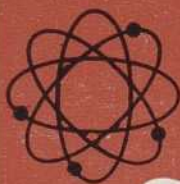


8



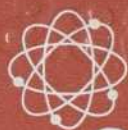
# le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS



18 AOUT 1965

VOLUME 3  
NUMÉRO 8  
MAI 1965



# le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS

Le Jeune Scientifique paraît huit fois par année, d'octobre à mai. C'est une revue de vulgarisation scientifique pour les jeunes publiée par l'Association canadienne-française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS).

## RÉDACTION

Léo Brassard  
*directeur*  
Roger H. Martel  
*secrétaire de la rédaction*

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

Maurice L'Abbé  
*président*  
Jean-M. Beauregard  
*administrateur*  
Réal Aubin  
Roger-A. Blais  
Léo Brassard  
Marc-Henri Côté  
Yves Desmarais  
Odilon Gagnon  
Joseph Gauthier  
Hélène Kayler  
Roger H. Martel  
Lucien Piché  
Roland Prévost

## COMITÉ DE RÉDACTION

Réal Aubin  
Jean-R. Beaudry  
Jean-Pierre Bernier  
Max Boucher  
René Bureau  
Jean Caron  
Raymond Cayouette  
Richard Cayouette  
Louis-Philippe Coiteux  
Gérard Drainville  
Jean-Paul Drolet  
Jean-Guy Fréchette  
Olivier Garon  
Guy Gavrel  
Roger Ghys  
Olivier Héroux  
Maurice L'Abbé  
Serge Lapointe  
Michel-E. Maldague  
Paul-H. Nadeau  
Raymond Perrier  
Jacques Vanier  
Léon Woué

Volume III, no 8

mai 1965

## SOMMAIRE

- 169 La Décennie Hydrologique Internationale, 1965-1974  
172 Le ciel de mai et la position des planètes  
173 Eboulis et glissements de terrain, 2e article : les coulées d'argile  
177 Température et énergie  
179 Nouvelles et commentaires : documentation pour les étudiants  
180 Caractéristiques des glaces flottantes du Saint-Laurent  
188 Nouvelles et commentaires  
189 Minéralogie pratique, 8e article : notes sur l'industrie minérale du Canada.

En supplément à ce numéro : sommaire du volume III.

Photo-couverture : cette photographie montre des opérations de forage en vue de la recherche des formations de gaz et de pétrole dans une région située à quelques milles au nord de Calgary, en Alberta. Plusieurs millions de pieds de sondage sont forés chaque année dans les formations géologiques propices à la présence du pétrole. Il y a actuellement près de 15,000 puits en production situés principalement dans les provinces d'Alberta et de Saskatchewan.

Photo Ted Grant de l'Office national du Film, O.N.F., Ottawa.

## Tarif des abonnements

Abonnement individuel, un an : \$3.00. Abonnement de groupe-étudiants, soit 15 abonnements et plus à une même adresse : \$2.00 chacun. Vente au numéro : individuel, 45 cents; groupe-étudiants, 35 cents. Abonnement à l'étranger : 3.50 dollars canadiens.

## Adresses

Direction : case postale 391, Joliette, Qué., Canada. (Collège de Joliette). Tél. : code régional 514 — 753-7466.  
Abonnements : case postale 6060, Montréal 3, Qué., Canada. Tél. : code régional 514 — 733-5121.

## Notes

Tout écrit publié dans la revue n'engage que la responsabilité du signataire.  
Tous droits de reproduction et de traduction réservés par l'ACFAS © Canada et Etats-Unis, 1962.  
Le Ministère des Postes à Ottawa a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de deuxième classe de la présente publication.

# La Décennie Hydrologique Internationale

## 1965-1974

par Raymond PERRIER

Du succès remporté par l'Année Géophysique Internationale a germé l'idée d'un programme international en hydrologie. A la suite de longs préparatifs, une réunion intergouvernementale d'experts tenue en avril 1964 au siège de l'UNESCO, à Paris, a défini ce programme de dix ans. La « Décennie Hydrologique » est officiellement commencée depuis janvier 1965.

Les besoins en eau de la communauté humaine montent en flèche. Que ce soit pour sa consommation domestique, pour irriguer ses champs, pour alimenter ses centrales hydroélectriques ou pour promouvoir le développement industriel, l'homme a besoin de plus en plus d'eau. L'explosion démagogique à laquelle nous assistons va commander à elle seule une augmentation automatique de 50% de la consommation actuelle d'ici vingt ans.

Mais ce n'est pas tout. L'homme aspire à un niveau de vie supérieur. Cela signifie une expansion industrielle considérable, des besoins éner-

gétiques accrus, une production agricole intensifiée. On estime, en tenant compte de ces facteurs, que les besoins en eau auront doublé d'ici 20 ans.

Pour faire face à une augmentation aussi rapide de la consommation, il faudra des aménagements hydrauliques nombreux et diversifiés. Le transport de l'eau sur de longues distances, l'emmagasinement et le contrôle de la qualité sont autant de problèmes qui nécessiteront des déboursés fabuleux. Les eaux polluées peuvent être purifiées; on peut procéder au dessalement de l'eau de mer; quoique coûteuses actuellement, ces opérations deviendront de plus en plus courantes. Bien sûr, on cherchera d'abord les ressources en eau douce qui seront les moins dispendieuses, mais pour les découvrir, il faudra d'abord un inventaire complet de ces ressources et seul un programme à long terme d'observation et de recherche en hydrologie peut le fournir. C'est le pourquoi de la Décennie Hydrologique Internationale.



L'un des problèmes que les hydrologues canadiens devront résoudre : comment contrôler le niveau des grands lacs?

Sait-on, par exemple, qu'une baisse de six (6) pouces du niveau de l'eau dans le port de Montréal — photo ci-contre — se traduit par une perte de millions de dollars pour les compagnies de transport transocéaniques?

## Les problèmes

On estime que trois milliards de dollars seront dépensés au Canada d'ici dix ans à la construction d'usines hydroélectriques, de systèmes de conservation des eaux, d'irrigation des terres, de contrôle des inondations. Le Canada est l'un des pays au monde où les ressources en eau sont les plus considérables. Pourtant les problèmes de l'eau y sont immenses.

Comment procéder au relèvement du niveau des grands lacs ? Comment contrôler le niveau de la voie maritime du St-Laurent ? Des projets audacieux ont été proposés : détournement du cours de la rivière Harricana vers le lac Huron ! Ensemencement des nuages à l'échelle de toute l'Ontario ! Un barrage à l'entrée du Lac St-Pierre assurerait la stabilité du niveau de l'eau dans le port de Montréal ! Où est la solution à la fois rapide et économique ?

Le lac Saint-Louis, jadis paradis du pêcheur, est en train de devenir un égout à ciel ouvert où flottent parmi les déchets, des débris de poissons morts. Comment éliminer le fléau des agents polluants qui empoisonnent nos lacs et nos rivières ? Comment prévenir la pollution éventuelle de la nappe phréatique elle-même ? Quelles sont nos réserves en eaux souterraines ? Quel est l'effet de la coupe des arbres dans le bilan hydrique de nos régions forestières ?

## Nécessité d'une coopération internationale

Les problèmes mentionnés sont communs à plusieurs pays du monde. Une solution rapide nécessitera un échange de plans, de renseignements, de techniques, à l'échelle mondiale. La science en général est internationale; celle de l'eau plus spécialement. L'eau ne connaît pas de frontières. Dans leur cycle, les eaux se déplacent constamment de l'atmosphère à la terre, vers les lacs, les rivières, l'océan et de nouveau vers l'atmosphère sans égard aux limites que l'homme a tracées entre les nations. La coopération est déjà nécessaire là où les cours d'eau coulent d'un pays au pays voisin, ou encore là où ils servent de frontières. En Europe, le Danube qui appartient à pas moins de huit pays, est une route commerciale de première importance où la coopération internationale a trouvé de tout temps un vaste champ d'action. La coopération entre le Canada et les Etats-Unis a permis le harnachement de la rivière Columbia.

Un autre motif de coopération internationale est le manque de renseignements hydrologiques dans les pays en voie de développement. La mise en valeur des ressources hydrauliques y est sérieusement compromise de ce fait. Un effort international est nécessaire pour assister ces contrées dans l'organisation de réseaux d'observations et pour former des techniciens et des hydrologues qualifiés.

Enfin l'atmosphère, qui est la source de la précipitation, c'est-à-dire, de l'eau douce, est en mouvement constant autour du globe. C'est un élément majeur du cycle de l'eau qui ne peut s'étudier qu'à l'échelle internationale. La météorologie d'ailleurs, est depuis longtemps engagée dans un programme d'échange mondial de renseignements. Cette coopération doit être élargie et généralisée.

## Nécessité d'un programme de dix ans

L'eau du globe se présente sous diverses formes : vapeur d'eau dans l'atmosphère, eau de pluie, neige, eaux de ruissellement, eaux souterraines, glaces polaires, glaciers, etc. Sous ces diverses formes, l'eau varie considérablement en qualité et en quantité, de jour en jour, de mois en mois, d'année en année. L'étude des pluies d'une région requiert des observations couvrant les périodes humides comme les périodes de sécheresse. On mesure le débit des rivières aux eaux basses comme en temps de crues. Le niveau de la nappe phréatique en période sèche diffère sensiblement du niveau en période de pluies.

Pour tenir compte du caractère très variable des différentes données hydrologiques, il faut de nombreux échantillons, c'est-à-dire, une période d'observations relativement étendue. En réalité, une période de dix ans n'est pas bien longue pour l'hydrologue; cependant, cette durée sera suffisante pour mener à bonne fin de nombreux travaux de recherche et pour atteindre bon nombre d'objectifs internationaux.

## Les objectifs majeurs

Le programme de la Décennie Hydrologique Internationale prévoit quatre catégories principales d'activités : assistance technique et éducation, développement des réseaux d'observations, inventaire des ressources en eau et finalement recherche.

L'entraînement d'hydrologues et l'assistance technique s'effectueront par l'intermédiaire des programmes déjà existant de l'UNESCO et de l'O.M.M. Ces programmes seront intensifiés. Quatre séminars d'entraînement en Afrique, en Asie, en Amérique Latine, dans les Etats Arabes seront organisés en 1965 et 1966.

Des congrès internationaux auront lieu chaque année et permettront un échange d'information accru. Le Symposium sur l'Organisation des Réseaux Hydrométéorologiques qui se tiendra du 15 au 22 juin 1965 à l'Université Laval de Québec est le premier de cette série et présente un intérêt particulier pour les hydrologues de l'Amérique du Nord.

## L'Organisation Internationale

A cause des responsabilités qu'elle assume déjà dans le domaine de l'éducation à l'échelle mondiale, l'UNESCO a été chargée du rôle de coordinateur central de la Décennie Hydrologique Internationale. Pas moins de 60 pays ont assuré les dirigeants de leur participation active à la Décennie. Des organismes tels l'Organisation Mondiale de Météorologie (O.M.M.), *Food and Agriculture Organization* (F.A.O.), l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.) et l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique (A.I.H.S.) joueront un rôle de premier plan dans cette grande entreprise scientifique.

Au Canada, un Comité National de la Décennie a été formé pour promouvoir et coordonner les activités. Ce comité est indispensable dans un pays aussi vaste que le nôtre où la juridiction sur les cours d'eau est partagée entre les provinces et le gouvernement central. Ce comité a été formé sous l'égide du Conseil National de Recherches et chacune des provinces y est représentée.

## La participation du Québec

La Direction des Services Hydrologiques du Ministère des Richesses Naturelles a été chargée de promouvoir les projets de la Décennie au Québec. Des facultés universitaires ainsi que divers services gouvernementaux prendront part à ce programme.

La Faculté de Génie Civil de l'Université Laval a déjà institué des cours d'hydrologie pour diplômés. Le premier Symposium mondial de la Décennie se tiendra également à Laval en juin prochain.

En ce qui a trait à l'inventaire des ressources en eau, un bassin représentatif a été choisi : c'est celui de la rivière EATON près de Sherbrooke dans les Cantons de l'Est. Le gros des efforts du Ministère des Richesses Naturelles sera concentré sur ce bassin de 250 milles carrés. L'instrumentation complète de ce bassin sera achevée dès la fin de l'année 1965. Les observations des phénomènes météorologiques et les mesures hydrométriques sur les cours d'eau seront complétées par des relevés géologiques dans le but de connaître avec exactitude les réserves de surface et les réserves souterraines d'eau de cette région.

D'autres projets seront entrepris, ceux-là à l'échelle de la province. Météorologistes et hydrologues ont déjà commencé des études statistiques sur la variabilité des phénomènes hydro-météorologiques. Les techniques de mesure des débits sous un couvert de glace seront étudiées et modifiées si nécessaire.

Un second bassin dit « bassin expérimental » sera étudié conjointement par la Faculté de Foresterie de l'Université Laval et le Ministère des

Richesses Naturelles. Les Services de Météorologie et d'Hydrométrie des Richesses Naturelles équiperont une partie de la forêt Montmorency d'un réseau d'observation très dense. Cette forêt située sur la Rivière Montmorency à 40 milles au nord de Québec, appartient à l'Université Laval. On espère en faire un laboratoire d'hydrologie où étudiants et professeurs auront la possibilité d'éclaircir les énigmes de l'interdépendance Eau-Forêt-Climat, les effets de l'exploitation forestière sur le cycle de l'eau, et autres problèmes d'hydrologie forestière.

Plusieurs ministères provinciaux et certaines industries privées ont été invités à participer au programme de la Décennie. Une activité sans précédent est envisagée dans le domaine de la recherche en hydrologie dans la province.

## Conclusions

L'hydrologie est la *science des eaux de la terre*. Comme toute véritable science, elle doit permettre de prévoir les phénomènes qu'elle étudie. L'hydrologue doit prévoir les inondations, le moment de leur arrivée et l'amplitude des hautes eaux. Malheureusement, dans le domaine des prévisions, on est encore loin de posséder des techniques sûres. L'hydrologue doit également fournir au constructeur de barrage l'amplitude de la crue maximum susceptible de se produire durant la vie utile du barrage, de même qu'il doit évaluer le débit minimum garanti en période de sécheresse. Ici également, les solutions ne sont qu'approchées.

Le monde entier manque de jeunes spécialistes en hydrologie prêts à apporter leur contribution à la solution des problèmes de l'eau. L'ampleur et la complexité de ces problèmes sont un véritable défi pour la jeunesse. Une entreprise comme la Décennie Hydrologique Internationale ne pourra faire progresser l'état de nos connaissances que grâce au concours d'hommes qualifiés prêts à relever ce défi et à prendre les décisions qui permettront de donner à l'homme de demain l'eau dont il a besoin.

## Bibliographie

- UNESCO, Paris, Document/NS/188, Décennie hydrologique internationale, Réunion intergouvernementale d'experts, Rapport final. 1964, 30 p.
- Le Courrier de l'Unesco*, vol. 17, no 7-8, livraison de juillet-août 1964, Paris, 7e. (Numéro spécial : L'eau et la vie.)
- Conseil national de Recherches, Ottawa, *Proposals for Canadian Participation in The International Hydrologic Decade*. Août 1963.
- Ministère des Richesses naturelles, Québec, *Décennie hydrologique internationale*, Programme des activités du Québec. Octobre 1964.
- BRUCE, J.P., *Preliminary Planning for the International Hydrologic Decade. Meteorological Service of Canada*. Pub. no 11. Great Lakes Research Division. The University of Michigan, 1964.
- Comité canadien de la décennie, *Carrières en Hydrologie*, Ottawa, Conseil national de Recherches, 1964.

# Le ciel de mai

## et la position des planètes

par Paul-H. NADEAU

### Le Soleil

Comme on peut le constater en examinant la carte ci-jointe, qui représente la région équatoriale de la sphère céleste, le Soleil grimpe en ce moment vers les parties les plus hautes de l'écliptique. Pendant ce temps, son mouvement en ascension droite, mesuré sur l'équateur, passe de 2,5 à 4,5 heures. L'*Almanach-Graphique* (1) fait bien voir dans quelle mesure ce mouvement ascensionnel contribue à l'allongement du jour et du crépuscule. L'observation physique du Soleil ne manquera pas d'intérêt, au cours de mai et des prochains mois, pour ceux qui possèdent un instrument et les accessoires appropriés. Le Soleil vient en effet de commencer un nouveau cycle d'activité et chaque tache nouvelle prend de l'importance. Cette activité augmentera progressivement et par bonds, d'ici à 1970, alors qu'elle devrait marquer un maximum. On s'appliquera à déceler l'évolution

(1) On peut obtenir cet *Almanach-Graphique* en écrivant au secrétaire de la Société d'Astronomie de Québec, 229 ouest, rue St-Cyrille, QUÉBEC (6).

d'un centre d'activité, au bout d'une période de 28 jours, celle de la rotation du Soleil, sur lui-même.

### La Lune

Le samedi, premier jour de mai, à 6h.56 (du matin) marquera le début d'une nouvelle lunaison qui se terminera le 30. Cette fois, la Lune sera bien en temps et nous n'aurons pas en mai la Lune d'avril, comme ce fut le cas il n'y a pas si longtemps. Voilà de quoi rassurer les bonnes gens de chez nous!

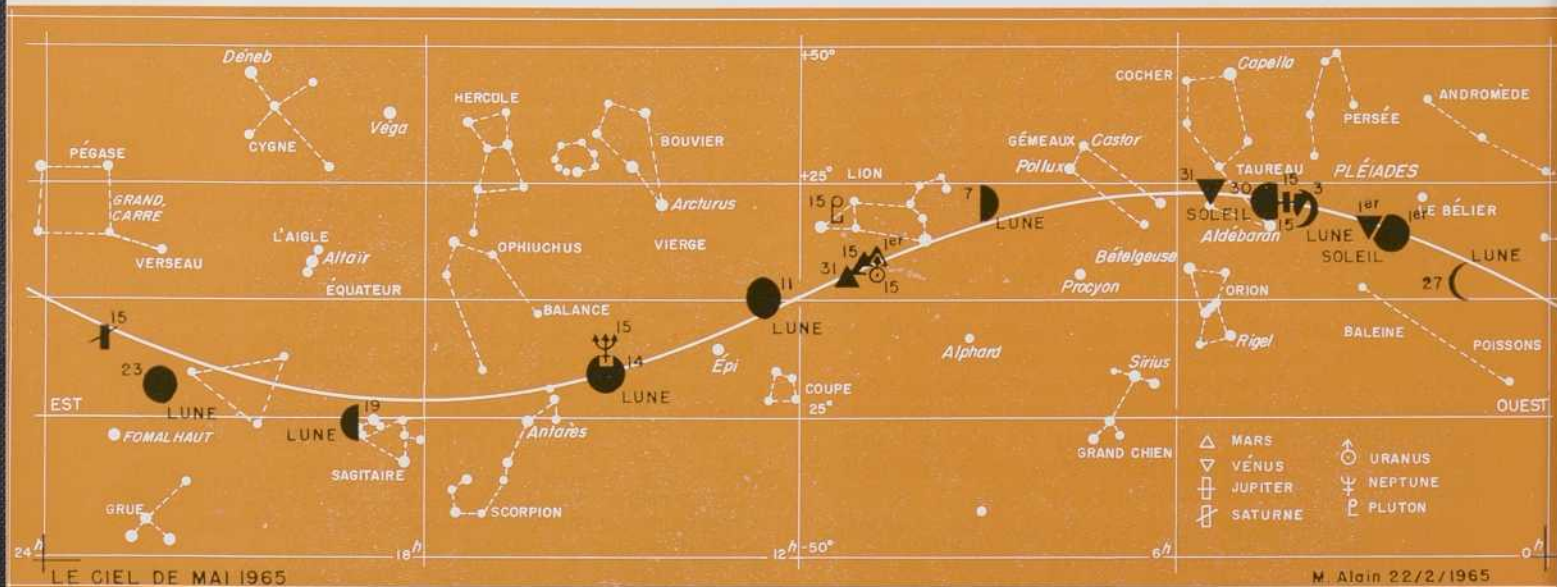
Le dimanche 2 mai, le mince croissant de la Lune sera en conjonction avec la planète Jupiter, celle-ci se trouvant à un diamètre lunaire au nord. Il faudra cependant un ciel parfaitement libre de nuages à l'horizon ouest pour observer ce phénomène. Plus spectaculaire sera la rencontre du Premier Quartier avec la planète Mars, dans la soirée du dimanche 9; la planète se trouvera alors à quelque six degrés au sud. Le 14, il y aura conjonction de la Lune avec la planète Neptune. Une bonne occasion pour repérer cet objet invisible à l'oeil nu. Le matin du lundi

24, ce sera au tour de Saturne d'être rejoint par le Dernier Quartier de la Lune, celle-ci se trouvant à 4° au sud.

Enfin, rappelons que lors de la Nouvelle Lune du dimanche 30 mai, à 16 h., il y aura éclipse de Soleil, observable de la Nouvelle-Zélande aux côtes du Chili.

### Les Planètes

Mercury est à droite du Soleil, ce mois-ci, par conséquent dans le ciel du matin. Comme il se trouve encore dans des parties plus basses de l'écliptique, il ne se lève que peu de temps avant le Soleil, sous nos latitudes; il n'est guère observable, par conséquent. La planète Vénus, on le constate facilement sur la carte, se trouve à gauche du Soleil et dans le ciel du soir. Mais elle est trop proche de lui pour être repérable sans instrument. Par contre, la planète Mars est bien placée dans le ciel, culminant au méridien dès la tombée du jour. Toutefois, elle s'éloigne rapidement de la Terre. A 62 millions de milles lors de l'opposition du 9 mars, elle se trouve maintenant à 93 mil-



lions de milles. Sa magnitude a varié en conséquence, passant de  $-1$  à  $0,3$ , c'est-à-dire qu'elle a perdu les deux tiers de son éclat de l'opposition. Jupiter, trop près du Soleil pour être observable, disparaît définitivement du crépuscule avec sa conjonction du 30, le jour même de l'éclipse. Ceux qui observeront ce phénomène (dans l'Océan Pacifique) verront Jupiter à travers la couronne solaire, spectacle unique sans au-

cun doute. Saturne se dégage très bien dans le ciel du matin et se lève avant l'aurore à la fin du mois. Il sera facile d'observer Uranus, au cours de ce mois, grâce à sa rencontre avec la planète Mars, le jeudi 6 mai. Dans la soirée, Uranus sera au sud de Mars, à moins de  $2^\circ$  de distance. Comme cette planète est à peine visible à l'oeil nu, il faudra au moins une jumelle pour la voir et un instrument assez fort pour en distin-

guer le disque verdâtre. La même remarque s'applique à la planète Neptune, de magnitude  $7,7$ , qu'on peut repérer à l'aide d'une bonne carte de la région, ou simplement à l'aide de la Lune, lors de la conjonction du 14. Pluton est bien placé, dans la constellation du Lion, au nord de Mars, mais il faut un télescope de 20 pouces au moins pour tenter de l'observer avec des chances de succès.

## Eboulis et glissements de terrain

2e article:

### les coulées d'argile

par Alphée NADEAU

Nous avons vu, lors de notre premier article, que les coulées d'argile, quoique très fréquentes dans la province de Québec, ne s'en étendaient pas moins à d'autres provinces canadiennes aussi bien qu'à d'autres pays parmi lesquels les Etats-Unis, la Norvège et la Suède.

Cela eut pour effet, avons-nous dit, de voir ces pays joindre leurs efforts dans l'intention d'étudier les causes immédiates des coulées d'argile et de trouver des moyens propres à les réduire au minimum.

#### Les argiles possèdent une origine commune

La première constatation des chercheurs fut que les argiles qui sont à la base de toutes les coulées remontent à la même époque, ou à peu près, pour tous les pays concernés. En effet, toutes ces argiles, nous l'avons vu dans le cas de Nicolet, contiennent des fossiles et des coquillages qui prouvent que leur formation remonte aux grandes périodes de glaciation. Elles sont constituées en grande partie d'une fine vase et de roches écrasées que les rivières entraînent dans la mer post-glaciaire. Cette vase venait soit des extrémités des glaciers mourants, soit des icebergs qui flottaient sur les eaux lors de cette grande invasion glaciaire. Ces débris vinrent alors se déposer par couches minces au fond de la mer qui entourait la péninsule scandinave — péninsule beaucoup plus petite à cette époque qu'aujourd'hui — et au fond de la mer Champlain laquelle couvrait toute la vallée actuelle du Saint-Laurent. La composition des

couches varie. On y a trouvé divers poissons et beaucoup de coquillages d'invertébrés marins. Le climat devait être alors semblable au climat actuel de la côte du Labrador.

Après le retrait des glaciers, il y a quelque 10,000 ans, les eaux régressèrent lentement. La pression des glaciers n'étant plus là pour écraser la croûte terrestre de son poids énorme, celle-ci s'éleva graduellement, obéissant en cela au principe d'isostasie. De cette sorte, certains talus et des fonds marins vinrent à constituer des rivages et des côtes terrestres. Certains sols marins de la côte scandinave s'élevèrent ainsi jusqu'à 650 pieds au-dessus du niveau actuel de la mer.

#### Preuves de cette élévation des fonds marins

Point n'est besoin d'aller si loin cependant pour voir des preuves de cette élévation des fonds marins. Voici quelques localités bien connues situées au-dessus du niveau de la mer où on trouve maintenant ces anciens terrains marins. Sur les pentes du Mont Royal, à une hauteur de 568 pieds environ; à Ottawa, 475 pieds; à Rivière-du-Loup, 372 pieds; au Bic, 300 pieds; à Ste-Flavie, 255 pieds; à Roxton, 552 pieds et à Granby, 516 pieds.

La mer ne se retira pas brusquement toutefois, mais bien par étapes successives que l'on reconnaît facilement aujourd'hui par des terrasses. Ainsi, à Montréal, les rues Sherbrooke et Sainte-Catherine sont construites sur deux des

plus importantes terrasses laissées par la mer Champlain.

Il s'ensuit donc qu'une bonne partie de la péninsule scandinave, de même que les terres de la vallée du Saint-Laurent, contiennent des argiles d'origine marine.

### Ces argiles agissent comme des substances « thixotropiques »

Poussant plus avant leurs recherches, les hommes de science découvrirent plusieurs propriétés communes aux différentes argiles qui sont en cause dans ces « coulées ».

Comme nous l'avons déjà mentionné, lorsqu'une coulée se produit, c'est toujours la couche supérieure du terrain qui glisse brusquement sur une mer de boue. Les argiles sous-jacentes se sont donc subitement transformées en boue pour une raison quelconque. Les chimistes connaissent depuis très longtemps déjà l'existence de telles substances. Ils leur donnent le nom de substances « thixotropiques ». Cette expression, tirée de mots grecs, signifient en termes simplifiés, « changer au toucher ». Pour les chimistes, les exemples de substances thixotropiques ne manquent pas; en effet, tels sont les sels et certains hydroxydes. Tous ont cette propriété de passer facilement de l'état solide à l'état liquide.

Aux laboratoires du Conseil national de Recherches à Ottawa, Carl B. Crawford a démontré que les argiles qui causent de tels glissements de terrain peuvent, soit résister à une certaine pression (2,100 livres par pied carré de surface), soit s'écouler librement comme un liquide après avoir été agité dans une éprouvette. Ce sont donc bien des substances thixotropiques.

### Elles sont formées de cristaux de diamètre inférieur à 2 microns

Mais comment cette substance est-elle constituée? Justus Osterman et ses collègues ont étudié la structure de ces argiles au microscope électronique. Ces travaux, effectués à l'institut royal de géotechnique de Stockholm, Suède, montrèrent qu'il existe une différence énorme entre les argiles qui ne se sont jamais liquéfiées et les argiles qui sont redevenues solides après liquéfaction. Le microscope électronique permit de découvrir que les argiles sont formées de petites particules d'un diamètre inférieur à 2 microns. Des études aux rayons X prouvèrent que ces mêmes particules sont des cristaux de silicate (kaolinite, illite, etc.). Dans des argiles qui ne furent jamais liquéfiées, ces particules ou cristaux sont plus ou moins distants les uns des autres; après liquéfaction, ils sont au contraire très rapprochés.

Osterman découvrit en plus que certains agents chimiques naturels, tels les acides organiques, tendent à rendre les argiles moins stables; en d'autres mots, à augmenter leur thixotropie.

### Le sel, agent stabilisateur

Par ailleurs, Rosenqvist de Norvège a démontré que le sel joue un rôle contraire à celui des acides organiques: il augmente la stabilité des argiles en en réduisant la thixotropie. Cela s'explique si on se rappelle que les sels sont largement dissociés en solution puisque ce sont des électrolytes forts.

Or, puisque les argiles qui nous intéressent furent déposées au fond de la mer Champlain il y a quelques milliers d'années, on comprendra facilement que leur concentration en sel était très grande au moment de leur déposition. Cependant, elles se trouvent maintenant à plusieurs centaines de pieds plus haut et exposées aux agents atmosphériques (pluie, vent, neige, etc.) qui en extraient graduellement le sel. La concentration en sel diminuant, il est donc normal que ces argiles deviennent de moins en moins stables avec les années.

### Le rôle de l'eau

Cependant, la cause ultime des coulées d'argile est fort probablement climatique. Celles-ci résultent en effet presque sûrement de l'infiltration de l'eau dans le sous-sol durant les fortes pluies.

Si on se réfère au tableau des glissements de terrain dans la province de Québec depuis 1840, on constate que plusieurs eurent lieu le printemps ou l'automne, c'est-à-dire durant les saisons des pluies. L'eau pénètre alors très profondément dans le sous-sol. La quantité d'eau qui s'accumule ainsi dans le sol en augmente le volume et crée des forces de pression nouvelles. Evidemment, toute cette eau qui s'infiltré de la sorte en profondeur rend pratiquement nulle la friction entre les cristaux qui constituent les argiles. Il s'en faut de peu que nous assistions à une coulée d'argile.

Parfois le poids seul de l'argile ajouté au poids de l'eau d'infiltration suffira à produire la coulée; en d'autres occasions, le poids des immeubles s'ajoutant au poids de l'argile déclenchera un éboulement; enfin il faudra, en d'autres occasions, une légère vibration — tel fut le cas à Hawkesbury — pour que l'argile se transforme en une boue qui glissera librement.

Même les coulées qui eurent lieu durant l'été se sont toujours produites après de fortes pluies. Ainsi celle de Saint-Louis, comté de Richelieu, en 1945, et celle de Sainte-Odile, comté de Rimouski, en 1951, se produisirent-elles après 4 jours d'une pluie torrentielle. Ce qui paraît confirmer le rôle prépondérant de l'eau dans les coulées d'argile.

## Description générale d'une coulée d'argile

Sur les berges d'un cours d'eau, l'argile demeure plus ferme, sans doute à cause de l'évaporation et d'un meilleur écoulement de l'eau. La rive joue ainsi fréquemment le rôle d'un mur de soutien. La présence d'un tel mur naturel est mise en évidence par l'étranglement que l'on observe sur la berge lorsqu'une coulée s'est quand même produite, provoquée par diverses causes.

S'il se produit une coulée, les phénomènes se dérouleront probablement de cette façon : d'abord une tranche de terrain glissera dans la rivière ou sur un terrain plus bas; puis la berge se creusera de plus en plus à mesure que les tranches successives glisseront vers la rivière par



Deux photos d'un des plus importants éboulis de l'année 1964, celui de la rivière Chilcotin, en Colombie-Britannique. La région n'étant pas habitée, il n'y eut pas de victimes. Seuls quelques milliers de Saumons du Pacifique furent retardés dans leur montée pour la ponte.

L'événement s'est produit le 19 août 1964, au matin, alors qu'une immense tranche des rives de la Chilcotin se détachait et tombait avec un bruit de tonnerre dans le lit du cours d'eau. Une étendue de terre d'un tiers de mille de longueur, de 1,250 pieds de largeur et d'une hauteur de 600 pieds devenait subitement mobile ! Une masse de terre estimée à plus de 9 millions de verges cubes, soit l'équivalent de la charge de 2,000,000 de camions ordinaires, glissait vers la rivière. Un mur de 70 pieds de hauteur était jeté en travers du cours d'eau et formait un barrage créant un lac de 3 milles de longueur retenant plus de 650 millions de gallons d'eau. Ce barra-

ge résista quelque temps, jusqu'à ce que les eaux, débordant le mur, se frayèrent un chemin à travers le sable et le gravier.

La rivière Chilcotin est la grande voie empruntée par le Saumon de la rivière Fraser à la rivière Chilko, l'un des principaux cours d'eau du grand « système Fraser » pour la reproduction des Saumons du Pacifique. L'éboulement s'est produit au moment où des centaines de milliers de Saumons commençaient à remonter la rivière Chilcotin. Heureusement, le nombre des poissons victimes fut assez limité. Leur marche fut retardée de plusieurs jours mais des relevés et des observations révélèrent que la majorité des Saumons purent continuer leur montée normalement.

(Notes extraites de *Trade News*, ministère des Pêcheries du Canada, Ottawa, octobre 1964, vol. 17, no 4, pp. 3-4).

l'ouverture laissée béante. Le cratère s'élargira aussi longtemps que des tranches de terrain glisseront. Evidemment cette description générale est susceptible de variations plus ou moins grandes d'un glissement de terrain à l'autre ou d'une coulée à l'autre.

### Comment éviter de tels désastres

Nous avons vu, dans ce bref exposé, que les agents atmosphériques jouent un rôle majeur en ce qui a trait aux coulées argileuses. En effet, ce sont eux qui diminuent la concentration en sel des argiles, augmentant ainsi leur thixotropie; par ailleurs, l'eau qui pénètre en profondeur dans le sol aux saisons de pluies, c'est-à-dire au printemps et à l'automne, diminue considérablement la stabilité des argiles et, par son poids supplémentaire, contribue toujours au déclenchement du désastre.

On le voit donc, les deux premiers moyens pour éviter de tels désastres seront, d'une part, de réduire par un bon système de drainage toute infiltration de l'eau dans le sous-sol, d'autre part d'augmenter la quantité de sel à l'intérieur des argiles.

Nul doute que l'installation d'un bon système de drainage soit un excellent moyen préventif contre les coulées d'argile. En effet, l'eau ne s'infiltrant plus en profondeur dans le sol, la concentration du sel dans les argiles diminuera moins rapidement, gardant ainsi le terrain stable pour une période de temps plus longue; non seulement la stabilité sera-t-elle meilleure alors, due à la présence d'une plus grande concentration en sel, mais la friction entre les cristaux qui forment les argiles demeurera elle aussi plus forte contribuant par le fait même à garder le sol stable: bien mieux, le poids de l'eau d'infiltration ne viendra plus s'ajouter en surcharge au poids de l'argile pour déclencher le désastre. On le voit, il s'agit sûrement là d'un moyen efficace.

Le second moyen, par ailleurs, fut expérimenté par les chercheurs et on a pu démontrer qu'en effet, si on injecte des électrolytes (le sel en est un comme nous l'avons déjà dit) dans le sol, on augmente la cohésion de celui-ci, c'est-à-dire sa stabilité.

Existe-t-il d'autres méthodes qui permettraient de réduire au strict minimum le nombre des coulées d'argile? Nous pourrions par exemple renforcer les berges des cours d'eau puisque nous avons vu que celles-ci jouent normalement un rôle de soutien. En augmentant la solidité, il va de soi que les coulées deviendraient moins fréquentes. Nous pourrions aussi essayer de diminuer la concentration des acides organiques dans le sol, si la chose est possible, car il a été démontré qu'ils augmentent la thixotropie du sol, c'est-à-dire sa facilité à se liquéfier.

Cependant, certains experts doutent de la rentabilité de toutes ces méthodes de prévention contre les coulées d'argile faisant valoir qu'il en coûterait beaucoup trop cher pour stabiliser un terrain par rapport à la valeur de ce même terrain. C'est pourquoi, jusqu'à maintenant, les efforts des différents pays concernés ont surtout porté sur la reconnaissance des endroits dangereux. La Commission géologique du Canada a déjà photographié plus de 50 endroits différents où l'on peut reconnaître des cicatrices de coulées, cela dans les régions d'Ottawa, du Saguenay et de la vallée du Saint-Laurent.

Les centres géologiques de la Norvège, de la Suède et des Etats-Unis en ont fait autant. Non seulement photographie-t-on ces régions, mais on indique sur des cartes spéciales les endroits dangereux.

De tels endroits devraient être clairement indiqués, on devrait y interdire tout projet de constructions importantes, si ces terrains ne sont pas déjà habités. Ces mesures seraient probablement plus efficaces que de chercher à stabiliser les endroits dangereux.

### Bibliographie

- BELAND, Jacques, *Nicolet Landslide*, November 1955, Geol. Ass. of Can. Proc., Vol. 8, Pt 1, Nov. 1956.
- BILODEAU, P.M., *The Nicolet Landslide* dans *Proceedings of the Tenth Canadian Soil Mechanics Conference*, December 17 and 18, 1956, Technical Memorandum no 46, National Research Council, Ottawa, June 1957, pp. 11-13.
- BIROT, Pierre, *Précis de géographie physique générale*, Armand Colin, Paris, 1959, pp. 141-148.
- EDEN, W.J., *The Hawkesbury Landslide* dans *Proceedings of the Tenth Canadian Soil Mechanics Conference*, Idem, Ibidem, pp. 14-22.
- GADD, Nelson R., *Geological Aspects of Eastern Canadian Flow Slides*, dans *Proceedings of the Tenth Canadian Soil Mechanics Conference*, Idem, Ibidem, pp. 2-7.
- HURTUBISE, J.E. et P.A. ROCHETTE, *The Nicolet Slide*, Technical Memorandum no 48, National Research Council, Ottawa, May 1957, 13 p.
- KERR, Paul F., *Quick Clay* dans *Scientific American*, Nov. 1963, 209 (5) : 132-142.
- LAVERDIERE, Camille, *La coulée d'argile de Nicolet*, dans *La revue canadienne de géographie*, 1956, X (2) : 142-147.
- LAVERDIERE, J.-W. et Léo G. MORIN, *Initiation à la géologie*, Fides, Montréal, 1948, p. 62.
- MEYERHOF, G.G., *Summary of the Mechanism of Flow Slides in Cohesive Soils*, dans *Proceedings of the Tenth Canadian Soil Mechanics Conference*, Idem, Ibidem, p. 9.
- MORIN, Léo-G., *La coulée d'argile de Saint-Louis (comté de Richelieu)*, Nat. can. 1947, vol. 74, nos 5-6, pp. 125-143.
- ROCHETTE, P. André, *Experimental and Theoretical Investigation of the Engineering Properties of Canadian Natural-Clay Deposits*, dans *Proceedings of the Tenth Canadian Soil Mechanics Conference*, Idem, Ibidem, p. 30.
- TAILLEFER, François, *La morphologie des environs de Québec et la basse-vallée du Saint-Laurent* dans *Cahiers de Géographie de Québec*, no 4, avril-septembre 1958, p. 180.

# Température et énergie

par Yves ROUSSEAU

La matière, comme on peut la voir et la toucher, est constituée d'un très grand nombre de petites particules retenues ensemble par des forces d'attraction. Ces particules peuvent être des atomes, des molécules ou des ions, mais il nous suffira, pour le moment, de les appeler « particules » ou « unités ». Ces unités possèdent une énergie qui leur permet de se mouvoir. Leur mouvement est conditionné à la grandeur des forces d'attraction qu'elles subissent et à l'énergie qu'elles possèdent. Généralement, dans un solide, ces forces seront grandes, et l'énergie dont disposent les particules ne sera pas suffisante pour permettre à ces dernières de s'éloigner sensiblement de leur position fixe. Dans un liquide, la combinaison des forces d'attraction et de l'énergie permet aux particules de se mouvoir plus ou moins librement, de sorte qu'une unité n'a plus de position permanente. Dans un gaz, le mouvement est beaucoup plus libre, et on peut dire que le parcours de chaque unité n'est influencé que très faiblement par les particules environnantes. Il s'ensuit que les forces d'attraction, ci-haut mentionnées, gouvernent les propriétés des solides et des liquides, tandis que l'aspect « mouvement » est nécessaire à une explication adéquate des propriétés des gaz. Nous allons considérer ici l'effet de la température sur l'énergie des particules et discuter brièvement des différentes formes que peut prendre cette énergie.

## Zéro Absolu

Le fait que l'on puisse faire fondre un solide en le chauffant implique qu'une élévation de la température d'un corps résulte en une augmentation de l'énergie des particules qui le constituent. Par conséquent, la température est une mesure de l'énergie et du mouvement des particules, et l'on peut imaginer une température limite à laquelle les particules de toute substance n'auront aucune énergie et seront au repos complet. Cette température est appelée « zéro degré absolu » ou « zéro degré Kelvin » ( $0^{\circ}\text{K}$ ), et est

équivalente à  $-273.16$  degrés Centigrade ou  $-459.72$  degrés Fahrenheit. Toutefois, cette situation de repos complet n'est pas réalisable puisque même au zéro absolu, les particules conservent une faible énergie de vibration que l'on appelle « énergie résiduelle ».

On peut donc écrire la relation suivante:

$$E = f(T) + e_0 \quad (1)$$

où « E » représente l'énergie totale, «  $e_0$  » l'énergie résiduelle, et «  $f(T)$  » une fonction de la température.

Lorsque l'on chauffe un solide à partir de  $0^{\circ}\text{K}$ , l'énergie fournie est d'abord utilisée par les particules pour se déplacer de plus en plus loin de leur position d'équilibre. A une température bien définie, le solide se liquéfiera; plus les forces d'attraction sont grandes, plus cette température est élevée. La température demeurera constante à partir du moment où le solide a commencé à fondre jusqu'à ce qu'il soit complètement liquéfié. Si l'on continue d'augmenter la température, il arrivera que certaines particules près de la surface du liquide aient assez d'énergie pour s'enfuir hors du liquide; on a alors atteint le point d'ébullition. Tout comme lors de la liquéfaction, la température restera constante jusqu'à ce que tout le liquide soit transformé en gaz. Pour une discussion de l'effet d'une élévation de la température sur l'énergie des particules d'un gaz, il est nécessaire de distinguer entre « gaz monoatomiques » et « gaz polyatomiques ». Une substance est dite monoatomique lorsque les particules dont elle est constituée ne contiennent qu'un seul atome. Parallèlement, les particules polyatomiques seront constituées de plus d'un atome.

## Gaz Monoatomiques

Il est évident qu'une substance monoatomique ne possède pas d'énergie résiduelle de vibration à l'état gazeux puisque chaque particule est alors isolée et n'a pas de voisins immédiats.

Un atome en phase gazeuse aura une énergie cinétique exprimée par l'équation suivante:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = aT \quad (2)$$

où « m » représente la masse de l'atome, « v » sa vitesse, « T » la température en degrés Kelvin, et « a » une constante de proportionnalité indiquant que l'énergie cinétique n'est pas égale, mais proportionnelle à la température.

Une élévation de la température d'un gaz monoatomique résulte donc en une augmentation de la vitesse de chacun des atomes. Evidemment, plus un atome sera léger, plus il se déplacera rapidement. Pour donner une idée de la vitesse des particules, disons qu'un atome de grosseur moyenne voyage environ à 1000 milles à l'heure à température ordinaire. Puisque la limite inférieure de l'énergie cinétique est zéro, les températures négatives n'ont donc aucune signification physique. C'est pourquoi, à l'échelle absolue, la plus basse température que l'on puisse imaginer est appelée zéro.

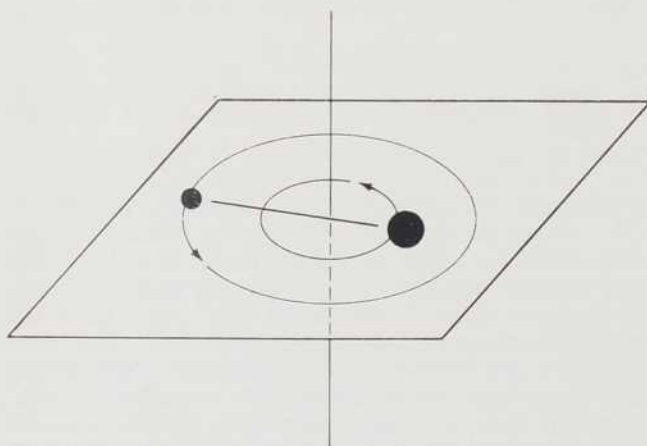


Figure I. Mouvement de rotation d'une molécule diatomique.

### Gaz Polyatomiques

Les particules polyatomiques ont, elles aussi, une énergie cinétique qui dépend de la température et qui est exprimée par la relation (2). Qu'une particule contienne un ou plusieurs atomes, son énergie cinétique sera la même pour une température définie. Cependant, les particules polyatomiques peuvent aussi disposer de l'énergie qu'on leur fournit, en élevant leur température, sous forme d'énergie de rotation et de vibration. Dans la figure I, on représente une molécule qui tourne autour d'un axe passant par le centre de masse et dans la figure II, on illustre le mouvement de vibration d'une molécule diatomique. Mentionnons en passant qu'une vibration moléculaire complète dure environ  $10^{-13}$

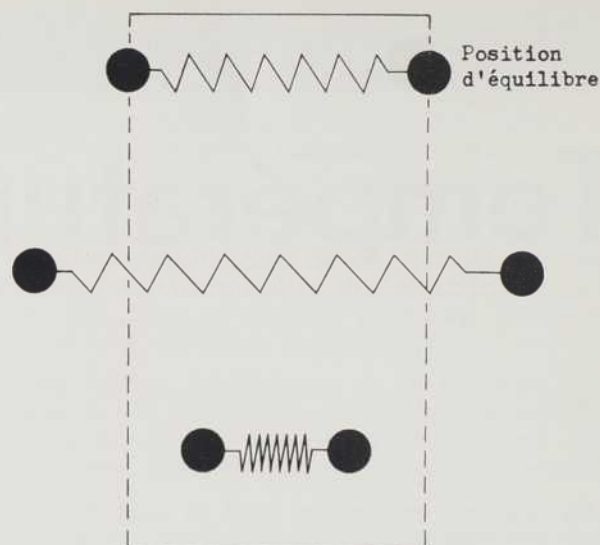


Figure II. Mouvement de vibration d'une molécule diatomique.

seconde (0.000000000001 sec.) Puisque les substances polyatomiques peuvent avoir une énergie de vibration même à l'état gazeux, l'énergie résiduelle subsistera donc dans cet état.

On peut alors écrire,

$$e_v = e_o + f'(T). \quad (3)$$

«  $e_v$  » est l'énergie de vibration et «  $f'(T)$  » une fonction de la température.

L'énergie totale d'un gaz polyatomique peut donc s'exprimer comme suit:

$$E = e_t + e_v + e_r \quad (4)$$

où  $e_t$ ,  $e_r$ , et  $e_v$  sont respectivement les énergies de translation, (cinétique), de rotation et de vibration.

### Nature Quantique de l'Énergie

Il est important de mentionner ici que l'on ne peut accroître aucune de ces formes de l'énergie des particules d'une façon continue. Pour l'énergie de vibration, par exemple, il existe une quantité minimum d'énergie que l'on appelle un « quantum d'énergie de vibration ». Une molécule acceptera exclusivement des multiples entiers de ce quantum; on dira qu'elle a trois ou quatre quanta d'énergie de vibration. On peut illustrer ceci en disant qu'il y a, pour une particule polyatomique, des niveaux d'énergie de vibration tels que représentés dans la figure III. La quantité d'énergie de vibration que peut avoir cette particule doit correspondre exacte-



Figure III. Niveaux d'énergie de vibration.

ment à l'un de ces niveaux et ne peut être intermédiaire. On remarquera, dans la figure III, que même si une molécule n'a aucun quantum d'énergie de vibration, son énergie de vibration n'est pas nulle, mais égale plutôt l'énergie résiduelle mentionnée plus haut. A basse température, le plus bas niveau d'énergie sera le plus

peuplé; c'est-à-dire que la plupart des molécules n'auront aucun quantum d'énergie de vibration, et à mesure que la température sera élevée, elles accumuleront de ces quanta. Bien que les énergies de translation et de rotation aient aussi un caractère discontinu, nous n'en discuterons pas ici.

### Hautes Températures

Il est évident que l'on ne peut élever la température d'un gaz polyatomique indéfiniment puisque l'énergie interne des molécules deviendra éventuellement assez grande pour permettre aux atomes de rompre le lien qui les retient ensemble. On aura alors décomposition tel qu'indiqué ci-dessous :



Au delà d'une certaine température, qui varie avec chaque substance, on pourra altérer la nature même des particules polyatomiques ou monoatomiques en transmettant assez d'énergie à certains électrons pour les éloigner du noyau auquel ils sont associés. On dit alors que les particules possèdent de « l'énergie électronique ». Il peut même arriver qu'un électron ait assez d'énergie pour se séparer complètement du noyau. On a alors « ionisation » de l'atome ou molécule C,



Pour conclure, mentionnons que les fusions nucléaires qui se produisent sur le soleil et lors de l'explosion d'une bombe hydrogène sont probablement associées à des températures de plusieurs millions de degrés.

## Nouvelles et commentaires

### Une carrière en physique ?

L'Association canadienne des Physiciens publiait, au cours de l'année 1964, une intéressante brochure intitulée « *La Physique au Canada, une carrière, une vocation* », à l'intention des étudiants du cours secondaire d'expression française. Une même brochure est disponible, en langue anglaise. Tous les professeurs ou étudiants peuvent en obtenir des exemplaires en écrivant à : *L'Association canadienne des Physiciens, Département de Physique, McMaster University, Hamilton, Ontario*, en précisant bien le titre de la brochure de même que la version désirée.

Cette intéressante brochure de 16 pages, illustrée, présente la physique, la profession du physicien, sa formation, les possibilités d'emploi de même que la liste des universités canadiennes offrant des cours avancés de physique.

### L'organisation d'un club de sciences

Si vous êtes intéressés, comme étudiant ou comme professeur, à organiser un club de sciences dans votre institution, nous vous recommandons cette récente publication intitulée « *L'Organisation d'un Club-Sciences* » publiée par l'Association des Jeunes Scientifiques (AJS), case postale 6060, Montréal, P.Q.

Cette brochure de format 8½ sur 11 pouces (polycopiée), décrit les buts et la nature d'un Club-Sciences, explique sa formation et présente un plan de travail en astronomie, biochimie, biologie, géologie, mathématiques, etc. Il comprend également une précieuse bibliographie « à l'usage des Clubs-Sciences » qui répondra sûrement à de nombreuses questions. Nous sommes heureux de féliciter l'équipe d'étudiants pour ce magnifique travail et nous le recommandons à tous nos lecteurs qui désirent organiser un club de sciences.



## Caractéristiques des glaces flottantes du Saint-Laurent

par W. A. BLACK



Chaque hiver, de la fin de décembre à la mi-avril, le fleuve Saint-Laurent se recouvre d'une épaisse carapace de glace qui, comme on le sait, gêne considérablement la navigation sur cet important cours d'eau\*. Cette couverture n'est pas rigide, loin de là. En effet, elle est soumise à plusieurs forces qui apportent des changements importants aux caractères et à la distribution des glaces sur le fleuve. Parmi ces forces ou influences, mentionnons : les courants de marées, la force de Coriolis, les vents et les tempêtes. Les types de glace qui composent le manteau se transforment constamment au cours de l'hiver et diffèrent beaucoup selon l'endroit et l'année. De plus, la configuration du littoral et des îles affecte les mouvements des glaces qui recouvrent les eaux du large.

\* La Direction de la géographie du ministère fédéral des Mines et des Relevés techniques poursuit, depuis 1958, d'importants travaux de recherches sur la dynamique des glaces sur le fleuve et le golfe Saint-Laurent. Tous les dix jours, l'auteur du présent article survole le fleuve, depuis le port de Montréal jusqu'au détroit de Belle-Isle, et exécute des observations aériennes sur l'état des glaces.

Photo 1, en haut:

Le brise-glace C.C.G.S. N.B. McLean se frayant un chemin à travers la glace épaisse en crêtes de pression, en amont de Sorel. Cette barrière de glaces s'étendait du lac Saint-Pierre jusqu'en amont de Montréal. (Photo prise le 17 janvier 1962).

Photo 3, en bas:

Photo du Saint-Laurent prise de Verchères vers l'aval, montrant le chenal navigable limité par la glace fixée aux rives. Au cours de janvier 1960, cette glace recouvrait complètement le chenal. (Photo prise le 3 février 1960).



Photo 2.

La convergence des rives du Saint-Laurent au voisinage du pont de Québec est à l'origine des nombreux embâcles à cet endroit. La glace de rive, ourlée de crêtes de pression par l'action de la marée, s'étend vers le milieu du fleuve à partir des deux rives. Cette couverture glacielle se compose de glaces nouvelle, jeune et d'hiver. (Photo prise le 8 mars 1959).

Les champs de glace dans le fleuve et le golfe ne constituent pas un ensemble homogène : en effet, la distribution glacielle, les types de glace et leur modelé présentent de fortes différences régionales. Pour toutes ces raisons et, aussi, afin de pouvoir observer plus facilement du haut des airs l'état des glaces sur le fleuve, les scientifiques ont élaboré un *système de classification* des glaces flottantes.

### Classification des glaces

Cette classification des glaces doit faire ressortir non seulement la concentration glacielle, mais indiquer aux navigateurs les chenaux libres de même que les obstacles que constituent les champs de glace.

On reconnaît plusieurs types de glace : la *glace*

*d'hiver*, la *glace jeune* et la *glace nouvellement formée*. A ces trois types s'ajoute un quatrième : la *glace arctique* qui pénètre dans le golfe Saint-Laurent par le détroit de Belle-Isle et que l'on qualifie d'ordinaire de « glace polaire » ou « glace du Labrador ». A cause de ses caractéristiques, on range la glace du Labrador ou polaire dans la catégorie de la glace d'hiver. En observant la couleur de la glace, sa fragmentation, sa concentration ou, encore, son modelé, l'observateur averti peut facilement identifier les divers types de couverture.

Cependant, cette classification ne saurait apporter une image suffisamment précise de l'état des glaces. Il faut aussi en connaître la concentration. Cette dernière s'exprime en dixièmes [l'unité (1) représentant une surface recouverte entièrement de glace], mais aussi par un sys-

tème fractionnel de classification. La concentration des glaces flottantes est représentée par une fraction-symbole.

Par exemple, expliquons la fraction de concentration glacielle:  $\frac{9}{621}$

- 9 : ce chiffre indique que neuf dixièmes de la surface de l'eau est recouverte de glace. Le dénominateur symbolise non seulement la totalité de la surface glacée, mais indique aussi la dimension et les divers types de glace;
- 6 : ce premier chiffre indique que six dixièmes de la surface totale se compose de *slush*\*, de bourguignons et de glaçons dont la dimension ne dépasse pas 30 pieds;
- 2 : le deuxième chiffre indique que deux dixièmes de la surface consiste en banquises flottantes d'une longueur de 30 à 3,000 pieds;
- 1 : le dernier chiffre indique qu'un dixième de la couverture glacielle se compose de champs de glaces et de banquises flottantes dépassant 3,000 pieds de longueur.

\* *slush* : mot anglais que nous préférons conserver ici, mais qui pourrait se traduire par « bouillasse ».

Ce système fractionnel peut également servir à classifier les glaces selon leur modelé : amoncellement de glace nouvelle ou jeune, crêtes de

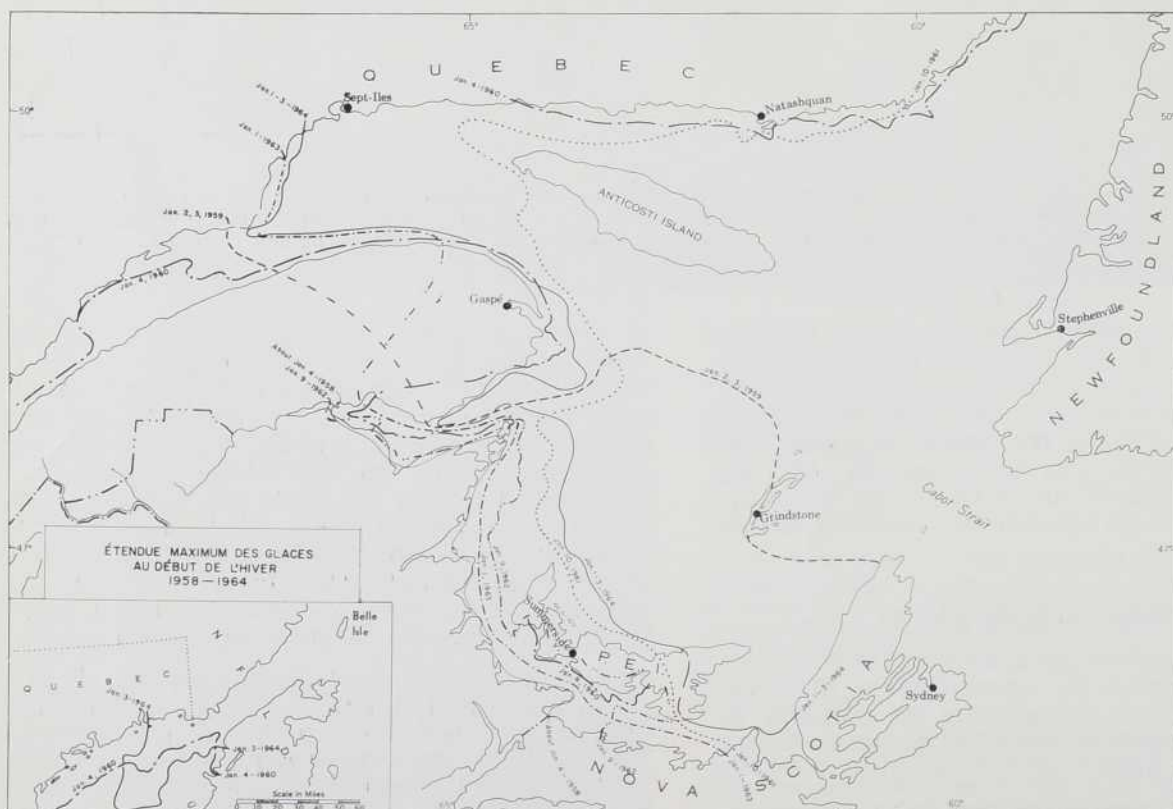
pression, ponts de glace, glace polaire, etc. Grâce à cette classification, les glaciologues peuvent donc obtenir une image claire et concise de la distribution glacielle sur le fleuve Saint-Laurent et dresser des cartes précises de l'inventaire des glaces. (Voir les cartes A, B, C et D.)

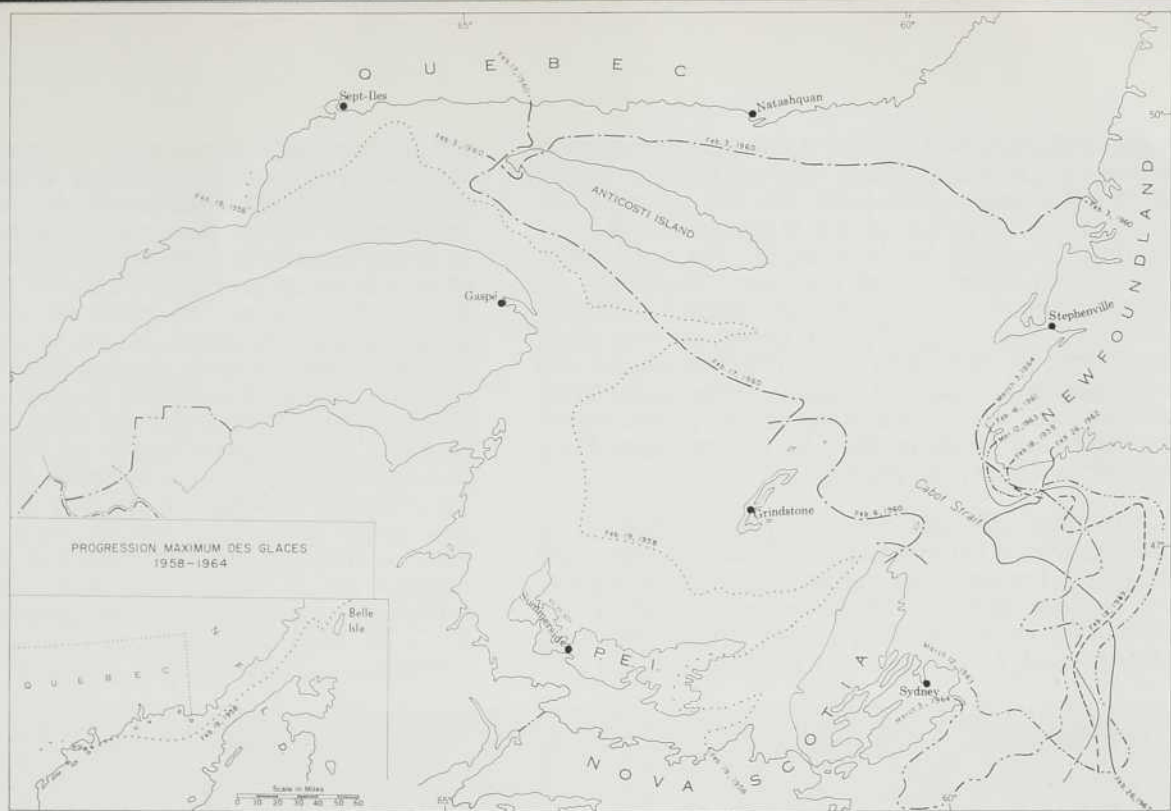
### Caractéristiques des glaces dans le golfe

Des opinions très différentes avaient cours jusqu'à récemment concernant le nombre et l'étendue des champs de glace dans le golfe Saint-Laurent en hiver. Selon certains auteurs, de vastes champs de glace recouvraient le golfe; d'autres infirmaient cet avancé; et selon d'autres spécialistes en la matière, une grande quantité de glace entrait dans le golfe, en provenance du Saint-Laurent. Les relevés aériens effectués par la Direction de la géographie ont confirmé quelques-unes de ces hypothèses, tout en précisant toutefois que la quantité de glace passant dans le Saint-Laurent, en aval de l'embouchure du Saguenay, ne dépassait guère 2 ou 3 pour cent du total. Au cours d'hivers rigoureux, la couverture glacielle s'étend sur la plus grande partie du golfe, mais lors des hivers doux d'immenses étendues restent libres de glaces. Même pen-

Carte A. Distribution de la glace au début de l'hiver. 1958-1964.

Au cours de cette période, les glaces s'étendaient vers l'est dans le golfe, au large de la côte du Nouveau-Brunswick. Par contre, le développement de champs de glace au large de la Côte Nord est un phénomène beaucoup moins fréquent. La glace s'est avancée loin pendant les saisons de 1959 et 1961, mais dans des parties différentes du golfe. En 1958, la couverture glacielle s'est limitée aux baies de la côte du Nouveau-Brunswick.



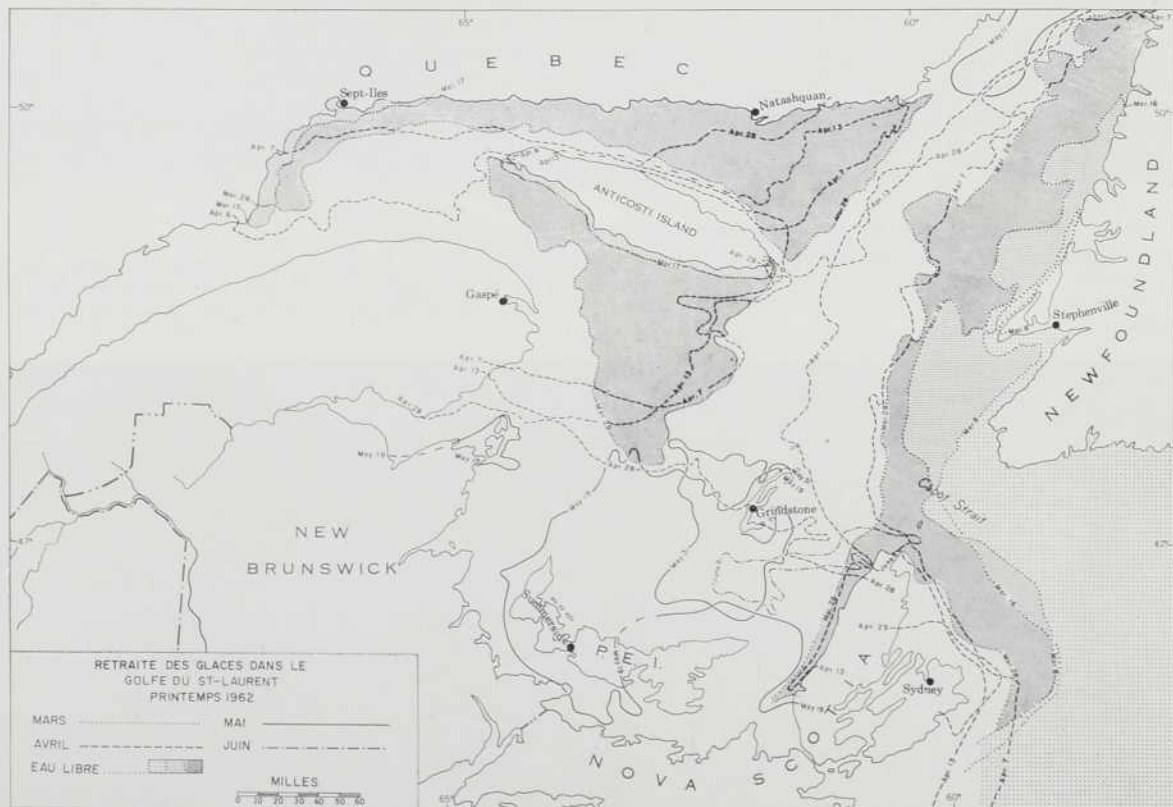


Carte B. Progression maximum de la glace, 1958-1964.

La progression maximum de la glace se réalise généralement en février. A ce moment, les champs de glace dévalant par le détroit de Cabot s'étendent bien à l'est, au sud-est et même vers le sud-ouest, au large de la côte de la Nouvelle-Ecosse.

Carte C. Retraite des glaces au printemps de 1962.

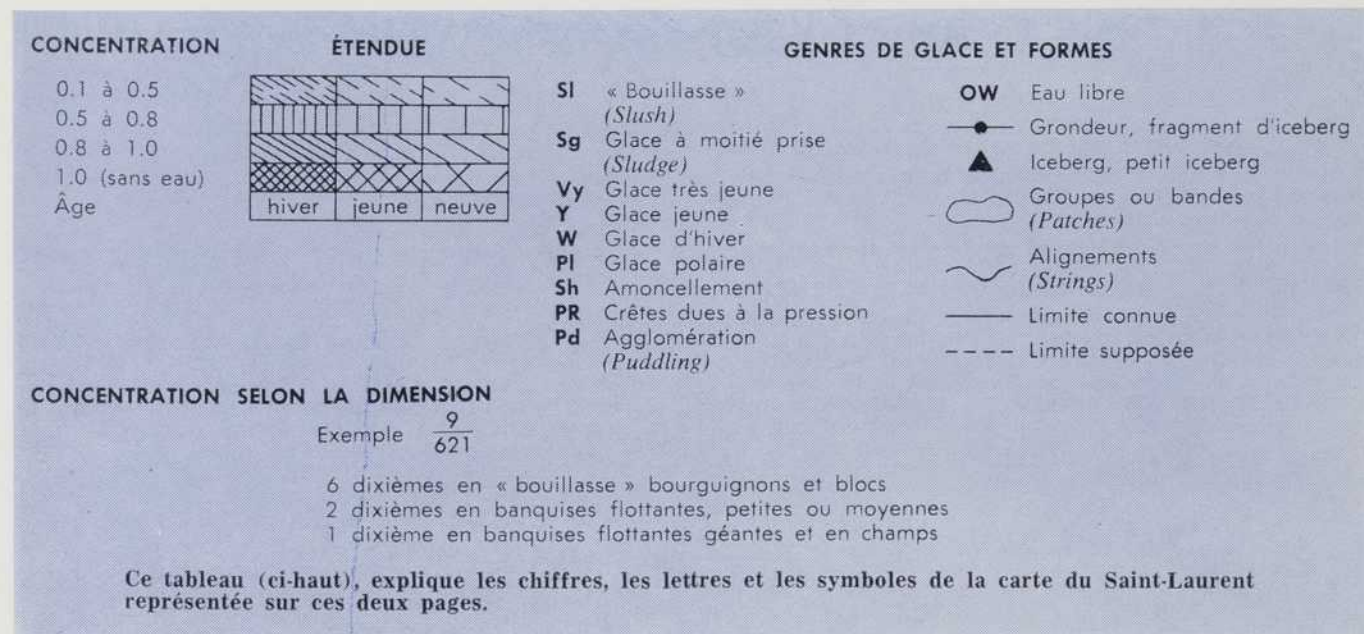
Après un hiver assez rigoureux, au cours duquel des champs de glace très étendus recouvraient une grande partie du golfe, le printemps agrandit les aires d'eau libre au large de la côte ouest de Terre-Neuve, de la côte nord du Saint-Laurent et de la côte sud de l'île Anticosti. A mesure que la surface des eaux libres s'étendait, une longue barrière de glaces s'allongeait du détroit de Belle-Isle à l'île du Prince-Edouard. Cette barrière se rompt généralement en direction de l'est-sud-est à partir de l'île Anticosti et forme deux régions glacielles distinctes, l'une dans le bras nord-est du golfe jusqu'au détroit de Belle-Isle, et l'autre dans la partie sud, jusqu'au détroit de Cabot.



dant les hivers très froids, il est possible d'apercevoir de grands espaces de mer libre à partir de la côte, jour après jour. De tels espaces s'étendent principalement au large de la côte est du Nouveau-Brunswick et de la côte nord de la baie des Chaleurs, ainsi que dans l'estuaire du Saint-Laurent, plus particulièrement à l'embouchure du Saguenay. Fait à noter, la rive nord du détroit de Belle-Isle reste libre de glaces durant presque toute la saison hivernale. Tout compte fait, une vaste carapace de glace recouvre en hiver presque tout le fleuve Saint-Laurent et la région du golfe.

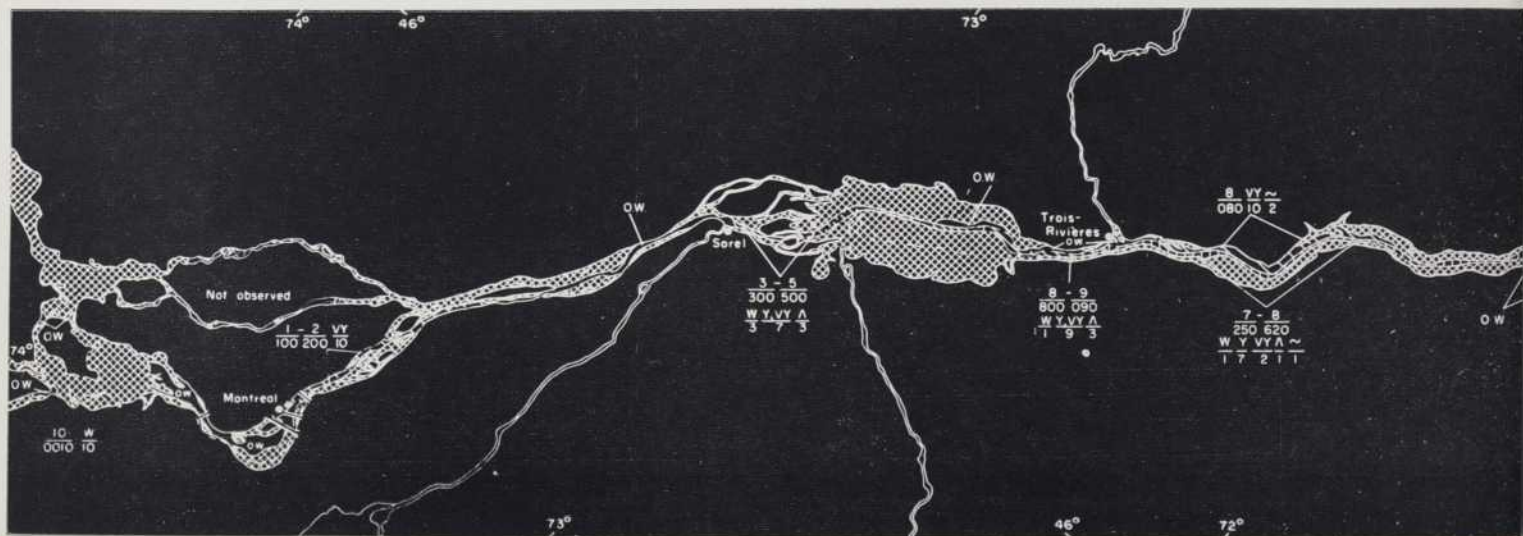
Au cours des périodes de grands froids, la glace se forme rapidement et s'étend sur les eaux du golfe. Lorsque les vents balayent la région, des nappes de glace blanche s'allongent en direction de la prédominance des vents, puis elles s'élargissent à vau-vent et s'agglomèrent en for-

mant une vaste couverture glacielle. Au cours du passage d'une masse d'air à basse pression, les glaces se disloquent et de larges fissures parsèment la surface gelée; le passage d'une masse d'air arctique à haute pression sur la région s'accompagne au contraire d'une consolidation des champs de glace en une couverture glacielle très étendue, et de la glace nouvelle apparaît sur les eaux encore libres. Les nappes de glace jeune ou nouvelle de couleur grise s'entrechoquent violemment les unes sur les autres; la glace d'hiver plus lourde et plus épaisse forme alors des crêtes de pression massives. Comme pour les icebergs, le volume de glace immergée serait, semble-t-il quatre ou cinq fois supérieur à celui de la glace émergée. Sur le fleuve, l'action de la marée provoque l'apparition de crêtes de pression parallèles pouvant atteindre 25 à 30 pieds d'épaisseur. Les types de glace composant la couverture glacielle évoluent au



Carte D. Distribution de la glace du Saint-Laurent. 13 février 1964.

La glace se forme au début de décembre sur les hauts-fonds le long des rives du fleuve. Au commencement de janvier, la glace de rive est bien en place. La couverture glacielle atteint son maximum en février. En mars, la débâcle s'amorce et de larges fissures parsèment l'étendue de glace de rive qui se fragmente peu à peu en gros glaçons.



cours de l'hiver et selon le lieu et l'année. Au cours des relevés aériens, on a reconnu que la configuration du littoral et des îles du golfe étaient à l'origine des aires d'eaux libres et de certains types de glace qui recouvrent les eaux du large.

Une très grande étendue non recouverte de glace existe d'ordinaire à l'embouchure du Saguenay; au cours des hivers très froids cette aire se contracte, et sa superficie sert parfois à indiquer l'état des glaces dans le golfe. Les champs de glace épais et de formes irrégulières se déplacent le long de la côte de Gaspé, dérivent vers le sud au large de l'entrée de la baie des Chaleurs ou, encore, bifurquent vers l'est, en direction des Iles-de-la-Madeleine. Le détroit de Belle-Isle présente un intérêt particulier en raison des glaces polaires ou labradoriennes qui empruntent ce passage pour pénétrer dans le golfe. Quant au détroit de Cabot il sert plutôt d'exutoire aux glaces; les observations dans cette région fournissent de précieux renseignements sur la vitesse d'évacuation des glaces du golfe.

Les relevés aériens démontrent clairement que les glaces sont soumises à l'influence des vents dominants qui dans la région soufflent du nord-nord-ouest. Les aires les plus étendues de glaces jeunes ou nouvellement formées occupent les secteurs ouest et nord du golfe ainsi qu'une large zone au sud de l'île Anticosti. Ces espaces gisent sur le parcours des masses d'air froid provenant de régions plus froides et qui refroidissent suffisamment les eaux du littoral pour former de la glace. Une fois formée, cette glace est ensuite prise en charge par les vents dominants et repoussée vers le large.

Au début de l'hiver, les vents se réchauffent au contact des eaux non encore refroidies et font fondre la nouvelle glace. Au printemps, par ailleurs, la terre se réchauffant plus vite que les eaux recouvertes de glace, les vents tièdes en provenance de la terre ferme agrandissent les espaces d'eaux libres de ces régions. En général, les plus grands champs de glace prennent place dans la partie sud-est du golfe, au large de l'île du Cap-Breton et des îles-de-la-Madeleine

et du Prince-Edouard. D'autres champs massifs se développent à proximité des côtes nord de la Gaspésie, de l'île du Prince-Edouard, d'Anticosti, du Nouveau-Brunswick (baie des Chaleurs) de même que sur les côtes nord et nord-ouest de la

### Définition de certains termes

Bouchon de glace (*block*): fragments de glace de mer, de 6 à 30 pieds de diamètre.

Bourguignons (*brash*): fragments de glace flottante, d'un diamètre de moins de 6 pieds, dus à la débâcle d'autres formes de glace.

Glacé de tassement (*consolidated ice*): glaces de différentes dimensions, agrandies par tassement.

Banquise flottante (*floe*): fragment de banquise. Petit, il mesure de 30 à 600 pieds; moyen, de 600 à 3.000 pieds; grand ou géant, de 3.000 pieds à 5 milles.

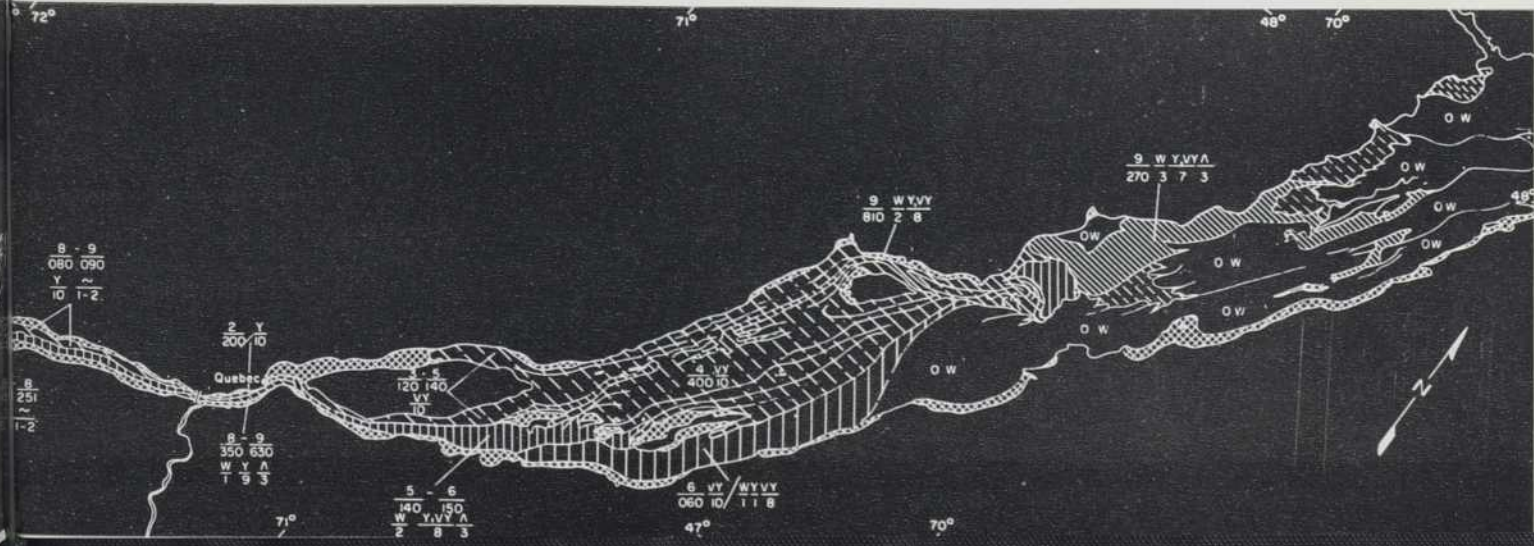
Concentration des glaces: rapport entre la superficie de la glace présente et celle de l'ensemble constitué par la glace et l'eau de surface. On mesure d'habitude la concentration en dixièmes. Exemple:  $\frac{9}{621}$

Slush (mot anglais qu'il serait peut-être préférable de conserver, ou de traduire par « bouillasse »?): accumulation de cristaux de glace semblables à ceux que forme la neige après être tombée dans de l'eau dont la température se rapproche du point de congélation. La *slush* forme une sorte de bouillie épaisse et blanche dans l'eau. La superficie peut s'exprimer en dixièmes. Exemple:  $\frac{51}{5} = 5/10$ .

Glacé très jeune (*very young ice*): de formation récente dans l'eau calme; couleur sombre. La superficie s'exprime en dixièmes. Exemple:  $\frac{6}{6} = 6/10$ .

Glacé d'hiver (*winter ice*): produite durant un même hiver; d'ordinaire en forme de bancs capables de garder une couche de neige sans que celle-ci ne se transforme en eau par suintement à travers la glace. La superficie se mesure en dixièmes. Exemple:  $\frac{5}{5} = 5/10$ .

Glacé jeune (*young ice*): glace nouvellement formée, d'ordinaire grise et épaisse de 2 à 6 pouces. Plus ancienne que des glaces neuves. La superficie s'exprime en dixièmes. Exemple:  $\frac{7}{7} = 7/10$ .



péninsule septentrionale de Terre-Neuve. La prédominance des vents du quadrant nord-ouest tend à repousser les glaces en direction du détroit de Cabot, situé au large de la côte est de l'île du Cap-Breton. D'autre part, ces vents gardent le détroit de Belle-Isle contre les glaces labradoriennes qui s'entassent à l'entrée.

Au printemps, la circulation des vents se modifie et les composantes du nord-est et de l'est prennent une importance accrue. Ces vents tendent alors à repousser les glaces contre la côte est de l'île du Cap-Breton et permettent à la glace labradorienne plus massive de pénétrer dans le détroit de Belle-Isle et de s'entasser vers l'intérieur du golfe. L'afflux des glaces du Labrador vers le golfe libère l'entrée atlantique du détroit de Belle-Isle.

### Le fleuve Saint-Laurent en hiver

Vers la fin de décembre ou le début de janvier, la glace fixée aux rives converge vers le milieu du Saint-Laurent; la bordure externe de cette glace de rive paraît coïncider étroitement avec l'isobathe de 5 brasses (9.14 mètres). L'extension maximale de la couverture de la glace de rive dans le tronçon rectiligne en amont de Sorel accuse un retard d'une à deux semaines sur la partie aval du fleuve. Dans le port de Montréal et le lac Saint-Louis, ce retard atteint parfois un mois. Dans l'estuaire du Saint-Laurent en

aval de l'île d'Orléans, la glace de rive borde presque entièrement la côte sud plutôt basse, mais n'occupe que quelques petites baies le long de la côte nord, beaucoup plus escarpée. Lors de périodes de grands froids, la glace se forme rapidement; il arrive parfois qu'une débâcle s'amorce en pleine saison d'hiver, mais les températures plus basses ramènent vite les choses à la normale.

L'une des caractéristiques de la région du port de Montréal est la présence, dans le chenal principal du fleuve, de crêtes de pression parallèles et serrées. Les glaces qui forment ces crêtes prennent leur source dans une étendue libre de glace d'une quinzaine de milles de longueur, située en amont du port de Montréal. Les piliers du pont Champlain, qui traverse le bassin du port, à l'île aux Soeurs, freinent l'écoulement des glaces qui s'entassent alors jusqu'aux rapides de Lachine. La construction du pont Champlain a donc eu comme effet de réduire l'aire d'eaux libres où se formaient précédemment les glaces, de diminuer fortement leur quantité dans l'aire du port et d'augmenter du même coup la superficie non recouverte de glace. La présence d'une aire d'eau libre dans la partie est du lac Saint-Louis, en amont des rapides, même par les temps les plus froids, favorise la formation de glace.

Le lac Saint-Pierre divise le fleuve en deux parties. Les eaux sises en aval du lac sont soumi-

#### Photo 4.

A cause surtout du faible courant, le chenal étroit qui traverse la couverture de glace fixée aux rivages dans la partie occidentale du lac Saint-Pierre est habituellement encombré d'amas de glaces. On aperçoit ici le C.C.G.S. D'Iberville se dirigeant vers Sorel. (Photo prise le 3 février 1960).

Le lac Saint-Pierre constitue l'un des principaux obstacles à la navigation d'hiver sur le Saint-Laurent. L'accumulation et la consolidation de la glace dans le chenal navigable commencent tôt et se poursuivent tard en saison. Le travail des brise-glace consiste à prévenir la formation d'embâcles et à favoriser l'écoulement des glaces vers l'aval.

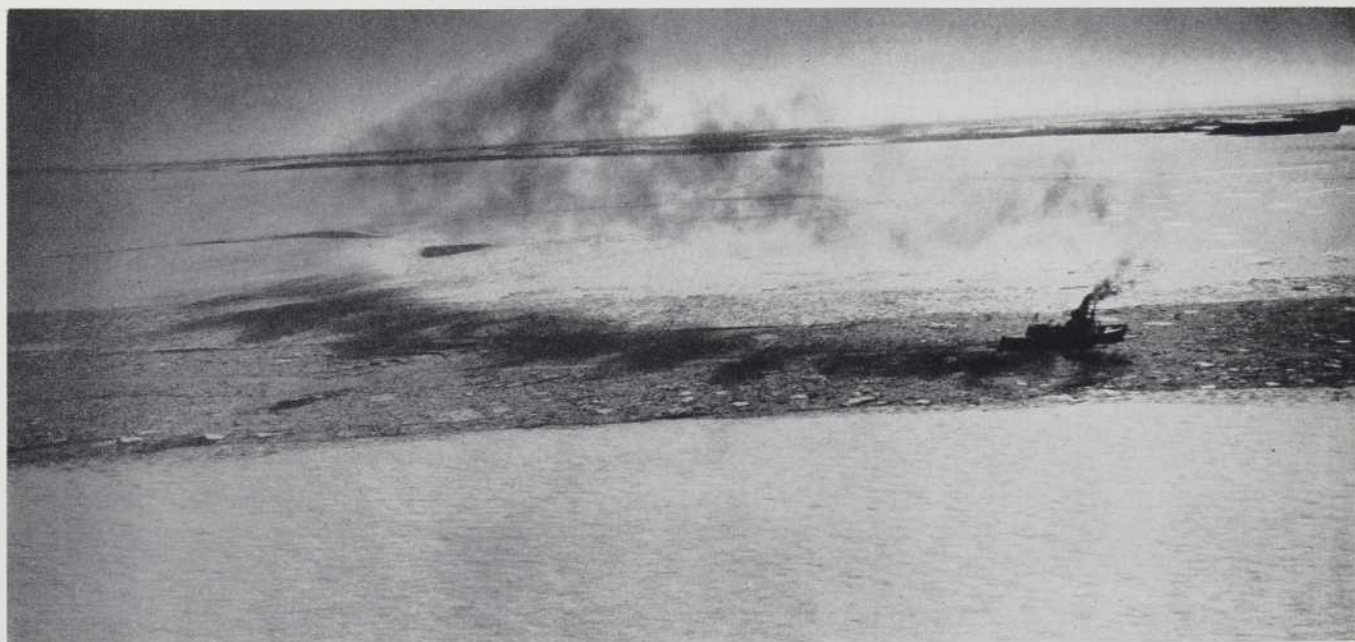




Photo 5.

La couverture glacielle varie fortement d'un hiver à l'autre. Il y avait, au milieu de l'hiver 1964, peu de glaces dans le chenal du Saint-Laurent, face au port de Montréal, à l'exception de la glace fixée aux rives qui recouvrait les hauts-fonds et les eaux faiblement courantes. (Photo prise le 26 février 1964).

ses à l'action des marées, tandis qu'en amont, le cours du fleuve est plutôt rectiligne. Au cours de périodes de froid extrême et durant une marée montante, le débit des eaux dans le lac diminue suffisamment pour permettre la formation de ponts de glace, notamment là où le fleuve bifurque et où ses rives se resserrent. Cette accumulation de glace bloquant presque complètement le chenal, les glaces de dérive s'accumulent progressivement vers l'amont. La vitesse de recul de la nappe glacielle dépend en grande partie de la quantité de glace charriée par le fleuve. En aval du barrage, les glaces s'écoulent normalement et elles laissent à découvert une grande partie de ce secteur. D'ordinaire les ponts de ce genre sont relativement étroits. Il arrive donc souvent que la pression qu'exercent les accumulations de glace suffisent à faire sauter ces obstacles. Le premier pont de la saison se forme au lac Saint-Pierre et, sous des conditions favorables, il peut s'étendre jusqu'au pont de Montréal. Plusieurs facteurs rendent possible cet entassement excessif de la glace au lac Saint-Pierre; d'abord, le lac est très peu profond et par conséquent la déperdition thermique y est très

élevée; d'autre part, le courant est faible et la température y est la plus basse entre Québec et Montréal. Ces barrages, produits par l'engorgement des glaces, se forment au cours de la dernière partie de janvier et persistent jusqu'à la mi-mars, alors que les hausses de la température réduisent de beaucoup l'englacement. (Voir photo 4.)

En aval du lac Saint-Pierre, l'action de la marée maintient le chenal libre et contribue à la formation d'une zone linguiforme d'eaux libres recouverte d'une mince couverture glacielle. La dynamique des glaces, dans la partie du fleuve soumise à l'action de la marée, se rattache également au débit des eaux, aux mouvements dus à des différences de densité, à la force de Coriolis et aux vents. La *force de Coriolis* engendrée par la rotation de la Terre, fait dévier dans l'hémisphère nord les eaux vers la droite de leur cours normal. Comme conséquence, les glaces de dérive s'empilent le long de la rive sud. Les plus gros champs de glace longent la côte de la Gaspésie pour ensuite bifurquer vers le sud et le sud-est du golfe. Cette force, associée à celle des

vents d'hiver du nord-nord-ouest, contribue à maintenir libres les eaux situées en bordure de la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent.

Les glaces estuariennes dévalent généralement sous forme d'un courant bordé d'un côté, par de la glace nouvelle ou jeune, et de l'autre, par des eaux libres. En amont du fleuve, la quantité de glace d'hiver est négligeable mais, à la hauteur de Québec, elle constitue une partie importante des glaces. La glace d'hiver se compose surtout de fragments qui se sont détachés de la nappe de glace de rive. A partir de la mi-mars, date du début de la débâcle, ce type de glace abonde, plus particulièrement dans l'estuaire inférieur, en aval du lac Saint-Pierre. En amont de ce dernier endroit, la glace d'hiver y est plus rare en raison de la fonte rapide de la glace de rive qui recouvre les eaux faiblement courantes et les hauts-fonds.

La destruction de la couverture glacielle ne s'opère pas uniformément sur toute l'étendue du fleuve. Elle s'amorce d'une part, vers l'amont, à partir de l'embouchure de la rivière Saguenay, et, d'autre part, dans le tronçon Sorel-Montréal

où les champs de glace commencent à se détériorer vers la mi-mars. Pendant que ces deux zones augmentent leur superficie, la glace se disloque, puis s'écoule vers l'estuaire en empruntant le chenal de l'île d'Orléans. L'évacuation atteint son point culminant au cours de la dernière semaine de mars. A la mi-avril, ou peu de temps après, le Saint-Laurent se dégage entièrement de son vaste manteau et la navigation revient à la normale.

#### Note de la rédaction :

La traduction française de cette terminologie des « glaces flottantes » présente de nombreuses difficultés et nous ne prétendons pas vouloir imposer ou considérer comme définitives les expressions employées dans cet article.

Cependant, plusieurs termes français semblent être maintenant admis par la majorité des géographes francophones. Pour ces traductions, mentionnons l'aide apportée par les publications du géographe Louis-Edmond Hamelin de l'Université Laval, Québec, entre autres par son *Dictionnaire français-anglais des glaces flottantes* dont une pré-édition paraissait en 1959, à l'Institut de Géographie de la même université. Le professeur Hamelin prépare actuellement une édition complète de cet important dictionnaire.

## Nouvelles et commentaires

### Des « centres d'histoire naturelle »

Afin d'intéresser et d'instruire les visiteurs, on a décidé d'aménager des « centres d'histoire naturelle » dans les parcs nationaux. Le premier de ces centres sera construit cette année au parc national de Pointe-Pelée, en Ontario. Le ministre du Nord canadien et des Ressources nationales déclare que ces centres seront foncièrement différents des musées d'histoire naturelle. Dans ces centres, seuls seront exposés dans des salles les phénomènes ou les êtres qui se retrouvent à l'état naturel dans les parcs. Des cartes, des photos, des maquettes aideront les visiteurs à comprendre ce qu'ils verront à l'extérieur. Par exemple, certains étalages expliqueront pourquoi telles plantes et tels animaux se trouvent là et la façon dont ils cohabitent en harmonie naturelle.

Chaque centre d'histoire naturelle sera entretenu par un personnel composé de un ou plusieurs natura-

listes pendant toute l'année, auxquels se joindront des adjoints pendant la saison de l'été. Toute la population bénéficiera de ces moyens d'éducation et notamment les écoliers qui pourront y être amenés en groupes.

Le parc national de Pointe-Pelée, qui s'avance sur le lac Erié, se trouve sur la principale voie de migration de nombreuses espèces d'oiseaux en plus d'abriter plusieurs espèces d'autres animaux et de plantes sauvages.

### Une brochure, "Le gars des marais"

Avec ce numéro du JEUNE SCIENTIFIQUE, nous présentons à tous nos abonnés une brochure intitulée « *Le gars des marais* », en collaboration avec le Service canadien de la faune, Direction des parcs nationaux, ministère du Nord canadien et des Ressources nationales, Ottawa.

Cette brochure décrit le problème de la conservation des oiseaux aquatiques en expliquant l'importance des « terres marécageuses », l'habitat naturel recherché par cette faune. A ce propos, nos lecteurs ont déjà été informés par les deux articles du Dr David A. Munro, « Terres marécageuses des grandes plaines de l'Ouest, habitat par excellence des canards sauvages », parus dans les numéros d'octobre et novembre 1964.

« Qu'advient-il de nos oiseaux aquatiques si nous drainons tous nos marais ? », déclarait le ministre Arthur Laing devant les membres de la Fédération ontarienne des chasseurs et pêcheurs sportifs, lors de son 37<sup>e</sup> congrès annuel.

Bien que le drainage des terres marécageuses présente certains avantages, ce procédé détruit, par contre, l'habitat naturel de ces magnifiques oiseaux tant recherchés par les naturalistes et les chasseurs. En outre, il prive les terres de leurs réservoirs naturels d'eau, détruit l'équilibre du niveau des eaux superficielles et souterraines et entraîne des situations désastreuses en temps de sécheresse.

Conscient de ce problème, le ministère du Nord canadien et des Ressources nationales vient de publier une brochure, en bandes illustrées, intitulée « *Le gars des marais* », dont le but est de renseigner le public sur les répercussions de l'assèchement de ces terres marécageuses.

Etant donné que 70% des oiseaux aquatiques nord-américains les plus appréciés des chasseurs nichent dans les Prairies, le ministère a mis son pied dans cette région, au cours des deux dernières années, un programme expérimental de subventions aux agriculteurs qui conservent leurs terres marécageuses à l'état naturel. Il a fallu, par la même occasion, mettre au point des méthodes destinées à empêcher les oiseaux, dont on préservait ainsi l'habitat, de dévaster les récoltes. L'expérience a si bien réussi que le même ministère songe maintenant à étendre ce programme graduellement à tout le Canada d'ici 1967.

**Le Mineur canadien.** Cet homme est l'une des 125,000 personnes directement employées par l'industrie minière du Canada dans les travaux d'exploration, les opérations minières proprement dites, les ateliers de préparation des minerais, les fonderies et les raffineries de métaux.

Comme chaque ouvrier des mines fournit directement du travail à six autres personnes, l'industrie minière du Canada assure donc des emplois à environ 13% de tous les travailleurs du pays. De plus, les salaires payés aux ouvriers de l'industrie minière dépassent ceux payés dans toutes les autres industries du Canada.



Minéralogie pratique et ressources minérales

8e article

Chapitre V

par Jean-Paul DROLET

## Quelques notes sur l'industrie minière du Canada

La valeur de la production minière au Canada en 1964 est évaluée à près de \$3,500,000,000 (trois milliards et demi) dont 50% pour les substances métalliques (les principales étant le fer, le nickel, le cuivre, le zinc, l'or et l'uranium), 30% pour les combustibles (principalement le pétrole et le gaz naturel) et 20% pour les minéraux industriels (principalement l'amiante et le ciment).

L'Ontario vient en tête des provinces pour la valeur de sa production minière qui compte pour 28% de la production canadienne. Viennent ensuite l'Alberta (21.6%) suivie du Québec (19.4%), de la Saskatchewan (8.3%) de la Colombie-Britannique (7.8%) et de Terre-Neuve (5.6%). On peut noter que la valeur de la production minière des provinces d'Ontario, d'Al-

berta et de Québec compte plus des deux tiers de la valeur totale des minéraux produits au Canada.

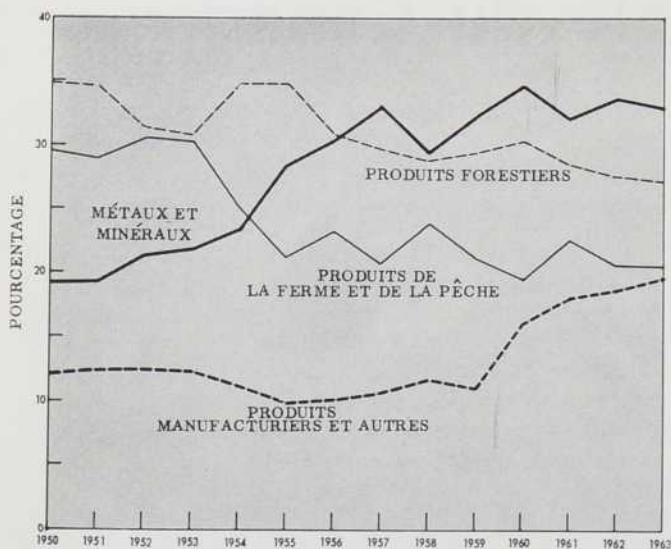
Parmi les pays du monde libre, le Canada occupe présentement le premier rang pour quatre substances minérales, savoir : l'amiante, le nickel, la syénite à néphéline et le platine, tandis qu'il est au deuxième rang pour huit autres. Se basant sur la tendance manifestée au cours des dernières années, la valeur de la production minière du Canada devrait atteindre quatre milliards de dollars avant 1970.

Il est à prévoir des gains dans la production du pétrole, du nickel, du cuivre, du zinc, du soufre, de la potasse, alors qu'on aura des baisses pour l'uranium et l'or. La production des substances minérales servant comme matériaux de construction devrait progresser au même taux que l'expansion industrielle du pays.

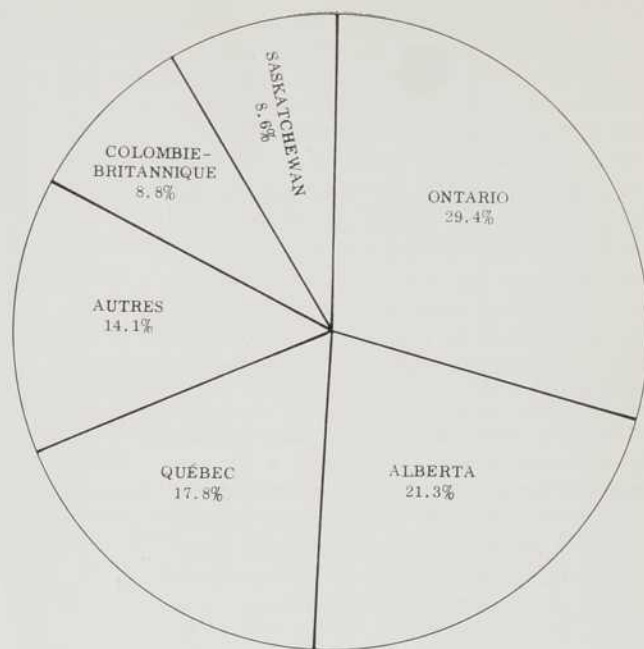
**Production minérale du Canada 1890-1964,  
en millions de dollars**

Année	Métaux	Minéraux industriels	Combustibles	Total
1890	3.6	6.4	6.8	16.8
1900	40.5	8.6	15.3	64.4
1910	49.4	24.7	32.7	106.8
1920	77.9	64.2	85.8	227.9
1930	142.6	69.1	68.2	279.9
1940	382.4	68.6	78.8	529.8
1950	617.2	227.0	201.2	1045.4
1960	1406.6	520.1	565.8	2492.5
1964	1746.0	687.3	1005.2	3438.1

En plus des perspectives de production accrue, il est probable que l'industrie minière continuera de compter pour plus du tiers des exportations canadiennes et pour environ la moitié de toutes les exportations de produits bruts et semi-ouvrés. Cette situation particulière rend le Canada très sensible à ses marchés extérieurs, car plus du quart du revenu national de notre pays provient des exportations. L'accès aux marchés étrangers, notamment ceux des Etats-Unis, revêt donc une importance vitale non seulement pour l'industrie minière, mais pour le bien-être de l'économie générale du pays.



Graphique illustrant les produits classés selon le pourcentage du total des exportations canadiennes.



Dessin montrant le pourcentage de la production minérale, par province, en 1963.

**Les dix principales substances minérales produites au Canada**

	Valeur en millions de \$	% de la production totale
Pétrole	674.5	19.6
Minerai de fer	402.9	11.7
Nickel	382.0	11.1
Cuivre	328.7	9.6
Zinc	193.3	5.6
Gaz naturel	183.5	5.3
Or	143.9	4.2
Amiante	148.4	4.3
Ciment	133.1	3.9
Uranium	125.9	3.7
Tous les autres	721.9	21.0
<b>Total</b>	<b>3,438.1</b>	<b>100.0</b>

**Quelques chiffres de la production 1964**

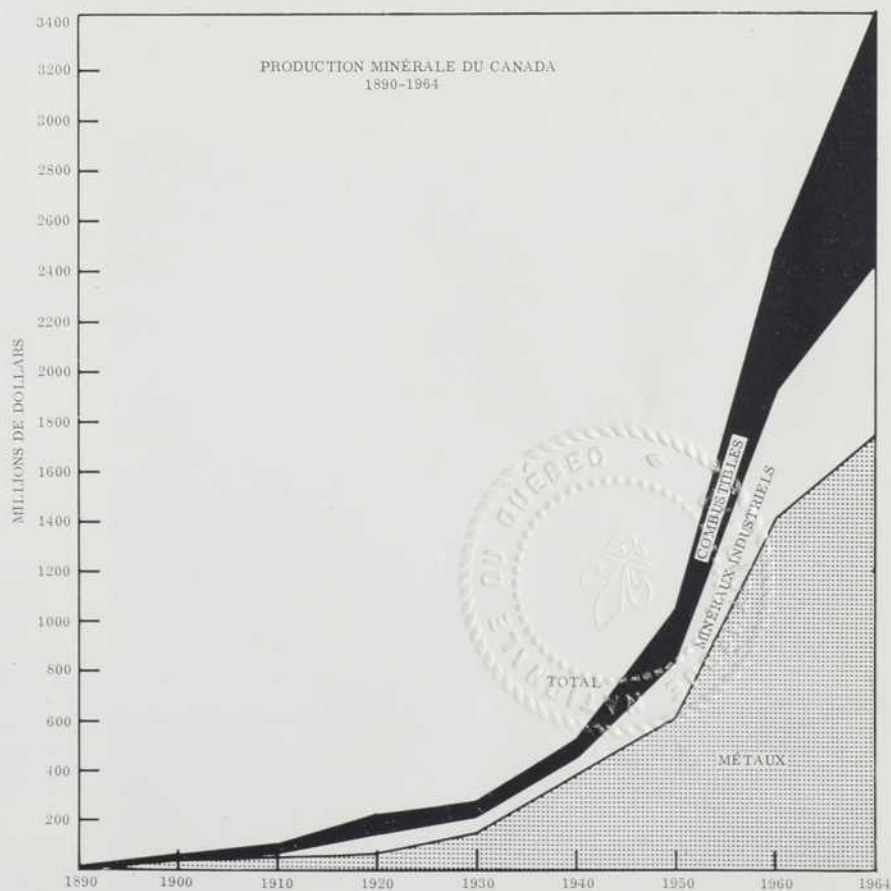
En 1964, la valeur de la production de minéraux au Canada a augmenté de \$387 millions et elle a atteint un sommet de \$3,438,000,000. Le sommet précédent était de \$3,051,000,000, en 1963. Chacun des trois secteurs de l'industrie ont enregistré des progrès, l'industrie des métaux bénéficiant de la grande augmentation en chiffres absolus et en pourcentage. La production des métaux a été estimée à \$1,746,000,000., soit 16.8% de plus qu'en 1963.

Cette photo montre les installations de la Noranda Mines Ltd., dans le canton de Rouyn, province de Québec. On y voit les chevalements ainsi que les cheminées de la fonderie où l'on coule le cuivre, où l'on récupère aussi l'or, l'argent, le sélénium et le tellure associés au cuivre. Le cuivre est ensuite affiné dans les usines de Canadian Copper Refiners Ltd., à Montréal Est.

Les mines métalliques du Canada fournissent la plus belle image des progrès réalisés par l'industrie minière. Les substances métalliques produites comptent présentement pour la moitié de la valeur de la production minière canadienne.



Les expéditions de minéraux industriels, y compris les non-métaux et les matériaux de construction, ont atteint \$687.3 millions en comparaison de \$632.6 millions l'année précédente. La valeur de la production des combustibles est passée de \$908.4 millions à \$1,005,200,000. La valeur de la production minière par tête d'habitant est passée de \$161.48 à \$178.72. Les principaux produits minéraux ont été, par ordre de valeur : le pétrole brut, \$674 millions; le minerai de fer, \$402 millions; le nickel, \$382 millions; le cuivre, \$329 millions; l'or, \$144 millions; l'amiante, \$148 millions, et l'uranium \$126 millions.





Le havre de Port Cartier, dans la province de Québec.

Un puits d'huile dans les plaines de l'Ouest canadien.



Le havre de Port Cartier, province de Québec, est un grand bassin taillé dans le roc solide, muni d'une étroite embouchure. Il est abrité par des murs ou brise-lames et comporte un agencement particulier de plages pour annuler le ressac. Ce bassin intérieur peut recevoir des minéraliers jaugeant jusqu'à 100,000 tonnes chacun. Il mesure 2,500 pieds de longueur et 450 pieds de largeur.

A quelque 150 milles au nord de Port Cartier, les installations de la société *Quebec Cartier Mining Company*, près du lac Jeannine, exploitent de riches gisements de fer. Une usine transforme le minerai brut en un concentré d'hématite spéculaire à haute teneur en fer. Une voie ferrée d'une longueur de près de 200 milles permet de transporter les concentrés vers le havre de Port Cartier.

Cette photo montre l'ampleur des travaux qui doivent parfois être entrepris pour assurer l'exploitation minière d'une région. Outre les travaux préliminaires de prospection ordinairement suivis de sondages en profondeur, il faut souvent construire des routes d'accès vers des régions éloignées; bâtir des chemins de fer afin de transporter l'équipement nécessaire et, plus tard, le minerai extrait; il faut aménager de nouvelles sources d'énergie électrique pour actionner les machines et les ateliers de préparation mécanique de minerais; organiser des villes et même, comme c'est ici le cas, construire des ports de mer. Bien que les exemples de tels développements soient nombreux au Canada, les travaux gigantesques entrepris au cours des années récentes en vue de l'extraction des minerais de fer dans le nord du Québec et au Labrador illustrent bien l'ampleur de certaines entreprises minières.

Depuis une dizaine d'années, la valeur de la production du pétrole au Canada dépasse celle de tous les autres minéraux extraits. Cette production est de l'ordre de 300 millions de barils pour une valeur qui approche les \$800 millions. Les provinces d'Alberta et de Saskatchewan sont les principaux producteurs.

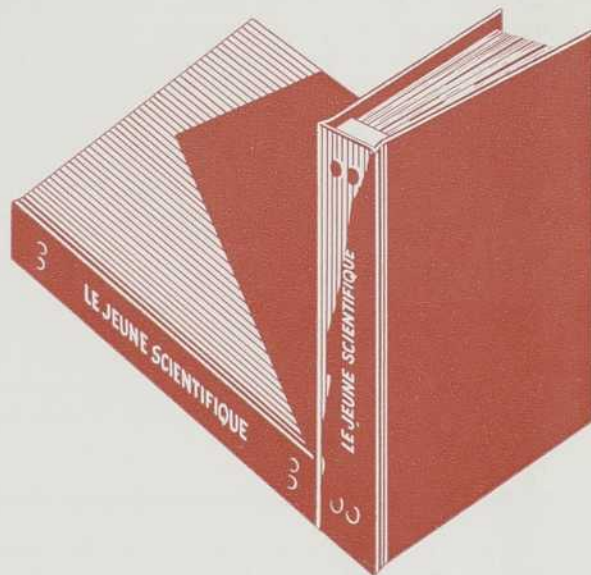
Cette photo montre un puits d'huile installé au centre des plaines de l'Ouest canadien.

Le sommaire du troisième volume de votre revue est inclus dans ce numéro, en supplément, sur un feuillet de quatre pages.

## Pour conserver votre volume

Le 3e volume du JEUNE SCIENTIFIQUE se termine avec ce numéro de mai. Conservez la collection des 8 numéros, ceux de cette année ou ceux des deux autres volumes, en vous procurant les reliures mobiles.

La « reliure-cartable » est préparée spécialement pour retenir ensemble, sous une même couverture solide, les 8 numéros de chaque volume. Chaque numéro ou brochure peut ensuite se détacher facilement pour la consultation. Cette reliure-cartable est en vente, au bureau de la revue, à \$2.00 l'unité.



## Les auteurs de ce numéro

### Rédacteurs :

#### Pages

- 169 La Décennie Hydrologique Internationale, par Raymond PERRIER, M.A., météorologiste, chef intérimaire, Service de Météorologie, ministère des Richesses naturelles, Québec.
- 172 Le ciel de mai et la position des planètes, par Paul-H. NADEAU, directeur de l'Observatoire de Québec.
- 173 Les coulées d'argile, par Alphée NADEAU, B.Sc., professeur au Collège Sainte-Anne, La Pocatière, P.Q.
- 177 Température et énergie par Yves ROUSSEAU, Ph.D., Department of Chemistry, Carnegie Institute of Technology, Pittsburg, Penn., E.-U.
- 179, 188 Nouvelles et commentaires, par la rédaction du *Jeune Scientifique*.
- 180 Caractéristiques des glaces flottantes du Saint-Laurent, par W. A. BLACK, géographe à la Direction de la géographie, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa; traduction française par le même ministère et adaptation par Pierre COUTURE, division de la rédaction et de l'information au même ministère.
- 189 Minéralogie pratique et ressources minérales, 8e et dernier article, par Jean-Paul DROLET, Ing. P., sous-ministre adjoint (mines), ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.

### Photographes, dessinateurs :

#### Pages

- 169 La Décennie Hydrologique: le port de Montréal, photo Raymond PERRIER, M.A., météorologiste, ministère des Richesses naturelles, Québec.
- 172 Le ciel de mai, dessin de M. ALAIN, gracieusement fourni par Paul-H. NADEAU, directeur de l'Observatoire de Québec.
- 175 L'éboulis de la rivière Chilcotin, C.-B., photos gracieusement fournies par le ministère des Pêcheries du Canada, Ottawa, extraites du bulletin *Trade News*, vol. 17, no 4, pp. 3-4.
- 178-179 Température et énergie, dessins de Rosaire GOULET, d'après les esquisses du Dr Yves ROUSSEAU, Ph.D.
- 180-187 Caractéristiques des glaces flottantes du Saint-Laurent, photos de l'A. R. C., Ottawa (Aviation royale canadienne) et dessins de la Direction de la géographie, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa, gracieusement obtenus par l'intermédiaire de W. A. BLACK, géographe.
- 189-192 Minéralogie pratique, photos et dessins gracieusement fournis par Jean-Paul DROLET, Ing.P., sous-ministre adjoint (mines), Ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa; pp. 189, 191, photos de l'Office national du Film, O.N.F., Ottawa; p. 192, photos de George HUNTER, Toronto.

---

*Le Jeune Scientifique* vous a livré son dernier numéro du troisième volume, celui de mai 1965. Ainsi se ferme son 3e album de 192 pages, abondamment illustré, contenant plus de 60 articles de sciences naturelles et exactes. Une équipe d'une quarantaine de scientifiques, professeurs et chercheurs, a généreusement participé à la rédaction comme à l'illustration de cet ouvrage.

---

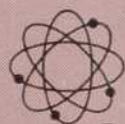
Nous exprimons nos sincères remerciements à tous nos dévoués et savants collaborateurs de cette 3e édition, de même qu'à tous nos fidèles abonnés. Nous espérons pouvoir vous servir de nouveau, pour une 4e année, avec le prochain numéro d'octobre 1965 qui vous sera livré vers le 25 septembre.

---

Dans ses trois premières années d'édition, *Le Jeune Scientifique* a publié 24 brochures de vulgarisation scientifique à l'intention des étudiants de langue française tirées chacune à une moyenne de 8,000 exemplaires, soit trois volumes complets de 8 numéros chacun.

---

Si notre revue vous a intéressé, présentez-la à vos amis, diffusez-la dans votre milieu. Demandez la *Liste de nos publications* et participez à la propagande d'une revue d'information scientifique que vous avez maintenant adoptée, *Le Jeune Scientifique*.



**le jeune  
scientifique**  
PUBLICATION DE L'ACFAS

Case postale 6060, Montréal 3, P.Q.

Minéralogie  
de J.  
Tammis re  
le 1  
La cigarette  
Chrs.  
Terres mar  
habitu  
article  
Dans l'Art  
ter 1  
L'Ombre ar  
Les parties  
point  
  
DU  
  
Le cerveau  
de re  
lier  
Terres mar  
article  
d'eau  
La cigarette  
gum  
est pe  
Le difficile  
Instrument  
des re  
ton L  
Les pays de  
R.D. M  
Minéralogie  
qui est  
par le  
Un laboratoire  
de est