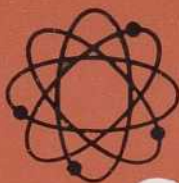


4

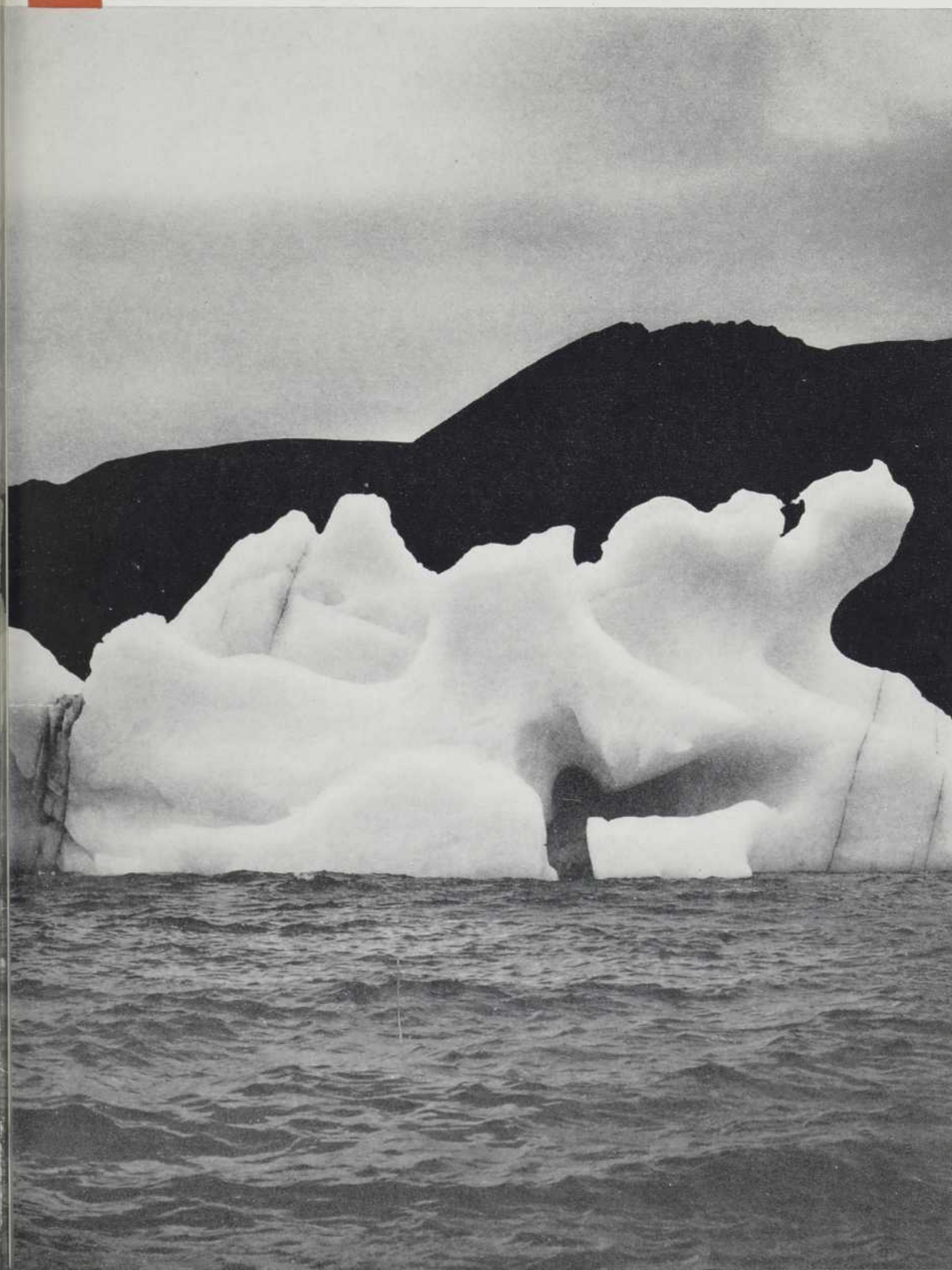
J-69



le jeune  
scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS

J-70



10 JAN 1966

VOLUME 4  
NUMÉRO 4  
JANVIER 1966



# 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

Yves Desmarais  
*président*

Réal Aubin  
Jean-M. Beauregard  
Léo Brassard  
Roger-H. Martel  
Guy Paquette  
Roland Prévost

## COMITÉ DE RÉDACTION

Réal Aubin  
Jean-R. Beaudry  
Jean-Pierre Bernier  
Raymond Cayouette  
Richard Cayouette  
Louis-Philippe Coiteux  
Pierre Couture  
Gérard Drainville  
Jean-Paul Drolet  
Jean-Guy Fréchette  
Olivier Garon  
Guy Gavrel  
Rosaire Goulet  
Olivier Héroux  
Serge Lapointe  
Michel-E. Maldague  
Alphée Nadeau  
Paul-H. Nadeau  
Raymond Perrier  
Jacques Vanier  
Léon Woué

## 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 — 342-1411.

## Notes

Tout écrit publié dans la revue n'engage que la responsabilité du signataire.  
Tous droits de reproduction et de traduction réservés par l'éditeur © ACFAS, 1966.  
Le Ministère des Postes à Ottawa a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de deuxième classe de la présente publication. Port payé à Montréal.

Imprimé aux ateliers de l'Imprimerie Nationale, Joliette.

Volume IV, no 4

janvier 1966

## S O M M A I R E

- 73 Les problèmes de l'eau potable
- 77 Le carbone éternel...
- 79 Actualité scientifique
- 80 Les "Quasars" et les satellites-observatoires (OAO)
- 84 Les divers types de nuages
- 90 Animaux géants des mers...
- 91 Actualité scientifique
- 94 La découverte de la bakélite, première étape vers la production des matières plastiques.

Photo-couverture : une masse de glace flottante ou « iceberg » dans les Territoires du Nord-Ouest, au Canada. La plupart de ces icebergs sont en réalité des blocs détachés des glaciers. Ils s'élèvent à plusieurs pieds hors de l'eau et certains à 200 et 300 pieds. Pour chaque dizaine de pieds émergés, il peut y avoir jusqu'à 7/8 de l'iceberg immergés.

Cette photo veut rappeler le « problème de l'eau potable » et faire allusion à la mer comme source possible de ravitaillement, grâce aux procédés modernes de « dessalement ». (Photo de l'Office national du Film, O.N.F., Ottawa).



# Les problèmes de l'EAU POTABLE

par Réal AUBIN

Les océans de notre planète renferment assez d'eau pour recouvrir toute la Terre d'une couche d'eau de 2 milles d'épaisseur, en supposant que la croûte terrestre soit bien unie. Seulement, ces 300 millions de milles cubes d'eau n'équivalent pas à une seule goutte d'eau potable !

Les océans sont, en effet, le réservoir de toutes les impuretés transportées par les eaux qui s'y déversent. On estime, par exemple, à 150 millions de tonnes, la quantité des sels en solution dans un mille cube d'eau de mer. Or, l'eau propre à la consommation domestique, industrielle et agricole, ne doit pas contenir plus de 0.05 grammes de sels par litre, soit 700 fois moins que la quantité habituelle dans les océans.

## Vers une disette d'eau potable?

L'eau fait à ce point partie de notre vie quotidienne que nous pensons bien rarement aux problèmes que suscite l'approvisionnement en eau potable dans notre société moderne. Au temps de nos grands-pères, personne ne s'inquiétait de l'approvisionnement en eau potable. Aujourd'hui, consommation d'eau et pollution s'accroissent plus rapidement que l'augmentation de la population. Selon le professeur G. B. Langford, directeur de l'Institut des Grands Lacs, nous utiliserons d'ici 25 ans trois fois plus d'eau qu'actuellement. Or, le même professeur déclare : « Nos réserves d'eau sont comme une banque. La nature dépose; nous faisons les retraits. Nous n'avons droit à aucun découvert et notre

solde s'épuise ». De son côté, le premier ministre du Canada déclare, le 15 octobre 1965 : « Les Etats-Unis découvrent que l'eau commence à être une de leurs ressources les plus rares. » Notre existence dépend donc du succès avec lequel nous tiendrons en règle notre « compte en banque » en eau potable.

## Consommation accrue

En Amérique du Nord, nous utilisons actuellement environ 70% de toute l'eau potable disponible pour nous. Il suffit de jeter un coup d'oeil sur l'augmentation de la consommation de l'eau potable pour comprendre qu'il y a là un problème réel. Le tableau suivant montre l'allure de cette augmentation aux Etats-Unis.

Augmentation de la consommation de l'eau potable aux Etats-Unis.

Année	Population	Consommation totale (millions de gallons/jour)	Consommation/personne (1) (gallons/jour)
1900	76,000,000	40,000	526
1940	131,700,000	135,000	1,025
1960	180,000,000	312,000	1,622
1975	235,000,000	453,000 env.	1,923 env.

(1) De cette quantité d'eau potable par personne, l'industrie absorbe environ 40%, l'agriculture 50% tandis que 10% vont aux services municipaux et domestiques.

En regard de cette consommation croissante, l'approvisionnement d'eau potable naturelle demeure limité, suivant les échanges entre la terre et l'atmosphère. Verra-t-on dans quelques années apparaître des sécheresses comme celle de Dallas (Texas) où les habitants durent payer jusqu'à \$0.50 le gallon d'eau potable — soit le double du prix local de l'essence?

Dans les conditions actuelles, une famille nord-américaine de 4 personnes consomme, en moyenne, 550 gallons d'eau potable chaque jour. Le problème numéro 1 de l'eau potable est en voie de devenir un problème d'approvisionnement dans plusieurs parties du monde et on comprend pour quelle raison un projet d'exportation de l'eau potable aux Etats-Unis a pu faire la manchette des journaux canadiens, il y a quelques mois.

### Pollution accrue

Il y aurait peut-être moins de motifs de s'inquiéter de l'eau potable si, au moins, nos sources d'eau douce n'étaient pas elles-mêmes contaminées. Il en va tout autrement.

La multiplication des villes et de leurs points de déversement introduit dans l'eau potable une quantité grandissante de poisons provenant des usines, des abattoirs et des eaux ménagères. On estime à plus de huit milliards et demi de gallons la quantité des eaux-vannes rejetées quotidiennement comme impuretés dans l'eau potable au Canada.

La pollution des eaux naturelles a deux sources principales : les eaux des égouts ménagers et les déchets industriels. En quoi consistent ces agents de pollution? Ils se composent des eaux de bain, de vaisselle ou de lavage, des restaurants, des buanderies, des hôtels et des hôpitaux, des déchets des organismes vivants ainsi que des autres eaux usées. Il y a en outre, les déchets industriels comme les acides, les autres produits chimiques, les graisses, les huiles, sans compter les déchets de nouveaux produits comme les détergents, les insecticides et les herbicides, de même que la radioactivité. On sait qu'en certaines régions, les riverains du Saint-Laurent et de l'Outaouais doivent garder leurs fenêtres fermées à cause de l'odeur nauséabonde que ces cours d'eaux exhalent. Le Québec et l'Ontario ont les problèmes de pollution les plus pressants à cause de l'industrie lourde. « Il n'est pas nécessaire de supprimer toute pollution, » affirme le Dr Berry, ingénieur sanitaire. « Ce qu'il nous faut savoir, c'est le degré acceptable de pollution ». Cela est certes vrai, mais nous avons largement dépassé le degré acceptable de pollution de l'eau potable : qu'on en juge par ce qui suit.

Quelque 10,000 canards sauvages, parmi les plus rares, ont été empoisonnés dans la rivière



Des échantillons d'eau naturelle sont ici retirés du lac Ontario selon le plan prévu par la *Canadian Industries Limited* pour prévenir la pollution de l'eau à l'usine de Millhaven.

Avec les Grands Lacs, le Canada possède le réservoir d'eau douce le plus considérable au monde. Mais la pollution envahit progressivement cette importante richesse naturelle. En 1960, l'*Institut des Grands Lacs* était fondé par l'Université de Toronto en vue d'étudier le problème de la pollution et d'autres problèmes concernant l'avenir des Grands Lacs.

Détroit par des eaux d'égout non traitées. « Aux Etats-Unis, la pollution de l'eau occasionne des pertes annuelles de plus de \$300 millions. Si nous calculions les pertes dans la province de Québec, pour la dévaluation immobilière seulement, elles se chiffrent à plusieurs millions de dollars », déclarait, en septembre 1962, le président de la Régie québécoise des eaux. Ne trouve-t-on pas, en certains endroits de l'Outaouais, plus de 24,000 bactéries par centimètre cube, alors que les autorités en hygiène établissent à 1,000 par centimètre cube la limite bactérienne maximum pour les eaux de baignade? On a trop longtemps laissé le public sous l'impression désuète que l'eau se purifie elle-même.

Le problème numéro 2 de l'eau potable semble donc résider dans l'empoisonnement de nos maigres réserves en eaux naturelles. Les traitements classiques ou primaires de certaines usines de filtration de l'eau potable suffisent-ils encore à résoudre ce problème?

## Première solution : la mer à boire

Nous avons tenté de montrer que l'approvisionnement en eau potable constitue l'un des problèmes auxquels il faudra de toute nécessité trouver une solution à court terme. N'a-t-on pas constaté qu'en certains endroits du globe on puise l'eau dans le sol mille fois plus vite qu'elle n'est remplacée par les pluies?

La solution à ce problème n'est pas d'importer de l'eau à grand prix, par navire-citerne. Il faut plutôt établir de grandes usines dessalantes capables de transformer l'eau de mer en eau potable.

A ce propos, il y aurait lieu de revenir sur l'expérience de la ville maritime de Koweït, sur le golfe Persique. On y a établi de vastes usines de dessalement de l'eau de mer. On y distille plus de dix millions de gallons d'eau fraîche par jour. Le pétrole et le gaz naturel très abondants au Koweït réduisent le coût d'exploitation de ces distilleries au point que l'eau de mer distillée est meilleur marché que l'eau fraîche importée.

Comment d'autres régions moins fortunées du globe pourraient-elles construire et faire fonctionner des usines de dessalement capables de fournir chaque jour des millions de gallons d'eau potable à un prix abordable? La réponse réside peut-être dans une nouvelle utilisation

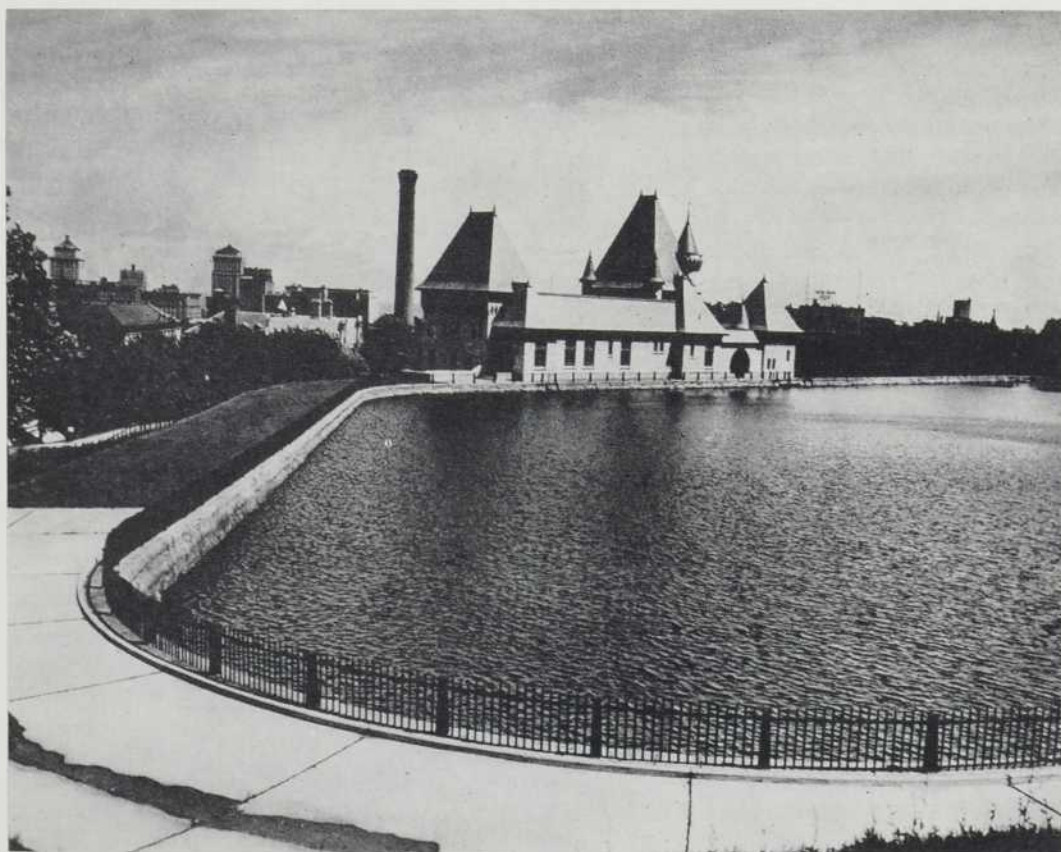
pacifique de l'atome dont l'énergie réussirait à faire mentir le vieux marinier du poète S. T. Coleridge s'écriant dans « *The Rime of the Ancient Mariner* » : « De l'eau, partout de l'eau, mais pas une goutte à boire ».

Il y a déjà, à travers le monde, une vingtaine de centres importants de conversion de l'eau salée en eau potable, mais le prix de cette eau potable artificielle dépasse encore \$1.75 pour 1,000 gallons. Il s'agit donc d'un problème qui n'a pas encore trouvé de solution satisfaisante. Il faut à ce propos de nouvelles idées et de nouveaux procédés. Seuls des savants engagés dans les recherches fondamentales et dotés de tous les crédits utiles pourront adapter l'énergie nucléaire à l'approvisionnement en eau potable de la prochaine génération.

## Autre solution : de nouveaux outils anti-pollution

Il ne servirait de rien d'accroître nos réserves d'eau potable si nous ne parvenons pas à mieux détecter et à combattre plus efficacement la pollution de l'eau.

Trop souvent, les méthodes de détection et de contrôle de la pollution de l'eau potable sont désuètes et inadaptées. Nous devons attendre de la science et de la technique des instruments à la mesure de la gravité du fléau actuel.



Une vue du bassin McTavish, l'un des réservoirs en eau potable de la ville de Montréal.

**Bactéries présentes dans les eaux de la région de Montréal  
(avant l'épuration ou le traitement)**

Municipalité	Date de l'échantillonnage	Colibacilles / centimètre cube
Boucherville	juin 1963	160,000
Chomedey	juin 1963	14,000
Longueuil	juin 1963	240,000
Montréal-Nord	5 juin 1963	160,000
Rivière-des-Prairies	5 juin 1963	240,000
Terrebonne	juin 1963	13,000
Ville LaSalle	mai 1963	240,000

N.B. Il est vrai que les chiffres enregistrés peuvent varier considérablement, même d'une heure à l'autre. On notera cependant que les autorités en hygiène ont fixé les limites bactériennes maxima: 1,000 bactéries par centimètre cube (aux Etats-Unis) et 2,500/cm<sup>3</sup>, au Canada.

L'analyse de l'eau potable doit être repensée et considérablement modernisée. Toute analyse de l'eau, à l'heure actuelle, doit tenir compte des déchets de tous les nouveaux produits qui résistent à l'analyse classique.

L'analyse bactériologique et chimique des eaux potables ne rallie pas l'unanimité des chercheurs, ingénieurs et médecins, lorsqu'il s'agit d'en établir les normes. L'analyse classique se fait idéalement à la suite d'une inspection des lieux pour déterminer les causes possibles de pollution. Les principales déterminations de l'analyse classique des eaux potables portent sur les points suivants: recensement des bactéries coliformes dues à la contamination par des matières organiques, turbidité et couleur de l'eau, dureté totale (plus élevée dans les eaux souterraines), présence d'azote et de fer et finalement acidité ou basicité (pH) de l'eau.

Ces critères suffisent-ils aujourd'hui? Les agents actuels de pollution des eaux potables comportent, entre autres, des détergents toxiques qui passent intacts à travers les installations de filtration; certains virus et d'autres agents pathogènes font de même. On peut souhaiter voir mettre au point des procédés d'analyse de l'eau encore mieux adaptés à la situation actuelle.

Une analyse convenable des eaux potables ne règle pas le problème de la pollution; elle ne fait qu'en souligner l'ampleur. Il faut mettre à contribution toutes les ressources des techniques d'épuration, si l'on veut maîtriser les agents de pollution et ne pas se contenter de les identifier.

Un traitement physique primaire des eaux-vannes retire par sédimentation environ 60% des solides en suspension dans l'eau. Cette méthode élimine environ 30% de toutes les impuretés présentes. C'est évidemment un strict minimum dont on ne saurait se contenter longtemps.

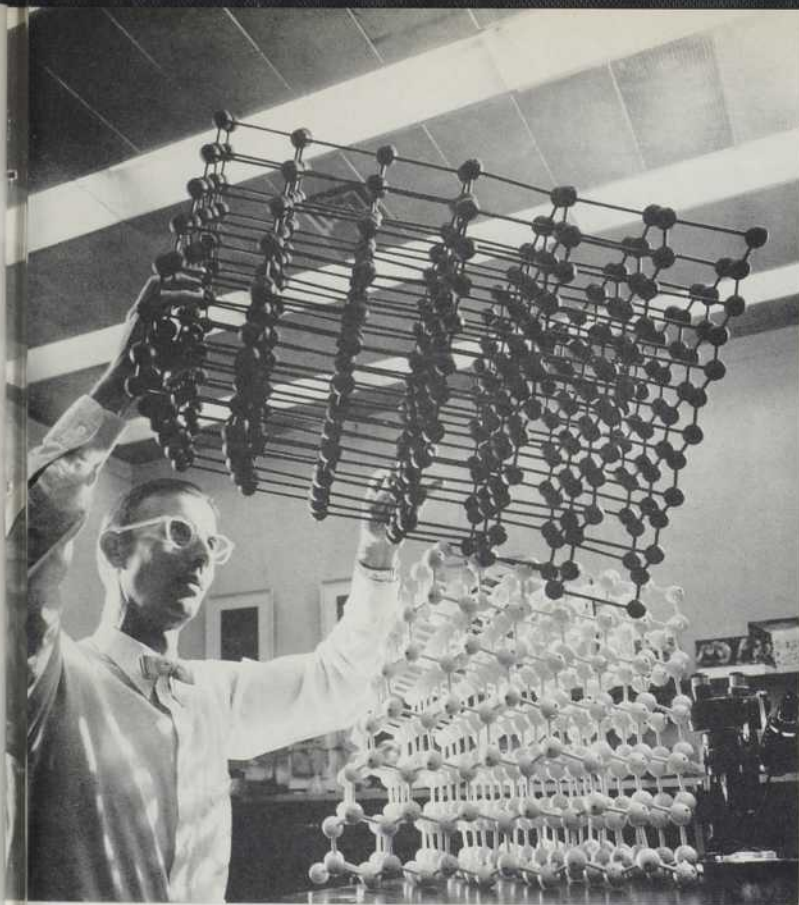
Un traitement secondaire des eaux polluées fait appel à une oxygénation forcée au cours du processus. On parvient, dans ce cas, à retenir au moins 90% des impuretés présentes dans l'eau potable.

Ce qui reste dans l'eau après un traitement secondaire pourrait disparaître graduellement au cours de traitements additionnels. Selon les données actuelles, l'eau domestique doit contenir au moins 95% d'oxygène en solution et moins de 3 parties par million de demande biochimique d'oxygène des polluants. Hélas! moins du quart des villes canadiennes disposent d'installations suffisantes de traitement des eaux usées.

Une action immédiate et énergique s'impose de la part des citoyens tout aussi bien que de la part des gouvernants. Ce n'est pas une simple question d'argent, car une bonne usine d'épuration ne coûte pas plus d'une dizaine de dollars par an à la famille moyenne. De nombreux indices permettent de croire que gouvernements et industriels ont décidé de s'occuper sérieusement à résoudre un problème du vingtième siècle: donner à chacun de l'eau bonne à boire.

### Bibliographie

- (1) GRENIER, Raymond. *Problèmes de pollution* dans *La Presse*, 13 au 17 août 1963.
- (2) ALDERMAN, Tom. *Et même pas une goutte d'eau potable* dans *La Revue Imperial Oil*, juin 1964, pp. 2-7.
- (3) *Analyse des eaux potables*, brochure publiée par le Ministère de la Santé, Division des Laboratoires.
- (4) *La pollution de l'eau*, bulletin de La Banque Royale du Canada, Vol. 42, n° 7, sept. 1961.
- (5) *The Facts about Salt Water Conversion*, brochure éditée par Research and Education Committee for a Free World, avril 1960.
- (6) *En quête d'eau* dans *Santé et Bien-être au Canada*, sept. 1965, p. 4.



# Le CARBONE éternel...

par T. ALDERMAN

Photographie: le graphite (modèle noir sur la photo) et le diamant (modèle blanc) constituent deux variétés allotropiques d'un même corps simple: le CARBONE. L'espace qui sépare deux sphères, dans ces modèles, est d'environ 300 millions de fois plus grand que l'espace réel entre les atomes de carbone dans le diamant ou dans le graphite. Dans un laboratoire de recherche de la « General Electric Company », le Dr Francis P. Bundy que l'on voit sur la photographie, a découvert un moyen de transformer directement le graphite en diamant, sans l'aide d'un catalyseur.

L'atome de carbone — l'un des millions que contiennent les cellules de votre corps, par exemple — est plus vieux que la terre. Vous ne vivriez pas aujourd'hui si cet atome et d'autres comme lui n'avaient pris naissance dans une étoile, il y a peut-être quatre milliards d'années. Sans cette substance, la vie animale et végétale disparaîtrait. Il en irait de même des aliments, vêtements et combustibles, tels le charbon, le gaz naturel et le pétrole. Le carbone est la squelette sur lequel se façonne toute forme de vie.

Votre atome a franchi des distances énormes et connu maints états avant de passer dans votre organisme. Longtemps après vous, il assurera des fonctions encore insoupçonnées et peut-être ne disparaîtra-t-il jamais.

Le carbone se présente à l'état pur dans le diamant, mais il se combine aussi à une foule d'autres éléments. Il existe plus de deux millions de composés de carbone (appelés *composés organiques*), soit une fois et demie autant que des composés de tous les autres éléments (*composés inorganiques*). Sous ces diverses formes, le carbone est une partie indispensable d'articles familiers, tels nylon et essence, parfums et plastiques, vernis à chaussure, DDT et TNT, et on découvre sans cesse de nouveaux composés. Pourtant, sous toutes ses formes, le carbone ne constitue que 0.03% en poids de la croûte terrestre, environ 0.03% en volume de l'atmosphère et seulement 0.50% en poids de l'organisme humain.

Longtemps avant sa venue sur terre, votre atome de carbone naquit, comme tout autre, dans une jeune étoile. Chaque atome contient trois espèces principales de particules élémentaires: *protons* à charge électrique positive; *neutrons*, à charge nulle; *électrons*, à charge négative. Les diverses espèces d'atomes ne diffèrent que par le nombre de ces particules élémentaires. Une jeune étoile est une masse d'atomes d'hydrogène incandescents comportant chacun un proton et un électron. Sous l'effet de la chaleur élevée, les particules se déplacent et se heurtent les unes les autres avec une telle violence que des protons se transforment en neutrons. Un proton et un neutron s'attachent à un autre proton et un autre neutron, ce qui forme, avec deux électrons, un atome d'hélium.

Après quelques centaines de millions d'années, l'étoile est transformée presque entièrement en hélium. Du choc des atomes d'hélium naît l'atome de carbone, qui comprend six protons, six neutrons et six électrons. Des atomes d'éléments plus lourds se forment en même temps. Peu après, chargée d'atomes lourds, l'étoile explose. Le carbone et les autres atomes s'éparpillent dans l'espace et tombent sur d'autres étoiles. De nouvelles étoiles naissent et meurent ainsi continuellement.

Il y a environ quatre milliards d'années, votre atome de carbone appartenait au soleil, alors une jeune étoile. Par la suite, un accident cosmique — les savants ne savent pas exactement

lequel — a détaché du soleil une énorme masse de matière, l'éloignant de sa chaleur intense. Cette masse de matière qui, une fois refroidie, a constitué la terre, contenait votre atome de carbone.

### Nombreux usages

Le carbone de la terre a pris depuis diverses formes naturelles et, plus récemment, l'homme l'a fait entrer dans un grand nombre de composés. Dans les entrailles de la terre, température et pression énormes changent le carbone en diamant, la forme la plus pure du carbone. Le diamant sert au creusage de tout genre, des dents jusqu'aux puits de pétrole. Il y a dix ans, les savants ont fabriqué du diamant en soumettant du graphite, forme de carbone presque pure, à une température et une pression considérables, en présence d'un catalyseur, produisant ainsi de petits diamants artificiels.

Toutefois, l'atome de carbone de votre corps n'a sans doute jamais appartenu à un diamant. Il peut s'être combiné à deux atomes d'oxygène pour former de l'anhydride carbonique, gaz essentiel à la vie des plantes vertes. Dans le phénomène de la *photosynthèse*, les plantes absorbent de l'eau et de l'anhydride carbonique et dégagent de l'oxygène et des hydrates de carbone. Humains et animaux ont un besoin vital d'oxygène. Peut-être une plante bordant quelque mer préhistorique absorba-t-elle votre atome de carbone, le transformant en sucre sous la lumière solaire. La plante morte gagna la mer et, avec d'autres matières en décomposition, fut comprimée au cours des millénaires pour devenir charbon, gaz naturel ou pétrole.

Le pétrole fut découvert et brûlé. Votre atome de carbone a tournoyé dans l'atmosphère en compagnie de millions d'autres. Un homme l'a aspiré. En tout temps, l'air des poumons contient 10,000,000,000,000,000,000 (10 sextillions) d'atomes, de sorte que tôt ou tard nous respirons du carbone absorbé auparavant par quelqu'un d'autre. Peut-être votre atome, inspiré par Moïse ou par Michel-Ange, devint-il partie de leurs os ou de leurs ongles. A leur mort, il est peut-être de nouveau entré dans une plante ingérée par une vache qui aura fourni un bifteck dont s'est nourri votre ancêtre. L'atome aura dès lors formé un élément du corps de ce dernier.

Il se peut que cet atome ait fait partie des chromosomes sexuels de cet ancêtre. Il serait passé de père en fils pour se glisser éventuellement dans l'ovule dont vous êtes issu. Il se peut que vous le transmettiez à vos enfants ou que vous le conserviez jusqu'à votre mort. L'atome, lui, ne périra pas. Il retournera dans le sol, où

il pourra à nouveau être absorbé par une plante, pour reprendre un nouveau cycle de vie végétale et animale. Il peut encore demeurer inerte dans le sol, fixé dans quelque minéral — le carbonate de calcium, par exemple — pendant des millions d'années, jusqu'au prochain cycle.

Le carbone apparaît sous sa forme naturelle dans le graphite aussi bien que dans le diamant. Ces deux corps, semblables fondamentalement, ne diffèrent que par l'agencement de leurs atomes en cristaux et par la présence dans le graphite de certaines impuretés. Le graphite, mélangé à l'argile et cuit, forme la « mine » des crayons. Toutefois, la disposition des cristaux en plaques minces et onctueuses rend ce corps précieux comme lubrifiant.

Bon conducteur, le graphite est également un élément important des moteurs électriques. Sans le graphite, rasoirs et brosses à dents électriques cesseraient de fonctionner; les voitures ne démarreraient plus; trains et tramways s'immobiliseraient, outils et cafetières tomberaient en panne. Sans lui, les génératrices ne produiraient pas de courant.

Sous une forme presque pure, le carbone existe dans le coke, le charbon de bois et le noir de fumée. Le coke, dérivé du charbon ou du pétrole, est un bon réducteur, utile dans l'affinage de l'étain, du fer et du zinc. On utilise le charbon de bois principalement comme adsorbant. Comme une éponge, il recueille les impuretés; il se prête au raffinage du sucre et à la climatisation. Le noir de fumée, la substance la plus intensément noire et la plus finement divisée qu'on connaisse, contribue à renforcer les caoutchoucs de synthèse, augmentant leur durée et leur résistance. Il sert également à la préparation des peintures, des encres d'imprimerie, des rubans de machine à écrire et des polis à métaux.

Ce sont toutefois les composés plus complexes du carbone qui lui valent la multiplicité de ses usages. Les composés du carbone existent dans la nature, comme dans le cas du pétrole, formé surtout de carbone et d'hydrogène. On peut également les fabriquer par synthèse, comme dans le cas des plastiques et des fibres synthétiques, dérivés du pétrole. Les composés de carbone sont essentiels aux tissus des plantes et des animaux et donc à tous les produits qu'on en tire: huiles, aliments, médicaments, papier, coton, laine.

### Source de vie et cause de mort

Le « carbone 14 » est une forme de carbone synthétique qui, à cause de la rapidité de sa désintégration, sert d'indicateur pour certaines

recherches. Ainsi les hommes de sciences sont en mesure de suivre l'action du carbone et la production d'aliments dans la plante par la photosynthèse. Le carbone 14 sert aussi dans les recherches sur le cancer. Parce que le taux de désintégration du carbone 14 est connu, les géologues savent établir l'âge des ruines anciennes et des vieilles assises géologiques selon l'état des dépôts de carbone 14 formés naturellement aux époques préhistoriques.

Et pourtant, le carbone, essence même et soutien de la vie, peut également donner la mort. L'oxyde de carbone, gaz inodore et incolore produit par la combustion incomplète du carbone, est sans doute la forme la plus meurtrière de cet élément.

Longtemps après notre mort, quand les produits en usage aujourd'hui auront été supplan-

tés par d'autres encore plus perfectionnés, l'atome de carbone survivra. Même si la terre était brûlée par le soleil, l'atome de carbone serait relancé dans l'espace puis recueilli par une autre étoile.

Si votre atome de carbone disparaît un jour, ce sera vraisemblablement au sein d'une étoile. Les savants ont en effet découvert que l'atome de carbone ne peut être désintégré que dans les violentes collisions atomiques qui se produisent dans les étoiles ou dans les accélérateurs atomiques. Alors ses protons, ses neutrons et ses électrons entreront dans la composition de quelque autre élément. Alors seulement la carrière de cet atome de carbone, qui faisait partie de vous-même, prendrait fin. Comme vous, il succomberait comme individu. Comme vous également, il pourrait toutefois revivre dans un corps inconnu, à l'identité nouvelle.

## Symposium international sur le dessalement de l'eau

Dans un monde où les nouvelles sources d'eau douce se font de plus en plus rares, au point de causer de vives inquiétudes, des spécialistes sont à examiner les aspects économiques du dessalement de l'eau de mer. Le Canada est l'un des pays pour qui ces études sont d'une importance vitale.

Des délégués de 58 pays, parmi lesquels on compte des savants de renommée mondiale ainsi que des représentants de gouvernements et de grandes sociétés industrielles se réunissaient à Washington, D.C., du 3 au 9 octobre 1965, lors du Premier symposium international consacré au dessalement de l'eau. A cette occasion se tenait également la première exposition internationale consacrée à ce thème.

Des représentants de 17 nations dont le Canada, présentaient des communications scientifiques traitant de recherche fondamentale, de mise au point technique du procédé, d'étude de l'application, du fonctionnement d'une usine de dessalement, des aspects économiques d'une telle entreprise, des sources d'énergie, ainsi que de la rentabilité et de la conception optimale des systèmes en cause.

L'eau, l'un des composés les plus familiers et les plus abondants sur la terre, devient rapidement dans de vastes régions du globe, un facteur limitatif de tout nouveau progrès économique, tandis que dans plusieurs pays arides en voie de développement, l'essor économique dé-

pend absolument de la découverte de nouvelles sources d'eau douce. De l'avis des spécialistes, l'eau dessalée sera, d'ici dix ans, le seul moyen de ravitailler en eau plusieurs régions.

Des mesures comme l'augmentation de la capacité des installations de retenue, l'atténuation de l'évaporation, ainsi qu'un plus grand usage des eaux usées peuvent certes aider à réduire de façon sensible la disette d'eau, mais elles ne peuvent suffire en elles-mêmes à satisfaire à la demande croissante d'eau imposée par l'accroissement de la population, ainsi que par les besoins croissants de l'industrie, de l'agriculture et des municipalités. L'obtention d'eau douce peu coûteuse à partir de l'eau de mer semble donc être la solution la plus prometteuse.

## L'étude de la pollution des mers

La Commission océanographique intergouvernementale (UNESCO), qui tenait à Paris, au début de novembre 1965, sa 4<sup>e</sup> session, recommandait instamment à ses 54 pays membres « d'intensifier leurs recherches sur tous les aspects de la pollution des mers. » Elle notait, dans une résolution : « La pollution des mers provoque une grave et croissante inquiétude, il faut de toute urgence connaître les processus dont elle dépend en vue de parvenir à les maîtriser. »

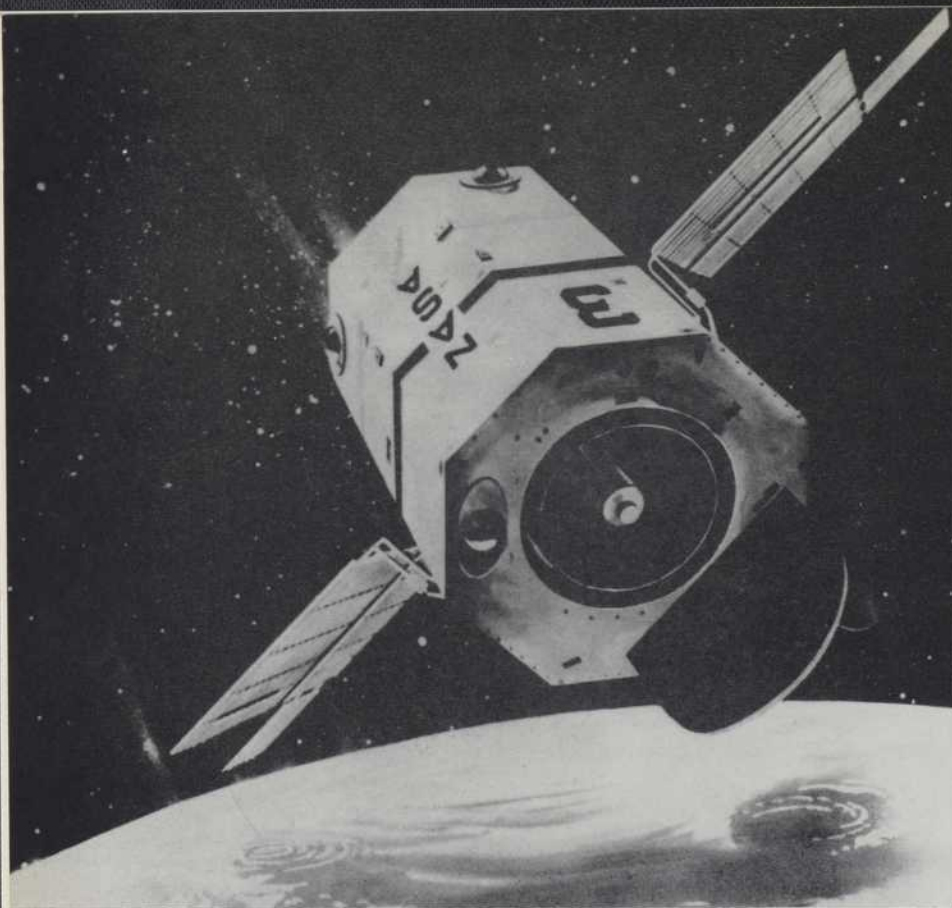
La Commission a créé un groupe de travail chargé de lui présenter, à sa prochaine session, un rapport sur la façon dont elle peut « favori-

ser les études nationales et internationales sur les processus océanographiques qui affectent la pollution. Ce groupe coopérera étroitement avec les autres organismes internationaux qui s'intéressent à la question.

« Naguère encore, la mer était considérée comme le dépotier naturel de l'humanité, déclarait dans une interview le professeur Pieter Koringa, président du groupe de travail; aujourd'hui on commence à se rendre compte que les ressources de la mer risquent d'être en grande partie détruites ou rendues inutilisables par l'action de l'homme, comme l'ont été celles du sol. C'est à cette préoccupation que répond la résolution adoptée. »

Les déchets domestiques, a poursuivi le professeur Koringa, sont rapidement absorbés par les micro-organismes, mais le mazout, les substances radioactives, les métaux lourds, les carbonates utilisés comme insecticides ne sont pas assimilables. On a trouvé du DDT dans le corps de thons capturés à plus de 600 kilomètres au large, et d'autres insecticides chez des pingouins de l'Antarctique.

La tâche de l'océanographe est de rassembler des données qui puissent servir de base à la conclusion de nouveaux accords internationaux et à la révision de ceux qui existent, en vue de mieux protéger les mers contre la pollution. « Juridiquement, tout est à faire... Il n'est pas question d'interdire la décharge dans les mers, mais bien de déterminer comment on peut la pratiquer sans transformer en déserts d'immenses étendues marines. »



Voici un montage photographique montrant le type du satellite appelé *Observatoire astronomique orbital* (OAO). Ce satellite mesure 10 pieds de longueur, près de 10 pieds de diamètre et pèse environ 3,500 livres. Son équipement scientifique comprend surtout un télescope pointant vers l'avant.

## La conquête de l'espace

# Les "QUASARS" et les satellites-observatoires (OAO)

par Alphée NADEAU

Nous avons vu, dans notre dernier article, que la radio-astronomie est née en 1932, lorsque Karl G. Jansky réussit à capter des radio-émissions en provenance du centre de notre galaxie. Les scientifiques contemporains ont donc deux moyens d'observation à leur disposition. Les astronomes utilisent une « fenêtre opti-

que » tandis que les radio-astronomes scrutent le ciel à travers une « fenêtre radio ». On peut ainsi voir le ciel... ou l'entendre. En somme, ce sont des approches identiques, puisque les radiations lumineuses et les radiations hertziennes sont toutes de nature électromagnétique, ne différant que par leurs longueurs d'onde.

Cette merveilleuse invention qu'est le radiotélescope s'est développée prodigieusement depuis et elle permit, en 1954, de relier les émissions d'une radio-source à une galaxie bien spécifique. Depuis cette date, on tente par tous les moyens d'identifier les sources radio-électriques découvertes par les radio-astronomes.

Pendant longtemps, les progrès furent lents à cause de l'imprécision dans les positions des radio-sources. Avant 1960, la précision n'était guère que de 2 ou 3 minutes d'arc (ou d'angle). En 1963, les radio-astronomes de Cambridge, Angleterre, et de Nançay, France, augmentèrent cette précision jusqu'à une demi-minute d'arc. Mais c'est encore l'observatoire de l'Owens Valley du *California Institute of Technology* qui donne les mesures les plus précises : dans les cas les plus favorables, la précision atteint quelques secondes d'arc.

Ces positions sont ensuite communiquées à l'observatoire du Mont Palomar. Les astronomes pointent alors leur télescope de 200 pouces (miroir de 200 pouces de diamètre; le plus considérable au monde actuellement) vers la région de l'espace indiquée afin de la photographier et de l'étudier avec attention. Très fréquemment on parvient à identifier le corps émetteur sans ambiguïté.

### Les « Quasars » ou « quasi-étoiles »

Grâce à cette étroite collaboration entre astronomes et radio-astronomes, on fit la découverte, en 1960, de quelques objets vraiment extraordinaires parmi les radio-sources. On les a nommés radio-sources quasi-stellaires ou « quasars » parce qu'ils correspondent à des objets optiques considérés jusqu'ici comme des étoiles. L'appellation elle-même montre bien l'embarras des astronomes dans l'identification de ces objets. (« Quasars » ou « quasar » serait une contraction anglosaxonne de l'expression *quasi-stellar object*, ou *quasi-star*, quasi-étoile). La radio-astronomie a recensé actuellement plus de 2,000 radio-sources dans l'univers dont environ une vingtaine de « quasars ».

Cependant, le spectre de ces objets, obtenu au Mont Palomar, montre des raies d'émission considérablement décalées vers le rouge. L'étude de ces raies oblige les astronomes à conclure que ces « quasars » sont plutôt des galaxies qui participent à la récession\* générale de l'univers. En effet, ce déplacement des raies du spectre vers le rouge fut relié à la récession des galaxies il y a déjà bien longtemps (« effet Doppler-Fizeau ») de même qu'à une échelle de distance (Hubble, 1929).

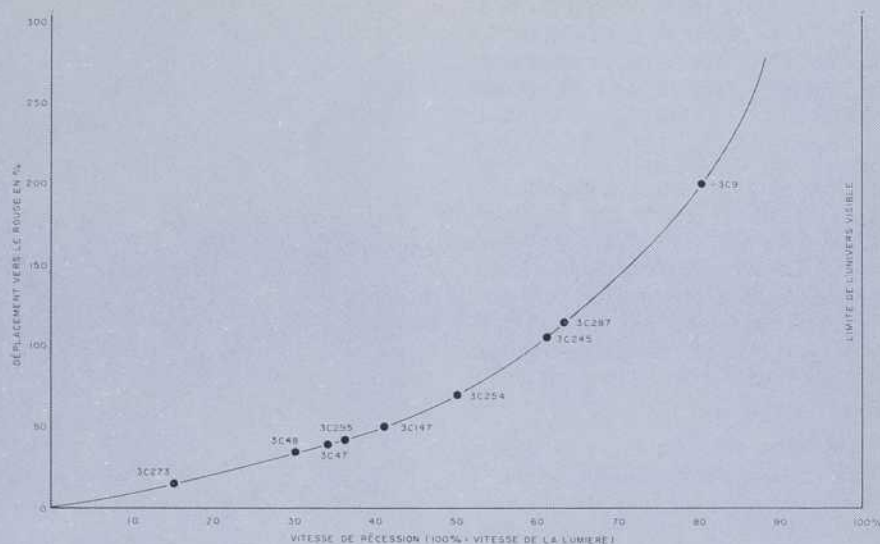
Quand le déplacement vers le rouge est petit, sa valeur exprimée en pourcentage est à peu près égale à la vitesse de récession exprimée elle-même en pourcentage de la vitesse de la lumière ( $c = 186,000$  milles à la seconde). Toutefois, cette relation n'est pas linéaire puisque la vitesse de récession ne doit jamais dépasser la vitesse de la lumière qui fut reconnue par Einstein comme la vitesse maximum que l'on puisse atteindre.

Par ailleurs, Hubble a démontré, en 1929, que la vitesse de récession des nébuleuses augmente uniformément avec la distance. Cette progression est de 100 km/sec par million de parsec (1 parsec égale  $1.92 \times 10^{13}$  milles). C'est-à-dire que chaque fois qu'un objet s'éloigne de la Terre de  $1.92 \times 10^{19}$  milles, sa vitesse de fuite augmente de 100 km/sec. Ceci va nous permettre de trouver les distances des différents « quasars » et de prédire la limite de l'univers visible.

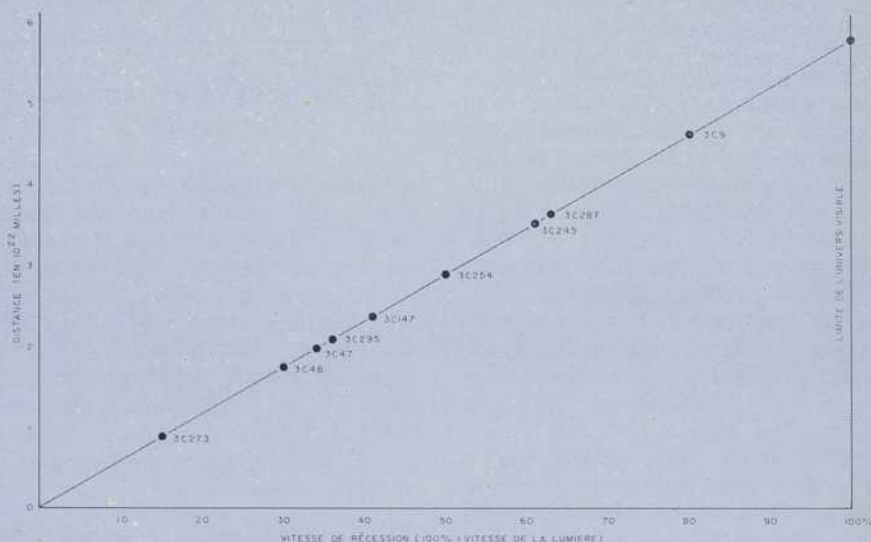
Nous avons atteint cette limite lorsque la vitesse de récession des galaxies atteindra 100% de la vitesse de la lumière. L'éloignement d'une telle galaxie serait alors de  $5.76 \times 10^{22}$  milles (3000 fois la constante de Hubble). On trouvera dans le Tableau I les distances ainsi obtenues à partir du graphique II de même que les vitesses trouvées à partir du graphique I.

Quoique chaque radio-source du Tableau I constitue une étape de plus vers la limite de l'univers visible, c'est évidemment l'objet 3 C 9

\* Récession : terme d'astronomie qui s'applique aux nébuleuses ou aux galaxies qui s'éloignent progressivement, donnant naissance à la théorie de l'expansion de l'univers.



Graphique I. Vitesse de récession de 9 « Quasars » en fonction du décalage des raies spectrales vers le rouge.



Graphique II. Graphique étalon de Hubble permettant de trouver la distance des « Quasars ».

TABLEAU I. Caractéristiques des « Quasars »

Objet	Déplacement vers le rouge (%)	Vitesse de récession (%)	Vitesse de récession (mi/sec)	Distance ( $\times 10^{22}$ milles)
3C273	16	15	28,000	0.89
3C48	37	30	56,000	1.75
3C47	40	34	63,000	1.96
3C295	46	36	67,000	2.09
3C147	50	41	76,000	2.38
3C254	70	50	93,000	2.90
3C245	105	61	113,000	3.51
3C287	115	63	117,000	3.64
3C9	200	80	149,000	4.61
Limite de l'univers visible		100%	186,000 mi/sec	5.76

Note : chaque « objet » est désigné par un symbole; par exemple, le dernier, 3C9, signifie que cette source est cataloguée sous le no 9, dans le 3e catalogue de Cambridge, lequel est d'usage universel.

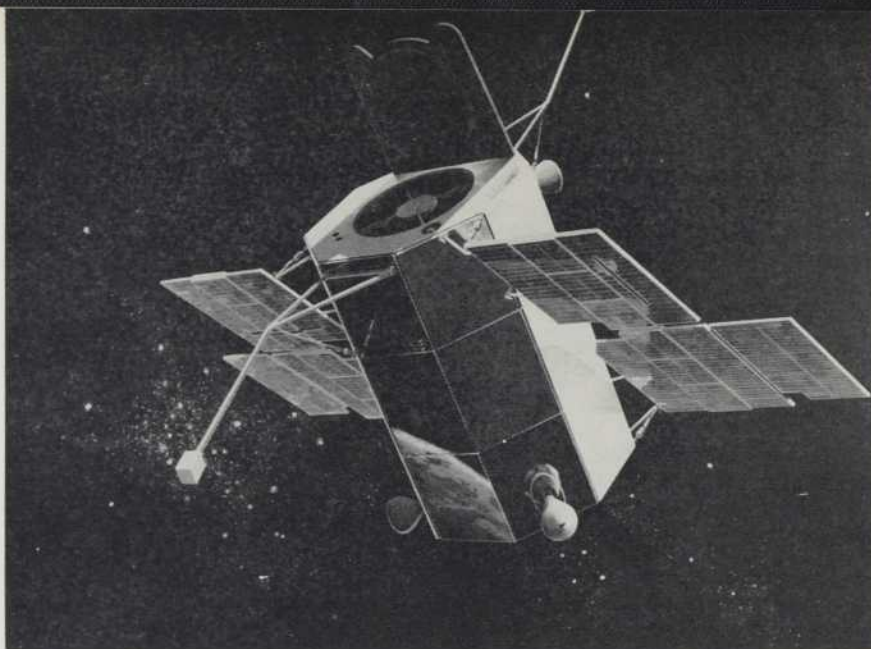
(le dernier du tableau), qui attire le plus notre attention. Ne s'éloigne-t-il pas en effet à 80% de la vitesse de la lumière, c'est-à-dire à la vitesse vertigineuse de 149,000 milles à la seconde !

Bien plus, Maarten Schmidt, du Mont Palomar, estime que la lumière qui nous arrive de 3C9 a quitté celui-ci quelques milliards d'années seulement après la création de l'univers, lequel serait vieux de 10 à 15 milliards d'années environ, alors que cet univers était 3 fois moins large qu'aujourd'hui.

Nul besoin de dire que la découverte de ces objets est d'un intérêt capital en astronomie et laisse entrevoir d'immenses progrès dans l'explication du processus évolutif de l'univers. Cependant, la recherche de nouveaux « quasars » est rendue très difficile par l'existence de l'atmosphère terrestre.

L'atmosphère n'est transparente au rayonnement électromagnétique que dans quelques « fenêtres », la plus large s'étendant de quelques millimètres à une trentaine de mètres de longueur d'onde, soit dans le domaine radioélectrique. Aux longueurs d'onde plus grandes, l'ionosphère réfléchit totalement le rayonnement extérieur tandis que les molécules de la basse atmosphère l'absorbent complètement en dessous de quelques millimètres. Puis la longueur d'onde de l'atmosphère redevient transparente dans une bande étroite vers une dizaine de microns de longueur d'onde. Enfin, nous avons le domaine du visible qui descend jusqu'à 3000 angströms de longueur d'onde environ, limite au delà de laquelle l'ozone atmosphérique absorbe complètement l'ultraviolet.

C'est dire que le champ des recherches est très limité si l'on demeure sur terre. Cependant un nouvel espoir vient de poindre à l'horizon : le satellite *observatoire astronomique orbital*. Un tel observatoire aurait l'avantage de surmonter les difficultés dues à l'atmosphère terrestre tout en conservant la même qualité d'observation que les observatoires conventionnels. Les savants américains se penchent donc avec la plus grande attention sur l'étude d'un tel satellite qui permettrait une observation sur toutes les longueurs d'onde.



Les prochains satellites dits *Observatoires astronomiques orbitaux* seront tous construits selon un même plan et seul leur équipement scientifique pourra différer de l'un à l'autre. Les piles solaires portées par les ailes, de chaque côté, peuvent produire une énergie électrique de 250 à 700 watts.

### L'Observatoire astronomique orbital (OAO)

Selon la conception actuelle, les prochains observatoires astronomiques orbitaux seront tous munis d'une structure identique. Ils formeront une étape de plus dans la catégorie des satellites « *tramways* ». En effet, ils auront une structure uniforme avec les mêmes organes télémétriques, une même disposition des piles solaires, même système de pointage, etc. Seul leur équipement scientifique sera différent.

Le satellite lui-même mesurera 10 pieds de longueur, près de 10 pieds de diamètre et pèsera environ 3,500 livres. Ils seront tous lancés par des fusées Atlas-Agéna — le premier lancement étant prévu pour la fin de l'année 1965. Leurs piles solaires produiront une énergie électrique de 700 watts ou 250 watts au minimum. Leur équipement scientifique consistera en un télescope pointant vers l'avant du satellite et éventuellement vers l'arrière.

Le succès de ces satellites dépendra entièrement de la précision de leur pointage. En effet, à quoi servirait-il d'envoyer de tels appareils astronomiques au-dessus de 99% de l'atmosphère terrestre si, finalement, nous ne pouvons pointer leur télescope avec autant de précision que sur terre ?

### Vaincre la résistance de l'air

Puisque la friction entre le satellite et les molécules de l'air peut influencer sa course, les spécialistes américains ont choisi de faire évoluer ces engins spatiaux, les premiers OAO, à une altitude de 500 milles environ. Cette altitude se situe en dessous de la magnétosphère, la région de la ceinture de radiation Van Allen, mais demeure dans l'exosphère où les molécules sont tellement séparées les unes des autres qu'elles ne devraient pas modifier sensiblement la course de ces satellites. Cependant, même à 500 milles d'altitude, la résistance de l'air peut devenir nuisible durant ou immédiatement après l'éruption des taches solaires. Echo I, par exemple, vit son orbite affectée par de telles éruptions.

### « Couple de force gravitationnel » et autres obstacles

Un autre facteur qui rendra difficile un pointage précis, c'est le « couple de force gravitationnel ». Ce phénomène agit sur un satellite chaque fois qu'une moitié de sa masse se trouve située à une plus grande distance de la Terre que son autre moitié. Ce couple de force provient du fait que la force gravita-

tionnelle attire inégalement les objets placés à inégales distances de la Terre. A moins qu'on ne rende le satellite massivement symétrique par rapport à l'axe passant par le centre de la Terre, ce couple de force aura pour résultat de lui procurer un mouvement de rotation autour de son centre de masse.

Les satellites OAO devront aussi surmonter l'effet d'un autre couple de force, celui-ci de nature électromagnétique. Ce phénomène se produit lorsque le champ magnétique terrestre réagit avec les spires du circuit électrique du satellite. Afin de neutraliser ce dernier couple de force, on équipe généralement les satellites de deux circuits électriques qui engendrent des couples de forces électromagnétiques s'annulant l'un l'autre.

Le bombardement du satellite par les météorites constitue l'unique obstacle imprévisible au bon pointage des OAO. La seule façon d'y remédier consiste à doter ces satellites d'un système ultra-rapide qui permettra de les réorienter presque instantanément à l'aide d'un couple de force compensatoire.

### Technique de pointage

Le pointage lui-même s'effectuera à l'aide de jets contrôlés de gaz de plusieurs buses réparties à différents endroits sur le satellite. Ce gaz est contenu dans un réservoir à haute pression et permet de donner au satellite un mouvement quelconque mais à faible vitesse.

Une fois parvenu sur son orbite, une cellule photoélectrique orientera l'arrière du satellite vers le Soleil avec une précision de  $\frac{1}{4}$  de degré environ. Des jets de gaz procureront ensuite un mouvement de rotation autour de son axe à la vitesse de  $\frac{1}{4}$  de degré à la seconde. Dès lors, six télescopes spéciaux fixés au satellite chercheront et finiront par viser respectivement les six étoiles brillantes vers lesquelles ils étaient orientés. Le satellite cessera alors de tourner sur lui-même, son orientation étant complètement déterminée.

Afin de pointer le télescope du satellite vers un astre précis, il suffira aux scientifiques de communiquer la position de cet astre aux télescopes

pointeurs. Ces télescopes feront tourner le satellite devant leur cadran respectif (eux-mêmes demeurant toujours pointés sur les mêmes six étoiles brillantes) jusqu'à ce que la position désirée ait été obtenue. Le satellite sera alors orienté avec une précision d'une minute d'arc. (En cas de défaillance de ce système, une caméra de télévision permettra de faire le pointage à quelques minutes d'arc par télécommande à partir du sol).

Enfin, un système optique plus sensible prendra la relève et alignera finalement l'axe du télescope sur l'étoile ou l'astre cherché avec une précision pouvant aller jusqu'à 0.1 seconde d'arc dans le cas des étoiles assez brillantes.

### Contrôle de la température

Un contrôle précis de la température interne du satellite s'impose dans le cas des observatoires orbitaux puisque une variation d'un degré peut être suffisante pour fausser la mise au point de l'image donnée par le système optique. Ces satellites sont construits de façon à maintenir la température interne à un degré près, même s'ils se trouvent en plein soleil ou dans l'ombre de la terre.

### Expériences des premiers OAO

Le premier « observatoire astronomique orbital » (OAO) sera lancé au cours de l'hiver 1965-66. Il portera trois télescopes à rayons X et à rayons gamma qui auront pour but de :

- 1) déterminer la direction d'arrivée des rayons gamma afin de découvrir ceux qui ont une origine extra-terrestre;
- 2) découvrir de nouvelles sources de rayons X de faible énergie et étudier celles découvertes récemment;
- 3) enfin, d'enregistrer les rayons gamma de faible énergie.

De plus, il portera un ensemble photomètre-télescope pour l'étude de la distribution en énergie des étoiles de même que l'intensité de leurs émissions.

Le deuxième OAO — qui suivra d'un ou deux ans, au plus — emportera pour sa part un télescope de 36 pouces de diamètre et un spectrophotomètre. Les scientifiques du *Goddard Space Flight Center* espèrent pouvoir étudier 14,000 étoiles au cours d'une seule année, avec ce satellite.

Grâce à d'autres satellites OAO — dans l'avenir — on espère pouvoir établir une carte du ciel tel qu'il apparaît dans l'ultraviolet de même qu'étudier les caractéristiques du gaz interstellaire.

Il est aussi permis de penser que l'on trouvera peut-être un jour, à l'aide de ces merveilleux instruments de recherche, de nouveaux « Quasars » qui s'éloigneront de plus en plus de la Terre, possédant des vitesses voisines de celle de la lumière (90 à 100%). Alors les radio-astronomes, les astronomes et les astrophysiciens arriveront peut-être à formuler une théorie sur l'origine de l'univers et sur ses dimensions, théorie qui soit fondée sur des faits et non pas seulement des hypothèses plus ou moins circonstanciées.

### Bibliographie

BERMAN, Arthur I. *Observatories in Space*; « *Scientific American* », vol. 209, no 2, août 1963, pp. 29-37.

GREENSTEIN, Jesse L. *Quasi-Stellar Radio Sources*; « *Scientific American* », vol. 209, no 6, déc. 1963, pp. 54-62.

LEDOUX, P. Les radiosources quasi-stellaires; (Conférence du 24 octobre 1964), « *Ciel et terre* », janv.-février 1965, p. 28.

LEQUEUX, James. Les satellites astronomiques permettront l'observation sur toutes les longueurs d'onde; « *Science progrès — La nature* », no 3353, sept. 1964, pp. 347-352.

*Science progrès — La nature*: Nouveau record de distance extragalactique, juil. 1964, p. 267; Les Quasars, encore des hypothèses, juil. 1965, p. 281.

*Scientific American*: *Farthest Object*, mai 1964, p. 59; *Quasar Hypotheses*, août 1964, p. 38; *The Great Quasar Hunt*, mars 1965, p. 54; *Closer to the Big Bang*, juil. 1965, p. 52.



L'origine de l'intérêt que l'homme porte aux systèmes nuageux se perd dans la nuit des temps. Marins, bergers et guides de caravanes furent probablement les premiers météorologues. Bien qu'ignorant tout des mécanismes de formation des nuages, ils avaient appris à prédire le temps en associant les diverses formes des nuages aux conditions météorologiques.

Observer les nuages est un passe-temps instructif et peu dispendieux. L'atmosphère constitue un merveilleux laboratoire où s'élaborent et se concrétisent chaque jour de nouvelles formations de nuages. Le jeune scientifique pourra identifier et noter les formes variées des nuages, étudier leur évolution, relier, si possible, les nuages observés à d'autres données météorologiques telles que la direction du vent et la tendance de la pression barométrique, puis tirer de ses observations des renseignements précieux sur le comportement du temps. Le premier outil dont il aura besoin pour réaliser ce programme ambitieux, c'est une classification des nuages.

### Classification des nuages

Les nuages se forment et se dissipent constamment. Il faut concevoir les nuages non pas comme des entités statiques mais comme des manifestations visibles de l'atmosphère en perpétuel devenir. Dans leur évolution constante, les nuages se présentent à l'observateur sous une infinité de formes, ce qui rend leur description à la fois attrayante et difficile. Toutefois, il est possible de définir un nombre limité de « formes caractéristiques » ou « étiquettes » sous lesquelles on pourra grouper grossièrement tous les nuages qui sont d'observation courante à travers le monde.

Voici, de façon très abrégée, la classification des nuages telle que proposée par la commission de météorologie synoptique de l'*Organisation Mondiale de la Météorologie* (O.M.M.). Dans cette classification, les nuages sont groupés sous dix étiquettes différentes ou GENRES qui s'excluent mutuellement. Un nuage donné ne peut appartenir qu'à un seul groupe. Ces dix types de nuages peuvent être groupés pour simplifier l'observation en quatre familles suivant leur hauteur : les nuages de l'étage supérieur, les nuages de l'étage moyen, ceux de l'étage inférieur et les nuages à développement vertical.

Voici une étude qui fait suite à l'article « La formation des nuages », par le même auteur, publié dans notre numéro de décembre dernier. Formation des nuages, types de nuages, formation de la pluie, etc., autant de sujets qui seront bientôt traités dans cette série qui se propose d'intéresser nos lecteurs sur des phénomènes communs de la physique de l'atmosphère et de la météorologie expérimentale.

# Les divers types de NUAGES

par Raymond PERRIER



## A) NUAGES DE L'ÉTAGE SUPÉRIEUR

Ce sont les nuages dont la base est située entre 20,000 et 40,000 pieds; ils sont très élevés. Ils sont caractérisés par leur grand développement horizontal, leur faible épaisseur et le fait qu'ils sont constitués de cristaux de glace.

Certains phénomènes optiques comme le halo et la couronne solaire nous donnent de précieux renseignements sur la constitution de ces nuages. Le halo solaire, série de bandes circulaires autour du soleil, est causé par la réfraction de la lumière à travers des cristaux de glace. Les bandes circulaires ont les couleurs de l'arc-en-ciel et la bande rouge est toujours située à l'intérieur du halo. Le halo le plus fréquent est celui de 22 degrés de rayon.

La couronne solaire est un phénomène semblable au halo. Les bandes circulaires sont cependant plus petites. Elles sont causées par la diffraction de la lumière autour des *gouttelettes d'eau*. Elle se distingue du halo en ce que les couleurs des bandes sont inversées, le rouge apparaissant à l'extérieur de la couronne.

### Cirrus (Ci)

Les cirrus sont blancs, formés de longs filaments ténus. Très haut dans le ciel, ils ont l'aspect de longs cheveux nacrés et sont souvent disposés en forme de crochets. On les observe également disposés en longues bandes parallèles qui paraissent converger vers l'horizon. Ils résultent souvent de la déformation des *cirrocumulus*, ou de l'évaporation des parties les plus minces de *cirrostratus* non-uniforme. Les vents élevés qui soufflent constamment en haute altitude jouent un rôle important dans l'élaboration des formes allongées et capricieuses des cirrus. Ils indiquent une dépression lointaine, parfois une tendance orageuse.

### Cirrostratus (Cs)

Le cirrostratus est un nuage mince lui aussi. Il apparaît cependant comme une sorte de voile blanchâtre, souvent transparent. Il est ordinairement lisse mais quelquefois d'aspect fibreux, il n'est jamais assez dense pour supprimer les ombres des objets sur le sol. Formé de prismes

de glace, il donne des halos autour du soleil ou de la lune. Ce type de nuage résulte de l'ascension lente et régulière de vastes couches d'air jusqu'à des altitudes de 25,000 à 30,000 pieds. C'est un nuage qu'on retrouve régulièrement à l'avant d'un front chaud. Lorsque le cirrostratus envahit progressivement le ciel, il annonce l'approche d'une dépression et l'on peut généralement s'attendre à du mauvais temps dans les prochaines vingt-quatre heures.

### Cirrocumulus (Cc)

Il s'agit d'une couche mince de petits flocons blancs, ondulés, comme les rides qu'on trouve parfois sur le sable des plages. Ces petits nuages blancs sont ordinairement constitués de cristaux de glace, mais ils donnent parfois lieu au phénomène de couronne solaire, indiquant la prédominance de gouttelettes d'eau. Ce type de nuage se forme parfois dans un ciel clair, mais il résulte ordinairement de la transformation de cirrostratus à l'avant d'un front chaud, transformation causée par de la turbulence à l'étage supérieur. Ils indiquent ordinairement l'approche du mauvais temps.

---

Photo: des cirrus et cirrostratus qui envahissent progressivement le firmament.





Nuage altocumulus dont une partie est semi-transparente.

## B) NUAGES DE L'ÉTAGE MOYEN

La base de ces nuages se situe entre 6,500 et 20,000 pieds. Plus épais et moins hauts que les nuages de l'étage supérieur, ils sont également caractérisés par leur développement horizontal important. On les considère comme des nuages liquides. Ils sont ordinairement formés de gouttelettes d'eau.

### Altostratus (As)

Il forme une couche sombre, grisâtre ou bleuâtre voilant le soleil ou la lune. Il est composé de gouttelettes surfondues et de cristaux de glace. Il contient également des gouttes de pluie et des flocons de neige. Il se forme de la même façon que le cirrostratus, soit par le soulèvement régulier de vastes couches d'air humide jusqu'à l'étage moyen. Il annonce le mauvais temps et donne d'ailleurs lieu à des précipitations de caractère continu, soit de pluie, de neige ou de granules de glace.

### Alto cumulus (Ac)

Ce sont des bancs de nuages blancs ou gris, formés de flocons beaucoup plus gros que dans le cas des cirrocumulus. La plupart du temps, ils sont composés d'éléments disposés en formations régulières, ondulées (ciel pommelé). Ces éléments prennent souvent la forme de rouleaux allongés et parallèles. Les altocumulus

sont formés de gouttelettes d'eau. Ils ne sont pas un indice sûr pour prévoir le temps, s'ils succèdent au cirrostratus ou proviennent de l'abaissement des cirrocumulus, le mauvais temps approche. Dans les autres cas, ils sont signes de beau temps.



## C) NUAGES DE L'ÉTAGE INFÉRIEUR

La base de ces nuages peut se situer n'importe où entre la surface du sol et 6,500 pieds. Ces nuages sont ordinairement liquides, opaques et couvrent de vastes étendues, très souvent le ciel entier.

### Stratus (St)

Couche de brouillard d'opacité uniforme, généralement basse mais ne touchant pas le sol. Elle peut être épaisse mais souvent elle est suffisamment mince pour laisser voir le contour du soleil à travers elle. A ce moment elle ne donne pas lieu au phénomène de halo. Le stratus résulte du refroidissement des basses couches de l'atmosphère. Il est très commun de voir le stratus se former à partir d'une couche de brouillard qui se soulève progressivement soit sous l'action du vent, soit à cause du réchauffe-

ment du sol. Ce type de nuage donne rarement de la précipitation et indique peu de changement dans les conditions météorologiques.

### Strato-cumulus (Sc)

C'est un nuage très commun au Canada. Grise ou blanchâtre ou les deux à la fois, cette couche de nuage est composée de galets sombres à bords flous mais disposés régulièrement. Ils se forment de multiples façons: ils proviennent parfois de la transformation de nimbostratus, du développement d'altocumulus ou encore de la montée graduelle d'une couche de stratus et de la transformation de cette couche par l'action turbulente des vents. Le plus fréquemment, ils se forment par suite de l'élargissement et de l'aplatissement des cumulus sous l'action de forts vents horizontaux. Les précipitations de pluie ou de neige qu'ils donnent sont toujours peu abondantes. Ils ne donnent aucune indication du temps futur.

### Nimbo-stratus (Ns)

Le nimbostratus est formé d'une couche gris sombre, sans forme précise et dont l'aspect flou provient du fait qu'il en tombe une pluie fine et continue. A la base de ce nuage, on rencontre fréquemment du stratus-fractus, bas et déchiqueté. Le nimbostratus est causé par l'ascension lente de couches importantes d'air chaud et humide, ascension qui se poursuit jusqu'à des hauteurs considérables. C'est le type de nuage associé à un front chaud.



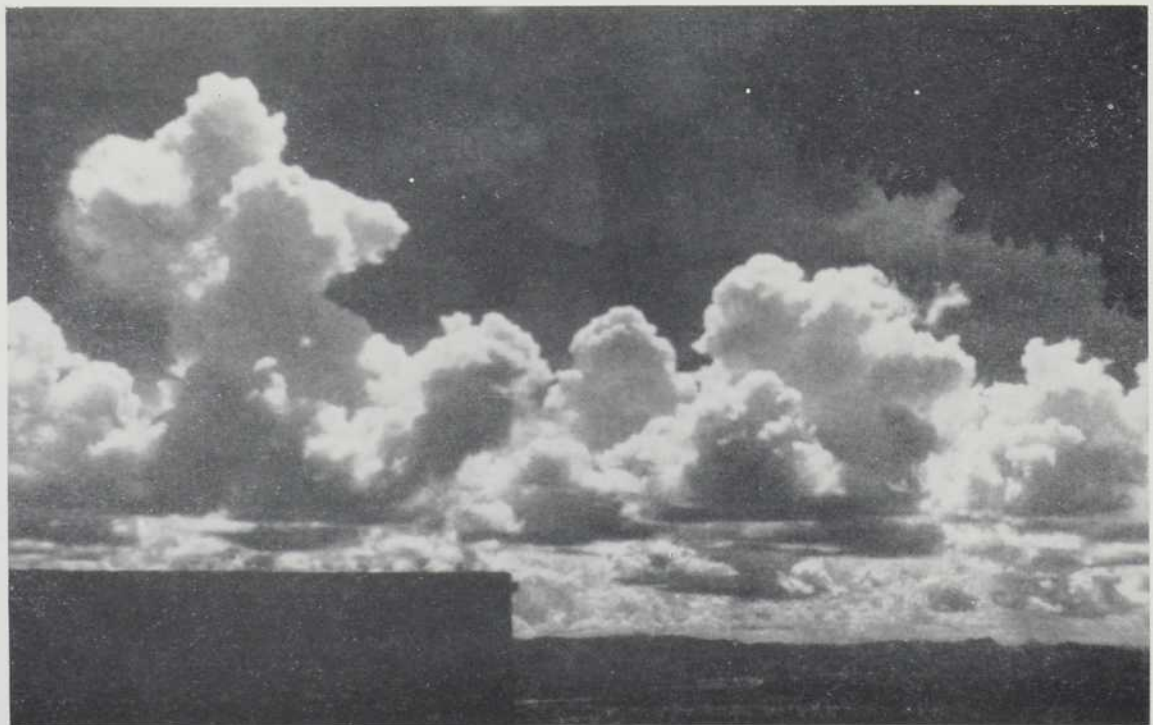
## LES NUAGES À DÉVELOPPEMENT VERTICAL

La base de ces nuages est au-dessus de 1,600 pieds. Ce sont les plus spectaculaires et les plus intéressants à observer. Dans cette famille, on retrouve deux types de nuages, le *cumulus* et le *cumulonimbus* qui ne se distinguent l'un de l'autre que par le degré de développement vertical atteint, le cumulonimbus étant un cumulus anormalement développé en altitude.

Ces nuages sont parfois entièrement liquides, mais à nos latitudes, ils sont généralement formés de gouttelettes liquides et de cristaux de glace. Ils sont causés par de fortes ascendances d'air humide. Ce sont les nuages de convection.

### Cumulus (Cu)

Les cumulus sont des nuages très denses aux contours bien délimités dont la base est généralement horizontale et le sommet en forme de balle de coton ou de chou-fleur. Le haut des nuages apparaît toujours d'un blanc éclatant tandis que la base est sombre. Si les sommets de ces nuages sont arrondis et que leur développement vertical est limité, on a affaire à des cumulus de beau temps. Si les bourgeonnements du sommet sont fortement développés, il est possible que le nuage dégénère en nuage d'orage.



Des cumulus bourgeonnants.

Les cumulus sont produits par de fortes ascensions causées par le réchauffement excessif du sol et de l'air en contact avec le sol. Ces fortes ascensions, de même que les cumulus qui ne sont que la manifestation visible de ces cheminées d'ascendance, diminuent rapidement au coucher du soleil.

### Cumulo-nimbus (Cb)

Les cumulonimbus sont des cumulus exceptionnellement développés en largeur et en hauteur.

La base en est horizontale et quoique souvent masquée par la précipitation qui en tombe, elle se situe autour de 2,000 pieds. Le sommet de ces nuages atteint facilement 30,000 pieds, parfois 45,000 pieds. Le cumulonimbus est un nuage très dense. Sombre vers le bas et brillamment éclairé au sommet, il a un aspect majestueux. Le cumulonimbus parvenu à maturité ne présente plus un sommet arrondi comme le cumulus bourgeonnant, mais s'étale en forme de capuchon ou d'enclume dont s'échappent des fibres de faux-cirrus. C'est le nuage d'orage par excellence. Des phénomènes violents et spectaculaires comme les décharges électriques, le tonnerre, la grêle, les bourrasques de vent et les tornades sont associés au cumulonimbus. A cause des grandes élévations atteintes par ces nuages, on peut les observer alors qu'ils sont situés à des distances de 50 et 75 milles. Les cumulonimbus sont le produit de l'évolution des cumulus bourgeonnants. La transformation se fait de

façon continue de sorte que l'observateur averti peut suivre au cours d'une journée les différents stades de développement.



Ce bref exposé n'a pas la prétention d'être complet. Nous reproduisons, dans les Tableaux I et II, la classification internationale des nuages en genres, espèces et variétés. Pour plus de détails, nous invitons les intéressés à consulter les références fournies en bibliographie.

### Photographie des nuages

Comment faire une bonne photographie de nuages? Ce n'est pas toujours facile, c'est souvent une question d'expérience. Les photos qui accompagnent cet article proviennent de l'*Atlas international des nuages* (O.M.M.) et fournissent de bons exemples des résultats qu'un observateur averti peut obtenir.

En général il faut que le nuage occupe la majeure partie de la photo. Pour donner une idée de la perspective et pour orienter le sujet, on peut inclure des objets : arbres, maisons, montagnes, mais ces objets doivent occuper les

Photo : cumulonimbus avec formation de faux cirrus dans la partie supérieure.



bords de la photo seulement. Il est certain que l'observateur possédant des éléments de météorologie pourra reconnaître ou sélectionner avec plus d'aisance des sujets intéressants. A cet égard, le jeune observateur profitera de lectures plus approfondies sur la question.

On obtiendra d'excellentes photos en noir et blanc en utilisant du film à grain fin, pan-

chromatique, et en faisant usage de filtres. Le filtre jaune est excellent à plusieurs points de vue. Il permet d'obtenir des contrastes adéquats sans diminuer l'intensité de la lumière reçue. Le filtre orange et le filtre rouge permettent aussi d'obtenir des contrastes plus marqués, mais ces deux filtres augmentent le temps d'exposition. L'usage de films en couleurs élimine pratiquement l'usage des filtres.

#### CLASSIFICATION DES NUAGES

GENRES	ESPÈCES	VARIÉTÉS
Cirrus	fibratus	intortus
	uncinus	radiatus
	spissatus	vertebratus
	castellanus	duplicatus
	floccus	
Cirrocumulus	stratiformis	undulatus
	lenticularis	lacunosus
	castellanus floccus	
Cirrostratus	fibratus nebulosus	duplicatus undulatus
Alto cumulus	stratiformis	translucidus
	lenticularis	perlucidus
	castellanus	opacus
	floccus	duplicatus undulatus radiatus lacunosus
		translucidus opacus duplicatus undulatus radiatus
Altostratus		translucidus opacus duplicatus undulatus radiatus
Nimbostratus		

#### CLASSIFICATION DES NUAGES

GENRES	ESPÈCES	VARIÉTÉS
Stratocumulus	stratiformis	translucidus
	lenticularis	perlucidus
	castellanus	opacus duplicatus undulatus radiatus lacunosus
Stratus	nebulosus fractus	opacus translucidus undulatus
Cumulus	humilis	radiatus
	mediocris	
	congestus	
	fractus	
Cumulonimbus	calvus	
	capillatus	



#### Conclusion

Une étude complète des nuages relève d'ouvrages élaborés qu'on devrait trouver dans toutes les bonnes bibliothèques. Nous avons inclus une bibliographie où le lecteur désireux d'approfondir le sujet trouvera des travaux de compétences mondiales.

Comment se forment les précipitations dans ces nuages que nous venons de décrire? Pourquoi certains ne donnent-ils pas de précipitation? Est-ce qu'il y a des conditions physiques sur lesquelles l'homme peut agir pour stimuler ou arrêter la formation de la pluie? — Nous espérons entrer bientôt dans ce domaine encore peu exploré de la météorologie expérimentale et, si possible, jeter un peu de lumière sur ces questions controversées.

#### Bibliographie

- O.M.M. *Atlas international des nuages, version abrégée*. Organisation mondiale de la météorologie; 150 pages, 72 photographies; 1956.

#### ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES DES NUAGES

Noms	Abréviations	Symboles
Cirrus	Ci	—
Cirrocumulus	Cc	~
Cirrostratus	Cs	—
Alto cumulus	Ac	⌒
Altostratus	As	⌒
Nimbostratus	Ns	⌒
Stratocumulus	Sc	⊖
Stratus	St	—
Cumulus	Cu	⊖
Cumulonimbus	Cb	⊖

LEHR, Paul E., R. W. BURNETT et H. S. ZIM. *Weather*. A Golden Nature Guide, Simon and Schuster, New York; 160 pages, 301 illustrations; 1957. (Version française de cet ouvrage dans la collection « Le petit guide Hachette », *Météorologie*; 300 illustrations en couleurs, Hachette, Paris, 1964).

LUDLAM, F. H. et R. S. SCORER. *Cloud Study*. (Sélection de photographies), Murray, Londres.

MASON, B. J. *The Physics of Clouds*. Oxford; The Clarendon Press; 482 pages; 1957.

VIANT, André. *La météorologie*. Collection *Que sais-je*, Presses Universitaires de France; 128 pages; 1962.

Feuillet « *Les nuages* », Service Météorologique du Canada (gratuit), 315, Bloor Street West, Toronto 5, Ontario. (No 64-0066).

## Animaux géants des mers...

Pour faire suite à l'article « Animaux géants des mers et des fleuves » paru dans notre dernier numéro (*Le Jeune Scientifique*, décembre 1965, pp. 49-56, par Etienne Magnin, biologiste), nous publions ici deux mentions qui intéresseront probablement nos lecteurs. Nous les empruntons à deux publications du ministère des Pêcheries du Canada, Ottawa.

### Une tortue marine de 1,200 livres

Une tortue marine géante était capturée dans la baie Conception, à Terre-Neuve, par l'équipage d'un bateau de pêche. Cette tortue — dont on ne mentionne pas l'espèce — pesait 1,200 livres et mesurait 7 pieds de la tête à la queue. Elle était brun foncé avec des teintes grisâtres sur le dos et un ventre marbré. (Extrait de *Trade News*, Department of Fisheries of Canada, Ottawa, vol. 17, no 5, nov. 1964, page 10, plus une photo — reproduite ici.)



### Un calmar de 21 pieds

Un calmar ou encornet était capturé récemment à White-Bay, Terre-Neuve. Ce mollusque géant pesait 231 livres et son tentacule le plus long mesurait 21 pieds, deux pouces.

« Vu la rareté d'encornets de dimensions aussi exceptionnelles, les employés du ministère fédéral des Pêcheries ont pris des dispositions pour le conserver jusqu'à ce qu'il puisse être livré au département de biologie de l'Université Memorial à Saint-Jean, T.N. » Il a été identifié comme étant *Architeuthis dux Steenstrup*. (Extrait de *La Pêche*, ministère des Pêcheries du Canada, décembre 1964, janv.-fév.-mars 1965, page 11, y compris une photo — que nous reproduisons ici.)

## La géochimie à l'avant-garde de la prospection

Il y a différentes façons de pénétrer les secrets de la terre. L'homme d'ailleurs, a toujours été fasciné par l'intérieur de la planète. Pour les anciens Grecs et Romains, l'intérieur de la terre logeait le ciel et les enfers. Les explorateurs de Jules Verne y trouvèrent une vaste mer et des monstres antédiluviens. Les géochimistes du ministère fédéral des Mines et des Relevés techniques laissent moins trotter l'imagination ! Ils s'adonnent à un travail d'exploration de base et, par leurs recherches, ils favorisent le développement minier du pays.

La géochimie et, à titre connexe, la biogéochimie, constituent de nouveaux procédés d'exploration qui suscitent beaucoup d'intérêt. Les géologues utilisent la présence de quantités infimes de minéraux dans les rivières, les sols et la végétation pour déceler d'importants gisements que les méthodes ordinaires ne sauraient permettre de découvrir.

La Commission géologique du Canada a fait, jusqu'à présent, de nombreux relevés géochimiques de reconnaissance, dans le district de Patricia (Nord-Ouest de l'Ontario), dans les provinces maritimes où elle a terminé l'étude de la partie continentale de la Nouvelle-Ecosse et elle travaille actuellement au Nouveau-Brunswick, plus particulièrement dans la région de Bathurst. Des travaux d'envergure sont également en cours dans les régions de Kapuskasing et de Moosonee en Ontario.

La géochimie est l'étude chimique de la terre. On y scrute sa lithosphère (les roches), son hydrosphère (les eaux), son atmosphère et sa biosphère.



Deux géologues mesurent l'acidité ou l'alcalinité de l'eau. Ils font partie d'une équipe de géochimistes en expédition.

## Actualité SCIENTIFIQUE

re (processus biologiques influant sur la géologie). Comme dans les autres sciences, les recherches géochimiques sont ou pures, ou appliquées. Malgré son jeune âge, la section de Géochimie de la Commission géologique du Canada jouit déjà d'une réputation internationale grâce à ses études et relevés de reconnaissance. Le seul autre pays au monde à attacher autant d'importance à ce genre de relevés est l'Union soviétique. Devenue d'usage fort courant pour le géologue et le prospecteur, la géochimie leur facilite la tâche, les aidant à comprendre les modes et les raisons de la formation des gîtes de minerais. Elle joue aussi un rôle important dans la détection des richesses minières. Tous ces travaux facilitent la préparation de cartes géologiques plus complètes d'une région.

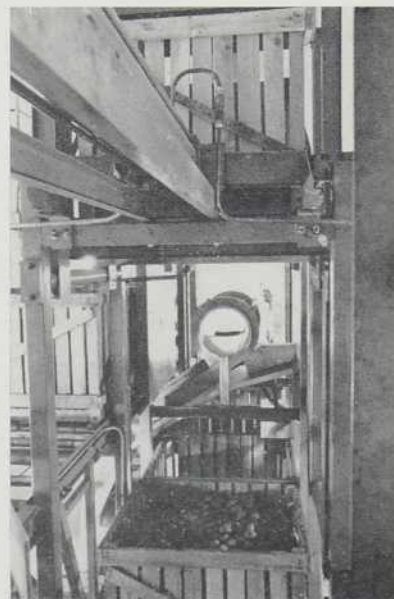
Bien que la section de Géochimie soit encore jeune de fondation, il n'en demeure pas moins que la géochimie a plus de cent ans au Canada. En effet, il y a un siècle, un géologue et chimiste de la Commission, Sterry Hunt (1826-1892), un pionnier en la discipline, travailla à résoudre des questions aussi variées que la genèse des minerais et l'origine du granite. Certaines de ses idées sont encore fort utiles aux chercheurs. Après lui, H.V. Ellsworth (1889-1952) fut l'un des pionniers en radioactivité, géochimie et minéralogie des éléments rares. Il a contribué efficacement aux recherches géochimiques.

### Pommes de terre traitées aux rayons gamma

Les usages pacifiques de l'énergie atomique n'ont pas fini d'étonner le monde. Cette énergie qui, à première apparition a fait frémir la terre entière, se transforme désormais en amie et même en bienfaitrice. Un des emplois les plus prometteurs réside dans la conservation des aliments. Récemment, à Saint-Hilaire,

dans le Québec, la première usine commerciale d'irradiation de produits alimentaires au monde a été inaugurée. L'usine de la compagnie *Newfield Products Ltd* a déjà commencé à produire des pommes de terre traitées aux rayons gamma. Grâce à ces rayons, les pommes de terre se conservent environ 300 jours de plus qu'à l'ordinaire et ne germeront plus dans les sacs.

Ces pommes de terre qui composent la récolte d'automne de cette année 1965 seront en grande partie entreposées jusqu'au début de 1966 et pourront être mises sur le marché au moment où il fallait importer ce légume des Etats-Unis. La construction de l'usine ainsi que les appareils atomiques achetés de l'Energie atomique du Canada ont coûté \$1.200.000. Le président de la *Newfield Products*, M. F. W. Ward, a déclaré à l'inauguration de l'usine : « Dans notre monde d'aujourd'hui, des millions de gens souffrent de la faim. Cela est dû en grande partie aux moyens insuffisants de conservation. La conservation des aliments par l'irradiation est sans doute l'un des moyens les plus efficaces de nourrir le monde ». Le Canada apporte de nouveau sa collaboration au bien-être mondial.



Les pommes de terre entrent à l'usine d'irradiation pour subir le traitement qui les protégera contre la germination.



Une grande activité règne à l'intérieur de l'usine de Saint-Hilaire, P.Q. Cette usine est située dans l'un des principaux centres producteurs de pommes de terre au Québec.

Dans notre pays, l'utilisation de la radiation pour éviter la germination est donc chose faite. Le pays prend figure de pionnier dans cette nouvelle application de l'énergie atomique avec cette première usine commerciale d'irradiation de produits alimentaires. L'usine, qui demeure sous contrôle canadien, comprend un émetteur de rayons gamma (bombe au cobalt-60) un laboratoire et un entrepôt pouvant contenir 15 millions de livres de pommes de terre.

### Intérêt croissant du Canada envers l'espace

Le nom du Canada est déjà bien reconnu dans le monde international de l'espace. Aussi l'intérêt du pays va-t-il croissant en tout ce qui touche l'amélioration des techniques qui permettent le rendement constamment accru des véhicules spatiaux. Mis à part les succès des « Alouette » I et II, un pas très important a récemment été franchi dans ce domaine lorsqu'en octobre 1965 la *Computing Devices of Canada Limited* inaugurerait sa nouvelle Division des sciences de l'espace à Sittsville, en Ontario, à quelques milles de la capitale canadienne.

Les laboratoires de la Compagnie sont installés en plein désert, dans la campagne de Sittsville, sur des terrains couvrant 400 acres. C'est l'unique entreprise du genre au Canada, dans le domaine privé, en ce qui touche l'aérophysique. En réunissant sous un même toit toutes ses activités scientifiques de l'espace, la CDC

est plus à même de rendre service à tous les organismes scientifiques qui veulent avoir recours à ses services compétents. Au nombre de ses clients fort connus, l'on trouve l'Université McGill, de Montréal, qui a des grands projets d'étude de la haute atmosphère à LaBarbade; les Laboratoires de recherches pour la Défense nationale, à Shirley Bay, en banlieue d'Ottawa; le Centre de recherches sur le vol de l'ARC, à Cold Lake, en Alberta, et le Centre de recherches de l'Armée canadienne à Valcartier, près de Québec. Mais la collaboration de cette compagnie s'étend également aux Etats Unis où l'industrie aéro spatiale est étroitement liée aux scientifiques canadiens pour des échanges d'expériences.

C'est à une autorité en aérophysique, M. G. P. T. Wilenius, que la *Computing Devices of Canada Limited* a confié la direction de ses laboratoires à Sittsville.



Deux scientifiques examinent la maquette d'un module télémétrique moulé dans le plastique et qui sera mis à l'épreuve sous de très hautes accélérations.

Dans ce sanctuaire de la science, situé en plein désert, des scientifiques se penchent sur les phénomènes auxquels sont exposés les véhicules spatiaux. De nombreux aspects de la recherche spatiale sont envisagés, tels l'aérophysique, la balistique et l'aérodynamique, mais l'étude principale porte sur la structure des véhicules spatiaux afin de les protéger contre la pénétration des micro-météorites. Des projectiles sont déposés dans des canons et lancés sur des parois de différents teneurs métalliques. Les résultats sont ensuite examinés: la force de l'impact, la réaction des projectiles, l'évaporation, la distribution des molécules au choc, l'influence de l'épaisseur de la cible, les phénomènes lumineux, l'influence de la pression à l'intérieur des champs de tir, etc. Tout ceci afin de pourvoir le monde scientifique de véhicules spatiaux à toute épreuve.

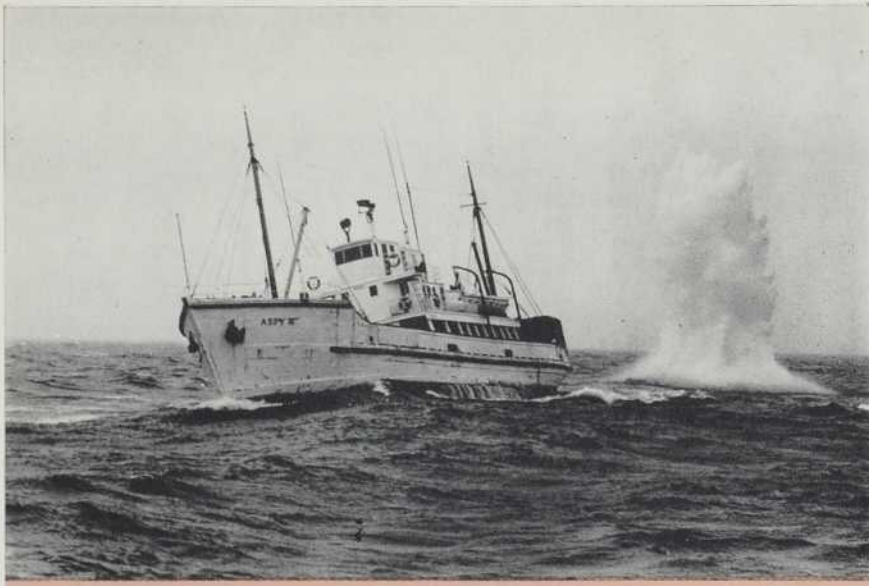
### Le Canada, un grand réservoir de pétrole

C'est au nord de l'Alberta que l'on trouve la plus riche réserve pétrolière au monde. Cette réserve est évaluée à 700 milliards de barils bruts. Les compagnies recherchent actuellement la meilleure façon d'en extraire le pétrole à l'échelle commerciale.

Les récentes découvertes pétrolières dans les régions du lac Rainbow-Zana, situé en Alberta, à quelque 100 milles au sud de la frontière des Territoires du Nord-Ouest, et à quelque 40 milles à l'est de la frontière de la Colombie-Britannique, ont donc sans aucun doute, ramené de façon sensible l'attention du public sur l'industrie pétrolière au Canada et de nouveau sur les sociétés indépendantes qui ont la bonne fortune d'être plus ou moins intéressées dans ces découvertes. Il va sans dire que des informations précises sur ces découvertes ne sont pas encore disponibles car les entreprises qui y sont intéressées ont tout avantage à garder le maximum de discrétion. A première vue, il semblerait cependant que ces découvertes pourraient amener la mise en valeur d'un champ majeur, peut-être même de l'importance de Swan-Hills (1 milliard de barils de réserve), si les forages subséquents de délimitation s'avèrent des succès. L'on parle même de zones payantes brutes de quelque 600 pieds d'épaisseur, soit approximativement des zones nettes de quelque 200 pieds, ce qui pourrait engendrer des réserves de 2 à 4 millions de barils par puits, suivant l'espace qu'ils couvrent, pourvu toutefois que les éléments de porosité et de perméabilité soient normaux.

La production de pétrole et de gaz naturel, au Canada, est donc en bonne voie. On s'attend à ce que le Canada marque une progression de 8% par rapport à 1964 et que le rythme de production progresse donc de 852,000 barils par jour à 920,000 (dont 800,000 barils de pétrole brut). Il est donc possible d'entrevoir que le chiffre magique d'un million de barils par jour soit atteint d'ici un an ou deux.

Le Canada occupe le deuxième rang au monde pour la consommation de pétrole par tête. Pétrole et gaz naturel combient 70% de ses besoins d'énergie et chaque citoyen canadien consomme annuellement l'équivalent de 630 gallons de pétrole. Plus de la moitié des foyers canadiens sont chauffés à l'huile, chaque ferme occupée possède son tracteur et l'on compte plus d'un véhicule à moteur par quatre Canadiens. Le pétrole est donc essentiel à la vie de chaque Canadien. Aussi une question se pose: en avons-nous assez?



Pour découvrir de nouvelles sources de pétrole, les géologues et les géophysiciens ont entrepris l'étude du fond des plateaux sur la côte de l'Atlantique et dans l'Arctique. On provoque les secousses sismiques en vue de connaître les couches rocheuses du fond de la mer.

Combien en reste-t-il dans le monde ? Il en reste en abondance, mais pas nécessairement aux endroits voulus. Ceci dit, on conclura facilement que le Canada est constamment aux aguets de nouvelles sources pétrolières. Et cette demande croissante de pétrole ne se limite pas au Canada. D'ici 10 ans, on s'attend que le monde libre consommera 70% de pétrole et 100% plus de gaz naturel.

En se basant sur le rythme actuel de la production, on estime que le Canada possède des réserves prouvées de pétrole pour 20 ans et de gaz pour 50 ans. Pourquoi alors poursuivre des recherches aussi activement ? C'est que même des sources d'approvisionnement prévues pour 20 ans ne constituent pas une marge sûre. D'abord, il est difficile d'évaluer exactement la quantité de pétrole et de gaz dont le pays aura besoin pour les deux prochaines décennies. Qui aurait pu prédire, il y a dix ans, qu'en 1965 la consommation d'énergie au Canada aurait augmenté de 45% ? Notre pays comme le monde entier ont besoin de pétrole et tous les scientifiques doivent tenter de le découvrir partout où il se cache, même jusqu'au fond des mers.

### Trente-six navires aux « sources » du Kouro-Shivo (ou Kuroshio)

Où le Kuroshio, le « Gulf Stream du Pacifique », prend-il naissance et qu'elle est sa profondeur ? la réponse à ces questions figure parmi les résultats préliminaires auxquels a abouti, dans une première phase, l'étude de ce courant marin, menée en coopération par plusieurs pays. Les résultats ont été communiqués à la Commission océanographique internationale, chargée, sous l'égide de l'Unesco, de la coordination des travaux, au cours de sa 4e session à Paris, en novembre 1965. En juin 1964, la Commission avait approuvé le projet d'étude du Kuroshio, dont on présumait que les variations pouvaient affecter les conditions climatiques et avoir des incidences sur les pêches dans l'Ouest-Pacifique.

La découverte de l'origine du courant a été annoncée au mois de septembre dernier par un groupe de recherche japonais à la suite d'une croisière de 75 jours à bord du *Takuyo*, un des 27 navires océanographiques nippons qui ont participé à

la première phase de l'étude. Le Kuroshio représente en fait une partie d'une grande ceinture d'eau mouvante dont le trajet suit d'abord l'équateur en direction de l'ouest (il est alors le « Courant nord équatorial »), s'infléchit en direction du nord à la hauteur des Philippines pour former le Kuroshio, traverse ensuite le Pacifique nord et se dirige vers le sud en longeant la côte américaine sous le nom de « Courant californien ».

L'équipe de recherche du *Takuyo* a établi que la moitié nord du courant nord équatorial, qui est large de 960 kilomètres, vire vers le nord pour devenir le Kuroshio entre 13° et 15° de latitude nord au moment où il atteint la côte orientale de l'île de Luzon dans les Philippines. Les mesures de la profondeur du Kuroshio ont été effectuées par l'*Atlantis II* de la *Woods Hole Oceanographic Institution* (E.-U.); elles ont indiqué qu'il se cantonnait dans les couches supérieures du Pacifique au-dessus d'une profondeur de 2.000 mètres. Les études ont été menées au moyen de « flotteurs de Swallow », conçus pour être mis en dérive à une profondeur donnée, d'où leurs *pings* (émissions ultra-sonores) sont suivis par un dispositif spécial à bord d'un navire expérimental.

Le Dr Kiyoo Wadati, chargé de coordonner sur le plan national l'étude du Kuroshio, a indiqué que 36 navires appartenant à six pays ont été à l'oeuvre pendant la première phase d'étude. Outre le Japon et les Etats-Unis, les pays qui ont armé ces navires sont l'Union soviétique, Hong-Kong, la République de Chine et la République de Corée. Le *Uliana Gromova*, unité soviétique, est au nombre des bâtiments qui ont poursuivi leur programme de recherche malgré un typhon qui, en septembre, a provoqué des vagues de 18 mètres.

Au cours de cette phase d'été les navires se sont répartis sur une zone de recherche couvrant 1.600 kilomètres au travers du Pacifique et allant du détroit de Luzon au sud, jusqu'à la partie nord du Japon. La même zone va maintenant être prospectée durant les mois d'hiver pour déterminer les variations saisonnières.

L'étude du Kuroshio aura demandé deux années de croisière d'été et d'hiver afin de dégager les données d'une recherche spécifique ultérieure. Elle est orientée tout particulièrement sur les problèmes de la pêche. A elle seule, l'Agence japonaise pour la Pêche ne fournit pas moins de 19 navires de recherche par mois. « Il s'agit de la campagne la plus intensive de croisières techniques pour la pêche jamais entreprise sur les mers », déclarait l'un des principaux responsables de cette étude. Un des objectifs à long terme de l'étude est l'explication des variations de concentration des poissons.

Il y a cent ans...

# La découverte de la "bakélite", première étape vers la production des matières plastiques

## Un aide-cordonnier devient étudiant

Léo Hendrik Baekeland naquit le 14 novembre 1863 à Gand, en Belgique, d'un père analphabète, qui destinait son fils à l'honnête métier de cordonnier et d'une mère qui, avant son mariage, avait été servante et avait reçu une certaine éducation. Elle estimait qu'une bonne instruction importait autant qu'un bon métier et agit en conséquence. Elle ne put cependant empêcher que son fils ne soit contraint d'interrompre ses études de juillet 1876 à octobre 1877 pour aider son père dans son atelier ainsi qu'à l'auberge qu'il exploitait en même temps.

Léo Baekeland devint élève à l'Athénée et suivit le soir les cours de chimie donnés à l'école industrielle de la ville de Gand. Il y obtint son diplôme avec distinction après deux ans, ainsi que les médailles d'honneur de chimie et de physique.

## Sa première fabrique

Jules Morel, professeur de chimie à l'Ecole Industrielle de Gand, vit dans son élève un garçon exceptionnellement doué et conseilla aux parents de donner à leur fils l'occasion de suivre un enseignement supérieur. Léo Baekeland put concourir pour obtenir une bourse d'études. L'ayant brillamment conquise, il devint, à 17 ans, étudiant en sciences physiques à l'Université de Gand. Il travailla au célèbre laboratoire de recherches créé par le Professeur Kékulé, où quelques-uns parmi les meilleurs venaient parfaire leurs connaissances de chimie. Le Professeur Théodore Swarts, successeur de Kékulé, témoigna à son élève beaucoup d'intérêt et dès la fin de la première année, le fit nommer préparateur de son cours.

A 21 ans, Léo Hendrik Baekeland fut promu docteur en sciences physiques « summa cum

laude ». Cette promotion lui valut immédiatement deux nominations : d'abord celle de professeur à la section de Sciences Naturelles de l'Ecole Normale Moyenne de Bruges, ensuite celle d'assistant du Professeur Swarts.

Baekeland pouvait dès lors remercier ses parents des sacrifices qu'ils avaient consentis pour lui permettre de faire des études supérieures. Toute la famille quitta Gand pour aller mener à la campagne une vie moins chère et plus saine. A Afsnee, village pittoresque au bord de la Lys, ils louèrent une ferme à côté de la magnifique petite église romane. Cette période heureuse ne dura cependant guère, car le 16 juillet 1888, Léo quitte ce poétique village pour Gand où, dans la propriété d'un ami, il installe une fabrique de plaques photographiques pouvant être développées dans l'eau d'après un procédé nouveau. Pour ce procédé il avait pris un brevet en Belgique sous le numéro 78957.

Au professeur et à l'assistant d'université qu'il était, la nouvelle firme « Baekeland et Cie, Produits chimiques » offrait un intéressant terrain de travail. Il songeait à quitter l'enseignement pour se consacrer entièrement à l'industrie. Cependant l'Université l'appréciait beaucoup... Lors de l'ouverture de l'année académique 1887-1888, le recteur lui avait rendu hommage au nom du corps professoral, et, dans son rapport au Ministre, l'administrateur-inspecteur du gouvernement avait noté «... un jeune homme de grande valeur. Il a en lui — ce qui est rare — l'étoffe des inventeurs ».

## Aux Etats-Unis

Bien que connaissant parfaitement les origines modestes de son assistant, le Professeur Swarts avait consenti au mariage de sa fille Céline avec le jeune chimiste. Un différent devait cependant surgir lorsque Baekeland fit part

de son intention d'abandonner la carrière de professeur pour se consacrer entièrement à l'extension de sa petite usine.

Le Professeur Swarts n'avait aucune confiance dans l'avenir de cette entreprise et estimait indigne de sa fille la vie qu'elle aurait menée aux côtés de l'exploitant d'une pareille fabrique.

Pour l'amour de Céline Swarts, Baekeland céda : sa demande de nomination en tant qu'agrégé spécial de la Faculté des Sciences fut introduite à Gand et, le 8 août 1889, le mariage fut célébré.

Lauréat du concours universitaire, une bourse d'étude venait de lui être accordée et deux jours après leur mariage, les jeunes époux s'embarquaient à Anvers pour New York.

Le Dr. C. Chandler, éditeur du bulletin photographique Anthony et professeur à la Columbia University, décida Léo Baekeland à rester au moins un an aux Etats-Unis. Il l'aida à trouver un emploi de chimiste auprès du groupe financier Anthony, alors la plus grande entreprise photographique du continent américain. Lorsque sa nomination d'agrégé spécial en sciences lui parvint aux Etats-Unis, Léo H. Baekeland dû envisager l'alternative suivante : rentrer contre son gré en Belgique comme jeune professeur ou suivre sa voie réelle et rester chimiste auprès de la grande firme Ansco.

### Première découverte importante

Il prit une décision le 5 novembre 1889 et offrit sa démission de professeur. Durant dix ans il se consacra entièrement à l'industrie photographique.

C'est au cours de ses expériences que son attention fut attirée par la faible sensibilité aux rayons jaunes des émulsions de chlorure d'argent. Cette constatation l'amena à faire une importante découverte : celle du papier photographique « Gaslight » ou papier « Velox ». Avec Leonard Jacobi, il fonda à Yonkers, près de New York, la « Nepera Chemical Company » qui fabriquerait le papier « Velox ».

Ce n'est qu'après quelques années d'un travail incessant que son papier photographique commença à se vendre. Ce papier devint si populaire qu'en 1898 Georges Eastman, un ancien concurrent et directeur de la « Eastman Kodak Company », proposa à Baekeland de lui racheter la Nepera Chemical Company. La reprise eut lieu fin juillet 1899. A 35 ans, et à peine naturalisé citoyen américain, Baekeland devint puissamment riche. Il n'avait cependant pas l'intention de s'endormir sur ses lauriers. Il écrivit à un ami Gantois : « Au sujet de cette affaire, je

dois te dire que je ne compte nullement devenir un rentier paresseux et désœuvré, quelqu'un qui ne produit rien et qui ne fait que consommer ». Il envisageait pourtant de prendre des vacances : « Et ce que j'appelle vacances, est tout aussi bien du travail. Car j'ai si profondément modifié mon projet, que je puis aller étudier dans des laboratoires allemands et suisses ».

### Un laboratoire flambant neuf

Au cours de l'hiver 1899-1900, Baekeland se rendit à l'Ecole Technique de Charlottenburg, près de Berlin, au laboratoire d'électrochimie du Professeur Georg Karl von Knorre. Il revit sa ville natale et visita le Nord de l'Italie et l'Exposition internationale de Paris où il étudia attentivement les dernières nouveautés techniques.

A son retour aux Etats-Unis, il acheta une magnifique propriété sur les rives de l'Hudson. Il y fit installer le laboratoire de ses rêves où il inventera plus tard la bakélite.

---

Le chimiste belge, Léo Hendrik Baekeland (1863-1944), inventeur de la bakélite. La « bakélite » est le nom commercial d'une matière plastique thermorésistante (résistant à la chaleur) fabriquée à partir du phénol et du formaldéhyde.



Ses premiers contacts avec les résines synthétiques datent de la période où il était l'assistant du Professeur Swarts. C'est en cherchant à fabriquer de nouveaux produits cristallins qu'il avait obtenu une substance résineuse que l'on considéra alors comme un déchet. Dans son nouveau laboratoire l'attention du chercheur fut attirée par ce déchet. En effet, n'oublions pas qu'au cours des premières décades de notre siècle, on recherchait des produits de substitution pour la soie, le caoutchouc, les laques et les résines.

La demande de gomme-laque, par exemple, produit employé comme isolant dans les moteurs électriques, augmenta fortement. Pour remplacer cette résine secrétée par certains coquilles et dont par conséquent l'offre était relativement réduite, Baekeland s'attela à des expériences à base de phénol et de formol.

### Découverte de la bakélite

En août 1908, Léo Baekeland écrivait à son ami : « De mon travail au laboratoire, je te parlerai ultérieurement. Qu'il me suffise de te dire que j'ai réussi à fabriquer un produit organique — la bakélite — qui a déjà trouvé de nombreuses applications et qui en trouvera encore bien d'autres ». Un examen systématique des rapports phénol/formol compte tenu de la température, de la pression et de l'intervention de catalyseurs, amena Baekeland à découvrir de nouvelles résines, totalement inconnues à l'état naturel : des super-résines, solides, infusibles, insolubles et mauvaises conductrices de l'électricité, semblait-il. Le brevet — historique — protégeant ces résines synthétiques, le brevet chaleur-pression, a été enregistré le 18 février 1907 et la première communication publique relative à la synthèse, à la composition et aux applications de la bakélite fut faite à New York, le 5 février 1909 devant l'assemblée plénière de l'*American Chemical Society*.

Afin de satisfaire la demande sans cesse croissante, le laboratoire privé, où la production avait débuté à l'aide d'un seul autoclave semi-industriel, à présent relique historique, fut abandonné. La *General Bakelite Company* fut fondée. Baekeland devint le président du conseil d'administration de l'usine sise à Perth Amboy, N.Y. Après la première guerre mondiale, cette usine connut rapidement une très grande prospérité. Des filiales furent créées au Canada, en Grande-Bretagne, en France, en Italie et au Japon.

En 1910 déjà, avait commencé en Allemagne la production industrielle de la bakélite.

La *Bakelite Corporation* fut fondée en 1933. Une usine toute neuve fut construite à Bound Brook (New York). Elle deviendra en 1939 la Division des Matières Plastiques (*Plastics Division*) de la *Union Carbide and Carbon Corporation*. Lorsque Léo Hendrik Baekeland mourut à Beacon, N.Y., le 14 février 1944, la production mondiale des résines à base de phénol était passée à 175,000 tonnes et l'ère des plastiques était née.

Baekeland fut le pionnier de la production industrielle des matières plastiques et l'inventeur de nouvelles méthodes pour le traitement de ces matières précédemment inconnues. Sans ses découvertes dans le domaine des super-résines, de nombreux autres produits synthétiques n'auraient pu apparaître sur le marché en nombre sans cesse croissant depuis la seconde guerre mondiale.

Aussi a-t-il été nommé membre d'honneur de nombreuses sociétés savantes et institutions scientifiques. Il fut promu docteur « honoris causa » non moins de sept fois : Pittsburg (1916), Columbia University (1929), Bruxelles (1934), Edimbourg deux fois (1936-1937), Londres (1939) et Gand (1939). De nombreuses médailles d'honneur lui furent remises solennellement. Citons : la W.H. Nichols-Medal (1909), la Willard Gibbs-Medal (1913), la Chandler-Medal (Columbia University, 1914), la William Perkin-Medal (*Society Chemical Industry*, 1916), la Messel-Medal (1938) et bien d'autres encore.

En 1917, il fut nommé, à titre honorifique, professeur de chimie industrielle de la Columbia University. Une lettre de lui, datée du 5 janvier 1938, montre qu'il était très ému par ces témoignages d'estime : « D'ici et d'autres pays me parviennent honneurs et distinctions à mesure que j'augmente en âge. L'an dernier les décorations ont plu sur moi. La plus importante était le titre honorifique de Docteur en Droit de la fameuse Université d'Edimbourg, en Ecosse; c'est le plus haut titre qu'elle décerne et il n'est jamais remis *in absentia*. (...) Lorsque je reçus la toge rouge et la toque carrée noire, j'ai vu la grande émotion de ma femme assise à quelques mètres de moi (...) Chaque fois qu'un nouvel honneur ou une nouvelle distinction m'étaient décernés, ma première pensée fut toujours celle-ci : que ma mère serait heureuse si elle vivait encore ».

## Tarif des abonnements

	Canada	Autres pays
Abonnement individuel :	\$3.00	\$3.50
Abonnement de groupe :	\$2.00	\$2.25

Un abonnement de groupe (ou groupe-étudiants), comprend 15 abonnements ou plus à une même adresse. Le responsable de ces abonnements bénéficie d'un escompte de 5% sur chaque abonnement.

Les chèques ou mandats doivent être faits en argent canadien, au nom du JEUNE SCIENTIFIQUE, case postale 6060, Montréal 3, Qué., Canada.

## Le Jeune Scientifique

Le Jeune Scientifique est une revue de vulgarisation des sciences destinée aux étudiants d'expression française. Elle a besoin de la collaboration de tous les éducateurs, de tous les enseignants pour atteindre la population étudiante des écoles secondaires et des collèges. Son avenir repose en grande partie sur cet accueil, sur cette participation du milieu étudiant.

Le Jeune Scientifique doit obtenir 10,000 abonnements pour maintenir son programme actuel, pour continuer à servir les étudiants intéressés aux sciences. L'an dernier, pour le 3e volume, le nombre d'abonnements atteignait 8,000. Il faudrait donc intensifier les efforts, présenter la revue dans toutes les écoles, assurer sa diffusion dans tous les collèges et dans un plus grand nombre de foyers.

## Les auteurs de ce numéro

### Rédacteurs :

- 73 Les problèmes de l'eau potable, par Réal Aubin, c.s.v., M.Sc., professeur de Chimie et directeur des études au Collège de Joliette.
- 77 Le carbone éternel, par Tom Alderman; article paru dans *La Revue Imperial Oil*, Montréal, vol. 49, no 2, avril 1965.
- 79 Actualité scientifique : dessalement de l'eau de mer, communiqué du ministère du Nord canadien et des Ressources nationales, Ottawa; pollution des mers, communiqué de l'UNESCO, Paris; adaptés par la rédaction.
- 80 Les « Quasars » et les satellites-observatoires, par Alphée Nadeau, B.Sc., professeur au Collège Sainte-Anne, La Pocatière, P.Q.
- 84 Les divers types de nuages, par Raymond Perrier, M.A., météorologiste, Service de Météorologie, ministère des Richesses naturelles, Québec.
- 90 Animaux géants des mers, notes extraites de *Trade News* et de *La Pêche*, ministère des Pêcheries du Canada, Ottawa.
- 91 Actualité scientifique : géochimie, pommes de terre, Canada et l'espace, le pétrole; photos-reportages de l'Office national du Film, Ottawa, rédigés par Gaston Lapointe, adaptés par la rédaction de la revue. Le courant Kuroshio, communiqué de l'UNESCO, Paris, adapté par la rédaction.
- 94 La découverte de la bakélite, communiqué de l'Institut belge d'Information et de Documentation, Bruxelles.

### Photographes, dessinateurs :

- 73-75 Les problèmes de l'eau potable : photos gracieuseté de la *Canadian Industries Limited*, C.I.L., Montréal; p. 75, photo de l'Office du Film du Québec.
- 77 Modèles atomiques du diamant et du graphite, photo gracieuseté de *General Electric Research Laboratory*, New York.
- 80-82 Satellites-observatoires : pp. 80, 82, photos de la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), Washington, D.C., gracieusement fournies par le *United States Information Service*, Ottawa; p. 81, graphiques de Alphée Nadeau, dessinés par Rosaire Goulet, Québec.
- 85-88 Les divers types de nuages : pp. 85, 86, 87, 88, photos extraites de l'*International Cloud Atlas* (version abrégée), publié par l'Organisation mondiale de la Météorologie (O.M.M.), planches 4, 17, 27 et 52.
- 90 Tortue et calmar géants, photos gracieusement fournies par la Direction de l'Information, ministère des Pêcheries du Canada, Ottawa.
- 91-93 Actualité scientifique, photos Ted Grant, série des photos-reportages de l'Office national du Film, O.N.F., Ottawa.
- 95 L. H. Baekeland, photo gracieusement fournie par l'Institut belge d'Information et de Documentation, Bruxelles.

# Le quatrième volume de votre revue est-il lu... ?

Avec ce numéro de janvier 1966, LE JEUNE SCIENTIFIQUE complète la moitié de son 4e volume. Quatre livraisons qui ont présenté divers aspects de la science à l'intention des étudiants d'expression française.

Mais ces quatre premiers numéros de l'année scolaire ont-ils été lus? Les professeurs ont-ils profité de tel ou tel article pour compléter l'information de leurs étudiants? La revue est-elle disponible sur les rayons de la bibliothèque scolaire? Les étudiants intéressés aux sciences connaissent-ils vraiment LE JEUNE SCIENTIFIQUE?

Au sommaire des quatre premiers numéros du 4e volume, 1965-66 :

## octobre

---

Les eaux souterraines, ressources inexploitées (1er article),  
par I. C. Brown;

Le tricentenaire de la mort du mathématicien Pierre de Fermat,  
par N. T. Gridgean;

Récentes publications pour l'étude des oiseaux;

Les satellites météorologiques,  
par Alphée Nadeau;

Cohérence et Masers,  
par Jacques Vanier;

Le Dr Selye parle aux étudiants,  
par Roland Prévost.

## novembre

---

Les grands exploits de Mariner IV,  
par Alphée Nadeau;

Les photos de Mars récupérées grâce à deux chiffres,  
par Réal Aubin;

Prochains voyages habités vers la Lune,  
par Alphée Nadeau;

Les eaux souterraines, ressources inexploitées (2e article),  
par I. C. Brown;

Actualité scientifique;

L'Ours gris de Richardson et le problème de sa survie dans le Canada septentrional,  
par A. H. Macpherson;

Les physiciens du Canada français,  
par Jean-Pierre Bernier et Erich W. Vogt.

## décembre

---

Les animaux géants des mers et des fleuves,  
par Etienne Magnin;

Volumes récents (physique, botanique);  
par Jean R. Beaudry et André Bruneau;

Calendrier des migrations d'automne (oiseaux), 3e partie,  
par Raymond Cayouette et Max Boucher;

La formation des nuages,  
par Raymond Perrier;

L'observation du Soleil: du télescope au satellite-observatoire,  
par Alphée Nadeau;

« Tuktu », une question de survivance,  
le Caribou ou renne arctique du Grand Nord,  
par Fraser Symington.

## janvier

---

Les problèmes de l'eau potable,  
par Réal Aubin;

Le carbone éternel,  
par Tom Alderman;

Actualité scientifique;

Les « Quasars » et les satellites-observatoires (OAO),  
par Alphée Nadeau;

Les divers types de nuages,  
par Raymond Perrier;

La découverte de la bakélite, première étape vers la production des matières plastiques.