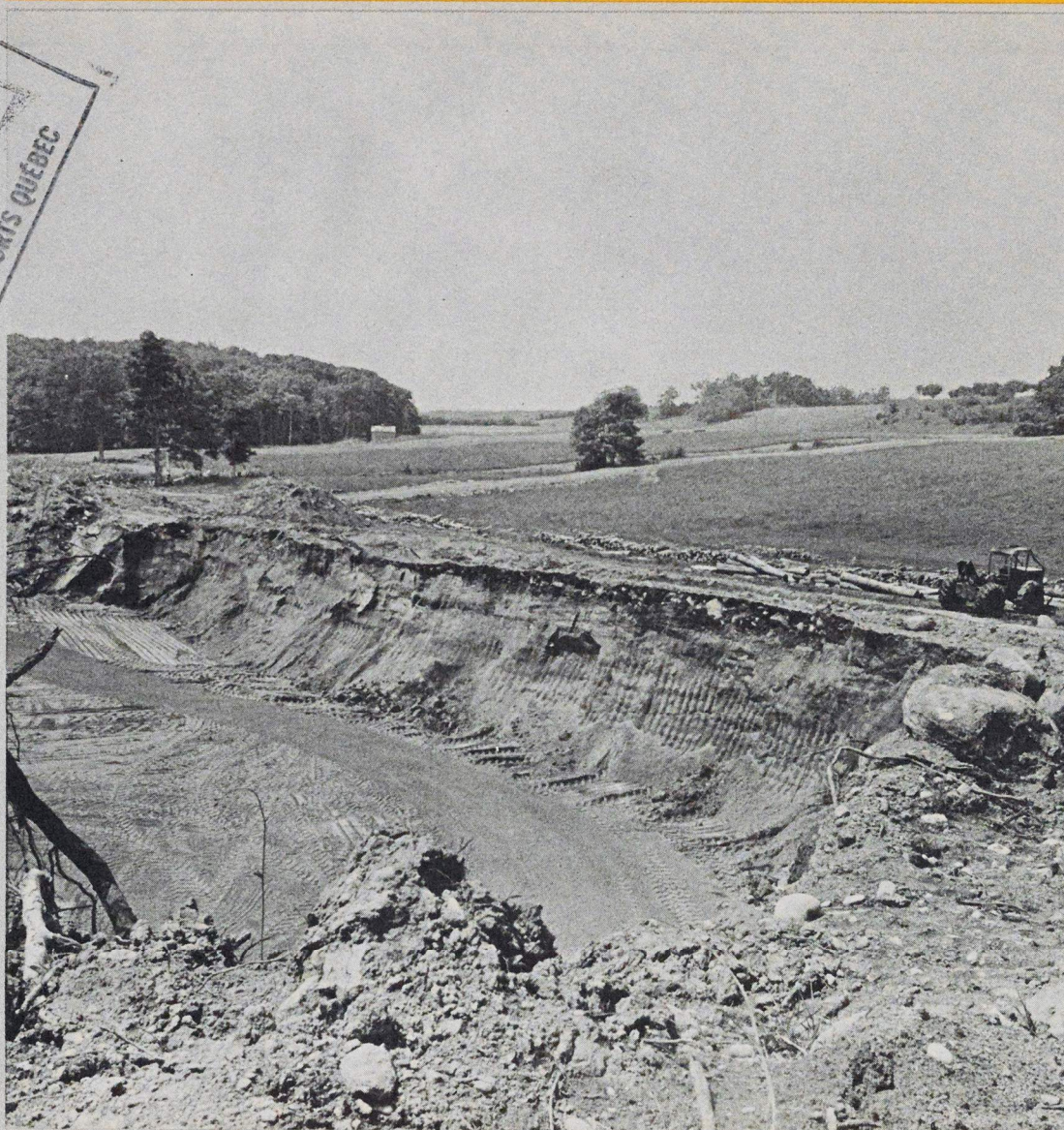
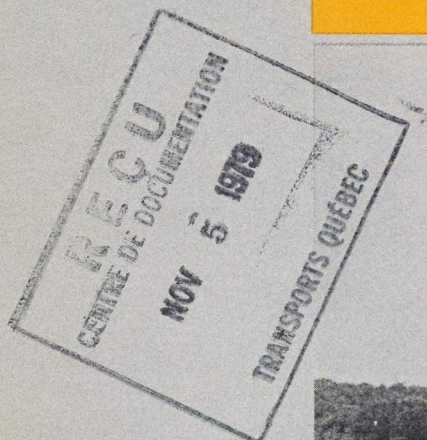


ROUTES DU QUÉBEC

Janvier 1975

Numéro 13



Publié par association québécoise des techniques routières inc.

ROUTES DU QUÉBEC s'adresse à tous les intéressés au domaine routier, tant professionnels que profanes, en vue, tout comme la route, d'unir les hommes.

CADRES DE L'AQTR POUR 1974-75

- Président: Pierre Gilbert, ing., professeur, Ecole Polytechnique, Montréal
- Vice-président: Gérald Pelletier, ing., ministère des Transports, Longueuil
- Secrétaire-trésorier: Jean-Robert Falardeau, ing., Vandry, Jobin, Gravel, Falardeau et Associés, ingénieurs-conseils, Québec
- Administrateurs: Guy Charland, ing., Gulf Oil Canada Limited, Montréal
- Raymond Collette, ing., Charles Durand Limitée, Montréal
- Guy Hébert, ing., Francon Limitée, Ville St-Michel
- Emmanuel Klaesi, ing., DeLuc, ingénieurs-conseils, Montréal
- André Lanctôt, ing., Ville de Longueuil, Longueuil
- René Robitaille, ing., ministère des Transports, Québec
- Président sortant: Jules Houde, ing., professeur, Ecole Polytechnique, Montréal



DÉPÔT LÉGAL - PREMIER TRIMESTRE 1975

Bibliothèque Nationale du Québec

ROUTES DU QUÉBEC

JANVIER 1975

NUMÉRO 13

SOMMAIRE

CRIC | COMPTES RENDUS - INFORMATIONS - COMMENTAIRES

| | |
|--|----|
| Protection contre l'érosion et textiles non tissés | 3 |
| <i>par Guy Laberge, ing. Jacques Lemelin, ing.</i> | |
| Etude sur des produits abat-poussière | 11 |
| <i>par Richard Langlois, ing.</i> | |

RES | RECHERCHES - ÉTUDES - SYNTHÈSES

| | |
|--|----|
| Revêtements bitumineux et leurs emplois | 17 |
| <i>par Pierre DeMontigny, ing.</i> | |
| Planification de l'exploitation des carrières en vue de leur récupération ultérieure | 27 |
| <i>par Friedrich Oehmichen</i> | |

DIVERS

| | |
|---|----|
| - Un mot du président | 10 |
| - 2e colloque sur la recherche | 10 |
| - Congrès 1975 - Sommaire des conférences | 45 |

Photographie de la page couverture

Les gravières et sablières, en particulier celles situées près des agglomérations, peuvent être aménagées en lieu de plaisance. La preuve en a été faite dans d'autres pays et certaines provinces du Canada. Au Québec, des ingénieurs, architectes, paysagistes de l'environnement croient en la possibilité de redonner une vocation à ces endroits dégradés. Un article fait le point sur la question en page 27.

COMITÉ DE LA REVUE

Président: René Robitaille, ing., ministère des Transports, Québec.

Secrétaire: Rhéal Girard, ing., Technisol Inc., Québec.

Gérard Tessier, ing., ministère des Transports, Québec.

Louis Houde, ministère des Transports, Québec.

Jules Houde, ing., Ecole Polytechnique, Montréal.

Gilbert Haddad, ing., Cie Nationale de Forage et Sondage, Montréal.

G.-Robert Tessier, ing., ministère des Transports, Québec.

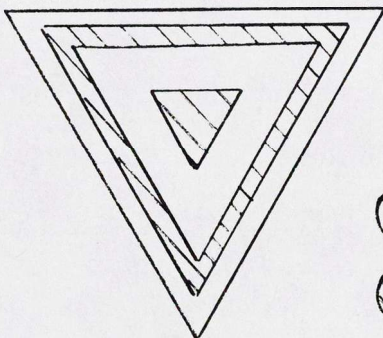
COLLABORATEURS

Marc Walsh, ing., Géotek, Québec.

Jean-Pierre Tremblay, ing., ministère des Transports, Québec.

Louise Simon, ministère des Transports, Québec.

ERRATA



- Correction à apporter à l'article de monsieur Michel Durand, ing., "Proposition d'un système de signalisation routière international", paru dans le numéro 11, mai 1974, page 38: un triangle blanc (hachuré) doit être ajouté au centre du dessin.

- Dans ce numéro 11, page 7, une erreur s'est glissée dans la transformation des milles en kilomètres et il faudrait lire 64 à 80 km (40 à 50 mi), 9.6 à 19.2 km (6 à 12 mi), 0.8 à 4 km (0.5 à 2.5 mi).

GUY LABERGE ing.

JACQUES LEMELIN ing.

*F.R. Laberge & Associés
Ingénieurs-conseils, Montréal*

CRIC Protection
contre l'érosion
et
textiles non tissés*

INTRODUCTION

Les textiles non tissés dont il est question furent utilisés sur l'autoroute 640 qui relie l'autoroute des Laurentides à l'autoroute de la Rive Nord et plus précisément sur le tronçon compris entre le chemin des Anglais à Terrebonne Heights et l'autoroute 25 à Terrebonne (voir plan de localisation).

TOPOGRAPHIE

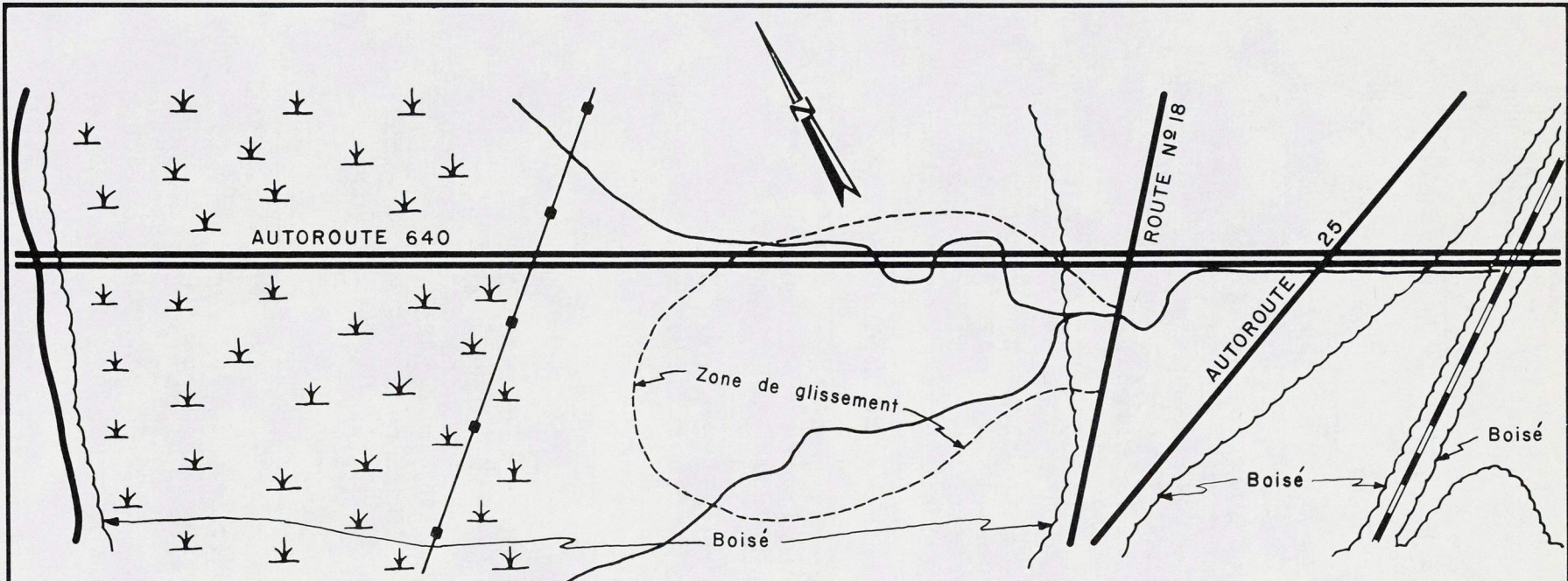
Le haut de cette région correspond à un plateau marécageux et sablonneux densément boisé dont une partie a déjà fait l'objet d'un immense glissement. Les cicatrices sont encore apparentes sur une longueur d'environ 4,000 pieds et sur une largeur d'environ 2,000 pieds. La zone du glissement, localement accidentée par la présence de coulées, a une pente continue vers l'est jusqu'à un talus abrupt à l'approche de la route 18 et enfin la plaine d'alluvionnement jusqu'au chemin de fer C.P. La dénivellation à partir du plateau supérieur jusqu'à la plaine d'alluvionnement est de l'ordre de 125 pieds.

La topographie relativement plane du plateau rend difficile l'évaluation du bassin de drainage. D'après l'examen de cartes topographiques, l'étendue du bassin de drainage serait comprise entre 100 acres et 150 acres.

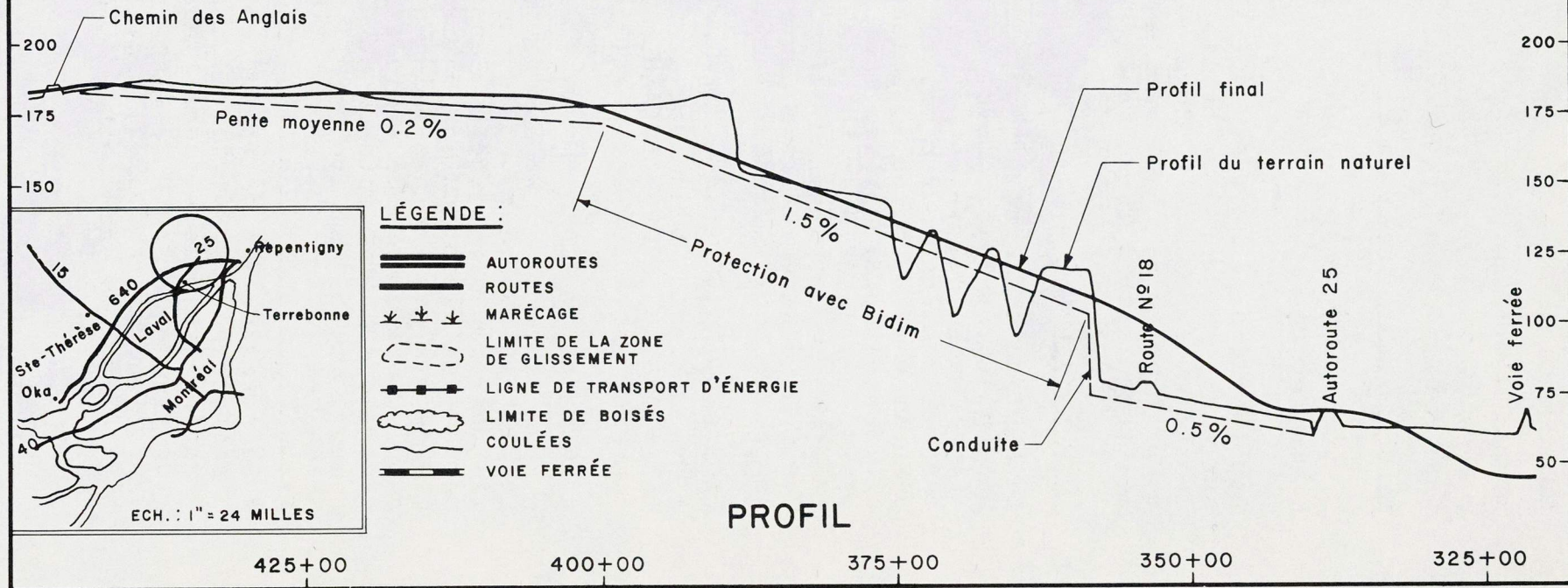
SOUS-SOL

Le plateau supérieur correspond à un important dépôt de sable fin uniforme d'origine éolienne reposant sur un dépôt d'argile marine à l'élévation 160 environ. Dans la zone de glissement, les dépôts ont été passablement bouleversés; le sol y est principalement composé de sable fin et localement des monticules d'argile sont présents en surface. Dans la plaine d'alluvionnement, le sol est argileux.

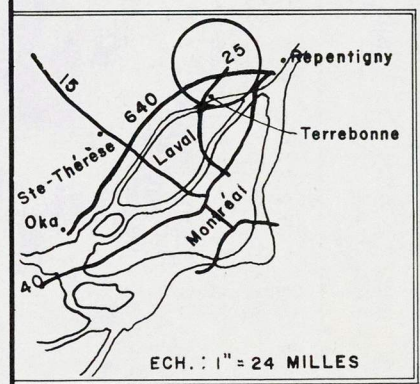
* *La construction de routes est souvent associée à des problèmes d'érosion alors que les conditions de végétation et de ruissellement sont sensiblement modifiées par ces travaux. Le présent article traite de l'utilisation d'un textile non tissé comme revêtement protecteur afin de contrer l'action de l'érosion par l'eau. (C.D.R.)*



PLAN



PROFIL



425+00

400+00

375+00

350+00

325+00

PHÉNOMÈNE D'ÉROSION

Le sable en question (voir courbe granulométrique ci-contre) est sujet à l'action de l'érosion par l'eau pour autant que la pression exercée sur les particules corresponde à une vitesse excédant 1.5 pied par seconde. L'étude hydraulique du fossé projeté et les observations visuelles du comportement sur le terrain ont démontré que la vitesse de 1.5 pied par seconde ne doit pas être excédée et que pour ce faire, la pente des fossés non protégés doit être limitée à certains endroits à 0.1%.

Au-delà d'une telle pente, la vitesse devient

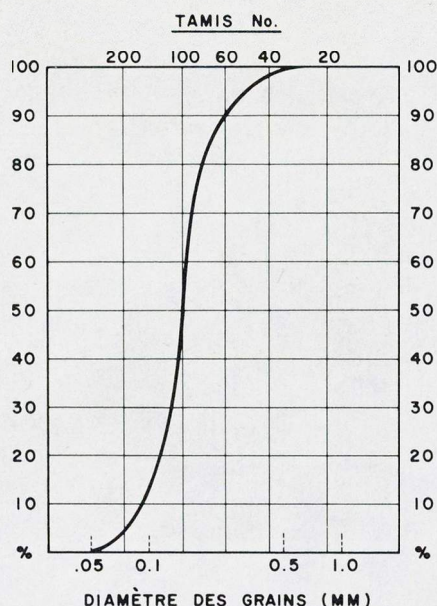
excessive et il y a entraî-

nement de particules lors du débit maximum. Ce phénomène est particulièrement remarquable à l'endroit des fossés extérieurs à cause de leur bassin de drainage important et du rabattement de la nappe phréatique.

CONDITION DE RÉALISATION

A ce point de vue, il fallait assurer une protection adéquate et immédiate de certains fossés lors de leur construction compte tenu des débits possibles et des dommages correspondants. A ce sujet, des dommages importants ont été encourus à certains endroits où un fossé temporaire pratiqué pour drainer l'aire de travail n'a pas été protégé. Il fallait en surplus sur toute la longueur de ces fossés prévenir contre l'affouillement des pentes, dû au rabattement de la nappe phréatique. Ce problème qui est courant sur la majorité des projets de routes construites dans le sable n'était toutefois pas déterminant.

Ainsi, une protection adéquate devait être fournie pour certains fossés et ce bien avant qu'il soit question de travaux d'embellissement car ces derniers sont normalement réalisés après les travaux de revêtement en béton bitumineux. En effet, même en changeant la séquence normale des travaux, il s'encourrait un laps de temps trop important entre d'une part l'excavation du fossé et d'autre part les travaux de finition tels que le profilage final du fossé suivi de l'épandage de terre végétale au fond des fossés et de la mise en place de tourbe.



GRANULOMÉTRIE REPRÉSENTATIVE DU SABLE



Fossé non protégé. Dommages causés par l'érosion.



"Bidim" en place et chargement de pierre avant la mise en forme.

Il fallait donc envisager des solutions qui offriraient une protection immédiate au fur et à mesure de la construction des fossés.

ÉTUDE DE SOLUTIONS

En fait, les principes en jeu étaient les suivants: soit réduire la vitesse de l'écoulement, soit protéger le matériau sujet à l'érosion. A ce sujet, l'utilisation de petits barrages successifs construits à l'aide de gabions de façon à former des dissipateurs d'énergie sous forme de cascades a été trouvée peu appropriée à cause du grand nombre de ces installations et conséquemment du coût élevé de cette solution et aussi à cause des problèmes d'entretien pour conserver l'efficacité de tels ouvrages. Les techniques conventionnelles ont été envisagées telles que ensemencement ou pose de tourbe sur une couche de terre végétale, le tout ayant été écarté pour les motifs mentionnés précédemment. La recherche a donc été orientée vers une solution qui permettrait la stabilisation des matériaux sableux tout en conservant autant que possible la perméabilité à l'eau afin d'éviter les problèmes d'érosion marginale associés aux phénomènes de sous-pression. C'est alors que l'utilisation de matériel textile a été étudiée.

SOLUTION RETENUE

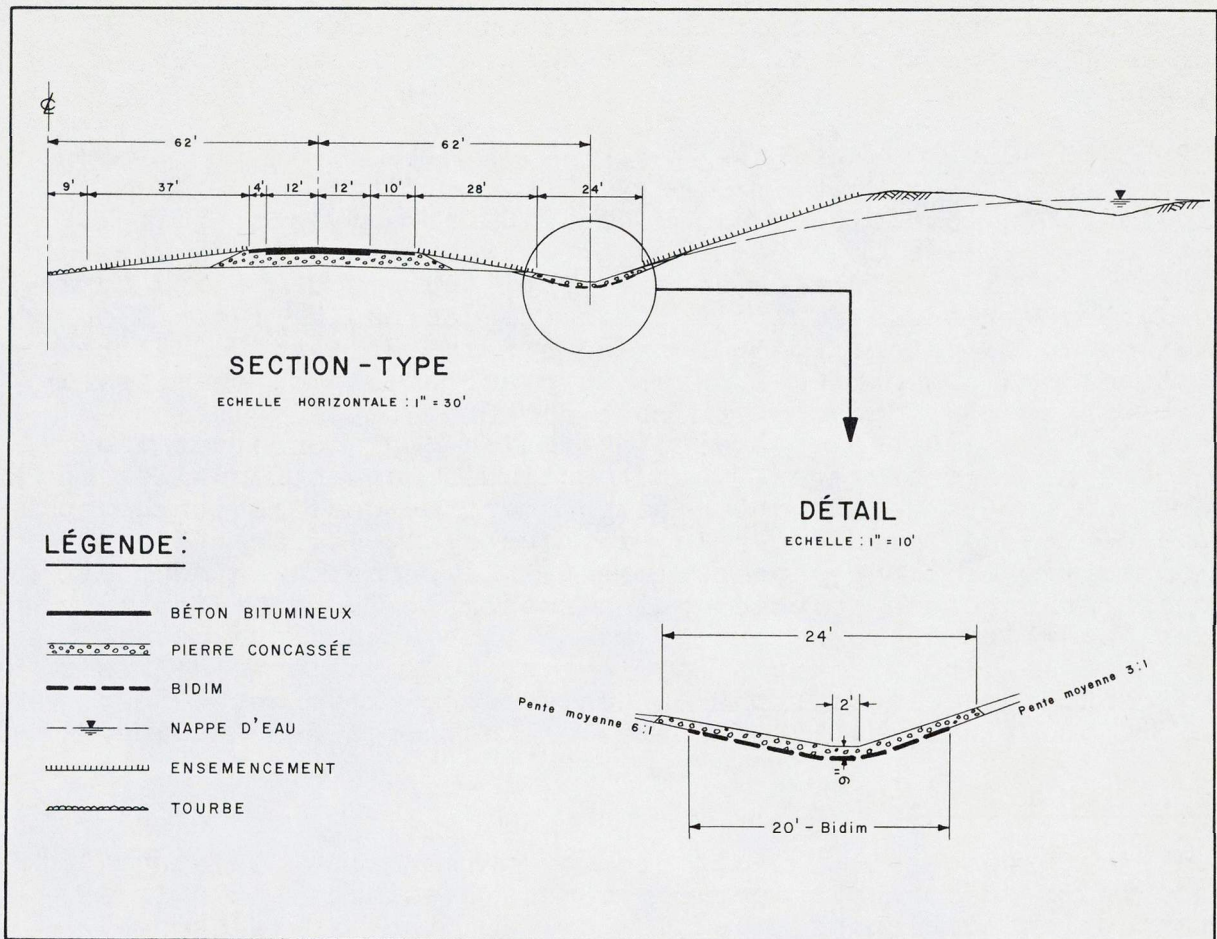
En l'occurrence, il fallait trouver un matériau résistant à la déchirure, déformable, perméable mais aussi pouvant filtrer toutes les particules de sable tout en étant aussi économique que possible. Le textile non tissé a été préféré au textile tissé parce que son coût est sensiblement inférieur. Le matériau Bidim s'est avéré le plus approprié à cause de sa résistance élevée au déchirement. Afin de retenir le Bidim en place, il a été chargé d'une couche de pierre 2 pouces à 4 pouces d'environ un pied d'épaisseur. L'expérience a démontré que dans les conditions d'utilisation auxquelles il a été soumis, le matériau assurait une stabilité presque totale du fossé déjà par sa simple mise en place avant qu'il soit lui-même chargé de pierre.

PENTES ABRUPTES

A l'endroit du talus situé à proximité de la route 18, étant donné la pente très abrupte, une solution différente a été employée comprenant un bassin de captage, une conduite et un diffuseur au pied de la pente.

CONCLUSION

En définitive, les résultats obtenus ont été exceptionnellement bons en ce que la protection fut totale et immédiate et ce alors que les travaux d'embellissement n'ont été effectués



qu'un an plus tard, l'automne suivant. Les problèmes d'érosion survenus dans l'intervalle étaient locaux et n'avaient pas trait au fossé lui-même. La mise en place du Bidim a été effectuée jusque tard en décembre alors que la terre était gelée; tout autre mode conventionnel de protection n'aurait pu être exécuté dans de telles conditions, ce qui aurait mis en danger les ouvrages déjà construits. A date, le comportement des fossés est excellent.

RÉFÉRENCES

- 1- Leonards, G.A. - "Foundation Engineering" - McGraw-Hill Book Company Inc.
- 2- Todd, David Keith - "Ground Water Hydrology" - John Wiley and Sons Inc.
- 3- Harr, M.E. - "Ground Water and Seepage" - McGraw-Hill Book Company Inc.
- 4- Seelye, Elwyn E. - "Data book for civil Engineers" - John Wiley and Sons Inc.

5- King, H.W. - "Handbook of Hydraulics" - McGraw-Hill Book Company Inc.

6- Bayle, G. - "Utilisation d'un "non-tissé" dans la mise en oeuvre d'un remblai sur tourbe" - Bulletin de Liaison, Laboratoire des Ponts et Chaussées - Juin-juillet 1971.



Mise en place du "Bidim"



Aspect du fossé protégé avec "Bidim"
et chargement de pierre.

UN MOT DU PRÉSIDENT

L'A.Q.T.R. s'engage dans une nouvelle voie!

En effet, l'Association Québécoise des Techniques Routières Inc. est en voie de devenir l'ASSOCIATION QUÉBÉCOISE DU TRANSPORT ET DES ROUTES INC.

Tout en conservant le même sigle "AQTR", les objectifs et les domaines d'intérêts de l'Association s'élargiront en vue de grouper et d'intéresser davantage tous les Technologues Québécois du Transport et des Routes.

Reconnaissant le fait d'une évolution rapide de la technologie dans le domaine du Transport au Québec, reconnaissant aussi que l'A.Q.T.R. est une Association sérieuse et capable d'assumer de plus grandes responsabilités, les vingt-quatre (24) membres présents à l'assemblée générale spéciale, tenue le 9 décembre 1974 à l'École Polytechnique de Montréal, ont unanimement adopté le projet de modifications aux lettres patentes, soumis par le Conseil d'Administration et, constituant notre Association en "ASSOCIATION QUÉBÉCOISE DU TRANSPORT ET DES ROUTES INC."

Dès le 11 décembre 1974, nos aviseurs légaux entreprenaient les démarches nécessaires auprès du Ministère des Institutions Financières en vue d'obtenir nos lettres patentes supplémentaires dans les plus brefs délais.

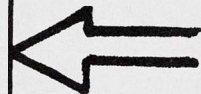
Au cours du 10ième CONGRÈS ANNUEL qui se tiendra à Trois-Rivières, les 13 et 14 mars prochain, nous aurons l'occasion de vous fournir toutes les informations supplémentaires!

Très respectueusement vôtre,



Pierre Gilbert, ing.
Président

A Q T R
2e COLLOQUE SUR LA RECHERCHE
VENDREDI - 7 FÉVRIER 1975
9H00 à 18H00
ÉCOLE POLYTECHNIQUE - MONTRÉAL



RICHARD LANGLOIS ing. M.Sc.

*Service des Sols et Matériaux
Ministère des Transports du Québec*

CRIC Etude
sur des
produits abat-poussière*

INTRODUCTION

Plusieurs routes de la province de Québec sont encore au gravier et une grande quantité de produits abat-poussière doit être employée pour assurer plus de sécurité et de confort aux usagers de ces routes. Il est donc essentiel d'utiliser un produit des plus avantageux pour cet usage.

Afin de trouver ce produit, il fut décidé de faire une étude sur trois types d'abat-poussière. Ces types sont: le calcium liquide, l'huile abat-poussière ordinaire et l'huile abat-poussière contenant un additif Redicote E-1.

Le présent travail rapporte les résultats comparatifs de la performance de ces trois types différents d'abat-poussière sur des sections expérimentales de routes.

LOCALISATION DES SECTIONS EXPÉRIMENTALES

Deux routes distinctes ont été choisies: le rang Paisley à Ste-Sophie et la route La Conception - Mont-Tremblant.

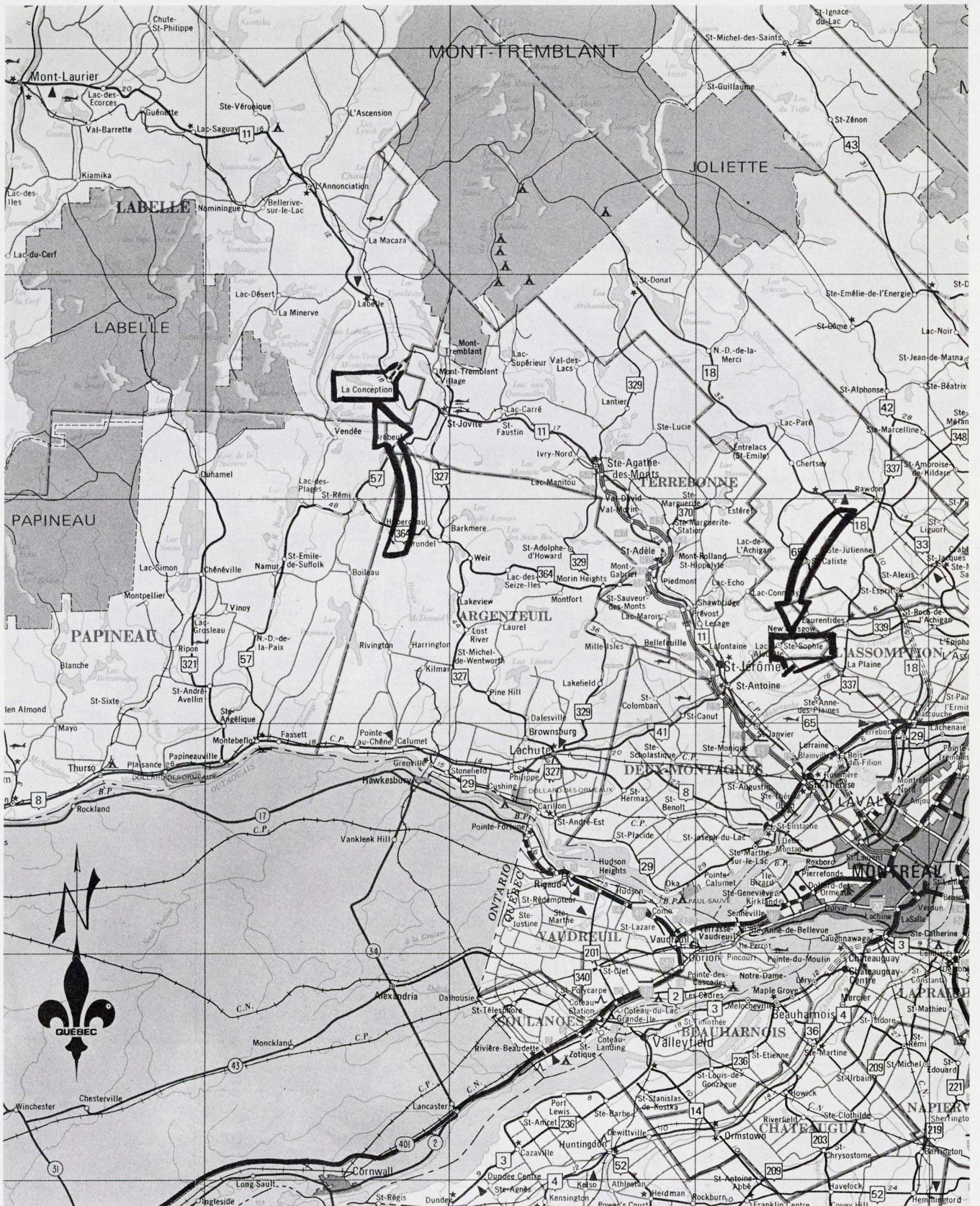
Le rang Paisley est une route située près d'une carrière de pierre. Son revêtement était donc constitué d'une pierre 0-3/4 po. pour couche de roulement et était circulé par plusieurs camions. D'autre part, la route La Conception - Mont-Tremblant est une petite route de gravier circulée par un trafic touristique et vacancier.

La carte de l'annexe situe ces deux endroits.

PROCÉDURE SUIVIE POUR L'ÉTUDE

Le plan initial prévoyait pour la route La Conception - Mont-Tremblant trois sections de même longueur pour les trois produits, soit 1.2 mille traité au calcium liquide, 1.2 mille traité à l'huile abat-poussière ordinaire et 1.2 mille traité à l'huile abat-poussière additionnée de Redicote E-1. Par contre, le rang Paisley devait comprendre 1.2 mille traité à

* *La poussière sur nos routes de gravier est un inconvénient non seulement pour l'usager de la route, mais aussi pour le riverain. Cette expérience effectuée en 1973 donne des résultats intéressants sur trois types d'abat-poussière.*
(C.D.R.)



l'huile abat-poussière ordinaire et 1.2 mille avec l'huile additionnée de Redicote E-1.

Cependant, des difficultés de commande pour l'additif survinrent et ce plan a dû être modifié, du moins pour l'essai exécuté sur la route La Conception - Mont-Tremblant. A cet endroit, le calcium liquide a été posé le 21 juin 1973 sur une distance de 2.65 milles, alors que l'huile additionnée de Redicote a été posée le 23 juillet 1973 sur une distance de 1.20 mille. Par ailleurs, sur le rang Paisley, le plan original a été suivi et les deux huiles ont été posées le 20 juillet 1973.

Le calcium liquide a été posé au taux de 3 tonnes/mille, tandis que les huiles ont été posées au taux de 1/4 gallon/verge carrée. La teneur en Redicote était de 1 1/3% et apportait à l'huile un supplément de coût sur les lieux des travaux de 10.575¢ par gallon. Ce supplément aurait été moindre si la quantité utilisée avait été plus importante.

L'étude comparative est basée d'une part sur l'examen visuel périodique de la performance par une estimation de la quantité de poussière soulevée par les véhicules, et d'autre part sur la mesure précise de la poussière soulevée par les véhicules au moyen d'appareils utilisés par des gens de l'hygiène de l'environnement.

EXÉCUTION DES MESURES

Trois moyens différents s'offraient pour la mesure de la poussière: le premier consistait à mettre sur le côté de la route des pots contenant de l'eau et après un certain temps, peser la poussière accumulée; le second consistait à mesurer au moyen de l'appareil de Soiltest la poussière retenue sur un papier filtre; le troisième est l'interprétation des photos et a été mis au point en Saskatchewan (1).

La photo 1 illustre les deux premiers moyens (l'appareil Soiltest sur le bord de la route et le pot accroché au poteau) que nous avons préférés au troisième parce que nous les avons jugés plus précis.

Comme l'appareil Soiltest n'est pas fait spécifiquement pour mesurer la poussière soulevée par les véhicules sur la route, et qu'il n'y avait pas de méthode d'essai décrite pour cet usage, nous avons établi notre propre méthode. Celle-ci consistait à faire passer à 40 mi/h une voiture à toutes les deux minutes pendant 20 minutes et à faire fonctionner l'appareil,

(1) Evaluation of Selected Dust Palliatives on Secondary Highways. R.W. Mulholland, Saskatchewan Department of Highways. Technical Report 18, Décembre 1972.

le capuchon soulevé, pendant ce temps.

L'appareil Soiltest fonctionnant à l'électricité, une génératrice à gasoline était donc nécessaire pour l'exécution de ces essais. La photo 1 illustre l'équipement complet qui a servi aux essais. Les essais ont été exécutés les 23 juillet, 31 août et 26 septembre 1973, ainsi que le 31 mai 1974.

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les mesures faites avec les pots sont difficiles à interpréter car la présence de matériaux douteux (mouches, cailloux, sable très grossier, etc.) et, dans certains cas, la disparition des pots rendent la comparaison presque impossible.

Heureusement, les mesures avec l'appareil Soiltest sont plus fiables et fournissent des résultats très intéressants.

A) Rang Paisley

Comme aucune poussière n'était soulevée par les véhicules au moment des mesures en 1973 (voir photo 2), les mesures avec l'appareil n'ont été exécutées que le 31 mai 1974.

Sur la partie traitée à l'huile abat-poussière ordinaire, la poussière mesurée a été de 4,000 microgrammes par mètre cube. Quant à la partie traitée à l'huile additionnée de Redicote E-1, une quantité de 5,590 microgrammes par mètre cube a été mesurée. Cependant, sur cette dernière section, lors de l'exécution des mesures, deux camions et quatre voitures sont passés en plus des dix passes normales de la voiture d'essai, tandis que sur l'autre section, il n'y a eu que trois autos en plus des dix passes normales.

B) Route La Conception - Mont-Tremblant

La figure 1 montre la variation de la poussière soulevée par les véhicules en fonction du temps écoulé depuis la mise en place de l'abat-poussière. Cette figure illustre la performance supérieure de l'huile avec l'additif sur le calcium liquide, surtout pour une durée supérieure à 30 jours.

CONCLUSION

Bien que certaines difficultés nous aient empêchés de faire une étude comparative plus précise, il fut quand même possible de réaliser des essais routiers dont les résultats sont fiables et significatifs.

En effet, les résultats démontrent que l'huile abat-poussière joue son rôle adéquatement plus longtemps que le calcium li-

FIGURE 1
Poussières soulevées VS Age du traitement

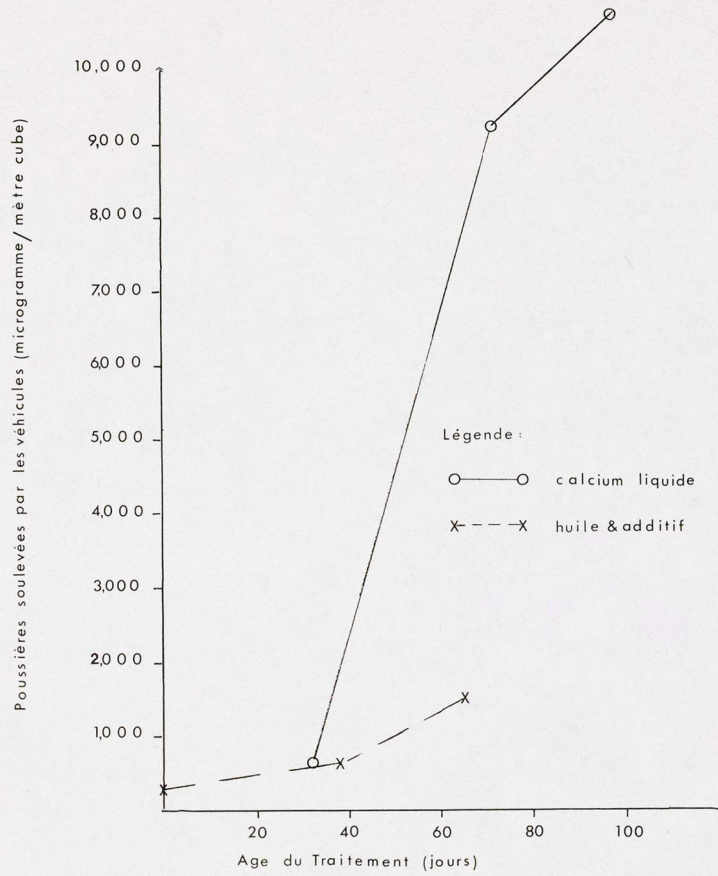


Photo - Appareillage pour l'exécution des mesures de poussières
no 1 (automobile, pot, appareil Soiltest, génératrice)

guide. De plus, l'additif Redicote E-1 ne semble pas améliorer le rendement de l'huile.

Cependant, dans chaque cas, une étude économique et écologique doit être faite pour déterminer réellement s'il est plus avantageux d'utiliser l'huile abat-poussière plutôt que le calcium liquide. La récente hausse des produits pétroliers a rendu les huiles plus dispendieuses et, dans certaines régions agricoles, l'emploi de tels produits peut affecter les cultures.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier monsieur R.E. Lawlor, de Armour Industrial Chemicals Limited, messieurs Bazinet et Plouffe, du district 63 du ministère des Transports, ainsi que monsieur Jacques Denizeau, des Services de Protection de l'Environnement du ministère des Affaires municipales, pour leur précieuse collaboration dans cette étude.



Photo no 2 - Etat du traitement sur le rang Paisley en 1973

PIERRE DEMONTIGNY ing.

Service des Sols et Matériaux
Ministère des Transports du Québec

INTRODUCTION

En consultant la littérature qui traite des revêtements autres que ceux dits "à chaud", on constate rapidement plusieurs lacunes. Une certaine confusion apparaît d'abord au niveau de la terminologie. Les mélanges sont par exemple classifiés tantôt selon leurs emplois (v.g.: stabilisation, couche d'usure, etc.), tantôt selon le mode de malaxage (v.g.: mélange à la niveleuse, mélange au pulvi, etc.), tantôt selon les coûts anticipés ou supposés (v.g.: revêtement à coût modique), tantôt même selon la température à laquelle on les emploie (mélange à froid pour désigner les mélanges de réparation d'hiver). On découvre ensuite une absence presque totale de notions théoriques consistantes, ce qui, évidemment, est source de nombreux problèmes reliés à la confection de ces revêtements.

Nous ne prétendons évidemment pas clarifier chacun de ces problèmes au cours du présent article. Nous proposons cependant une certaine classification ou terminologie des mélanges concernés et des liants qui s'y rapportent. Nous présentons également quelques notions de base qui, nous l'espérons, pourront servir de guide dans la fabrication ou dans le choix des mélanges les mieux adaptés à des cas donnés.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

A) Classification des mélanges

L'expression "à chaud" en parlant des mélanges ou des revêtements est bien connue et correspond à une technique de fabrication bien précise. Cette technique consiste à chauffer le liant et l'agrégat à une température de l'ordre de 300-325°F, c'est-à-dire jusqu'à ce que le liant se liquéfie suffisamment pour permettre l'enrobage de l'agrégat. Le qualificatif "à chaud" paraît donc pleinement justifié. Par ailleurs, il laisse supposer qu'il existerait un autre

* L'augmentation rapide du coût des produits pétroliers force l'ingénieur routier à remettre en cause certaines notions de conception des chaussées. Dans le présent exposé, l'auteur décrit les caractéristiques des divers revêtements bitumineux employés dans la province de Québec. Son analyse devrait aider l'ingénieur à mieux évaluer les diverses alternatives qui se présentent à lui lors de l'élaboration d'un projet donné. (C.D.R.)

groupe de mélanges qui, eux, ne seraient pas fabriqués à chaud. C'est à ce groupe que nous attribuons ici le qualificatif "à froid". Plus précisément, il s'agit de mélanges ou revêtements dont la confection ne requiert pas de chauffage préalable de l'agrégat. On les obtient par le recours à un bitume liquide sauf dans le cas de l'enrobé au bitume moussé (foam asphalt) dont il sera fait mention plus bas.

Il est important de bien noter que l'expression "à froid" est ici employée dans un sens beaucoup plus large que ne le veut un certain usage et selon lequel le terme ne s'appliquerait qu'aux mélanges de réparation d'hiver.

Les revêtements à froid se divisent à leur tour en deux catégories:

- les enrobés ou ceux obtenus par agitation ou malaxage de l'agrégat et du liant;
- les imprégnés ou ceux obtenus par la pose alternée de couches de pierre concassée et de bitume, sans malaxage ou agitation d'aucune sorte.

B) Types de liants

En raison de la grande influence du liant sur les caractéristiques des mélanges et sur leurs modes de fabrication, il est très important de comprendre la signification exacte des types de liants mentionnés au cours du présent article.

- Bitume

Liant hydrocarboné employé dans les revêtements à chaud classiques et dans les enrobés au bitume moussé (foam asphalt). Etant solide à la température de la pièce, on lui ajoutera parfois le qualificatif "solide" pour le différencier des bitumes liquides. Plusieurs le désignent aussi par le vocable de "ciment asphaltique", terme dont l'existence nous semble peu justifiée techniquement.

- Bitume liquide

Liant hydrocarboné employé dans les revêtements à froid. C'est un terme générique qui englobe les cutbacks et les émulsions, lesquels sont tous deux des liquides plus ou moins visqueux à la température de la pièce. Cette caractéristique d'être liquides à basse température leur est conférée par le solvant (huile, kérosène, naphte) ou le dispersant (phase aqueuse des émulsions) qu'ils contiennent. Ce ne sont donc pas des bitumes à l'état pur. Après évaporation du solvant ou du dispersant, on obtient de nouveau un bitume solide, lequel est souvent qualifié de "résiduel".

- Cutback

Bitume liquéfié par l'addition d'un solvant hydrocarboné et qui ne durcit qu'à la suite de l'évaporation graduelle de son solvant. On distingue trois groupes: les RC, les MC et les SC suivant que leur prise est rapide, moyenne ou lente.

- Emulsion

Bitume dispersé en gouttelettes dans l'eau, où elles sont tenues en suspension par l'action d'un agent émulsif. Avec évaporation de l'eau, l'équilibre électrostatique entre les deux phases se rompt et la phase "bitume" se sépare de la phase aqueuse pour durcir d'une façon presque instantanée. A cause de cette immiscibilité des deux phases, le mélange à l'émulsion est sans doute moins enclin au ressuage que celui au cutback, lequel ne perd son solvant que graduellement et en conserve donc au moins une faible partie pendant longtemps.

De façon analogue à ce qui a été dit au sujet des cutbacks, il existe des émulsions à prise rapide (RS), à prise moyenne (MS) et à prise lente (SS). Ces symboles, tout comme ceux qui identifient les cutbacks, sont en outre suivis de chiffres ou de lettres et de chiffres servant à exprimer la viscosité. Mentionnons à titre d'exemples: RC-800, MC-250, RS-1k, SS-1, etc.

C) Analogie entre les mélanges à chaud et à froid

Quelques notions considérées comme très fondamentales dans les revêtements à chaud s'appliquent également aux revêtements à froid et aident à mieux saisir l'importance de certaines techniques qu'il ne faut jamais perdre de vue, quel que soit le type de revêtement auquel l'on a recours. Parmi ces notions de base, les trois suivantes sont tout particulièrement significatives:

- 1- Les mélanges à chaud sont fabriqués à la température pour laquelle la viscosité du liant facilite au maximum l'enrobage de l'agrégat. La température de cylindrage de ces mêmes mélanges est également celle qui est jugée la plus propice à l'obtention d'un haut niveau de compactage. Dans le cas des revêtements à froid, on fait varier de façon analogue la viscosité du liant: en la chauffant avant le malaxage et en laissant évaporer une partie de son humidité ou de son solvant avant de le compacter sur la route. Cette évaporation ne doit cependant pas dépasser le stade au-delà duquel le compactage deviendrait trop difficile, mais elle doit être telle qu'elle procure au revêtement après compactage un maximum de stabilité.

- 2- A la suite d'un compactage adéquat, le revêtement à chaud acquiert toute sa résistance par simple refroidissement. Le revêtement à froid ne présente évidemment pas un tel avantage; il acquiert sa résistance très lentement, par évaporation graduelle du solvant (cas des cutbacks) ou de sa phase dispersante (cas des émulsions).
- 3- Pour obtenir un revêtement durable, on doit viser à la plus faible teneur possible en vide sans pour autant encourir le risque de ressuage, d'où l'importance d'un bon compactage. Il ne faut cependant pas oublier dans le cas des mélanges à froid que toute évaporation du liant après la pose sur la route se traduit par une augmentation de la porosité. Il est donc important, pour obtenir une durabilité maximum, de ne compacter le mélange que lorsque l'évaporation est suffisamment avancée sans toutefois nuire outre mesure au compactage et d'avoir recours à une teneur en bitume suffisamment haute pour que le pourcentage de vide après un compactage soutenu soit faible.

LES ENROBÉS À FROID

1) Caractéristiques

L'un des principaux avantages du procédé à froid réside dans le fait qu'il peut être pratiqué dans les régions éloignées sans recours à une usine à chaud. Il conduit donc souvent à une réduction des coûts de transport mais il présente en revanche quelques inconvénients que l'on peut formuler comme suit:

- a- Le coût du bitume liquide, considéré sur une base de bitume résiduel (voir tableau I) est plus élevé que celui du bitume solide employé dans les enrobés à chaud.
- b- Il est impossible d'atteindre dans un enrobé à froid des teneurs en bitume (résiduel) aussi élevées que celles d'un revêtement à chaud sans s'exposer à un ressuage désastreux sous l'effet du trafic. En effet, même après une bonne aération du mélange, il faut que le liant soit encore suffisamment mou pour que le compactage puisse s'effectuer normalement. On a donc alors une phase liquide constituée par le bitume résiduel, le solvant et l'humidité non évaporée du mélange, qui, en raison de son grand volume et de sa faible consistance, est plus prompte au ressuage que le liant du revêtement à chaud.
- c- La plus faible teneur en bitume résiduel conduit à un film d'enrobage qui est plus mince et sans doute moins bon aussi. Combinée à l'évaporation graduelle du solvant, elle occasionne chez l'enrobé un accroissement de

la porosité et de la perméabilité, et partant, une diminution de la résistance aux sels et aux agents atmosphériques.

- d- Contrairement aux revêtements à chaud qui acquièrent une résistance satisfaisante rapidement, par simple refroidissement, l'enrobé à froid exige une période de cure avant de pouvoir résister aux rigueurs de l'hiver ou à une circulation intense. Pour ces raisons, lorsqu'il est employé comme couche de surface, il doit être mis en place tôt en été et uniquement sur des routes faiblement fréquentées. On doit éviter également les routes très sinueuses en pays montagneux ou valonneux. Par suite, enfin, de la faiblesse du liant, on trouvera avantageux de recourir à un agrégat qui a un frottement interne élevé, c'est-à-dire qui contient une forte proportion de pierre concassée.

TABLEAU I
COÛT DES LIANTS BITUMINEUX LES PLUS
COMMUNÉMENT EMPLOYÉS, F.O.B. USINE 1973

| Type | Bitume résiduel (%) | Cents/gall. | Cents/livre de bitume résiduel | |
|-----------------------------------|---------------------|-------------|--------------------------------|------|
| Bitumes liquides | RS-1 | 55+ | 20.20 | 3.7 |
| | RS-2 | 60+ | 20.20 | 3.4 |
| | RS-1K | 62+ | 21.60 | 3.5 |
| | RS-2K | 67+ | 21.60 | 3.25 |
| | SS-1 | 55+ | 20.20 | 3.7 |
| | RC-250 | 65+ | 14.8 | 2.35 |
| | RC-800 | 75+ | 14.8 | 2.05 |
| | MC-250 | 67+ | 13.5 | 2.1 |
| Bit. solide (Cim. asphaltique) | 99+ | \$25.50/T) | 1.3 | |

2- Modes d'emploi

Tous les enrobés à froid susmentionnés, auxquels il faudrait d'ailleurs ajouter l'enrobé au bitume moussé (foam asphalt), sont ceux qui, une fois posés sur la route, ressemblent le plus aux revêtements à chaud. Comme ces derniers, on les a utilisés dans le passé, en couches de surface d'épaisseur minimum d'environ deux pouces.

On peut aussi s'en servir comme couche de base ou couche stabilisée sur les routes à circulation moyenne ou lourde. Dans ces deux derniers cas, certains des inconvénients que nous venons d'énumérer relativement à la faible teneur en bitume résiduel des enrobés à froid, à leur porosité, à leur faible durabilité et même à leur faible résistance mécanique initiale, peuvent avoir une importance moindre. Il ne faut cependant pas assumer sans essais préalables que tout agrégat stabilisé peut être assigné aux emplois précités sans égard au trafic et à l'épaisseur de la couche de protection placée au-dessus.

Les enrobés à froid, sauf ceux à base de bitume moussé, sont également employés comme mélange de réparation en hiver lorsque les usines d'enrobage à chaud ne sont plus en opération.

3- Malaxage

Même si le mode de malaxage peut avoir une grande influence sur la qualité de l'enrobé, notamment en ce qui a trait à son homogénéité et à son degré d'enrobage, il est néanmoins possible d'obtenir des enrobés à froid par des procédés très différents. Ainsi, pour les mélanges de réparation d'hiver, on utilise les usines d'enrobage à chaud, attendu que ce sont elles qui offrent les meilleures chances d'obtenir un produit de qualité et que les quantités à transporter sont relativement faibles. Lorsque des quantités plus considérables sont requises dans un secteur limité, comme par exemple en été pour confectionner un revêtement, on préférera généralement effectuer l'enrobage sur le site même des travaux. On utilisera alors l'une ou l'autre des pièces d'outillage suivantes:

- une niveleuse;
- un pulvi-malaxeur (aidé ou non de niveleuse);
- une usine automotrice du type "moto-paver".

Le moto-paver consiste en un malaxeur à débit continu et contrôlé qui alimente une épandeuse à lame réglable. Il présente les avantages suivants sur la niveleuse ou le pulvi-malaxeur:

- a- parce que le malaxage se passe dans un récipient fermé, le danger d'incorporer au mélange des particules non enrobées provenant de la base granulaire est écarté et l'homogénéité du mélange en est accrue. Pour cette raison, les couches de surface que l'on n'entend pas protéger ultérieurement avec un traitement simple, un coulis de scellement ou autre couche imperméable devraient toujours être confectionnées avec un moto-paver.

- b- En raison de la rapidité du malaxage, lequel est effectué en une seule opération, le moto-paver permet d'employer un cutback à prise rapide relativement visqueux (RC-800), ce qui amène une réduction possible de la période d'aération requise avant le cylindrage et amenuise du même coup les inconvénients posés à la circulation. Cela permet en outre au revêtement de curer plus rapidement et, par conséquent, d'acquérir plus tôt une résistance supérieure.
- c- Un troisième avantage réside dans la possibilité d'utiliser du bitume solide comme liant. Ce dernier, porté à une température d'environ 310°F, est dispersé dans l'agrégat (non chauffé) lors du malaxage à l'état de fines gouttelettes pour donner naissance à un enrobé d'un type spécial dit "au bitume moussé" (foam asphalt). Cette dispersion est faite dans des jets spéciaux, sous l'action combinée de la pression et de la vapeur d'eau, au-dessus d'un agrégat vivement agité par une vis sans fin.
- d- Comme corollaire des deux avantages précédents, on peut mentionner également que le moto-paver permet l'emploi de liants, dont les prix, considérés sur une base de bitume résiduel, sont moins élevés (voir tableau I).

Notons pour terminer que de tous les enrobés à froid, le foam asphalt est peut-être celui qui cure le plus vite. En raison de la consistance plus élevée de son liant, c'est en même temps celui qui peut accepter sans ressuer la plus haute teneur en bitume.

4- Coulis de scellement (Slurry Seal)

Il existe un dernier type d'enrobé à froid dont nous n'avons pas encore parlé: c'est le coulis de scellement. Il est constitué d'environ 82% de criblure de pierre et 18% d'émulsion auxquelles on ajoute une certaine quantité d'eau pour en faire un mélange très fluide au moment de la pose. En raison de sa faible épaisseur, qui est généralement de l'ordre de 1/8 pouce, on ne l'emploie pas directement au-dessus d'une couche granulaire, mais bien plutôt au-dessus d'une base bitumineuse plus épaisse et plus forte, à laquelle il se trouve pour ainsi dire attaché. Cette base peut être un accotement revêtu qui commence à se détériorer et auquel l'on veut redonner un aspect de neuf plus uni, plus imperméable et plus résistant aux sels et aux agents atmosphériques. Ce peut être également un enrobé à froid posé quelques semaines auparavant sur une route secondaire et que l'on veut protéger avant la venue de l'hiver. Notons que son emploi sur des routes à fort trafic dans le but de rajeunir la chaussée a été discontinué depuis quelques années par suite de sa faible résistance à l'action des pneus à crampons.

LES IMPRÉGNÉS

Les revêtements imprégnés comprennent le bitumacadam et le traitement de surface. Le bitumacadam, relativement peu employé de nos jours, consiste en une ou plusieurs couches de pierre concassée liée sur la route au moyen d'un cutback à prise rapide (RC) et à haute viscosité, ou même d'un bitume solide préalablement chauffé, par la méthode dite "de pénétration". On place donc une couche de pierre concassée que l'on imprègne de bitume en l'arrosant à sa partie supérieure.

Le traitement de surface, aussi appelé enduit superficiel ou enduit d'usure, est fabriqué selon le procédé inverse: on applique une couche de bitume liquide que l'on superpose d'une couche de pierre concassée. Cette dernière est ensuite imprégnée dans le bitume sous-jacent par cylindrage. On peut ensuite répéter le procédé, mais dans ce cas, on commence à la base par un agrégat grenu et l'on utilise dans les couches successives un agrégat graduellement plus fin. On obtient ainsi des traitements simples (enduits monocouches) ou des traitements multiples (enduits multicouches) suivant que l'on a recours à une seule couche d'agrégat ou à plusieurs couches superposées. Dans la majorité des cas, on se contente cependant des traitements simples et des traitements doubles (enduits bicouches). Les premiers, d'une épaisseur d'environ 1/3 pouce, sont employés de la même façon que le coulis de scellement, c'est-à-dire sur un vieux revêtement peu fréquenté qui commence à se détériorer ou encore sur un revêtement récent fait d'un enrobé à froid et qui nécessite une couche d'imperméabilisation ou de protection avant d'être exposé aux rigueurs de l'hiver. Lorsqu'il s'agit d'un vieux revêtement brisé qui nécessite une réfection, le traitement simple est généralement insuffisant et il est préférable de recourir au traitement double. Ce dernier constitue sans doute, après les revêtements à chaud, le type de revêtement qui fut employé avec le plus de succès dans le passé sur les routes secondaires immédiatement au-dessus d'une couche granulaire. Il est peu enclin à la fissuration et dans bien des cas, il s'est avéré le moins cher. Il nécessite cependant un agrégat qui, en plus d'être dur et résistant, doit contenir au moins 50% de concassé. De plus, en raison de sa faible épaisseur (0.7 pouce) par rapport à l'enrobé à froid, il ne possède pas la résistance mécanique que ce dernier possède après cure et ne contribue pas non plus autant que ce dernier à la portance de la chaussée.

Notons enfin que le traitement simple semble de moins en moins utilisé, attendu qu'on lui préfère souvent le coulis de scellement, dans lequel les particules d'agrégats, parce qu'elles sont complètement enrobées, paraissent fixées plus solidement à la chaussée et donnent donc lieu à un enduit plus résistant en plus d'avoir un aspect plus attrayant.

TABLEAU II - Classification, composition et modes d'emploi des revêtements à froid.

| CLASSE | | IMPRÉGNÉS | | ENROBÉS | | | | | |
|-------------------|------------------|---|---------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------|-----------|----------------------|
| Fabrication | | Alternance de pierre concassée et de Bitume + Cylindrage | | M a l a x a g e a v e c | | | | | |
| Liant | | Bitume liquide | Bit. liq. ou solide | Bitume solide | Bit. liq. (RC-800) | Bitume liq. autre que RC-800 | Emulsion + eau | | |
| Nom du revêtement | | Traitement de surface | | Bituma-cadam | Enrobé au bitume moussé | Enrobé à froid au | | | Coulis de Scellement |
| | | Simple | double ou multiple | | | moto-paver | Pulvi-malaxeur | Niveleuse | |
| EMPLOIS | Rtes Secondaires | Couche unique Couche inf. | X | X | X | X | X | X | |
| | | Couche sup. d'un enrobé à froid neuf | X | | | | | | X |
| | Rtes Principales | Revêtement d'accot. Regénération superficielle d'accot. déjà pavé Couche de fondation (Stabilisation) | X | X | X | X | X | X | X |

CONCLUSION

- 1- Etant donné que le coût d'un pavage peut varier avec un grand nombre de facteurs tels le type de liant, la distance de transport, la teneur en bitume, etc., on ne peut considérer comme nécessairement moins cher un revêtement fabriqué selon une technique donnée. Pour cette raison, le terme "à froid", en parlant des revêtements, devrait remplacer celui "à coût modique", qui ne paraît pas avoir de correspondance précise avec la réalité.
- 2- Par suite des coûts relativement élevés des bitumes liquides, il est douteux que l'emploi d'un revêtement à froid soit économiquement avantageux à faible distance d'un poste d'enrobage à chaud.
- 3- Employés comme couche de surface, les revêtements à froid doivent être mis en place tôt en été et uniquement sur les artères faiblement fréquentées. Ils sont également peu recommandés sur les routes très sinueuses.
- 4- Employés comme couche de surface, les enrobés à froid avec liant de bitume liquide ont, par rapport aux revêtements à chaud, l'inconvénient d'être très poreux. Cette caractéristique, qui résulte partiellement au moins de leur pauvreté en bitume résiduel, n'est cependant peut-être pas aussi prononcée chez le foam asphalt. Ce dernier a cependant lui aussi une résistance mécanique faible avant que sa cure ne soit suffisamment avancée.
- 5- De tous les revêtements à froid, le double traitement de surface est sans doute l'un de ceux qui furent employés avec le plus de succès dans le passé sur des bases granulaires. En raison de sa faible épaisseur (3/4 pouce), il ne dure peut-être pas aussi longtemps que certains enrobés à froid bien réussis et ne contribue pas non plus autant que ces derniers à la capacité de support de la chaussée. Il possède en revanche l'avantage d'être plus facile et plus rapide à poser en plus d'être peu coûteux lorsque la source d'agrégat est proche. L'agrégat qu'il requiert est cependant maintes fois difficile à obtenir dans les régions éloignées.
- 6- Les enduits très minces tels les traitements de surface simples et les coulis de scellement ne peuvent s'appliquer que sur une couche bitumineuse existante dans les buts suivants:
 - arrêter la détérioration de la couche tout en donnant à la surface une allure de neuf;
 - imperméabiliser un revêtement à froid posé quelques semaines auparavant pour accroître sa résistance aux intempéries. ~

FRIEDRICH OEHMICHEN

Architecte-paysagiste, professeur agrégé
Université de Montréal

RES Planification
de l'exploitation des carrières
en vue de leur
récupération ultérieure *

RÉSUMÉ

Pour une agglomération en pleine expansion, l'extraction de matériaux de construction comme le sable, le gravier et la pierre est une nécessité. Plus ces carrières sont rapprochées des lieux d'utilisation des matériaux et plus le public en retire un avantage économique, mais les conflits d'intérêt avec la population et les autres utilisateurs du sol augmentent d'autant.

Le problème se trouve encore accru par les méthodes actuelles d'extraction selon lesquelles on creuse les emplacements strictement aux fins d'exploitation. Cette pratique laisse les lieux dans une condition de dégradation complète et présente un danger pour la sécurité et la santé publiques. Jusqu'à présent, ces emplacements n'ont été comblés que par des dépôts d'ordures.

La réglementation du creusage offrirait d'énormes possibilités d'édifier à la demande une topographie des plus intéressantes sur des terrains se prêtant à une utilisation intensive. On pourrait notamment aménager des plans d'eau pour différents types de récréation, particulièrement dans les régions urbaines où le besoin s'en fait le plus sentir.

Envisagée dans le cadre de la mise en valeur des ressources, l'exploitation des carrières près des grands centres ne doit pas conduire forcément à la dégradation ou à la destruction de la qualité de l'environnement. Au contraire, on peut l'utiliser comme moyen d'accroître le potentiel et la qualité des lieux et de l'environnement. C'est pourquoi il faudrait considérer l'extraction des matériaux de construction comme un processus créateur, développé selon un plan prévoyant l'utilisation ultérieure de l'emplacement. L'expérience a déjà prouvé

* Le présent exposé est basé sur les travaux de recherches effectués sous l'égide du Comité Associé de recherches géotechniques du Conseil National de Recherches du Canada. Les résultats ont déjà été publiés en anglais dans les comptes rendus de la conférence nationale sur les problèmes de génie urbain relatifs aux terrains tenue les 7 et 8 mai 1973 (mémoire technique no 109). Le sujet traité intéressera sûrement ceux qui utilisent les produits de carrières dans le domaine routier. (C.D.R.)



1- La plage St.Mary, en Ontario - une ancienne carrière



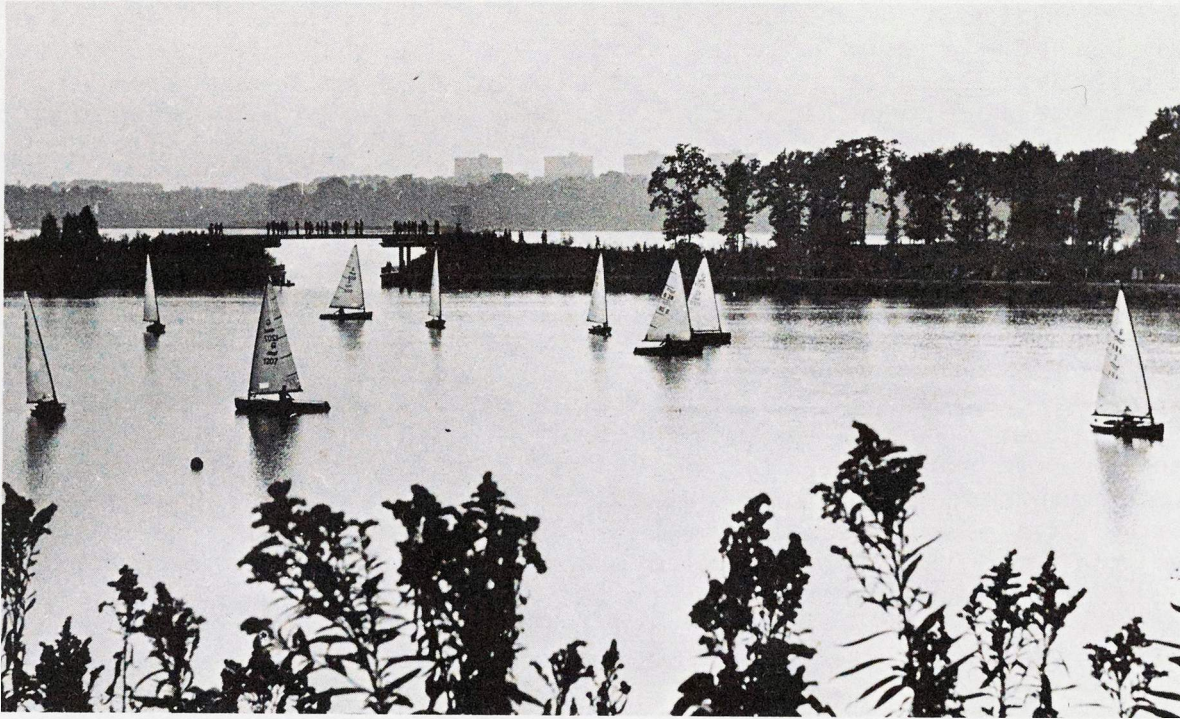
2- La plupart des carrières de calcaire sur l'Ile et dans la région de Montréal seront remplies d'eau quand l'excavation sera terminée. Qu'est-ce qui se passera avec ces pièces d'eau? (Petite carrière à Sainte-Thérèse).

qu'un contrôle de ce genre n'impose pas de restrictions impossibles aux travaux d'extraction. Dans le plan d'exploitation d'une carrière prévoyant la revalorisation de l'emplacement, on tient compte de la forme à donner à l'excavation proprement dite, des pentes sur tout le périmètre, de la relation entre les parties creusées et les parties non creusées, et spécialement de l'aménagement des plans d'eau.

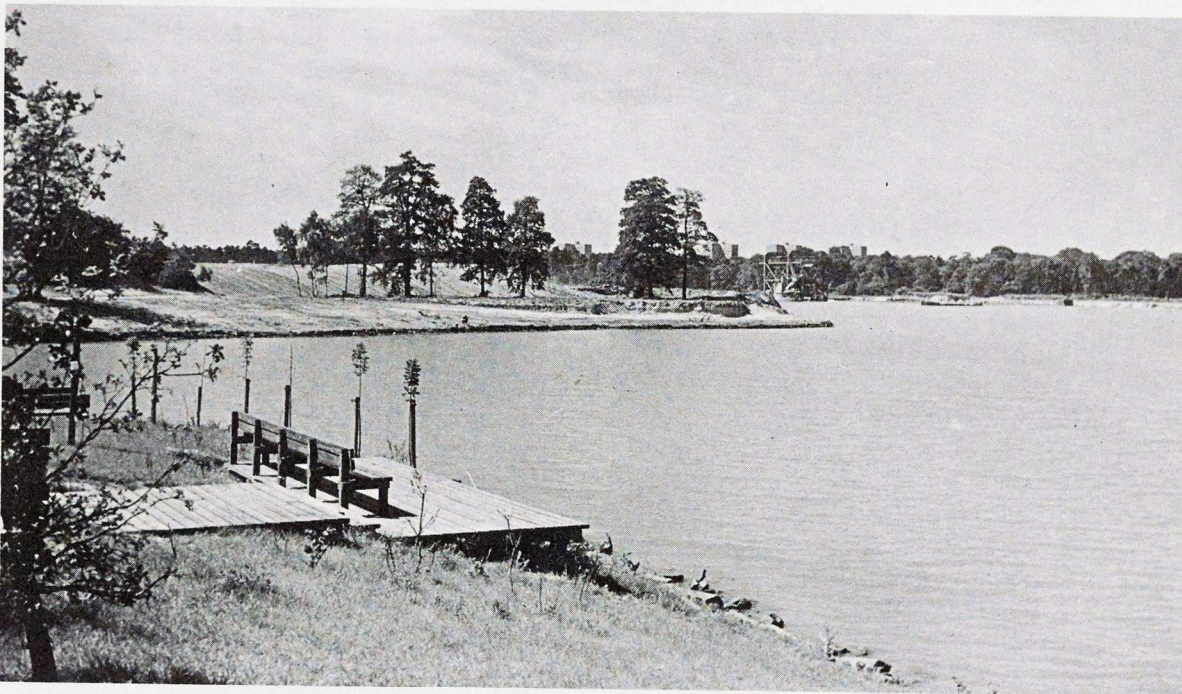
EXEMPLES DE RÉUTILISATION AVEC SUCCÈS DE FOUILLES ET DE CARRIÈRES

Les Londoniens qui se livrent à la pêche en eau douce tout près de chez-eux ne se doutent pas qu'ils sont parfois sur des lacs appartenant à la société Ready Mixed Concrete Limited qui en est non seulement propriétaire mais qui les a elle-même construits. Depuis des années, cette société met en oeuvre un programme élaboré visant à la réutilisation de ces carrières de gravier et, grâce à ce moyen, elle est maintenant propriétaire de vastes terrains destinés à la récréation. C'est en raison de ce succès économique que toutes ses carrières sont maintenant utilisées strictement pour aménager d'autres parcs de récréation. A elle seule, l'année dernière, cette société a ouvert à la pêche près de 50 milles de rivages sur 48 lacs artificiels, tous dans un rayon de 35 milles de Hyde Park. Dans quelques années, la société ouvrira à la pêche plus de 100 milles de rivages sur d'anciennes carrières et ces lacs pourront aussi être utilisés pour la natation, le ski nautique et même la voile, ainsi que d'autres sports très en faveur dans le public. La Ready Mixed Concrete Limited a également créé une filiale, la Leisure Sports Limited, spécialisée dans l'aménagement de ses carrières. Son dernier projet à l'étude consiste en un parc de récréation de 500 acres.

On a pratiqué aussi au Canada, avec succès, la réutilisation de carrières dans le cas, notamment, de la fameuse piscine de St. Mary's, près de Stratford, en Ontario, des groupes d'habitations à l'est de Scarlett Road, à Toronto, et des Sunken Gardens à Victoria, en Colombie Britannique. Toutefois, c'est en Europe centrale qu'on trouve les exemples les plus nombreux. Dans cette région, la grande densité démographique a depuis longtemps poussé à l'utilisation intensive des terres et, de ce fait, provoqué les changements nécessaires dans les méthodes d'extraction. On a ainsi créé des parcs de récréation sur les lieux d'anciennes carrières où parfois, au cours d'un beau week-end d'été, on accueille plusieurs centaines de milliers de visiteurs par jour. Ces parcs sont près des grands centres, facilement accessibles, et assez étendus pour répondre entièrement au besoin de récréation de la population. Ils offrent une grande variété de moyens de distraction, orientés surtout vers les sports nautiques, et sont en outre d'une beauté indéniable.



3- Lac pour la voile - ancienne sablière. Il est prévu d'élargir le passage du pont pour les voiliers. En 1982, avec les excavations terminées, une surface de 220 acres de lacs artificiels sera accessible aux voiliers. Duisburg, Allemagne.



4- Place de repos - aménagement naturel des rivages. Duisburg, Allemagne

C'était, à l'origine, des fouilles et des carrières exploitées sur une base industrielle et à des fins commerciales. On connaît de nombreux exemples de réutilisation avec succès d'anciennes carrières et leur revalorisation s'est révélée possible dans les conditions les plus variées.

En plus de sa contribution à la qualité de l'environnement, la récupération des anciennes carrières peut être également une entreprise lucrative. En 1968, A. Bauer a indiqué dans ses ouvrages les bénéfices de certaines entreprises d'extraction planifiée. Il a parlé notamment d'un chantier de 60 acres dans le Nebraska, où l'on a converti une carrière en lac, avec un district résidentiel sur les bords, et où la valeur des gisements épuisés est passée ainsi de deux cents à mille dollars l'acre. A Long Island, une carrière de gravier a été aménagée en station balnéaire, à la suite de quoi la valeur du terrain est passée de quatre mille à douze mille dollars l'acre. D'après des renseignements de source allemande, les coûts supplémentaires de réaménagement d'une carrière ne dépassent pas, généralement, trois pour cent des frais d'exploitation. On voit ainsi que l'exploitation des carrières dans les régions urbaines ne doit pas forcément conduire à une dégradation ou à une destruction de la qualité de l'environnement; bien au contraire, l'extraction à ciel ouvert, utilisée comme processus créateur, peut se révéler un moyen efficace d'accroître le potentiel, aussi bien que la qualité de l'environnement urbain.

POTENTIEL DE MISE EN VALEUR DES CARRIÈRES

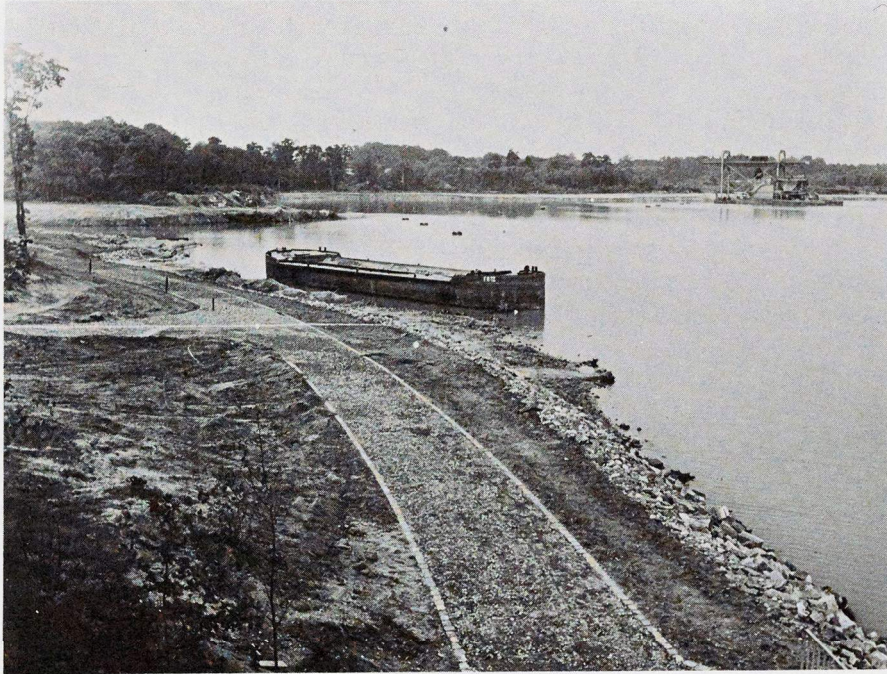
1- Emplacement et superficie

Les carrières sont souvent d'une étendue considérable. Dans la région de Montréal seulement, il en existe une qui couvre environ 400 acres. Par leur emplacement même, à l'intérieur ou aux limites des régions urbaines, les anciennes carrières sont un capital trop important pour les laisser inutilisées ou les abandonner à une lente détérioration, après l'épuisement de leur gisement. Dans beaucoup de régions urbaines, ces lieux peuvent constituer de façon unique, et peut-être très précieuse, un bien foncier de réserve. Leur situation offre aussi parfois la possibilité de créer de nouveaux lieux de récréation à l'intérieur de la région urbaine.

2- Topographie

Au sens géomorphologique, le creusage crée une topographie faite de main d'homme. Cette entreprise fournit l'occasion d'utiliser le processus d'extraction pour donner simultanément au terrain une topographie déterminée à l'avance en vue de ses utilisations futures.

La forme, les pentes des contours et le fond de l'excavation doivent être aménagés pour accentuer la mise en valeur



5- Aménagement intégré: construction d'une promenade suivant directement l'excavation. Duisburg, Allemagne.



6- L'excavation non planifiée des sables dans le nord-est de Montréal laisse des pièces d'eau d'une profondeur insuffisante, trop petites et trop dispersées pour un réaménagement intéressant.

des lieux et doivent être formés de manière à intégrer par la suite l'excavation proprement dite dans le paysage. La façon d'utiliser ces éléments dépend de l'utilisation ultérieure prévue pour la carrière et de la physionomie du paysage qui l'entoure. Donc, dans une région plate comme celle de Montréal, la formation d'un relief prononcé et la création de nouveaux lacs pourraient être un moyen très intéressant de réutiliser les carrières, tandis que dans une région accidentée, le nivellement ou le terrassement d'une colline pourrait être une réalisation des plus intéressantes. Fondamentalement, la carrière doit accroître le potentiel de l'emplacement original, ou tout au moins y contribuer.

3- L'eau

La création d'un plan d'eau fait de main d'homme est souvent l'avantage le plus précieux que présente une carrière. Les lacs, dans les anciennes carrières, sont nourris par des nappes souterraines dont l'eau est souvent de bonne qualité. Pour leur alimentation, ils sont moins tributaires des eaux de surface que la plupart des lacs naturels et leur eau est moins exposée à la pollution. Dans la région de Montréal, des prélèvements d'eau dans plusieurs carrières de sable et de gravier ont indiqué dans tous les cas qu'elle était propre à la natation et parfois même qu'elle était potable.

Toutefois, les possibilités d'utilisation dépendent de l'abondance d'eau douce, de sa profondeur et de la composition des alluvions. Pour certaines alluvions où la proportion de glaise est forte, l'eau est si trouble qu'on ne peut s'y livrer à la natation. Malheureusement, on arrête souvent l'extraction au moment où l'on atteint la nappe aquifère. Même si cet arrêt est causé par des raisons techniques compréhensibles, on doit quand même tirer partie de toutes les possibilités d'établir des plans d'eau. Les autres facteurs qui parfois entravent effectivement l'utilisation du plan d'eau d'une carrière sont l'étendue trop limitée, les pentes abruptes, les dénivellations dangereuses et imprévisibles du fond et l'absence de terrain pour les services.

Les fouilles et les carrières qui peuvent être creusées à sept pieds au moins au-dessous du niveau hydrostatique offrent les plus grandes possibilités de créer les centres récréatifs les plus demandés. Les plans d'eau ainsi réalisés peuvent être aménagés précisément à la demande pour la natation, le canotage, la pêche, la faune, etc.

AMÉLIORATIONS DU POTENTIEL DE RÉCUPÉRATION

1- Problèmes créés par les terrains abandonnés

Un relevé effectué dans la région de Montréal a montré qu'il



- 7- Suivant les lignes de propriété, les excavations sont exécutées souvent dans une forme rectangulaire et trop rigide pour un réaménagement attrayant et en relation avec l'environnement. (Sablières à Bois-des-Filions, l'autoroute 640 en diagonale).



- 8- La nappe phréatique est souvent assez haute pour créer des lacs - Sablière à St-Amable, excavée pour la construction de l'autoroute 20. Cette pièce d'eau est utilisée maintenant seulement pour la chasse aux canards.

existe plusieurs centaines de fouilles et de carrières. La plupart sont abandonnées, ou bien leur exploitation a cessé temporairement. Malgré l'immense potentiel qu'elles représentent par leur nombre, une seule d'entre elles est actuellement en cours de récupération méthodique. Plusieurs emplacements ont été comblés et réutilisés par la suite et quelques anciennes carrières servent déjà, de manière très limitée, pour les sports nautiques, mais sans planification. Dans le public, on pense généralement que la réutilisation des carrières et des fouilles cause trop de problèmes, et aussi qu'on trouve des terrains disponibles autant qu'on en veut, même dans la région urbaine. La pression démographique est une des conditions préalables qui nous force à envisager l'utilisation diversifiée ou la réutilisation des terrains, ou même à nous familiariser avec cette idée. Il entre dans ce principe l'acceptation d'une certaine responsabilité en ce qui concerne la terre et la qualité de notre environnement. Il faut faire entrer en ligne de compte ces deux facteurs idéologiques qui prennent corps de plus en plus. Il reste ensuite à faire face aux problèmes techniques ou physiques. A Montréal, la situation, et dans ce cas il ne s'agit certainement pas d'une exception, indique clairement que malgré toutes les possibilités de réutilisation des fouilles et des carrières, la fin des travaux d'extraction n'entraîne pas automatiquement la réutilisation ou la revalorisation de l'emplacement. Il faut donc les prévoir. Lorsque l'extraction à ciel ouvert est menée sans planification, elle laisse parfois des obstacles importants qui s'opposent à une réutilisation lucrative de l'emplacement, et notamment quand:

- la superficie de l'excavation est trop petite;
- la forme de l'excavation est régulière, souvent rectangulaire, ce qui empêche toute réintégration dans la topographie et dans le paysage naturel, et ne permet d'envisager aucune nouvelle utilisation des lieux;
- les pentes sont laissées trop abruptes, trop dangereuses, et n'épousent pas non plus la topographie naturelle;
- la configuration du fond de la carrière ou de la fouille ne correspond à aucune des nouvelles fonctions qu'on pourrait envisager;
- les plans d'eau réalisables ne sont pas assez profonds ou sont trop petits, les rives n'offrent pas la sécurité voulue;
- le sol est érodé, la végétation repousse difficilement;
- la terre de recouvrement ne se trouve pas aux endroits où on en a besoin;
- l'équipement et les installations d'extraction qui ne servent plus ont été abandonnés sur place et incitent à utiliser les lieux comme décharge;

- il n'y a pas autour des étendues d'eau suffisamment de terrain non creusé, ou de terrain sec, à partir desquels on pourrait utiliser l'eau ou aménager des installations complémentaires;
- la situation, par rapport aux carrières adjacentes, ne se prête pas à la mise en valeur;
- la situation, en général, n'est pas favorable à la réutilisation.

Quand les lieux ont été délaissés pendant longtemps, les travaux d'aménagement supplémentaires, en vue de réutiliser une ancienne carrière, peuvent être très onéreux. Une fois abandonné, l'emplacement se dégrade et se transforme en une décharge incontrôlée, ou encore on le comble méthodiquement et complètement. Bien que, justement, les anciennes carrières soient très recherchées à cette seule fin, ce n'est pas dans bien des cas une utilisation des plus lucratives. Dans les excavations où l'on a touché une nappe aquifère, le remplissage peut causer la pollution de la nappe souterraine.

2- Principes de planification aux fins de récupération

La façon la plus efficace de récupérer le terrain ne consiste pas à attendre que l'extraction soit terminée. Quand on travaille sans plan, les matériaux, la terre de recouvrement par exemple, sont déchargés autour de l'emplacement sans tenir compte de l'aménagement futur du terrain. Il faut donc, en pareil cas, inclure dans les travaux de récupération des lieux une nouvelle manutention de ces matériaux, ce qui rend très coûteux le projet de mise en valeur du terrain.

Il faut, par conséquent, si l'on veut éviter que l'extraction à ciel ouvert ne détruise le paysage et si l'on veut résoudre les problèmes que pose la récupération du terrain, envisager de manière positive les possibilités que présentent ces carrières dans l'aménagement topographique. Au lieu d'utiliser les potentiels destructeurs de la machine et de l'industrie, on doit promouvoir leur force créatrice. C'est ce qu'en 1968, A. Bauer appelait "l'extraction créatrice", ou intelligente, si l'on préfère.

On entend par "extraction créatrice" que la préparation des terrains pour former de nouveaux emplacements est toute aussi importante et toute aussi lucrative que la production du gravier proprement dit. Un jour viendra où la réalisation d'un nouveau terrain de récréation, les potentiels d'exploitation et les installations seront le principal objectif de l'extraction à ciel ouvert, et le gravier, bien qu'avantageux en lui-même, n'en sera qu'un sous-produit.

LES TROIS NIVEAUX DE PLANIFICATION

Actuellement, les exploitants de carrières de gravier sont très inquiets, En effet, il existe, dans les régions urbaines en expansion, un besoin toujours accru de matériaux de construction. Parallèlement à cette demande, on remarque, dans le public, une crainte grandissante au sujet de la qualité de l'environnement et de l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables. Malgré tous ses avantages, la planification de la réutilisation des anciennes carrières, attendue depuis si longtemps, ne fera qu'ajouter à la complexité de la gestion des ressources naturelles dans les régions urbaines. Ainsi qu'on le voit d'après l'historique ci-dessus, le gisement, comme entité géologique, demande une exploitation bien coordonnée à tous points de vue, en tenant compte des autres carrières en exploitation, des autres utilisations du terrain, ainsi que des travaux de récupération. C'est dans cette optique que l'on doit envisager les conditions d'exploitation et de récupération de chaque emplacement et il faut, pour atteindre ce but, une planification intelligente.

Considérée de cette façon, l'extraction des matériaux en vue de la récupération ultérieure du terrain est en réalité un processus complexe qui s'étale sur trois niveaux et nécessite:

- 1- un plan régional de gestion des ressources naturelles;
- 2- un plan d'exploitation du gisement;
- 3- un plan d'aménagement de l'emplacement.

1- Plan régional de gestion des ressources naturelles

Il est essentiel que la région urbaine ait une source suffisante d'approvisionnement en gravier, sable et pierre concassée si l'on veut maintenir l'industrie de la construction sur des bases saines et économiques. Mais l'on sait que les sources de matériaux de construction sont menacées:

- par l'épuisement;
- par l'étalement des zones urbaines;
- par les règlements de zonage restrictif.

Si, par l'action conjuguée de ces trois facteurs, les sources actuelles d'approvisionnement en matériaux de construction sont supprimées, il faudra alors trouver des sources plus éloignées. Le rapport de Hewitt & Vos, datant de 1970, montre que dans la région de Toronto, le coût des agrégats livrés sur les chantiers se décompose ainsi: 40 pour cent pour le matériau proprement dit et 60 pour cent pour le transport. On estime que dans la région de Toronto-Hamilton-Niagara les frais de transport des agrégats dépassent chaque année 50 millions de

dollars. Quand on sait que le transport par camion coûte de 6 à 8 cents le mille, on voit qu'une mauvaise gestion des ressources peut devenir très onéreuse pour une région donnée.

Il faut s'efforcer, au niveau de la planification régionale, d'obtenir d'une façon certaine que l'exploitation des gisements de sable et de gravier se fasse aussi près que possible des centres d'utilisation. La réussite de cette entreprise dépend en grande partie de l'acceptation, par le public, des carrières à ciel ouvert près des grands centres. Il devient donc important de planifier l'extraction sur tout emplacement ayant un grand potentiel de réutilisation quand l'exploitation de la carrière est terminée, afin notamment:

- de vaincre l'animosité du public et des municipalités envers l'exploitation des carrières de sable et de gravier, dans la région urbaine;
- d'accélérer l'application d'un programme d'utilisation des terres, tenant compte de l'exploitation des gisements de sable et de gravier;
- d'obtenir la protection des gisements contre leur utilisation par des entreprises concurrentielles comme la construction d'habitations, le commerce, les équipements industriels, sur les lieux du gisement avant le commencement de son exploitation.

Il existe dans la région de Montréal des carrières dont la superficie totale équivaut à peu près à l'étendue des parcs régionaux. La récupération et l'aménagement de ces endroits pourraient changer complètement les possibilités de détente dans de nombreux secteurs de la population, car les services de transport public desservent déjà certains de ces emplacements.

2- Plan d'exploitation du gisement

Le gisement est une entité naturelle, une formation géologique bien définie. Si l'on veut exploiter de la meilleure façon les carrières de sable ou de gravier et réussir parfaitement leur récupération, il faut:

- que les exploitations individuelles se fassent dans le cadre d'une structure planifiée, en tenant compte des exploitations adjacentes;
- que les travaux de récupération soient intégrés au projet;
- que l'extraction individuelle et le projet de récupération répondent au potentiel particulier du gisement;
- que l'on restreigne les utilisations du terrain par les entreprises concurrentielles qui pourraient limiter l'étendue des carrières ou nuire à leur exploitation.

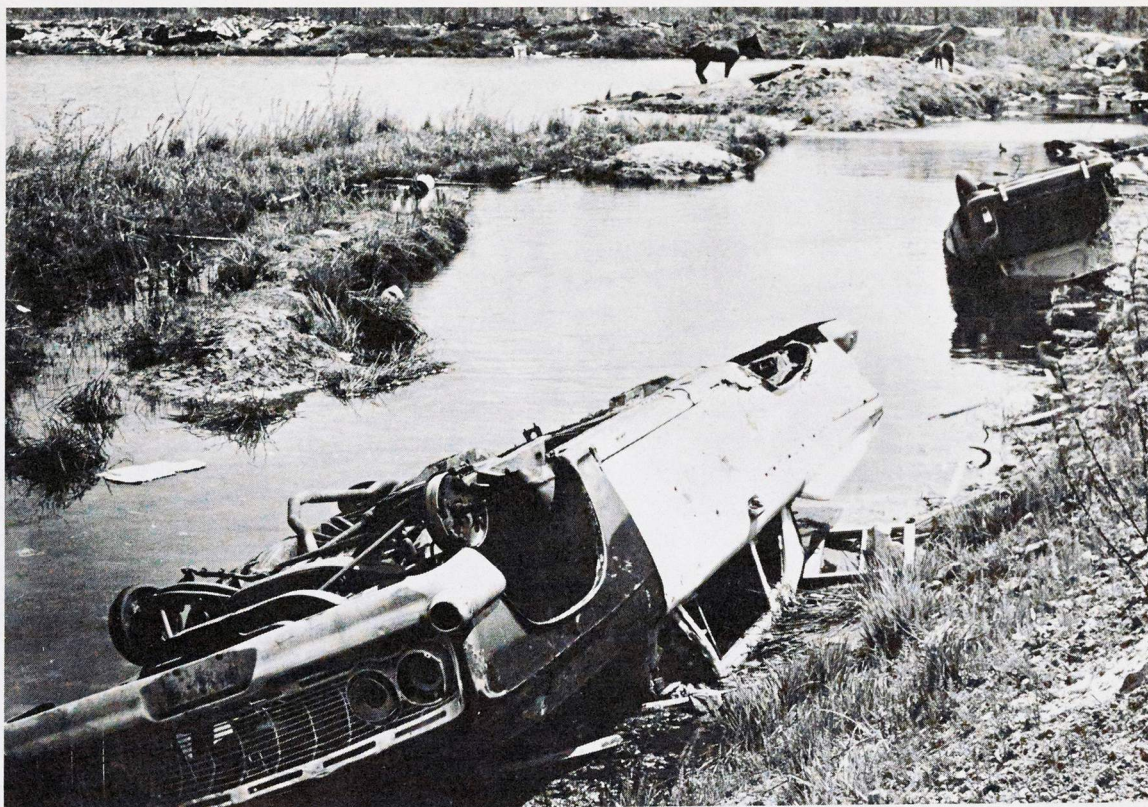
Ces problèmes deviennent plus apparents dans les régions où existent des carrières dites "humides" et où ces étendues d'eau sont trop petites pour avoir un propre potentiel d'aménagement, ou encore sont trop éloignées l'une de l'autre pour former un groupe d'aménagement convenable. On trouve dans la banlieue de Montréal un gisement de sable dont le niveau hydrostatique est élevé. Il est situé près d'un lac et a été exploité plusieurs fois sans aucune méthode, et alentour on a construit des habitations d'une manière désordonnée. A présent, les carrières abandonnées, remplies d'eau, et les habitations couvrent le paysage de façon si anarchique que ces deux utilisations du terrain, qui sont concurrentielles, vont aboutir à une impasse, et ni l'entreprise d'extraction ni l'entreprise d'habitations ne seront satisfaites. On en est parvenu à ce point pour ne pas avoir tenu compte de l'entité du gisement, ni de la valeur que représentait un plan d'aménagement de l'ensemble. On a ainsi perdu une occasion unique de créer, grâce à une planification de l'extraction, un bassin hydrographique qui aurait permis de construire un quartier résidentiel ayant la qualité des stations balnéaires les plus réputées. Fondamentalement, on peut appliquer les mêmes principes à n'importe quel type de gisement, et il faudrait accepter un plan d'exploitation et d'aménagement à long terme pour chaque gisement considéré comme une entité propre. Ces plans serviraient de principes de base aux règlements de zonage, en se fondant à la fois sur le potentiel de rendement de l'extraction et sur le potentiel de récupération. Le plan devrait être conçu avec la ferme intention d'intégrer l'extraction des matériaux et la récupération du terrain dans l'aménagement d'ensemble du district.

3- Plan d'aménagement de l'emplacement

Il faut bien comprendre qu'à la base du plan d'aménagement d'un emplacement se situe une analyse en profondeur des caractères physiques et naturels du gisement. A cela, viennent s'ajouter les besoins, les exigences de la population locale et régionale, ainsi qu'un inventaire complet des ressources existantes. Le plan d'aménagement de l'emplacement doit alors devenir le principe directeur de l'exploitation de la carrière, si l'on veut réussir la mise en valeur du terrain. Un plan de ce genre définit les objectifs de la récupération, les moyens de la réaliser et le processus d'exécution.

Dans le plan d'aménagement de l'emplacement, il faut tenir compte des facteurs suivants:

- a) des possibilités d'exploitation;
- b) de l'intégration de l'extraction;
- c) de l'ordre d'exécution des travaux;
- d) d'un plan d'extraction des matériaux.



9- Fin d'une sablière non planifiée: dépotoir. (Charlemagne).



10- Comme les excavations non planifiées laissent des terrains dégradés, le dépotoir suit le bulldozer immédiatement et accélère ainsi la dégradation. (Bois-des-Filions).

a) Possibilités d'exploitation

Dans les possibilités d'exploitation d'un emplacement individuel, on doit faire entrer:

- la situation et les possibilités d'accès à l'emplacement;
- la superficie de l'emplacement;
- les conditions géologiques et hydrologiques précises;
- les avantages naturels existants: la végétation, la topographie, les eaux de surface, les ruisseaux, etc.;
- le panorama et sa relation avec l'emplacement;
- l'équipement servant à l'extraction et les méthodes de traitement du sable, du gravier et de la pierre.

Certains de ces facteurs sont strictement reliés à l'emplacement, mais d'autres reflètent sa relation mutuelle avec le paysage environnant. Donc, la forme définitive à donner à la carrière dépendra du débit de la nappe aquifère alentour, et de la manière dont elle est reliée au bassin hydrographique des environs. Mais la nappe aquifère environnante peut subir les conséquences de l'extraction, c'est-à-dire du dynamitage, par exemple, qui peut y provoquer des changements. La même observation s'applique au panorama, à la végétation et à la topographie. La définition optimale du programme de réutilisation du terrain dépend de l'analyse minutieuse et de l'évaluation de tous les facteurs qui déterminent le potentiel général.

Il appartient à présent aux spécialistes de la planification de sélectionner un emplacement dont les critères spécifiques des catégories d'utilisation correspondent au potentiel d'aménagement. Ce choix se base sur des facteurs physiques et naturels donnés, ainsi que sur les possibilités de revalorisation de la carrière projetée et des équipements existants.

Certaines catégories d'utilisation ont, concernant l'endroit, des exigences et des critères d'aménagement bien précis, comme des habitations, des terrains de sports, etc. Dans d'autres utilisations, les critères sont parfois plus souples et laissent au planificateur plus de champ libre à son imagination et à sa créativité et incorporent la natation, les excursions à pied, etc. Il est possible de grouper différentes utilisations permettant un aménagement combiné, par exemple, des habitations et des installations de récréation de différents types, etc.

b) Intégration de l'extraction des matériaux

Il faut s'attacher à une meilleure intégration des tra-

vaux d'extraction en tenant compte des facteurs qui nuisent à l'environnement, comme le bruit, la poussière, le dynamitage, la circulation des camions et la défiguration du paysage. La mesure dans laquelle l'exploitation de la carrière se fonde dans la structure des collectivités avoisinantes aura une répercussion sur toute possibilité de récupération du terrain. On devra prendre en considération les conditions relatives à l'environnement, comme les vents dominants, l'orientation de l'emplacement, les exploitations adjacentes existantes. Si l'on veut diminuer l'impact des travaux et donner ainsi une meilleure image de l'extraction à ciel ouvert, on peut former des écrans faits de piles de matériaux provenant de la carrière, de monticules de terre et de végétation, et réduire la durée de l'exploitation. L'extraction proprement dite peut même devenir, d'une certaine façon, une attraction si l'on permet aux visiteurs d'observer les travaux en se tenant sur des terrasses aménagées.

c) Ordre d'exécution des travaux

Pour les sols formés de sable, de gravier ou de glaise, la récupération du terrain, souvent, suit immédiatement les travaux d'extraction, et cette possibilité ajoute une dimension intéressante au programme de récupération. Il existe des endroits où des carrières humides sont en cours d'extraction et où l'on voit, à côté, une plage en pleine exploitation. Dans les carrières sèches, le terrassement et le remplacement de la terre arable pour la plantation d'arbres, d'arbustes et de gazon peuvent suivre immédiatement après qu'une section de la carrière a été entièrement extraite. Certains sports peuvent également être pratiqués avant le défrichage et en même temps que les travaux d'extraction. Ce sont des sports qui n'exigent que peu ou pas de frais de construction, comme pour les excursions à pied, la bicyclette, l'équitation, la chasse, les pique-niques et le ski de fond.

d) Plan d'extraction des matériaux

Il s'agit de l'application du programme de récupération du terrain et, s'il doit être précis, le plan doit quand même être assez souple pour atteindre son but.

Dans le plan des travaux d'extraction, on doit définir:

- les zones à ne pas toucher;
- le stockage de la terre arable;
- les phases des travaux d'extraction, en indiquant la profondeur, la superficie et l'orientation de chaque phase;
- la situation de l'équipement, des stockages de matériaux, des écrans et le plan de terrassement.

Le plan des travaux d'extraction doit être assez souple pour adapter le creusage proprement dit à un niveau d'eau variable ou à des changements dans les contours de l'excavation, dans les zones de qualité inférieure.

CONCLUSION

Comme on vient de le voir, la transformation d'une carrière existante en vue d'une nouvelle utilisation est une entreprise complexe, et plusieurs disciplines professionnelles y participent. L'exploitant ne peut parvenir seul aux résultats qu'on exige. Il doit s'appuyer sur les autorités officielles, ainsi que sur les groupes de citoyens des collectivités locales qui, en retour, ont besoin de sa coopération pour aménager un nouvel environnement incorporant ces carrières. Il appartient à l'exploitant, ainsi qu'aux citoyens et aux gouvernements, de trouver des moyens de parvenir à une meilleure compréhension de l'impact sur l'environnement, que crée l'exploitation des carrières à ciel ouvert. On doit s'efforcer de comprendre que ce genre d'entreprise peut engendrer un processus constructif et créateur et que c'est, dans certains cas, la seule possibilité qu'on a d'aménager de nouveaux terrains de récréation. La demande de terrains de sports de plein air dépasse actuellement le cadre des installations existantes, et cette tendance va s'affirmer dans l'avenir. Il existe d'autres possibilités de réutilisation des carrières, mais c'est dans le domaine récréatif qu'on trouve les plus nombreux avantages. C'est là, pour les entreprises d'extraction de matériaux de construction, une bonne occasion de montrer à une majorité de la population comment on peut récupérer des carrières. L'industrie ne peut faire autrement que de tenir compte de ce nouvel avantage. On aura grand besoin d'une planification imaginative et d'une exécution intelligente pour exploiter ce potentiel sans limites, presque intouché, n'attendant qu'à être découvert et développé. Si l'on tient compte du souci toujours croissant, et d'ailleurs justifié, dans le public et dans les administrations gouvernementales, au sujet de la qualité de l'environnement, un programme de récupération des terrains doit devenir chez nous, dans un avenir rapproché, la condition préalable à l'extraction de matériaux de construction à ciel ouvert. Dans d'autres provinces et dans différents pays, on applique déjà des mesures qui comprennent des règlements de zonage plus stricts, spécifiant des exigences concernant la récupération ultérieure et stipulant une superficie minimum des travaux, grâce à une concentration de l'extraction amenant ainsi des restrictions aux utilisations compétitives du terrain, sur les gisements offrant les plus grandes possibilités de rendement. Quels que soient les règlements, ils ne peuvent remplacer l'esprit de compréhension, la responsabilité, la bonne volonté et même l'enthousiasme nécessaire à la création d'un meilleur environnement. Les différents services des administrations locales ou gouvernementales ont, dans ce cas,



11- Avec une certaine profondeur, la pêche peut devenir intéressante - Sablière près de Charlemagne.



12- Ancienne carrière de St-Hubert - Gaspillage d'un lac par l'enfouissement, à côté d'un quartier résidentiel

la meilleure occasion de donner l'exemple. En effet, si l'on considère les quantités de sable et de gravier nécessaires à la construction des routes et aéroports dans les régions urbaines par exemple et dont l'extraction est en cours sur leurs propriétés, ou se fait en leur nom, ces autorités ont toutes les possibilités d'assumer le rôle prépondérant qui est le leur.

BIBLIOGRAPHIE

Bauer, A. 1968. Mining in an Urban Landscape, Proceedings of the Conference, School of Landscape Architecture, Guelph.

Hewitt, D.F. et Vos, M.A. 1970. Urbanisation and Rehabilitation of Pits and Quarries, Ontario Dept. of Mines, Industrial Mineral Report 34.



SOMMAIRE DES CONFERENCES CONGRES 1975 - AQTR

LA ROUTE ET L'ÉCOLOGIE *A. Normandeau, agronome*

L'impact des nouvelles routes et des modifications aux routes existantes sur l'équilibre des différents milieux qu'elles traversent doit être vu dans le contexte des objectifs du Canada, du Québec et des ministères et de l'approche inter-sectorielle qui soutient des lois et projets de lois de l'aménagement du territoire ou ayant une incidence sur lui. Dans cette optique, l'écologie se classe en dernier, mais l'approche inter-sectorielle retenue oblige les ministères qui dérangent l'équilibre d'un milieu à se préoccuper de lui trouver un autre équilibre au besoin. Plusieurs exemples de déséquilibres créés par les différents types de routes (pénétration, rurales, régionales, accès limités) dans les différents milieux (forêt, campagne, ville) illustreront la conférence et seront accompagnés de quelques éléments de solutions.

SYNCHRONISATION DES FEUX ET CAPACITÉ DES ROUTES *Paul Gratton, ing. conseiller en communication*

Après avoir déterminé les objectifs à atteindre, l'auteur décrira les facteurs à prendre en considération et les effets auxquels on doit s'attendre. Dans un système donné, il existe des relations étroites et interdépendantes entre le volume de véhicules, la longueur de cycle et la vitesse de progression. L'auteur fait des recommandations qu'il faut prendre en considération avant de se lancer dans l'aventure de la synchronisation.

CHOIX EN ÉCLAIRAGE ROUTIER
Camille Labrecque, ing.-éclairagiste

L'éclairage routier est un domaine où les techniques n'ont pas tellement évolué depuis les années 50. Les recherches des dernières années ont permis de créer de nouvelles techniques surtout au niveau de l'éclairage des grandes artères, des autoroutes et des grands échangeurs. Quel est le choix à faire...

SOLUTIONS AU CONGESTIONNEMENT URBAIN
Emmanuel Klaesi, ing.

L'aménagement à haute densité dans nos villes et nouvelles banlieues est efficace pour les services publics, la conservation du sol, le coût de développement. Mais le congestionnement des transports soulève des problèmes auxquels il faut trouver des solutions: continuité de la capacité routière, politique de stationnement, régulation du camionnage, priorité aux autobus, disponibilité des taxis, possibilité de car-pool, pistes cyclables, rues pour piétons, transport collectif rapide pour métro, train de banlieue, autobus express, etc. Il s'agit d'utiliser judicieusement des moyens connus et des idées nouvelles pour améliorer notre mobilité et la qualité de notre vie urbaine.

COMPORTEMENT DES CONDUCTEURS AUX VOIES D'ACCÈS AUX AUTOROUTES
Jean Granger, ing.

Au cours des années 1973 et 1974, une recherche, faite à la demande du Ministère fédéral des Transports, a permis de définir certaines caractéristiques importantes des mouvements de fusion aux voies d'accès aux autoroutes. L'étude portait sur 14 sites choisis en fonction de la longueur de la voie d'accès et de la fréquence des accidents. L'analyse des résultats obtenus à l'aide d'un filmage avec vidéocaméra a permis de quantifier l'influence de la longueur de la voie d'accès et de la vitesse des courants de circulation aux points de fusion.

PÉNURIE ET CONSERVATION DES MATÉRIAUX ROUTIERS
Raymond-M. Aubin, ing.

Les sources de matériaux de constructions routières facilement utilisables deviennent de plus en plus rares dû à l'exploitation intense de ces dernières années. Elles deviendront encore plus rares avec les nouveaux règlements pour la protection de l'environnement. On peut pallier à cette rareté par une prospection plus scientifique et plus systématique, par une utilisation plus rationnelle des sources de matériaux, par la stabilisation de matériaux marginaux et par l'utilisation de moyens de transport non conventionnels pour acheminer les matériaux jusqu'aux chantiers de construction.

RÉAMÉNAGEMENT DU CARREFOUR ST-MICHEL ET CRÉMAZIE À MONTRÉAL

Yves Pellerin, ing.

Le principe du nouvel aménagement est de satisfaire tous les virages à gauche directement à l'intersection des deux artères à l'aide de réservoirs suffisants, sans nuire à la circulation dans le sens opposé. Ceci implique un espace suffisant pour les réservoirs et une coordination des feux de circulation adéquate. L'intersection doit atteindre les capacités des approches, ce que le carrefour giratoire n'atteint pas. Ce dit carrefour était un point de congestion et on voulait améliorer la capacité tout en satisfaisant tous les mouvements. Le carrefour est situé dans une zone urbaine et la circulation induite était estimée à 15%.

ROUTE DE PÉNÉTRATION À LA BAIE JAMES

René Therrien, ing.

Une cédule très serrée, un climat rigoureux, un terrain mal drainé et durement accessible et des sols argileux de faible résistance ont rendu particulièrement difficile la tâche des firmes engagées dans la construction de cette route de 450 milles au nord de Matagami. L'auteur fait ressortir avec des exemples et des expériences pertinentes les éléments inhabituels en génie routier que la plupart des entrepreneurs ont affrontés et vaincus. Finalement, il dégage des leçons et des recommandations susceptibles d'améliorer les techniques actuelles et cela pour le plus grand bien de l'industrie de la construction routière.

CAUSES DES RÉCLAMATIONS SUR LES CONTRATS

G.-Robert Tessier, ing. et Michel Aubry, ing.

Les propositions de règlement des réclamations sont guidées par une interprétation des documents contractuels qui se veut équitable et elles sont faites dans l'intérêt public. Le caractère objectif qui est recherché oblige à l'élaboration de critères, de normes, de références et de procédures de traitement. A cette fin, il importe de préciser la composition d'une réclamation, d'établir les causes, les conséquences et les limites d'un dommage subi par l'une des parties contractantes, tout en considérant le partage des responsabilités. Les auteurs traitent de ces sujets fondamentaux et communiquent certaines informations statistiques du ministère en comparant, sur une base annuelle, différentes données provenant du règlement des réclamations.

INFLUENCE DE LA CRISE D'ÉNERGIE SUR LES TRANSPORTS

J.-Hode Keyser, ing., Ph. D.

La conférence traitera de l'influence de l'augmentation du coût du pétrole sur la production des mélanges de béton bitumineux

et de ciment Portland. Un aspect envisagé sera les possibilités de faire une utilisation optimale de ces matériaux soit par des designs spéciaux, soit par le choix de sections types de chaussée selon leur coût et leur disponibilité.

UTILISATION DES PRODUITS PROVENANT DU RECYCLAGE DES PNEUS DANS LES BÉTONS DE CIMENT - *Richard Roux, ing.*

Depuis plusieurs années, des recherches sont effectuées dans le but d'améliorer les propriétés mécaniques des bétons en leur incorporant divers types de fibres. La compagnie Uni Royal, qui procède au recyclage des pneus d'automobiles, obtient deux produits principaux dont le caoutchouc synthétique qui est réutilisé dans la fabrication de divers produits. Cependant, la toile du pneu n'a pour le moment aucune utilité. La contribution de la compagnie Uni Royal qui a fourni les matériaux nécessaires, ainsi qu'une subvention du Conseil National de la Recherche, ont permis d'étudier l'influence de l'addition de fibres sur diverses caractéristiques des bétons. L'emploi de particules de caoutchouc a aussi fait l'objet d'une étude préliminaire. Le travail fut effectué dans les laboratoires de la section Structures de l'Ecole Polytechnique de Montréal.

CHOIX TECHNOLOGIQUE POUR LE SYSTÈME TRAMM *Bernard-André Genest, ing., Ph.D.*

Le choix de la technologie ferroviaire électrique pour le système TRAMM a soulevé plusieurs commentaires, généralement très favorables ou très défavorables. L'exposé a pour but de donner plus de détails sur les raisons techniques et financières qui ont motivé ce choix. Le train électrique sera comparé en coût et performance à des technologies écartées pour ce service régional et aéroportuaire. Suivent quelques commentaires techniques sur les domaines d'application des principales technologies de transport collectif urbain, régional et interurbain.

CAISSONS DE 120" Ø *Bernard E. St-Aubin, ing., M.Sc.A.*

Les caissons de 120" ont été utilisés pour le pont au-dessus de la rivière des Prairies dans l'axe de l'autoroute 13. D'une longueur totale de 1755 pieds, l'ouvrage comporte 7 travées et supporte une chaussée de 80 pieds pouvant accommoder 6 voies de circulation. De conception audacieuse, la solution dans laquelle les caissons surgissent du soc rocheux pour former un ensemble rigide avec les piliers et le chevêtre présente de nombreux avantages. Le travail de forage atteignant jusqu'à 100 pieds de profondeur sous la surface de l'eau est réalisé à partir de barges. Ce procédé présente une rapidité d'exécution surprenante. Après une brève description de l'ensemble de l'ouvrage, le conférencier décrira la méthode d'exécution, l'outillage utilisé, les problèmes rencontrés pour ensuite donner ses observations quant à l'utilisation future de ce procédé.

BÉTONNAGE À L'AIDE DE POMPES

P.A. Savage, ing.

Ce sujet qui suscite de plus en plus d'intérêt sera présenté en partant des origines de l'utilisation des pompes à béton, dans le cadre d'un bref aperçu historique pour aboutir à la situation de cette spécialité au Québec de nos jours. Différents types de pompes seront examinés et on expliquera les différents principes selon lesquels ils fonctionnent, ce qui amène tout un éventail de capacités, de limites ou de précautions à prendre. La grande question des mélanges de béton sera débattue en tentant de joindre les définitions théoriques avec les problèmes pratiques de chantier.

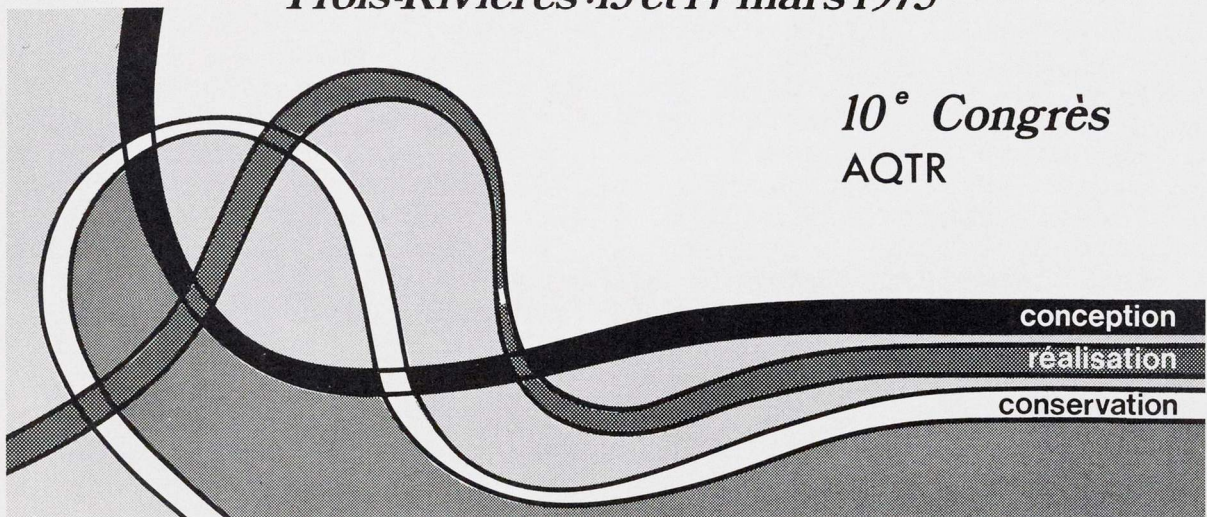
RECOUVREMENT DU PONT MERCIER AVEC UN ENROBÉ AU BITUME EPOXY

Richard Langlois, ing. et Robert Schiettekatte, ing.

En 1961, le pont Mercier amont a été rénové et la dalle de béton a été remplacée par une dalle d'acier de 7/16" dans le but de diminuer la charge morte sur la partie en arche. Cette dalle d'acier a été renforcée par des raidisseurs et recouverte d'un revêtement à l'époxy goudron, lui-même recouvert d'un béton bitumineux vers 1969. Or, depuis quelques années, des réparations devaient être exécutées à chaque année sur cette section, nécessitant le détournement de la circulation et provoquant des embouteillages monstres aux heures de pointes. Ainsi cherchait-on à refaire le revêtement avec un matériau qui durerait plus longtemps et s'avérerait ainsi plus économique à long terme. Après études, le choix porta sur le mode de revêtement proposé par la Cie Steed & Evans. La conférence montrera d'abord les raisons qui ont amené ce choix. Ensuite, l'exécution du revêtement dans chacune de ses étapes sera décrite. Finalement, une analyse de la qualité des matériaux utilisés et des commentaires généraux sur la qualité des travaux exécutés seront apportés.

Trois-Rivières .13 et 14 mars 1975

**10^e Congrès
AQTR**



Port de retour garanti à : C.P. 6079 – Succ. A, Montréal, P.Q., Canada H3C 3A7

Bibliothèque du Ministère des Transports



QTR A 015 817

ROUTES DU QUÉBEC est une revue publiée par l'Association Québécoise des Techniques Routières Inc., à raison de trois ou quatre numéros par année.

Les membres en règle de l'AQTR la reçoivent gratuitement. **L'abonnement annuel est de \$10.00.** Les anciens numéros disponibles sont vendus au prix de \$3.00 chacun.

La rédaction étudiera avec intérêt tout article, nouvelle, critique, etc., pour fins de publication.

Les opinions exprimées dans la revue ne reflètent pas nécessairement celles du conseil d'administration de l'AQTR ou du comité de la revue. Les auteurs des écrits en assument la responsabilité.

Tous les articles peuvent être reproduits sans autorisation, à condition d'en mentionner la source et de faire parvenir un exemplaire de la publication à l'AQTR.

Toute correspondance doit être adressée comme suit :

Association Québécoise des Techniques Routières Inc.
École Polytechnique, Campus de l'Université de Montréal
C.P. 6079 – Succursale A
Montréal, P.Q.
CANADA
H3C 3A7