

PER
J-69

québec science


VOLUME 10/NUMÉRO 7/AVRIL 1972/\$0.50

LES SCIENCES COURENT VERS
UNE MORT CERTAINE p. 4

UN SITE IROQUOIS SUR LE
RICHELIEU p. 7

LE MICROSCOPE p. 9

QUE PENSEZ-VOUS DE
QUÉBEC SCIENCE? p. 12



la
pollution
de l'air à
Montréal

p. 16



Photo: Antoine Godbout

Qu'en est-il de la pollution de l'air en général et à Montréal en particulier?

Magazine d'information scientifique publié par les Presses de l'Université du Québec en collaboration avec le ministère de l'Éducation et l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS).

Les articles de QUÉBEC SCIENCE sont répertoriés dans l'Index analytique, publication conjointe du Centre de documentation de l'Université Laval et du Service des bibliothèques du ministère de l'Éducation. Tout écrit reproduit dans le magazine n'engage que la responsabilité du signataire.

Rédaction

Directrice et rédactrice en chef
Jocelyne Dugas

Secrétaire de rédaction
Jean-Marc Gagnon

Promotion et publicité
Daniel Choquette

Diffusion
Patricia Larouche

Secrétariat
Diane Guay

Réalisation graphique
couthuran et amis, québec

Impression
l'éclaireur Itée, beauceville

Diffusion dans les kiosques
les messageries dynamiques inc.

Administration

QUÉBEC SCIENCE, case postale 250, Sillery
Québec 6, Tél.: 657-2435

Abonnements

10 numéros: septembre à juin
Étudiants: \$2.50
Adultes: \$3.50 (Canada, \$4 (étranger), \$10 (soutien)
Vente à l'unité: \$0.50

Membres du comité d'orientation

Claude Arseneau, Association des jeunes scientifiques
Armand Bastien, coordonnateur de chimie-physique,
Commission des écoles catholiques de Montréal
André Beaudoin, Éducation et affaires étudiantes,
ministère de l'Éducation

Paul Bélec, professeur, Centre de recherches urbaines
et régionales (INRS), Université du Québec

Louis Berlinguet, vice-président à la recherche,
Université du Québec

Roger Blais, professeur de physique, CEGEP de
Sainte-Foy

Claude Boucher, professeur de mathématiques,
Université de Sherbrooke

Yvan Chassé, professeur, Département de physique,
Université Laval

Pierre Dansereau, directeur, centre de recherche
écologique de Montréal (CREM)

Jacques Desnoyers, professeur de chimie,
Université de Sherbrooke

Guy Dufresne, directeur des projets spéciaux,
Consolidated Bathurst

Pierre Dumas, chercheur, Société Radio-Canada

André Fournier, responsable de l'enseignement
des sciences au secondaire, ministère de l'Éducation

Serge Fradette, étudiant, Université de Montréal

Jean-Claude Gauthier, étudiant, Collège Bourget,
Rigaud

Gordin Kaplan, professeur de biologie, Université
d'Ottawa

Paul Laurent, Service d'information, relations
publiques, Hydro-Québec

Guy Rocher, professeur de sociologie, Université
de Montréal

Jacques Sicotte, étudiant, CEGEP Bois de Boulogne

Guy Simard, étudiant, CEGEP du Vieux-Montréal

SOMMAIRE

- 4 Si le Canada applique le rapport Lamontagne
LES SCIENCES COURENT VERS UNE MORT CERTAINE,
par Marcel Desjardins
*Une entrevue avec le détenteur canadien du Prix Nobel de chimie 1971,
le Dr Gerhard Herzberg.*
- 7 UN SITE IROQUOIS SUR LE RICHELIEU, par Laurent Girouard
*Un aperçu des fouilles en vue de retracer les vestiges de la civilisation iroquoise
sur le Richelieu.*
- 9 LE MICROSCOPE, par Paul-Emil Messier
Comment fonctionne cet indispensable outil de recherche.
- 17 SONDAGE: QUE PENSEZ-VOUS DE QUÉBEC SCIENCE?
-
- 3 Éditorial: LA SCIENCE QUÉBÉCOISE À UN CARREFOUR, par Jocelyne Dugas
- 12-21 ENVIRONNEMENT: AIR PUR... AIR POLLUÉ... IL FAUT RESPIRER,
par Maurice Boulerice et Walter Brabant
LA QUALITÉ DE L'AIR À MONTRÉAL, par Maurice Boulerice et Walter Brabant
- 22 L'expérience du mois: LES PLANTES ET LA LUMIÈRE, par Michel Boudoux
- 26 CONCOURS
- 27 Échec et maths, par Claude Boucher
A vous de jouer, par Laurent Bilodeau et Jean-Marc Fleury
- 29 FLASH, par Jean-Marc Gagnon
- 32 Comment on devient – SPÉCIALISTE DE LA VULGARISATION
SCIENTIFIQUE, Fernand Seguin interviewé par Gilles Provost
- 34 Voulez-vous lire?
- 35 Vous dites?

La Science Québécoise à un Carrefour

par Jocelyne Dugas

Politique scientifique. Deux mots fort populaires depuis la publication des premiers tomes du rapport du Comité sénatorial de la politique scientifique canadienne, présidé par le sénateur Maurice Lamontagne. Deux mots qui recouvrent une réalité qui va peser lourd sur l'avenir des Québécois, des Canadiens. En effet, si la science représente un des moyens les plus puissants pour un gouvernement d'atteindre des fins politiques, «le problème qu'elle pose n'est pas celui des fins qu'elle se donne mais celui des fins qu'elle sert», écrit J.-J. Salomon dans son ouvrage «Science et politique».*

Il semble évident que pour mieux conjuguer le savoir et le pouvoir, une planification et une coordination de la recherche s'imposent. Cette action gouvernementale, conçue en collaboration avec les deux autres pôles de croissance, l'industrie et l'université, vise à édifier un système de la recherche scientifique fondé sur les objectifs des institutions et non avant tout sur les objectifs de recherche propres aux chercheurs eux-mêmes. En bref, la politique scientifique doit rejoindre les objectifs collectifs que se fixe une société et contribuer à les atteindre.

Le rapport Lamontagne, pour sa part, après une analyse critique du passé et du présent, propose une stratégie de recherche axée sur l'innovation industrielle, facteur de développement économique, ainsi qu'une réduction de l'importance attachée à la recherche fondamentale libre.

Il va de soi qu'on doit reconnaître, dans le contexte actuel, l'urgence de la mise à contribution, sur une plus grande échelle, de la recherche appliquée, pourvoyeuse d'emplois. De même que celle de la recherche fondamentale orientée et programmée en fonction des besoins de l'innovation.

Mais le savoir considéré comme une fin en soi reste indispensable à une meilleure compréhension de l'homme et de son environnement. La recherche fondamentale, qui en est le moyen, ne «rend» pas toujours et sur-le-champ, parce que la découverte est «une trouvaille de quelque chose d'imprévisible», donc d'impossible à planifier. Aux équipes de chercheurs (dont 20 pour cent des scientifiques sont aptes à faire partie), on doit accorder une grande liberté d'orientation et de manoeuvre, afin de mettre à profit toute leur créativité.

Qu'on se rassure, cependant, les délais d'application des grandes découvertes de notre temps sont en accélération constante. Il s'est écoulé 100 ans entre l'invention de la photographie et son exploitation commercia-

le, 60 ans pour le téléphone, 35 ans pour la radio, 12 ans pour la télévision et 6 ans pour le transistor. Que dire des pas de géant accomplis dans l'exploration spatiale, l'utilisation de l'énergie atomique et les avancées de la chirurgie cardiaque, entre autres sphères de pointe.

Le Québec, nation satellite dans l'orbite de la toute-puissante société de consommation nord-américaine, tributaire également des marchés internationaux, peut-il jouer un rôle original dans la course au progrès? Outre ses universités, ses centres de recherche et son complexe scientifique, il s'est donné dans ce but de nouveaux outils: un Comité des politiques scientifiques du Québec, créé en mars 1971, et un Conseil de la politique scientifique mis sur pied récemment. Dans un énoncé de principe officiel, le Comité, tout en se disant soucieux de la croissance économique et en prévoyant des structures de recherche susceptibles de la favoriser, reconnaît que les pays occidentaux de plus en plus se préoccupent de la *qualité de la vie* plutôt que du seul progrès technique. Il rejoint en cela les considérations du Comité sénatorial Lamontagne, qui prévoit une deuxième génération de la politique scientifique centrée sur *une vie heureuse plutôt que copieuse*. D'où, parmi ses priorités, la recherche en sciences sociales et en sciences de la vie.

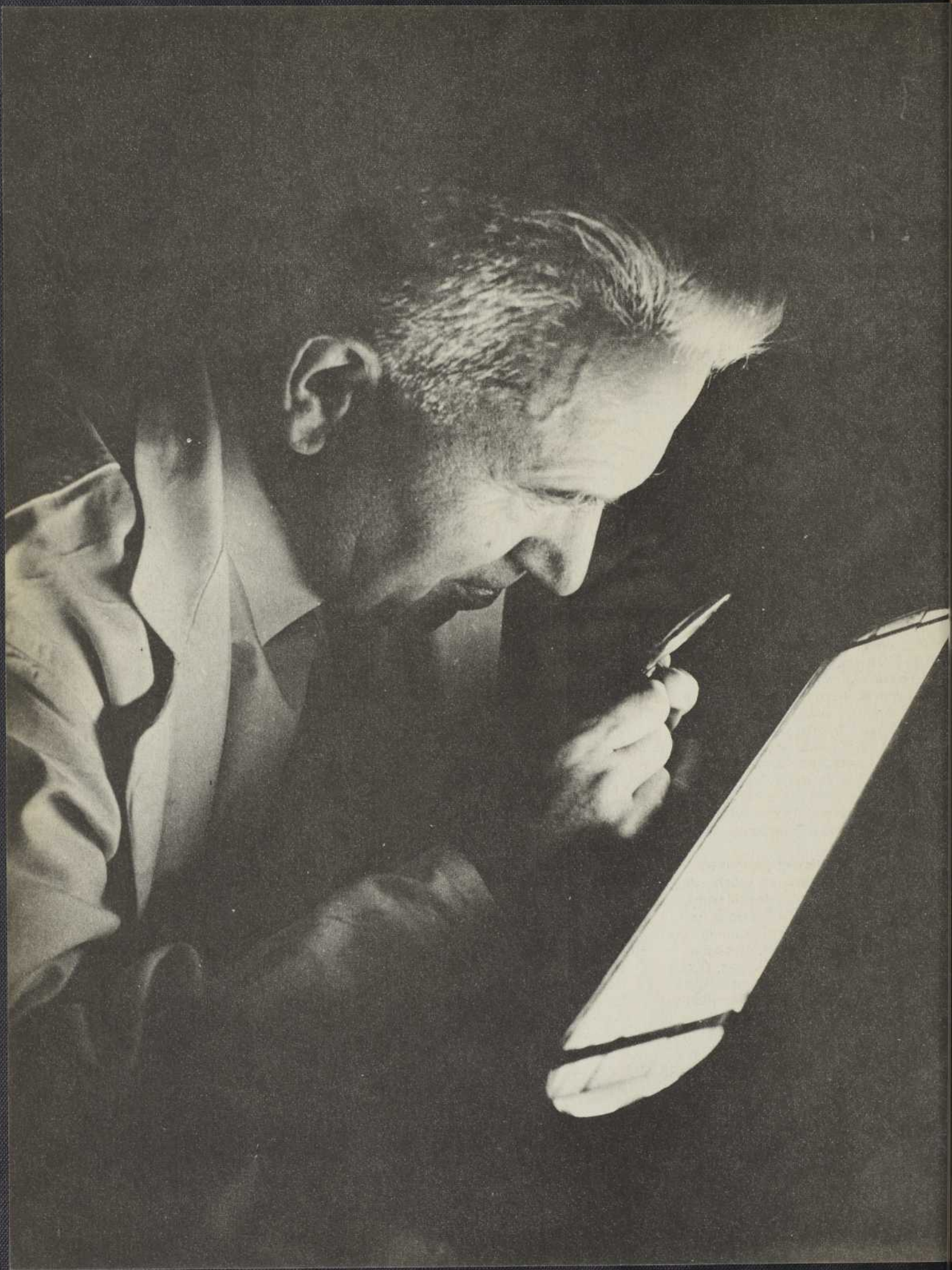
Il ne suffit pas de donner aux peuples et aux individus de la nourriture en abondance ou des conditions de vie meilleures pour les rendre heureux. Il faut les laisser libres d'orienter leur destin et de prendre les responsabilités qui leur appartiennent. Ces principes d'autonomie et de participation valent aussi bien pour la politique scientifique que pour la politique tout court. La science au Québec est comme ailleurs à un carrefour. Elle doit faire son choix.

Elle peut contribuer au maintien d'une société fondée avant tout sur le profit et la concurrence et vouée à une mort lente par l'absurdité généralisée qu'elle érige en système raisonnable.

Ou bien elle peut miser sur la vie, une vie dont la qualité unique consiste à *valoir la peine d'être vécue*. C'est là pour le citoyen une idée révolutionnaire par les temps qui courent. Et le prestige du Savoir peut lui faire faire son chemin.

La découverte libre est neutre mais non son utilisation. Oui, la Science est politique. □

* (Voir «Voulez-vous lire?», QUÉBEC SCIENCE, vol. 10 no 3, décembre 1971, p. 34, SCIENCE ET POLITIQUE.)



Si le Can

le co u

(Gerhard

par Marce

Décerner le
physicien p
l'on compr
ainsi lorsqu
nature émin
travaux mer
en spectrosc

En plus d
prix Nobel
est aussi Car
nous deman
gardons, chr
presse à Ott
bénéfice de

Comme y
Dr Herzberg
qu'il parle d
scientifique
rapport Lam

De ces su
donne un av
(page 3). No
plus en déta

«Seul le cher
aspects d'un
choisir le vra
d'être étudié
étroites de
travaillé pend
ment, à la so
aux administr
essaient de ge
du pays.»
Gerhard Herz

Si le Canada applique le rapport Lamontagne

les sciences courent vers une mort certaine

(Gerhard Herzberg)

par Marcel Desjardins

Décerner le prix Nobel de chimie à un physicien peut sembler paradoxal. Mais l'on comprend plus aisément qu'il en soit ainsi lorsqu'on regarde de plus près la nature éminemment interdisciplinaire des travaux menés par le Dr Gerhard Herzberg en spectroscopie optique.

En plus d'être physicien détenteur du prix Nobel 1971 de chimie, le Dr Herzberg est aussi Canadien d'adoption. Aussi avons-nous demandé au journaliste Marcel Desjardins, chroniqueur parlementaire de La Presse à Ottawa, de l'interroger pour le bénéfice de nos lecteurs.

Comme vous pourrez le constater, le Dr Herzberg ne mâche pas ses mots lorsqu'il parle de l'orientation de la recherche scientifique au Canada en général et du rapport Lamontagne en particulier.

De ces sujets, Jocelyne Dugas, nous donne un avant-goût ce mois-ci en éditorial (page 3). Nous y reviendrons d'ailleurs plus en détails le mois prochain.

«Seul le chercheur, attentif à tous les aspects d'un sujet donné, est capable de choisir le vrai problème, valant la peine d'être étudié. Les idées brillantes et les étincelles de génie viennent à ceux qui ont travaillé pendant des années, avec acharnement, à la solution d'un problème, et non pas aux administrateurs ou aux comités qui essaient de gérer les activités scientifiques du pays.»

Gerhard Herzberg

«Les sciences au Canada courent vers une mort certaine si l'État donne suite aux recommandations du volume 1 du rapport du Comité sénatorial de la politique scientifique.»

C'est le Dr Gerhard Herzberg, lauréat du prix Nobel de chimie pour l'année 1971, qui l'affirme, non sans s'inquiéter grandement de l'économie générale du rapport Lamontagne.

«Le développement de la science ressemble à la croissance de l'arbre, explique-t-il dans une entrevue accordée à sa vaste demeure de Rockcliffe, entre deux engagements à travers le pays.

«On peut influencer la croissance de l'arbre, mais couper l'arbre et en planter un nouveau, c'est fou, parce qu'il faut des dizaines d'années pour faire grandir un arbre.

«Alors, poursuit le Dr Herzberg, on peut changer l'organisation de la science au Canada, mais il faut retenir les choses qui sont bonnes.

«Nous avons prouvé au Conseil national de Recherche au Canada (CNRC) que l'on y fait des travaux suffisamment significatifs internationalement pour obtenir un prix Nobel. Alors ça veut dire que l'organisation du Conseil n'est pas si mauvaise.

«Le sénateur Lamontagne veut la détruire, c'est fou, tranche-t-il.»

Âgé de 67 ans, le Dr Herzberg est entré au CNRC en 1948 et fut nommé directeur de la division de Physique l'année suivante. En 1955, lors de la création de la division de Physique pure, il assumait la direction de cette nouvelle équipe. En 1969, il devient le premier scientifique canadien à être élevé au rang de chercheur de haute distinction par le CNRC, ce qui lui permit de poursuivre ses travaux après l'âge normal de la retraite.

Aujourd'hui, on peut dire que l'initiative prise à l'époque par le président du CNRC, M. W.G. Schneider, a eu des dénouements

heureux pour l'ensemble de la communauté scientifique canadienne.

Le Dr Herzberg est en effet devenu le quatrième canadien à se voir attribuer un prix Nobel. Déjà Banting et McLeod avaient reçu le prix de médecine pour la découverte de l'insuline en 1923 et l'ancien premier ministre Pearson, le prix de la paix en 1957.

Il est né à Hambourg, en 1904. Quelques années avant que la découverte de l'électron eût donné une idée de la structure de l'atome. Alors que les universités allemandes étaient l'objet de purges nazies, Gerhard Herzberg s'est retrouvé parmi les nombreux professeurs qui, ne pouvant supporter le régime, décidèrent de quitter l'Allemagne.

C'est ainsi qu'on le retrouve quelque temps plus tard à l'Université de Saskatoon où il complète des travaux déjà commencés en Allemagne. Il quittera la Saskatchewan pour occuper, en 1945, un poste de professeur en astronomie à l'observatoire Yerkes, organisme relevant de l'Université de Chicago.

En 1948, il rentre au Canada pour y établir le laboratoire de recherches en spectroscopie du CNRC.

Que le Dr Herzberg s'acharne aujourd'hui à défendre les sciences fondamentales, le cadre dans lequel elles évoluent, cela se comprend.

Il y a consacré sa vie.

Pour lui, la science fait partie de la culture humaine. La science est universelle, elle appartient à tous et tous les pays, du plus humble au plus grand, se doivent d'y contribuer.

«On peut emprunter la technologie à d'autres pays, mais la science est internationale. Il n'y a pas une science canadienne, une science américaine. Il n'y a, explique-t-il, que des contributions à l'avancement de la science.»

Quand il s'adresse aux jeunes qui se dirigent vers les sciences il s'inquiète en constatant qu'on a de plus en plus tendance à

astreindre les recherches à des fins et à des buts strictement matérialistes.

Une meilleure voiture, un téléviseur plus perfectionné, un standard de vie plus élevé.

«C'est peut-être nécessaire, mais ce n'est pas le seul but de la vie. Si nous n'avons pas d'arts, de littérature de science, alors il n'y aura pas de différence entre les animaux et l'homme.

«Il nous faut connaître le milieu terrestre, l'univers. La science peut aussi être dirigée vers des objectifs économiques, bien sûr.

«Beaucoup de jeunes me demandent pourquoi le prix Nobel pour la recherche sur la structure des molécules?

«Ces jeunes me demandent: que peut-on faire avec ça?

«Cette mentalité m'inquiète.

«Car je crois que le savoir est un bien qui est utile parce qu'il aide l'homme à mieux comprendre», ajoute le savant.

Quand il parle des sciences, il effectue fréquemment la distinction entre la technologie et les sciences pures.

Lorsqu'il se penche sur le rapport du Comité sénatorial de la politique scientifique, le Dr Herzberg ne peut faire autrement que d'en conclure que le sénateur Lamontagne (le président du Comité), ne comprend pas la science, ne comprend pas comment les scientifiques travaillent.

«Il a l'intention de renouveler complètement l'organisation de la science. Il veut détruire le CNRC pour avoir un nouveau «bâtiment», une nouvelle bureaucratie. Son intérêt est dans la bureaucratie. Je crois que c'est la mort de la science au Canada.

«Si l'on veut renouveler l'organisation de la science au Canada, on ne doit pas commencer par détruire ce qu'il y a», poursuit le Dr Herzberg.

Pour le physicien, les auteurs du rapport Lamontagne ne comprennent pas davantage le milieu scientifique que l'organisation de la science.

«Il faut avoir des conditions libres pour travailler. On ne peut pas dire au scientifique, vous faites ça. Le scientifique n'est pas un métallo. Il est comme un écrivain. On ne peut commander de romans à l'écrivain. Ainsi en va-t-il pour le scientifique... Car la science n'est pas si simple. Il faut trouver les problèmes à résoudre.

«Le sénateur, les politiciens, ne peuvent pas trouver ces problèmes qui ont une solution.»

Y a-t-il querelle entre la science pure et appliquée?

«Non, il n'y en a pas.

«Seulement dans la tête du sénateur, peut-être... Il faut comprendre, poursuit Herzberg, que la science pure d'aujourd'hui est la science appliquée de demain. Et l'on ne peut pas prédire quelle partie de la science pure d'aujourd'hui sera la science appliquée de demain.

«Les scientifiques ne peuvent le prédire et les sénateurs non plus», conclut-il.

Et le physicien cite l'exemple du laser. Qui aurait pu prédire, il y a une quinzaine d'années que la spectroscopie des micro-ondes, une science complètement pure, aurait pu avoir une application pratique? Pas un seul scientifique de l'époque n'a jamais osé le soutenir.

«Alors, on a développé le laser. On s'est aperçu que c'était important. Aujourd'hui, continue le Dr Herzberg, c'est une industrie d'un milliard de dollars. Et ça a originé dans la science pure il y a quinze ans.»

«Si l'on coupe «la connection» entre la science pure et la science appliquée, on coupe la possibilité d'un développement semblable.

«Mais le sénateur veut couper. Il veut loger la science pure au secrétariat d'État et la science appliquée au ministère de l'Industrie et du Commerce. C'est fou.

«Il faut avoir la science pure au CNRC pour alimenter la science appliquée», poursuit le savant.



Le docteur Gerhard Herzberg du Conseil national de Recherche.

«Mettre en vigueur les recommandations du Comité sénatorial Lamontagne, répéte-t-il, c'est signer l'arrêt de mort de la science au pays.

Pourquoi?

Parce que la bureaucratie s'imposera.

«Le nombre de comités, de personnes qui contrôlent le développement scientifique sera tout simplement fantastique. Tous les scientifiques seront occupés à contrôler la science et il n'y aura pas de scientifiques pour «faire» la science.

«Le rapport propose que chaque année l'on fasse un inventaire des projets scientifiques en marche au Canada. C'est fou, la science ne marche pas comme cela», conclut le Dr Herzberg en rappelant bien que ses remarques s'adressent au secteur des recherches fondamentales. □

un site iroquois sur le richelieu

par Laurent Girouard

Dans le cadre d'un projet « Perspectives-Jeunesse », huit étudiants de l'Université du Québec à Montréal et de l'Université de Montréal ont travaillé de concert avec la Société d'archéologie préhistorique du Québec à « déterrer » les vestiges de la civilisation iroquoise sur le Richelieu.

Ces étudiants nous tracent aujourd'hui le « portrait » de l'avancement des travaux qu'ils ont conduits de façon interdisciplinaire, mettant en commun, entre autres, les techniques de la cartographie, de l'archéologie, de la pédologie et de la photographie.

Ce n'est pas tout, ils projettent de retourner encore cet été sur le Richelieu poursuivre plus avant leurs fouilles et espèrent, dans un an, être à même de produire un film sur ce sujet.

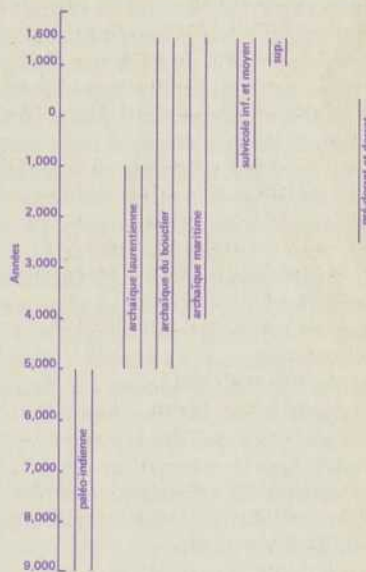
L'archéologie préhistorique n'a pas au Québec le statut de discipline scientifique dont elle jouit dans d'autres pays. Les chercheurs des sciences physiques ignorent facilement les activités des préhistoriens tout comme ils mettent entre parenthèses les travaux de certaines sciences humaines. Il faut dire que les mass media ont véhiculé une image folklorisante de l'archéologie qui se fait ici.

Depuis quelques années, une nouvelle génération de préhistoriens québécois de formation universitaire, influencés à la fois par les courants de pensée européens et américains, poursuivent des recherches qui s'inscrivent nettement dans les préoccupations de l'archéologie moderne: l'étude des variations spatio-temporelles des traditions culturelles disparues et l'examen des processus d'adaptation aux différents milieux environnants (Binford and Binford 1968).

Le bref aperçu des fouilles sur le site de Mandeville à Tracy dans le comté de Richelieu, pourra donner au lecteur une idée du genre de travaux en cours. Nous aurions pu ainsi décrire les fouilles effectuées par d'autres équipes, par exemple à Lanoraie (comté de Berthier), à Pointe-aux-Buissons (comté de Beauharnois), à Cap-Chat (comté de Gaspé-ouest), au lac Abitibi, à la Rivière Saint-Paul sur la Côte-Nord, etc. Pour une juste évaluation des recherches au Québec depuis le XIXe siècle, voir Martijn et Cinq-Mars 1970*.

*Le lecteur pourra obtenir de la documentation gratuite sur les recherches préhistoriques au Québec en s'adressant au Service d'archéologie et d'ethnologie du ministère des Affaires culturelles, 72 côte de la Montagne, Québec, tél.: (418) 643-7044.

Tableau du développement des traditions culturelles au Québec



- **tradition paléo-indienne:** petits groupes de nomades, les premiers à occuper le territoire du Nord-Est après le retrait du Glacier.
- **tradition archaïque:** groupes de nomades plus nombreux qui se sont adaptés définitivement aux diverses niches écologiques de nos régions.
 - Vallée du Saint-Laurent: laurentienne
 - Bouclier canadien: du Bouclier
 - Côtes atlantiques: maritime
- **tradition du Sylvicole:** apparition de la poterie (-1 000), amorce de la sédentarisation et de la domestication de plantes. L'agriculture sera définitivement acceptée comme principale économie de subsistance durant le Sylvicole supérieur dans la Vallée du Saint-Laurent.
- **dans les régions nordiques**
 - Pré-dorset et dorset: nomades des foyers culturels du Nord-Ouest
 - Thulé: grands chasseurs de la faune marine (principalement la baleine) avec une technologie plus avancée et une adaptation au milieu arctique plus spécialisée.



Figure 1 — Techniques de repérage des couches archéologiques par tranchée discontinue. Site de Mandeville, 1971.

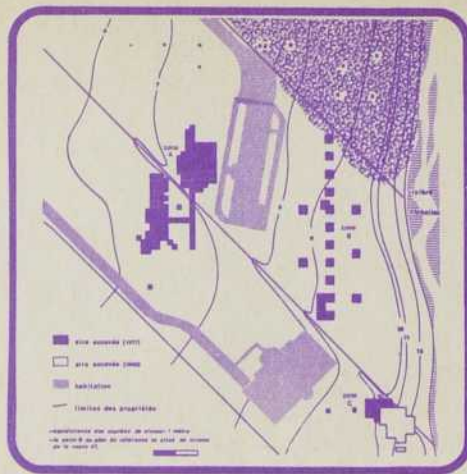


Figure 2 — Plan des fouilles sur le site de Mandeville, 1969, 1971.



Figure 3 — Profil stratigraphique préparé pour les prélèvements pédologiques. Site de Mandeville, 1971.

Les terribles Iroquois ○ La Vallée du Saint-Laurent, à l'arrivée des colonisateurs européens, était habitée par des nomades et des sédentaires. Les récits des Cartier, Champlain, Sagard abondent de descriptions de ces populations dites «sauvages», sans histoire et sans culture. Mais la préhistoire a approfondi cette conception superficielle longtemps véhiculée par nos manuels d'histoire. On sait aujourd'hui que durant plus de 10 000 ans, depuis la fin de la dernière glaciation du Wisconsin, se sont succédé dans cet espace que l'on dit «notre» aujourd'hui, des cultures inédites dans une continuité évolutive dont on ne connaît pas encore tous les méandres (voir le tableau des traditions culturelles au Québec).

Parmi les derniers descendants de cette longue évolution, les Blancs ont reconnu les «terribles» Iroquois. Le site de Mandeville a été occupé par des groupes de cette grande cotradition culturelle iroquoienne qui s'est développée de façon presque synchronisée dans les régions fertiles du nord et du sud des Grands Lacs ainsi que de la Vallée du Saint-Laurent, à partir des années 1 000 de notre ère.

Des restes révélateurs ○ Le site de Mandeville, CaFg-1 (Borden 1952), a été découvert en 1961 sur la propriété de M. Charles Mandeville par son fils. Nous y avons fait les premiers sondages en 1969 pour nous apercevoir que des fouilles extensives devaient y être entreprises. Grâce à l'aide financière de Perspectives-Jeunesse, nous avons pu nous y consacrer en 1971.

Après avoir cartographié la topographie actuelle du terrain et carroyé l'emplacement par une grille métrique orientée, nous avons repéré les zones d'occupation intense par des tranchées discontinues (figure 1). Ces zones A, B et C (figure 2), ont été systématiquement excavées afin d'y recueillir le maximum de données sur:

- le contexte géologique: analyse des sols, prélèvement d'échantillons (figure 3) afin de relever les perturbations humaines sur la matrice pédologique et d'étudier le déve-

loppement naturel des couches stratigraphiques;

- la distribution et l'organisation des traces d'établissement: foyers, traces de pieux d'habitation, dépotoirs, fosses garde-manger, etc.;
- les quantités et répartitions des restes faunistiques et floristiques (déchets culinaires);
- les variations et la distribution des restes des diverses activités de production (industries céramique, lithique, sur os, etc.).

Pour ce faire nous avons utilisé les techniques de récolte et d'enregistrement les plus appropriées: excavation minutieuse, tamisage, élutriation (figure 4 et Crête 1971), photographies, levées cartographiques, fiches d'enregistrement. Nous avons ainsi amassé un ensemble de données dont un grossier inventaire montre l'étendue:

- 326 mètres carrés de sol fouillé (160 mètres cubes de terre excavée);
- au-delà de 300 traces d'établissement;
- quelques 700 documents photographiques;
- autant de plans, coupes, croquis;
- 130 échantillons de sol pour analyses des Ph, du contenu en phosphore, des matières organiques, etc.;
- 16 échantillons de charbon de bois pour datation C_{14} ;
- 5 000 cc. de restes de plantes ou d'os;
- plus de 20 000 artefacts (objets fabriqués par l'homme: poterie, outils, armes, ornements, jeux, etc.).

Une approche écologique ○ Ces données, bien qu'incomplètes (nous devons poursuivre les travaux en 1972) et avant toute analyse poussée, nous indiquent que le site a été occupé par des groupes iroquoiens vers les années 1450-1500. Ces paysans pacifiques (peu armés et campés sur un emplacement non stratégique) cultivaient le maïs, la courge, le haricot et le tabac. Ils ne chassaient et pêchaient que peu.

Les fouilles et les hypothèses de travail qu'elles suggèrent ne sont que l'amorce d'un long processus d'analyse (identifica-

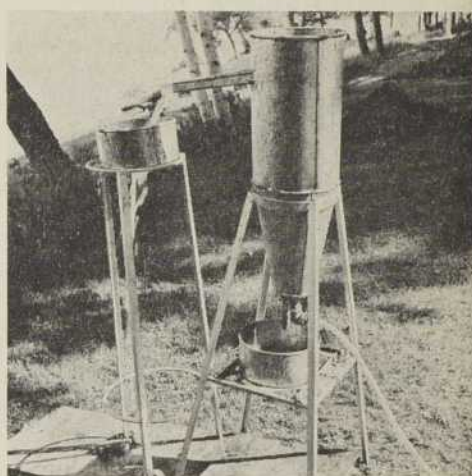


Figure 4 — Colonne à élutriation pour la récupération des petits vestiges archéologiques. Site de Mandeville, 1971.

tion, classification, description des caractères, sériation, traitement informatique, comparaison) qui aboutit à la reconstitution du milieu environnant et des modes de subsistance qui s'y imbriquaient.

Les étapes de la démarche préhistorique s'articulent donc dans des projets pluridisciplinaires coordonnés par l'approche écologique. Les disciplines qui s'avèrent les plus utiles sont la physique, la chimie, la géologie, la biologie et l'informatique. La recherche moderne sur la préhistoire se situe entre les sciences physiques (par ses méthodes) et des sciences humaines (par son objet). □

POUR EN SAVOIR PLUS LONG
BINFORD, S.R. et BINFORD, L.R., *New Perspectives in Archaeology*, Aldine Publishing Comp., 1968, Chicago, 373 p.

BORDEN, Charles E., *A Uniform Site Designation Scheme for Canada*, Brit. Col. Prov. Museum, Anthropology in Brit. Col., no 3, 1952, pp. 44-48.

CRETE, Serge-André, *La récupération des petits vestiges archéologiques*, Recherches amérindiennes au Québec, Bull. d'information, vol. 1, no 3, 1971, pp. 3-5.

MARTIJN, Charles A., et CINQ-MARS, Jacques, *Aperçu sur la recherche préhistorique au Québec*, Rev. de géographie de Montréal, vol. 24, no 2, 1970, pp. 175-188.

le microscope

par Paul-Emil Messier

Saviez-vous que le premier microscope électronique fonctionnel mis au point en Amérique l'a été à l'Université de Toronto en 1938? Quels sont les principes de base du fonctionnement d'un tel microscope par rapport à un microscope ordinaire?

Pour Monsieur-tout-le-monde aussi bien que pour l'étudiant, il importe de se familiariser avec les instruments qu'utilisent quotidiennement les chercheurs. Nos lecteurs se souviennent sans doute de notre concours «Qu'est-ce que c'est?» lancé en octobre 1971, qui consistait à identifier des objets photographiés à l'aide d'un microscope électronique. Comme plusieurs lecteurs nous l'ont signalé, c'était là exploiter le côté spectaculaire de la chose.

Il s'agit cette fois — et c'est sans aucun doute plus utile — de comprendre comment fonctionne cet instrument indispensable, non pas dans le cadre d'un concours, mais à partir d'un article rédigé par un expert en la matière, M. Paul-Emil Messier, professeur à l'Université de Montréal.

Fait assez paradoxal, le microscope, qui a été le premier outil dans la main des observateurs des composants de la matière vivante, demeure encore aujourd'hui sur la table du chercheur et s'avère indispensable à l'analyse de la cellule. Bien sûr, il a subi de nombreuses transformations, si tant est que le plus puissant d'entre eux, le microscope électronique, ne possède plus rien des caractères physiques externes de son ancêtre. Le microscope électronique ne se pose plus sur une table, *il est la table*. Devant lui, le chercheur s'assoit et, dans l'obscurité (nous verrons plus bas qu'il n'y a pas qu'un jeu de mots ici), cherche à percer les secrets de la matière.

Comme l'écrivait si justement Saul Wischnitzer dans son livre d'introduction à la microscopie électronique, au 20^{ième} siècle, le mot «explorateur» s'applique, semble-t-il, plus facilement aux scientifiques qu'à ces gens relativement peu nombreux engagés dans la conquête et la cartographie des endroits encore inconnus de la Terre ou des planètes avoisinantes. De nos jours, les grands courants de l'exploration scientifique vont en direction opposée. Certains cherchent à découvrir les mystères de l'univers ambiant alors que d'autres consacrent leurs énergies à révéler le monde de la matière. L'entreprise d'exposer toute la grandeur du monde de la matière dépend en dernière analyse du développement d'instruments appropriés, capables d'étendre notre vision au-delà de sa capacité naturelle. La vision demeure le sens le plus développé de l'homme et, par conséquent, l'accès aux secrets de l'organisation structurale de la matière se trouve considérablement facilité lorsque l'information convoitée peut être appréciée par le sens de la vue.

Grossissement et pouvoir séparateur ○

Au 13^{ième} siècle, on connaissait déjà la loupe et les lunettes. Mais il fallut attendre l'invention du microscope pour apercevoir les animaux invisibles à l'oeil nu et reconnaître l'aspect cellulaire de la matière vivante. On attribue l'invention du microscope composé d'au moins deux lentilles au hollandais Zacharie Jansen, lunetier de Micelbourg (1590). Selon d'autres, elle serait due à Cornelius Drebbel (1610). Alors que les premiers microscopes pouvaient grossir jusqu'à 200 fois, aujourd'hui, un bon microscope grossit environ 2 000 fois et offre un pouvoir séparateur d'environ 1 micron.

Beaucoup plus qu'au grossissement, c'est au pouvoir séparateur d'un microscope que le chercheur accorde son attention lorsqu'il fait son choix d'un instrument de travail. Bien que le pouvoir séparateur d'un microscope soit en quelque sorte lié à sa capacité de grossissement, le chercheur sait qu'une augmentation du grossissement n'entraîne pas nécessairement une meilleure qualité de l'image. On trouve souvent l'illustration de ce principe en comparant des photographies prises avec des appareils photographiques bon marché à celles que nous offrent les photographes professionnels. Même si elles sont agrandies plusieurs fois, nos photographies ne montrent que très peu de détails fins (comme les cils des paupières) alors que les photos, même de formats moyens, obtenues par les professionnels révèlent quantité de détails et ce, avec grande précision. Cette différence est le plus souvent imputable au meilleur pouvoir séparateur des composants optiques des appareils très dispendieux. Donc, en photographie, les grossissements progressifs d'une image n'entraînent pas nécessairement l'apparition de détails de plus en plus petits.

Utiliser la lumière ○ Il en va de même en microscopie où tout grossissement au-delà d'un certain seuil n'entraîne plus aucune amélioration dans la précision de l'image. En microscopie, le pouvoir séparateur dépend, en définitive, des caractères de la source lumineuse utilisée pour éclairer l'objet. Ainsi, l'on considère que le pouvoir séparateur correspond à environ la demie de la longueur d'onde de la lumière utilisée. Par exemple, un microscope ordinaire (ou photonique, puisqu'il fait usage de la lumière visible qui se compose de photons) peut offrir un pouvoir séparateur de 2500\AA (Angstroms) si l'on utilise de la lumière jaune (longueur d'onde d'environ 5000\AA) pour éclairer l'objet. Dans ce cas, le seuil du grossissement utile est atteint lorsqu'on a grossi de 2000 à 3000 fois. Pour augmenter davantage le pouvoir séparateur, c'est-à-dire pour distinguer clairement des objets plus petits ou mesurer des distances plus courtes entre particules, on peut utiliser des rayons ultraviolets (longueur d'onde environ 3000\AA) comme source d'éclairage. Dans de tels cas, il faut remplacer les lentilles de verre du microscope par des lentilles de quartz qui laissent passer la radiation ultraviolette. Dans ces conditions, le pouvoir séparateur atteindra de 1000 à 1500\AA et le grossissement utile pourra augmenter jusqu'à 10 000 fois.

L'observation d'échantillons biologiques au microscope photonique a ses exigences propres. Bien qu'il permette facilement l'étude de cellules vivantes de toutes sortes, le microscope photonique sert le plus souvent à l'analyse de cellules mortes. Cet inconvénient provient du fait que la lumière éclairant l'objet ne saurait traverser un échantillon trop épais. Cette lumière parvient à traverser des cellules libres ou en culture mais se trouve entièrement masquée,

absorbée par des tissus comportant plusieurs couches cellulaires. Pour contourner cette difficulté, l'observateur sectionnera son échantillon en tranches minces (environ 7 microns) avant l'observation.

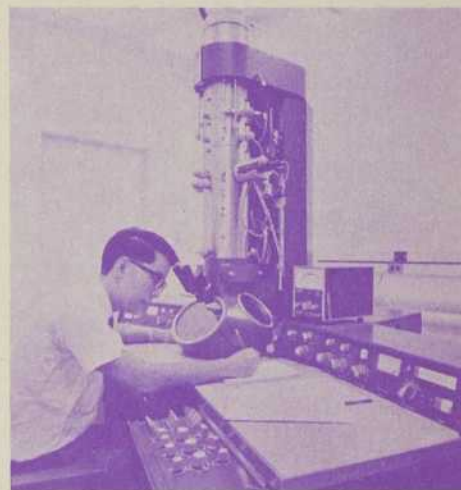


En haut, microscope à lentille unique de Loewenhook (1673). En bas, microscope de Robert Hook (1665).

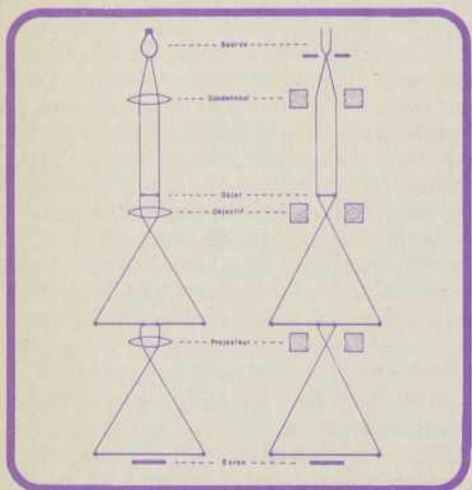
Tuer les tissus cellulaires ○ Afin d'éviter d'écraser ou d'effriter le spécimen sous le tranchant du couteau, il faut, au préalable, laisser pénétrer et enrober le tissu par une matière relativement dure, le plus souvent, la paraffine. La paraffine doit pénétrer tous les recoins, les moindres interstices de l'échantillon. Cette pénétration s'avère impossible tant que le tissu est vivant; car il contient toujours une très grande quantité d'eau à laquelle la paraffine n'est pas miscible. Il s'agit donc d'en extraire l'eau selon un procédé de déshydratation qui fait intervenir des solutions d'alcool pour absorber, soutirer la phase aqueuse. Pour éviter tout dommage aux tissus cellulaires lors de la déshydratation, il faut d'abord

Nous venons donc de considérer les différentes étapes régissant la préparation de l'objet. Nous avons commencé par la fin pour arriver au début afin de mieux voir la raison de chaque intervention. Dans l'ordre, il faut a) procéder à la fixation (tuer les cellules); b) déshydrater; c) enrober à la paraffine; d) confectionner des coupes. Ces coupes étant minces, on facilitera leur observation en les colorant par immersion dans des produits chimiques qui déposent leur couleur sur les différents constituants cellulaires.

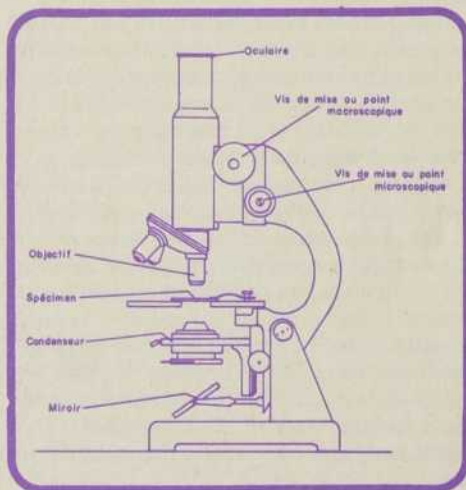
Le microscope électronique ○ Le rendement du microscope photonique étant limité par les caractères de sa source lumineuse, on peut améliorer le pouvoir séparateur d'un appareil en utilisant une source de longueur d'onde plus courte. En 1923, le grand physicien français de Broglie postula que les particules (un faisceau d'électrons) se déplaçaient selon un



Microscope électronique Philips.



Pour souligner les similarités organiques des deux microscopes, le plan optique du microscope photonique a été renversé par rapport à sa position habituelle de sorte que sa source lumineuse se trouve maintenant vers le haut. Le projecteur du microscope photonique s'appelle généralement oculaire et l'écran est remplacé par l'œil de l'observateur ou par un appareil photographique.



Microscope photonique moderne.

les «tuer» par des agents chimiques qui arrêtent tous les processus vitaux en laissant en place les constituants cellulaires. C'est ce qu'on appelle la fixation de l'échantillon.

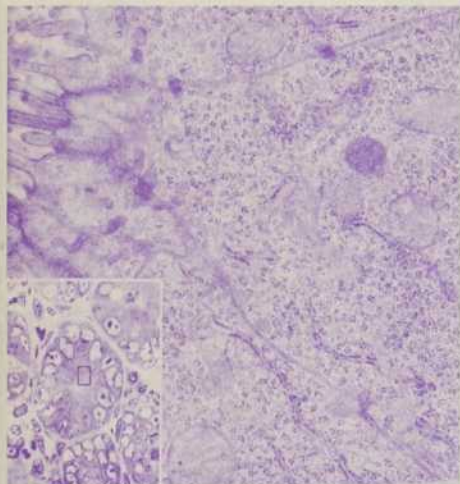
mouvement d'onde déterminé. Une longueur d'onde pouvait donc être assignée à ces particules en mouvement et, moyennant certaines conditions, la longueur d'onde efficace pouvait atteindre $0,05\text{\AA}$, ce qui représente une amélioration théorique de 100 000 fois sur la lumière visible. Cependant, plusieurs facteurs influencent sérieusement le pouvoir séparateur extraordinaire que l'on s'attendrait d'obtenir à partir de ces valeurs théoriques.

Les études théoriques de de Broglie allaient, par leur application pratique, donner naissance aux microscopes électroniques. En 1932, les Allemands Knott et Ruska publiaient les premiers plans d'un microscope électronique et en 1939, dans ce même pays, commençait la production commerciale de ce nouveau type d'appareil. Le premier microscope électronique fonctionnel à voir le jour en Amérique fut construit en 1938 au département de Physique de l'Université de Toronto par les chercheurs Prebus et Hillier qui travaillaient sous la direction du professeur Burton.

Aujourd'hui, plusieurs pays, dont l'Allemagne, l'Angleterre, la Hollande, le Japon et les U.S.A., fabriquent des microscopes électroniques de très bonne qualité.

Il faut cependant préciser que la microscopie électronique n'a commencé à apporter une contribution valable dans le domaine de la biologie que vers les années 50. En effet, les techniques de préparation de l'objet destiné à l'étude au microscope électronique sont beaucoup plus complexes et délicates que celles qui mènent l'objet vers la microscopie photonique. Des techniques nouvelles, qui répètent cependant les mêmes étapes (fixation, déshydratation, enrobage, coupes, coloration), durent être inventées. Elles le furent au cours des années 49 à 52.

Électrons en liberté ○ Les microscopes électronique et photonique fonctionnent suivant le même principe de base, à savoir: la réfraction de rayons. Toutefois, au lieu



La photomicrographie en bas à gauche montre plusieurs types de cellules observées dans une section de duodénum de rat. Grossissement environ 800 fois.

L'électromicrographie (grande image) montre à plus fort grossissement le détail de quelques cellules photographiées dans une région comparable à celle entourée du carré noir dans la photomicrographie située à gauche. Remarquez les nombreux constituants cellulaires dont on ne soupçonne pas l'organisation structurale voire même la présence en regardant la photomicrographie. Grossissement environ 45,000 fois.

de réfracter des rayons visibles, le microscope électronique réfracte des rayons constitués d'électrons libres. Les deux microscopes ont en commun une source d'illumination pour l'émission d'une radiation à partir de laquelle une image peut être formée, ainsi qu'un système optique dit «condenseur» pouvant régler l'intensité et la convergence du faisceau illuminant l'échantillon. Ils font aussi usage de lentilles-objectifs pour mettre au foyer le faisceau traversant de l'échantillon afin d'en produire une image intermédiaire agrandie, et d'un système oculaire (ou lentilles projecteurs) agrandissant une portion de l'image intermédiaire pour donner une image finale. Enfin, les deux appareils per-

mettent de convertir la radiation en une image visible. L'oeil du microscopiste Utilisant l'appareil photonique est remplacé, en microscopie électronique, par un écran fluorescent sur lequel vient se dessiner l'image convoitée. Les deux microscopes, grâce à la photographie, permettent un enregistrement permanent des structures analysées.

En microscopie photonique, les pièces optiques sont de verre et la radiation, au niveau des lentilles se trouve déviée lors de son passage dans des milieux d'indice de réfraction différents selon un phénomène connu sous le nom de réfraction et imputé au changement de vélocité des rayons lumineux. En microscopie électronique, les pièces optiques sont métalliques; il s'agit d'électro-aimants, dispositifs pouvant créer des champs magnétiques uniformes d'une intensité variable et en rapport avec la force du courant excitant. En microscopie photonique, avec des pièces de verre à

Ordre de grandeur des objets	Outil	Structures observées
10,000,000 Å (ou 1 mm)	oeil lentille	organes
1,000,000 Å	microscope photonique	tissus
10,000,000 Å (ou 1 micron)	microscope à ultraviolet	cellules bactériennes
1,000 Å	microscope électronique	constituants cellulaires virus macromolécules
5 Å		

foyer fixe, la mise au point de l'objectif, par exemple, s'effectue en changeant la distance qui sépare l'objectif du spécimen. Côté microscopie électronique, toutes les pièces étant mécaniquement fixes au moment des observations, la mise au point est réalisée en changeant le courant excitant l'électro-aimant, grâce à un rhéostat inséré dans le circuit, modifiant ainsi la force du champ magnétique et, par conséquent la distance focale de la lentille. Enfin, on maintient un vide poussé (car les électrons ne voyagent que dans le vide) à l'intérieur de la colonne optique du microscope électronique au sein de laquelle est inséré l'échantillon à observer.

Un million de fois ○ Même s'ils possèdent plusieurs points communs, les deux types de microscopes comportent d'énormes différences. Ainsi, le microscope photonique coûte de 100 à 5 000 dollars alors que l'achat d'un microscope électronique nécessite un déboursé de 20 000 à 70 000 dollars. Le microscope photonique permet d'étudier des êtres vivants et d'observer en peu de temps un nombre considérable de cellules. De plus, en microscopie photonique, la préparation de l'objet est beaucoup

plus simple, moins coûteuse et plus rapide. Mais le microscope électronique, malgré ses inconvénients, offre au chercheur un avantage très appréciable: un pouvoir séparateur jusqu'à 500 fois supérieur à celui du microscope photonique. Il peut grossir un objet un million de fois. Malgré cela, la recherche en vue d'améliorer cet outil continue. C'est ainsi qu'en ce moment les grands fabricants offrent des microscopes électroniques dits «à balayage», capables de montrer en trois dimensions des petits objets qui n'ont été ni débités en coupe, ni enrobés.

Comme on peut le constater, il y a loin de l'appareil de Jansen à la perfection du microscope électronique. L'avenir nous réserve sans doute des développements encore plus spectaculaires dans la mise au point d'instruments permettant de pousser plus loin le voyage de l'homme au coeur de la vie cellulaire. □

POUR EN SAVOIR PLUS LONG

Pour en savoir plus long, le meilleur ouvrage est: MAGNAN, C., *Traité de microscopie électronique*, Herman, Paris, 1961.

L'auteur est professeur agrégé au Département d'anatomie de la Faculté de médecine de l'Université de Montréal et «Scholar» du Conseil de Recherches Médicales du Canada.



Après avoir présenté certains aspects de la pollution de l'eau et de ses effets sur l'équilibre écologique (QUEBEC SCIENCE, janvier et février 1972), la chronique « Environnement » s'élève ce mois-ci quel que sept pieds au-dessus du sol.

Sept pieds, ça ne représente pas une bien grande altitude. Nous en convenons. Pourtant, l'air que nous respirons ordinairement se trouve à cette hauteur. Sauf, évidemment, lorsqu'on travaille au 20^e étage de la Place Ville-Marie ou dans un édifice à air climatisé.

Vous l'avez deviné. Ce mois-ci, nous allons parler de la pollution atmosphérique en milieu urbain. Les chimistes Maurice Boulerice et Walter Brabant travaillent à la

solution de ce problème depuis de nombreuses années, d'abord pour le compte de la Ville de Montréal et, depuis sa création, à la Communauté urbaine de Montréal. N'ayez crainte, tout ce qu'ils affirment, ils peuvent le prouver: depuis le temps qu'ils manipulent les variables de ce problème, il en connaissent toutes les facettes!

Dans un premier temps, ils expliquent le rôle vital de l'air et sa composition, le fonctionnement de l'appareil respiratoire, les principaux contaminants atmosphériques, les méfaits de la cigarette ainsi que le lien inévitable entre pollution et urbanisation.

Dans un second temps (La qualité de l'air à Montréal), les auteurs présentent, graphiques à l'appui, les principales variables de la pollution de l'air dans le territoire de la Communauté urbaine de Montréal.

Leur bilan?

Le fait que, dans le passé, Montréal n'a pas connu d'épisodes de pollution est attribuable en partie à une heureuse conjonction: les périodes d'inversion n'ont jamais dépassé 18 heures consécutives et, en hiver, la fréquence des vents est de 10 à 15% plus forte qu'en été.

Leur espoir?

La réduction progressive de 40%, de la proportion de soufre contenue dans les huiles à chauffage intervenue entre le 1^{er} octobre 1970 et le 1^{er} octobre 1972, devrait permettre d'éviter les épisodes de pollution au cours des prochaines années, à condition évidemment, que la consommation de l'huile n'augmente pas au point d'annuler les effets de cette réduction.

Leur travail?

Assainir l'air de la métropole du Canada. Pour ce faire, une cinquantaine de chercheurs, ingénieurs et techniciens échantillonnent, contrôlent, préviennent et suggèrent les mesures à prendre dans leurs sphères respectives. Avec un budget atteignant les trois quarts de million de dollars, leurs activités couvrent bien des domaines, dont, entre autres, le prélèvement de 100,000 échantillons par année (prélevés sur des périodes de deux heures chacun) dans 43 postes d'échantillonnage.

Un petit conseil en terminant: méfiez-vous des poussières plus petites que 10 microns.

Pourquoi?

Messieurs Boulerice et Brabant, à vous la parole.

air pur... air pollué il faut respirer

par Maurice Boulerice
et Walter Brabant

Dans plusieurs milieux, on a tendance à laisser croire que la pollution atmosphérique constitue un phénomène récent. Pourtant, dès la fin du 19^{ième} siècle, en ce début de la révolution industrielle, les habitants de plusieurs villes subissaient des niveaux de pollution qui seraient jugés intolérables de nos jours.

Mais les évaluations valables de qualité de l'air remontent à une vingtaine d'années tout au plus. Des concentrations élevées de polluants déterminés dans l'air ambiant sont responsables sans aucune équivoque des accidents qui se sont produits à Londres, à New-York, à Donora et à plusieurs autres endroits. Les efforts déployés pour contrôler la pollution visible de l'air datent de plus de cent ans en Angleterre et d'une cinquantaine d'années aux États-Unis. Depuis une dizaine d'années, on s'est attaqué à une autre forme de pollution de l'air beaucoup plus insidieuse: celle qui ne se voit pas et qui comprend les gaz et les aérosols incolores comme l'acide sulfurique.

Plus sale en 1960 qu'en 1972 ○ Comme en témoignent les analyses effectuées à cette période par le Service de santé de la Ville de Montréal, la région de Montréal était plus malpropre vers les années 60 qu'aujourd'hui, même si l'on s'en plaignait moins. La lutte pour améliorer notre aliment essentiel, l'air, s'est considérablement intensifiée depuis cinq ans en particulier. Déjà, les règlements édictés par la Communauté urbaine de Montréal pour assainir l'air dans notre région donnent les résultats escomptés et incitent fortement l'industrie à adopter les mesures de contrôle les meilleures que peut lui fournir la technologie moderne. En général, les dispositifs anti-pollution s'avèrent onéreux et, dans bien des cas, inadéquats. Aussi doit-on intensifier la recherche sur ce secteur afin de répondre aux nouvelles exigences des organismes chargés de veiller sur la santé publique.

L'air constitue un aliment essentiel à la vie humaine. De tous les corps célestes,

la Terre est la seule planète qui, selon les connaissances actuelles, permet la vie. Encore tout récemment, l'atterrissage des capsules spatiales sur la Lune a démontré l'importance de l'élément vital de l'air: l'oxygène. Même les pilotes d'essai volant à faible altitude — si l'on considère l'espace infini occupé par l'univers — doivent avoir recours à leur réserve d'oxygène pour ne pas succomber à l'asphyxie. Des accidents malheureux démontrent amplement que l'homme ne peut être privé d'oxygène pendant une période de cinq à six minutes sans risquer d'endommager sérieusement ses facultés cérébrales.

Il y a beaucoup d'air autour de la Terre. On calcule qu'il y en a entre 5 et 6 quadrillions (10^{24}) de tonnes. Cependant, il ne faut pas oublier que cette quantité, astronomique au premier abord, demeure limitée et que personne ne peut indiquer à l'heure actuelle s'il peut s'en trouver d'autre ailleurs. La Terre constitue, à toute fin pratique, une sphère entourée d'une couche

d'enviro-
neur d'air
de l'air uti-
est conten-
2 000 piec-
nairement
pieds.
L'air a
sur laquelle
consacré un
gaz est faci-
tres abon-
est relative-
l'autre. Le
chaque gaz
chimique e-
la mer.

Tableau 1

COMPOS-
GAZEUX

Azote
Oxygène
Argon
Ammoniac
carbone
Néon
Hélium
Méthane
Krypton
Hydrogène
Oxyde nit-
Xénon

L'azote, l'o-
carbone
La concen-
10,01% est
Non ppm
gaz dans l'a-
me de ce gaz
d'air de mé-

d'environ 15 000 pieds (4934 m) d'épaisseur d'air respirable. La plus grande partie de l'air utilisé dans les activités humaines est contenue dans une couche d'environ 2 000 pieds d'épaisseur et l'air respiré ordinairement se trouve dans les premiers 7 pieds.

L'air a été une des premières substances sur laquelle les chimistes modernes ont consacré un effort intense. Ce mélange de gaz est facilement accessible et en quantité très abondante. De plus, sa composition est relativement uniforme d'un endroit à l'autre. Le tableau 1 indique en regard de chaque gaz qui le compose, la formule chimique et sa concentration au niveau de la mer.

Tableau 1 — Composition de l'air pur et sec

COMPOSANT GAZEUX	FORMULE CHIMIQUE	CONCENTRATION (au niveau de la mer)
Azote	N ₂	78,09%
Oxygène	O ₂	20,94%
Argon	Ar	0,93%
Anhydride carbonique	CO ₂	0,032%
Néon	Ne	18 ppm
Hélium	He	5,2 "
Méthane	CH ₄	2,2 "
Krypton	Kr	1,0 "
Hydrogène	H ₂	0,5 "
Oxyde nitreux	N ₂ O	0,25 "
Xénon	Xe	0,08 "

L'azote, l'oxygène, l'argon et l'anhydride carbonique forment 99,99% du mélange. La concentration des autres constituants (0,01%) est exprimée en parties par million (ppm). Une partie par million d'un gaz dans l'air signifie qu'il existe un volume de ce gaz dans un million de volumes d'air de même unité. L'air contient aussi

plusieurs autres substances naturelles: l'anhydride sulfureux, le monoxyde de carbone, l'ammoniac NH₃, l'ozone O₃, le sulfure d'hydrogène H₂S, etc.

L'histoire de la découverte des éléments chimiques de l'air est très intéressante et est reliée aux progrès que la chimie a réalisés depuis plus de deux siècles. Vers la fin du 18^{ième} siècle, les chimistes découvrent la nature de l'air atmosphérique et sa participation aux réactions biologiques et chimiques comme la respiration et la combustion. Avec Boyle, ils apprennent à recueillir et à manipuler les gaz. Si la propriété comburante de l'oxygène et celle d'entretenir la respiration est reconnue par Priestly, c'est à Lavoisier, le père de la chimie moderne, que revient le mérite d'avoir établi par des expériences remarquables que l'air était composé d'une partie vitale: l'oxygène, et d'une partie inerte: l'azote.

Une pompe à gaz appelée thorax ○ Notre système respiratoire fonctionne grâce à une pompe à gaz appelée thorax. Dans un premier temps, le thorax se dilate et les poumons se remplissent d'air. Dans un second temps, le thorax se contracte et l'air qui avait été inspiré est expulsé. Un adulte consomme environ un million de gallons d'air par année à un rythme variant selon son activité. Au repos, chaque inhalation est d'environ une chopine.

Normalement, les poumons ne contiennent pas de bactéries ou de microbes. Ils permettent un échange rapide et facile entre l'oxygène de l'air et le gaz carbonique qui résulte de l'activité cellulaire. Les globules rouges véhiculent l'un et l'autre. Lorsqu'on examine la façon dont les poumons se défendent contre les attaques des agents extérieurs, on ne peut que demeurer surpris de l'efficacité d'un ensemble aussi complexe. Si une impureté réussit à se glisser à l'intérieur des poumons, il faut quelques heures avant qu'elle ne soit expulsée. Cette opération s'effectue par l'intermédiaire de cils vibratiles continuellement en mouvement et agissant à la façon des rames de canot. Le mouvement des cils tend à repousser vers l'extérieur toute substance

étrangère qui a pu s'introduire à l'intérieur de la trachée ou des tubes bronchiaux. Pour que l'action des cils soit plus efficace, un mucus transporte vers l'extérieur ou vers le système digestif les poussières qui ont pu s'introduire dans les voies respiratoires supérieures.

La fonction primordiale des poumons est assurée par les alvéoles, sacs minuscules au nombre d'environ trois cents millions dans chaque poumon. Si l'on réussissait à étendre ces sacs sur une surface plane, on pourrait en recouvrir un terrain de tennis. L'échange entre l'oxygène et le gaz carbonique transporté par les globules rouges qui reviennent des autres organes du corps, s'effectue au niveau des alvéoles. Débarrassée du gaz carbonique, l'hémoglobine se combine avec l'oxygène et le transporte vers toutes les parties du corps.

Les impuretés qui échappent à l'action des cils vibratiles et réussissent à pénétrer assez profondément dans les poumons jusqu'au niveau des alvéoles, sont normalement digérées par des cellules spéciales appelées macrophages. Lorsque des particules solides parviennent jusqu'aux alvéoles, elles ne peuvent alors être digérées et se localisent entre les sacs alvéolaires ou dans les canaux lymphatiques des bronches.

Les parois alvéolaires constituent des membranes diaphanes extrêmement minces. A la suite d'une irritation constante produite par une cause extérieure, elles se brisent petit à petit, réduisant ainsi la surface d'échange entre l'oxygène de l'air et les globules rouges. La victime de cette affection souffre alors d'emphysème. L'effet le plus apparent de cette maladie consiste dans l'essoufflement au moindre effort. Lorsque les parois des bronches sont continuellement enflammées ou irritées, il y a production permanente de mucus et une toux persistante accable le malade: c'est la bronchite chronique. D'une façon ou de l'autre, les poumons ont cessé de remplir efficacement leur rôle.

Monoxyde de carbone et acide sulfurique ○

L'élément le plus souvent relié aux effets de la pollution sur la santé est la présence de poussières en suspension dans l'air. C'est pour cette raison que les études épidémiologiques mentionnent presque toujours les concentrations de ces deux polluants: les poussières et l'anhydride sulfureux. Il y a un effet synergétique entre ces deux substances, c'est-à-dire que l'effet obtenu n'est pas seulement la somme des effets individuels, mais un effet plus intense. Si l'air contient des poussières l'anhydride sulfureux se fixe à la surface des poussières et peut ainsi pénétrer jusque dans les alvéoles. Une certaine quantité de ces particules sera rejetée à l'extérieur grâce au mouvement de va-et-vient de l'air. Une autre partie demeurera à l'intérieur et ne pourra plus être expulsée. Si les poussières contiennent des traces métalliques comme le fer, le vanadium ou le manganèse, une fraction de l'anhydride sulfureux qui s'y est fixée a été transformée catalytiquement en acide sulfurique. La présence d'acide sulfurique dans les poumons n'est sûrement pas une perspective agréable. Lorsqu'on parle des dangers de l'anhydride sulfureux dans l'air, il y aurait peut-être lieu de corriger et de parler des dangers de l'acide sulfurique. Cet acide est aussi présent dans les suies qui s'échappent des cheminées. La plus grande partie de l'oxyde de carbone qui est dégagé dans l'air ambiant provient des tuyaux d'échappement des automobiles. Ce gaz est mortel si on le respire à une concentration de 1 000 ppm pendant quatre heures.

L'hémoglobine a une affinité 210 fois plus grande pour l'oxyde de carbone que pour l'oxygène atmosphérique. La combinaison entre le CO et l'hémoglobine est cependant réversible et quelqu'un qui a été exposé à de faibles concentrations de CO revient aux conditions normales quelques heures après. Cependant, on a pu montrer qu'il y a une corrélation entre une

diminution de l'acuité de l'ouïe et de la vue lorsque des sujets sont exposés à des concentrations relativement élevées de CO pour des durées assez longues. Les performances d'un athlète sont aussi moins bonnes les jours où la pollution oxycarbonée est plus forte. Les malades déjà atteints de troubles cardio-respiratoires seraient aussi plus sujets à des défaillances cardiaques aux moments où cette pollution atteint des sommets. Quoiqu'il en soit, il faut considérer que pour ce type de pollution, d'autres facteurs jouent sans doute davantage que les faibles concentrations que l'on rencontre dans les rues de nos villes.

Combustibles impurs ○ Comme on l'a vu au tableau 1, l'air pur est beaucoup plus qu'un mélange d'azote et d'oxygène en proportion de 4 à 1. Il y a aussi de la vapeur d'eau en quantité variable selon le degré d'humidité et du gaz carbonique dont la concentration tend à augmenter d'année en année d'une valeur d'environ 0,7 ppm. Cette légère augmentation est due à l'utilisation croissante de combustibles: l'huile, le charbon et le gaz. Une autre conséquence de l'utilisation accrue de combustibles liquides et solides est le dégagement dans l'air de l'anhydride sulfureux. Comme on le sait, l'huile et le charbon contiennent des composés soufrés comme impuretés. Lorsqu'on brûle ces combustibles, le soufre se transforme en anhydride sulfureux et contribue à la pollution des villes. Cependant, on comprendra que de plus grandes quantités d'anhydride sulfureux sont dégagées par les raffineries et les usines qui procèdent à l'affinage des minerais de cuivre, de plomb et de nickel. Une autre source importante d'anhydride sulfureux provient des éruptions volcaniques qui dégagent d'énormes quantités de SO_2 dans l'atmosphère. L'anhydride sulfureux est un composé instable qui tend à réagir rapidement pour produire finalement des sulfates.

L'autre polluant soufré le plus connu à cause de son odeur d'œufs pourris est le sulfure d'hydrogène qui a sa source dans le raffinage du pétrole ou encore dans les procédés d'obtention de la pâte à papier. Contrairement à l'anhydride sulfureux, on peut le déceler à de très faibles concentrations. Il est aussi instable que l'anhydride sulfureux et s'oxyde facilement.

L'oxyde de carbone et l'anhydride carbonique sont produits par l'automobile en quantité appréciable si on les considère par rapport à l'anhydride sulfureux. En plus de ces deux gaz, l'automobile dégage

un grand nombre de substances polluantes dont les structures chimiques sont très voisines. Parmi ces dernières figurent les aldéhydes et les acides organiques, ainsi que les hydrocarbures non-saturés.

L'anhydride carbonique est ré-utilisé par les plantes dans la photosynthèse. L'oxyde de carbone est un gaz stable qui se diffuse très rapidement dans l'atmosphère. On ignore ce qu'il devient mais on sait que sa concentration moyenne mondiale n'augmente presque pas. Les autres hydrocarbures provenant de la combustion incomplète de l'essence sont rejetés dans l'air et contribuent en même temps que les oxydes d'azote à la formation des smogs. Le smog photochimique résulte de l'action des rayons solaires sur une atmosphère qui contient comme impuretés, des hydrocarbures non-saturés et du bioxyde d'azote NO_2 . Les interactions de ces substances conduisent parfois à la formation de polluants encore plus nocifs qu'aucun de ceux qui leur ont donné naissance, par exemple, l'ozone et le nitrate de peracétyle.

Les grosses poussières sont inoffensives ○

L'un des problèmes sérieux — qui semble à première vue quasi insoluble — est la présence de poussières en suspension dans l'air ambiant. On n'a qu'à regarder le rebord des fenêtres pour se rendre compte de la quantité de poussières qui retombent parce qu'elles sont relativement lourdes. Il y a, par contre, d'autres types de poussières, dont nous avons parlé plus haut, qui flottent longtemps dans l'air et qui risquent de demeurer dans les poumons. Ces poussières proviennent de la combustion. Il y a, de plus, la poussière soulevée par le vent, par le passage des automobiles et des camions ainsi que celle qui provient de l'usure des matériaux et des édifices. En été, l'air charrie une grande quantité de pollens provenant en particulier de l'herbe à poux. En hiver, il y a toute la poussière due à l'utilisation des huiles de chauffage. Enfin, les procédés industriels, les cours de triage, les zones portuaires et les carrières contribuent à l'empoussièrément général d'une ville. Il est très important de distinguer les poussières selon leur diamètre. Celles qui ont plus de 10 microns ne contribuent qu'à la saleté générale et retombent au sol à peu de distance de leur source d'émission. Celles qui ont moins de 10 microns se comportent comme des gaz et peuvent se loger dans les poumons.

L'analyse chimique des poussières en suspension révèle qu'elles contiennent en plus de ce qu'on a mentionné précédemment, des carbonates, des nitrates, des chlorures, des silicates, du plomb, du fer, du manganèse, du calcium, du sodium, des pesticides, etc. Il faut signaler que ces substances se retrouvent aussi quelques fois dans l'eau et les aliments que nous absorbons quotidiennement.

La cigarette plus dangereuse que la pollution de l'air ○ Dans toutes les études sérieuses concernant les effets sur la santé de la pollution atmosphérique, on établit toujours une différence fondamentale chez les individus. On sépare ces derniers en deux catégories: les fumeurs et les non-fumeurs. On a établi au début que le phénomène de la combustion était en très grande partie responsable des substances qui polluent l'air. La cigarette que l'on fume peut être considérée comme un foyer de combustion pourvu d'une petite cheminée blanche. L'extrémité de cette cheminée est placée dans la bouche du fumeur et ce dernier aspire les fumées qui se dégagent du foyer.

Il n'existe pas de «maladie de la pollution atmosphérique» qui puisse être reproduite en laboratoire en utilisant des conditions telles qu'on rencontre dans l'air ambiant des villes. Tout au plus a-t-on pu démontrer que le séjour dans les villes aggravait certaines affections comme la bronchite ou le cancer du poumon. D'autre part, les études anglaises et américaines ont prouvé qu'il y avait une relation entre l'augmentation des décès dus au cancer des voies respiratoires et l'habitude de fumer. Plusieurs médecins ne craignent pas d'affirmer que l'habitude de fumer la cigarette est plus dangereuse que la pollution de l'air. En Angleterre, à la suite d'un rapport fortement documenté sur les méfaits de la cigarette, 70% des médecins ont abandonné l'habitude de fumer.

Une façon de mettre en évidence les différences qui peuvent exister entre fumeurs et non-fumeurs face à la pollution atmosphérique, est l'étude de paires de jumeaux qui vivent dans des milieux différents. Le docteur R. Cederlof a entrepris une étude du genre qui a porté sur 7 000 couples de jumeaux mâles. Il en est venu à la conclusion que lorsqu'un des jumeaux vit à la ville et l'autre à la campagne et que les deux sont des fumeurs, le jumeau citadin est plus susceptible de contracter une bronchite ou de faire de l'angine que son jumeau de campagne. Si, par contre, les deux sont des non-fumeurs, il n'y a aucune différence entre les deux. Cette différence de susceptibilité à contracter une maladie pulmonaire est attribuée par le docteur Cederlof à ce qu'il appelle le «facteur urbain». Le facteur urbain est relativement complexe et implique en plus de la pollution atmosphérique les facteurs socio-économiques, les habitudes de vie, le métier, l'habitude de fumer, etc.

L'urbanisation irréversible ○ Au Québec, 40% de la population habite l'île de Montréal. Cette superficie de 190 milles carrés correspond à 1/27 de un pourcent de celle de la province. La population de ce territoire a augmenté de 20% au cours des dix dernières années et se chiffre à 2 064 000 en 1972.

Le nombre de véhicules-moteur est passé de 370 000 à 640 000 durant cette période. La consommation des huiles de chauffage a presque doublé. La surface des rues atteint près de 10% de toute la superficie de l'île. Il a fallu élargir les rues, construire des voies de circulation rapide, un métro pour absorber cette explosion démographique. Dans le centre-ville, des parkings ont surgi un peu partout. On construit des gratte-ciel qui sont pris d'assaut par les

travailleurs durant la semaine. C'est le phénomène d'urbanisation que l'on rencontre partout dans le monde.

Cette situation est reliée directement à l'accroissement de la population. Les personnes âgées désirent demeurer où elles sont tandis que les jeunes couples ont tendance à émigrer vers les nouvelles banlieues. Le résultat net, en ce qui regarde la pollution atmosphérique, consiste très souvent en une augmentation des concentrations de polluants des «centre-ville» et en un agrandissement de la zone urbaine où l'on peut mesurer des quantités appréciables de polluants.

A la limite, toutes les zones habitées ne formeront plus qu'une vaste agglomération qui sera confrontée avec la situation que nous vivons aujourd'hui. Espérons que nous saurons alors maîtriser tous les facteurs de pollution atmosphérique. Il faudra respirer tout de même! □

la qualité de l'air à Montréal

par Maurice Boulerice
et Walter Brabant

Le monoxyde de carbone est un contaminant universel. Sa concentration dans l'air ne doit pas dépasser 50 ppm durant 8 heures dans les lieux de travail. Aux intersections achalandées d'une ville, il peut atteindre cent ou deux cents ppm et près de cinquante ppm pendant quelques minutes dans les rues à circulation dense. Ces concentrations ne sont pas surprenantes si l'on considère que les gaz d'échappement des véhicules utilisant l'essence en contiennent jusqu'à 50 000 ppm. Au voisinage de la rue Sainte-Catherine dans le centre-ville, sa teneur moyenne est de 8 ppm. Le séjour de ce gaz incolore et inodore dans l'atmosphère dure quelques mois.

L'anhydride sulfureux est aussi un contaminant universel. Sa concentration

moyenne annuelle à Montréal est de 0,04 ppm et sa concentration moyenne maximum durant deux heures dans le centre-ville se situe à près de 0,5 ppm. En été, sa teneur au même endroit diminue à 0,01 ppm.

Les particules en suspension constituent probablement les polluants les plus dangereux. Leur concentration dans l'air pur peut s'élever jusqu'à 50 microgrammes par mètre cube. La concentration moyenne annuelle aux huit postes d'échantillonnage dans la région montréalaise est 100 microgrammes par mètre cube. Elle fluctue de jour en jour avec des valeurs maximales aussi élevées en été qu'en hiver.

En hiver, ces particules sont acides, car elles contiennent de l'acide sulfurique. En été, elles ont un pH neutre ou alcalin.

Au cours des dernières années, notre région a subi des périodes de stagnation qui n'ont jamais dépassé 18 heures consécutives. C'est la raison principale pour laquelle il n'y a pas eu d'épisodes de pollution dans notre région. Il convient de souligner que durant la période de production plus intense de polluants dus à la combustion des huiles de chauffage, c'est-à-dire en hiver, les vents sont de 10 à 15% du temps plus forts et les périodes d'inversions moins fréquentes. Nous subissons donc des niveaux de pollution moindres à cause de ces deux facteurs.

Leur durée dans l'atmosphère est d'environ une journée. S'il pleut ou s'il neige, elles sont entraînées aussitôt au sol. Elle provoque une fréquence plus élevée des précipitations dans les villes en agissant comme noyaux de condensation des gouttelettes de pluie. Les rayons solaires sont moins intenses à cause d'elles et l'insolation des villes s'en trouve diminuée.

Le vent ○ La qualité de l'air peut varier considérablement d'une journée à l'autre et même d'une heure à l'autre. Les facteurs météorologiques comme la vitesse et la direction du vent ainsi que les inversions de température représentent les principaux paramètres responsables des changements notables des concentrations de polluants dans l'air des villes.

La qualité de l'air dépend non seulement du dégagement des quantités de polluants mais surtout de la dilution des polluants dans l'atmosphère. De petites quantités de polluants émises lorsque les conditions de ventilations sont mauvaises peuvent produire des concentrations plus élevées de polluants dans l'air ambiant que lorsque des fortes quantités de polluants sont émises avec une meilleure ventilation. Les polluants peuvent être dispersés horizontalement et verticalement. Dans le premier cas, la vitesse du vent est un facteur prédominant de dilution tandis que dans le second cas un profil de température décroissant avec l'élévation au-dessus du sol favorise le mélange des gaz avec l'air.

La température ○ Durant le jour, la température de l'air près du sol est plus chaude que celle au-dessus. Il s'ensuit que l'air chaud tend à s'élever, entraînant avec lui les polluants. La hauteur de cette couche de mélange détermine la capacité verticale de dilution de l'atmosphère. La nuit, la surface du sol se refroidit plus rapidement que l'air immédiatement en contact avec elle. La différence de température entre celle-ci et les couches d'air supérieures diminue de même que la dilution verticale. A certains jours, le sens de cette différence peut devenir inversée, c'est-à-dire que la couche d'air inférieure est plus froide que la couche d'air supérieure. Cette situation caractérise une inversion et empêche la dispersion verticale des polluants.

Ces inversions sont généralement accompagnées de vents faibles de sorte que la dispersion horizontale se trouve aussi diminuée et les polluants s'accumulent considérablement. De plus, si des vents faibles soufflent à ce moment d'une direction où se trouvent des sources importantes de pollution, les endroits situés en aval de ces sources seront soumis à de fortes concentrations de polluants.

Échantillonnage ○ Afin d'illustrer leurs effets sur les niveaux d'anhydride sulfureux et la quantité de particules en suspension représentée ici par l'indice COH, nous avons choisi d'étudier les niveaux de pollution au

poste St-Jacques les 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 janvier 1970. Chaque trait vertical du graphique 1 représente une durée de deux heures. Nous avons donc douze traits pour chaque jour et la hauteur du premier trait représente la grandeur moyenne de chaque mesure entre minuit et deux heures, la suivante la grandeur entre deux heures et quatre heures, etc.

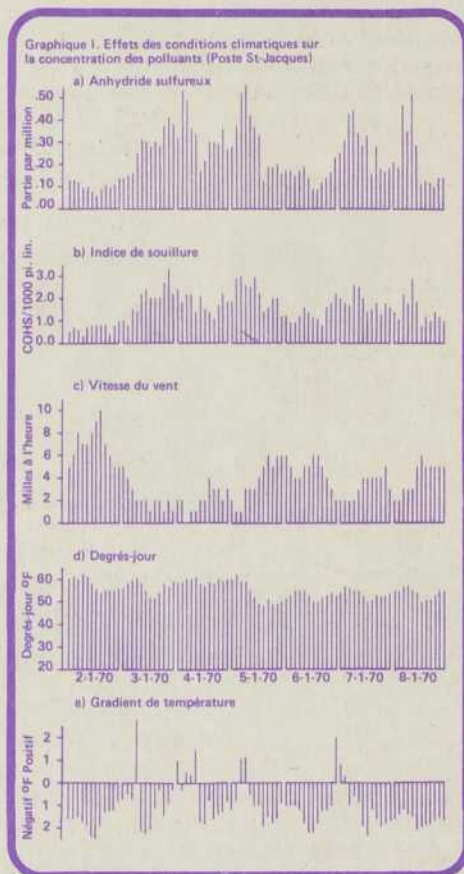
On remarquera d'abord qu'il a fait à peu près également froid durant les sept jours d'échantillonnage. On peut donc supposer que les quantités de polluants émises sont semblables. Toutefois, on note au graphique 1-a que les concentrations de SO_2 les 3, 4, 5, 7 et 8 janvier sont très élevées et variables. Elles atteignent 0,5 ppm et plus durant certaines périodes d'échantillonnage de deux heures, soit le 4 janvier entre 2 et 4 heures, le 5 janvier entre 4 et 8 heures et le 8 janvier entre 8 et 10 heures. Pour chacune de ces périodes, on constate que la vitesse du vent est faible à deux ou trois milles à l'heure et que le profil de température est, dans bien des cas, inversé (positif). Par contre, lorsque la ventilation horizontale est bonne comme la journée du 2 janvier avec des vents dont la vitesse est supérieure à 5 mph, les concentrations de SO_2 sont de l'ordre de 0,10 ppm même pour des températures près de $5^\circ F$ (60 degrés-jour). Le graphique 1-b montre des variations aussi importantes et des valeurs maximales et minimales coïncidant avec le degré de dispersion horizontale et verticale.

Les saisons ○ Depuis deux ans, les médias d'information renseignent quotidiennement le public sur les concentrations d'anhydride sulfureux déterminées au poste St-Jacques situé au coin des rues Amherst et Ontario. Lorsqu'on connaît la relation qui existe entre les concentrations mesurées à ce poste et celles obtenues simultanément à dix autres postes de notre réseau d'échantillonnage, il est possible de savoir la situation qui prévaut aussi bien dans le centre-ville qu'au poste Berri situé à la périphérie de l'île.

A compter du mois d'octobre, les niveaux moyens mensuels de SO_2 augmentent progressivement, atteignent un maximum au mois de janvier puis diminuent jusqu'au mois de mai et demeurent négligeables et à peu près constants durant l'été.

C'est durant les mois froids que la limite tolérable de qualité d'air fixée par la CUM, soit une concentration de 0,10 ppm d'anhydride sulfureux durant 24 heures, est dépassée à plusieurs postes les jours où la ventilation est mauvaise.

Le chauffage des locaux s'avère nécessaire lorsque la température extérieure est inférieure à $65^\circ F$. Plus la température extérieure s'éloigne de $65^\circ F$, plus il faut



Le graphique 1-a représente les concentrations de SO_2 pour chaque période de deux heures à partir de minuit le 2 janvier 1970 jusqu'à minuit le 8 janvier 1970. Le graphique 1-b fournit l'indice de souillure des échantillons prélevés simultanément. Le graphique 1-c indique la vitesse du vent enregistrée à l'aide d'un anémomètre placé sur le toit du poste St-Jacques. Le graphique 1-d indique les degrés-jour relevés aux mêmes heures. Le degré-jour est une valeur qui exprime la différence entre $65^\circ F$ et la température moyenne d'une journée. En d'autres termes, cette valeur mesure le degré de froid de ce jour. Le graphique 1-e montre les gradients de température calculés à partir de la tour météorologique située au Jardin Botanique. La direction positive représente les périodes d'inversions de température c'est-à-dire une mauvaise dispersion verticale des polluants. La direction négative indique les périodes ayant un profil vertical normal de température et par conséquent une bonne dispersion des polluants.

que pensez-vous de québec science?

Votre opinion est essentielle. Nous avons besoin de la connaître pour être à même de parler des sujets qui vous tiennent à coeur, de rencontrer les hommes de science qui vous semblent les plus intéressants, bref, de vous livrer chaque mois le magazine dont le nom même définit l'objectif intégral: QUÉBEC SCIENCE.

Comment répondre au questionnaire? ○ Rien de plus simple que de répondre au questionnaire ci-après.

● Il suffit de cocher ou la case appropriée au bout de chaque question ou sous-question.

Exemple: Êtes-vous du sexe (10)

masculin

féminin

● Ne vous occupez pas des chiffres entre parenthèses ou de ceux inscrits dans la première case au bout de chaque question. Ces chiffres serviront à la compilation par ordinateur de vos réponses.

● Comme vous pourrez le constater, répondre au questionnaire ne prendra que 7 minutes de votre temps. Mais pour que le sondage soit valable, il est absolument essentiel d'obtenir l'opinion de la majorité des lecteurs de QUÉBEC SCIENCE.

● Vos réponses resteront confidentielles. Il n'est pas nécessaire d'indiquer votre nom et votre adresse. D'ailleurs, aucun espace n'a été prévu à cette fin. Les résultats seront analysés dans leur ensemble et non pas sur une base individuelle. Pour ceux qui désirent ajouter leurs commentaires, nous avons prévu un espace à la fin du questionnaire. Si vous manquez de place, n'hésitez pas à compléter vos commentaires sur une autre feuille.

Utilisez l'enveloppe pré-adressée ci-jointe pour nous faire parvenir dès aujourd'hui vos réponses au questionnaire.

QUÉBEC SCIENCE

Case postale 250
Sillery, Québec 6

Êtes-vous abonné à QUÉBEC SCIENCE? (6)

oui

non

Si vous n'êtes pas abonné, où vous procurez-vous QUÉBEC SCIENCE? (7)

dans un kiosque à journaux

un ami vous le prête

un professeur vous le prête

un parent vous le prête

Si vous êtes abonné à QUÉBEC SCIENCE, l'êtes-vous depuis: (8)

un an

deux ans

trois ans

plus de trois ans

Quel âge avez-vous? (9)

de 10 à 15 ans

de 16 à 20 ans

de 21 à 25 ans

de 26 à 30 ans

31 ans et plus

Êtes-vous du sexe masculin (10)

féminin

Êtes-vous: (11-12)

étudiant(e) au primaire?

au secondaire?

au CEGEP?

à l'université?

professeur au primaire?

au secondaire?

au CEGEP?

à l'université

chercheur?

autre?

Si vous êtes étudiant, l'êtes-vous (13)

à plein temps?

à temps partiel?

Si vous êtes étudiant, êtes-vous (14)

en sciences pures?	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
en sciences appliquées?	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>
en sciences humaines?	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>

Si vous êtes étudiant, votre père est: (15-16)

journalier?	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
homme de métier?	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
employé de bureau?	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
vendeur?	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>
commerçant?	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>
technicien?	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text"/>
professionnel à son compte? (médecin, avocat, etc.)	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
professionnel salarié?	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>
cadre?	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>
administrateur?	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text"/>

Combien d'années de scolarité avez-vous? (17)

de 0 à 10 ans	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
de 11 à 15 ans	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>
de 16 à 20 ans	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>
21 ans et plus	<input type="text" value="9"/>	<input type="text"/>

Faites-vous partie: d'un club-science? (19)

d'une association de jeunes scientifiques?	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	(20)
d'une association scientifique?	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	(21)
d'une association professionnelle?	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	(22)
d'une association de type scientifique ou professionnel?	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	(23)
d'aucune association?	<input type="text" value="9"/>	<input type="text"/>	(23)

Parmi les numéros déjà parus cette année, combien en avez-vous lu, en entier ou en partie? (24)

un numéro	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
deux numéros	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>
trois numéros	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>
quatre numéros	<input type="text" value="4"/>	<input type="text"/>
cinq numéros	<input type="text" value="5"/>	<input type="text"/>
six numéros	<input type="text" value="6"/>	<input type="text"/>
sept numéros	<input type="text" value="7"/>	<input type="text"/>
huit numéros	<input type="text" value="8"/>	<input type="text"/>

Trouvez-vous le contenu actuel de QUÉBEC SCIENCE (25)

très satisfaisant	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
satisfaisant	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>
insatisfaisant	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>
très insatisfaisant	<input type="text" value="4"/>	<input type="text"/>

Lisez-vous (26-30)

	régulièrement	de temps à autre	jamais	
Science et vie	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	(26)
Science et avenir	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	(27)
Scientific American	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	(28)
La Recherche	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	(29)
Le Naturaliste	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	(30)

Trouvez-vous la présentation actuelle de QUÉBEC SCIENCE (32)

très satisfaisante	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
satisfaisante	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>
insatisfaisante	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>
très insatisfaisante	<input type="text" value="4"/>	<input type="text"/>

Croyez-vous que la majorité des articles de QUÉBEC SCIENCE devraient surtout parler de la science au Québec? (33)

oui	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
non	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>
ne sait pas	<input type="text" value="9"/>	<input type="text"/>

Croyez-vous que QUÉBEC SCIENCE devrait publier des dossiers portant sur les implications scientifiques, techniques et sociales des questions d'actualité (ex. le développement de la Baie-James, l'énergie nucléaire, les débouchés, etc)? (34)

oui	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
non	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>
ne sait pas	<input type="text" value="9"/>	<input type="text"/>

Dans QUÉBEC SCIENCE, lisez-vous: (35)

tous les articles	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
seulement les articles de fond	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>
seulement les articles d'actualité	<input type="text" value="3"/>	<input type="text"/>
seulement les rubriques	<input type="text" value="4"/>	<input type="text"/>
un peu de tout	<input type="text" value="5"/>	<input type="text"/>

Quel genre d'articles préférez-vous? (Faire 3 choix par ordre de préférence et les indiquer par la lettre correspondante dans les cases appropriées) (36-37-38)

exemple choix no	<input type="text" value="1"/>	J	no	<input type="text" value="2"/>	Q	no	<input type="text" value="3"/>	M
astronomie	<input type="text" value="A"/>		informatique	<input type="text" value="K"/>				
archéologie	<input type="text" value="B"/>		mathématiques	<input type="text" value="L"/>				
biologie	<input type="text" value="C"/>		médecine	<input type="text" value="M"/>				
chimie	<input type="text" value="D"/>		politique scientifique	<input type="text" value="N"/>				
écologie	<input type="text" value="E"/>		physique	<input type="text" value="O"/>				
économique	<input type="text" value="F"/>		psychologie	<input type="text" value="P"/>				
histoire	<input type="text" value="G"/>		sciences naturelles	<input type="text" value="Q"/>				
géographie	<input type="text" value="H"/>		sociologie	<input type="text" value="R"/>				
géologie	<input type="text" value="I"/>		technologie	<input type="text" value="S"/>				
génie	<input type="text" value="J"/>		Choix no	<input type="text" value="1"/>	no	<input type="text" value="2"/>	no	<input type="text" value="3"/>



Quelle rubrique préférez-vous? (Faire 3 choix par ordre de préférence et les indiquer par lettre correspondante dans les cases appropriées)

(39-40-41)

éditorial A à vous de jouer F
 environnement B comment on devient G
 expérience du mois C flash H
 le labo D voulez-vous lire? I
 échec et maths E Choix no 1 no 2 no 3

Avez-vous réalisé, en tout ou en partie, une ou plusieurs des expériences proposées dans:

le Labo? oui 1 non 2 (43)
 l'Expérience du mois? oui 1 non 2 (44)

Trouvez-vous les livres proposés dans «Voulez-vous lire?» (45)

bien choisis? 1
 mal choisis? 2

Avez-vous déjà lu un ou plusieurs des livres proposés dans «Voulez-vous lire?» (46)

oui 1 non 2

En général, trouvez-vous les articles publiés dans QUÉBEC SCIENCE: (47)

très faciles 1
 faciles 2
 assez faciles 3
 assez difficiles 4
 difficiles 5
 très difficiles 6

Trouvez-vous qu'il y a: (48)

trop de photos 1
 assez de photos 2
 pas assez de photos 3

Trouvez-vous qu'il y a: (49)

trop de graphiques 1
 assez de graphiques 2
 pas assez de graphiques 3

Trouvez-vous qu'il y a: (50)

trop de formules 1
 assez de formules 2
 pas assez de formules 3

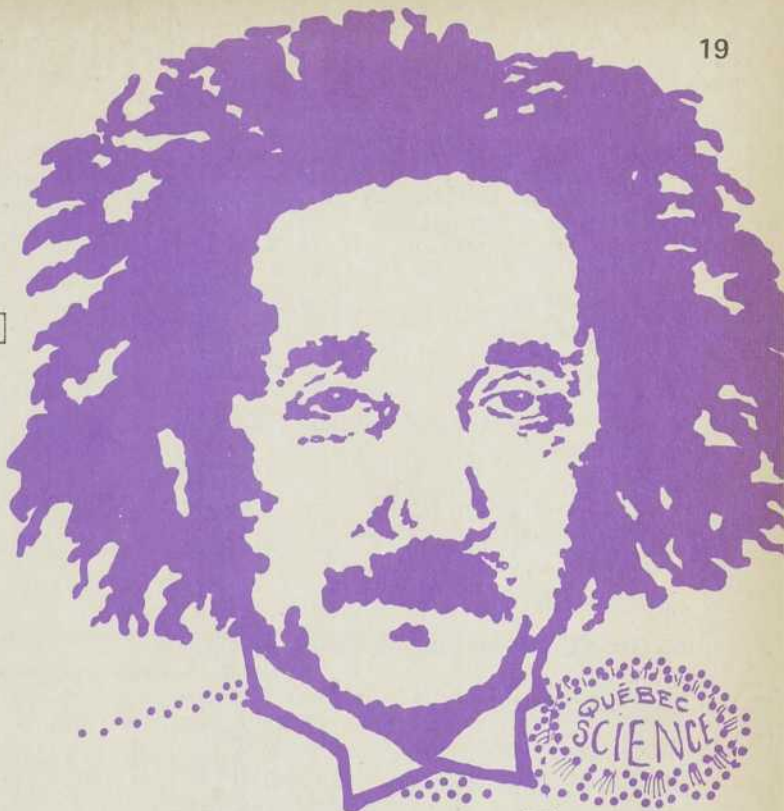
QUÉBEC SCIENCE vous apporte-t-il surtout des connaissances: (51)

sur des sujets connus 1
 sur des sujets nouveaux 2
 sur des sujets de pointe 3

Croyez-vous que QUÉBEC SCIENCE devrait accorder une plus grande importance aux nouvelles sur: (faire 3 choix par ordre de préférence et les indiquer par la lettre correspondante dans les cases appropriées)

(53-54-55)

les découvertes scientifiques québécoises A
 la recherche au Québec B
 l'actualité scientifique internationale C
 la politique scientifique D



les hommes de science québécois E

les activités des jeunes scientifiques F

les activités des associations scientifiques et professionnelles G

Choix no 1 no 2 no 3

Croyez-vous que les articles de QUÉBEC SCIENCE devraient porter sur des sujets reliés aux programmes scolaires? (56)

oui 1
 non 2
 ne sait pas 3

Croyez-vous que QUÉBEC SCIENCE devrait présenter: (une seule réponse) (57)

beaucoup de reportages 1
 peu de reportages 2

Croyez-vous que QUÉBEC SCIENCE devrait présenter: (une seule réponse) (58)

beaucoup d'interviews 1
 peu d'interviews 2

QUÉBEC SCIENCE vous semble-t-elle une revue: (une seule réponse) (59)

d'information 1
 de vulgarisation 2
 d'actualité 3
 d'opinion 4

Selon vous, qui publie QUÉBEC SCIENCE? (une seule réponse) (60)

l'Association des jeunes scientifiques (AJS) 1
 le Conseil de la jeunesse scientifique (CJS) 2
 l'Association canadienne française pour l'avancement des sciences (ACFAS) 3
 le ministère de l'Éducation 4
 les Presses de l'Université de Montréal 5

les Presses de l'Université du Québec 6

un autre organisme 7

ne sait pas 9

Croyez-vous que QUÉBEC SCIENCE devrait surtout présenter des articles rédigés: (une seule réponse) (61)

par des professeurs 1

par des étudiants 2

par des journalistes 3

par des chercheurs 4

Trouvez-vous le nombre de pages de QUÉBEC SCIENCE (une seule réponse) (62)

très suffisant 1

suffisant 2

insuffisant 3

très insuffisant 4

Trouvez-vous que QUÉBEC SCIENCE devrait accorder à la publicité (63)

beaucoup plus d'espace 1

plus d'espace 2

le même espace que cette année 3

moins d'espace 4

beaucoup moins d'espace 5

Avez-vous déjà recommandé la lecture de QUÉBEC SCIENCE (64)

oui 1

non 2

Si vous avez déjà recommandé QUÉBEC SCIENCE, est-ce: (66-67-68)

à un ami 1

à un parent 1

à un confrère 1

Selon vous, combien d'abonnés compte QUÉBEC SCIENCE: (69)

de 1 000 à 5 000 1

de 5 001 à 10 000 2

de 10 001 à 15 000 3

de 15 001 à 20 000 4

de 20 001 à 30 000 5

plus de 30 001 6

ne sait pas 9

Combien pensez-vous que QUÉBEC SCIENCE publie de numéros par année (une seule réponse) (70)

6 numéros 1

8 numéros 2

10 numéros 3

12 numéros 4

Combien pensez-vous que QUÉBEC SCIENCE devrait publier de numéros par année? (une seule réponse) (71)

6 numéros 1

8 numéros 2

10 numéros 3

12 numéros 4

Que pensez-vous de QUÉBEC SCIENCE?
(Écrivez ici vos commentaires et vos suggestions)

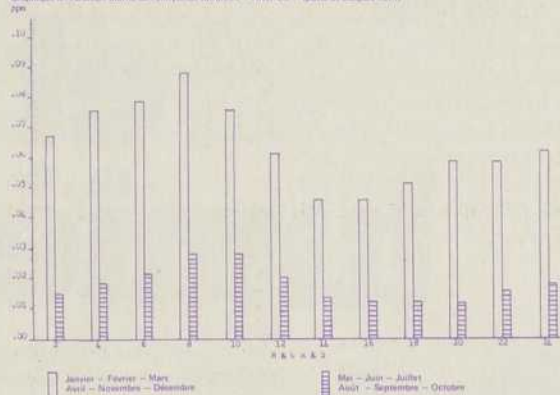
Postez le tout à
QUÉBEC SCIENCE
Case postale 250
Sillery, Québec 6

utiliser de combustibles pour le chauffage des édifices commerciaux, domestiques et industriels. Cette consommation et, par le fait même, la production d'anhydride sulfureux est proportionnelle aux degrés-jour.

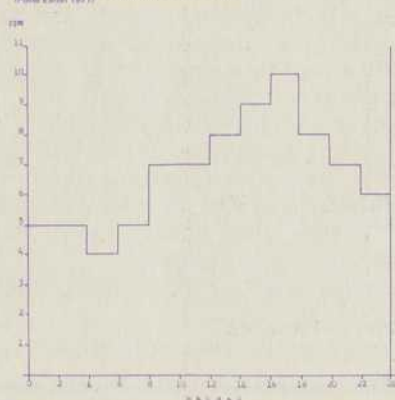
Le niveau que peuvent atteindre certains polluants varie selon l'heure de la journée tant en hiver qu'en été. C'est ce que montre le graphique 2 relativement à l'anhydride sulfureux. Les concentrations tendent vers un maximum durant la période de 6 à 8 heures et vers un minimum l'après-midi de 12 à 16 heures. La reprise des activités le matin est en partie responsable de la hausse de ce polluant. La diminution de l'après-midi est surtout attribuable à une meilleure ventilation de l'atmosphère.

Pour le monoxyde de carbone dont plus de 95% des quantités produites dans la région proviennent des véhicules-moteur utilisant l'essence, on observe que les concentrations maximales déterminées au poste Eaton (graphique 3), intersection Sainte-Catherine et Université, entre 16 et 18 heures correspondent à la période où la circulation automobile est la plus intense.

Graphique II. Variation diurne de l'anhydride sulfureux - Hiver-Eté - (poste St-Jacques 1971)

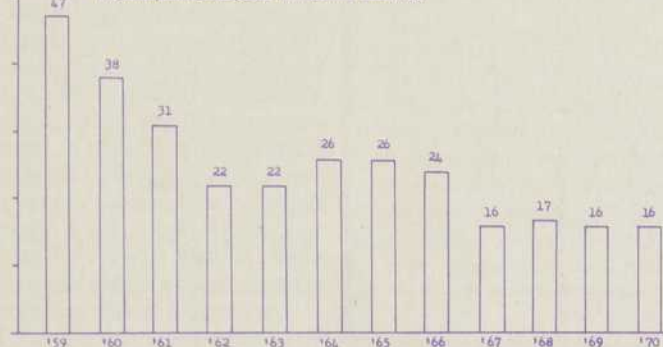


Graphique III. Variation diurne du monoxyde de carbone (Poste Eaton 1971)

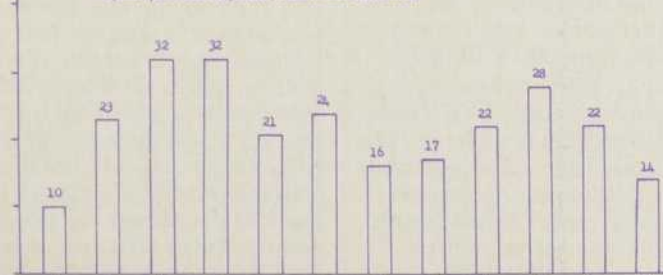


Depuis 1959, les quantités de poussières qui retombent sur le sol ont subi une diminution appréciable comme en témoigne le graphique 4. Elles atteignaient la valeur 47 tonnes par mille carré par mois en 1959, tandis qu'en 1970 cette valeur s'élève à 16 T/Mi²/M, soit une diminution de 70%. Le graphique 5 montre que les quantités de poussières sédimentables varient aussi selon un cycle. On obtient un maximum aux mois d'avril et d'octobre et un minimum en janvier et décembre. Le premier maximum correspond avec le moment de la fonte des neiges et le second avec le début de la saison du chauffage. Le minimum arrive au moment où le sol est entièrement couvert de neige. □

Graphique IV. Variation annuelle des poussières insolubles retombées (Moyenne pour tous les postes (Tonnes/Mille carré/Mois))



Graphique V. Variation mensuelle des poussières insolubles retombées en 1967-68-69 (Moyenne pour tous les postes (Tonnes/Mille carré/Mois))



POUR EN SAVOIR PLUS LONG

PÉTRIE, J.P., *La pollution atmosphérique*, Dunod, Paris, 1969.

La pollution de l'air par l'anhydride sulfureux et les particules aéroportées à Montréal, Rapport du Service de santé de Montréal, 1970.

La pollution de l'air par le monoxyde de carbone à Montréal, Rapport du Service de santé de Montréal, 1969.

Cities, Scientific American, Septembre 1965.

Environmental Quality - 1970, The First Annual Report of the Council on Environmental Quality.

M. Walter Brabant est surintendant de la Division des laboratoires à la Communauté urbaine de Montréal et M. Maurice Boulerice, chimiste à cette même division.

les plantes et la lumière



par Michel Boudoux

Avec le retour du soleil printanier, il vous sera certainement fort agréable de jardiner quelque peu tout en enrichissant vos connaissances en biologie. Voilà pourquoi, ce mois-ci, Michel Boudoux nous invite à découvrir par nous-mêmes pourquoi les belles-de-jour fleurissent le jour, les belles-de-nuit, sous une lumière tamisée, et les chrysanthèmes, à la fin de l'été et aussi, à expérimenter la rapidité avec laquelle certaines plantes se tournent vers le soleil.

Que pour croître et se développer un végétal ait besoin de lumière, cela ne fait de doute pour personne.

Depuis notre plus jeune âge, nous savons cela. Aussi n'est-ce pas ce phénomène que nous tenterons de mettre en évidence dans cet article. Nous essayerons plutôt de dégager quelques aspects plus sélectifs du rôle de la lumière dans le règne végétal. Les expériences que nous vous proposons ce mois-ci ne feront pas appel à un matériel sophistiqué. Bien au contraire, quelques graines de haricot, deux ou trois plantules et un peu d'imagination suffiront, ce qui n'enlèvera d'ailleurs rien à l'intérêt que l'on peut retirer de telles expériences.

Mais avant d'aller plus loin, il serait peut-être bon de rappeler — dans ses toutes grandes lignes — le phénomène de la *photosynthèse*.

La terre peut être considérée comme un système thermodynamique ouvert, en ce sens qu'il perd et reçoit constamment de l'énergie de l'extérieur. Notre principale source d'énergie est, on s'en doute, le soleil. Cette énergie nous parvient sous forme de rayonnement lumineux. Encore faut-il qu'il y ait, sur terre, un «accepteur» d'énergie, capable d'emmagasiner celle-ci et de s'en servir «intelligemment». Cet accepteur, c'est le règne végétal ou plus précisément les végétaux chlorophylliens. En effet, grâce à leurs pigments chlorophylliens, ceux-ci sont capables d'emmagasiner l'énergie solaire et de s'en servir pour l'élaboration de biosynthèses.

L'équation globale de la photosynthèse peut s'écrire:

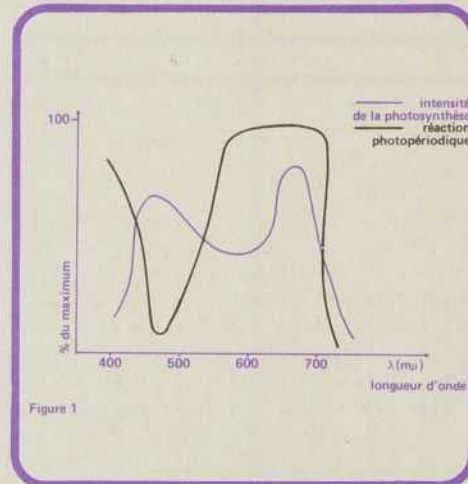
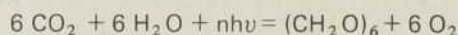


Figure 1

ce qui signifie que les plantes vertes (c'est-à-dire chlorophylliennes), sous l'action de la lumière solaire (de 4 000 à 10 000 Å) absorbent du CO_2 , rejettent une quantité moléculairement équivalente d' O_2 et procèdent en même temps à une biosynthèse, c'est-à-dire à l'élaboration de constituants organiques (R. Bastin, dans *Physiologie végétale*). Si l'on excepte l'action limitée des bactéries chimioautotrophes (ferrugineuses, sulfureuses...) les plantes vertes, algues comprises, ont produit et conti-

nent de produire la quasi-totalité de la lumière, aidée d'un «biocatalyseur» (en l'occurrence la chlorophylle) est à l'origine d'une création d'ordre.

La longueur du jour ○ Jusqu'à présent nous avons parlé de l'interaction végétal-lumière. Il faut maintenant remarquer que tous les végétaux n'adoptent pas vis-à-vis de la lumière le même comportement. Le langage populaire ne dit-il pas que certaines plantes «cherchent la lumière», tandis que d'autres, comme les violettes, ne peuvent se développer que sous une lumière tamisée? Certaines plantes, par contre, fleurissent dès la fin de l'hiver tandis que d'autres attendent l'été pour s'épanouir.

Nous voici donc confrontés avec un premier aspect sélectif de l'interaction

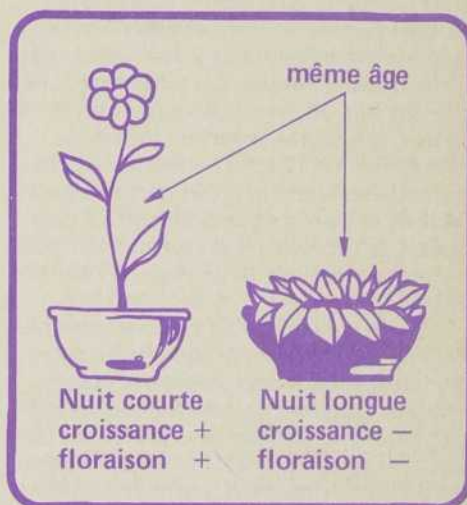


Figure 2 — le *Rudbekia speciosa* est une plante à jours longs

plante-lumière. Voici comment ce phénomène fut constaté pour la première fois. En 1920, à Washington, deux biologistes américains, Garner et Allard, travaillaient sur une variété de tabac, le Maryland Mammouth qui fleurit et fructifie chaque année dans le sud des États-Unis. Mais à Washington, ils ne parvenaient pas à le faire fleurir. Après avoir mis en serre des plants adultes, quelle ne fut pas leur surprise de les voir fleurir durant l'hiver.

Garner et Allard imputèrent la cause du phénomène à la longueur du jour, le seul facteur ayant varié apparemment. En fait, et de nombreuses études devaient le vérifier dans la suite, ce n'est pas tant la longueur du jour comme telle qui importe mais le rapport entre la période d'obscurité ininterrompue et la longueur du jour et celle de la nuit subséquente. Ce phénomène qu'on désigne aujourd'hui sous le nom de *photopériodisme* affecte la très grande majorité des plantes. Certaines sont dites «à jours longs», d'autres «à jours courts», d'autres encore semblent indifférentes à la longueur du jour ou de la nuit.

Expérience no 1: Pourquoi les chrysanthèmes ne fleurissent qu'à la fin de l'été

La première expérience que nous vous proposons est celle-ci. Procurez-vous chez un jardinier, un pépiniériste ou un marchand qui vend des graines, des graines ou des plantules de salvia (sauge). Faites-les germer et croître pendant trois ou quatre semaines, jusqu'à ce que les plants soient suffisamment développés. Ceci peut se faire sur l'appui d'une fenêtre, par exemple. Quand les plants auront atteint leur taille, préparez cinq pots de terre et remplissez-les d'un mélange tourbe/terre noire que vous trouverez dans le commerce. Repiquez un plant de salvia dans chaque pot et inscrivez sur chaque pot un numéro, 7, 12, 17, 19 et 24. L'expérience peut maintenant commencer.

Le plant numéro 7 recevra sept heures de lumière par jour (*photophase*), et aura donc une période obscure de $24 - 7 = 17$ heures (*nyctophase*). Le plant marqué 12 aura 12 heures de lumière et 12 heures d'obscurité. Le plant numéro 17 verra sa photophase s'allonger à 17 heures et restera donc 7 heures dans l'obscurité. Les plants désignés par 19 et 24 auront respectivement 19 et 24 heures de lumière par jour.

Dans ces trois derniers cas, il est possible que la durée du jour soit inférieure: vous devrez alors suppléer au moyen d'un éclairage artificiel (tubes ou néons de type «gro-lux» fabriqués par Sylvania, par exemple). L'idéal serait évidemment que vous puissiez vous installer cinq éclairages artificiels différents mais si cela n'est pas possible vous pouvez néanmoins vous servir de la lumière naturelle. Une fois le dispositif installé, observez vos plants tous les jours et, si possible, photographiez-les au moins une fois par semaine.

Après quelque temps, vous remarquerez des changements importants concernant la croissance et la floraison: un type de photopériode favorise l'apparition de bourgeons floraux, tandis qu'un autre type augmente considérablement la croissance. Une fois l'expérience terminée, vous pourrez différencier ces types en comparant vos notes et vos photos. Peut-être alors serez-vous mieux en mesure de comprendre pourquoi les chrysanthèmes ne fleurissent qu'à la fin de l'été.

	Bande # 6	Bande # 5	Bande # 4	Bande # 3	# 2
Vitamine	Ultra-violet	Violet	Bleu	Vert	Jaune
	280	380	420	500	600
					Rouge
					1. rouge
					720 mμ

Figure 3 — Bandes écologiques et spectre solaire.

Expérience no 2: Les feuilles qui suivent le soleil

Si l'alternance jour/nuit a une importance énorme pour le développement du végétal, le spectre du rayon lumineux reçu importe aussi. En effet, la lumière solaire peut se décomposer selon un spectre (figure 1) de différentes bandes qui toutes n'ont pas le même effet sur le végétal. En gros, les écologistes considèrent six bandes.

Tableau 1: Rôle des différentes raies du spectre solaire.

Bande	Longueur d'onde (mμ)	Effets sur le végétal
6	280—400	Synthèse des vitamines et des protéines
5	400—510	Premier maximum de la synthèse chlorophyllienne
4	510—600	(peu actif au point de vue végétal)
3	600—720	Deuxième maximum de la synthèse chlorophyllienne
2	720—1,000	Élongation et photosynthèse
1	1,000—4,000	Rôle thermique

Une autre expérience pourrait consister à faire germer deux graines de haricot et les placer, l'une à la lumière naturelle, l'autre sous une lumière verte (une lampe normale, munie d'un filtre par exemple).

Mais la lumière n'intervient pas uniquement par son cycle ou par son spectre: elle exerce aussi sur le végétal une action plus différenciée au niveau de la morphogénèse. Il serait d'ailleurs plus exact de dire que c'est le végétal qui répond de façon différenciée. Si tout le monde ne sait pas ce qui signifie le mot *phototropisme*, tout le monde au moins a déjà pu observer le phénomène: les feuilles de certains végétaux (ou éventuellement d'autres organes) «suivent» littéralement le soleil dans sa course journalière.

• Les auxines

En fait, il s'agit là d'un aspect particulier, analogue à un phénomène plus général que l'on désigne sous le nom de *phototropisme*. Le phototropisme est l'action particulière du rayonnement sur l'orientation de la croissance des tiges et des racines, combinant ses effets avec ceux du géotropisme.

Qu'est-ce que cela veut dire?

Cela signifie qu'il existe dans la plante, des composés chimiques, nommés *auxines* responsables de l'allongement des cellules. Or, certaines auxines voient leur efficacité atténuée par la lumière.

Donc, si une tige reçoit plus de lumière d'un côté, l'auxine, de ce côté, sera moins efficace que du côté ombragé. Il en résultera que les cellules du côté ombragé s'allongeront plus rapidement et que la tige croîtra vers la source lumineuse. Autrement dit, la tige a un phototropisme positif et le végétal se comporte tout comme s'il «savait» d'où provient la lumière pour croître vers elle (P. Weisz, dans *Éléments de biologie*).

• le clinostat

L'action de ces auxines peut être mise en évidence au moyen, entre autres, du *clinostat* (figure 4), qu'il vous sera très facile de réaliser vous-mêmes.

Le clinostat se compose en fait d'un morceau de tube de verre ou de plexiglas, fermé à ses extrémités par deux bouchons de caoutchouc, dans lesquels on a pratiqué des petits trous afin de permettre la circulation de l'air. Ce tube est parcouru en son centre par un axe en bois, reposant horizontalement sur deux supports. Au fond du tube, un peu d'eau pour assurer l'humidification du milieu. Sur le milieu de l'axe est fixé un bouchon de liège, cette fois, dans lequel on a pratiqué deux canaux qui apparaissent en coupe sur la figure. Remarquez que l'eau baigne la partie inférieure du liège. Dans chacun de ces canaux, on place une graine de haricot sur le point de germer. Que va-t-il se passer? Sitôt le germe sorti de la graine, il va avoir tendance à se diriger vers le haut (flèche ⊕ sur la figure): phototropisme positif, tandis que la radicule se dirige vers le bas: géotropisme positif.

Lorsque ce phénomène a eu lieu, on fait alors pivoter l'axe de 180° sur un support, orientant ainsi la tige vers le bas et la radicule vers le haut. Comme vous le constaterez, la réaction auxinique ne tardera pas à se produire. L'expérience peut être complétée en imprimant à l'axe du clinostat des rotations variant entre 0° et 180° , et en observant le temps nécessaire pour que la racine et la tige reviennent à leur position normale. □

POUR EN SAVOIR PLUS LONG

CALLEAR, A., *La photolyse à éclairs*, Endeavour, 26 (97), 1967, Londres, pp. 9 à 15 incl.

COMBES, R., *La Physiologie végétale*, Presses universitaires de France, 1958, coll. Que sais-je?, 128 p.

MATHON, C. et STROUN, C., *Lumière et floraison*, Presses universitaires de France, 1960, coll. Que sais-je?

MC ELROY, W., *Cellular physiology and biochemistry*, New Jersey, Prentice-Hall Inc., 1961, 120 p.

PILET, P., *Les mouvements des végétaux*, Presses universitaires de France, 1953, coll. Que sais-je?, 130 p.

WEISZ, P., *Éléments de biologie*, Montréal, McGraw-Hill, 1966, 536 p.

L'auteur est chargé de recherche en biologie au Centre de Recherche des Laurentides du ministère canadien de l'Environnement à Québec.

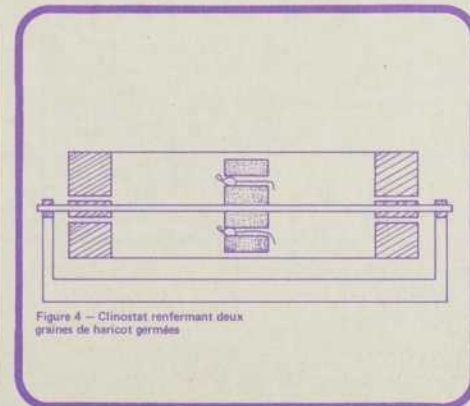


Figure 4 — Clinostat renfermant deux graines de haricot germées



OFFRE spéciale de québec science

2 numéros GRATUITS

si vous vous réabonnez
(ou abonnez)
d'ici au 31 mai 1972

À COMPTER DU VOLUME 11:

• QUÉBEC SCIENCE publiera 10 numéros par année: août-septembre, octobre, novembre, décembre, janvier, février, mars, avril, mai et juin-juillet.

• Tous les abonnements seront livrés à domicile au prix de \$2.50 pour les étudiants et \$3.50 pour les adultes.

• mais jusqu'au 31 mai 1972, il ne vous en coûtera que \$2 (étudiant) et \$3 (adulte) pour 10 numéros.

PROFITEZ-EN !

Postez tout de suite ce coupon à:
QUÉBEC SCIENCE
Case postale 250
Sillery, Québec 6

NO. ABONNÉ 1 6

LOT 8 10 EXEMPLAIRES 11 13 CATÉGORIE 14 16

PAYS 17 DÉBUT 18 21 FIN 22 25

NOM 26 55

PRÉNOM 56 75
ADRESSE

LIGNE 1 11 30

LIGNE 2 31 50

LIGNE 3 51 75

NOUVEL ABONNÉ () 1
MODIFICATION D'ABONNÉ () 3
RADIATION D'ABONNÉ () 5
7

Étudiant Professeur Autre
Si étudiant, nom de l'établissement fréquenté _____

La principale mission de la centrale nucléaire Gentilly est d'établir la rentabilité et la fiabilité de ce type de centrale. Réalisée par l'Hydro-Québec de concert avec l'Énergie atomique du Canada, Limitée, Gentilly est un prototype. C'est, en effet, la première fois que l'on construit au Canada une centrale atomique utilisant l'eau bouillante naturelle comme caloporteur.

Mais Gentilly c'est aussi une école de formation. Car lorsque l'Hydro-Québec se tournera vers le nucléaire pour produire davantage d'électricité, tout l'argent du monde ne pourra procurer, du jour au lendemain, le personnel scientifique et l'expérience nécessaires à l'exploitation commerciale de centrales nucléaires.

Comment fonctionne la centrale nucléaire Gentilly?

Comment fonctionne la centrale nucléaire Gentilly?

Les centrales hydroélectriques utilisent l'énergie des chutes d'eau pour faire tourner les turbines qui entraînent les génératrices d'électricité. Dans une centrale thermique classique, Tracy par exemple, on utilise la chaleur provenant de la combustion de combustibles fossiles tels le charbon, le mazout et le gaz pour produire la vapeur qui fait tourner les turbines.

Dans une centrale nucléaire, c'est toujours la vapeur qui fait tourner les turbines. Mais cette vapeur ne provient pas de la chaleur produite par la combustion de combustibles fossiles, mais de celle résultant de la "fission" d'atomes d'uranium.

Essentiellement, la centrale nucléaire Gentilly se compose du réacteur, d'une turbine et d'un alternateur. La cuve en acier inoxydable du réacteur est traversée par 18 tubes de force verticaux; ces tubes ren-

ferment l'uranium (grappes de combustibles) et baignent dans de l'eau lourde (D_2O). La turbine à vapeur entraîne un alternateur d'une puissance de 250 000 kilowatts.

"Fission"

L'uranium est constitué de deux types d'atomes qui se retrouvent à peu près toujours dans la même proportion. Moins de 1% des atomes sont de l'uranium-235 et plus de 99% sont de l'uranium-238. Seuls les atomes d'uranium-235 peuvent être fissionnés dans un réacteur nucléaire. L'uranium-235 contient 92 électrons, 92 protons et 143 neutrons.

Lorsqu'il est frappé par un neutron lent, l'atome d'uranium-235 se fragmente en deux parties qu'on appelle "produits de fission". Ceux-ci s'éloignent alors violemment l'un de l'autre, en se déplaçant de quelques millièmes de pouce. Ces produits

entrent en collision avec d'autres atomes, provoquant un échauffement de l'uranium. Lorsque l'atome d'uranium-235 est fissionné, deux ou trois neutrons rapides (se déplaçant à la vitesse de 26 000 milles à la seconde) sont émis.

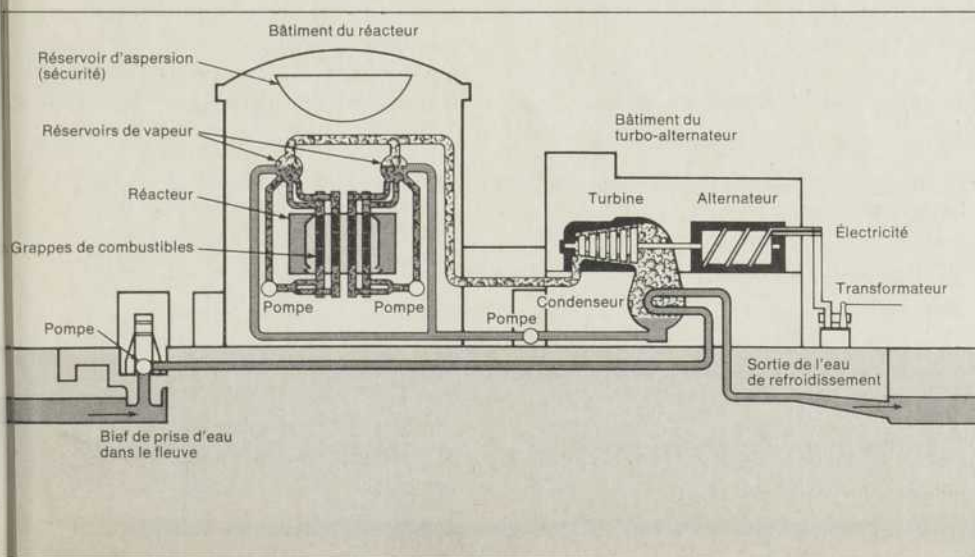
Pour qu'une nouvelle fission se produise, ces neutrons doivent être ralentis à une vitesse d'un mille par seconde. C'est l'eau lourde contenue dans le réacteur qui les ralentit. En effet, cette eau contient des atomes d'hydrogène lourd qui font rebondir les neutrons.

Les neutrons ainsi ralentis fissionnent alors d'autres atomes d'uranium-235 en produisant davantage de neutrons. Il se produit alors une fission continue des atomes ("réaction en chaîne") et une chaleur constante.

Une livre d'uranium naturel produit autant de chaleur que 15 tonnes de charbon. Pour fonctionner à pleine puissance, Gentilly doit utiliser 80 livres d'uranium en 24 heures. Il faudrait 1 200 tonnes de charbon pour fournir la même quantité d'énergie.

Caloporteur

Le caloporteur, chargé d'évacuer la chaleur produite dans le réacteur, est de l'eau naturelle pompée dans des tubes. Cette eau se met à bouillir sous l'effet de la chaleur dégagée par la fission continue des atomes. La vapeur produite est canalisée vers la turbine qui entraîne l'alternateur. Lorsqu'elle sort de la turbine, la vapeur est dirigée vers un condenseur où elle est transformée en eau. Puis le cycle recommence.



PARTICIPEZ À «ÉCHEC ET MATHS» ET «À VOUS DE JOUER»

ET GAGNEZ L'UN DE CES VOLUMES, GRACIEUSEMENT DES ÉDITIONS DE L'HOMME

 LES ÉDITIONS DE
L'HOMME



CONDITIONS ET MODALITÉS DE PARTICIPATION

1. Indiquer le nom de la chronique à laquelle on participe.
2. Répondre sur la formule d'abonnement-concours dûment remplie (joindre une feuille supplémentaire si nécessaire).
3. Faire parvenir sa réponse avant le 20 du mois apparaissant en page couverture (le cachet de la poste en fera foi).
4. Être abonné ou s'abonner à QUÉBEC SCIENCE (voir la formule au bas de cette page).
5. Un jury composé de scientifiques et de mathématiciens sélectionnera les bonnes réponses et choisira au hasard parmi celles-ci, 10 gagnants par mois. Les gagnants se verront attribuer le volume de leur choix, gracieusement des Éditions de l'Homme.
6. A cause des délais de publication, les réponses ainsi que les noms des gagnants ne seront reproduits dans la revue que deux mois suivant leur parution.
7. Les membres du personnel de QUÉBEC SCIENCE ainsi que leurs familles et les personnes à l'emploi des sociétés liées par contrat à la revue ne sont pas éligibles à ce concours.
8. Toutes les réponses reçues deviennent la propriété de QUÉBEC SCIENCE qui peut en disposer une fois le délai expiré.

VOLUMES OFFERTS:

1. **La Météo**
par Alcide Quellette
2. **Apprenez la Photographie**
par Antoine Désilet
3. **Technique de la Photo**
par Antoine Désilet
4. **Apprenez à connaître
vos médicaments**
par René Poitevin
5. **Les Poissons du Québec**
par E. Juchereau-Duchesnay
6. **Les Mammifères de mon pays**
par J. St-Denys Duchesnay
7. **La Bourse**
par Albert Lambert
8. **Premiers pas sur la Lune**
par Neil Armstrong, Michael Collins, Edwin E. Aldrin
9. **La Taxidermie**
par Jean Labrie
10. **Une culture appelée québécoise**
par G. Turi

Découpez ce coupon, joignez-le à votre réponse et postez le tout à:

**CONCOURS
QUÉBEC SCIENCE**
Case postale 250
Sillery, Québec 6

- Je participe à «Échec et maths»
- Je participe à «A vous de jouer»
- Si je gagne, veuillez m'adresser le livre numéro ou encore, le livre numéro

à: Nom.....Prénom.....

Adresse:.....
rue ville zone

.....
comté ou région province

Téléphone:.....

Étudiant

Autre



par Laurent Bilodeau
et Jean-Marc Fleury

LES BRUITS DE FOND

« Les frontières de l'univers humain sont faites de bruit de fond: c'est là une des découvertes les plus fondamentales de notre siècle. C'est vrai pour l'espace, à la limite microscopique comme à la limite cosmologique et, également, pour le temps qu'on veuille explorer le passé ou prédire l'avenir. »

Ces paroles de Denis Gabor, récipiendaire du prix Nobel de physique 1971 et inventeur de l'holographie, peuvent sembler ténébreuses à première vue... En effet, le bruit de fond, ce n'est que le chuintement d'un radio mal synthonisé ou la «neige» qui embrouille les émissions de télévision.

Mais le problème s'élargit singulièrement lorsqu'on cherche à se débarrasser du bruit de fond: tout fait du bruit et la moindre résistance ohmique émet des petits cris à cause de l'agitation thermique de ses molécules. Pour les scientifiques, le bruit de fond c'est la partie de tout signal dont on ne peut tirer d'information et qui est imprévisible. Il pose une limite ultime à la distance qu'on peut sonder au radiotélescope, au grossissement qu'on peut obtenir au microscope, à la fidélité dans la reproduction des sons et de l'information.

Nous vous proposons ce mois-ci d'entendre la notion de «bruit de fond» à d'autres domaines de la haute fidélité: quel serait, par exemple, l'analogie du bruit de fond dans l'évolution, la mémoire et l'intelligence, l'économie? Place à l'imagination!



par Claude Boucher

UN PROBLEME DE VIN

Problème numéro 12:

On possède un récipient de 24 litres rempli de vin que l'on désire partager en trois parts égales et l'on dispose pour le faire de trois récipients vides dont les capacités sont 13, 11 et 5 litres. Comment, par des transvasements successifs, parviendra-t-on à réaliser ce partage?

PLUS VITE QUE LA LUMIÈRE (réponse)

Le problème du mois dernier portait sur une audacieuse affirmation: « Dans l'ionosphère, les ondes électromagnétiques se propagent parfois bien plus vite que la lumière. »

Et bien ce problème-ci était réellement difficile! Mais le hardi professeur qui avait fait cette déclaration occupe toujours son poste, même si son assertion porte à croire qu'il ait oublié le principe fondamental suivant lequel « rien ne va plus vite que la lumière ». Voyons donc grâce à quelle subtilité cet audacieux a pu échapper à la fureur de ses élèves. Nous commençons la discussion en faisant la différence entre la vitesse d'un groupe d'ondes et la vitesse (plus grande) des ondes individuelles dans ce groupe. Vous pourrez observer cette différence en faisant tomber des gouttelettes à la surface d'un bassin d'eau calme.

Mais pour aller plus loin, il fallait réaliser une expérience « à la Einstein », c'est-à-dire imaginaire. Supposez que vous êtes à « A » et que vous vouliez saluer votre ami qui est à « B » en lui envoyant un « flash ». Le salut que vous lancez n'est autre qu'un groupe d'ondes lumineuses. Votre message se propagera donc de A en B à la vitesse des groupes d'ondes. On en déduit, en bon physicien, que le *transport de l'énergie et de l'information se fait à la vitesse des groupes d'ondes.*

Dans l'ionosphère, la vitesse des crêtes des ondes est parfois supérieure à la vitesse de la lumière, mais elle ne correspond à *aucun transport d'énergie ni d'information.* Elle est due à une certaine synchronisation entre les vibrations des atomes ionisés. D'ailleurs, cette synchronisation des atomes s'établit de proche en proche... et justement à la vitesse lente du transport de l'énergie et de l'information.

Nous vous demandions aussi s'il existe des phénomènes plus rapides que la lumière. Henri Carrier de Montréal propose d'envoyer un point lumineux sur la lune à l'aide d'un rayon laser. Une petite rotation du rayon laser suffit alors pour que le point lumineux se déplace plus vite que la vitesse de la lumière. Notez bien cependant que le point lumineux ne transportera jamais de message entre deux cratères!

Michel Rousseau de Saint-Jean nous questionne au sujet de la vitesse de la force de gravitation. Il est possible qu'elle soit plus élevée que celle de la lumière. Cependant cette vitesse semble être une des inconnues les mieux gardées par la Nature. En attendant qu'on la connaisse, il reste malheureusement vrai que « rien, ni matière, ni énergie, ni information ne se transmet plus vite que la lumière. »

Radio-Canada, plus que jamais au carrefour du Canada français

La Maison de Radio-Canada
ouvrira toutes grandes ses portes
aux visiteurs, à l'été de 1972



LES EXPO
ET EN MA
Plusieurs
en avril et
Cappo ou
On sait qu
science et
travaux et
par les jeu
région ou
faudrait p
la plupart
concentrés
et de ma
maire.
— à Sherb
gionale à l'
du 7 au 10
— à Jona
my-Lac Ste
— à Lach
lyvante L
— à Mont
Polyvalen
ra samedi
— à Rivie
de l'École
et 12 avril
— à Mont
Mont-Laur
miner.
En mai:
— à Mont
La Desve
— à Berth
la Polyval
22 au 25 m
D'autres
prévues pou
les dates res
ser. Ce son
écoles Mar
Montreal, C
Chicoutimi
Roberval, B
Juvé, du Sé
du Capa B
Duvernay.
Pour info
ment, vous
responsable d
gation.



LES EXPOS-SCIENCE EN AVRIL ET EN MAI

Plusieurs expos-science auront lieu en avril et en mai dans différents Cegep ou polyvalentes du Québec. On sait que le but de ces expos-science est de faire connaître les travaux effectués durant l'année par les jeunes scientifiques d'une région ou d'une institution. Il ne faut donc pas s'étonner du fait que la plupart de ces expositions soient concentrées dans les mois d'avril et de mai. En voici une liste sommaire.

- à Sherbrooke: Exposition régionale à l'École secondaire Le Ber, du 7 au 10 avril;
 - à Jonquière: Exposition Saguenay-Lac Saint-Jean, les 8 et 9 avril;
 - à Lachute: Exposition à la Polyvalente Lavigne, les 18 et 19 avril;
 - à Montréal: Exposition de la Polyvalente Le Plateau, la première semaine d'avril;
 - à Rivière-du-Loup: Exposition de l'École Saint-Pierre, les 10, 11 et 12 avril;
 - à Mont-Laurier: Exposition Mont-Laurier, la date est à déterminer.
- En mai:
- à Montréal: Exposition de l'École La Dauversière, de 10 au 13 mai;
 - à Berthierville: Exposition de la Polyvalente Pierre-Lestage, du 22 au 26 mai.

D'autres expositions sont aussi prévues pour le mois de mai mais les dates restent encore à déterminer. Ce sont les expositions des Écoles Marie-de-la-Jemmerais à Montréal, Dominique-Racine à Chicoutimi, des Polyvalentes de Roberval, Beloeil et de Saint-Hilaire, du Séminaire de Sherbrooke, du Cegep Bois-de-Boulogne et de Duvernay.

Pour obtenir plus de renseignements, vous pouvez contacter le responsable de chacune de ces expositions.

LES APPLICATIONS DU LASER

par Georges Marey

C'est en 1917 qu'Albert Einstein donna l'explication d'un phénomène physique nouveau: l'émission stimulée. Mais il fallut attendre l'année 1958 pour que deux physiciens américains Townes et Shal-low découvrent l'«effet laser». Quelques années plus tard, en 1966, le savant français Kastler recevait le prix Nobel pour ses travaux sur le «pompage des électrons».

Le terme de «laser» signifie, en anglais, «Light activation by stimulated emission of radiations», c'est-à-dire «Amplification de lumière par émission stimulée de radiations».

A l'inverse de l'émission spontanée des sources lumineuses classiques, l'émission stimulée est un phénomène cohérent, dans lequel les atomes d'un corps, excités par un procédé de pompage (optique, électronique ou chimique), émettent des ondes lumineuses de même longueur, de même amplitude, de même phase. Ces radiations sont contenues dans un «pinceau» d'énergie d'une extrême finesse et d'une extrême intensité, capable de franchir des dizaines ou des milliers de kilomètres sans diverger.

Les appareils lasers sont constitués par trois éléments essentiels: le moyen de pompage, le corps où sont emprisonnés les atomes et la structure «résonnante», celle-ci formée de miroirs parallèles. La lumière peut jaillir soit par impulsion, soit de façon continue. Suivant la nature du corps, on peut réaliser plusieurs familles de lasers: lasers à solides (cristal, rubis, verre dopé au néodyme, «yag» formé d'yttrium, d'aluminium et de grenat), lasers à fluides, gaz ou liquides (CO₂, hélium-néon), lasers à semi-conducteurs (arséniure de gallium), lasers moléculaires. Ces derniers font l'objet d'actives recherches de la part de la Compagnie industrielle du laser (CILAS) qui est une filiale de la CGE.

Ce qui est frappant dans les applications du laser — et cela dix ans seulement après sa découverte — ce sont la diversité, l'ampleur et l'originalité des multiples techniques déjà mises au point ou en cours d'exploration. Leur champ d'action s'élargit d'ailleurs chaque jour.

Téléométrie, télécommunications spatiales, visualisation d'objets, guidage de missiles, alignement, métrologie, topographie, outillage chirurgical, procédés d'usinage et de soudure, holographie (photogra-

Jacques Parizeau en liberté

Jacques Parizeau, le célèbre économiste du parti Québécois, rédige une chronique à caractère économique tous les dimanches dans QUÉBEC-PRESSE. Quand Jacques Parizeau parle d'économie, il en parle en expert: il a été conseiller du gouvernement québécois sous les administrations Le-sage et Johnson.



Il faut aussi lire:

- nos grands dossiers;
- nos bandes dessinées exclusivement québécoises;
- nos pages spectacles qui vont au fond des choses;
- nos chroniques destinées aux consommateurs;
- nos pages politiques qui ne ménagent personne, etc.

QUÉBEC-PRESSE

QUÉBEC-PRESSE est en vente le dimanche dans tous les kiosques à journaux. Pour recevoir votre exemplaire à domicile (Montréal et Québec) ou par le courrier, remplissez le coupon ci-dessous.

Je désire m'abonner à QUÉBEC-PRESSE.

\$15 pour une année

\$8 pour 6 mois

Nom

Adresse

Faites votre chèque ou mandat-poste à l'ordre de QUÉBEC-PRESSE, 9670 Péloquin, Montréal 358. Tél.: 381-9936.

phie en relief), découpage de métaux et même coupe de vêtements... telles sont quelques-unes — et quelques-unes seulement — des applications aujourd'hui connues. Auxquelles il faut ajouter de très nombreux et très importants emplois militaires.

Voici, succinctement, quelques notes sur les possibilités offertes par les techniques lasers.

L'une d'entre elles, et non la moins importante, est fondée sur la faculté du laser de localiser les objets et de mesurer leurs distances. Il s'agit donc d'alignement, de métrologie, de télémétrie.

On utilise des appareils de ce type dans les travaux publics, les constructions mécaniques, le guidage automatique des machines de forage de tunnels ou de construction d'autoroutes.

Les télémètres lasers rendent de grands services en géodésie terrestre à courte portée. Le «géomètre» est un appareil récent, qui fonctionne par impulsions et évalue la distance d'un point, jusqu'à une soixantaine de kilomètres, avec une précision de 6 mm au km, ceci grâce à un rayon lumineux émis par l'appareil et renvoyé par un réflecteur. Des télémètres lasers, actuellement en essais, équiperont certains matériels militaires, en particulier l'avion «Jaguar» version marine (portée 10 km), les hélicoptères de l'armée de terre, les chars AMX 13 et AMX 30 et des pièces d'artillerie.

Dans l'espace, où l'absorption atmosphérique ne joue pas, la portée du laser est considérable, avec des puissances relativement faibles. En 1963, l'Observatoire de Saint-Michel de Provence, près de Forcalquier, a obtenu avec un laser à rubis le premier écho sur la Lune. On y localise les satellites depuis janvier 1965. Certaines observations ont atteint des portées de l'ordre de 3,000 km, ce qui per-

met de calculer des «arcs d'orbite» avec une précision dix fois plus grande que celle fournie par les autres méthodes. Cette précision est indispensable pour connaître la position exacte des satellites de radio-navigation.

En laboratoire, on a réussi à obtenir la fusion du deutérium; ce qui amène à penser qu'il serait possible de remplacer, par une émission laser, l'explosion atomique servant d'«allumette» de la réaction thermonucléaire. On envisage dans le même ordre d'idées, la mise au point d'armes émettant des rayons lasers suffisamment puissants pour détériorer le système de guidage des missiles adverses ou même détruire ces projectiles.

Les applications industrielles de ce type de lasers à forte puissance touchent les secteurs les plus variés. Citons seulement l'usinage, le traitement thermique de matériaux réfractaires, la soudure. On peut faire de la micro-soudure avec des points localisés au 100ème de millimètre. On peut percer ou découper une couche très mince de métal sans toucher à celle du dessous. On peut tailler des pièces de très petites dimensions dans des métaux difficiles et très durs ou dans du verre. Asserti à un ordinateur, un laser peut faire office de tailleur d'habits et couper des vêtements soit dans la confection en série, soit même sur mesures.

En médecine-chirurgie, on a beaucoup parlé du bistouri électrique formé par un faisceau laser, avec lequel certaines opérations délicates deviennent aisées, par exemple la cautérisation de la rétine (dans le cas d'un décollement de la rétine), la destruction sélective de certaines cellules irradiées, dans le cas de cancers ou de caries dentaires.

Citons enfin un procédé de photographie en relief, grâce à un appareil à base de laser, l'hologra-

phe. Ce terme signifie «enregistrement total». Ici le laser permet la photographie à trois dimensions et reconstitue en relief l'image d'objets photographiés. La télévision en relief sortira de cette technique nouvelle; et les spécialistes attendent cette réalisation dans un proche avenir. Les hologrammes donneront également le relief de portions de terrain, et, sous la mer, au moyen d'ondes acoustiques, la détection de fonds marins.

La découverte de l'effet laser est encore toute récente et, pour-

tant, malgré les quelques exemples évoqués ici, les savants et les techniciens n'ont fait encore qu'effleurer le monde de ses applications scientifiques et pratiques. Le champ des recherches reste largement ouvert et s'étendra, de plus en plus, à la plupart des secteurs de l'activité humaine. On peut affirmer, sans crainte de se tromper, que l'influence du laser dans la vie de l'humanité ne sera en rien inférieure à celle d'une autre des grandes découvertes de notre temps: l'énergie nucléaire.

DIDA - SCIENCES INC.

350 AVENUE VICTORIA
MONTREAL 215, P.Q.

- Verrerie et matériel de laboratoire
- Produits chimiques
- Microscopes et accessoires
- Matériel de biologie
- Films et diapositives

PRIX MODÉRÉS POUR ÉTUDIANTS

Catalogue sur demande



TEL. 481-0148

LA SOCIÉTÉ DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES NORBI INC., GUYENNE, ABITIBI-OUEST, Q.U.E.

évolution dans l'enseignement
de la biologie:

le matériel naturel québécois

NORBI

LA SOCIÉTÉ DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES NORBI INC., GUYENNE, ABITIBI-OUEST, Q.U.E. TEL.: 751-2591 ... LA SQ.

Vers Chicago, 3 vols par jour sans escale

...et ça ne traîne pas!

AIR CANADA 

Pas de temps à perdre! Il vous faut partir pour **Chicago** et revenir en douce le soir même? Commencez donc votre voyage d'affaires par une bonne affaire: appelez votre agent de voyage ou Air Canada.

Air Canada vous offre 3 vols par jour sans escale vers **Chicago**, autant de retours à **Montréal**. Tous nos départs ont **Montréal** comme point d'origine et c'est là que vous passez la douane américaine et l'immigration.

Sur un coup de téléphone, vous aurez votre place réservée à bord de l'avion, votre chambre dans un hôtel de **Chicago** et même une voiture louée si vous en avez besoin.

De **Chicago**, vous pouvez facilement attraper une correspondance à destination de n'importe quelle ville du "Mid-West" américain.

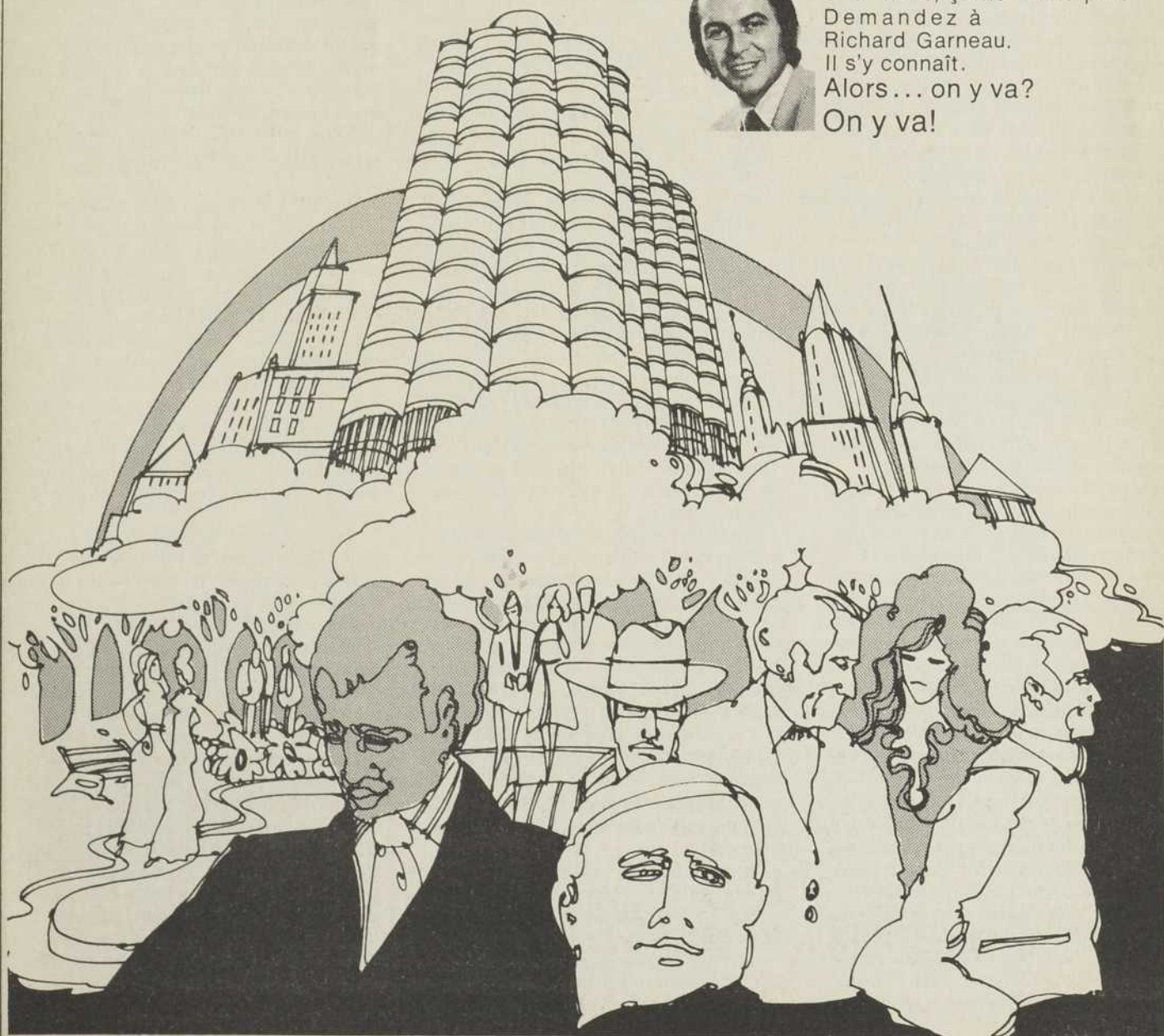
Chez nous, ça ne traîne pas.

Demandez à
Richard Garneau.

Il s'y connaît.

Alors... on y va?

On y va!





M. Fernand Seguin: «Si les hommes de science ne se rendent pas compte de la nécessité de communiquer, la politique scientifique va se faire sans eux et même contre eux. Le public y restera indifférent parce qu'il ne sait rien de ce qui se passe dans les laboratoires.»



«Il serait très important qu'il y ait un plus grand nombre de vulgarisateurs scientifiques au Québec même si les carrières ou les débouchés possibles sont présentement extrêmement rares» déclarait récemment M. Fernand Seguin à QUÉBEC SCIENCE. «De plus en plus, estime-t-il, les décisions politiques et économiques reposent sur des développements techniques et scientifiques. Si le public ne connaît pas vraiment les données de base, comment pourra-t-il éviter des erreurs coûteuses?»

Fernand Seguin est à peu près le seul québécois qui ait fait carrière dans la vulgarisation scientifique et qui ait réussi à s'imposer. Depuis l'époque de la radio, il a animé à peu près toutes les émissions scientifiques diffusées par Radio-Canada. Il est maintenant revenu à la vulgarisation scientifique à la radio après avoir fait ses preuves dans un autre domaine en animant l'émission «Le sel de la semaine».

Selon lui, le vulgarisateur scientifique est surtout un éducateur populaire, un «explicateur» professionnel. Il doit non seulement donner une information à la portée de tous mais aussi la replacer dans son contexte, en montrer l'importance et, surtout, les répercussions sociales. Comme il n'y a aucun cours qui prépare à cette profession, le vulgarisateur devra être autodidacte. D'ailleurs, rappelle M. Seguin, aucun cours ne peut apprendre à se documenter en profondeur et à réfléchir. «C'est une question de travail personnel, ça ne s'apprend pas à coup de diplômes.»

Malgré tout, estime-t-il, il faudrait que les universités se rendent compte de la nécessité de diffuser largement les connaissances. Il faudrait qu'elles aient des programmes de formation où l'on pourrait acquérir à la fois une très vaste culture scientifique et une initiation très sérieuse aux techniques modernes de diffusion. «Il est si passionnant d'apprendre, dit-il. Pourquoi l'enseignement traditionnel est-il si terne?»

Mené par les circonstances ○ «En fait, mon orientation personnelle a été bien plus le résultat des circonstances que d'un choix délibéré», dit-il en parlant de sa propre carrière. «Je viens d'un milieu ouvrier et, à l'époque, un jeune du secteur de l'enseignement public qui voulait poursuivre ses études n'avait pas un choix très vaste. A la sortie de l'école *primaire supérieure*, en 1940, je n'avais que trois possibilités: les Hautes études commerciales (HEC) (qui ne m'intéressaient pas), l'École Polytechnique (dont le cours était trop long pour mes moyens) et la Faculté des sciences.

C'est ainsi qu'il devint en 1945 professeur à l'Université de Montréal avec un salaire de \$45 par mois après avoir obtenu une maîtrise en biochimie. Pour joindre les deux bouts, il dû enseigner aussi à l'École de technologie médicale. Il y devient responsable de l'enseignement en 1948, date où il créa aussi le «Laboratoire de recherches sur la biochimie des maladies mentales».

La même année, on proposa son nom pour animer la série «Radio-collège», une émission éducative qui passait sur les ondes tous les jours de 4h à 6h. «A l'époque, ce n'était pour moi qu'un prolongement de mon travail d'enseignement, dit-il, même si ce furent en fait mes débuts dans la vulgarisation scientifique.» Un tel travail était assez mal vu de plusieurs professeurs d'université: ce n'était pas de calibre universitaire! De plus, l'école de technologie médicale fut par la suite intégrée à la Faculté de médecine de l'université et M. Seguin fut remercié de ses services: il n'était pas médecin!

Entretemps, en 1952, la télévision était arrivée. Plusieurs responsables de «Radio-collège» furent appelés à y occuper des postes de direction. Ils proposèrent à Fernand Seguin d'animer des émissions d'information scientifique à la télévision. «C'est alors que j'ai dû me décider: la télévision demandait tout mon temps.»

Une oeuvre de pionnier ○ Il demanda ensuite deux ans de recyclage et recommença par lui-même ses études de physique, de mathématiques et même de biologie. «Ce n'était pas un luxe parce que l'enseignement universitaire était pitoyable, à l'époque, avoue-t-il. En physique, par exemple, on utilisait encore des manuels du XIXe siècle!»

En 1954, il dirigera donc «La science en pantoufles» (un dialogue entre un homme de science et un profane sur les principes scientifiques des principales disciplines). De 1954 à 56, ce sera «La Joie de connaître» (à l'intention des jeunes) puis, jusqu'en 1960, «Le roman de la science» (la vie des principaux inventeurs). En 1961, il s'attacha plutôt aux recherches de pointe dans la série «Aux frontières de la science». Il s'attacha alors à délimiter les grandes implications sociales du progrès scientifique et les options auxquelles la race humaine se trouve confrontée (avenir de l'espèce, surpopulation, etc).

Pendant toute cette période, il eut souvent à faire oeuvre de pionnier et à rassembler sa documentation personnelle puisque rien n'existait au Québec. A d'autres moments, il eut à lutter à l'intérieur même de Radio-Canada, devant parfois accepter des émissions qui ne l'intéressaient pas pour qu'on lui permette en retour de poursuivre son oeuvre de vulgarisation scientifique.

En 1962, il avait épuisé à peu près toutes les approches possibles, depuis l'histoire de la science jusqu'aux reportages sur des découvertes, en passant par les éléments des principales disciplines et une réflexion prospective sur les implications sociales des applications de la science. C'est alors qu'il a dévié de sa ligne: Radio-Canada venait de remettre à l'affiche sa série «Le roman de la science». On lui demanda donc de remplacer René Lévesque en commentant l'actualité.

Comment et pourquoi Fernand Seguin est devenu vulgarisateur scientifique.

spécialiste de la vulgarisation scientifique

par Gilles Provost

Éducateur avant tout ○ «En fait, avoue-t-il, cela m'a demandé un nouveau recyclage mais cela restait dans la ligne d'éducation populaire que j'avais choisie: il s'agissait encore une fois de se documenter à fond sur une question puis de l'expliquer le plus clairement et le plus simplement possible pour que tout le monde puisse comprendre.» En 1965, nouveau recyclage quand on lui confie la série «Le sel de la semaine». Il s'agissait alors d'interroger diverses personnalités. «J'ai gardé la même méthode, dit-il: je me renseignais le plus possible sur la vie et l'oeuvre de la personne que je devais interroger. Ainsi, j'étais en mesure de poser les questions qui lui permettraient vraiment d'exprimer tout ce qu'elle avait en elle.»

Depuis lors, il est revenu à la vulgarisation scientifique mais strictement dans une perspective d'éducation populaire. Il a obstinément refusé, par exemple, de participer à une série récente qui mettait l'accent sur la dimension «science-fiction». A ses yeux, la vulgarisation scientifique est d'abord un service public, un prolongement de l'enseignement par des voies nouvelles. «Faire goûter la joie du savoir», tel est son objectif. Il semble qu'il l'ait atteint puisque, lors d'une visite à l'École polytechnique en 1967, il devait découvrir que 30 pour cent des étudiants avaient autrefois suivi assidûment ses émissions. Pendant la série «Le sel de la semaine», s'il interrogeait un auteur quelconque, tous les ouvrages devenaient automatiquement introuvables en librairie la semaine suivante même si les librairies étaient prévenues à l'avance...

La responsabilité des chercheurs ○ A ses yeux, «le peu de place accordée à l'information scientifique constitue une faille aussi bien dans les journaux qu'à la radio et à la télévision. Les sports, par contre, jouissent d'une importance démesurée. Dans les salles de rédaction, les journalistes scientifiques sont considérés comme les parents pauvres. Le plus souvent, on utilise simplement les dépêches d'agences qui insistent sur des aspects sensationnels. Il y a pourtant là une éducation populaire absolument indispensable à faire, dit-il. S'ils ne connaissent rien à la science et la technique, qu'est-ce que le public et les politiciens peuvent comprendre aux problèmes actuels?»

Selon lui, les chercheurs ont aussi une responsabilité dans cette situation: «Les chercheurs doivent enfin comprendre que

la vulgarisation n'est pas un amusement. Non seulement elle peut être utile au public mais elle peut vite être très utile aux chercheurs eux-mêmes. En effet, dit-il, le chercheur est trop spécialisé pour dégager lui-même les implications de ses travaux. De plus, la vulgarisation est souvent le seul moyen qu'a le public pour saisir l'importance de la science. Si les hommes de science ne se rendent pas compte de la nécessité de communiquer, la politique scientifique va se faire sans eux et même contre eux. Par exemple, le rapport du sénateur Lamontagne sur la politique scientifique propose de démanteler le Conseil national des recherches, un organisme qui a un budget de \$300 millions, trois fois celui de Radio-Canada. Le public reste indifférent parce qu'il ne sait rien de ce qui s'y fait.»

- S'il n'existe pas de programme scolaire spécifique pour devenir «vulgarisateur scientifique», comme en témoigne M. Fernand Seguin, on peut néanmoins se préparer à une telle carrière dans le cadre du cours de techniques de communications (Collège régional du Saguenay-Lac Saint-Jean, Campus de Jonquière) au niveau collégial ou celui de Journalisme et information (Université Laval) au niveau universitaire, tout en se préoccupant d'acquérir une solide formation générale dans chacune des disciplines scientifiques majeures.
- Cependant, comme le journalisme constitue une profession ouverte, un diplômé en sciences pures, en sciences appliquées ou en sciences humaines ou encore, un professeur, peuvent assez facilement accéder à une carrière en ce domaine comme chercheur, rédacteur, interviewer, etc.
- Si les débouchés semblent très rares à l'heure actuelle, le besoin de «vulgarisateur» commence à se faire sentir de façon assez cruciale tant dans les médias d'information (presse écrite et parlée) que dans des organismes comme l'Hydro-Québec, Bell Canada, les grandes entreprises industrielles, les Centres de recherche, les universités, les ministères à vocation technique, etc., qui ont à renseigner le public sur leurs activités aux niveaux technique et scientifique.



L'ENGAGEMENT SOCIAL DU SCIENTIFIQUE
Jean-Jacques Salomon, André DesMarais et Jean Dorst
 Conférences du cinquantenaire de la Faculté
 des sciences de l'Université de Montréal
 Les Presses de l'Université de Montréal
 1971, 100 pages, \$1
 En vente dans les librairies

«La science est neutre comme discours, mais ce discours n'est pas séparable de la fonction qu'il remplit dans la société.»

«Aujourd'hui où la connaissance ne se distingue plus des conséquences qu'elle entraîne, l'éthique de sa profession entraîne le chercheur vers un devoir nouveau, celui d'informer la société sur les implications de ce qu'il cherche et de ce qu'il trouve.» (J-J Salomon)

L'engagement social du scientifique, un petit livre qui contient de grandes choses. En effet, la Faculté des sciences de l'Université de Montréal a jugé bon, dans le cadre de son cinquantenaire, d'inviter trois conférenciers de grande valeur à aborder avec eux le thème de l'engagement social du scientifique. Leurs propos ont par la suite fait l'objet d'une publication par les Presses de l'Université de Montréal.

Le premier, Jean-Jacques Salomon, bien connu entre autres pour son ouvrage *Science et politique*, explique le sens des interrelations inévitables entre le pouvoir politique et les scientifiques ainsi que la nécessité pour ces derniers de s'interroger sur les conséquences de leurs recherches et les responsabilités sociales qu'elles entraînent.

Le second, André DesMarais, secrétaire adjoint au nouveau Ministère canadien des sciences et de la technologie, effectue d'abord une sorte d'inventaire de l'évolution de l'enseignement et de la recherche universitaires au Canada, la compare avec celle des autres pays et nous livre ensuite ses propres réflexions sur le développement de la science. Il souligne notamment la nécessité pour les chercheurs de participer activement à l'élaboration de la politique scientifique, de se débarrasser de leurs oeillères, d'adopter une approche multidisciplinaire et enfin, d'accepter de travailler dans des domaines prioritaires.

Le dernier, Jean Dorst, spécialiste de l'écologie animale de réputation internationale, montre d'une manière indéniable que l'écologie constitue le domaine par excellence où se manifeste le lien vital entre la science et la société. «Les responsabilités sociales de l'écologiste sont évidentes. Il lui est interdit de ne pas s'engager», écrit-il. Il continue: «L'écologiste n'a pas le droit de se confiner dans des travaux scientifiques spécialisés et partiels quand le sort de la biosphère (...) est en jeu.»

Bref, la lecture de ce petit livre est à conseiller à tous ceux qui, noyés sous une «bibliographie inflationniste», veulent se concentrer et réfléchir sur... l'essentiel.

Jean-Marc Gagnon

**ANNUAIRE ASTRONOMIQUE
 DE L'AMATEUR 1972**

Édité par Jean Vallières, 1972, 88 pages, \$1.50
 En vente à la Société d'Astronomie de Montréal
 5069, Bélanger, Montréal 410, (Qué.)

Cet ouvrage renferme d'innombrables renseignements sur tout ce qui peut intéresser l'astronome amateur. On y retrouve des explications claires et précises sur la mesure du temps, les planètes et leur(s) satellite(s), la Lune et ses cratères, des éclipses de Lune et de Soleil en 1972, etc...

En plus de ces renseignements généraux l'annuaire comporte des dessins et des cartes sur la plupart des planètes du système solaire. L'Univers sidéral n'en n'est pas oublié pour autant. Cinq ou six cartes célestes indiquent la situation des constellations par rapport à la terre, ainsi que leur magnitude. L'astronome amateur aura également des indications sur les étoiles les plus brillantes et les plus proches, des photos sur les amas stellaires, les nébuleuses et les galaxies. Pour ceux que la chose intéresse, les premières pages sont consacrées à la description de la Société d'Astronomie de Montréal.

L'annuaire a été conçu intelligemment, et tous les renseignements sont d'un accès facile et rapide.

Bref, l'astronome amateur se doit de posséder cet ouvrage et nous ne pouvons que souhaiter qu'il devienne le fidèle compagnon de leurs observations.

Benoît Drolet



LE CANADA SE TOURNE VERS L'OcéAN
 Stewart, R.W. et Dickie, L.M.

Étude spéciale no 16, Conseil des sciences du Canada
 Publiée par Information Canada, 180 pages, \$2.50
 En vente chez Information Canada à Ottawa
 et dans les libraires d'Information Canada

Ce livre constitue le rapport officiel d'une étude sur les sciences et la technologie de la mer au Canada. Il a été commandé par le Conseil des sciences du Canada en vue de l'établissement d'une politique nationale de l'exploitation des océans.

L'océanographie y est présentée comme un domaine où le Canada doit assumer une vocation scientifique et technologique. Trois océans limitrophes en constituent la preuve. A moyen terme, la grande tâche de cette vocation serait que les Canadiens entreprennent eux-mêmes une exploitation propre et rationnelle des 100 milliards de barils de pétrole qui gisent au large de leurs côtes.

Le côté passionnant de ce livre vient du grand nombre de phénomènes et de techniques cités (courants marins et contrôle du climat, chaînes trophiques et pollution, navires et instrumentation). L'aspect multidisciplinaire de l'océanographie y est nettement mis en valeur et l'ensemble du livre se situe à un niveau très abordable pour le lecteur moyen.

Ce rapport marquera sans doute une étape importante dans l'élaboration des politiques scientifique et économique du Canada. Il est urgent qu'on le lise au Québec, autant pour son riche contenu que pour son relatif silence au sujet de l'aspect québécois des développements à venir.

Laurent Bilodeau



PROBLÈME DE PHOTOGRAPHIE

Prenant en considération que QUÉBEC SCIENCE est un des meilleurs moyens pour diffuser des informations scientifiques, moi qui suis un scientifique, j'aimerais vous exposer mon problème:

Je suis photographe amateur et, comme j'utilise un Super 8 Nikon avec zoom, je peux faire des films 8 mm ou bien encore (c'est ce que je fais le plus souvent) faire de la photo simple sur 8 mm. Dans le premier cas, je n'ai pas de problème pour faire développer mais, dans le deuxième cas, c'est là que se résument les problèmes. Quelle compagnie ou quelles gens accepteraient (ou me diraient comment faire et où m'adresser) de me faire des diapositives ou des photographies à partir du film 8 mm que la compagnie m'envoie une fois développé. Est-ce qu'il faudrait que je demande à la compagnie Kodak qu'elle m'envoie avec ce film, le film en « négatif ». Le film étant en couleur, je peux le couper en parties (chaque partie représentant une photographie) et là, peut-être y aurait-il un moyen?

Je vous remercie d'avance du conseil ou de l'aide que vous m'apporterez. Un scientifique confiant,

Gilles Morin, 920, Bon-Air, Sainte-Foy, Québec 10

COMMENT ON DEVIENT ZOOLOGUE

Abonné depuis deux ans à votre revue, je lui porte un intérêt de plus en plus croissant et apprécie l'effort que vous faites pour satisfaire vos lecteurs.

Aussi je me permet de vous demander, pour quelques camarades de classe et moi-même, de faire, dans la rubrique « Comment on devient... », un article sur le zoologue.

William Biard, Collège Stanislas, Outremont

CORRESPONDANTS DEMANDÉS

J'effectue des recherches sur les lépidoptères de la province de Québec. Tout en les collectionnant, je pratique aussi l'élevage.

La superficie de notre province est très vaste. C'est pourquoi je suis à la recherche de gens qui comme moi s'intéressent aux papillons. En ayant ainsi des correspondants situés un peu partout, l'étude des espèces au niveau provincial s'effectuerait plus rapidement et plus adéquatement.

Je m'adresse à vous dans l'espoir que par votre revue vous publierez ma lettre ou une petite annonce qui invitera et permettra aux intéressés d'entrer en contact avec moi.

Je m'intéresse aussi aux coléoptères. Je peux fournir des spécimens de lépidoptères et de coléoptères du monde entier.

Je m'adresse aussi à vous afin de savoir si vous possédez quelque documentation sur les lépidoptères et les coléoptères du Québec. Si oui, est-il possible de se procurer ces textes et à quel prix?

Gilles Deslisle, 230, chemin de la Rive, Sainte-Anne de Sorel, Sorel, Qué.

LE MOIS PROCHAIN DANS

québec science

- les jeunes scientifiques en congrès
- la critique des émissions scientifiques à la radio et à la télévision
- la cryogénie

COMITÉ DE SOUTIEN

BELL CANADA

Monsieur René Fortier, vice-président
Zone de Montréal

LA BRASSERIE LABATT LTÉE

Monsieur Maurice Legault, président

BANQUE DE MONTRÉAL

Monsieur C.W. Harris

Vice-président et secrétaire

INSTITUT DE RECHERCHE
DE L'HYDRO-QUÉBEC (IREQ)

Monsieur Lionel Boulet, directeur

Aidez-nous à soutenir
financièrement

**québec
science**

**le seul
magazine
québécois
d'information
scientifique**

Adressez vos dons à:

QUÉBEC SCIENCE
Case postale 250
Sillery, Québec 6
Tél. (418) 657-2435



BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC
BUREAU DÉPÔT LEGAL
1700 RUE ST-DENIS
MONTREAL PQ
4 1

**10
numéros
\$2**

voir la page 24