le candidat sera diplômé en génie mécanique ou chimique/métallurgique/ou autre, membre en règle de l'Ordre des Ingénieurs du Québec, et il aura acquis 3 ans d'expérience dans un milieu industriel. Le salaire est à discuter et une gamme complète d'avantages sociaux est offerte.

Les personnes intéressées peuvent soumettre leur candidature en prenant bien soin d'indiquer le no du dossier **42-6** et en envoyant leur curriculum vitae à :

QIT — Fer et Titane Inc.
Service des ressources humaines
Case postale 560
Sorel, Québec J3P 5P6
Tél : (514) 742-6671, poste 243

La compagnie **LES ATELIERS D'INGÉNIERIE DOMINION LTÉE**, chef de file dans la conception et la fabrication des turbines hydrauliques, désire obtenir les services d'un

Ingénieur des ventes

afin de promouvoir et coordonner la vente des turbines hydrauliques auprès des ingénieurs-conseils et des compagnies d'électricité.

Le candidat devra être diplômé en génie mécanique ou civil et avoir acquis de 2 à 4 années d'expérience dans le domaine de la vente et du marketing. Lieu de travail : **au Québec et dans les autres provinces**. Salaire à discuter.

Les personnes intéressées sont invitées à soumettre leur candidature en s'adressant à :

Les Ateliers d'Ingénierie Dominion Ltée
a/s Monsieur Edmond Nahmias
C.P. 220
Montréal, Québec H3C 2S5
Tél : (514) 634-3411 — poste 458

EONIZER Inc., une entreprise spécialisée dans le traitement des métaux contre la corrosion, est à la recherche d'un

Directeur de production

ayant la capacité de travailler à l'élaboration d'un programme d'expansion corporatif et sous licence devant se réaliser au Québec, aux États-Unis et à l'étranger. Le candidat choisi sera responsable de l'optimisation des unités de production (ateliers), de la sélection et de l'amélioration des équipements. Il devra aussi travailler à la formation du personnel (participation aux politiques de gestion du personnel), au contrôle de la production (spécifications techniques, organisation de la production, contrôle des coûts et de la qualité) et à la gestion des ateliers (formation des gérants, systèmes, contrôle).

Le candidat doit être diplômé en génie industriel et avoir acquis environ trois (3) ans d'expérience. Salaire à discuter.

Les personnes intéressées peuvent soumettre leur candidature en s'adressant à :

Eonizer Inc.
Antirouille de qualité
a/s Monsieur André J. Héon
président
6800 ouest, rue Saint-Jacques
Montréal, Québec
H4B 1V8
Tél : (514) 483-2333

La firme d'ingénieurs-conseils **GENDRON, HORVATH, LEGAULT ET ASSOCIÉS** est à la recherche d'ingénieurs pour les postes suivants :

Ingénieur en mécanique du bâtiment

pour participer à la réalisation de projets dans les domaines institutionnel, commercial et industriel. Lieu de travail : **Montréal**. Une expérience pertinente de 2 à 5 ans est exigée.

Ingénieur électricien

Le candidat choisi sera responsable de la division électricité et participera à la conception, au design, à la préparation des dessins et des devis ainsi qu'à la coordination entre clients et architectes. Lieu de travail : **Montréal**.

Une expérience pertinente de 5 à 10 ans est exigée.

Pour ces deux postes, le salaire correspondra à l'expérience des candidats. Une gamme complète d'avantages sociaux est offerte.

Les personnes qui désirent poser leur candidature peuvent le faire en s'adressant à :

Gendron, Horvath, Legault et associés
a/s Monsieur Marcel D. Legault
276 rue Saint-Jacques, bureau 725
Montréal, Québec H2Y 1N3
Tél : (514) 281-1675

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

Hiro a appris que MIRON c'est du solide

HIRO: Ceux qui le connaissent préfèrent ne pas le rencontrer la nuit. On raconte qu'il pouvait casser n'importe quoi. C'était vrai... jusqu'à ce qu'il se soit confronté à une dure réalité: un bloc de béton fabriqué dans les usines ultra-modernes de Miron.

Le bloc s'en est tiré sans une égratignure. Hiro, pour sa part, en a pris pour son rhume. Il a appris à respecter les blocs Miron.



2201 est Boul. Crémazie
Montréal, P.Q. H1Z 2C1
Tél.: (514) 376-2020

Événements à venir

CONGRÈS ANNUEL DE L'ASSOCIATION DES ROUTES ET TRANSPORTS DU CANADA

La date : du 29 septembre au 2 octobre 1980
L'endroit : Hotel Royal York, Toronto, Ontario.

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec :

Monsieur W.H. Yeates/
 ou Monsieur Gilbert Morier
 ARTC
 1765 boul. Saint-Laurent
 Ottawa, Ontario K1G 3V4
 Tél : (613) 521-4052

COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA PLANIFICATION DES RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

La date : du 29 septembre au 2 octobre 1980
L'endroit : Tour Olivier de Serres, 78 rue Olivier de Serres, Paris 15^e, France

Ce colloque donnera aux exploitants et aux chercheurs travaillant dans le domaine l'occasion d'un échange de vues approfondi sur les progrès accomplis dans différents pays. Centré sur les résultats pratiques utiles pour le planificateur, le colloque abordera aussi les aspects plus généraux et théoriques de l'aide à la conception de réseaux.

Pour plus de renseignements, veuillez contacter le :

Secrétariat général du Colloque international sur la
 Planification des réseaux de télécommunications
 11 rue Hamelin
 75783 Paris Cedex 16, France
 Tél : (33) 1.505.14.27

12 BI-MU LA BIENNALE DE LA MACHINE-OUTIL

La date : du 4 au 11 octobre 1980
L'endroit : Quartier de la Foire de Milan, Italie

Organisée par CEU (le Centre des Expositions UCIMU) en collaboration avec Ente Fiera Milano, sous les auspices de UCIMU (Union des Constructeurs Italiens de Machines-Outils), cette foire se propose d'aborder les thèmes technologiques qui caractériseront les années '80 en présentant plus de 5000 machines-outils « sous le signe de la productivité ».

Pour des renseignements additionnels, communiquez avec :

Ufficio Stampa 12 BI-MU
 viale Fulvio Testi, 128
 20092 Cinisello B., Italia
 Tél : (02) 2497

L'INGÉNIEUR/JUILLET-AOÛT 1980

Avez-vous pensé au système de bâtiments Bernard?

Les bâtiments préfabriqués selon le système BERNARD sont constitués d'éléments normalisés en acier reconstitué, fabriqués en usine puis assemblés sur le site selon des plans tracés à l'aide de l'ordinateur. L'alliance de l'ordinateur et de l'usinage élimine presque entièrement les risques d'erreur humaine. Les bâtiments BERNARD vous offrent:

- sécurité et solidité
- économie de temps et d'argent
- facilité d'agrandissement

A partir des modèles de base, toute une variété d'éléments de structure permet de répondre aux impératifs les plus spécifiques; les marquises et les recouvrements extérieurs divers procurent une apparence attrayante et distinctive.

Faire installer un bâtiment où l'on passera peut-être autant de temps que dans sa demeure, ce n'est pas une mince affaire.

Pour un choix éclairé, demandez la brochure de présentation du système de bâtiments BERNARD.

Le système de bâtiments BERNARD vous rejoint partout grâce à ses franchises, un réseau d'entrepreneurs choisis pour leur compétence.



Beauce-Bellechasse
 Les Entreprises
 Jean-Guy Trahan Ltée
 (418) 883-2040

Matane - Gaspésie
 Bas St-Laurent - Gaspésie
 Germain Bélanger & Frères Inc.
 (418) 562-1620

Carleton - Gaspésie
 Les Entreprises J. M. Boudreau Inc.
 (418) 364-3105

Hull - Outaouais
 Constructions Romain Brunet Ltée
 (819) 770-3400

Nicolet - Bécancour
 Construction René Courchesne Inc.
 (819) 293-5414

Vaudreuil - Soulanges
 Médard Gauthier Construction Ltée
 (514) 455-4089

Sherbrooke - Cantons de l'Est
 Marc Grenier Inc.
 (819) 566-6946

St-Hyacinthe et Drummondville
 Construction Rénovation
 J.D.M. Inc.
 (514) 546-2414

Dolbeau - Saguenay-Lac St-Jean
 Adélaïde Ouellet & Fils Inc.
 (418) 276-2116

Mirabel - Laurentides
 Construction Coursol Inc.
 (514) 475-8048

Rimouki - Bas St-Laurent
 Construction Moco Ltée
 (418) 723-6249

Amos - Nord-Ouest
 Construction Gaston Proulx &
 Frères Inc.
 (819) 732-6949

Shawinigan - Mauricie
 Les Constructions Jacques
 St-Onge Inc.
 (819) 537-9491

Rive Sud - Montréal
 Les Bâtiments
 Jean-Paul Tremblay Inc.
 (514) 676-1362

Pour tout autre renseignement:

BÂTIMENT PRÉFABRIQUÉ BERNARD LTÉE,
 600, boul. de l'Industrie,
 Route 20, Transcanadienne,
 Beloeil, Québec J3G 4S5
 Tél.: (514) 467-6521 Téléc.: 05-25239





...et son orientation

Ce qu'elle est...

- Une revue publiée six fois l'an, ayant un tirage certifié de plus de 10 000 exemplaires en circulation au pays et à l'étranger.
- La plus importante revue d'ingénierie de langue française en Amérique du Nord — publiée depuis 1915.
- Le reflet des réalisations de l'ingénierie québécoise au pays et à l'étranger.
- Le point de rencontre des dernières innovations technologiques.

À qui elle s'adresse...

- À la plupart des ingénieurs oeuvrant dans les différentes sphères d'activité économique, notamment :
 - les industries manufacturières
 - les bureaux d'ingénieurs-conseils
 - les organismes gouvernementaux et publics
 - les institutions d'enseignement collégial et universitaire.

Ce qu'elle vous offre...

- La revue L'INGÉNIEUR est un outil unique de communication avec les ingénieurs du Québec, du Canada et de l'étranger. Elle vous permet :
 - d'atteindre un potentiel de plus de 20 000 ingénieurs au Québec;
 - de faire connaître votre produit auprès d'une clientèle spécialisée;
 - d'avoir accès aux plus importants marchés.

Au pays

- projets d'immobilisations
- projets de développements hydro-électriques
- programmes de modernisation de l'industrie

À l'étranger

- le Québec est un grand exportateur d'ingénierie à travers le monde.

Renseignements divers...

- Statistiques fournies par l'Ordre des ingénieurs du Québec inventoriant les 20 000 ingénieurs du Québec par spécialité

	approximativement
- génie civil	25%
- génie chimique	10%
- génie électrique	25%
- génie mécanique	25%
- autres spécialités	15%
	100%

- La revue L'INGÉNIEUR est membre en règle du Canadian Circulation Audit Board (CCAB).

La revue L'INGÉNIEUR est publiée sur une base bimestrielle et tirée à environ 10 000 exemplaires dont 85% sont distribués au Québec. Depuis sa création en 1915, sous l'appellation "revue trimestrielle canadienne", par l'Association des Diplômés de Polytechnique (ADP), la revue a évolué de façon continue; c'est en 1955 que le nom L'INGÉNIEUR lui est consacré.

Rappelons que les principaux objectifs de L'INGÉNIEUR sont :

- maintenir un lien entre les différents corps professionnels francophones reliés de près ou de loin aux travaux de génie;
- permettre un échange de connaissances sur des études, des constructions ou des réalisations de projets d'intérêt général;
- faire connaître aux ingénieurs les différentes réalisations dans le domaine du génie au Québec;
- sensibiliser les ingénieurs aux différents aspects du défi technologique québécois et des besoins actuels et futurs;
- traiter de l'aspect humain du génie et de ses contraintes économiques et autres dans le respect de l'environnement.

Le Comité de rédaction



Campus de l'Université de Montréal,
a/s École Polytechnique
case postale 6079, succursale "A",
Montréal, Québec H3C 3A7

Carte d'ABONNEMENT

Je désire m'abonner à la revue bimestrielle
L'INGÉNIEUR (février, avril, juin, août, octobre, décembre).

Abonnement (1 an): Canada \$10
Pays étranger 12
Vente à l'unité: 2

Pour classification

Occupation
Genre d'entreprise
Téléphone (.....)

* ☐ Nom
Adresse personnelle App.
Ville Code postal

* ☐ Nom de l'entreprise
Adresse de l'entreprise Suite
Ville Code postal

* Veuillez S.V.P. indiquer par un "X", à quel endroit vous préférez recevoir la revue "L'INGÉNIEUR"

- ☐ Chèque inclus
☐ Mandat poste

Signature

Si vous êtes déjà abonné(e), veuillez ne pas tenir compte de cette offre.

S.V.P. Retourner cette carte avec votre paiement à l'ordre de "L'INGÉNIEUR"

(Événements à venir, suite)

8^e CONGRÈS INTERNATIONAL AVEC EXPOSITION D'INSTRUMENTATIONS ET D'AUTOMATISATIONS INTERKAMA 80

La date : les 8 et 9 octobre, ou les 13 et 14 octobre (le congrès aura lieu deux fois).

L'endroit : Parc des expositions Centre des Congrès de la Foire Dusseldorf, RFA

Le congrès est divisé en 11 sujets, comprenant chacun de 4 à 8 exposés. Les sujets à l'étude seront : 1. Capteurs 2. Nouveaux éléments pour la mesure, la commande et la régulation. 3. Construction de systèmes complexes d'automatisation. 5. L'automatisation dans la lutte contre la pollution. 6. Fiabilité et sécurité. 7. Pesées. 8. Équipement de test et de contrôle de qualité. 9. Appareils de commande et de régulation. 10. Utilisation rationnelle de l'énergie. 11. Analyseurs industriels.

À noter que les langues du congrès sont l'allemand et l'anglais.

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec :

NOWEA
Zentralbereich Inlandsmessen
z. Hd. Frau Liesegang
Postfach 32 02 03
D-4000 Dusseldorf 30
Germany
Tél : (02 11) 45 60-555



M. Roger Arbour

La Brasserie Molson annonce la nomination de monsieur Roger Arbour au poste de Directeur du Service Technique, division du Québec.

Détenteur d'un baccalauréat ès sciences appliquées en Génie Électrique de l'Université de Montréal, monsieur Arbour s'est joint à la Brasserie Molson en 1972. Il a occupé différents postes à Prince Albert et à Montréal avant d'être nommé Directeur adjoint du Service Technique en septembre 1979.



L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

organise

les 23 et 24 octobre 1980

le 10^e colloque Augustin-Frigon

Le génie urbain : nouvelle dimension

La technologie évolue sans cesse et se réajuste pour s'adapter aux problèmes de l'heure comme :

- la restriction des crédits
- l'optimisation des services aux citoyens
- la protection de l'environnement
- la conservation des ressources
- la conservation de l'énergie

**Les municipalités vivent-elles
à l'heure de la technologie ?**

que fait-on pour le citoyen ?

Une exposition ouverte au public aura lieu le 25 octobre 1980 dans le cadre de la Semaine des Sciences au Québec

Renseignements : (514) 344-4915

Groupe Dessau



INGÉNIEURS

MUNICIPAL — HYDRAULIQUE URBAINE

Notre société requiert les services d'ingénieurs ayant un minimum de trois (3) années d'expérience pratique dans la conception de projets en génie municipal et sanitaire.

Sous l'autorité du directeur de projets l'ingénieur sera chargé de la conception des divers projets de réseaux d'égouts, d'aqueduc et de drainage, de stations de pompage et d'usines de traitement.

**Les personnes intéressées feront parvenir leur curriculum vitae au:
Directeur du personnel, 1200 ouest, boulevard St-Martin, Laval,
Qué. H7S 2E4**

(Événements à venir, suite)

CONFÉRENCE NATIONALE SUR LA GESTION DES DÉCHETS

Thème : Obligations et options

La date : du 15 au 17 octobre 1980.

L'endroit : Hotel Winnipeg Inn, Winnipeg, Manitoba.

La deuxième conférence nationale sur la gestion des déchets au Canada se penchera sur la responsabilité qui doit être assumée quant à la gestion des déchets. Les diverses options offertes aux petites collectivités, le transport, l'élimination des déchets dangereux et les appels d'offres sont aussi au nombre des sujets qui seront abordés à la conférence.

Pour de plus amples renseignements, contactez :

Monsieur Chris Banwell
Direction de la gestion des déchets
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
Ottawa, Ontario K1A 1C8
Tél : (819) 997-4334

CONFÉRENCE IRAC/AIA SUR LE DESIGN EN MATIÈRE D'ÉNERGIE

La date : les 18 et 19 octobre 1980.

L'endroit : Calgary, Alberta.

L'Institut royal d'architecture du Canada et l'« American Institute of Architects » sont les responsables de cette conférence qui fait suite aux colloques tenus au printemps 80 à Montréal, Toronto et Edmonton sur l'économie de l'énergie et l'estimation du coût de la vie utile.

Pour plus de renseignements, communiquez avec :

IRAC
151 rue Slater, suite 1104
Ottawa, Ontario K1P 5H3
Tél : (613) 232-7165

OFFRES D'EMPLOI AU MOYEN-ORIENT

Aux ingénieurs désireux de travailler outre-mer, nous offrons d'excellentes occasions de faire carrière au sein d'une compagnie en plein essor. Nous recherchons des candidats possédant un diplôme d'ingénieur ou une formation technique de niveau collégial pour effectuer des travaux dans les domaines de la pétrochimie et de la production d'énergie. Tous les candidats doivent maîtriser parfaitement la langue anglaise parlée et écrite. Les contrats seront accordés sur une base individuelle et seront renouvelables à chaque année. Aucuns frais à payer pour le logement, les soins médicaux et les billets aller-retour par avion (pays de résidence actuel).

Salaire exempt d'impôt allant jusqu'à \$50,000 (É.-U.)

Personnel requis :

Surintendants — station
génératrice

Ingénieurs — exploitation

Ingénieurs — entretien

Ingénieurs — électricité

Ingénieurs — chefs de service

Ingénieurs — mécanique

Ingénieurs — forage

Ingénieurs — procédés

Ingénieurs — mécanique

Ingénieurs — turbines

Ingénieurs — électricité et instrumentation

Ingénieurs — soudage

Pour obtenir des formules de demande d'emploi, s'adresser à :

The Griffin Group Limited, Case postale 409, 1204 Genève, Suisse

CARMEL, FYEN, JACQUES & ASSOCIÉS, INC.

CONSULTANTS

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

Tél. : 274-5671

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

- CONTRÔLE DES MATÉRIAUX
- ÉTUDES GÉOTECHNIQUES
- ANALYSES CHIMIQUES

Tél.: 336-5650



Les Laboratoires Industriels et Commerciaux Limitée
190 Benjamin-Hudson, St-Laurent
Québec, Canada H4N 1H8

fondée en 1928



mon-ter-val inc.

société d'expertises

Géotechnique

Géologie

Mécanique des Roches

Contrôle des matériaux

Hydrogéologie

1470 rue mazurette, montréal, qué. h4n 1h2

tél. (514) 382-5110

INSPEC-SOL INC.

Études de fondation
Contrôle de compaction
Géologie de l'ingénieur

Essais sur les matériaux
Laboratoire de sols
Contrôle de vibrations



MONTREAL, QUÉ
5762 Ave Royalmount
Tél: 514-731-7316

KINGSTON, ONT
745 Burnett St
Tel: 613-389-9812

La Compagnie Minière Québec Cartier exploite une mine à ciel ouvert et un concentrateur d'une capacité annuelle de 18 millions de tonnes à Mont Wright. Un chemin de fer de plus de 400km et des installations portuaires à Port-Cartier. De plus, elle gère les installations minières de Sidbec-Normines Inc. à Lac Fire et à Gagnon.

DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'INGÉNIERIE

Nous recherchons présentement un cadre supérieur pour assumer la responsabilité de l'ingénierie au siège social de la compagnie à Port-Cartier dans les domaines suivants : électrique, mécanique, civil, procédé de traitement, environnement et contrôle budgétaire. Le titulaire sera sous la direction du vice-président. Il sera responsable de son service et de la coordination avec l'ingénierie, des opérations du port, de Gagnon/Fire Lake et de Fermont/Mont Wright.

Ses principales responsabilités sont : le contrôle de budget et dépenses de nature capitale, la direction des projets de construction, la préparation et l'approbation de plans et devis et à l'occasion, avec l'assistance de firmes spécialisées, verra à la préparation de spécifications et fera les recommandations appropriées pour l'achat d'équipement.

Le candidat devra être membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec et posséder l'expérience nécessaire à un tel poste.

En plus d'un revenu attrayant, ce poste est accompagné d'avantages sociaux tels que :

- VACANCES : 4 semaines après 3 ans. Boni de vacances après 2 ans.
- ASSURANCE-SANTÉ-SALAIRE : Payée entièrement par la compagnie.
- ASSURANCE-VIE : Cotisation minime de l'employé.
- RÉGIME DE RETRAITE : Payé entièrement par la compagnie.
- SERVICES PUBLICS & ÉDUCATIFS : Disponibles dans la région.
- SOINS DENTAIRE : Payés par la compagnie.
- RÉGIME D'ÉPARGNE : La compagnie y contribue le même pourcentage prélevé sur le salaire de l'employé.
- BONI DE VIE CHÈRE : Ajusté selon l'indice des prix à la consommation.
- FRAIS DE DÉMÉNAGEMENT : Payés.
- LOGEMENT : Grande maison avec vue sur la mer disponible pour ce poste.

Les candidats intéressés doivent faire parvenir leur curriculum vitae au :

Chef de la Section de l'Emploi
LA COMPAGNIE MINIÈRE QUÉBEC CARTIER
Port-Cartier, Québec G5B 2H3

OU : Téléphoner à frais virés : (418) 768-2269
— M. Pierre Joyal.



LA COMPAGNIE MINIÈRE QUÉBEC CARTIER

Où l'avenir c'est aujourd'hui!

(Événements à venir, suite)

SÉMINAIRE SUR LE BRUIT ET LES VIBRATIONS DANS L'ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

La date : les 20 et 21 octobre 80.

L'endroit : Hotel Constellation, Montréal, Québec.

Précédant immédiatement l'assemblée annuelle de la Canadian Acoustical Association, ce séminaire à vocation industrielle sur le bruit et les vibrations dans l'environnement de travail examinera en détail les effets du bruit sur l'homme (problèmes, méthodes de mesure et législation).

Pour plus de renseignements, communiquer avec :

Madame L. Bélanger
Édifice Banting
Ottawa, Ontario
K1A 0L2
Tél : (613) 996-3324

JOURNÉES D'ÉTUDES SUR LES TECHNIQUES DE SAUTAGE

La date : les 30 et 31 octobre 1980.

L'endroit : Université Laval, Québec.

Le département des Mines et métallurgie de l'Université Laval, en collaboration avec le ministère des Transports du Québec, annonce la tenue de journées d'études sur les techniques de sautage et fait appel aux gens intéressés à présenter un exposé à propos des sujets suivants :

le 30 octobre

Thème : Mines et carrières

sujets proposés : Techniques de sautage dans les mines à ciel ouvert, dans les mines souterraines et les carrières / Rendement optimal des sautages / Les carrières : planification, exploitation et réaménagement / La formation de la main-d'œuvre et le perfectionnement / Les explosifs : nouveaux produits et accessoires

Le 31 octobre

Thème : Travaux de construction

sujets proposés : La réglementation des explosifs / La sécurité / Les pratiques de désamorçages des ratés / Les vibrations, dommages et études de cas / Le forage, les foreuses et accessoires / Les sautages de précision / Les excavations d'ouvrages souterrains / Les préparations de soumissions.

Les intéressés sont priés de communiquer avec :

Monsieur Marc-Denis Everell, ing.
Université Laval
Tél : (418) 656-7230

ou :
Monsieur Jean-Marie Mathieu, ing.
Ministère des Transports du Québec
Tél : (418) 643-8577



PROGRAMMES DE FORMATION

80 • 81

série 1

ADMINISTRATION ET GESTION DES RESSOURCES HUMAINES

	MONTREAL	QUEBEC
1.1 Gestion I: La supervision efficace d'un service	22-26 sept.	20-24 oct.
1.2 Gestion II: La gestion dans les grandes organisations	6-10 oct.	3-7 nov.
1.3 Plans d'organisation: Approche et principes de base	15-17 sept.	26-28 nov.
1.4 Gestion de projet	8-12 sept.	8-12 déc.
1.5 Les entrevues d'évaluation	6-7 oct.	27-28 oct.
1.6 Le rôle d'un conseil d'administration et celui de ses membres	31 oct.	7 nov.

série 2

COMPTABILITÉ, FINANCE, ÉCONOMIE

	MONTREAL	QUEBEC
2.1 Analyse financière et budgétaire pour les non-spécialistes	3-5 déc.	14-16 janv.
2.2 Budget, base zéro (ZBB)	3-5 nov.	25-27 fév.
2.3 Comment établir une politique de rémunération dans une PME	13-14 nov.	19-20 fév.

série 3

SYSTÈMES ET INFORMATIQUE

	MONTREAL	QUEBEC
3.1 Introduction à l'informatique de gestion	8-10 oct.	5-7 nov.
3.2 Analyse fonctionnelle pour le développement des systèmes et des organisations	17-21 nov.	15-19 déc.
3.3 Gestion de documents et de systèmes de micro-images	29 sept.-1 ^{er} oct.	15-17 oct.
3.4 Analyse organique	17-19 déc.	14-16 jan.

Veuillez S.V.P. me faire parvenir le(s) dépliant(s) explicatif(s) pour le(s)
cours suivants (encadrer):

1.1	1.6	3.2	4.3	5.1	7.1	8.3
1.2	2.1	3.3	4.4	6.1	7.2	8.4
1.3	2.2	3.4	4.5	6.2	7.3	8.5
1.4	2.3	4.1	4.6	6.3	8.1	8.6
1.5	3.1	4.2	4.7	6.4	8.2	

NOM _____

ORGANISATION _____

ADRESSE _____

COMMUNICATIONS

	MONTREAL	QUEBEC
4.1 Rédaction de rapports	20-22 oct.	10-12 nov.
4.2 Initiation à la conduite des assemblées délibérantes — Code Morin	15-16 déc.	2-3 fév.
4.3 Analyse transactionnelle	24-26 sept.	22-24 oct.
4.4 Conduite de réunions	8-10 oct.	5-7 nov.
4.5 Le gestionnaire et les communications d'affaires	27-29 oct.	1-3 nov.
4.6 L'entreprise et les médias d'information	27-28 nov.	26-27 mars
4.7 Comment parler en public (cours limité à 10 participants)	29-31 oct.	26-28 nov.

MARKETING ET VENTE

	MONTREAL	QUEBEC
5.1 Comment vendre au Québec ou comment augmenter votre effica- cité à titre de représentant commercial	8-10 déc. 1-3 janv.	16-18 fév.

SÉRIE GÉNÉRALE

	MONTREAL	QUEBEC
6.1 Êtes-vous bon négociateur?	1-3 oct.	12-14 nov.
6.2 Gestion du temps	15-17 oct.	5-7 nov.
6.3 La créativité en milieu de travail	18-19 déc.	12-13 janv.
6.4 La formation des formateurs	3-5 déc.	21-23 janv.

SECRÉTAIRES ET PERSONNEL DE SOUTIEN

	MONTREAL	QUEBEC	HULL	SHERBROOKE	TROIS-RIVIÈRES
7.1 La secrétaire et l'organisation	29-31 oct. 7-9 janv.	19-21 nov. 11-13 mars	15-17 oct.	27-29 oct.	22-24 oct.
7.2 L'accueil, la réception téléphonique et les rela- tions avec la clientèle	3 oct.	14 nov.			
7.3 La secrétaire et le proto- cole épistolaire (selon les recommandations de l'Office de la langue française)	3 oct.	21 nov.			

SESSIONS INTENSIVES D'UN JOUR POUR GROUPES-MAISON SEULEMENT

8.1 Le processus de gestion	COUT: Chaque session d'un jour coûte \$1950.00, groupe de 15 participants maximum.
8.2 Motivation et qualité de vie au travail	
8.3 L'accueil et la clientèle	
8.4 Protocole épistolaire	
8.5 Le C.P.M. (Méthode du cheminement critique)	
8.6 L'analyse transactionnelle	

POUR PLUS D'INFORMATION COMMUNIQUER AVEC LE



CENTRE DE FORMATION EN GESTION

1400, RUE SAUVÉ
BUREAU 279
MONTREAL
H4N 1C2

(514) 337-0496

LES **SERVICES TECHNIQUES RMB** LTÉE



- Services Géotechniques
- Contrôle de la Qualité
- Évaluation et Contrôle des Matériaux
- Études d'Évaluation
- Expertises
- Protection des Édifices
- Disponibilité — Personnel Technique



Laboratoire d'essais de béton certifié par 

8205 BOUL. MONTRÉAL-TORONTO, MONTRÉAL, QUÉBEC H4X 1N1
Telex 055-66440 Tél. : (514) 364-1400



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

Études géotechniques, géologiques, sismiques
Sondages et forages
Contrôle qualitatif : sols, béton, asphalte, métaux
Laboratoires : eaux, sols, matériaux
Assurance qualité, métallurgie, corrosion

Fondée en 1937



x-per-x LTÉE

INSPECTION DES MÉTAUX

J. P. VALADE, B.Sc.A., I.C., INGENIEUR

- CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES MATÉRIAUX
- ÉVALUATION & INSPECTION DES MATÉRIAUX
- CONTRÔLES NON-DESTRUCTIFS

463 Deslauriers
Montréal, Qué.
H4N 1W2 (514) 332-4330



Contrôle Technique Appliqué Ltée

Services de consultation

Études géotechniques
Contrôle qualitatif des matériaux
Évaluation • Expertises
Essais nondestructifs par radiographies,
ultrasons, infra-rouge

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



Le Groupe SNC

Ingénierie, gestion de projets et consultation

1, Complexe Desjardins, Montréal, Canada H5B 1C8 (514) 282-9551
Bureaux dans les principales villes canadiennes et régions du monde



LUPIEN, ROSENBERG & ASSOCIÉS INC.
études de sols et matériaux

- Investigations sur le terrain : sondages et essais
- Mécanique des sols et des roches : pieux, caissons, radiers, semelles, parois moulées, tunnels
- Design d'ouvrages en terre : digues, barrages, remblais
- Photogéologie : recherche de matériaux d'emprunt, études de tracés, choix de sites d'aménagement
- Investigations de déficiences
- Instrumentation
- Environnement physique : études d'impact
- Contrôle des matériaux et procédures de construction
- Essais en laboratoire

960, 24e Avenue, Lachine, Québec, H8S 3W7
Tél. : (514) 637-3746



**LALONDE, VALOIS
LAMARRE, VALOIS
& ASSOCIÉS, INC.**
EXPERTS-CONSEILS CONSULTANTS
GROUPE LAVALIN

Études techniques et de factibilité, Ingénierie,
Services d'Ingénierie, d'Approvisionnement
et de Gérance de Projets et de Construction,
Installations de transport et de Production d'Énergie,
Travaux Publics, Travaux Maritimes,
Travaux Municipaux, Projets Industriels et Bâtiments

1130 OUEST, RUE SHERBROOKE, MONTRÉAL H3A 2R5



labo s.m. inc.

Société d'experts conseils
spécialisée en

- Mécanique des sols
- Mécanique des roches
- Géologie de l'ingénieur
- Géophysique (vibration)
- Hydrogéologie
- Surveillance de construction
- Contrôle des procédés de fabrication
- Contrôle qualitatif et quantitatif
- Essais sur matériaux
- Essais non destructifs

76 sud, 12e avenue
Sherbrooke, Qué. J1G 2V4
Téléphone (819) 566-8855

395, Parc Industriel
Longueuil, Qué. J4H 3V7
Téléphone (514) 677-6301

La Rapière
RESTAURANT FRANÇAIS
 spécialités pyrénéennes

le confit d'oie, le cassoulet,
 le jambon de Bayonne.

Table d'hôte lundi au vendredi:
 (midi à 23h30) Fermé le dimanche:

Réservations: 844-8920
 1490 rue Stanley,
 (métro Peel, sortie Stanley)



**Lalonde
 Girouard
 Letendre
 & Associés Ltée**

1400 rue Sauvé O., suite 214
 Montréal, Québec
 Canada H4N 1C5
 Tél.: (514) 337-1030
 Téléc 05-825571

**Ingénierie,
 études techniques
 et gérance de projets**

**CLINIQUE DE MÉDECINE DU TRAVAIL
 DE MONTRÉAL**

EXPERTS CONSULTANTS EN SANTÉ AU TRAVAIL

Tous genres d'expertises et d'exams médicaux

Consultation pour élaboration de programmes
 de santé

Spécialistes en santé publique, médecine préventive
 et toxicomanies

235 est. boul. Dorchester
 Montréal, Québec H2X 1N8 tél. (514) 871-1386



QUÉFORMAT LTÉE

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

**FORAGES
 ÉTUDES GÉOTECHNIQUES
 CONTRÔLE DES MATÉRIAUX**

Répertoire des annonceurs

- | | |
|------|--|
| CIV | Armco Canada Limitée |
| 17 | Association des Ingénieurs-conseils du Québec |
| 33 | Les Bâtiments Bernard |
| 6 | Bechtel Canada Limitée |
| 35 | La Brasserie Molson du Québec Limitée |
| 36 | Carmel, Fyen, Jacques & Associés |
| 38 | Le Centre de formation en gestion |
| 40 | Clinique de Médecine de travail de Montréal |
| 37 | La Compagnie Minière Québec Cartier |
| 39 | La Compagnie Nationale de Forage et Sondage Inc. |
| 39 | Contrôle Technique Appliqué Ltée |
| 40 | Desjardins, Sauriol & Associés |
| 6 | Équipements de contrôle Davis |
| 30 | Géophysique G.P.R. International Inc. |
| 36 | The Griffin Group Limited |
| 35 | Groupe Dessau |
| 39 | Le Groupe SNC |
| 36 | Inspec-Sol Inc. |
| 7 | Jenkins Canada Inc. |
| CIII | Johns-Manville Canada Inc. |
| 8 | Keeprite Inc. |
| 30 | Laboratoire d'Inspection et d'Essais Inc. |
| 36 | Les Laboratoires Industriels et Commerciaux Ltée |
| 39 | Labo S.M. Inc. |
| 40 | Lalonde, Girouard, Letendre & Associés Ltée |
| 39 | Lalonde, Valois, Lamarre, Valois & Associés Inc. |
| 39 | Lupien, Rosenberg & Associés Inc. |
| 32 | Miron Inc. |
| 36 | Mon-ter-val Inc. |
| 40 | Quéformat Ltée |
| 40 | La Rapière restaurant |
| CII | Rémy Martin |
| 39 | Les Services Techniques RMB Ltée |
| 2 | Texel Inc. |
| 18 | Xerox Canada Inc. |
| 39 | X-per-X Ltée |



**Desjardins+Sauriol
 & Associés**

Ingénieurs-conseils

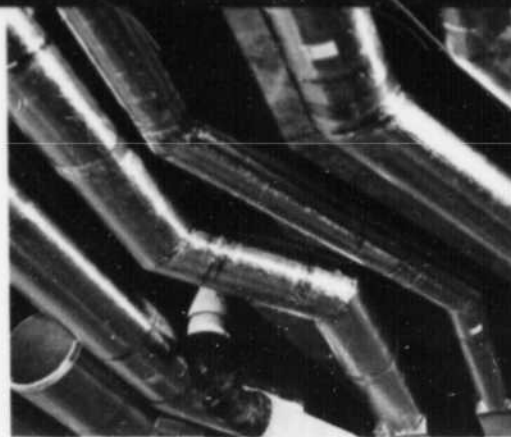
1200 OUEST, BOUL. ST-MARTIN, LAVAL H7S 2E4 (514) 384-5660



Une mise en œuvre, une installation faciles et rapides abaissent le coût des systèmes à conduits en fibre de verre.



Souple, robuste, léger, Micro-Aire est le conduit isolant le plus facile à installer.



Les fuites d'air sont pratiquement impossibles dans un système de conduits en fibre de verre convenablement installé.



Le conduit en fibre de verre Johns-Manville assure le silence d'un système d'aération, en réduit le coût et la dépense d'énergie.

Aucun doute là-dessus: la climatisation augmente le confort ambiant. Faut-il pour cela que le fonctionnement en soit tapageur? Non. Et c'est l'une des raisons pourquoi les designers du complexe collégial Lester B. Pearson ont choisi le conduit Micro-Aire^{MD} de J-M.

Ce conduit en fibre de verre est exceptionnel pour son absorptivité acoustique. Les bruits importuns produits par l'équipement mécanique sont atténués. La diaphonie est moins perceptible et le craquement des tôles est éliminé.

Micro-Aire est aussi facile à instal-

ler qu'un conduit de métal sans être plus coûteux. De fait, dans le projet Pearson, il a permis des économies substantielles par rapport au métal.

En éliminant les fuites d'air, Micro-Aire permet également à votre système de climatisation de consommer moins d'énergie.

Micro-Aire, c'est le nouveau moyen de distribuer l'air efficacement. Comptez sur nous pour vous épauler à tous les stades de votre installation, qu'il s'agisse d'une école, d'un complexe commercial ou d'un édifice de bureaux. Nous vous aiderons à évaluer les besoins et

vous conseillerons dans la préparation du design et du devis.

Micro-Aire — un autre produit de Johns-Manville, la compagnie à capacité d'isolation intégrale.

Johns-Manville Canada Inc.,
3000, boul. Matte,
Brossard, Québec
J4Y 2H5



Johns-Manville

Un système d'égout conçu en fonction de durabilité!

Le tuyau de tôle ondulée à joint soudé "Hel-Cor" Armco — Economie & Durabilité!

Des études approfondies à partir de nombreuses inspections de réseaux d'égouts pluviaux construits avec le tuyau de tôle ondulée Armco ont prouvé leur durabilité et de là leur économie.

Enrobé d'un enduit bitumineux, le tuyau de tôle ondulée résiste mieux à la corrosion électrolytique. Les inspections démontrent que le tuyau de tôle ondulée protégé avec un enduit bitumineux sur ses parois intérieures et extérieures a une durabilité comparable à plusieurs autres matériaux utilisés comme émissaire d'égout pluvial.

La durabilité se calcule

Armco vous procurera sur demande la documentation concernant le choix de l'enduit protecteur nécessaire au calcul de la durabilité choisie. Cette information provient de 80 études canadiennes et américaines.

Spécifier l'économie durable

Une conduite d'égout construite avec le tuyau à ondulations hélicoïdales et à joint soudé Armco est plus étanche, coûte moins à l'achat et est économique d'installation. Grâce à des sections de tuyau jusqu'à 9 mètres, légères, faciles à installer, demandant une assise simple et de la machinerie légère, le coût d'installation est grandement réduit. De plus, plusieurs types de raccords sont disponibles, selon l'étanchéité désirée. Avec les ondulations annulaires aux extrémités, les garnitures d'étanchéité "O-Ring" et le raccord de type "Hugger" un rapport infiltration/exfiltration minime peut être atteint si les soins requis sont pris lors de l'installation.

Pour votre prochain projet spécifiez: Le tuyau Armco à ondulations hélicoïdales à joint soudé et pour plus de renseignements contactez:

ARMCO CANADA LIMITEE,
B.P. 3000,
Guelph, Ontario N1H 6P2

PRODUIT DU QUÉBEC



EMBLÈME DU CHEF DE FILE

