

PER  
J-69

# québec science

VOLUME 9 / NUMÉRO 7 / AVRIL 1971 / \$0.50 puq





*Le Soleil balayant de ses rayons la surface aride de la Lune: un magnifique et saisissant témoignage de la conquête de l'espace, rapporté par les astronautes d'Apollo 12.*

Revue mensuelle de promotion scientifique publiée 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). Québec Science est membre du Conseil de la jeunesse scientifique.

#### Rédaction

Directrice et rédactrice en chef  
*Jocelyne Dugas*  
Adjoint à la rédaction  
*Marc Duvivier*

Réalisation graphique et composition typographique  
*couthuran, québec*

#### Photogravure

*gravel photographeur, inc.*

#### Impression

*les ateliers optima, inc.*

Tous droits de reproduction et de traduction réservés par l'éditeur

Tout écrit publié dans la revue n'engage que la responsabilité du signataire

#### Administration

Québec Science, case postale 250, Sillery, Québec G. Tél.: 651-7220

#### Abonnements

Le volume annuel commence en octobre et se termine en mai, soit 8 numéros

Tarif individuel: \$3 (Canada); \$3,50 (étranger)

Tarif groupe-étudiants: \$2 (15 abonnements et plus à une même adresse)

Vente au numéro: \$0,50

Courrier de deuxième classe, enregistrement n°1052

#### Membres du comité d'orientation

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

Michel Bertrand, professeur de biologie, collège Mont-Saint-Louis

Claude Boucher, professeur agrégé au Département de mathématiques, Université de Sherbrooke

Maurice Brossard, doyen aux études graduées et à la recherche, Université du Québec à Montréal

Roger Brunelle, agent de développement des sciences à l'élémentaire, ministère de l'Éducation

Pierre Couillard, professeur titulaire au Département des sciences biologiques, Université de Montréal

Jacques Desnoyers, professeur agrégé en chimie, Université de Sherbrooke

Guy Dufresne, directeur des projets spéciaux, Consolidated Bathurst

Alain Faucher, étudiant au collégial II, Collège de Lévis

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

Serge Fradette, étudiant en biochimie, Université de Montréal

Claude Frémont, directeur adjoint au Département de physique, Université Laval

Jacques Hébert, étudiant, CEGEP du Vieux-Montréal

G. Kaplan, professeur de biologie, Université d'Ottawa

Pierre Lamonde, économiste, Institut national de la recherche scientifique, Université du Québec

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

Gérald Marion, directeur du département de sciences économiques, Université de Montréal

Joaquin Miro, coordonnateur de chimie, CEGEP St-Laurent

Lise Nicole, professeur, département de biochimie, Université Laval

Gilles Papineau-Couture, directeur du contrôle de la qualité, Laboratoires Ayerst

Daniel Paquette, étudiant au secondaire, Collège Bourget, Rigaud

Guy Rocher, Département de sociologie, Université de Montréal

Guy Simard, étudiant, CEGEP du Vieux-Montréal

Pierre Tougas, coordonnateur de sciences, Commission des écoles catholiques de Montréal

Marielle Trudeau, étudiante au secondaire, École Stella Maris

SOMMAIRE	TEXTES	PAGES
<i>Éditorial: «C'est la faute au système!»</i>	Jocelyne Dugas	1
<b>SCIENCE ET ACTUALITÉ</b>		
DOSSIER ESPACE		
Ici Houston. À vous Apollo 14!	Michel Gauquelin	3
<i>Notre envoyé spécial au Centre spatial de Houston a vécu l'odyssée d'Apollo 14 aux côtés des savants et des techniciens de la NASA.</i>		
Voyages à la Lune: rien à craindre, sauf...	Hervé Audet	7
<i>Une expédition lunaire comporte certains dangers. Néanmoins les précautions prises avant et pendant le vol réduisent les risques au minimum.</i>		
La seconde carrière des ballons	Fernand Lot	9
<i>Les ballons-sondes, qui ont remplacé les montgolfières de jadis, jouent un grand rôle dans la recherche spatiale et astronomique.</i>		
Les maladies mortelles du bois blessé	Marcel Lortie	12 - 13
<i>Les arbres n'échappent pas plus aux blessures et aux maladies que les hommes. Mais ils en guérissent beaucoup moins souvent.</i>		
<b>RUBRIQUES</b>		
L'expérience du mois: Pleins feux sur les insectes	Jean-Paul Boudreault	14 - 15
Comment on devient — Comment devenir: Ingénieur minier	Solange Chalvin	16 - 17
Le Labo: Le plancton du fjord Saguenay	Alain Faucher	18 - 19
Flash... Flash... Flash...	Marc Duvivier	20 - 21
À vous de jouer: L'invasion de la poussière	Laurent Bilodeau Jean-Marc Fleury	22
Échecs et maths: Accrochez les wagons!	Claude Boucher	23
Vous dites?		23
Voulez-vous lire?	Jean Paré Jacques Lacroix Manuel d'Août Jean-Denis Carrette	24
Flashes-Jeunes	Marc Duvivier	C

«C'est la faute au système!»

«C'est la faute au système!»

«C'est la faute au système!»

par Jocelyne Dugas

La mécanique est bien en place.

Dans les usines du savoir, les étudiants étudient. Les professeurs professent.

Les administrateurs administrent. Les fonctionnaires fonctionnent.

Il a été décidé que le Québec devait former un certain nombre de scientifiques.

Il a été décidé qu'il devait préparer beaucoup de techniciens. Et on le fait

surtout par des cours formels, théoriques.

La mécanique est détraquée.

Les mordus des sciences, si on les interroge, sont catégoriques: «C'est parce que j'ai participé à des activités parascolaires que je me suis mis à aimer les sciences, pas à cause des cours.» Mais la majorité des étudiants du secondaire, du collégial et même de l'université, elle, a pris les sciences en grippe, même si un certain nombre s'y destine éventuellement.

Quelque chose sûrement ne tourne pas rond. A qui la faute?

Les jeunes d'aujourd'hui, selon certains, sont paresseux; ils ont peur de l'effort, peur des maths, peur de l'échec, peur des carrières scientifiques et techniques.

Quant à moi, je pense qu'ils ne sont pas motivés. Et que les méthodes actuelles d'enseignement les rebutent. Pourquoi subir ce bourrage de crâne, ce lavage de cerveau? Pour réussir aux examens, d'accord. Et puis après? Le diplôme ne leur assure même plus un emploi à la fin de leur cours.

Comment expliquer, d'autre part, que l'univers physique de l'ère spatiale apparaisse morne et desséchant à ceux qu'on initie à ses mystères. Et chacun — étudiants, professeurs et fonctionnaires — de se renvoyer la balle pour ensuite reprendre en chœur: «C'est la faute au système!» Cette paralysie collective est tragique.

Est-ce donc vrai qu'ils détestent les sciences, ces futurs citoyens de l'an 2000?

Non pas. Mais la Science vivante, vibrante, actuelle, ce n'est pas à l'école qu'ils la découvrent. C'est devant leur écran de télévision, en contemplant l'odyssée

Apollo. Ou quand ils construisent en groupe un ballon-sonde pour le lancer à Saint-Michel-des-Saints. Quand ils suivent les allées et venues des fourmis de leur parterre. Quand ils s'inquiètent des oiseaux disparus de leur rue, chassés par le tintamarre de la ville.

La civilisation technologique leur a donné la société d'abondance. Pourtant, la jeunesse a horreur du credo capitaliste qui, à ses yeux, amoindrit la valeur des découvertes modernes en faisant du travailleur un robot, du consommateur un idiot, de la nature un tombeau.

Elle n'a pas en haute estime les scientifiques isolés dans leur tour d'ivoire, dessinant avec la même aisance le champignon d'Hiroshima, la fusée du Cap Kennedy.

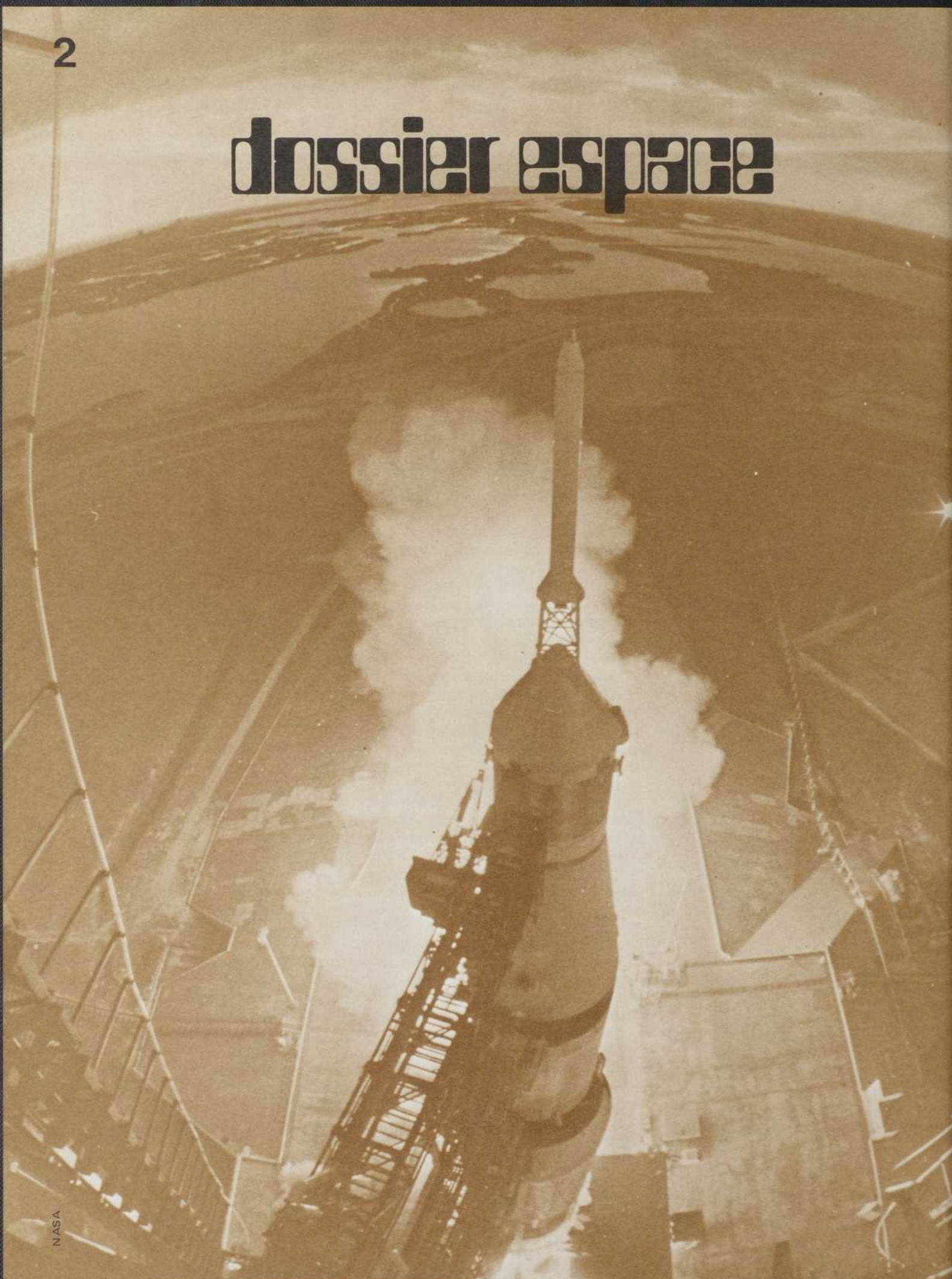
Si les étudiants s'engouffrent dans les facultés universitaires qui mettent l'accent sur l'homme; s'ils veulent apprendre pourquoi le monde tourne avant de se préparer à le faire tourner, il ne faut pas s'en étonner.

Il faut faire descendre la science dans la rue, disent-ils. Il faut la réintégrer dans la vie quotidienne, dans l'environnement immédiat.

Et qu'on se serve des activités parascolaires comme source d'inspiration, comme pivot de la pédagogie. Qu'on les répande partout au Québec. Qu'on utilise à plein les ressources matérielles et humaines inexploitées. Qu'on renouvelle les méthodes, par l'emploi de l'ordinateur, de l'enseignement programmé.

Il faut faire vite. Car si la science n'entre pas bientôt à l'école dans son électrisante diversité, ce sont les jeunes qui en sortiront.

# dossier espace



DEPUIS  
ARTIF  
D'ECLA  
SOVIET  
PREMI  
ENTIER  
NOTRE  
ESPRIT  
DEVE  
DES QU  
ET PRÉ  
UNES  
SCIENS  
ESPAC  
PROFIT  
LA CO  
ETUDI  
FONCT  
HERVE  
PSEUD  
AU CO  
NOTRE  
QUANT  
QUE PR  
CIEUX  
CHE SP

DEPUIS LE LANCEMENT DU PREMIER SATELLITE ARTIFICIEL, LE 4 OCTOBRE 1957, LES COUPS D'ÉCLAT DE L'ASTRONAUTIQUE, AMÉRICAINE OU SOVIÉTIQUE, ONT TRÈS SOUVENT MONOPOLISÉ LA PREMIÈRE PAGE DES JOURNAUX DU MONDE ENTIER. L'ESPACE FAIT DÉSORMAIS PARTIE DE NOTRE DÉCOR FAMILIER. MÊME SI POUR CERTAINS ESPRITS BLASÉS, LA CONQUÊTE SPATIALE EST DEVENUE UN EXERCICE BANAL, CELLE-CI SOULÈVE DES QUESTIONS DE PLUS EN PLUS NOMBREUSES ET PRÉCISES. C'EST POUR RÉPONDRE À QUELQUES-UNES DE CES INTERROGATIONS QUE QUÉBEC SCIENCE A DÉCIDÉ DE PUBLIER CE PETIT «DOSSIER ESPACE».

PROFITANT DE LA MISSION APOLLO 14 QUI RELANÇAIT LA COURSE À LA LUNE, MICHEL GAUQUELIN EST ALLÉ ÉTUDIER SUR PLACE, PENDANT NEUF JOURS, LE FONCTIONNEMENT DU CENTRE SPATIAL DE HOUSTON. HERVÉ AUDET ÉVOQUE ENSUITE LES DANGERS ET LES PSEUDO-DANGERS QUI MENACENT LES ASTRONAUTES AU COURS DE LEURS EXCURSIONS EN DIRECTION DE NOTRE SATELLITE NATUREL.

QUANT À FERNAND LOT, IL ÉNUMÈRE LES SERVICES QUE PEUVENT RENDRE LES BALLONS-SONDES, PRÉCIEUX AUXILIAIRES DES SATELLITES POUR LA RECHERCHE SPATIALE ET ASTRONOMIQUE.

# ici houston à vous apollo 14 !

par notre envoyé spécial  
Michel Gauquelin

*Pour la troisième fois, l'homme a posé le pied sur la Lune. Déjà, nombreux sont ceux qui trouvent banal de voir leurs congénères sauter et gambader sur notre satellite. Sans doute ignorent-ils les exploits techniques et humains qu'il a fallu accomplir pour leur offrir ce spectacle. Michel Gauquelin a suivi de bout en bout, en compagnie des techniciens et des savants de la NASA, la progression de la mission Apollo 14. Il démonte pour QUÉBEC SCIENCE, les rouages de cette prodigieuse machine qu'est le Centre spatial de Houston.*

Depuis treize ans, techniciens et savants de la NASA avaient enregistré tant de missions victorieuses, accumulé tellement d'exploits qu'ils auraient pu, blasés et sûrs d'eux-mêmes, classer Apollo 14 au rayon des succès de routine. Aussi l'enthousiasme qui s'empara du Centre spatial de Houston au moment où les trois astronautes plongeaient avec leurs 108 livres de roches lunaires dans l'Océan Pacifique, mérite-t-il d'être souligné. Cette joie débordante en fait s'explique aisément: après le demi-échec d'Apollo 13, qui neuf mois plus tôt n'avait pu atteindre son objectif, ce nouveau vol relançait le suspense de la course à la Lune.



NASA

La salle de contrôle du Centre spatial de Houston.

**Deux sorties** ○ Finalement, Alan B. Shepard, Stuart A. Roosa et Edgar D. Mitchell sont revenus sains et saufs avec la satisfaction d'avoir accompli la quasi-totalité des opérations prévues.

La stratégie du vol n'avait pas été remise en cause puisque, jusqu'à présent, son profil n'avait posé aucun problème. Cette fois-ci, l'attention se portait plutôt sur les éventuels incidents, comme le court-circuit d'Apollo 13.

L'objectif de cette quatrième mission habitée avec débarquement sur la Lune consistait à atterrir dans la région accidentée du cratère Fra Mauro, et d'y réaliser deux sorties distinctes pendant les trente-trois heures et demie de présence sur le sol lunaire.

Au cours de leur première sortie, Mitchell et Shepard devaient déployer l'ALSEP (Apollo Lunar Surface Experiments Package), ensemble d'instruments scientifiques destinés aux études sismiques à long terme et à différentes mesures: énergie, densité et flux d'ions, énergie solaire, variations du champ magnétique lunaire.

Ils devaient aussi installer un réflecteur laser et ramasser des échantillons de roches lunaires tout autour de l'ALSEP. Plusieurs explosions pour fins d'études sismiques étaient également prévues.

**Charriot à deux roues** ○ La seconde sortie représentait une véritable petite expédition avec collecte de roches et prises de photos, jusqu'au cratère du cône situé à plus d'un kilomètre du module lunaire, ANTARÈS.

Pendant toutes ces opérations on devait expérimenter plusieurs appareils: une sorte de charriot sur deux roues, des appareils photos, des instruments pour ramasser les échantillons du sol.

Le décollage de la Lune se faisait comme à l'accoutumée, mais un changement intervenait dans le rendez-vous avec KITTY-HAWK, le module de commande. Celui-ci avait continué à tourner autour de la Lune, photographiant sans arrêt les futurs sites d'atterrissage.

Au lieu de faire une course poursuite coelliptique, ANTARÈS devait s'élever du sol lunaire et, moins d'une heure et demie après, s'arrimer directement au module de commande dès son premier passage.

Le retour des trois cosmonautes s'effectuait normalement avec atterrissage prévu près du porte-hélicoptère NEW ORLEANS pour le 9 février à 15 h 01, heure de Houston. Deux cent seize heures et trente-huit minutes se seraient écoulées depuis la mise à feu à Cap Kennedy.

**Mission accomplie** ○ Si, à Houston, journalistes, contrôleurs de vol, anciens et futurs astronautes laissaient éclater leur joie, c'est que toutes ces opérations s'étaient effectuées normalement, à quelques détails près.

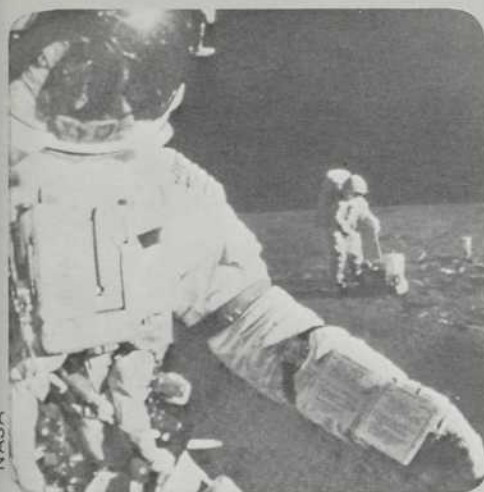
Mais pour ceux qui avaient suivi le vol minute après minute au Centre spatial même, ces neuf jours se traduisaient par de nombreuses sueurs froides et une vive tension.

Même si elle a accompli 99 pour cent de ses objectifs, la mission Apollo 14 n'en reste pas moins la plus fertile en incidents, souvent mineurs, parfois plus graves. Seuls de tels incidents permettent d'apprécier l'importance du centre de Houston pour la réussite d'un vol Apollo.

**Un long entraînement** ○ Le Manned Spacecraft Center est situé à une vingtaine de milles au sud de Houston, tout près de la base aérienne d'Ellington. Le Centre se compose d'une trentaine de bâtiments servant à l'entraînement des astronautes, aux essais de matériel, aux simulations et aux directions de vol.

C'est là que, pendant des semaines et des mois, les astronautes répètent les gestes qu'ils effectueront tout au long de leur mission. C'est là qu'on invente des difficultés, depuis une panne de moteur jusqu'à un amerrissage forcé loin des navires de récupération.

Des répliques exactes du train spatial et de tous les instruments permettent une familiarisation qui devient vite un conditionnement total. Anciens et futurs astronautes s'y côtoient quotidiennement.



**Pendant que Mitchell installe les appareils scientifiques, Shepard nous montre les feuilles fixées à son poignet et sur lesquelles figure le détail des travaux à effectuer.**

**Dans la salle de contrôle** ○ Le bâtiment central, sans fenêtres, est le cœur de toute mission. C'est le *Mission Control Center*, MCC. Dans la pièce centrale, une quarantaine de consoles face à de vastes écrans et des cartes qui permettent de suivre le vol.

Dans les pièces attenantes, des experts pour chaque secteur, prêts à intervenir dès que surgit la moindre difficulté. Ce sont pour la plupart des représentants des compagnies qui ont la responsabilité de la construction du matériel (North American Rockwell, TRW, MIT, IBM, etc.).

Ces spécialistes sont divisés en trois équipes qui se relaient. Cela signifie qu'il y a en permanence une cinquantaine de personnes dans la pièce centrale, et près de deux cents dans les salles voisines.

Chaque équipe, orange, or et marron, est dirigée par un directeur de vol. Pour Apollo 14, les trois hommes, «Pete» Frank, «Mike» L. Windler et «Jerry» D. Griffin, en sont à leur cinquième et septième mission Apollo.

Ce sont eux qui, sous la haute direction de Sigurd A. Sjoberg, coordonnent le travail des contrôleurs dans la pièce centrale. Les *Capcoms* doivent être au courant de tout. Ce sont d'anciens astronautes et ce sont eux qui, pendant neuf jours, «bavardent» avec les astronautes.

**A la sixième tentative** ○ C'est par une étroite et constante collaboration entre toutes ces personnes et les trois hommes que les difficultés rencontrées ont pu être résolues.

Trois heures et treize minutes après avoir quitté Cap Kennedy le 31 janvier, départ retardé à cause d'un ciel trop nuageux, le premier problème surgit, grave: impossible d'arrimer les deux modules. Les crochets refusent d'agripper. Quatre essais sont tentés presque coup sur coup. Ils échouent.

Un dialogue s'engage alors entre Houston et Apollo 14: va-t-on fixer une caméra sur la pièce défectueuse pour que les experts du Centre spatial puissent déceler la défaillance? Ou bien sortir du module de commande pour aller chercher le harpon et l'examiner de près? Ou encore tenter de réparer avec les outils à bord?

Pendant ce temps on est allé se procurer une réplique exacte du système d'arrimage et, dans une salle contiguë, les ingénieurs s'affairent.

Mitchell leur décrit les rayures qu'a faites le harpon sur les parois du cône:

**CAPCOM — 14, ici Houston. Pouvez-vous nous décrire les rayures? Sont-elles fines ou arrondies?**

**MITCHELL — En fait, je n'ai pas très bien vu. Attendez, je vais y retourner. On les voit très bien. Ce sont des éraflures très distinctes entrant dans le réceptacle, mais, attendez, je bouge pour mieux voir.**

**CAPCOM — A vous.**

**MITCHELL — Houston, ici 14.**

**CAPCOM — Allez-y 14.**

**MITCHELL — Je suis sûr que vous pensez tous à la même chose. Mais si les crochets d'arrimage dérapent sur le cône, je ne vois pas pourquoi ils feraient ce genre de marques.**

**CAPCOM — Oui, c'est ce qu'on est en train de se dire ici, et nous pensons plutôt que quelque chose les retient. Quelque chose du genre d'une épingle à cheveu...**

A la sixième tentative, l'arrimage se fait normalement mais ce grave incident, qui aurait pu empêcher le débarquement sur la Lune, fera redouter les manoeuvres de séparation et de réarrimage en orbite lunaire, manoeuvres qui finalement se sont réalisées sans difficulté.



**Quelques heures après le départ, dans la console centrale de communications. Au premier plan, l'astronaute Eugène A. Cernan a sous la main le cahier à couverture noire qui contient toute la description du vol. A ses côtés, un autre capcom, astronaute lui aussi.**

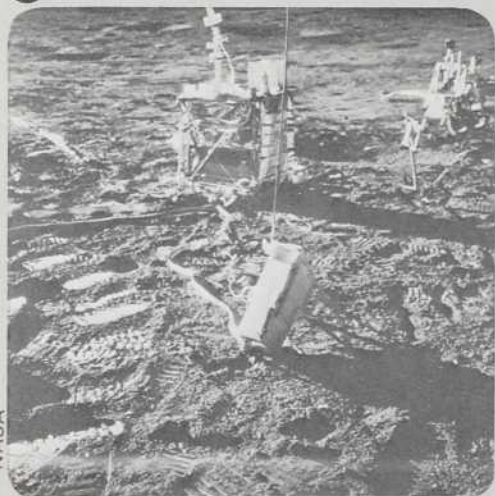
**La matière grise du MIT** ○ Le deuxième accroc important aurait pu avoir des conséquences très graves, car on manquait de temps pour prendre des décisions. C'est la panne d'ordinateur du LM qui survient à 106 heures et 11 minutes de vol alors qu'ANTARÈS doit, dans deux heures et demie, amorcer une descente de douze minutes pour atterrir sur la Lune.

Houston s'aperçoit que l'ordinateur a sorti une fausse donnée qui va influencer sur les programmes 62, 64 et 66 destinés à guider automatiquement l'atterrissage pendant les douze dernières minutes.

Cela semble venir du pupitre même et, à terre, on recommande à Mitchell de frapper fort dessus pour voir si la difficulté ne viendrait pas d'un interrupteur défectueux.

Sans perdre de temps, les spécialistes du MIT (Massachusetts Institute of Technology) se mettent au travail au Centre spatial pour calculer un nouveau programme qui viendra corriger les erreurs que vont subir les 62, 64 et 66 lors de la descente. Car il est trop tard pour changer ces programmes.

En un temps record, les représentants du MIT à Houston, en communication permanente avec la maison mère située près de Boston à 3 000 kilomètres de là, recalculent tout pour permettre la descente. Ce tour de force n'aura été possible que grâce à la disponibilité totale de toutes les personnes impliquées de près ou de loin dans ce vol.



Les instruments d'études sismiques destinés à apprécier la profondeur de la croûte lunaire. Au premier plan, un appareil contenant quatre grenades qui seront lancées sur commande à partir de la Terre. Les vibrations qui en résulteront seront transmises par l'instrument figurant au deuxième plan.



Freiné par d'immenses parachutes, le module de commande, à bord duquel se trouvent les trois astronautes, fonce vers le Pacifique.

**Le dialogue est permanent** ○ En fait, tout se passe comme si les 250 personnes du bâtiment de contrôle de Houston étaient dans le train spatial ou sur la Lune. La communication est constante. Aucun acte n'est posé là-haut ou ici au Centre sans qu'on demande à l'interlocuteur son avis.

Quand il faut changer quelque chose, on en discute: ainsi la proposition de Mitchell d'avancer d'une heure et demie la seconde marche ne sera acceptée à terre qu'après de longues discussions.

Pour le déroulement du vol, Mitchell et le *Capcom* ont chacun un exemplaire de l'agenda noir qui décrit chronologiquement les opérations. Pour toute action délicate, mise à feu de moteurs, sortie du LEM, arrimage, le *Capcom* dicte les gestes à effectuer.

De même lorsque Shepard et Mitchell accomplissent leurs marches sur la Lune, Houston s'inquiète de chacun de leurs pas:

**CAPCOM** — OK, sur le cahier, ici, pour ces échantillons de roche il faut une photo panoramique.

**MITCHELL** — D'accord, on va vous faire ça.

**CAPCOM** — OK AI, une question, as-tu pris cet échantillon au bout de la tranchée?

**SHEPARD** — Eh bien, comme je te l'ai dit la tranchée n'est en fait qu'un misérable petit sillon, parce que les côtés s'écroulent au fur et à mesure, et si je prends un échantillon à un bout j'ai bien l'impression que ce ne sera plus le même bout dans deux secondes.

**MITCHELL** — AI? Lequel on prend?

**SHEPARD** — Celui-ci. Vingt-trois maintenant.

**Un conditionnement parfait** ○ Ces quelques échanges reflètent les dialogues qui s'échangent pendant les neuf jours de vol et d'activités sur la Lune. Tous les hommes se connaissent et, quand un des astronautes pose un geste, ce sont cinquante personnes qui posent le même geste, qui ont le même réflexe.

Cette solidarité s'exprime dans la salle de contrôle par les attitudes lors des moments délicats réussis. C'est la détente: une gorgée de café, quelques tapes sur l'épaule du voisin, quelques pas entre les consoles.

Ce programme Apollo, qui par bien des côtés n'est qu'un exploit technique d'une machine complexe qui tourne dans de fort savants engrenages bien huilés, prend alors une dimension humaine. Surtout quand les problèmes se posent et qu'il faut recourir à l'imagination.

Que ce soit pour la faiblesse de la batterie n° 5, pour le mauvais fonctionnement des détecteurs médicaux sur les combinaisons, des antennes de communication, du radar d'atterrissage, des appareils photographiques ou encore pour les difficultés d'escalade du cratère du Cône, tout est prévu. A commencer par le matériel qui est toujours en double ou en triple: deux moteurs principaux pour le LM, au cas où ...

Rien n'est laissé au hasard, même pas les réactions des astronautes qui agissent naturellement. Ces gestes, ils les ont tellement répétés qu'ils leur viennent spontanément. C'est le sommet du conditionnement humain et le chef-d'oeuvre de l'organisation à l'américaine. ○

## SYSTÈME MÉTRIQUE ET UNILINGUISME

QUÉBEC SCIENCE s'intéressant de très près à l'évolution du système international d'unités de mesure, j'ai essayé de savoir quel était le système utilisé au Centre spatial de Houston. On se souvient que la NASA a annoncé à plusieurs reprises qu'elle intégrait progressivement le système international, c'est-à-dire métrique.

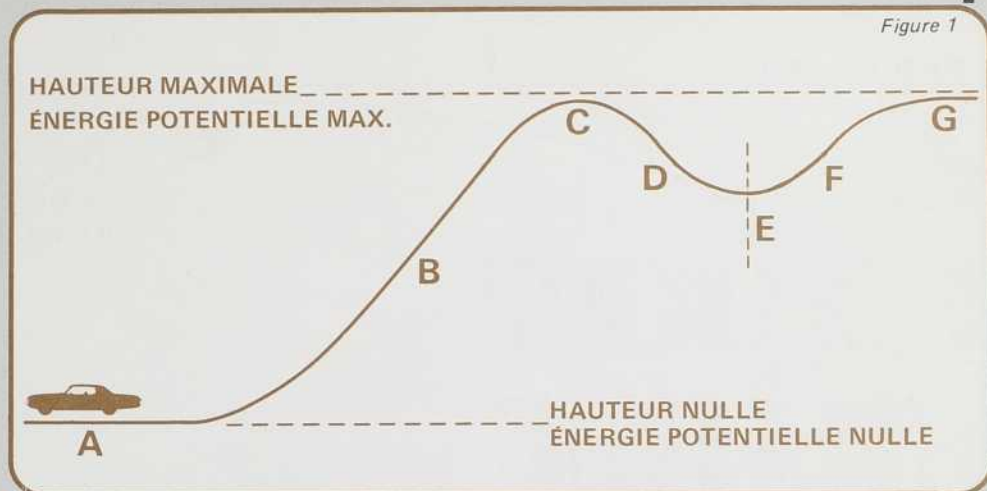
Des efforts sont effectivement en cours, suscités notamment par l'ouverture de l'agence spatiale américaine à la participation d'autres pays. C'est ainsi que les descriptions techniques des roches lunaires se font en système métrique, de même que pour les distances sur la Lune, par exemple.

Par contre, le Centre spatial parle de 108 «livres» de roches lunaires et exprime les distances Terre-Lune en «milles» nautiques. Par ailleurs, M.A. Thomann, ingénieur de la firme TRW responsable des moteurs du LM, me précisait qu'il était absolument impossible à l'heure actuelle de sortir du système yard-livre étant donné le contexte américain.

Présenté comme une mission de l'humanité, Apollo reste en fait très américain. A commencer par un unilinguisme total que regrettaient les nombreux représentants de la presse étrangère.

M.G.

La courbe de dénivellation d'une route peut se comparer à une courbe de potentiel, notion très utile en physique. Comme, dans le cas d'une dénivellation, l'énergie potentielle d'un mobile est proportionnelle à sa hauteur, l'analogie est directe.



par Hervé Audet

# Voyages à la lune: rien à craindre, sauf...

Le déroulement presque parfait de la mission Apollo 14 ne doit pas nous faire oublier que la conquête de la Lune comporte certains dangers. L'accident d'Apollo 13 est là pour nous rappeler qu'aucun vol n'est une opération de routine. Il existe à tous les niveaux des risques qu'il ne faut cependant pas dramatiser. Cet article analyse les dangers qui peuvent survenir au cours du voyage, notamment dans l'utilisation de l'énergie.

Assurer le retour des astronautes sur la Terre, tel est le premier objectif d'un vol spatial habité. Mais, pour atteindre ce but, la NASA est handicapée par le poids total du véhicule au décollage. Cela se traduit par la nécessité d'économiser l'énergie et le carburant tout au cours du périple.

Ce souci d'économie entraîne obligatoirement des risques pour les «apollonautes». Mais, à chaque envolée vers la Lune, les commentateurs ne s'envolent-ils pas eux-mêmes pour dramatiser ces dangers ou ces pseudo-dangers?

L'expérience quotidienne et quelques principes de mécanique céleste permettent d'analyser certaines étapes «critiques» du voyage à la Lune.

**Fusée de sauvetage** ○ On a déjà vu des fusées exploser en plein ciel quelques secondes après leur départ. On a vu des fusées transformer la rampe et même une partie de la base de lancement en un véritable enfer, sans même s'être élevées d'un seul pied. Tel fut le cas, par exemple, de la fusée soviétique super-puissante qui en était encore au stade du développement. Il

faut également rappeler l'incendie dont fut victime la cabine d'Apollo 1 lors d'un exercice et dans lequel périrent trois astronautes, en 1967.

Mais, à notre connaissance, aucune explosion ne s'est jamais produite au décollage d'un vol humain. De plus, chaque lancement d'une fusée Saturne s'est jusqu'ici déroulé dans l'ordre le plus parfait.

Les astronautes semblent parfaitement prémunis contre l'éventualité d'une explosion au décollage. Sans doute avez-vous déjà remarqué cette curieuse tour qui surmonte la fusée Saturne, à plus de 360 pieds de hauteur: c'est une fusée de sauvetage. La puissance de cette fusée lui permettrait, en cas de besoin, de «catapulter» la cabine Apollo avec ses trois occupants. Parvenue à une certaine altitude, la cabine pourrait alors déployer ses grands parachutes et descendre en douceur sur l'Atlantique, où une équipe de secours attend les éventuels naufragés.

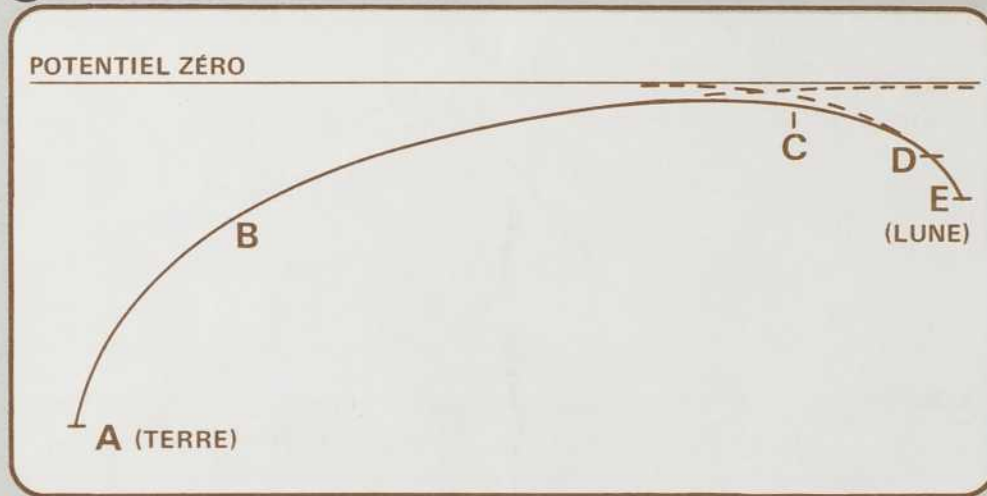
Les 9 000 livres de cette tour de sauvetage représentent une masse considérable à soulever et à accélérer. Cependant, le décollage étant réussi, elle sera larguée au bout de quelques minutes seulement. L'énergie ainsi gaspillée est négligeable si on la compare à celle qui est dégagée par les cinq moteurs de Saturne, «soufflant» avec une poussée supérieure à 7 000 000 de livres, pendant plus de 150 secondes.

Cette fusée de sauvetage larguée au tout début du voyage était pourtant le seul engin de rechange dont disposait la mission. Doit-on en conclure que, plus tard, le défaut du moindre moteur-fusée signifierait la perte des trois hommes?

**Une voiture en montagne** ○ A chaque point du parcours, on doit faire le bilan de l'énergie dont dispose le train spatial: énergie cinétique fournie par les trois étages de Saturne, énergie potentielle par rapport à la Terre et par rapport à la Lune, énergie chimique pouvant être dégagée par les réserves de carburant. La somme de ces énergies doit toujours dépasser un certain minimum critique. En d'autres termes, le véhicule spatial doit avoir assez d'énergie pour traverser la «colline de potentiel» qui sépare la Terre de la Lune. Et cela, aussi bien au retour qu'à l'aller.

Nous pourrions donc comparer la cabine Apollo à une voiture qui voyage dans une région montagneuse (figure 1). Imaginons que cette voiture se trouve, immobile, au point A. Son conducteur veut se rendre au point E, s'y arrêter, prendre un passage et revenir au point A. Dans les deux sens, le véhicule devra franchir la colline.

Même si le point E est plus bas que le point C, il faut s'assurer avant le départ que la réserve de carburant est suffisante pour conduire la voiture jusqu'au point C. Cela peut se faire, par exemple, en accélérant rapidement puis en coupant le moteur. L'élan acquis mènera le véhicule au sommet. Le carburant aura donc été transformé en énergie cinétique, qui se sera à son tour changée en énergie potentielle à mesure que la voiture gravissait la pente. Si l'énergie cinétique (ou la vitesse) du départ n'avait pas été suffisante, la voiture se serait arrêtée dans la pente (point B) et aurait fait marche arrière.



Courbe de potentiel le long de l'axe Terre-Lune. C'est la somme de deux courbes distinctes dont l'une est due à la Terre et l'autre à la Lune. Le point C est situé aux neuf-dixièmes de la distance Terre-Lune. Dans ce cas, on dit que l'énergie potentielle d'un mobile est nulle s'il se trouve à une distance infiniment grande de la Terre et de la Lune.

**Accélération et freinage** ○ Supposons au contraire que la voiture ait conservé une certaine vitesse en atteignant le sommet. Elle commencera alors à dévaler le long de la pente en accélérant car, maintenant, l'énergie potentielle (proportionnelle à la hauteur) se transforme en énergie cinétique. Si l'on néglige tout frottement et toute intervention du conducteur, on peut prévoir que le véhicule passera au point E à grande vitesse et remontera jusqu'au point G, toujours par la transformation de la forme d'énergie. Mais le conducteur freine en E. Le freinage représente une perte d'énergie pure et simple.

Il est facile de constater que si, à ce moment, la voiture n'avait plus de carburant ou si le moteur était incapable de transformer le carburant en énergie cinétique, l'automobile serait irrémédiablement emprisonnée (pour les besoins de la comparaison, nous oublions toute possibilité de remorquage). La voiture serait donc capturée dans un « puits de potentiel », comme disent les physiciens.

Admettons que le retour soit réussi. Il est facile de deviner que le voyage de retour est l'inverse de l'aller: l'accélération est moins forte en E mais le freinage doit être beaucoup plus puissant pour immobiliser de nouveau la voiture en A.

**La vie dépend d'un moteur** ○ Remplaçons maintenant la voiture par la cabine Apollo et la « région montagneuse » par la « courbe de potentiel » entre la Terre et la Lune. La surface de la Terre devient le point A (figure 2) et celle de la Lune le point E. Le point C représente le lieu où les forces d'attraction lunaire et terrestre s'équilibrent.

L'accélération est acquise en A par la poussée des trois étages de Saturne. L'énergie cinétique se transformera pendant deux

jours en énergie potentielle, de sorte que, de 25 000 milles à l'heure au départ, la vitesse d'Apollo aura chuté à quelque 1 500 milles à l'heure au point C. La vitesse augmentera de nouveau vers la Lune. Là cependant, le freinage ne s'effectuera pas d'un seul coup. Grâce à la grosse fusée du module de service, un premier freinage a pour résultat de placer le train de l'espace en orbite autour de la Lune. Ceci équivaut au stationnement en D, sur le flanc du « puits de potentiel » lunaire.

Après la descente et la remontée du LEM, le seul moteur pouvant assurer le passage d'Apollo au-delà de la « colline de potentiel » sera celui du module de service. Le retour — et la vie — des astronautes dépendra de ce seul moteur. Si par hasard on remarquait une défectuosité dans ce moteur avant l'excursion du module lunaire, la relève pourrait être prise soit par le moteur du palier de descente du LEM, soit par celui du palier de remontée, soit par les deux, tour à tour. La défaillance d'un moteur, même très important, n'implique donc pas nécessairement la perte de l'équipage.

**La remontée, moment crucial** ○ La descente sur la Lune et l'atterrissage représentent une phase très critique. Mais la vie des astronautes n'est pas tellement menacée car, à tout moment, même sans toucher la Lune, on peut amorcer la remontée, en larguant le palier de descente.

Supposons maintenant l'atterrissage réussi et la mission accomplie. Vient alors le moment le plus crucial: la remontée. Deux hommes, un ordinateur, quelques directives de la Terre et un moteur... un seul moteur; aucun engin de rechange, aucune relève possible. Et aucun remorquage! ... quatre...trois...deux...un... il faut que ça marche!

Retrouvons nos héros sur le chemin du retour. Les deux « lunaires » ont rejoint leur confrère dans la cabine et tous trois viennent de sortir du puits de potentiel de la Lune. Ils s'approprient déjà à tomber dans un autre puits, au fond duquel vivent trois milliards d'hommes... La vitesse augmente à mesure qu'on s'approche de la Terre. Bientôt, elle atteint à nouveau les 25 000 milles à l'heure. Et il va falloir freiner! Auprès de la Lune, le freinage s'effectuait au moyen de rétro-fusées, aussi bien pour entrer en orbite que pour atterrir. Mais ici, il faudrait une fusée gigantesque pour freiner Apollo. Et on n'a plus de fusée.

**Sans espoir de retour** ○ On procède alors de façon plus économique, et en même temps très efficace: par friction contre l'atmosphère terrestre. Ainsi doit se dissiper en chaleur toute l'énergie cinétique acquise par le véhicule spatial. C'est à ce moment que les commentateurs insistent sur le double danger qui menace les voyageurs de l'espace. Si l'angle est trop prononcé, les astronautes se réduiront en cendres en quelques secondes; si l'angle est trop faible, ils rebondiront dans l'espace, sans espoir de retour. Et la marge est très étroite: à peine un degré. Et pourtant, un degré, c'est bien peu: si, par exemple, un lanceur de baseball atteint le coin gauche du marbre alors qu'il visait le coin droit, il fait une erreur d'un degré.

Je suis néanmoins convaincu qu'entrer dans l'atmosphère dans la bonne direction, c'est l'opération la plus facile de tout le vol. La raison est simple: on a deux jours pour préparer cet instant, pour mesurer tous les paramètres de l'orbite suivie par le véhicule et pour les corriger s'il y a lieu. Deux orbites dont les directions diffèrent d'un degré au niveau des hautes couches atmosphériques sont des orbites totalement différentes. On ne peut donc se tromper.

A partir du moment où les astronautes sont sur le versant « Terre » de la courbe de potentiel, ils peuvent déjà rêver à leur prochaine randonnée dans l'espace.

Et à tout moment, face au danger ou à de pseudo-dangers, les astronautes demeurent confiants. Ils sont convaincus que la première préoccupation de la NASA, ce n'est pas de réussir la mission à tout prix, mais bien de ramener trois hommes sur la Terre, sains et saufs. ○

L'auteur est étudiant à la maîtrise en astrophysique à l'Université de Montréal.

#### BIBLIOGRAPHIE

- MOORE, Patrick, *Atlas de la conquête de la Lune*, Éditions Payot, Lausanne, 1969.  
 WILFORD, John Noble, *We reach the moon*, Bantam Books, 1969.  
 BENOIT, GAUTHIER, LABERGE, *Éléments de physique*, Tome 2, chap. 16, Beauchemin, 1963.  
 MARTIN, Charles-Noël, *Les satellites artificiels*, Collection « Que sais-je? », P.U.F., 1965.  
 TAILLÉ, Jean, *La Terre et la Lune*, Collection « Que sais-je? », P.U.F., 1966.  
 CLARKE, Arthur C., *L'homme et l'espace*, Life, le Monde des Sciences, 1964.

*L'apparition des avions puis des fusées et des satellites nous a fait croire, un instant, que la postérité des montgolfières se réduirait bientôt aux ballons rouges des enfants. Or, il n'en est rien. Au contraire, les ballons connaissent un renouveau inattendu. S'ils ne transportent plus de passagers, ils s'envolent chargés d'instruments scientifiques. Véritables laboratoires volants, ils permettent ainsi de transmettre de précieux renseignements dans les domaines de la météorologie, de l'aéronomie et de l'astronomie.*

# la seconde carrière des ballons

par Fernand Lot

Dès la fin du 18<sup>e</sup> siècle, certains savants, comme Lavoisier et Condorcet, témoignant d'une étonnante lucidité, prévoyaient quelques-unes des futures applications des ballons-sondes. Dans leur rapport à l'Académie des sciences sur «la Machine aérostatique», ils suggéraient en effet que l'aérostat pourrait être employé «dans beaucoup d'usages pour la physique, comme pour mieux connaître la vitesse et la direction des différents vents qui soufflent dans l'atmosphère; pour avoir des électroscopes portés à une hauteur beaucoup plus grande que celle où on peut élever des cerfs-volants; enfin, pour s'élever jusque dans la région des nuages, et y aller observer les météores».

Aux États-Unis est née, il y a une vingtaine d'années, l'industrie des ballons en feuilles de plastique. Les performances des nouveaux aérostats et les succès obtenus (par exemple, la découverte des émissions de rayonnement X dans les aurores polaires) incitèrent, en France, le professeur J.-E. Blamont à réaliser, au Service d'aéronomie du Centre national de la recherche scientifique, des expériences spatiales au moyen de ballons analogues. En février 1962, les premiers lancements de ballons français porteurs de charges scientifiques eurent lieu dans l'Océan Indien.

**Confection des ballons** ○ A Aire-sur-l'Adour, les ballons sont confectionnés selon un procédé original de soudure en continu de films en matière plastique. La forme tétraédrique a été adoptée pour la fabrication des enveloppes de volumes compris entre 5 000 et 100 000 m<sup>3</sup>. Les ballons sont constitués d'une seule bande de polyéthylène soudée bord à bord à l'air chaud, d'un mouvement continu, à la vitesse de 150 mètres à l'heure. La machine sur laquelle s'effectue cette opération n'emploie que deux ouvrières, l'une pour faire fonctionner la table tournante annexée qui sert à entreposer la partie du ballon déjà soudée, l'autre pour contrôler en lumière polarisée la qualité de la soudure.

Pour passer d'un volume à un autre, il suffit de modifier la longueur d'arête du tétraèdre. On gagne ainsi beaucoup de temps, car, dans le cas des enveloppes sphériques, les pellicules doivent être découpées en forme de fuseaux. La soudure se fait le long de ce qui sera un méridien du ballon final. On procède ensuite à la soudure des deux calottes. Chaque volume désiré requiert alors un outillage spécialement adapté.

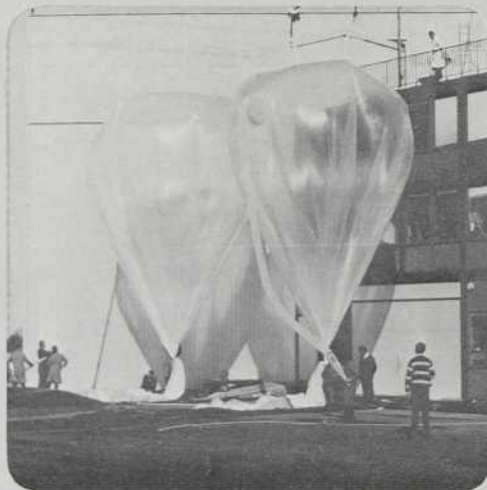
La soudure terminée, suivent les délicates opérations d'étirage pour le repérage des sommets, le positionnement et la soudure des manches de gonflage et d'évacuation, puis la confection du crochet destiné à fixer les instruments qu'emportera le ballon. Après quoi, l'enveloppe passe par une essoreuse à rouleaux, qui chasse l'air contenu dans les plis. Enfin, un pliage méticuleux permet de s'assurer que le gonflage pourra avoir lieu sans qu'il soit nécessaire de procéder à un dépliage complet. Dûment pressé, le ballon est alors prêt à être mis en caisse.

**Ballons ouverts ou fermés** ○ Le comportement du ballon diffère selon qu'il est du type ouvert ou du type fermé. Dans le premier cas, une augmentation de température par absorption du rayonnement solaire provoque une évacuation de gaz, sans changement de volume et donc sans variation d'altitude. Au contraire, une diminution de température entraîne la descente du ballon, par suite de la contraction du gaz. L'équilibre du plafond est donc instable et la durée du plafonnement inférieure à un jour, du fait de l'inévitable descente au crépuscule.

Par contre, sur un ballon pressurisé, les variations journalières de température du gaz sont transformées en variations de la surpression sans changement de volume. En conséquence, le vol reste stable et, aussi longtemps que cette surpression ne s'annule pas, le ballon continue de plafonner. Si aucun incident (fuite ou givrage) n'intervient, il peut fonctionner ainsi pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois, autant que le permet la diffusion du gaz à travers l'enveloppe.



Fabrication sur la machine à souder.



Gonflage.

**Le dieu des vents** ○ La prévision météorologique est fondée sur les observations (au sol ou en altitude) recueillies par un réseau de stations qui communiquent entre elles par radio ou par téléphone. Mais ce réseau n'est pas assez dense en dehors des régions habitées. Aussi les mesures obtenues dans les stations ne permettent-elles pas de décrire avec précision le déplacement des masses d'air dans les régions tropicales. La circulation des masses d'air en altitude met en jeu des phénomènes dynamiques qui ne peuvent être étudiés que sur une très large échelle, sinon celle du globe, du moins celle d'un hémisphère.

L'évolution de la situation météorologique est un problème planétaire: le temps qu'il fera demain à Montréal dépend du temps qu'il fait aujourd'hui sur l'Atlantique; le temps qu'il fera au Québec dans quinze jours dépend de la situation météorologique actuelle sur toute la planète.

Les qualités respectives des ballons et des satellites pour les études météorologiques ont amené les spécialistes mondiaux à utiliser de façon simultanée et complémentaire des deux moyens d'observation. Ce programme, qui porte le nom d'*Eole*, le dieu des vents, consiste à utiliser un satellite pour suivre à l'échelle globale le déplacement de traceurs de masses d'air, c'est-à-dire des ballons fermés. Ces ballons qui plafonnent à altitude constante sont équipés d'un répondeur radioélectrique et d'instruments dont les mesures sont relevées à chaque passage du satellite.

Constituée de fuseaux en terphane de 50 microns d'épaisseur, l'enveloppe prend sous pression une forme sphérique. Au moment du lancement, le ballon n'est que partiellement gonflé, puisqu'il doit plafonner à 9 km environ, altitude à laquelle la pression atmosphérique est seulement de 300 millibars. La charge utile comporte des capteurs de température et de pression, un dispositif chargé de répondre par signaux codés aux interrogations du satellite et un système d'alimentation électrique, avec cellules solaires et batteries rechargeables. Cet équipement est conçu de telle façon qu'il ne comporte aucun danger pour la circulation des avions.

**Le tour de la Terre** ○ Les ballons stratosphériques de type ouvert permettent de transporter des charges de plusieurs centaines de kilogrammes. Outre les instruments de l'expérience scientifique, les équipements comportent de nombreux appareils: émetteur de télémesure, récepteur de télécommande, balise de repérage, réflecteurs radar, barographe, système de séparation de la charge, parachute.

Quand la durée de vie des ballons est inférieure à 24 heures, la diffusion du gaz pose moins de problèmes. Les vols, de courte portée, permettent une récupération plus aisée des instruments et l'utilisation d'un réseau de télémesure des informations et de localisation à portée optique.

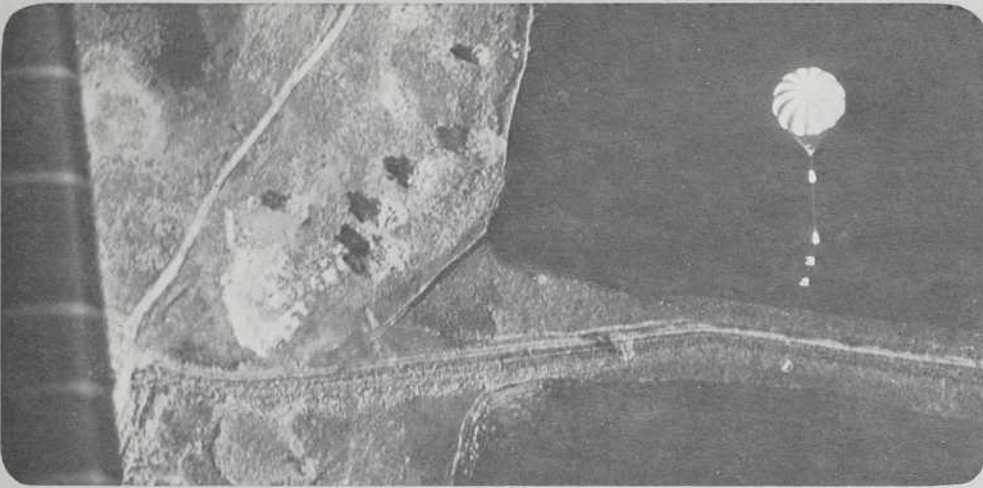
Pour les ballons surpressurisés, la surpression élevée impose la forme sphérique, une plus grande épaisseur et une plus grande résistance mécanique de l'enveloppe. Pour être parfaitement étanche, celle-ci doit subir des traitements spéciaux visant à la protéger contre le givre, l'ozone, la radiation ultraviolette. L'altitude de vol se trouve dans la zone de circulation des avions à haut plafond: la charge embarquée doit donc être faible, afin d'éviter toute conséquence grave en cas de collision. La durée de vie étant ici très longue, le ballon peut faire plusieurs fois le tour de la Terre, ce qui nécessite un réseau de télémesure et de localisation à très grande portée.



Lancement.

**Température et pression** ○ Le satellite FR-2, placé sur une orbite circulaire à 800 km d'altitude et inclinée d'environ 50 degrés sur l'équateur, devra interroger chaque ballon au cours de deux passages successifs, toutes les 100 minutes environ, établissant ainsi à intervalles de temps réguliers des liaisons radioélectriques aller et retour. Une mesure très précise de l'effet Doppler sera faite sur chaque liaison et on en déduira directement la vitesse de rapprochement ou d'éloignement du satellite par rapport au ballon. La vitesse du satellite étant connue, il sera possible de calculer avec précision l'angle de la direction satellite-ballon avec l'orbite. Deux mesures successives de cet angle seront suffisantes pour localiser le ballon avec une marge d'erreur de quelques kilomètres seulement.

Le ballon interrogé effectuera des mesures de température et de pression qu'il transmettra ensuite au satellite. Celui-ci conservera toutes les informations en mémoire et pourra les retransmettre au Centre spatial de Brétigny et aux organismes scientifiques intéressés, par l'intermédiaire des stations de télémesure au sol.



CNES

Récupération.

**Programme international** ○ Désirant poursuivre la coopération fructueuse qui s'est développée à l'occasion du programme FR-1, le CNES et la NASA ont signé un accord de collaboration pour la réalisation du programme Eole-FR-2. Aux termes de cet accord, le CNES est responsable de la réalisation des ballons et de leur charge utile, de leur lancement, ainsi que de la conception, de la fabrication et des essais du satellite. La NASA fournira une fusée Scout, assurera le lancement du satellite et formera du personnel français.

Identiques aux 500 ballons lancés avant le début de 1971, deux ballons d'expérimentation ont été lancés en mai 1969 à partir de la station de Pretoria (Afrique du Sud) et ont donné entière satisfaction.

Le programme Eole n'est pas destiné à mesurer indépendamment et à fournir seul une image de la circulation atmosphérique. Il doit au contraire devenir l'une des principales composantes d'un système comprenant des satellites photographiques, des satellites de mesure des rayonnements infrarouges, etc., dans le cadre d'un programme international de recherche atmosphérique à l'échelle mondiale.

Parmi les très nombreuses études déjà réalisées à l'aide des ballons du CNES, mentionnons: la mesure des rayonnements X liés aux perturbations magnétiques dans les zones aurorales; la mesure des rayonnements cosmiques et gamma dans l'atmosphère et au-dessus de celle-ci; l'étude de la composition des rayonnements cosmiques primaires; la collecte des poussières radioactives à différentes altitudes...

**L'observation astronomique** ○ On a pu dire que les astronomes étudiaient l'Univers à travers une vitre sale... Les informations qui leur parviennent des étendues cosmiques se trouvent, en effet, arrêtées ou altérées par l'écran atmosphérique qui les sépare de l'objet de leurs recherches. La turbulence et la diffusion de l'air déforment les images. D'autre part, l'absorption atmosphérique ne laisse parvenir au sol que les signaux passant par les seules fenêtres optiques et hertziennes.

Pour s'affranchir de ces limitations appauvrissantes, il est indispensable de placer les moyens d'observation au-delà de la couche gazeuse qui nous isole. Les engins spatiaux paraissent les plus aptes à effectuer ce type de travail. Mais la réalisation et l'équipement d'observatoires en orbite terrestre ou sur la Lune, ainsi que de sondes planétaires sont très coûteux et soulèvent d'énormes difficultés techniques. Quant aux fusées, qui d'ailleurs ne permettent pas le pointage d'appareils d'optique très précis, elles n'autorisent que des temps d'observation très courts.

Dans ces conditions, on a pensé que l'on pourrait s'adresser au ballon, capable, aujourd'hui, de s'élever très haut dans l'atmosphère. Le ballon peut ainsi hisser un observatoire jusqu'à l'altitude propice de 30 ou 40 km et l'y maintenir en suspens plusieurs heures durant. Au cours du vol, les résultats sont transmis aux astronomes par télémesure. Au moyen d'un parachute, on peut faire revenir cet observatoire, intact, au sol. Il sera alors récupéré avec les enregistrements effectués automatiquement pendant la mission.

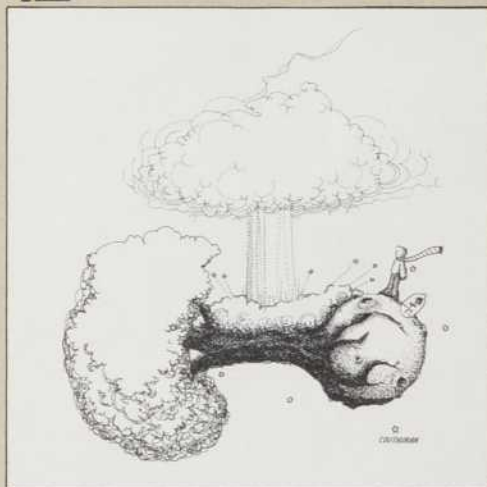
Le Service d'aéronomie du CNRS a mis au point un pointeur solaire capable d'orienter vers le Soleil, avec une précision de l'ordre d'une minute d'arc, un dispositif instrumental quelconque, de poids et de moment d'inertie faibles. Le poids total au décollage est de 150 kg. Cet appareil a déjà permis, lors de multiples vols, d'obtenir des renseignements importants sur l'émission du Soleil dans le proche ultraviolet.

**La nacelle «Astrolabe»** ○ De son côté, le CNES a fait construire par la Compagnie des compteurs, la nacelle *Astrolabe*. Cette nouvelle nacelle astronomique, «universelle», est capable d'orienter un instrument d'observation quelconque vers le Soleil ou vers n'importe quelle étoile visible à l'œil nu.

Il s'agit d'une structure tubulaire rigide, protégée par un habillage qui permet d'atténuer les chocs à l'atterrissage. Une rotule située en son centre de gravité permet de le suspendre au câble du ballon. Elle est dotée de trois degrés de liberté. Près des ensembles de transmission ou d'enregistrement des données, se trouve un compartiment pressurisé renfermant les batteries, le servomécanisme et le calculateur qui, grâce à un gyroscope, orientent l'ensemble de la nacelle vers l'astre choisi. La moitié du véhicule est libre pour le dispositif instrumental d'observation.

Le poids du matériel scientifique peut aller jusqu'à 100 kg, pour un poids total au décollage de 300 kg. Pendant la phase de pointage, un détecteur solaire ou stellaire commande le bloc d'asservissement qui oriente un des axes de la nacelle vers l'astre observé. D'autre part, un dispositif de visée inertielle a été mis au point, qui permet d'orienter un instrument vers n'importe quel point du ciel, même obscur.

Ainsi, recherche spatiale et recherche astronomique se rejoignent-elles aujourd'hui de façon féconde, avec la collaboration non seulement des engins spatiaux, mais aussi des ballons qui sont appelés à rendre en ce domaine des services inattendus. ○



Section transversale d'un bouleau jaune d'environ 50 ans avec une partie centrale colorée.



Section transversale d'un bouleau jaune d'environ 60 ans avec une coloration asymétrique.

# les maladies du bois

par Marcel Lortie

*Rares sont les hommes qui, au cours de leur existence, réussissent à échapper entièrement aux maladies. Il en va de même pour les arbres de la forêt. Mais chez ces derniers, la moindre égratignure laisse des traces durables. Les caries et le pourrissement du bois consécutifs à ces blessures font l'objet d'études très approfondies. Marcel Lortie, du Service canadien des forêts, qui effectue actuellement des recherches sur ce sujet nous livre quelques résultats de ses travaux.*

Les champignons qui causent les pourritures ou les caries du bois jouent un rôle primordial dans l'équilibre de la forêt. Leur action permet la destruction des arbres devenus trop vieux. La décomposition complète du matériel ligneux provoque le retour au sol d'éléments utiles à la croissance de nouveaux sujets, tout en créant l'espace nécessaire à leur développement. C'est un processus normal dans l'écosystème que constitue la forêt.

Un jour, l'homme a eu besoin du bois. Dès ce moment, il est entré en concurrence avec les champignons de pourriture, car il lui fallait du matériel solide, résistant, inaltéré. Ne connaissant pas la nature de ce phénomène que constituait la carie du bois, il s'en accommoda en raison des immenses réserves forestières existant à travers le monde. C'est pourquoi on a vu, tour à tour, la Marine française, puis la Marine anglaise venir en Nouvelle-France ou dans les deux Canadas (le Haut et le Bas) pour chercher des pièces de bois sain de chêne et de pin blanc.

**Les arbres blessés** ○ C'est Robert Hartig qui, vers 1880, apporta les premières précisions sur la nature de la carie du bois. Il montra que ces pourritures étaient dues à l'action des champignons. Grâce à une blessure sur un arbre, un champignon de carie s'établissait au sein du bois et entreprenait son oeuvre de destruction. Ces notions se sont maintenues jusqu'à récemment. Toutefois, au cours de la dernière décennie, des connaissances nouvelles ont permis de préciser la nature des rapports entre le champignon de carie et les arbres blessés.

Ainsi sommes-nous maintenant en mesure de dire que le processus de carie, chez les essences feuillues nordiques comme les érables et les bouleaux, est beaucoup plus complexe que celui que décrivait Hartig. Si une blessure est toujours nécessaire au développement de la carie, il faut ajouter une réaction de l'arbre à la blessure, la pénétration de micro-organismes tels que des bactéries et des champignons du groupe des imparfaits (hypho-mycètes) et les conditions particulières de l'environnement. C'est à la suite de cette colonisation du bois que s'installeront des champignons de carie dont l'activité entraînera la décomposition du bois dans l'arbre. L'Américain Alex Shigo, qui s'est distingué dans la définition de cette nouvelle conception, a résumé les travaux récents effectués sur ce sujet.

**Le bois de coeur** ○ Des équipes de chercheurs se sont constituées pour apporter, sur cette question, de nouveaux éclaircissements. L'équipe québécoise de la Faculté de foresterie et de géodésie de l'Université Laval et du laboratoire régional du Service canadien des forêts s'est particulièrement attaquée à la phase initiale de la coloration et de la succession des premiers hyphomycètes. Cette phase présente un intérêt particulier.

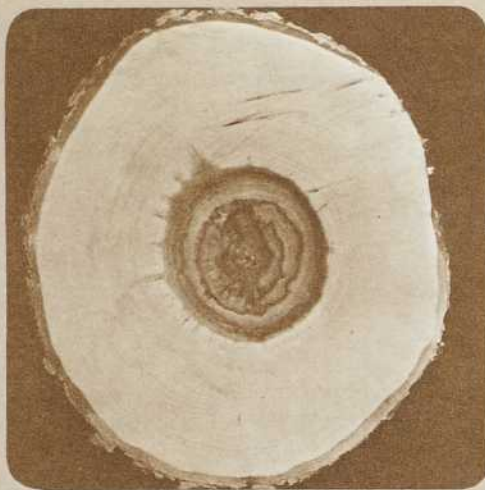
Dès qu'un arbre vivant est blessé, ne serait-ce que par l'introduction d'un clou dans le tronc, le bois se colore sur une certaine surface, au-dessus et en-dessous de la blessure. Même si on bouchait l'ouverture avec des substances protectrices, le bois ainsi affecté se colorerait. La dimension de la zone colorée dépend de l'importance de la blessure et du temps nécessaire à la cicatrisation. On a ainsi observé des zones colorées de plusieurs pieds de longueur qui occupaient tout le diamètre de l'arbre au moment où une blessure s'était produite. Ces constatations nous ont conduits à regarder sous un angle nouveau les colorations «naturelles» du «bois de coeur» des arbres feuillus nordiques.

Les manuels classiques de botanique nous apprennent que le tronc d'un arbre est constitué d'écorce, avec divers tissus, de cambium et de xylème (bois). Cette dernière partie comporte deux subdivisions: a) l'aubier, partie jeune du tronc située en périphérie sous le cambium et constitué des dernières couches annuelles; b) le duramen, partie la plus interne du tronc aussi connue sous le nom de bois de coeur.

Photos fournies par l'auteur



Section transversale d'un bouleau jaune d'environ 40 ans sans coloration interne.



Section transversale d'un érable à sucre d'environ 60 ans avec quatre colorations différentes.

# Les mortelles des blessés

**3 ou 4 anneaux blancs** ○ La formation du duramen est un processus de vieillissement de l'aubier. Chaque année, à mesure que se forme l'anneau le plus récent, les autres anneaux de l'aubier vieillissent et se transforment peu à peu en un bois moins actif; les plus vieux (au centre) constituent finalement le duramen.

Dans des essences comme le noyer, ce processus est facile à retracer. Une section dans le tronc d'un noyer révèle en effet la présence d'un groupe de trois ou quatre anneaux blancs situés en périphérie, puis d'un centre de bois foncé. Dans ce cas, les anneaux blancs extérieurs constituent l'aubier, le bois foncé du centre étant le duramen. C'est là le concept classique. Il n'en fallait pas plus pour que des botanistes désignent du nom de duramen le bois coloré du centre des arbres.

Nos premières observations devaient bientôt révéler que certaines notions méritaient d'être remises en cause. Si tous les arbres feuillus abattus avaient montré un centre coloré (figure 1), il n'y aurait pas eu de difficultés. Mais certains (figure 2) avaient des centres colorés irrégulièrement.

Surgirent alors les premiers doutes sur la synonymie des mots «duramen» et «bois coloré». Le processus de duramenisation est le vieillissement graduel. C'est donc à partir du plus vieil anneau d'une tige qu'il faut penser à la formation de bois de coeur. A mesure que s'ajoute un nouvel anneau autour de la tige, les autres anneaux vieillissent et se transforment chimiquement et physiologiquement. Après un certain nombre d'années, les anneaux sont devenus du bois de coeur.

**Bouleaux jaunes et bois naturel** ○ Cette transformation, cependant, devrait apparaître uniformément pour un anneau donné. Tel est le cas pour le noyer, comme nous l'avons dit plus haut. A mesure qu'un nouvel anneau blanc s'ajoute sous l'écorce, l'anneau blanc qui est le plus à l'intérieur se transforme en bois brun. On peut donc en déduire que la formation du bois de coeur, dans ce cas visible, est un processus interne progressant régulièrement, au rythme d'un anneau par année, de l'intérieur vers l'extérieur.

Or, l'examen de la figure 2 infirme cette hypothèse. Ici, la formation de la zone colorée est irrégulière et excentrique. Le processus de coloration n'est ni régulier ni uniforme, puisque pas moins d'une vingtaine d'anneaux sont colorés d'un côté et naturels de l'autre. De ces observations, il fallait conclure que le bois coloré du bouleau jaune n'est pas nécessairement du duramen.

Un jour, nous avons trouvé des bouleaux jaunes dont le bois ne comportait aucune coloration (figure 3). Un examen attentif de ces arbres nous indiqua que ceux-ci étaient parfaitement conformés, sans blessure ni cicatrice. De tels arbres ne se rencontrent pas souvent, puisqu'un arbre, tel un homme, échappe rarement à certains accidents au cours de sa vie. Certains ouvriers forestiers sont ainsi passés maîtres dans l'art de désigner avant l'abattage les arbres à bois naturel.

Ces diverses observations nous ont permis de tirer certaines conclusions. D'abord, le bois de coeur du bouleau jaune n'est pas coloré et il ne se distingue pas, macroscopiquement, de l'aubier. Sans doute, des tests chimiques permettraient-ils de séparer duramen et aubier, mais on ne peut faire appel à la coloration du bois pour les séparer. Des observations ultérieures devaient permettre de généraliser cette conclusion pour les érables et les bouleaux, soit la majorité des essences feuillues nordiques.

**Colorations circulaires** ○ Des coupes longitudinales dans le tronc d'un grand nombre d'arbres devaient nous conduire à établir un rapport entre la présence des zones colorées et des blessures anciennes ou actuelles. Le doute n'est plus permis: toute zone colorée dans le bois des essences feuillues nordiques trouve son origine dans une ou plusieurs blessures subies par l'arbre au cours de sa vie.

Mais alors, comment expliquer la forme fréquemment circulaire de ces colorations? Les observations effectuées jusqu'à ce jour indiquent que tous les anneaux formés au moment d'une blessure se coloreront, pourvu que cette blessure mette quelques années à se cicatiser. Cela se vérifie davantage lorsqu'un arbre subit en même temps quelques blessures le long du tronc et qu'il s'établit une sorte de cheminée entre ces diverses blessures. Curieusement, les anneaux formés ensuite ne seront pas colorés. Le décompte des anneaux «sains» à partir de l'extérieur de la tige permet donc de situer, à un ou deux ans près, l'année d'un accident majeur. Si d'autres accidents surviennent, on pourra alors voir des colorations concentriques tels des cylindres situés les uns dans les autres. L'examen de la figure 4 révèle, en effet, que cet érable à sucre a souffert au moins quatre accidents majeurs dans sa jeunesse.

Il est donc prouvé que les colorations du bois des essences feuillues nordiques constituent une sorte de réaction de l'arbre aux blessures qu'il a subies. Très tôt, toutefois, l'exposition du bois à l'air environnant favorise la pénétration d'un certain nombre de micro-organismes. Il s'établit alors une micro-écologie au sein du bois exposé. Il n'a pas encore été possible d'élucider les rapports entre les colorations et ces micro-organismes. C'est ce à quoi nous nous attachons présentement. Nous en savons cependant assez pour affirmer que chez les essences feuillues nordiques, les colorations du bois n'ont rien à voir avec le «bois de coeur» ou le «duramen». Nous avons pris le parti d'écartier l'usage de ces mots. Pour nous, il y a maintenant du bois naturel et du bois coloré dont l'origine provient de blessures auxquelles l'arbre, pas plus que les autres êtres vivants, ne peut échapper. ○

L'auteur est directeur du Laboratoire de Recherches forestières du Service canadien des forêts.

## BIBLIOGRAPHIE

SHIGO, A.L., 1967. *Succession of organisms in discoloration and decay of wood*. International Rev. Forest Res. 2: 237-299.



Voici ce qu'il faut faire pour traquer et fixer sur la pellicule les animaux les plus minuscules

par Jean-Paul Boudreaux

Les naturalistes sont de plus en plus nombreux à s'intéresser à la photographie. Pour le chasseur d'images, les insectes représentent un gibier de choix.

Mais vouloir capter dans toute sa splendeur le Monarque au soleil ou la Cicindèle sur le sable d'une plage est une entreprise délicate.

## 1. L'ÉQUIPEMENT DE L'ENTOMOLOGISTE PHOTOGRAPHE

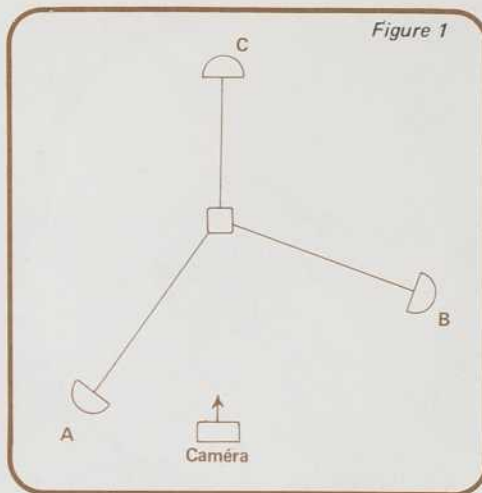
### 1. La caméra

Pour la photographie des insectes sur le terrain ou en laboratoire, la caméra doit être légère, rapide et de manipulation facile. Une caméra mono-objectif de type *reflex* remplit ces conditions. Si l'objectif est également interchangeable, vous avez entre les mains l'instrument idéal.

Quel format de film choisir? Évidemment le 35 mm en raison de la légèreté de la caméra. Il est vrai que pour une même émulsion, la caméra 35 mm ne peut produire un travail de même qualité qu'une caméra de format plus grand, mais la différence est négligeable sauf si le négatif est considérablement agrandi. Et mieux vaut choisir une caméra 35 mm de qualité qu'une caméra à plus grand format mais médiocre. Pour ma part, j'utilise une Minolta ST-T-101 qui me donne entière satisfaction. Mais d'autres marques feraient aussi bien l'affaire. Les films couleurs doivent être développés par des laboratoires spécialisés, les films en noir et blanc pouvant être développés et imprimés chez soi.

### 2. L'objectif

Une caméra munie d'un objectif normal ne peut photographier des objets distants de moins de 60 cm. Mais lorsque la mise au point passe de l'infini à un objet rapproché, vous avez certainement remarqué que l'objectif s'éloigne du plan du film. Pour photographier des insectes, il faut effectuer une



Vue en plan d'un mode d'éclairage.

mise au point sur un objet situé à quelques centimètres et donc éloigner davantage l'objectif du plan du film.

Si la caméra est à objectif interchangeable, le problème est facilement réglé. Il suffit alors d'acheter une série de tubes d'extension ou encore un soufflet que l'on place entre la caméra et l'objectif. Le soufflet doit être monté sur deux rails très rigides. Son coût est passablement plus élevé que des anneaux d'extension.

Pour les plus fortunés, l'objectif normal peut être remplacé par un objectif de macrophotographie, c'est-à-dire spécialement construit pour la photographie d'objets rapprochés. Un bon objectif normal (de 50 à 55 mm de longueur focale) est tout à fait suffisant, à condition de ne pas atteindre sur le négatif une échelle plus grande que l'objet photographié (échelle 1:1). Un excellent objectif d'agrandisseur photographique, adapté à une caméra pour la photographie des insectes, peut donner des résultats surprenants.

Si la caméra n'est pas à objectif interchangeable, on ajoute des lentilles supplémentaires sur celles qui existent déjà. Il faut en outre corriger l'optique du viseur. Finalement, l'on arrive à un système compliqué, trop rigide, et un objectif de bonne qualité est souvent gâché par l'addition de lentilles supplémentaires.

Le tableau 1 donne d'importantes notions sur les distances d'objets photographiés avec une caméra 35 mm, caméra dont le négatif a pour format 24 x 26 mm. Il faut remarquer que, dans la colonne indiquant l'échelle de l'image, la notion 1:3 signifie que l'image sur le négatif est trois fois plus petite que l'objet, tandis que 3:1 laisse entendre que c'est l'image qui est trois fois plus grande que l'objet photographié.

### 3. Détermination du temps d'exposition

Dans la photographie des insectes, les caméras à contrôle d'exposition automatique ne sont pratiquement d'aucune utilité. Il en est de même des appareils où

Tableau 1

Échelle de l'image	Facteur de multiplication du temps d'exposition
1:5	1.44
1:4	1.56
1:3	1.78
1:2	2.25
1:1	4.00
2:1	9.
3:1	16
4:1	25
5:1	36

# pleins feux sur les

le photomètre est annexé à la caméra, car, dans ce cas, le champ de vision mesuré par le photomètre est beaucoup plus grand que le champ photographié. La photo-cellule incorporée dans le système optique de plusieurs caméras mono-objectifs du type *reflex* peut être d'une certaine utilité.

Il faut s'assurer que le photomètre intègre l'intensité de la lumière sur tout le champ, car il arrive souvent que seul l'objet photographié soit éclairé. S'il ne représente qu'une faible fraction du champ, les lectures seront fausses. Le plus simple est de procéder par expériences, d'en noter soigneusement les conditions et de les comparer ensuite aux résultats. Le tableau 2 indique le facteur de multiplication du temps d'exposition comparativement à un objectif dont la mise au point a été faite à l'infini.

### 4. Les sources de lumière

Il n'est évidemment pas question d'éclairer les insectes avec des lampes incandescentes très intenses: la panique peut s'emparer d'un sujet vivant brûlé par l'infrarouge. On risque en outre d'abimer un spécimen de collection important.

L'éclairage naturel du soleil est suffisant pour les films en couleurs à condition que le soleil soit suffisamment haut dans le ciel, le grossissement faible et le sujet relativement tranquille. Mais la plupart du temps, la photographie s'effectue à l'intérieur. Dans ce cas, le flash électronique procure un éclairage idéal. Sa courte période d'illumination (de l'ordre du millième de seconde) et sa grande intensité rendent possible la photographie d'insectes en mouvement. En outre, pour bien faire ressortir la texture tridimensionnelle des objets, deux à trois flashes électroniques s'allumant au même instant sont nécessaires. A très fort grossissement (de 1:1 à 5:1), un flash circulaire fixé à une extrémité de l'objectif est un bon compromis.

Relations de distances objet-lentille-image calculées pour un négatif de 24 x 35 mm<sup>1</sup>.

Échelle de l'image	Dimensions max. du sujet photographié sur le négatif (mm).	f = 35 mm			f = 50 mm			f = 80 mm			f = 100 mm		
		Distance de l'objet à la lentille avant (cm)	Distance de l'image à la lentille arrière (cm)	Distance de l'objet au négatif (cm)	Distance de l'objet à la lentille avant (cm)	Distance de l'image à la lentille arrière (cm)	Distance de l'objet au négatif (cm)	Distance de l'objet à la lentille avant (cm)	Distance de l'image à la lentille arrière (cm)	Distance de l'objet au négatif (cm)	Distance de l'objet à la lentille avant (cm)	Distance de l'image à la lentille arrière (cm)	Distance de l'objet au négatif (cm)
1:5	120x180	20	3,5	25	29	5	36	46	8,5	57	58	10,5	71
1:4	96x144	17	3,5	22	24	5,5	31	38	9	50	48	11	62
1:3	72x108	13	4	19	19	6	26,5	30	9,5	42	38	12	52,5
1:2	48x72	10	4,5	16,5	14	6,5	22,5	22	11	35,5	28	13,5	44,5
1:1	24x36	6	6	14	9	9	20	14,5	14,5	32	18,5	18,5	40
2:1	12x18	4,5	10	16,5	6,5	14	22,5	11	22	25,5	13,5	28	44,5
3:1	8x12	4	13	19	6	19	26,5	9,5	30	42	12	38	52,5
4:1	6x9	3,5	17	22	5,5	24	31	9	38	50	11	48	62
5:1	4,8x7,2	3,5	20	25	5	29	36	8,5	46	57	10,5	58	71

# Les insectes

## 5. Les accessoires

Quelques autres accessoires complètent l'équipement de l'entomologiste photographe: un trépied très rigide pour la caméra, un support pour les spécimens, de petits trépieds pour les flashes électroniques ainsi qu'un parasoleil pour l'objectif.

## II. LES DIVERSES SORTES D'ÉCLAIRAGE

Avant d'entreprendre tout travail sérieux, un certain nombre d'heures doivent être consacrées à l'expérimentation pour standardiser l'échelle de reproduction ainsi que l'éclairage pour une famille de spécimens. Comme toujours, il faut noter ses expériences pour obtenir par la suite des résultats comparables ou prévisibles.

Il est évident qu'avec les insectes, on ne peut modérer l'éclairage comme dans un studio où l'on fait du portrait. Cependant, le soin apporté à l'éclairage fait ressortir ce que l'on veut montrer, par exemple des épines sur les pattes ou des nervures aux ailes. Pour la mise en place de l'éclairage, les flashes électroniques sont temporairement remplacés par des incandescents ordinaires au même angle d'illumination que les premiers.

Après l'acquisition du matériel, la principale difficulté dans la photographie des insectes, c'est l'éclairage. La plupart du temps, la taille minuscule des insectes empêche de voir la façon dont la lumière les éclaire. La solution: les examiner avec une loupe ou un microscope à faible grossissement tandis que l'on fait varier l'éclairage. Lorsque l'effet cherché est obtenu, la caméra remplace le microscope. Il suffit alors de faire de légères corrections puis de prendre la photographie.

Les principes à respecter dans la mise au point de l'éclairage sont très précis (figure 1). Une lampe A illumine le spécimen à la fois de côté et de face. La lampe B, plus faible ou plus éloignée, éclaire

légèrement les ombres produites par A. Cette lampe peut être remplacée par un papier blanc jouant le rôle de diffuseur. Enfin, dans le cas de Coléoptères où les élytres sont très convexes, une lumière C à faisceau étroit fait ressortir le relief du spécimen et produit un excellent effet tridimensionnel.

Si l'on désire un éclairage uniforme et sans ombre, l'emploi d'un flash électronique circulaire fixé près de l'objectif est à recommander.

Une petite tente de papier translucide ouverte à son sommet et dans lequel est placé le spécimen fera l'affaire à condition d'être éclairée extérieurement par un couple de lumières. O. Croy suggère même l'emploi d'une coquille d'oeuf comme tente pour les petits spécimens!

Quant à l'arrière-plan des gros spécimens, un carton blanc ou de la couleur désirée pour les diapositives convient parfaitement. Cet arrière-plan peut même être éclairé par une lampe particulière pour lui donner l'intensité désirée.

## III. LES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

### 1. Les papillons

Les Lépidoptères sont, la plupart du temps, très faciles à photographier. Les ailes du spécimen sont étalées pour bien montrer leur coloration. Avec un film noir et blanc, l'emploi de filtres colorés peut aider à faire ressortir les teintes. Avec un film couleur, les résultats sont de toute beauté. Mais de grâce, n'allez pas placer un spécimen mort sur une fleur pour imiter une pose naturelle. Ce serait faire injure à la réalité. Si vous voulez avoir votre papillon sur une fleur, utilisez un objectif à grande longueur focale et ... prenez patience.

### 2. Les insectes à ailes transparentes

Un problème se pose du fait que le corps de ces insectes est souvent très sombre. Dans ces conditions, il est assez difficile de montrer à la fois les détails des

ailes et la texture du corps. On peut procéder en utilisant un arrière-plan noir (un morceau de velours noir serait d'un très bel effet) et en éclairant l'insecte lui-même. La lumière doit tomber sur les ailes selon un angle tel que leurs dessins deviennent bien visibles à la caméra.

### 3. Les Coléoptères

L'éclairage des Coléoptères, étant donné la structure assez complexe de ces derniers, se fait avec les trois lampes de la figure 1 ou encore avec la tente de lumière diffusante déjà mentionnée.

### 4. Les larves

Les larves d'insectes sont photographiées dans leur milieu naturel reconstitué en laboratoire. Si on les laisse tranquilles pendant un certain temps, elles s'immobiliseront ou se remettront à manger, laissant suffisamment de temps pour effectuer la mise au point et prendre la photo. Il faut éviter à tout prix un éclairage intense avec des incandescents.

### 5. Les pupes

Lorsque la pupa est de couleur pâle, elle est photographiée sur un fond noir, ou à la rigueur, sur un fond blanc. L'éclairage se fait en dirigeant vers la tête de la pupa une lampe inclinée à 45° par rapport au plan du sujet. Un carton blanc opposé à la lampe sert de réflecteur. Les pointes de lumière très intenses ou les réflexions indésirables sont éliminées en plaçant un polariseur devant la lampe et un autre devant la caméra. Tout comme les larves, les pupes doivent être protégées d'un éclairage intense et prolongé.

La photographie des insectes est une activité fascinante qui enrichit son adepte d'une double expérience en photographie et en entomologie. Travaillant à l'échelle de l'insecte, l'entomologiste photographe a l'impression de pénétrer, par sa caméra, dans un monde aux formes complètement nouvelles.○

L'auteur est professeur au Département de physique de l'Université Laval.



Pierre Brisset

Laurier Juteau: "Les jeunes devraient essayer de s'emparer de l'industrie minière du Québec, actuellement contrôlée à 85% par des capitaux américains et anglo-canadiens."

Fer et titane dans les savanes, du nickel, du cuivre... Des mots qui sonnent comme des cailloux ronds porteurs de promesses d'avenir pour l'ingénieur minier. Des mots qui, depuis la chanson de Vigneault, s'inscrivent aussi bien dans la poésie que dans les arides districts miniers qui s'échelonnent du sud-ouest du Québec jusqu'à Noranda, Val d'Or et Chibougamau.

**Les capitaux américains** ○ Originaire d'une région minière, Laurier Juteau, directeur du Département de génie des mines à l'École Polytechnique de Montréal, croit au développement sinon spectaculaire, du moins progressif et prometteur de l'industrie minière au Québec. Il est vrai, reconnaît-il, que les capitaux américains et anglo-canadiens contrôlent 85 pour cent de la valeur totale de nos exploitations minières mais, au niveau de la gérance, la moitié du personnel de cadre est canadien-français. Loin de détourner les jeunes, cette situation devrait les inciter à s'emparer de ce secteur particulièrement riche de l'économie québécoise.

Qu'est-ce que l'ingénieur minier? C'est celui dont la science s'applique à l'extraction, de la croûte terrestre, de substances minérales dont l'humanité a besoin pour sa survie. Exploration de nouveaux gisements, évaluation des coûts d'aménagement et de production, exploitation d'une mine, surveillance des travaux d'extraction, souci constant de la protection des mineurs, gestion, traitement des minerais, recherche et enseignement: autant d'activités auxquelles peut se livrer l'ingénieur minier au cours de sa carrière.

L'éloignement est souvent la pierre d'achoppement à laquelle se heurte le jeune ingénieur issu d'un milieu citadin. On hésite à quitter les grandes villes. A cette objection, Laurier Juteau, qui a dû quitter la région minière de Noranda pour poursuivre toutes ses études d'ingénieur à Montréal, rétorque qu'une enquête récente menée auprès des étudiants démontre que ce sont les jeunes des grandes villes qui manifestent le plus d'intérêt envers le génie minier.



# ingénieur

**Emplois d'été nombreux** ○ D'abord intéressé à la chimie puis aux sciences en général, Laurier Juteau choisit l'École Polytechnique à une époque où celle-ci était la seule qui conduisait au doctorat en génie minier. La réputation de cette école est telle qu'au moment où plusieurs universités canadiennes suppriment le génie minier de leur curriculum, à cause du manque d'étudiants, l'École Polytechnique, affiliée à l'Université de Montréal, enregistre un nombre sans cesse croissant d'inscriptions.

Ajoutons qu'à ce prestige se greffe un élément très important dans la poursuite d'études universitaires. Dès la troisième année — et souvent plus tôt — la majorité des étudiants ont le choix d'emplois d'été qui leur permettent non seulement de défrayer le coût de leurs études mais également d'apprécier par eux-mêmes ce qu'est la carrière de l'ingénieur avant de faire un choix définitif.

Les ingénieurs miniers d'aujourd'hui, nous dit Laurier Juteau, doivent être à la fine pointe des transformations que subit cette industrie pour répondre aux multiples besoins nouveaux de l'homme. Le programme de cours dispensé à l'École Polytechnique de Montréal est conçu dans le but de former des ingénieurs qui pourront être à l'avant-garde dans des domaines nouveaux que leurs aînés n'ont pas eu l'occasion de maîtriser. L'ingénieur de demain devra posséder une formation mathématique poussée en même temps que des notions de gestion d'entreprise, afin d'accéder à des postes de cadre et de direction des grandes sociétés minières du Québec.

**25 diplômés pour 75 places** ○ Notons en outre que les étudiants en génie minier sont peut-être les plus choyés des étudiants universitaires, en ce qui concerne les bourses et prêts mis à leur disposition. En plus du ministère des Richesses naturelles qui offre un certain nombre de bourses, la plupart des sociétés minières en font autant, ainsi que l'Industrie minière canadienne pour l'éducation qui, à elle seule, met à la disposition des étudiants, pour une période de trois ans, six bourses de \$1 500 chacune. S'il y a un endroit à l'université où l'argent n'est pas un obstacle à la poursuite des études, nous dit fièrement M. Juteau, c'est bien en génie minier.

En juin 1971, il sortira des universités québécoises 25 diplômés en génie minier. «Nous pourrions en placer immédiatement au moins 75», déplore le directeur du Département de génie des mines de Polytechnique.



# COMMENT DEVENIR...

par Solange Chalvin

# minier

## Aptitudes

- Esprit mathématique et scientifique
- Goût de participation à l'économie du pays
- Facilité d'adaptation à un milieu éloigné des grands centres urbains

## Formation générale

- Études élémentaires et secondaires
- Études collégiales avec concentration dans les sciences

## Formation professionnelle

- Études de génie de 3 ans, puis option pour le génie minier
- Il faut compter environ 18 mois pour l'obtention d'une maîtrise et ajouter au moins deux ans pour un doctorat
- La formation complète de l'ingénieur minier est d'environ 5 années universitaires
- Connaissance essentielle de l'anglais et du français

## Établissements d'enseignement

- L'École Polytechnique de Montréal, l'Université Laval, l'Université McGill. L'Université du Québec à Chicoutimi ouvrira peut-être une section de génie minier

## TECHNICIEN EN EXPLOITATION MINIÈRE

Les CEGEP de Noranda, Sherbrooke et Gaspé offrent des cours de trois ans en exploitation minière. Ces programmes, comme ceux de la métallurgie et des mines, ont pour objet de former des techniciens qui pourront participer à la recherche de gisements miniers, à la mise sur pied et à l'exploitation de nouvelles mines, à la construction et à l'exploitation des usines de transformation du minerai.

Le technologue des mines peut débiter dans l'industrie minière comme adjoint à la prospection; il peut aussi travailler comme adjoint aux ingénieurs miniers. Le technologue de la métallurgie peut facilement faire carrière dans une fonderie, une usine de construction d'automobiles, dans les industries de fabrication de métaux. En somme, les technologues de la métallurgie et des mines peuvent travailler partout où l'on extrait et traite les métaux de base.

La demande de technologues des mines est très forte présentement et devrait atteindre son plafond d'ici une dizaine d'années.

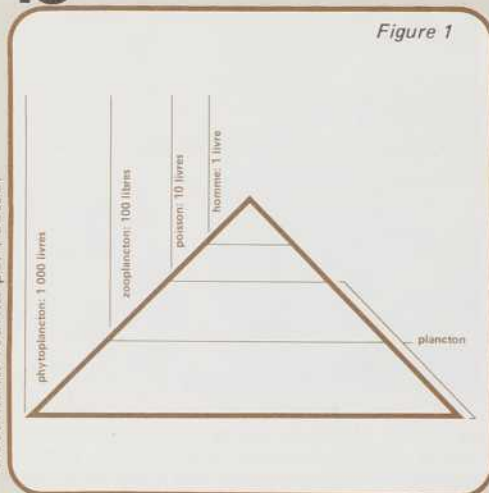


Figure 1

Cette pyramide illustre à la fois le rôle vital joué par le plancton dans la chaîne alimentaire de l'océan et l'énorme quantité nécessaire pour accroître légèrement le poids chez l'homme. A noter que les pertes d'un palier à l'autre sont de 90%.

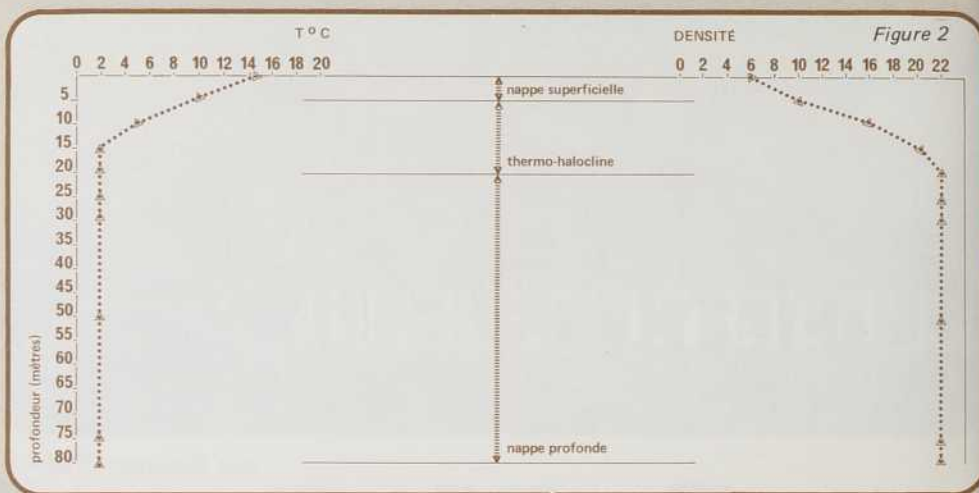


Figure 2

Grphe de la thermo-halocline pour la Baie des Iles pendant la marée basse du 2 juillet 1969. La densité doit se lire comme suit: 4 signifie 1004, 6 signifie 1006 et ainsi de suite.

# le plancton du fjord

par Alain Faucher

Alors qu'il participait au camp des Jeunes Explos, Alain Faucher, étudiant en collège II au Collège de Lévis, a pu observer le plancton du fjord Saguenay. Il nous livre ici les résultats de ses travaux qui lui ont valu, en 1969, deux importants prix à l'Expo-Sciences de Québec, et le premier prix de la section Biologie à l'Exposition canadienne de Regina, Saskatchewan.

Ceux qui ont eu la chance d'étudier la chimie du *Chem Study* se souviennent sans doute des étapes de la recherche scientifique: observation, classification des données, généralisation, vérification par observation, correction du premier énoncé général, et ainsi de suite. Cette manière de procéder permet de rectifier des impressions premières plus ou moins justes.

Au cours des étés 1968 et 1969, j'ai eu la chance de m'initier à cette technique scientifique. Le site du camp des Jeunes Explos, près du village de Saint-Fulgence, m'offrait un sujet d'étude quasi inexploré: le plancton végétal et animal peuplant les eaux du fjord du Saguenay. L'été 1968 et l'hiver suivant correspondent à la phase observation-classification-généralisation. L'été 1969 fut consacré à la correction de la généralisation, par la modification des méthodes de travail.

**Notions de planctonologie** ○ Avant de retracer ces diverses étapes, il sera sans doute utile de définir, puis de situer le plancton dans la pyramide écologique de l'océan (figure 1). Soulignons d'abord que le terme «plancton» est dérivé d'un mot grec signifiant «errant». Ce mot fut employé pour la première fois, au siècle dernier, par le Norvégien Hensen pour désigner l'ensemble des organismes, de tailles variées, mais le plus souvent microscopiques, qui vivent entre le fond et la surface des eaux, à la dérive, au gré des courants.

Dans un ensemble aussi complexe, il est vite devenu nécessaire d'établir des classifications suivant les dimensions, la répartition, le type d'eau habitée, le cycle biologique, le mode de nutrition. Par exemple, si l'on se réfère au cycle biologique, il faut distinguer l'holoplancton (éléments qui passent toute leur vie à l'état planctonique) du méroplancton (êtres vivants, temporairement à l'état de plancton). Si les divisions sont établies suivant le mode de nutrition, on sépare le phytoplancton, à nutrition végétale, du zooplancton, à nutrition animale.

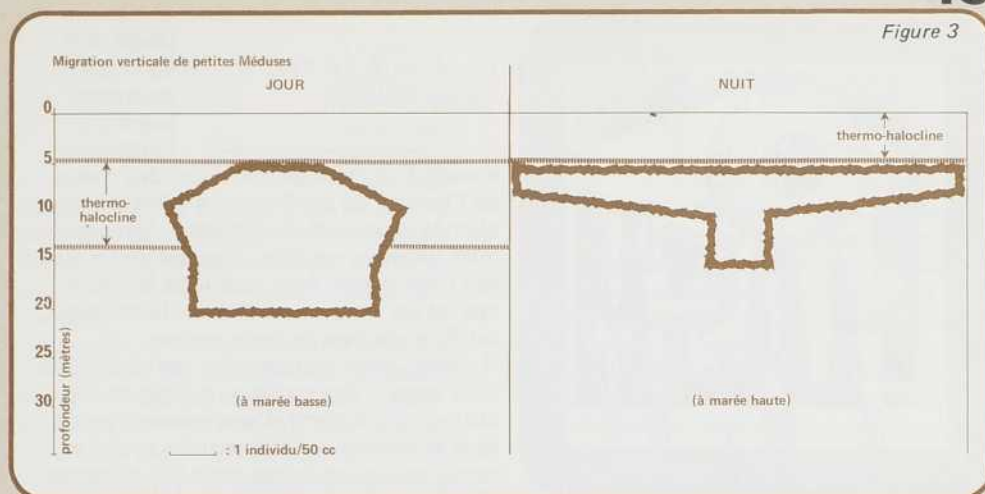
## La thermo-halocline du Saguenay ○

Si le plancton présente certaines particularités, il est évident que ce sera dû aux propriétés hydrographiques particulières du fjord, qui fourniraient à elles seules la matière d'un article. Ici, je me limiterai à fournir les traits susceptibles d'expliquer l'originalité de mon travail.

Sur une longueur de 62 milles, le déversoir du lac Saint-Jean coule dans une vallée glaciaire maintenant envahie par le fleuve, ce qui forme le fjord. Le fond de la rivière, situé à un niveau plus bas que celui du fleuve sur lequel débouche la vallée, explique la présence d'eau saumâtre, résultat du mélange de l'eau douce des affluents et de l'eau salée du Saint-Laurent.

A cause des différences d'amplitude des marées, l'eau dense de l'estuaire plonge vers le fond du fjord, abaissant la température qui frise alors le point de congélation. Les conditions hydrographiques horizontales sont sensiblement les mêmes de Tadoussac à Saint-Fulgence, étant donné le mouvement de l'eau aux marées. En somme, on distingue une superposition de trois couches (figure 2): a) une nappe superficielle d'eau assez chaude et presque douce (20 mètres); b) une nappe profonde froide et très salée. c) une zone de transition mince, où la température baisse brusquement (thermo-cline) et où la salinité augmente subitement (halocline), ces deux variations se manifestant ensemble pour former une thermo-halocline. Cette mince couche d'eau constitue en fait la principale caractéristique océanographique du fjord.

## le labo



Ces deux graphiques illustrent la migration verticale d'une petite méduse, pour une station donnée. La migration verticale nocturne est caractérisée par une remontée à la surface de plusieurs espèces de zoo-plancton. A remarquer que la thermo-halocline semble, ici, empêcher la progression des méduses. La couche d'eau s'est déplacée à cause du jeu des marées: à marée haute, l'eau salée de l'estuaire pénètre dans la rivière en refroidissant la couche de surface. A marée basse, l'eau douce reprend le dessus.

# le fjord saguenay

**Les vers-flèches** ○ Le thème de recherches sur le plancton du fjord se trouve ainsi dégagé. Il s'agira de déterminer l'influence que la thermo-halocline aura sur la répartition verticale des êtres planctoniques, extrêmement adaptés à leur milieu.

Tout en situant la thermo-halocline, la bouteille à renversement Nansen permet de vérifier la présence de plancton dans ses parages. Il s'agit alors de découvrir les techniques les plus efficaces pour capturer et évaluer, dans le cas qui nous intéresse, les individus.

Quatre méthodes furent essayées: capture du plancton par bouteille à renversement, filet spécial traîné en surface et en profondeur, capture au moyen d'un échantillonneur de fond. Les prises furent effectuées à des profondeurs très variées, allant de 0 à plus de cent mètres. Les temps et les conditions des prises étaient également très variés.

Après une analyse des échantillons pour fins d'identification, un système d'évaluation des populations fut mis sur pied: la lettre A signifiait «abondant»; B, «fréquent»; C, «rare». Malgré les dangers d'interprétation engendrés par la variété des méthodes de prises, j'ai pu constater que la plus grande variété d'espèces se tenait vers les vingt mètres, que les colonies de diatomées *Tabellaria* (typiquement d'eau douce) et de petits Copépodes abondaient. La présence de nombreux individus d'eau douce peut s'expliquer par les apports des différents petits affluents de la rivière. Quelques spécimens indicateurs d'eau salée furent recueillis, tels des *Sagitta*, communément appelés Vers-flèches.

**Pêches de jour et de nuit** ○ Malgré ces premiers résultats encourageants, un ajustement de la méthode de capture et de comptage s'imposait, de façon à obtenir des résultats plus sûrs et plus significatifs quant à la présence de telle ou telle espèce par rapport à la thermo-halocline.

Les résultats de cette dernière étape n'ont pas encore été compilés, puisqu'il s'y trouve toujours quelque nouveau domaine à explorer. En voici tout de même les grandes lignes:

- Une seule méthode de capture utilisée: un filet attaché à une masse, descendu à la profondeur voulue, puis traîné pendant un laps de temps standard à vitesse constante.
- Comptage de tous les individus de chacune des espèces et évaluation du nombre total contenu dans l'échantillon de volume connu. A noter que la moitié de l'eau avait été remplacée par du formol.
- Une pêche de jour et une pêche de nuit pour une même station donnent une idée des migrations verticales (figure 3) et permettent de déterminer l'influence de la thermo-halocline sur la répartition des individus. Une pêche comprend six ou sept prises effectuées à des profondeurs déterminées à l'avance.

Comme vous pouvez maintenant le comprendre, le rôle du chercheur consiste à essayer divers modes d'investigation, pour parvenir enfin à déceler le plus efficace. De là vient la difficulté de la recherche scientifique, mais aussi sa grandeur. Nulle part ailleurs, la joie de connaître n'est aussi intense...○

## BIBLIOGRAPHIE

### Planctonologie

BOUGIS, Paul, *Le Plancton*, Que sais-je? 1241, Paris, P.U.F., 1967, 128 p.  
PÉRÉS, Jean-Marie, *La Vie dans l'Océan*, Paris, Seuil, 1966, 190 p.

### Fjord du Saguenay

DRAINVILLE, Gérard, *Le Fjord du Saguenay: Contribution à l'océanographie, Travaux sur les Pêcheries du Québec*, no 24, Québec, ministère de l'Industrie et du Commerce, 1968, 46 p.

### Plancton du Saguenay

BRUNEL, Jules, *Observations préliminaires sur le phytoplancton du Haut-Saguenay*, Annales de l'ACFAS, Vol. 29, 1963, p. 147.  
FAUCHER, Alain, *Quelques observations sur le plancton du Saguenay*, Lévis, Collège de Lévis, 1969, 160 p.

### Plancton d'eau douce (affluents du Saguenay)

GARIEPY, Claude, *Distribution du plancton d'un lac*, Le Naturaliste, septembre-octobre 1966, p. 20-21.



## LA MARI À LA FAC ET EN PRISON

Quels sont les effets de la marijuana sur l'organisme

humain? A cette question, les chercheurs de l'Institut de cardiologie de Québec seront bientôt en mesure de répondre. Dans quelques semaines en effet, l'équipe du Dr Gaston Côté pourra faire connaître les résultats de ses travaux portant sur la toxicité cardio-vasculaire de cette drogue. Il a fallu, pour entreprendre ces recherches, faire appel à des «cobayes». Ceux-ci ont été recrutés à partir d'une annonce parue dans le journal de l'Université Laval. Les candidats, qui devaient avoir fait un usage régulier de marijuana depuis deux ans, sont actuellement soumis à des expériences de type aigu (absorption brusque de fortes doses). Pour les expériences de type chronique (consommation répétée de faibles quantités pendant six mois) l'Institut compte recourir aux services de prisonniers, car seuls ces derniers peuvent se prêter à un contrôle permanent.

## POUR AMÉLIORER L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

Dans son éditorial, Jocelyne Dugas se penche ce mois-ci sur

les lacunes de l'enseignement des sciences. Or, l'un des derniers numéros de la revue *Science Forum* contient un article très intéressant rédigé par un étudiant en physique à l'Université de Toronto. Dans ce texte, l'auteur essaie d'abord d'expliquer le manque d'engouement pour les sciences à l'école et tente ensuite de trouver des remèdes à cette situation. Prenant l'exemple de la physique, il estime que les cours devraient être une mise à jour des progrès de cette discipline. Ils devraient aussi faire connaître les grands physiciens en tant qu'êtres humains. Il faudrait de plus multiplier les contacts individuels entre le maître et l'élève et insister davantage sur les rapports qui s'établissent entre la science et la société.

## LA GÉOPHYSIQUE ENTRE À LA CIL

Canadian Industries Limited (CIL), compagnie spécialisée

dans la fabrication d'explosifs, de plastiques et de peintures, a décidé de se lancer dans la prospection minière. L'acquisition récente de la McPhar, entreprise de prospection et d'instruments géophysiques, lui permettra de concrétiser ce projet. La McPhar fabrique du matériel capable de détecter des minéraux tels que le cuivre, le nickel, le plomb et le zinc à des centaines de pieds de profondeur. Ses prospecteurs ont même découvert, aux États-Unis, un gisement d'uranium situé à plus de 1 000 pieds au-dessous du niveau du sol. Les experts de la McPhar utilisent dans leurs recherches la «polarisation inductive», méthode qui consiste à introduire sous terre un courant alternatif, puis à l'éteindre: la fréquence du retour des ondes sismiques indique alors la présence du minerai. Cette extension de l'activité de la CIL est d'autant plus importante que les compagnies minières font de plus en plus appel à la géophysique et que, dans ce secteur, le Canada figure au premier rang mondial.

CIL



RECHER  
RE: L'E  
POINTE  
  
désolé d  
de partic  
avec les  
dans le c  
re.  
Cet accè  
lions, do  
200 Gal  
mis au p  
hébreuq  
européen  
Les prem  
éologie, p  
date, les  
littérateur  
plénes es  
être pou  
ce projet  
seront a  
millions.  
La CER  
permettr  
dans le c  
fondame  
versent a  
proporti  
net.  
  
UNE SO  
DE BIOQ  
A MONT  
  
pour la b  
ignoraire  
bes, une  
à cette g  
biologie  
rier l'és  
biologie  
d'excurs  
Dans le c  
pour les  
relève no  
Sminofa  
avec des  
ques à 15  
res de La  
La SBM  
versemen  
frais d'it  
ments, s'  
de Mont  
154 (161

## RECHERCHE NUCLÉAIRE: L'EUROPE À LA POINTE

Après de longues années d'hésitations, l'Europe de l'Ouest a

décidé de se doter d'un accélérateur géant de particules qui lui permettra de rivaliser avec les États-Unis et l'Union Soviétique dans le domaine de la physique subnucléaire.

Cet accélérateur (ou synchrotron) à protons, dont la puissance initiale atteindra 300 GeV (300 milliards d'électro-volts) sera mis au point à Meyrin (frontière franco-helvétique), dans les laboratoires du Centre européen pour la recherche nucléaire.

Les premières expériences à très haute énergie pourront débuter en 1976. A cette date, les États-Unis disposeront d'un accélérateur de 500 GeV, mais les savants européens estiment que leur appareil pourra être poussé jusqu'à 800 GeV. Le coût de ce projet, auquel plus de 1 000 personnes seront attachées, s'élèvera à quelque \$250 millions.

Le CERN a été fondé en 1954 en vue de permettre aux États européens de collaborer dans le domaine de la recherche nucléaire fondamentale. Les douze pays membres versent à cet organisme des contributions proportionnelles à leur produit national net.

## RENDEZ-VOUS DES MATHÉMATICIENS QUÉBÉCOIS

Le grand rendez-vous des mathématiciens québécois aura lieu cette

année, du 20 au 23 mai. C'est en effet à cette date que se tiendra, à l'école Jean Rimbault de Drummondville, le 13<sup>e</sup> congrès de l'Association mathématique du Québec.

Ce congrès, dont le président sera M. Jean Ménard, chef du Département de mathématiques de l'UQAM, s'adresse aux 2 000 membres de l'AMQ, mais il sera largement ouvert aux personnes étrangères à l'Association. Les étudiants notamment seront les bienvenus.

De plus amples détails concernant le programme et les formalités d'inscription vous seront fournis au siège de l'AMQ, 1700 est, Henri-Bourassa, Montréal 359 (389-4265).

## LE BARRAGE D'ASSOUAN: DÉSASTRE ÉCOLOGIQUE

Sur le Nil, s'élève le plus important complexe hydraulique du

monde: le Haut Barrage d'Assouan. Construit par l'Union Soviétique pour l'Égypte, cet ouvrage est une merveille technologique. Mais c'est aussi un désastre écologique.

Le Dr Ahmed, célèbre hydrologue égyptien, mettait en garde il y a déjà dix ans contre les conséquences de ces travaux. Ses funestes prophéties, qui ont déjà commencé à se réaliser, se résumaient en trois points:

1. Le barrage emportera chaque année 134 millions de tonnes de sédiments. Or les matériaux volcaniques contenus dans ceux-ci contribuaient à faire de ce sol le plus fertile du monde.

2. L'eau, privée de limon, érodera les berges du Nil et décavera le lit du fleuve.

3. Les pertes d'eau dues à l'évaporation et à l'infiltration seront considérables.

On peut ajouter à cette liste: les risques de disparition de vie marine en Méditerranée orientale, l'érosion du delta du Nil et surtout l'élévation de la salinité du sol. Il faudra utiliser plusieurs millions de tonnes d'engrais chimique (potassium, phosphore, azote, calcium, magnésium, cuivre, manganèse, etc) pour compenser la perte des sédiments autrefois transportés par le fleuve.

## UNE SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE À MONTRÉAL

Nombreux sont les lecteurs de QUÉBEC SCIENCE qui se passionnent

pour la biologie. Certains d'entre eux ignoraient sans doute qu'il existait, au Québec, une association entièrement consacrée à cette science. Il s'agit de la Société de biologie de Montréal dont le but est de favoriser l'étude et la vulgarisation des sciences biologiques au moyen de films, de causeries, d'excursions, de visites et de conférences. Dans le calendrier des activités de la Société pour les mois d'avril et de mai 1971, on relève notamment: une conférence de M. Smirnoff sur «la lutte contre les insectes avec des virus», des excursions ornithologiques à «Summit Circle» et dans les tourbières de Lanoraie, etc.

La SBM est ouverte à tous, moyennant le versement de \$5 (étudiants: \$3) pour les frais d'inscription. Pour tous renseignements, s'adresser à la Société de biologie de Montréal, case postale 101, Montréal 154 (tél: 722-5392).

# abonnez-vous

à **québec science**

Case postale 250, Sillery, Québec 6. Tél.: 651-7220

### Tarif individuel

1 an, 8 numéros: \$3 — 2 ans, 16 numéros: \$5.50 — 3 ans, 24 numéros: \$7.50

### Tarif-groupe

15 (ou plus) envois à la même adresse — 1 an, 8 numéros: \$2

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Étudiant    | <input type="checkbox"/> École:.....      |
| <input type="checkbox"/> Professeur  | <input type="checkbox"/> Collège:.....    |
| <input type="checkbox"/> Autre:..... | <input type="checkbox"/> Université:..... |
|                                      | <input type="checkbox"/> Organisme:.....  |

NOM: .....

RUE: .....

VILLE: ..... ZONE: .....





par Jean-Marc Fleury  
et Laurent Bilodeau

*Chaque mois, les auteurs de cette chronique déploient des trésors d'ingéniosité pour inventer un nouveau problème. Avez-vous, à votre tour, suffisamment d'imagination pour trouver la (ou les) réponses? Écrivez-nous. Plus les réactions seront nombreuses, plus les réponses publiées seront intéressantes et originales. Notre adresse:*

**QUÉBEC SCIENCE**

*A vous de jouer  
Case postale 250  
Sillery, Québec 6*

### L'INVASION DE LA POUSSIÈRE

Avez-vous déjà remarqué, dans une chambre fermée, combien un rayon de soleil semble animé d'une vie étrange? Des volutes de particules de poussière dansent et s'élèvent comme si elles cherchaient le soleil. Puis elles sortent de la lumière et disparaissent. Mais, sans les voir, vous savez qu'elles sont partout, qu'elles se déposent sur vos meubles, vos livres, et que vous les respirez constamment.

Peut-être vous êtes-vous demandé d'où viennent les poussières, comment elles se forment. Depuis le début des campagnes contre la pollution, on connaît beaucoup de sources artificielles de poussière: broyage de minerais, usure par friction, combustions incomplètes... Les météorologues parlent de «boue atmosphérique» et il est reconnu qu'elle est salissante.

Mais avant les hommes, il existait déjà des sources de poussière (physiques, chimiques ou biologiques) assez importantes pour affecter l'ensemble de la biosphère. Pouvez-vous en relever quelques-unes?

Vous avez aussi remarqué qu'il se dépose de la poussière même dans une chambre complètement fermée. Au bout de quelque temps, il en pend même des murs et du plafond! Avez-vous des opinions sur la formation de cette poussière?

Alors, à vous de jouer! Envoyez-nous vite vos idées, nous en ferons une synthèse dans un prochain numéro.



### «DE LA FUMÉE ET DES RONDÉS»: LES LECTEURS RÉPONDENT

Plusieurs personnes nous ont donné leur avis sur la formation des ronds de fumée (QUÉBEC SCIENCE, numéro 5, février 1971). Toutes étaient d'accord pour affirmer que la stabilité des ronds était due à leur mouvement de tourbillon en forme de beignet. La fumée y restait emprisonnée comme la mousse de savon reste au centre du tourbillon d'un évier qui se vide.

Si le rond persiste, c'est peut-être que son mouvement est fermé sur lui-même. Ainsi, «lorsqu'on trouble le rond, on l'ouvre et sa fumée ne peut que se dissiper», nous écrit C. Lavoie, de Rimouski.

Gilles Poirier, de Montréal, rapporte que, par un jour de grand froid, il s'amusait à faire des ronds de buée. Mais précise-t-il, ceux-ci se dissipent immédiatement tandis que la fumée de cigarette persiste. Gilles explique cette différence par le fait que cette dernière est un nuage de particules de cendres et de gouttelettes de goudron qui ne peuvent se dissoudre dans l'air.

A. Grenier, de Québec, nous signale qu'on retrouve la structure des ronds de fumée à plus grande échelle. C'est ainsi qu'au-dessus des cônes volcaniques encore chauds, les courants de convection atmosphériques peuvent causer des anneaux nuageux. Le même lecteur nous cite un autre exemple: les avions géants laissent dans leur sillage une suite de ronds horizontaux qui empêcheraient leur traînée de se dissiper instantanément.



par Claude Boucher

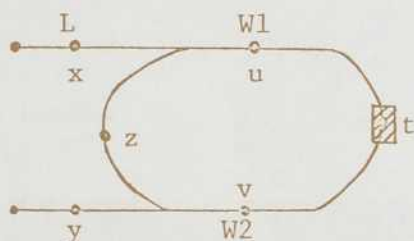
Aviez-vous trouvé la solution de l'énigme du mois dernier? Pour le savoir, comparez vos réponses à celle que vous donne Claude Boucher. Et exercez à nouveau votre perspicacité sur le quatrième problème qu'il vous propose.

#### PROBLÈME N° 4: ACCROCHEZ LES WAGONS!

Dans la cour de triage d'une gare (schéma) une locomotive L se trouve au point x, un wagon W1 au point u et un wagon W2 au point v. En t, se trouve un tunnel où seule la locomotive L peut passer. La locomotive peut ou bien tirer ou bien pousser les wagons et elle peut déplacer deux wagons à la fois.

Comment peut-on, avec un nombre de déplacements aussi petit que possible, amener le wagon W1 en v, le wagon W2 en u et ramener L au point x?

On se rappellera que les wagons W1 et W2 ne peuvent pas franchir le tunnel t.



#### SOLUTION DU PROBLÈME N° 3 (LES CALCULS ÉLECTORAUX DU PLC)

Soit  $x$  le nombre de panneaux-réclames dépassés en une minute. En une heure, on dépassera  $60x$  panneaux. La vitesse de l'auto est  $10x$  milles à l'heure. C'est dire que sur une distance de  $10x$  milles, on dépassera  $60x$  panneaux. Le nombre de panneaux dépassés pendant un mille sera donc  $60x/10x = 6$ . La distance entre deux panneaux successifs est donc  $1/6$  de mille.

La lecture de *QUEBEC SCIENCE* vous inspire certainement des réactions. Faites-nous les connaître. Écrivez à:  
 QUEBEC SCIENCE, case postale 250, Sillery, Québec 6.



#### UNE DÉCOUVERTE FORMIDABLE

J'ai fait une découverte tellement formidable que, bien qu'elle date de plus de 31 ans, personne n'a encore voulu y ajouter foi.

Jugez vous-même: une turbine qu'on peut installer sous une chute d'eau et qui double le pouvoir de ladite chute. On peut également l'installer sur une automobile, ce qui aura pour effet de doubler la puissance de son moteur. Si on l'installe sur un bateau cela doublera la poussée de l'engin sur le bateau.

Vous allez sans doute vous demander: c'est très bien, mais la consommation du moteur de l'auto et de l'engin du bateau ainsi que celle de la turbine sous la chute d'eau va certainement être doublée, de sorte qu'on ne voit pas très bien quels avantages on peut en retirer. Moi, je dis au contraire que la consommation n'augmente pas car la moitié du travail se fait sans dépense.

Alors, vous devez penser qu'il s'agit de science-fiction. Pas du tout. La preuve, c'est que je viens d'obtenir un brevet pour cette invention. Lorsque le brevet aura été émis, j'ai l'intention de publier une description de cette invention dans *QUÉBEC SCIENCE* à moins que je trouve un acheteur entre-temps. Après sa publication, ceux qui m'auront lu pourront contester mes prétentions en écrivant à *QUÉBEC SCIENCE*.

Mais j'ajouterai ceci: j'ai construit un modèle et fait des expériences qui sont difficilement contestables.

**Alban Maillet, R.R. 2, Sainte-Marie de Kent, N.-B.**

#### DOUZE MOIS PAR AN

En premier lieu, je suggère que vos articles soient moins courts. Si vous ne le faites pas, la revue perdra de sa valeur.

Ensuite, j'aimerais très fortement qu'on puisse publier *QUÉBEC SCIENCE* 12 mois par an. Même ainsi, je ne crois pas qu'on puisse épuiser la «Science», loin de là. La grande majorité des étudiants s'intéresserait à cette publication surtout si on y ajoutait des articles de philosophie et de psychologie.

**Rino Levasseur, Montréal**

**BIOLOGIE MOLÉCULAIRE DU GÈNE**

James D. Watson, Édisciences, Paris 1968

492 pages, \$12.65

Cette lecture peut paraître difficile mais elle ne l'est pas. La substance de ce volume est en effet très dense. Elle est aussi fondamentale: non seulement y trouve-t-on exposées des connaissances élémentaires mais encore l'auteur s'attache-t-il à expliquer quelques-unes des plus récentes et des plus importantes découvertes en bactériologie, en virologie, en immunologie, en biochimie, en génétique et, bien sûr, en biologie moléculaire.

Il ne s'agit pas non plus d'une énumération de dogmes à prendre ou à laisser: l'auteur prend soin de joindre à chaque proposition une description de l'expérience qui a permis d'en arriver à de telles conclusions. Ce faisant, il évite de tomber dans les technicités qui ont en somme peu d'importance pour le lecteur.

Le plus grand mérite de Watson réside cependant peut-être dans le fait qu'il aura su indiquer les grands problèmes auxquels se heurtent les sciences de la vie. Cet inconnu qui suscite tant d'interrogations, il nous le révèle. Voilà qui rend essentiel cet ouvrage qui a déjà connu beaucoup de succès en version anglaise. Tous les termes spécialisés sont définis à mesure qu'ils apparaissent; les figures complètent admirablement le texte et les références en fin de chapitre comportent un nombre impressionnant de «classiques».

Il s'agit donc ici d'une véritable vulgarisation scientifique. Cette lecture devrait intéresser particulièrement les étudiants des CEGEP. Faut-il ajouter qu'en 1962, James D. Watson fut le lauréat du prix Nobel de physiologie et de médecine? François Jacob, autre prix Nobel, a rédigé la préface française.

Jacques Lacroix



Jean-Denis Carrette

HMH

COLLECTION ALIQUOT  
**mutations**  
1990MARSHALL  
McLUHAN**TOUTE LA VÉRITÉ (OU PRESQUE) SUR LA DROGUE**

Marcel-Aimé Gagnon, Librairie Beauchemin

Ottawa, 1970

188 pages, \$2.95

De présentation attrayante, ce petit volume répond aux besoins de plus en plus pressants d'une information complète et précise sur les drogues. En plus de proclamer la sérieuse menace que constitue la drogue au Québec, ce livre a le mérite de pallier un manque d'ouvrages français dans ce domaine.

L'auteur s'est efforcé, avec succès, de ne pas avancer de demi-vérités, «insultes à l'intelligence». Il était cependant ambitieux de vouloir dire tout (ou presque) à tout le monde (ou presque) en si peu de pages. Ce faisant, M.A. Gagnon n'évite pas une certaine superficialité, surtout lorsqu'il aborde les implications psychologiques et sociales de l'utilisation de la drogue. Par contre, la part consacrée à l'histoire des principales drogues, très bien étayée, suscite l'intérêt.

Plus de la moitié du livre est consacrée aux hallucinogènes et surtout à la marijuana. L'alcool, par contre, n'occupe que 5 pages, les tranquillisants, 3 pages, les somnifères et barbituriques, «réconfort du bourgeois», 7 pages. Vraiment, le «presque» est bien le mot clé du titre de cet ouvrage. Il est regrettable que l'auteur ne se soit pas limité aux substances hallucinogènes, préoccupation majeure de l'heure.

Le style alerte du livre aide beaucoup à sa lecture, bien que l'absence de subdivisions se fasse sentir. Cette carence est cependant corrigée par la présence d'un index alphabétique et, à la fin de chaque chapitre, d'une bibliographie fort intéressante. En résumé, malgré certaines faiblesses, ce livre constitue un apport appréciable à la littérature dite de vulgarisation sur la drogue. On peut le recommander aux jeunes qui désirent asseoir leurs connaissances sur ce sujet et aux adultes décidés à se départir de leurs préjugés et de leur ignorance.

Manuel d'Août

**LA PLANÈTE DISPARUE ET AUTRES MYSTÈRES DE L'ESPACE**

William R. Corliss, trad. Hugues de la Chesneraye, Istra, Hachette, Paris 1970

301 pages, \$4 environ

Le titre de ce livre me l'avait rendu suspect, tellement pullulent aujourd'hui les travaux qui, sous un jour pseudo-scientifique, tentent d'exposer ou d'imposer au lecteur des théories qui, lorsqu'elles ne sont pas nettement abracadabrantes, relèvent du moins de la fiction ou de l'imagination pure. Mes craintes n'étaient pas fondées: cette lecture m'a permis de découvrir un ouvrage très intéressant et bien présenté, sous la forme d'un court traité d'astrophysique. L'auteur y expose sans parti pris les diverses conceptions que l'homme s'est fabriquées pour expliquer ses observations dans le domaine de l'astronomie.

L'exposé du cheminement historique des représentations et explications relatives aux planètes du système solaire est particulièrement bien structuré. Il incite à interpréter avec prudence les observations qui, de prime abord, semblent sûres et indubitables. Tout au long de cette présentation, l'auteur est rigoureux et impartial. Il se borne à présenter les faits et parfois à rapprocher les réactions ou attitudes des anciens avec certains comportements des contemporains devant divers problèmes, par exemple les soucoupes volantes.

En somme, cet ouvrage constitue un exposé des diverses théories ou opinions généralement acceptées aujourd'hui par la communauté des astrophysiciens. Les sujets traités sont mis à la portée de tous, même des profanes. Ce livre constitue donc une très bonne introduction à l'astrophysique pour un débutant qui s'y intéresse ou pour celui qui, tout simplement, désire étendre le champ de ses connaissances.

**MUTATIONS 1990**

Marshall McLuhan, trad. François Chesneau

Éd. Mame et HMH, Tours, 1969

103 pages, \$2.95

Voici maintenant accessibles, sur un mode mineur mais sans douleur, les déroutantes analyses du philosophe des *media*. *Mutations 1990* réunit la traduction française de quatre articles parus il y a trois ans dans le magazine américain LOOK.

Au-delà de leur contenu, au-delà de leur usage, nos media et nos techniques nous transforment. Révolutionnaire il y a dix ans, cette affirmation rejoint aujourd'hui l'évidence des découvertes du dernier siècle de l'évolution.

Le milieu naturel provoque et privilégie certaines mutations physiques chez l'animal, insecte ou mammifère. Le milieu artificiel créé par l'homme privilégie lui aussi certaines mutations. Et c'est l'analyse des valeurs du passé qui peut permettre de prédire correctement le futur.

Parmi nos outils, les plus importants sont certes ceux de la communication (la télévision, la mode, l'éducation) et ce sont de ceux-là que part McLuhan pour esquisser les mutations de 1990. L'instrument d'éducation surtout lui semble désespérément désuet: parce qu'il s'est toujours plus attaché à la transmission du passé qu'à la découverte de l'avenir, au contenu (matière) qu'au médium lui-même (dé-marche), il a freiné et distendu le progrès humain. A la lumière de ce que nous savons, il n'est pas nécessaire de continuer sur cette pitoyable lancée. Nous pouvons déterminer nos mutations 1990.

Jean Paré




---

### TABLE RONDE SUR L'ÉCOLOGIE

À l'occasion de l'Expo-sciences de Montréal, qui doit avoir lieu les 23, 24 et 25 avril prochains, QUÉBEC SCIENCE envisage d'organiser, en collaboration avec l'Association des jeunes scientifiques, une importante table ronde sur le thème de l'écologie. Dans quelques jours, la date, le lieu et le programme de cette rencontre, qui réunira plusieurs spécialistes de l'environnement, seront définitivement fixés. Pour les connaître, écrivez ou téléphonez à QUÉBEC SCIENCE, case postale 250, Sillery, Québec 6 (651-7220).

---

### LE CJS OFFRE DES LIVRES

Le Conseil de la jeunesse scientifique vient de recevoir un certain nombre d'exemplaires du livre de R.A. Stevens, *Les activités scientifiques extrascolaires pour jeunes gens*. Cet intéressant ouvrage, publié par l'UNESCO et qui a déjà fait l'objet d'une recension dans QUÉBEC SCIENCE, (vol. 9, no 1, octobre 1970) vous sera expédié gratuitement si vous en faites la demande au Conseil de la jeunesse scientifique, 370A est, boulevard Saint-Joseph, Montréal 151 (tél: 845-7821).

---

### LS RADIO AIME LA SCIENCE

« La science n'est pas assez présente sur les ondes radiophoniques. S'il est une station à laquelle cette critique ne peut pas s'appliquer, c'est bien LS radio, le poste de Lévis.

Il y a quelques mois, cette station s'est dotée d'une équipe de jeunes animateurs anticonformistes et dynamiques. Ces derniers, désireux de faire participer le public à l'élaboration des programmes, ont fait appel à QUÉBEC SCIENCE pour obtenir des textes scientifiques. C'est ainsi que des extraits d'articles et d'éditoriaux de la revue sont lus régulièrement à l'antenne.

Lecteurs de la région de Québec, si vous aimez la radio intelligente, un conseil: écoutez CFLS!

---

### BIENTÔT L'OPÉRATION COYOTE

La date de l'opération Coyote approche! C'est en effet le 9 mai, à Saint-Zénon près de Saint-Michel-des-Saints (dans le nord de Montréal), que la section aéronautique de l'Association des jeunes scientifiques doit procéder au lancement d'un gros ballon-sonde qui, muni d'une nacelle et de deux émetteurs, doit s'élever à 25 000 pieds. Le même jour, deux petits ballons météorologiques prendront également leur envol.

Les jeunes aéronautes qui désireraient obtenir davantage de détails sur cette opération peuvent s'adresser à Claude Arseneau et Guy Simard, AJS, 370A est, boulevard Saint-Joseph, Montréal 151 (845-7821).

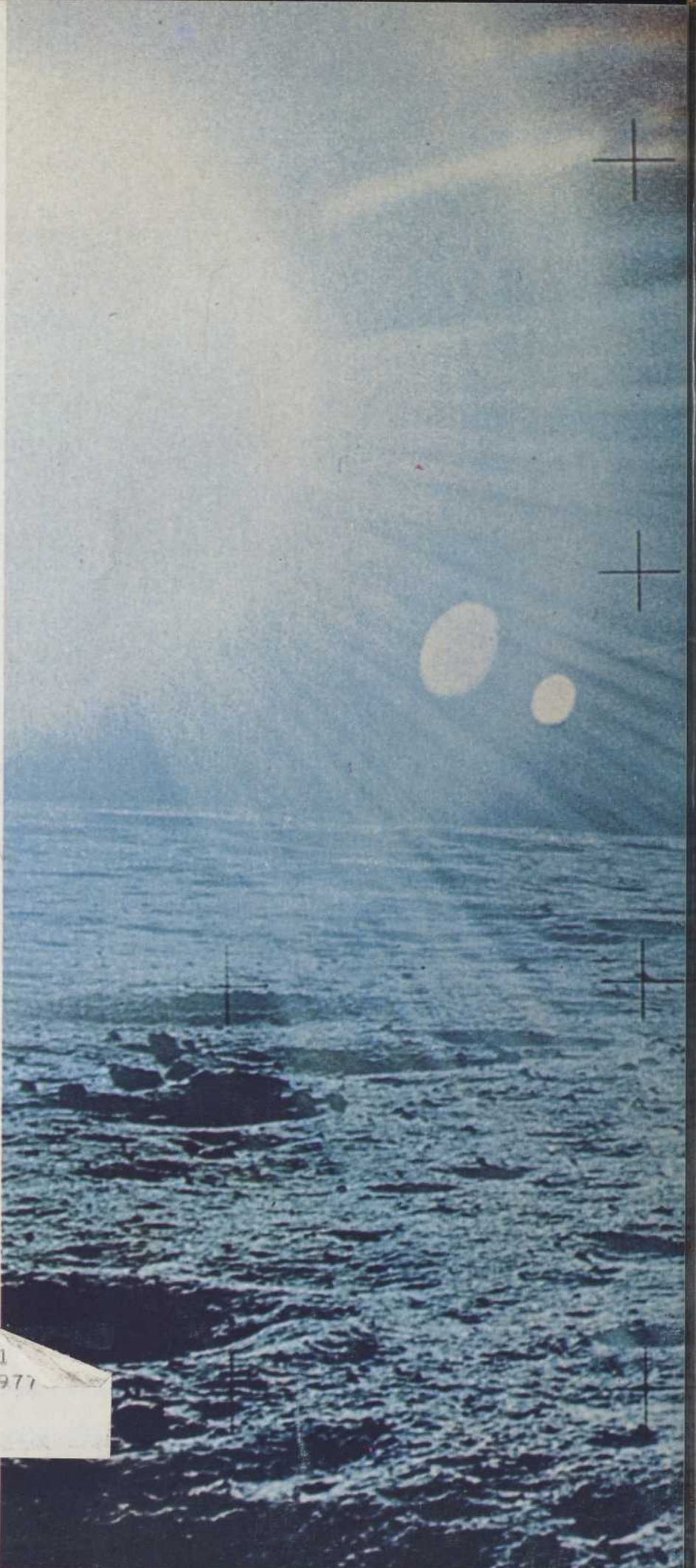
---

### APPEL AUX JEUNES SCIENTIFIQUES DE QUÉBEC

Malgré son importance, la ville de Québec ne possède encore aucun mouvement structuré de jeunes scientifiques. Pour la deuxième année consécutive, l'expo-sciences régionale a dû être décommandée. Nullement découragés par ces constatations, quelques membres de l'AJS ont décidé de multiplier leurs efforts pour tenter de regrouper tous les étudiants que les activités scientifiques parascolaires intéressent. Les projets de ces jeunes sont nombreux: acquisition d'un local, organisation d'expos-sciences, de visites, de conférences. Mais pour réaliser ces objectifs, il leur faut rassembler un nombre d'adeptes suffisant.

Si cette initiative vous intéresse, entrez en contact avec Louis-Philippe Boulet, 75 boulevard des Alliés, Québec 3, (tél: 523-3403).

---



BIBLIOTHÈQUE  
NATIONALE  
13 AVR 1971  
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE  
BUREAU DEPOSIT LEGAL 0471  
1780 RUE ST-DENIS 101977  
MONTREAL Q.C.