

7

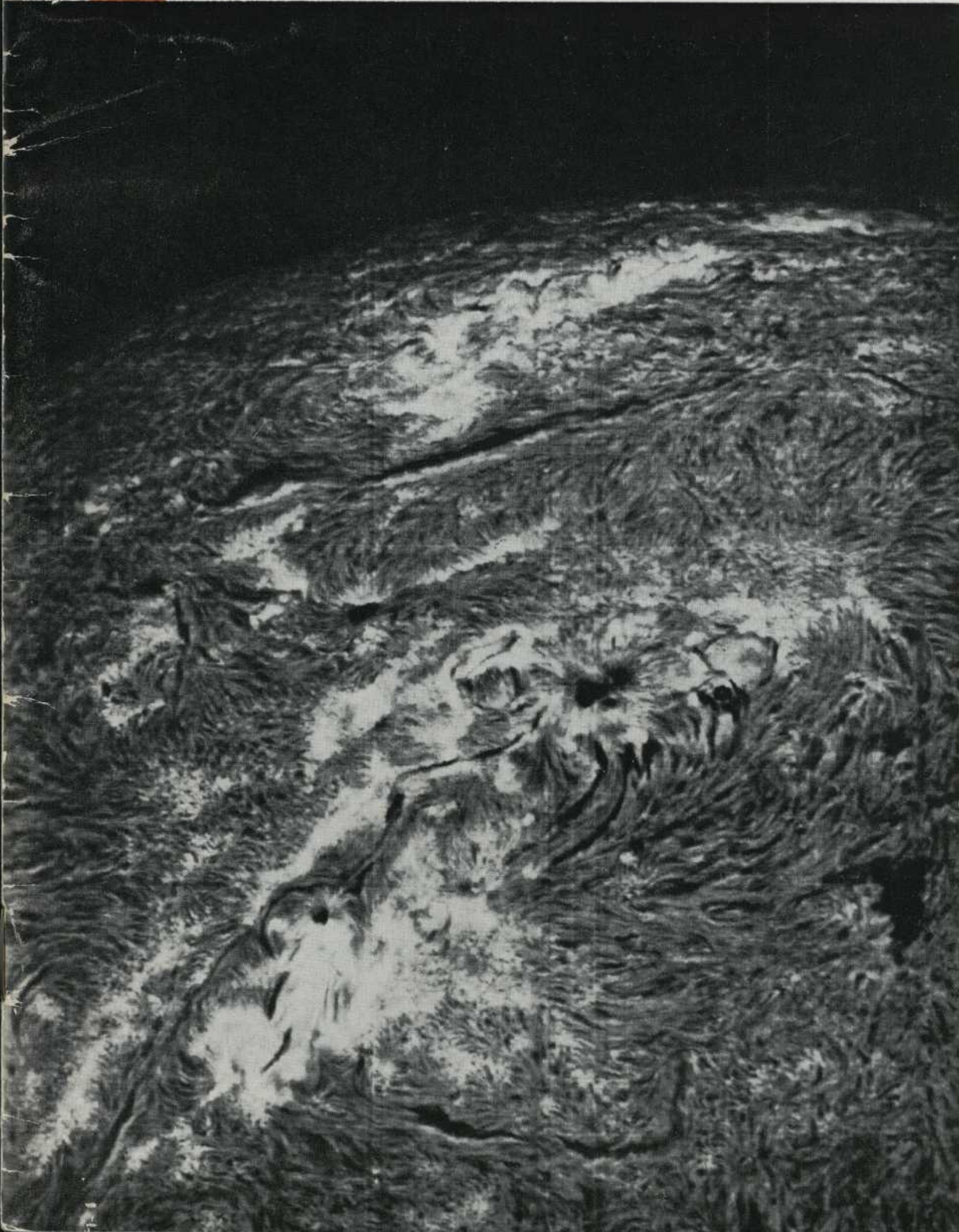
PER
J-69

69
PER



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS



VOLUME 6
NUMÉRO 7
AVRIL 1968



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS

Le Jeune Scientifique, revue de vulgarisation scientifique, est publié par l'Association canadienne-française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS) et est subventionné par le ministère de l'Éducation de la province de Québec.

RÉDACTION

Léo Brassard
directeur

Roger H. Martel
secrétaire de rédaction

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Léo Brassard
Pierre Couillard
Denis Jacob
Roger H. Martel
Roland Prévost
Marcel Sicotte
Jacques Vanier

COLLABORATEURS

Jean-A. Baudot
Alain Bonnier
Michel Ferland
Roger Fischler
J.-André Fortin
Jean-Guy Fréchette
Raymond-M. Gagnon
Guy Gavrel
Miroslav M. Grandtner
Edouard Kurstak
Gaston Moisan
Paul-H. Nadeau
Raymond Perrier
Bernard J.R. Philogène
Roland Prévost
Jean-René Roy
Jacques St-Pierre
Madan Lal Sharma
Raymond Van Coillie
Jacques Vanier
G.-Oscar Villeneuve

Volume VI, no 7

avril 1968

SOMMAIRE

- 145 Le calcul des probabilités, définitions et applications
- 148 Au fond de la mer Rouge, des mares de saumure inattendues
- 152 Quelques aspects de la vie animale et humaine des Everglades
- 156 Bientôt, le Soleil en crise !
- 164 Le climat estival du cap Jaseux, sur le Saguenay

Photo-couverture : l'aspect du Soleil photographié en balayant sa surface à l'aide d'une seule longueur d'onde (la raie « alpha » de l'hydrogène). Grâce à ces « spectrohélogrammes » il est possible de distinguer une foule de détails comme les zones actives entourant les taches, les protubérances en préparation, les champs magnétiques associés aux différents phénomènes souvent impossibles à voir en simple lumière blanche. Les longs filaments noirs sont en fait des protubérances qui, vues sur le fond brillant de la photosphère, apparaissent noires; mais lorsqu'elles jaillissent contre le fond noir du Soleil, elles prennent leur aspect lumineux. (Photo Mount Wilson and Palomar Observatories).

Abonnements

Le volume annuel commence en octobre et se termine en mai, soit 8 numéros. Abonnement individuel: Canada, \$3.00; étranger, \$3.50. Abonnement annuel de groupe-étudiants, soit 15 abonnements ou plus à une même adresse: \$2.00 chacun. Vente au numéro, 50 cents.

Adresse

Rédaction et abonnements: case postale 391, Joliette, (Québec), Canada. Tél.: (514) 753-7466.

Notes

Tout écrit publié dans la revue n'engage que la responsabilité du signataire.
Tous droits de reproduction et de traduction réservés par l'éditeur © ACFAS, 1968.
Le Ministère des Postes à Ottawa a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de deuxième classe de la présente publication. Port payé à Joliette.
Tous les articles sont classifiés dans l'*Index analytique*, Presses de l'Université Laval, Québec.

PER
J-69
3

Le calcul des probabilités

définitions et applications

par Roger FISCHLER

Vous connaissez la lettre grecque π qui représente le nombre qui a la valeur approximative 3.14; si le rayon d'un cercle est r , la surface est πr^2 . Mais pourquoi parler de géométrie dans un article sur le calcul des probabilités? En voici la raison.

Expériences et exemples

Sur une feuille de papier, tracez 6 ou 7 lignes droites, parallèles, la distance H entre chaque ligne étant d'environ deux pouces. Prenez une aiguille fine d'une longueur « L » (L doit être plus petit que H), et laissez-la tomber au hasard d'une hauteur d'environ un pied et demi.

Répétez l'expérience quelques centaines de fois, chaque expérience étant indépendante des autres, soit T le nombre de fois que l'aiguille a touché l'une des lignes et E , le nombre des expériences. Calculez le nombre $2LE/TH$ et vous trouverez le résultat, environ $\pi = 3.14\dots$ Si vous aviez répété l'expérience quelques milliers de fois, vous auriez obtenu un nombre encore plus proche de π .

Ce résultat a été trouvé par le mathématicien et naturaliste français Buffon (1707-1788) qui en a publié la formule dans son ouvrage « *Essai d'Arithmétique Morale* », en 1777.

Si on jette l'aiguille on sait qu'elle tombera sur la table. Mais l'aiguille peut toucher une ligne ou n'en toucher aucune. En général le calcul des probabilités s'intéresse aux situations de ce genre où des événements arrivent au hasard.

Souvent, bien qu'on ne puisse prédire si un événement arrivera ou non, on peut affirmer que le nombre de fois qu'il arrive, pour un grand nombre d'expériences, suit une certaine règle. Par exemple, dans l'expérience décrite plus haut, lorsqu'on fait tomber une aiguille on ne peut affirmer qu'elle touchera ou ne touchera pas

l'une des lignes. Mais la loi de Buffon dit que le rapport entre le nombre de fois que l'aiguille touche une ligne et le nombre d'expériences est, pour un grand nombre d'essais, environ $2L/\pi H$. Ce rapport est la *probabilité* pour que l'aiguille touche une ligne.

Le jeu de « pile ou face » est un autre exemple. Supposons que la pièce est bien fabriquée et qu'aucun côté n'est favorisé. Lorsqu'on jette la pièce ou le dé une fois, on ne peut prédire quelle face ou quel côté apparaîtra. Mais on sait que la probabilité d'obtenir la face est $\frac{1}{2}$; en d'autres mots, si on jette le dé plusieurs fois, chaque fois étant indépendante de l'autre, on obtiendra le côté face dans la moitié des cas. En E fois on espère obtenir le côté face environ $E/2$ fois.

En suivant les idées et la terminologie des paragraphes précédents, nous disons que si un événement a lieu p pour cent de fois pour un grand nombre d'expériences, indépendantes les unes des autres, la probabilité de l'événement est p .

Un autre exemple. S'il y avait 100 000 étudiants dans une région et si 2 400 étudiants avaient les cheveux roux, on dirait que la probabilité du caractère de rousseur chez un étudiant est $2\,400/100\,000$, soit .024. Donc si l'on choisissait 500 étudiants « au hasard » dans cette région environ $.024 \times 500 = 12$ étudiants auraient les cheveux roux. Nous écrivons les mots « au hasard » entre guillemets parce que la signification de « laisser tomber une aiguille au hasard » est claire, alors que pour le choix des étudiants le sens de « au hasard » n'est pas si clair, et c'est pourquoi il y a des difficultés dans les sondages. Nous parlons ici d'une situation idéale.

Recherche d'une définition

Nous devons dire qu'il y a des cas où la définition de la *probabilité* d'un événement ne suffit pas. Il y a d'autres définitions et nulle d'entre elles ne plaît à tout le monde. La réponse à la question « qu'est-ce que la probabilité d'un

L'auteur, Roger Fischler, Ph.D., professeur au Département de Mathématiques à l'Université de Toronto, est actuellement en stage au Département de Mathématiques appliquées à l'Université de Clermont-Ferrand, en France.

événement? » tient de la philosophie autant que des mathématiques. On discute cette question depuis plus de 200 ans et de nouvelles réponses surgissent constamment. La théorie de la probabilité, comme tout le domaine des mathématiques, n'est pas une question réglée et stérile!

On peut facilement tirer quelques conclusions de la définition de la probabilité. D'abord si la probabilité d'un événement est nulle, cela signifie que l'occurrence est impossible. Par contre si la probabilité d'un événement est égale à un, il est sûr que l'événement aura lieu. Par exemple, si on joue avec un dé, la probabilité qu'un nombre compris entre 1 et 6 apparaisse est égale à un et la probabilité que le nombre 7 apparaisse est nulle.

Dans l'exemple cité plus haut, il y avait 97 600 étudiants qui n'avaient pas les cheveux roux. Donc la probabilité pour qu'un étudiant n'ait pas les cheveux roux est $97\,600 / 100\,000 = 0.976 = 1 - 0.024$. Cet événement (qu'un étudiant n'ait pas les cheveux roux) est appelé *l'événement complémentaire* ou l'événement contraire de l'autre possibilité (que les cheveux soient roux). En outre nous venons de voir que la probabilité de l'événement complémentaire est donc la différence à l'unité de celle de l'événement considéré, soit $1 - p$. C'est une règle générale.

Dans la théorie de la probabilité il y a un cas particulier qui admet parfois des solutions assez simples. Si on jette un dé, six côtés peuvent apparaître: 1, 2, 3, 4, 5, 6. Si le dé est un cube parfait, formé d'une matière homogène, aucune face n'est favorisée. La probabilité d'obtenir 2 est égale à la probabilité d'obtenir 5. Il y a six cas possibles, la probabilité de chacun est la même et la somme de leur probabilité doit être un, parce qu'il est sûr que l'un des nombres 1, 2, 3, 4, 5, 6, apparaîtra. Donc la probabilité pour qu'un nombre donné apparaisse est $1/6$.

En général s'il y a n possibilités et si chacune a la même chance de paraître, alors chaque possibilité a la probabilité $1/n$.

Nous avons parlé d'événements élémentaires, mais souvent on s'intéresse aussi à des événements plus complexes. Par exemple, supposons que nous nous intéressons à la probabilité d'obtenir un nombre pair lorsqu'on jette un dé. Alors quels sont les événements élémentaires qui peuvent se produire pour que notre événement recherché ait lieu. Il faut que le 2, le 4 ou le 6 apparaissent. Donc trois des six éventualités sont favorables pour notre événement et donc la probabilité de l'événement est $3/6 = 1/2$. (On peut déduire le même résultat en disant que la probabilité d'avoir un nombre pair est la probabilité d'avoir 2, plus la probabilité d'avoir 4, plus la probabilité d'avoir 6, ce qui est égal à $1/6 + 1/6 + 1/6 = 1/2$).

La règle est donc la suivante: si les n événements élémentaires ont chacun la même probabilité et si m de ces événements élémentaires sont considérés comme favorables, alors la probabilité de cet événement est m/n .

Pourquoi l'étude des jeux ?

Avant de donner un autre exemple — encore avec les dés! — nous profitons de l'occasion pour souligner que le calcul des probabilités n'est pas seulement utilisé pour l'étude des jeux de hasard. Cette théorie trouve de nombreuses applications dans des domaines aussi divers que l'hérédité, l'astronomie, la théorie des gaz, l'assurance, la météorologie, etc. Les ouvrages indiqués en bibliographie, à la fin de cet article, fournissent plus de renseignements à ce sujet.

Mais malgré ces autres applications il y a deux bonnes raisons pour choisir les exemples parmi les jeux. D'abord l'étude de la théorie de la probabilité a commencé avec l'étude des jeux. Quoique quelques mathématiciens aient étudié des jeux aux XVe et XVIe siècles, l'étude rigoureuse a débuté lorsque le joueur Chevalier de Méré déclara au grand mathématicien et philosophe Pascal que ses résultats au casino n'étaient pas en accord avec ses propres calculs. En réponse, Pascal commença à étudier quelques problèmes relatifs aux jeux de hasard. Et même dans son important ouvrage philosophique « *Les Pensées* », Pascal fournit une « preuve » de l'existence de Dieu qui utilise la théorie des jeux...

On emploie aussi des exemples de jeux parce qu'ils sont plus faciles et qu'il n'est pas nécessaire d'expliquer tous les détails du sujet.

« Dés verts » et « dés bleus »

Revenons maintenant à l'exemple promis. Supposons que nous jetons deux dés, un vert, l'autre bleu, en même temps. Nous voulons savoir quelle est la probabilité d'obtenir un nombre pair sur le dé vert et d'obtenir sur le dé bleu, soit le nombre 2, soit le nombre 3.

Nous devons d'abord calculer le nombre des éventualités. Ecrivons par exemple, (3, 4) si le nombre 3 paraît sur le dé vert et le nombre 4 paraît sur le dé bleu. Il est possible que (3, 4) apparaisse, mais ce n'est pas favorable à l'événement qui nous intéresse. Cependant (5, 2) est favorable parce que 5 est impair et 2 est l'une des deux éventualités favorables pour le dé bleu. Les éventualités sont donc:

(1, 1)	(1, 2)	(1, 3)	(1, 4)	(1, 5)	(1, 6)
(2, 1)	(2, 2)	(2, 3)	(2, 4)	(2, 5)	(2, 6)
(3, 1)	(3, 2)	(3, 3)	(3, 4)	(3, 5)	(3, 6)
(4, 1)	(4, 2)	(4, 3)	(4, 4)	(4, 5)	(4, 6)
(5, 1)	(5, 2)	(5, 3)	(5, 4)	(5, 5)	(5, 6)
(6, 1)	(6, 2)	(6, 3)	(6, 4)	(6, 5)	(6, 6)

Il y a donc $6 \times 6 = 36$ éventualités. (On peut raisonner en disant que pour chaque nombre 1, 2, 3, 4, 5, 6, qui peut apparaître sur le dé vert, il y a six éventualités pour le dé bleu; donc 6×6 éventualités en tout). Evidemment chaque éventualité a la même chance d'apparaître et donc la probabilité de chacune d'elles est $1/36$.

Les éventualités favorables pour l'événement qui nous intéressent sont indiquées dans le tableau suivant:

(1, 1)	(1, 2)	(1, 3)	(1, 4)	(1, 5)	(1, 6)
(2, 1)	(2, 2)	(2, 3)	(2, 4)	(2, 5)	(2, 6)
(3, 1)	(3, 2)	(3, 3)	(3, 4)	(3, 5)	(3, 6)
(4, 1)	(4, 2)	(4, 3)	(4, 4)	(4, 5)	(4, 6)
(5, 1)	(5, 2)	(5, 3)	(5, 4)	(5, 5)	(5, 6)
(6, 1)	(6, 2)	(6, 3)	(6, 4)	(6, 5)	(6, 6)

Il y a donc $3 \times 2 = 6$ éventualités favorables (comme ci-dessus on peut dire que pour chaque éventualité favorable, 1, 2, 3, pour le dé vert, il y a deux éventualités pour le bleu et donc $3 \times 2 = 6$ éventualités favorables en tout).

En appliquant la règle énoncée plus haut, la probabilité de notre événement est le nombre des éventualités favorables divisé par le nombre total des éventualités, soit $6/36 = 1/6$.

Deux anniversaires le même jour

Nous terminerons cet article avec une expérience que vous pouvez essayer à l'école. On demande: quel est le nombre minimum d'étudiants qui doivent assister à un cours pour que la probabilité de trouver au moins deux étudiants ayant leur anniversaire le même jour soit plus grande que $1/2$.

Pour trouver la réponse nous devons trouver la probabilité pour 3 étudiants, pour 4, etc. (évidemment la probabilité pour que deux aient le même anniversaire augmente avec le nombre des étudiants) et voir à partir de quel nombre d'étudiants la probabilité devient plus grande que $1/2$.

Cherchons d'abord la probabilité pour trois étudiants. Il est plus facile de trouver la probabilité (désignons-la par « p ») pour que trois étudiants aient tous des anniversaires différents. L'événement cherché (c'est-à-dire que au moins deux étudiants aient le même anniversaire), est l'événement complémentaire à celui que tous ont des anniversaires différents. Avec la règle des événements complémentaires, la probabilité recherchée est $1 - p$.

Calculons alors la probabilité p lorsqu'il y a trois étudiants. Le raisonnement suivant est exactement le même que pour les dés. Il y a 365 éventualités pour l'anniversaire du premier étudiant et pour chacune on a 365 probabilités pour l'anniversaire du deuxième étudiant; il y

en a 365 pour le troisième, et donc $365 \times 365 \times 365$ possibilités en tout.

Maintenant il faut calculer le nombre des cas où les trois étudiants ont des anniversaires différents. Pour le premier il y a 365 éventualités comme auparavant, mais cette fois il y a seulement 364 éventualités pour l'anniversaire du 2e parce que la date de son anniversaire est différente. Et pour le troisième il y a seulement 363 éventualités parce que son anniversaire est encore différent. Donc le nombre des éventualités favorables est $365 \times 364 \times 363$.

Nous voyons que la probabilité p', dans le cas de trois étudiants, est

$$365 \times 364 \times 363 / 365 \times 365 \times 365 = .98$$

Donc la probabilité pour qu'au moins deux étudiants aient leur anniversaire le même jour est $1 - p' = .02$. C'est-à-dire qu'il n'est guère probable que deux étudiants sur trois aient leur anniversaire le même jour.

De la même façon on voit que pour quatre étudiants, la probabilité recherchée est:

$$1 - \frac{365 \times 364 \times 363 \times 362}{365 \times 365 \times 365 \times 365}$$

Pour dix étudiants la probabilité est à peu près de .177; en d'autres mots, si nous demandons la date d'anniversaire aux étudiants dans 100 classes de 6 étudiants chacune, nous trouverions que dans environ 18 classes, au moins deux étudiants auraient leur anniversaire le même jour.

Si nous continuons, nous trouvons que pour 22 étudiants la probabilité est .48 et pour 23, la probabilité est .51. Donc 23 est le nombre minimum pour qu'au moins deux étudiants aient leur anniversaire le même jour.

Essayez cette expérience dans vos classes. S'il y a plus de 60 étudiants, il est presque certain que deux étudiants auront leur anniversaire le même jour.

Bibliographie

On fait encore aujourd'hui beaucoup de recherches sur la probabilité et, fait intéressant, on peut faire de la recherche à partir du cours secondaire jusqu'au niveau du doctorat. C'est-à-dire qu'il y a des problèmes publiés dans des revues que vous pouvez comprendre avec vos notions actuelles de mathématiques. Il y a même certains problèmes qui attendent encore des solutions et qui pourraient être résolus par des étudiants du niveau préuniversitaire.

Les deux premiers ouvrages que nous mentionnons ici sont de lecture assez facile et ne contiennent pas beaucoup de mathématiques;

les troisième et quatrième sont plus difficiles mais vous pouvez sans doute tirer profit de leur lecture. Le cinquième commence à être compliqué mais vous pouvez lire les deux premiers chapitres.

BOREL, E. *Les probabilités et la vie*, Presses Univ. de France, coll. Que Sais-Je, no 91, Paris, 1961.

BOREL, E. *Probabilité et certitude*, P.U.F., Que Sais-Je, no 445, 1963.

BOREL, E. *Le hasard*, Presses Univ. de France, Paris.

GNEDENKO, B.V. et Ia. KHINTCHINE. *Introduction à la théorie des probabilités*, Dunod, Paris, 1960.

CALOT, G. *Cours de calcul des probabilités*, Dunod, Paris, 1967.

Au fond de la mer Rouge

des mares de saumure inattendues...

par Richard THOMSON et Paul H. LeBLOND

Depuis plus d'un demi-siècle que les océanographes s'acharnaient à explorer les mers, ils s'imaginaient bien vers 1960 avoir une idée assez précise de la distribution de la température et de la salinité (1) de l'eau de mer et des limites entre lesquelles ces quantités pouvaient se présenter dans les océans.

On trouvait en surface des eaux ayant des propriétés reflétant les conditions climatiques locales : des eaux chaudes dans les régions tropicales, des eaux froides aux pôles; des eaux salées dans les

(1). La salinité est le poids en grammes de sels dissous dans un kilogramme d'eau de mer. Elle s'exprime habituellement en parties pour mille, ‰.

Les auteurs du texte et des figures : Richard Thomson, inscrit au doctorat, et Paul H. LeBlond, Ph. D., professeur, à l'Institut d'Océanographie, Université de la Colombie-Britannique, Vancouver.

bassins à forte évaporation, tels la Méditerranée et la mer Rouge, et des eaux plus douces dans des mers recevant de grands fleuves ou de nombreuses rivières, comme la mer Noire, ou le golfe d'Alaska. Sous cette couche de surface, épaisse d'une centaine de mètres, s'en trouvaient d'autres, d'épaisseurs variables, soustraites à l'influence directe du climat et identifiables grâce à leur température, leur salinité et leur richesse en oxygène dissous. On avait constaté que l'on pouvait suivre la plupart de ces couches profondes jusqu'aux régions où elles remontaient en surface et prenaient au contact de l'atmosphère leur température et salinité distinctives. Ainsi, une couche d'eau froide et salée (3°C et 34.9%) répandue dans presque tout l'Atlantique entre 1 500 et 3 000 mètres de profondeur pouvait être retracée jusqu'aux régions polaires arctiques, où elle devait être formée en surface

pour ensuite couler en profondeur et s'étendre, en se mélangeant graduellement aux couches adjacentes. De même, les eaux glaciales (température de + 1°C et moins) qui remplissent le fond de tous les océans peuvent être suivies jusqu'au pied de la banquise antarctique, et le courant chaud et salé issu de la Méditerranée par le détroit de Gibraltar (2) forme encore une couche identifiable à plus de mille milles du Portugal. On avait donc réussi à expliquer les caractéristiques des diverses masses d'eaux océaniques, soit en les suivant jusqu'à leur source, soit en tenant compte du mélange entre plusieurs masses d'eaux avoisinantes. On savait aussi qu'en grande profondeur on devait s'attendre à trouver des eaux froides et salées (moins de 2°C et d'environ 35%). On ne trouvait que très rarement dans l'océan et dans les mers adjacentes des températures de plus de 35°C et de salinités de plus de 40%, et on ne s'attendait pas du tout à trouver des valeurs beaucoup plus élevées, surtout pas à une profondeur de 2 000 mètres.

Quelle ne fut pas la surprise des scientifiques à bord du *Discovery*, navire océanique anglais, lorsqu'ils découvrirent en 1964 au fond de la mer Rouge une cuvette d'eau chaude et saumâtre dont la température et la salinité dépassaient de loin tout ce qu'on avait trouvé dans la mer jusqu'à ce jour (45°C et 270%)! Encore plus surprenant : on n'avait déjà trouvé dans d'autres cuvettes aussi

(2). Ce courant coule en profondeur; en surface, l'Atlantique se déverse dans la Méditerranée pour remplacer l'eau perdue par évaporation.

profondes au fond de la mer Rouge que des eaux aux propriétés tout à fait normales. D'où vient cette mare de saumure isolée? Les océanographes du monde entier tentent depuis d'en expliquer l'origine.

Trois autres cuvettes de saumure ont été depuis découvertes dans la mer Rouge. La position géographique de ces quatre mares de saumure est indiquée en figure 1. Les trois premières cuvettes découvertes sont groupées au centre de la mer Rouge, à peu près en face de La Mecque. La quatrième, découverte tout récemment, est située à une centaine de milles au sud de l'entrée du golfe d'Aqaba. Chacune a été baptisée du nom du navire océanographique à bord duquel travaillaient ses découvreurs : le *Discovery* (G.-B.), l'*Atlantis II* (U.S.A.), le *Chain* (U.S.A.) et, pour la dernière découverte, l'*Oceanographer* (U.S.A.).

Le groupe central a été étudié en détail. Une carte bathymétrique de la région où on les trouve est reproduite en figure 2. On voit que les mares de saumure sont au fond de trous, à 2 000 mètres de profondeur et plus (régions hachurées). La plus grande de ces trois mares centrales, celle de l'*Atlantis II*, a une superficie d'à peu près 5 kilomètres sur 12 et une épaisseur maximum d'environ 200 mètres. La cuvette du *Discovery* a environ 2.5 kilomètres de large et 4 de long et la même épaisseur. La plus petite de ce groupe, celle du *Chain*, a moins d'un kilomètre

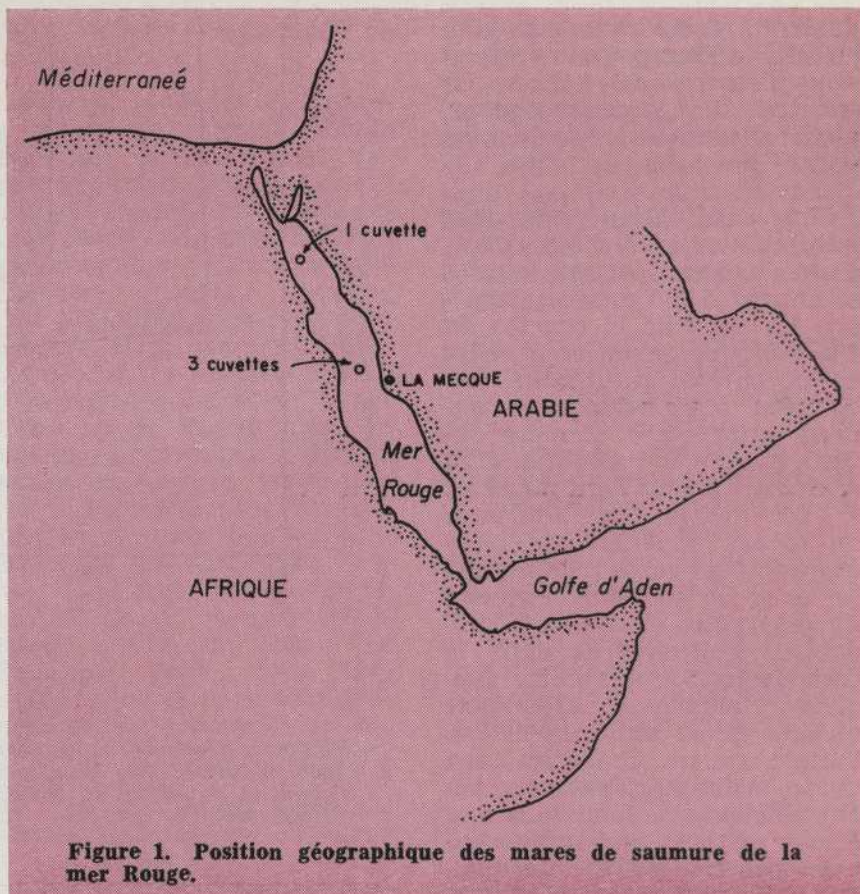


Figure 1. Position géographique des mares de saumure de la mer Rouge.

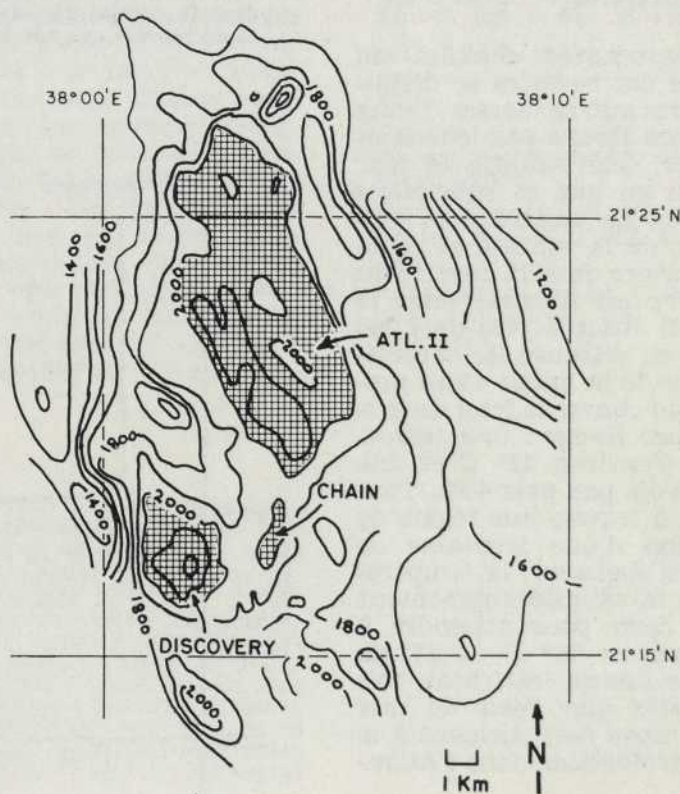


Figure 2. Carte bathymétrique de la région où l'on trouve les trois cuvettes centrales. Courbes de même niveau à cent mètres d'intervalle. Les mares de saumure sont dans les régions hachurées sur la carte. (D'après Hunt et al., 1967).

de large et environ deux kilomètres de long pour une épaisseur d'environ 50 mètres. La cuvette de l'*Oceanographer*, plus au nord, est encore plus petite que cette dernière.

Un seuil d'une profondeur minimum de 1 980 mètres c'est-à-dire au-dessus du niveau des saumures, 2 000 mètres) empêche les eaux de la cuvette du *Discovery* de se mêler à celles de la cuvette du *Chain*. Les données bathymétriques donnent entre cette dernière cuvette et celle de l'*Atlantis II* un seuil dont le plus haut point est à 2 009 mètres (soit au-dessus du niveau supérieur des saumures). Ceci porte à croire que les eaux de ces deux cuvettes devraient être en contact. D'importantes différences dans la composition de ces deux saumures montrent cependant qu'elles ne se sont pas mêlées l'une à l'autre. Il faudra sans doute raffiner les données bathymétriques; le fond de la mer Rouge est très accidenté, et il n'est pas impossible que quelque arête non encore découverte empêche le contact entre les deux saumures.

Les saumures chaudes au fond de ces cuvettes se distinguent des autres masses d'eaux de la mer Rouge par leur température, leur salinité et leur contenu en gaz et substances dissoutes. La variation en profondeur de la salinité et de la température dans la cuvette du *Discovery* est illustrée dans la figure 3. Jusqu'à près de 2 000 mètres on retrouve les caractéristiques de la masse d'eau profonde qui couvre le fond de toute la mer Rouge : une température d'environ 22° C et une salinité d'à peu près 40‰. Tout à coup, à travers une région de transition d'une trentaine de mètres d'épaisseur, la température et la salinité augmentent toutes deux pour atteindre à 2 000 mètres 44° C et 271‰. Cette saumure est huit fois plus salée que l'eau de mer qu'on trouve normalement à la même profondeur dans l'Atlantique!

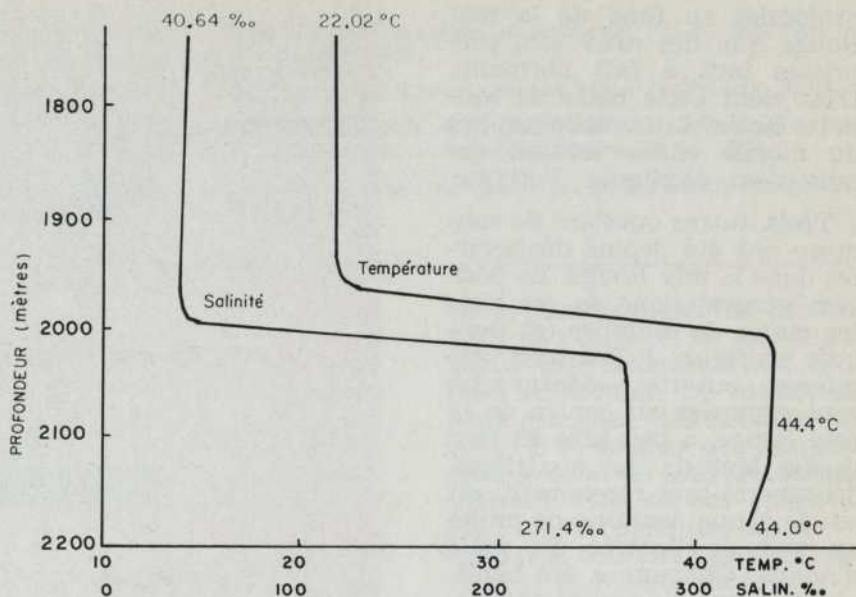
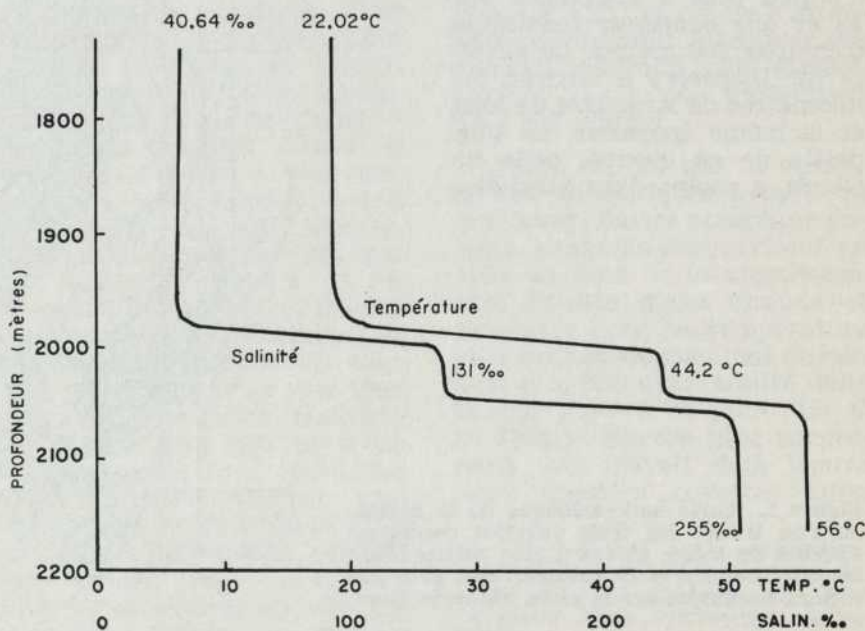


Figure 3. Variation en profondeur de la température et de la salinité dans la cuvette dite du « Discovery ». La température est en degrés Celsius et la salinité en parties pour mille (‰) (D'après Swallow et Crease, 1965).

Figure 4. Variation en profondeur de la température et de la salinité dans la cuvette dite de « Atlantis II ». Mêmes unités de température et de salinité que sur la figure 3. (D'après Ross et Hunt, 1967).



Dans la cuvette de l'*Atlantis II* (figure 4), une couche intermédiaire d'environ soixante mètres d'épaisseur sépare la masse d'eau profonde de la mer Rouge de la saumure. Cette couche intermédiaire a une température de 44.2° C et salinité de 131 ‰, et on y a trouvé des bactéries anaérobies. La couche intermédiaire est très chaude (56° C) et très salée (255 ‰); absolument rien n'y vit.

Les anomalies de température et de salinité ne sont pas aussi fortes dans la plus petite des cuvettes centrales, celle du *Chain*, probablement parce qu'elle est très peu profonde. On y a rapporté des valeurs maxima de 34° C et 74 ‰.

Ces mares de saumure sont, on le voit, presque aussi salées que les eaux de bassins d'évaporation bien connus, tels la mer Morte (320 ‰) ou le Grand Lac Salé (280 ‰). Ces derniers sont cependant en contact avec l'atmosphère, alors que les cuvettes où reposent les saumures en sont séparées par 2 000 mètres d'eaux plus froides et moins salées.

La concentration des divers ions métalliques dissous dans l'eau des saumures diffère de plus en plus des points de celle qu'on trouve dans l'eau de mer. On y trouve par exemple deux cents fois plus de zinc que dans l'eau de mer; deux fois plus de bore et dix fois plus de fer. Ces concentrations (Brewer et al., 1965) sont encore bien entendu beaucoup trop faibles pour qu'on en puisse extraire quoi que ce soit de façon économique. Des échantillons du fond pris sur les pentes des cuvettes, au-dessus des saumures, contiennent cependant près de 70% de minerai de fer non-cristallisé. Il semble que ce minerai serait précipité lorsque des courants de fond intermittents amènent la saumure riche en ions ferreux au contact de la masse d'eau normale susjacente, où ces ions seraient alors oxydés. On estime à plus d'un billion de dol-

lars la valeur commerciale de ces dépôts.

Reste le problème de l'origine de ces saumures. Il semble impossible qu'elles soient formées en surface pour couler ensuite le long du fond et s'accumuler dans des cuvettes: on devrait alors les retrouver dans beaucoup d'autres cuvettes aussi profondes d'où elles sont absentes. Elles pourraient bien être des mares fossiles, comme on en trouve au fond de la mer Morte, ou de Powell Lake en Colombie-Britannique. Ces eaux fossiles ont acquis leurs propriétés au contact de l'atmosphère et ont ensuite été recouvertes par des eaux plus fraîches, à la suite d'un changement de climat ou d'un affaissement de terrain. Elles ont d'habitude perdu tout leur oxygène dissous et se sont graduellement réchauffées en accumulant la chaleur dégagée par le gradient géothermique (3). Les anomalies présentes dans la composition chimique des saumures rendent toutefois cette origine improbable. Il existe de plus des objections géologiques à cette explication. Il y a des millions d'années que le fond de la mer Rouge est submergée, et il semble peu probable que des eaux fossiles aient pu garder leur identité si longtemps sans se mêler complètement aux couches d'eau qui les recouvrent. Une autre théorie prétend que les saumures se sont accumulées par suintement le long des failles qui sillonnent le fond de la mer Rouge. Les concentrations anormalement élevées de certains ions

(3). On sait que la température augmente à mesure que l'on s'enfonce dans la terre. C'est ce qu'on appelle le gradient géothermique; il est d'à peu près 30° C par kilomètre. Vu que la chaleur passe d'une région plus chaude à une autre plus froide, un flux de chaleur se dégage de la surface de la terre. Ce flux n'est en moyenne que d'un millionième de calorie par centimètre carré par seconde, soit dix mille fois moins que le flux de chaleur dû aux rayons du soleil.

s'expliqueraient alors, ainsi que la forte concentration en sels et la haute température, par le passage de la saumure sur des couches rocheuses souterraines chaudes et riches en sels et métaux. Beaucoup de travaux ont déjà été publiés sans qu'une explication qui reçoive l'approbation générale n'ait encore été avancée.

En conclusion, nous devons admettre que la nature nous réserve toujours des surprises. Personne ne soupçonnait l'existence de ces cuvettes de saumure avant leur découverte et la plupart des océanographes auraient probablement nié que de telles choses puissent exister. Leur origine pose toujours un problème épineux qui ne sera résolu que par des recherches inter-disciplinaires portant à la fois sur l'océanographie, la géologie et la géochimie.

Références

- BREWER, P.G., J. P. RILEY and F. CULKIN, 1965. *Deep Sea Research*, vol. 12, p. 497.
- HUNT, J. M., E. E. HAYS, E. T. DEGENS and D. A. ROSS, 1967. *Science*, vol. 156, p. 514, 28 avril 1967.
- LACOMBE, H., 1965. *Cours d'océanographie physique*, Gauthier Villars, Paris.
- PICKARD, G. L., 1964. *Descriptive Physical Oceanography*, Pergamon Press, Oxford.
- ROSS, D.A. and J. M. HUNT, 1967. *Nature*, vol. 213, p. 687, 18 février 1967.
- SWALLOW, J. C. and J. CREASE, 1965. *Nature*, vol. 205, p. 166, 9 janv. 1965.

Quelques aspects de la vie animale et humaine des Everglades

par Miroslav M. GRANDTNER

Avant-propos

Dans un article précédent¹ nous avons pu examiner la riche flore des principales formations végétales des Everglades. A ces formations qui représentent autant d'habitats particuliers, sont liées des communautés animales non moins riches et variées. Nous verrons, dans ce texte, quelques-uns de leurs représentants les plus typiques appartenant aux poissons, aux reptiles, puis quelques oiseaux et enfin, les plus importants des mammifères.

La pyramide de consommation

En fait, il faudrait commencer par les invertébrés qui se trouvent à la base de la pyramide de consommation. Ces petites créatures, pour la plupart microscopiques, existent en nombre incalculable dans les eaux des Everglades. Elles

1. GRANDTNER, M. M., 1967. *La végétation des Everglades de Floride*. Le Jeune Scientifique, 5 (8): 172-175.

L'auteur du texte et des figures, Miroslav M. Grandtner, D. Sc., est professeur titulaire à la Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval, Québec.

se nourrissent du plancton végétal tout en étant elles-mêmes mangées par des petits poissons et autres animaux aquatiques dévorés par les poissons plus gros, servant eux-mêmes de nourriture aux alligators, aux serpents et aux oiseaux, pourchassés à leur tour par les mammifères. Négligeant volontairement les invertébrés, nous passerons directement aux poissons.

Les poissons

Il existe, dans les eaux des Everglades, une variété extraordinaire de poissons. Les plus beaux et les plus colorés se trouvent dans les profondeurs marines de la baie de Floride. Cependant les vastes marécages d'eau douce n'en sont point dépourvus. Bien au contraire. Là comme ailleurs ils représentent la majeure partie de la nourriture des autres animaux. A tel point que les communautés aquatiques des Everglades sont composées presque exclusivement de pêcheurs.

Ainsi le Lépisosté osseux (*Lepisosteus osseus*), dont on peut observer d'abondantes colonies dans les cuvettes humides de la prairie marécageuse à cladium, représente la principale

Figure 1. La tortue marine habite l'océan et ne vient près des côtes que pour y pondre ses oeufs.



Figure 2. L'iguane est un lézard originaire d'Amérique tropicale muni d'une crête dorsale formée d'écailles pointues.



nourriture de l'alligator, alors que les populations denses de Crapet de roche (*Ambloplites rubestris*) sont essentielles pour les rookeries du grand héron. Le Muge cabot (*Mugil cephalus*), le Silure marin (*Galeichthys felis*) et quelques autres nourrissent, pour leur part, les aigrettes, les pélicans, les cormorans et les grands hérons. Enfin, le Choquemort (*Fundulus heteroclitus*) représente la nourriture préférée des Spatules rosées.

Les reptiles

Nous parlerons d'abord des tortues dont il existe plusieurs espèces d'eau douce et au moins une espèce marine (figure 1). Cette dernière, entièrement aquatique, peut peser jusqu'à 300 livres. Elle habite l'océan et ne vient que rarement près des côtes, principalement pour y pondre ses oeufs. Une femelle pond, généralement, une centaine d'oeufs de la grosseur d'une balle de ping-pong qui sont, paraît-il, délicieux. C'est du moins l'avis de nombreux prédateurs parmi lesquels les Ratons laveurs, les ours, les couguars et les hommes qui, par des nuits chaudes du printemps, patrouillent au clair de lune sur des plages désertes du golfe du Mexique, en attendant la sortie des pondeuses de la mer. Ces dernières sont extrêmement vulnérables durant les heures où elles creusent une cavité dans le sable, y pondent leurs oeufs et les recouvrent. A peine nées et mesurant moins de 3 pouces, les jeunes tortues retournent immédiatement dans l'océan pour y continuer leur cycle vital.

Nous avons déjà mentionné l'existence et le rôle que joue l'alligator (*Alligator mississippiensis*) dans les Everglades. En fait, cet animal existe aujourd'hui en assez grand nombre dans le parc. Durant l'hiver et au printemps, alors que la prairie marécageuse à cladium est presque complètement asséchée on peut observer au-

tour des dernières cuvettes humides de véritables concentrations pouvant atteindre une vingtaine de spécimens.

Quant aux serpents, il en existe 23 espèces différentes. Heureusement, six d'entre elles seulement sont venimeuses. Ce sont, trois serpents à sonnette: *Crotalus adamanteus*, *Crotalus horridus* et *Sistrurus miliarius*, deux mocassins: *Ancistrodon contortrix* et *Ancistrodon piscivorus* et, le plus venimeux de tous, le Serpent corail (*Elaphs fulvius*) de la même famille que le cobra, au venin attaquant le système nerveux et provoquant une mort foudroyante.

Les lézards, pour leur part, sont représentés par six espèces indigènes, dont un caméléon et plusieurs espèces exotiques originaires des Indes occidentales. Parmi ces dernières se trouve l'iguane (*Iguana iguana*) muni d'une crête dorsale formée d'écailles pointues (figure 2).

Les oiseaux

Mais le parc des Everglades est surtout un paradis pour les ornithologues. Etabli à l'origine comme réserve de pêche pour les ibis et les hé-



Figure 3. L'une des réserves de pêche pour les oiseaux du parc des Everglades.

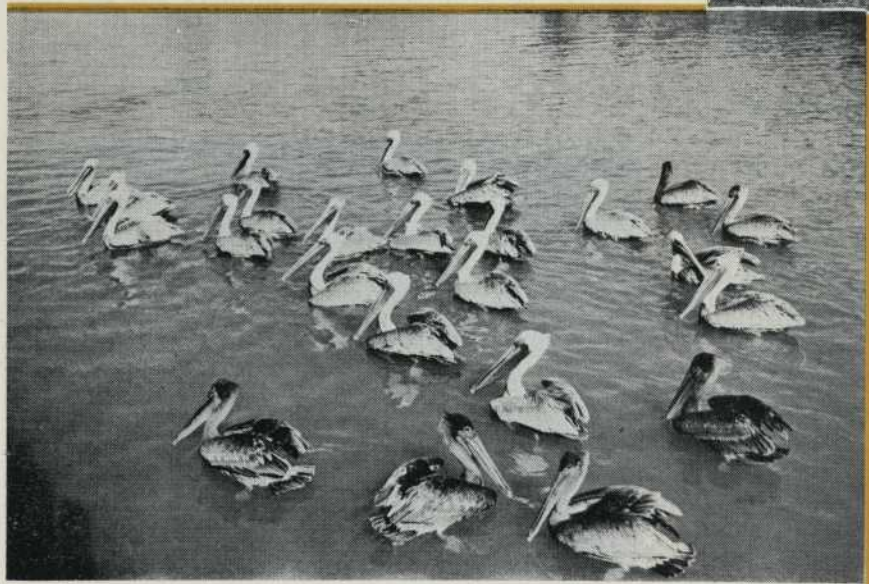


Figure 4. Les Pélicans bruns sont confinés presque exclusivement à l'eau salée. Les spécimens à tête blanche sont des adultes.

rons (figure 3) qui étaient à ce moment-là en voie de disparition, il abrite aujourd'hui l'Ibis blanc (*Eudocimus albus*) et l'Ibis luisant (*Plegadis falcinellus*), accompagnés de 300 autres espèces. Parmi les hérons, mentionnons au moins le Grand Héron blanc (*Ardea occidentalis*), le Grand Héron (*Ardea herodias*), le Héron à ventre blanc (*Hydranassa tricolor*) et l'Aigrette neigeuse (*Leucophoyx thula*) qui ont répondu avec enthousiasme à cette belle initiative et se trouvent aujourd'hui en grand nombre dans le parc.

D'autres oiseaux intéressants peuvent y être observés. Ce sont, entre autres, l'Anhinga (*Anhinga anhinga*), la Spatule rosée (*Ajaia ajaia*), le Cormoran à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*), la Cigogne américaine (*Mycteria americana*), la Gallinule pourprée (*Porphyryla martinica*) et, près de la mer, l'omniprésent Pélican brun (*Pelecanus occidentalis*) (fig. 4) alors que son proche parent, le Pélican blanc (*Pelecanus erythrorhynchos*), le plus grand et plus spectaculaire, existe aussi à l'intérieur du continent.

Quant aux Flamants roses (*Phoenicopterus ruber*) que l'on peut parfois voir en liberté, ils sont tous échappés d'élevage. Les derniers spécimens sauvages de ces oiseaux gracieux sont disparus vers les années 1900, lors de la destruction de leurs colonies aux îles Bahamas d'où ils venaient visiter régulièrement la Floride.

Les mammifères

Nombreux sont les mammifères qui se rencontrent dans les Everglades. Citons, parmi les plus courants, le Chat sauvage, la Loutre, le Raton laveur, l'Ours noir, — que l'on imaginerait pourtant plus volontiers dans les montagnes —, le cerf, le cougar. Toutes ces espèces se rencontrent dans presque toute l'Amérique septentrionale et sont, par conséquent, assez connues. Ce n'est donc pas de celles-là dont je veux parler mais plutôt de deux autres mammifères, extrêmement curieux, qui vivent dans les baies et les rivières du parc des Everglades.

L'un d'eux est le lamantin (*Trichechus latirostris*). C'est l'une des créatures les plus étranges de la nature (figure 5). Il a la forme d'un immense cigare. Adulte, il peut mesurer 15 pieds de longueur et peser plus d'une tonne. C'est un végétarien et, malgré qu'il n'en a pas l'air, un très bon nageur. On dit, à cause de sa forme et des sons plaintifs qu'il émet, qu'il est à l'origine du mythe des sirènes. Il y a quelques années il était en voie de disparition. Les Indiens l'ont chassé pour sa chair comestible. Mais depuis qu'il est protégé par la loi, sa population augmente presque à vue d'oeil.

L'autre habitant curieux des eaux côtières du parc est le dauphin (*Tursiops truncatus*) (figure 6). Il ressemble aux poissons, mais c'est un mammifère nageur qui vit à proximité des

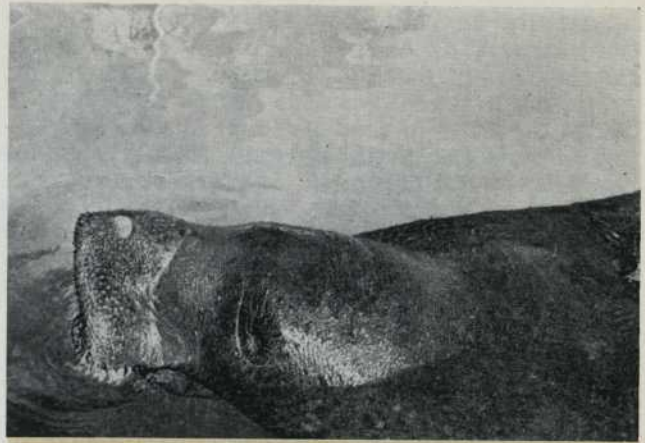


Figure 5. Le lamantin est l'une des créatures les plus étranges de la nature.

côtes. Il a la réputation d'être le plus intelligent et le plus joyeux des mammifères. Il tient la vedette dans tous les aquariums du monde. Il sait sauter à plus de 15 pieds de hauteur, tirer la sonnette, jouer au basket-ball et même « parler ».

Eh bien, rendu à ce niveau de perfection, le moment est peut-être venu d'ajouter quelques lignes sur le sommet de la création, sur l'homme des Everglades.

L'homme des Everglades

Les premiers habitants des Everglades sont venus de l'Ouest. Ce furent les Indiens de la tribu des Muskhégués. Ils ont trouvé un pays au climat chaud et agréable où les poissons paraient le long des côtes les suppliant de leur tendre un filet, où le cerf abondait dans les pineraies, le Raton laveur dans le hammock, les tortues géantes sur les plages; où les moules et les huîtres se groupaient par milliers sur les raci-

Figure 6. Le dauphin est un mammifère nageur qui vit à proximité des côtes.



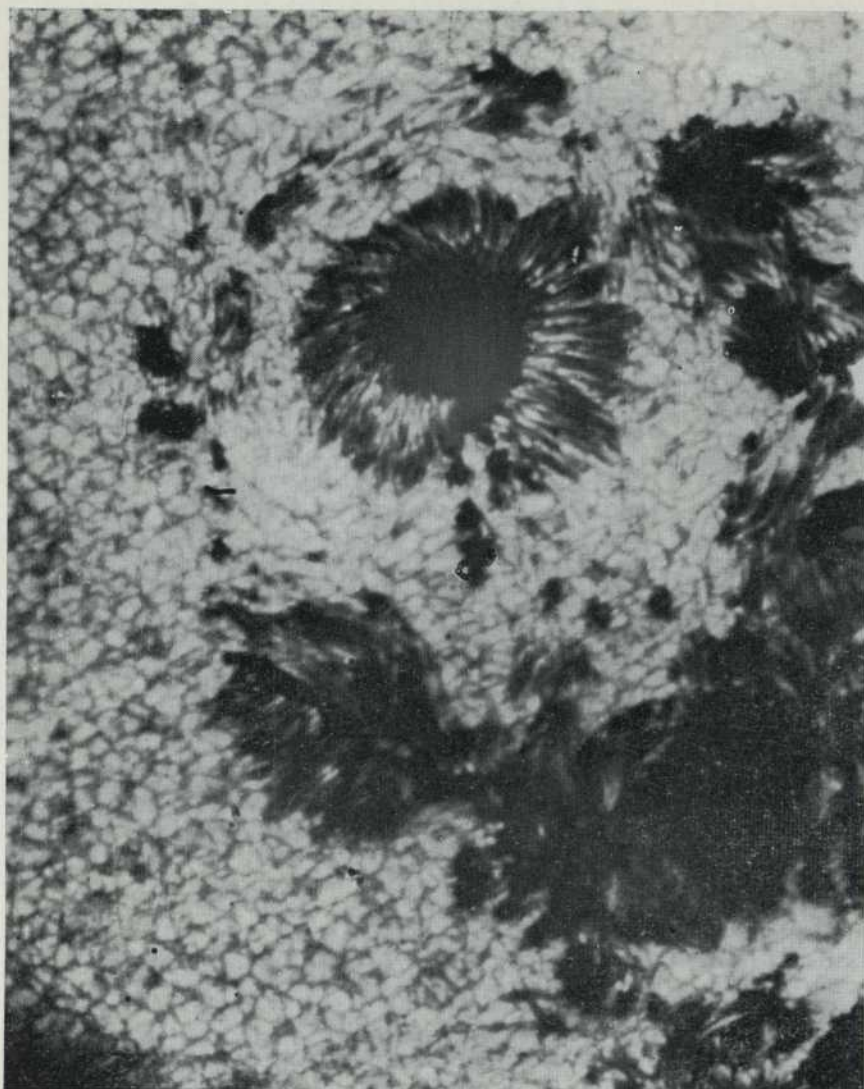
nes de la mangrove sans parler des fruits qui pourrissaient sur les arbres faute de consommateurs. Cela ressemblait à un vrai paradis terrestre, aussi les Indiens ne sont jamais plus retournés dans le Nord. Isolés du reste du monde par l'immensité des marécages, protégés par le bouclier impénétrable de la mangrove, ils ont fondé dans les Everglades une véritable civilisation. Ils possédaient des armes qu'ils fabriquaient avec de la pierre des oolithes et dont ils se servaient pour la chasse, ils connaissaient le feu et se servaient de la poterie pour cuire leurs aliments; ils fabriquaient eux-mêmes leurs canots et construisaient leurs temples dans lesquels ils enterraient leurs morts. De nombreuses statuettes de leurs dieux, sculptées dans le bois de mangrove apportent la preuve qu'ils avaient aussi un goût artistique très raffiné. Nous ne savons pas depuis combien de temps exactement durait cette civilisation unique. Ce fut Ponce de Léon qui l'a découverte en 1573 lors de son premier voyage sur les côtes de Floride, sur lesquelles il n'a d'ailleurs pas réussi à s'implanter. Quand il est revenu plus tard avec l'idée d'établir une première colonie sur les côtes des Mille Isles, les Indiens l'ont accueilli à coups de flèches, tuant plusieurs de ses soldats et le blessant lui-même si gravement qu'il devait succomber à ses blessures pendant son retour de défaite vers La Havane.

Il s'écoulait plusieurs siècles entre cette bataille et la disparition complète des Indiens des Glades comme les archéologues ont l'habitude de les appeler aujourd'hui. A mesure qu'ils disparaissaient ravagés par les maladies de l'homme blanc, ils étaient remplacés par une fraction des Indiens Creeks descendus de la Georgie. Ce sont ceux-là qui ont accepté plus tard, la Floride étant aux mains des Espagnols, des esclaves

noirs échappés des états américains environnants et des blancs réfractaires aux lois, donnant ainsi naissance à un mélange de races assez particulier. Les descendants de ces croisements portent actuellement le nom de Seminoles. Ils sont actuellement 823 ayant à leur disposition une réserve de 45 000 acres. Le fait le plus intéressant les concernant est qu'ils soient actuellement les seuls à n'avoir jamais signé de traité de paix avec le Gouvernement des Etats-Unis. Ils vivent toujours dans leurs propres villages comme ils vivaient il y a 100 ans. Les hommes font de la chasse et du « trappage » ou élèvent des alligators, les femmes confectionnent des souvenirs qu'elles vendent aux touristes. Lors des visites organisées les enfants chantent des chansons indiennes pour gagner des sous, mais le soir, après le départ des derniers visiteurs, ils se réunissent autour du feu pour écouter, comme jadis, fascinés par le feu et le soleil couchant, de vieilles légendes où revivent toutes ces créatures étranges et belles de l'immense « Pa-hay-o-kee » dont ils sont peut-être les seuls à connaître le véritable secret.

Références

- ALLYN, R., 1967. *Dictionary of fishes*. 10th ed. Great Outdoors Publ. St. Petersburg, Fla. 140 p.
- HALL, F.W., 1966. *Be careful in Florida. Know these poisonous snakes, insects, plants*. Chez l'auteur, Neptun Beach, Fla. 28 p.
- HALL, F.W., 1967. *Bird of Florida*. Chez l'auteur, Neptun Beach, Fla. 34 p.
- ROBERTSON, W.B., Jr. 1959. *Everglades - The Park Story*. Univ. Miami Press, Coral Gable, Fla. 88 p.
- SPRUNT, A., Jr. and GRIMES, S.A., 1960. *The great outdoors book of birds*. Great Outdoors Publ., St. Petersburg, Fla. 70 p.



Cette photographie a été prise le 17 août 1959 à l'aide d'un ballon-observatoire Stratoscope. Envoyé à une altitude de près de 80 000 pieds, un télescope de 12½ pouces pouvait prendre des clichés d'une rare précision de la surface du Soleil. La tache solaire principale a environ les dimensions de la Terre; on peut même distinguer les lignes de force du champ magnétique associé à cet ensemble de taches. La structure en granulation (« grains-de-riz ») montre des grains de convection qui atteignent 1 000 milles de diamètre; la section la plus brillante de chaque grain représente les jets de gaz chauds qui jaillissent de la surface, tandis que les parties sombres sont dues aux gaz refroidis qui s'enfoncent. (Photo Princeton University).

Bientôt, le SOLEIL en crise!

par Jean-René ROY

Le Soleil est une étoile très stable dans son émission de lumière et de chaleur. Mais d'autres phénomènes comme les taches solaires, les protubérances, la production des rayons cosmiques et des autres radiations, manifestent une variation périodique extrêmement marquée; tous les 11 ans, ces phénomènes atteignent un vrai paroxysme.

De juillet 1957 à la fin de 1958, l'Année Géophysique Internationale (AGI) polarisa l'énergie et les efforts de plus de 30 000 savants du monde entier, et les relations Terre-Soleil furent soumises à des recherches très poussées. Depuis, l'intérêt pour l'étude du Soleil n'a cessé de croître.

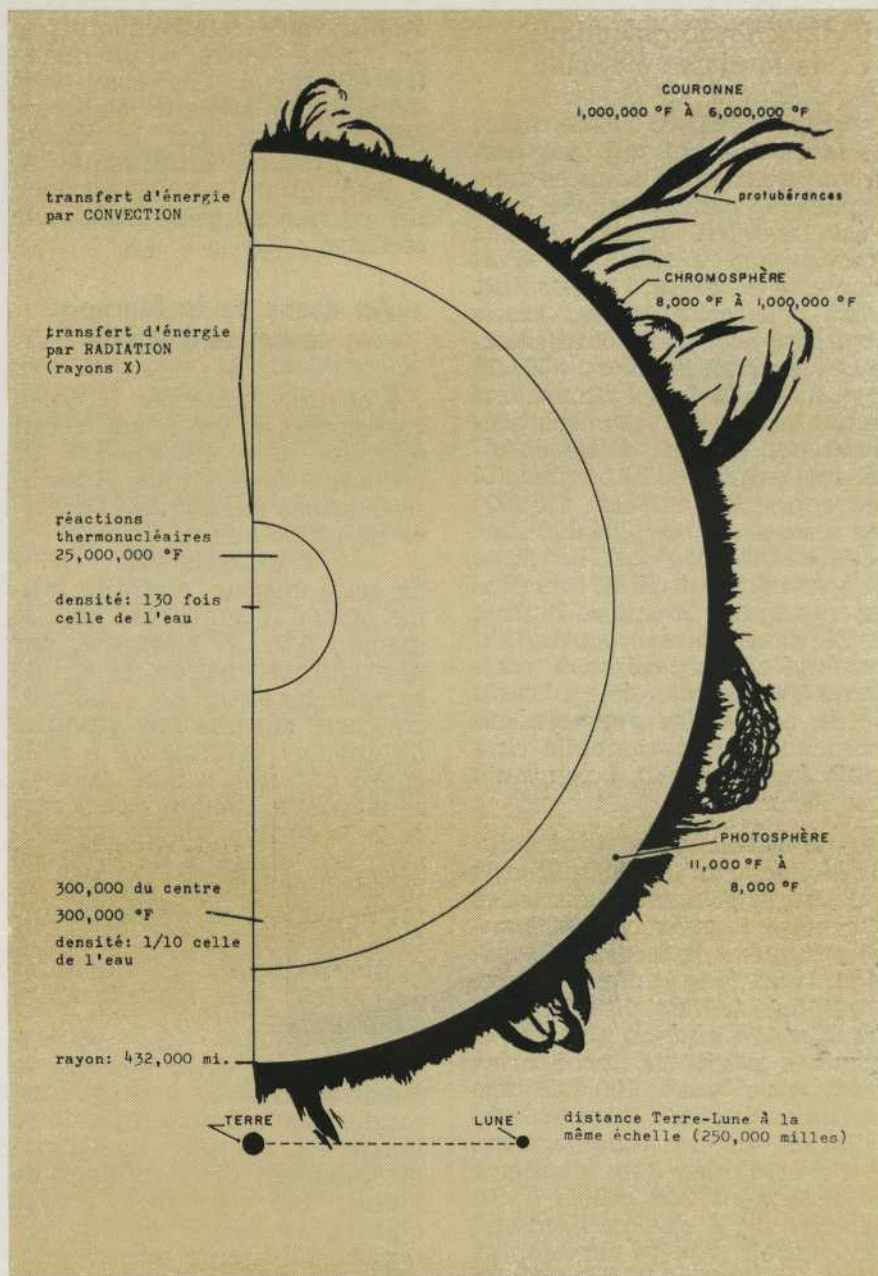
Le prochain maximum d'activité solaire est prévu pour très bientôt: début de 1969. C'est avec impatience que cette prochaine crise est attendue.

Quand le Soleil était là!

Que se passerait-il si tout d'un coup notre étoile disparaissait? Une noirceur profon-

de nous envelopperait et voilerait les autres planètes. On ne détecterait la présence de la Lune qu'au moment des occultations, c'est-à-dire de son passage devant les étoiles, seuls témoins présents, jetant leur lueur lointaine sur notre Terre en voie de glaciation. Un froid plus que sibérien envahirait rapidement notre planète. Les tropiques seraient très tôt couvertes d'énormes bancs de neige; les rivières gelées arrêteraient leur cours, et lentement les océans se congèleraient jusqu'au fond. En très peu de temps, l'espèce humaine serait exterminée avec toutes les autres formes de vie par cette inexorable réfrigération cosmique. Peut-être, ici ou là, l'homme pourrait-il mettre un délai à une mort certaine grâce à des réserves de charbon, de pétrole ou d'uranium; entre temps, tous les gaz de l'atmosphère se liquéfieraient et se solidifieraient pour transformer la Terre en une immense patinoire d'air gelé; un iceberg géant profond de 23 pieds envelopperait la Terre.

Trêve de pessimisme! D'ici là le Soleil devra épuiser ses réserves d'hydrogène; jour assez lointain d'ailleurs. Auparavant, les astrophysiciens prévoient qu'il se dilatera jusqu'à englober dans son sein Mercure, Vénus, la Terre, et englobera même l'orbite de Mars; il aura alors atteint un diamètre de près de 300 millions de milles. Notre planète sera alors volatilisée et nous ne pourrons assister à l'agonie du Soleil dans une cinquantaine de milliards d'années. Né de la condensation d'une gigantesque nappe de gaz d'hydrogène, il y a près de 5 milliards d'années,



le Soleil n'a épuisé que 10% de ses réserves de combustible.

Le Soleil est à l'origine de la majorité de nos sources d'énergies, sauf des marées (énergie marémotrice), des volcans (énergie géothermique) et de l'énergie nucléaire, notre premier pas vers l'indépendance énergétique. Appartiennent à la

juridiction solaire: l'énergie éolienne (les vents) fonction des inégalités dans le chauffage de notre atmosphère, et les énergies fossiles (charbon, huile, pétrole, gaz naturel, ...) provenant de l'énergie solaire emmagasinée il y a des dizaines de millions d'années par l'imposante végétation de l'âge carbonifère.

L'auteur, Jean-René Roy, B. Péd., est étudiant en physique spécialisée à la Faculté des Sciences, Université de Montréal. Les esquisses des dessins sont de Mariette Chagnon, Montréal, terminées par Claude Forest, Joliette.

Un citoyen galactique de la classe moyenne

A plus de 93 000 000 de milles de la Terre, rugit un four cosmique dont nous soupçonnons à peine la puissance. Ce four, c'est le Soleil, sphère de gaz d'hydrogène et d'hélium d'un diamètre de 864 400 milles, soit 109.5 fois celui de la Terre, poussière en regard d'un colosse qui pourrait l'avaler 1 306 000 fois. En dépit de ses dimensions fantastiques, il est relativement peu massif; d'une densité moyenne de 1.41 (densité moyenne de la Terre: 5.52), sa masse est de 334 000 fois celle de notre globe. La force de gravité y est 27.89 fois plus intense qu'ici. Même si Pluton, la dernière planète connue du système solaire, orbite à environ 3 600 millions de milles du Soleil, ce dernier prolonge son influence gravitationnelle cinq mille fois plus loin, i.e. jusqu'à 2×10^{13} milles.

Le Soleil n'est pourtant qu'une étoile parmi les 130 milliards qui peuplent notre Galaxie, et il gravite à environ 32 000 années-lumière du centre de celle-ci. Il y a des étoiles qui sont 1 million de fois plus brillantes, d'autres en bien plus grand nombre, véritable prolétariat galactique, sont 100 000 fois moins lumineuses. Dans la constellation de la Baleine, une étoile atrophiée d'un diamètre de seulement 800 milles a été détectée il y a quelques années. On connaît d'autre part depuis assez longtemps le colosse des cieus, *Epsilon du Cocher* dont le diamètre atteint environ 1 800 000 000 de milles, c'est-à-dire 2 000 fois le diamètre du Soleil et 8 milliards de fois son volume!

Mais assez curieusement, la masse de cette étoile supergéante ne dépasse probablement pas de 50 ou 60 fois celle du Soleil, qui à son tour n'est pas 100 fois plus massif que l'étoile naine de la Baleine. Contrairement aux différences fantastiques de luminosité et de dimensions, la masse des

étoiles varie relativement peu de l'une à l'autre; ce phénomène est dû à des conditions de stabilité stellaire élaborées principalement par le célèbre astrophysicien britannique A. S. Eddington. Le Soleil est donc un citoyen moyen du monde stellaire.

Au coeur de la fournaise thermonucléaire

L'énergie émise par le Soleil correspond à celle qui serait produite par 180 000 000 de milliards de nos plus puissantes stations électriques. La Terre ne reçoit que le

$1/1\,000\,000\,000$

de cette énergie, quantité infime mais qui représente tout de même 3.5×10^{23} kilowatts; par une journée chaude d'été, une surface terrestre de 1 kilomètre carré absorbe une quantité de chaleur équivalente à celle émise par une bombe nucléaire moyenne. Chaque pouce carré de la surface solaire rayonne avec une intensité de 1 500 000 bougies; calculez le nombre total de pouces carrés de la surface du Soleil, et vous aurez l'intensité totale de lumière et de chaleur avec laquelle notre étoile brille.

Pour créer cette énergie, le Soleil transforme à chaque seconde 4 000 000 de tonnes de sa masse en énergie; il maigrit littéralement de 4 millions de tonnes par seconde! N'ayez crainte, sa masse de 2×10^{27} tonnes, lui assure encore malgré ce rythme vorace quelques bonnes dizaines de milliards d'années à vivre. Vous n'avez même pas compté jusqu'à un, et déjà le Soleil a transmuté 564 millions de tonnes d'hydrogène en 560 millions de tonnes d'hélium; la balance de 4 millions de tonnes s'est volatilisée en énergie selon

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

d'Einstein. Selon l'équation d'Albert, un gramme de matière équivaut à 25 millions de kilowatts-heures.

La température à la surface du Soleil est d'environ 11 000°F,

ce qui en fait une étoile normale de la série principale, de type intermédiaire entre F et G. En s'enfonçant vers l'intérieur, la température grimpe rapidement pour atteindre le chiffre effarant de 25 000 000°F à cause de l'énergie libérée par la fusion thermonucléaire; la *pression* se chiffre dans les 125 000 000 000 de kilogrammes/cm², tandis que la *densité* atteint 11.4 fois celle du plomb! Croyez-le ou non, les astrophysiciens *appliquent à cette matière les équations d'un gaz parfait!*

L'énergie produite au centre s'échappe par *radiations X*; plus près de la surface, le gaz devenant plus opaque les processus de *convection* conduisent l'énergie en surface par où elle s'échappe sous forme de lumière et de chaleur. Sir James Jeans a calculé que quelques grammes de matière portés à la température du centre du Soleil émettraient assez de radiations pour tuer un homme à 100 milles de distance.

Dans le Soleil, les atomes perdent la plupart de leurs électrons périphériques étant donné les hautes températures qui y règnent. Ionisés, ils occupent moins de volume, de là, la possibilité d'une densité énorme. De plus, la matière n'y est plus constituée sous sa forme atomique habituelle: noyaux formés de neutrons et de protons, entourés d'électrons. Quand la chaleur devient très élevée, les particules acquièrent une telle énergie qu'il leur devient impossible de s'assembler pour bâtir l'édifice atomique qui prévaut à des températures plus modestes; la matière est sous forme *plasmique*, c'est-à-dire que les protons, les neutrons et les électrons au lieu d'être organisés comme dans l'édifice atomique, nagent pêle-mêle dans un chaos indescriptible sans réussir à s'accrocher les uns aux autres. C'est un va-et-vient continu de particules dénudées se butant les unes sur les autres comme les piétons d'une rue

très achalandée. Eddington a décrit en son temps la situation d'une façon très pittoresque : « Les atomes échevelés filant ventre à terre, excités par la température et dépouillés de leurs atouts électroniques, les électrons fonçant à l'aveuglette et happés au passage par quelque noyau avide, puis brusquement relibérés par le choc foudroyant d'un rayon X... le tout dans une matière 130 fois plus dense que l'eau et qui est quand même un gaz parfait ».

Structure du Soleil

La *photosphère*, d'une épaisseur de 100 à 200 milles, forme en quelque sorte la « croûte » du Soleil; la température varie sur cette distance de 11 000°F à 8 000°F, et cette diminution est à l'origine des raies d'absorption que les spectroscopistes trouvent dans le spectre solaire. De cette couche provient toute la lumière et la chaleur que nous envoie notre étoile.

Enveloppant le Soleil comme une pelure d'oignon, la photosphère apparaît sur toute photographie détaillée, comme une surface picotée d'une multitude de petits grains brillants posés sur un fond relativement grisâtre; cette structure a été surnommée *grain-de-riz* à cause de son apparence. Le diamètre de ces grains varie entre 120 et 550 milles; certains peuvent dépasser 1 000 milles. De plus, ils évoluent rapidement changeant complètement de forme en quelques minutes. Ils sont en fait les extrémités des immenses geysers de feu issus du fond de la photosphère et sont produits par les mouvements de convection à la surface du Soleil. Une autre structure granulée beaucoup plus considérable récemment découverte laisse voir des « grains » de convection atteignant 20 000 milles de diamètre et dont la durée de vie est d'environ 20 heures. A peu près tous les éléments de poids atomique moyen sont présents dans la photo-

sphère quoique l'hydrogène et l'hélium y dominent; ce dernier fut découvert en 1868 lors d'une éclipse de Soleil et son existence ne fut vérifiée sur Terre qu'en 1895.

Les îlots solaires: les « taches »

La photosphère est le siège de l'un des phénomènes passagers les plus intéressants de l'activité solaire : les *taches*. Étudiées par Galilée au XVII^e siècle, les taches solaires étaient connues des astronomes chinois depuis longtemps; leurs annales en rapportent même depuis l'an 26 avant Jésus-Christ.

Les taches sont des étendues sombres, grossièrement circulaires dont le diamètre peut varier énormément, entre 500 et 50 000 milles environ, devenant visibles à l'œil nu lorsqu'elles atteignent un diamètre de 20 000 milles. Elles apparaissent souvent en paires, entourées d'une colonie de points minimes pouvant s'échelonner sur une distance de 100 000 milles. Le système de taches le plus grand jamais observé, apparut en avril 1947 et couvrait 1% de la surface totale du disque solaire, ce qui représente plus de 6 milliards de milles carrés, surface assez grande pour contenir 100 Terres.

Une tache apparaît comme une ombre noire auréolée d'une zone moins sombre appelée *pénombre*. La pénombre laisse deviner une structure de filaments large de 200 milles et d'une longueur de l'ordre de 3 000 milles, convergeant vers le centre de la tache. Souvent des jets de feu très brillants accompagnent les taches; ce sont les *facules*. L'ensemble donne l'impression d'un immense tourbillon.

En réalité, les taches ne sont pas noires: ce n'est qu'une illusion causée par leur contraste avec l'éclat de la photosphère. Leur température est de 1 800°F à 3 600°F plus basse que celle de la photosphère en-

vironnante et leur couleur est rouge sombre.

Les taches ne sont pas permanentes; certaines vivent quelques jours, tandis que la plupart ne dépassent pas quelques mois. Sorte de dépression sur la surface solaire atteignant 50 milles de profondeur, elles sont associées à des champs magnétiques très puissants de 2 500 à 3 000 gauss qui emprisonnent et refroidissent localement les gaz. (Le champ magnétique terrestre qui oriente l'aiguille de la boussole a une intensité de 0.5 gauss). De plus, le courant électrique véhiculé dans les taches peut atteindre l'intensité inimaginable de 1 trillion d'ampères. Les taches occupent toujours des latitudes situées entre 5° et 30° dans les deux hémisphères, tandis que les facules couvrent toute la surface solaire.

Ça ne tourne pas rond!

La période de rotation moyenne du Soleil est de 25.35 jours. Il faut bien préciser « moyenne » puisque cette durée varie considérablement selon la latitude observée; à l'équateur, elle est de 24.9 jours, et près des pôles, elle atteint 34 jours. Ainsi, après une rotation complète, le Soleil est tordu comme une balle de caoutchouc.

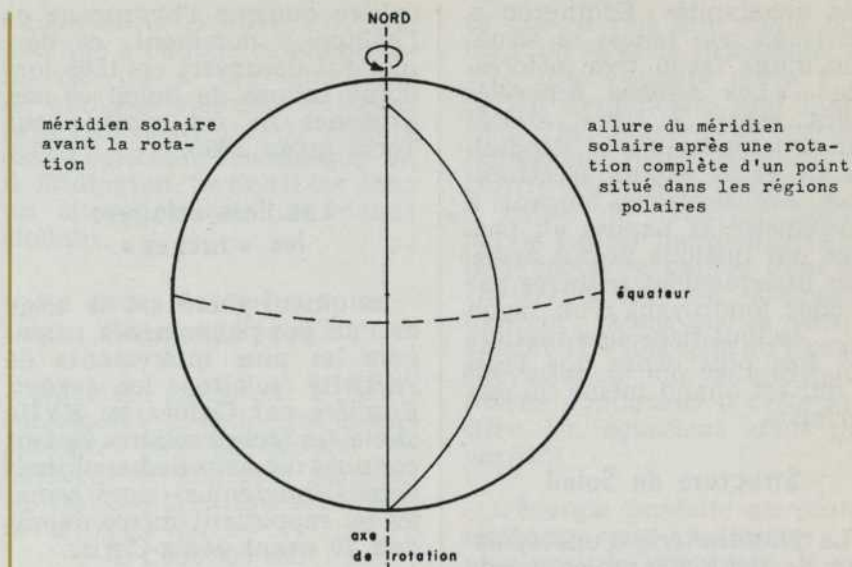
C'est à partir de ce phénomène de distorsion que bien des hypothèses tentent d'expliquer les comportements spectaculaires de l'atmosphère du Soleil; cette rotation différentielle engendre des déséquilibres dans le champ magnétique solaire qui conduisent peut-être à la formation des taches. Des études récentes, principalement dues à l'Américain Fred Ward, ont mis en évidence un mouvement vers l'ouest (même direction que la rotation) des taches sur la surface ainsi qu'une composante dirigée vers l'équateur. Ces déplacements représenteraient le transport, des pôles à l'équateur, de quantités de mouvement et produiraient

la rotation différentielle observée; donc, des courants gigantesques dans l'atmosphère du Soleil voleraient aux hautes latitudes de l'énergie sous forme de quantité de mouvement pour venir en faire cadeau aux régions équatoriales; celles-ci grâce à cet apport d'énergie, jouiraient d'une rotation plus rapide.

La chromosphère souffre d'hyperacidité

La *chromosphère* forme la première couche de l'atmosphère solaire. Epaisse de 10 000 milles, elle est cependant très ténue; la pression atmosphérique n'y serait que le un millième de la nôtre. A sa base, la température est d'environ 10 000°F; 10 000 milles plus haut, elle passe à 40 000°F. La chromosphère, dont le rose éclatant peut être observé lors des éclipses, est très riche en calcium, en hydrogène et en hélium. La masse totale de cette couche est de 10^{17} tonnes ce qui ne représente que 20 fois la masse de notre propre atmosphère et, sa densité est 100 000 fois plus faible que celle de la photosphère.

La chromosphère est le berceau des phénomènes les plus fantastiques de notre système solaire; en effet, c'est là que jaillissent, à des vitesses de l'ordre de 600 milles par seconde, les éruptions *chromosphériques*, jets de gaz incandescents d'une grandeur inouïe, symptômes de l'état précaire de la santé du Soleil; certaines de ces éruptions, dont on a distingué plusieurs classes, peuvent atteindre 500 000 milles de hauteur, soit près de deux fois la distance de la Terre à la Lune. Quant à leur fréquence, elle varie suivant le cycle solaire; au cours de l'AGI, par exemple, l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance a enregistré 694 protubérances en 9 ½ mois. La plus gigantesque fut filmée en juin 1946; elle demeura visible durant 2 heures et atteignit plus de 1 000 000 de milles de



La période de rotation du Soleil est de 25 jours à l'équateur et de 34 aux pôles. Pour expliquer cette rotation différentielle, on invoque le transport, dans l'ensemble du Soleil, de quantités de mouvement angulaire des pôles à l'équateur. Après une rotation complète des régions polaires, les autres points du globe solaire ont bouclé jusqu'à 2/5 d'une rotation de plus, comme nous le montre le méridien incurvé de ce schéma.

hauteur, c'est-à-dire plus que le diamètre même du Soleil; nos bombes « H » de 50 mégatonnes ne sont que d'insignifiants pétards auprès de ces explosions, des milliards de fois plus puissantes, et qui émettent des énergies allant de 10^{32} à 10^{33} ergs. Sous la violence de l'éjection, certaines éruptions échappent à l'attraction solaire et entrent en orbite autour du Soleil telles de véritables planètes de feu.

Les énigmes de la « couronne »

Au-dessus de la chromosphère, d'une densité dix mille fois plus faible que cette dernière, s'étend jusqu'à des dizaines de millions de milles la *couronne*; immense halo constituant la « stratosphère » du Soleil, cette enveloppe de gaz raréfié n'a pas de frontière connue. Une partie est visible lors des éclipses totales, ou au moyen d'instruments extrêmement perfectionnés tel le coronographe inventé par l'astronome français Bernard Lyot.

La température de la couronne dépasse les 3 000 000°F, signe de l'agitation phénoménale des particules atomiques formant la couronne. On sait que les gaz électroniques qui la constituent sont soumis à un bombardement frénétique des radiations issues de la photosphère; ce rayonnement formé de rayons gamma très puissants, de rayons X et ultraviolets, et des autres longueurs d'onde ionise les gaz; certains atomes comme le fer se voient arracher jusqu'à 12 de leurs électrons. Aux pôles, les électrons agités forment des jets qui s'alignent suivant les lignes de force du champ magnétique solaire; la couronne prend en cet endroit sa forme effilochée caractéristique.

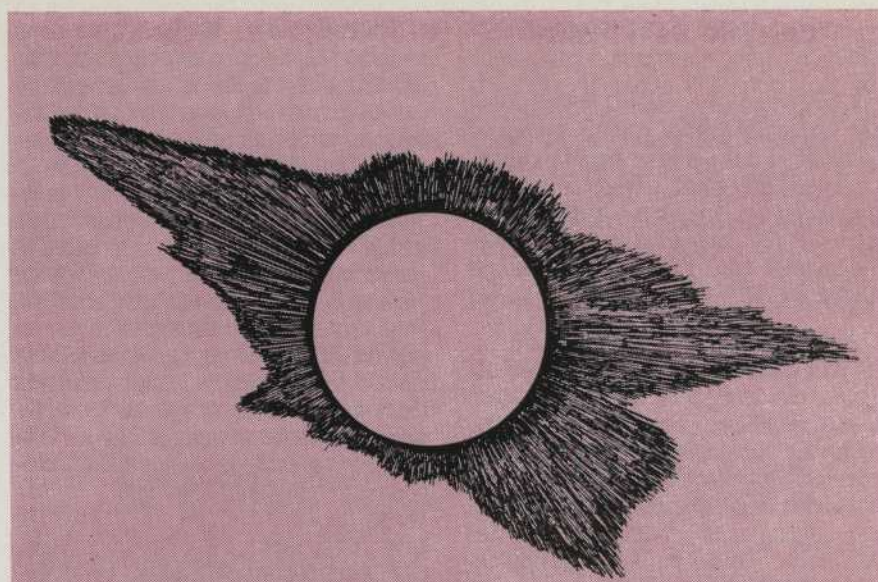
Le 20 juillet 1963, des chercheurs observant l'éclipse totale de Soleil à bord d'un DC-8, ont pu observer dans la couronne des nuages de calcium ionisés qui avaient une température de seulement 20 000°F, baignant au milieu des gaz de la couronne chauffés à quelques

millions de degrés. Cette découverte a causé un peu le même émoi que si l'on avait trouvé des cubes de glace dans une fournaise.

Radio-Soleil

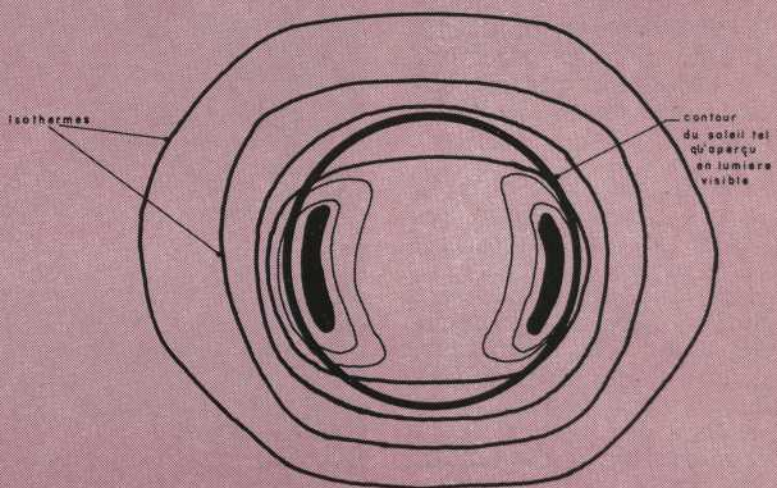
En plus de cracher de la lumière, de la chaleur, des rayons ultraviolets, X et gamma, le Soleil est aussi un pourvoyeur puissant d'ondes radioélectriques qui se chargent parfois de brouiller sans pitié nos ondes radiophoniques. Tandis qu'à certaines fréquences, le rayonnement radioélectrique provient de toute la surface solaire (surtout aux basses fréquences), il peut à des longueurs d'onde plus courtes provenir de points plus précis comme les taches ou les éruptions. A 1420 mégacycles (21 cm), le rayonnement provient de deux zones localisées sur les bords est et ouest. Les longueurs d'onde comprises généralement entre 10 cm et 20 cm sont propices à l'étude de la couronne. Les ondes provenant des taches sont fortement polarisées (polarisation circulaire), manifestant la présence de champ magnétique à la source; de plus, elles présentent des fluctuations très rapides dans leur intensité.

L'intérêt des observations du radio-Soleil est dû en majeure partie aux étroites relations existant entre ces phénomènes et à leurs répercussions terrestres comme les aurores polaires, les variations géomagnétiques et les perturbations de l'ionosphère. Si nous arrivons à prévoir les éruptions, nous serons moins pris au dépourvu par les évanouissements des émissions de radio et des orages magnétiques provoqués par les indigestions du Soleil.



La couronne du Soleil de teinte blanc-perle est visible lors des éclipses totales du Soleil ou au moyen de l'instrument appelé « coronographe ». Elle forme une extension extrêmement ténue de l'atmosphère solaire. Constituée de particules fortement ionisées et excitées, sa température est de plus d'un million de degrés F.; la couronne peut être visible jusqu'à 10 millions de milles de part et d'autre du disque solaire dont le diamètre atteint 864 400 milles. De plus, sa forme et ses dimensions sont très variables selon les époques du cycle solaire.

Les émissions radioélectriques du Soleil comprennent une émission de l'ensemble du Soleil dite « émission du Soleil calme », et plusieurs types d'émissions provenant de sources localisées à sa surface. L'intensité reçue du Soleil est, comme en optique, très largement supérieure à celle des autres corps célestes, du moins tant que la longueur d'onde n'est pas trop grande.



Le cycle de 11 ans

L'activité du Soleil peut varier énormément d'une époque à l'autre; cela s'accomplit selon un cycle régulier qui atteint un maximum ou un minimum tous les 11 ans. Le cycle a été découvert par l'astronome allemand Schwabe en 1843.

Aux périodes de maximum, la surface du Soleil devient striée de long en large par les protubérances solaires et couverte de taches. Des jets puissants de particules radioactives sont lancés dans l'espace, et nos ceintures Van Allen ne peuvent fournir à ingurgiter cette avalanche de plasma solaire; le trop-plein déborde et se déverse dans notre atmosphère sous la forme des aurores boréales. Bref, le Soleil est en crise. Au minimum d'activité, tout est calme, sauf quelques soubresauts assez rares.

Si nous traçons le graphique des minima et des maxima, l'apparence de la courbe laisse voir une période de montée plutôt rapide durant 4.6 ans et une descente relativement lente s'échelonnant sur 6.5 années. Au début d'une nouvelle période, les taches qui servent à mesurer le degré d'activité solaire, apparaissent à une latitude de 40° environ; progressivement elles naissent plus près de l'équateur à mesure que le cycle évolue; simultanément, leur nombre s'accroît. C'est à l'équateur que se concentrera finalement l'activité solaire.

En réalité, un cycle dure 13 ans; car il s'écoule treize années entre le moment où les premières taches d'un cycle apparaissent aux latitudes élevées et celui où elles disparaissent complètement de l'équateur. Ainsi, deux cycles chevauchent sur deux années; pendant qu'il y a encore des taches de la vieille génération à l'équateur, déjà de petites taches surgissent dans les zones extrêmes, annonçant la naissance d'un nouveau cycle.

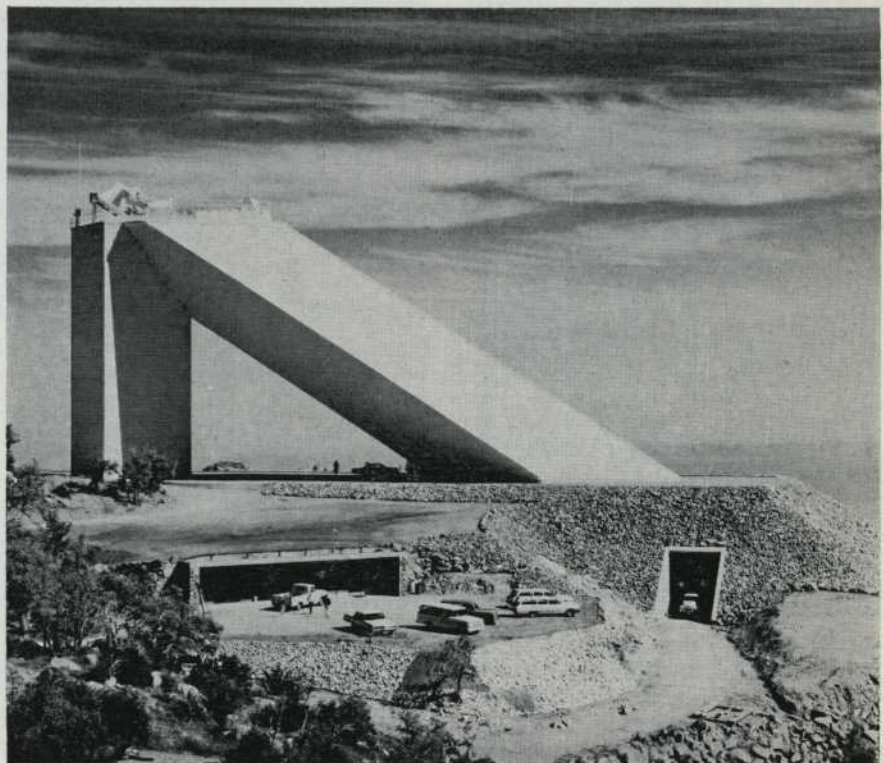
L'étude des taches par des méthodes spectroscopiques utilisant l'effet Zeeman a révélé qu'elles sont le centre d'une intense activité électromagnétique. En 1920, Hale, au Mont Wilson (E.-U.), démontra l'existence de champs magnétiques au-dessus des taches, identiques à celui formé par les deux pôles d'un aimant. Voici un fait remarquable concernant leur polarité: si dans l'hémisphère nord, les champs magnétiques des taches sont disposés *positif-négatif*, nous aurons dans l'hémisphère sud, la disposition opposée, *négatif-positif*. Mais nous ne sommes pas au bout de nos surprises: au cycle suivant, cet arrangement sera complètement inversé. Au nord, nous aurons *négatif-positif*, et au sud, *positif-négatif*. Ainsi, le

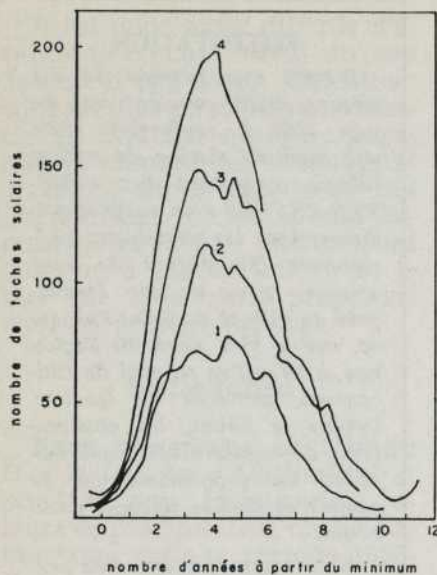
cycle n'est ni de 11 ans, ni de 13 ans, mais bien de deux fois 13, soit 26 ans.

Sorcellerie

N'ayant pas encore reçu d'explication satisfaisante, ce cycle a cependant des répercussions très marquées sur la Terre et sur l'humanité. Ainsi à l'époque du maximum d'activité, si ce n'étaient de l'atmosphère et des ceintures Van Allen, véritables pièges à particules, nous serions tués par la mitraille de rayonnement cosmique solaire extraordinairement intense lors de ces époques. Ce problème devient crucial avec l'envoi d'hommes dans l'espace et sur la Lune où seul leur véhicule peut servir d'abri.

Le télescope solaire McMath de l'Observatoire Kitt Peak aux Etats-Unis. Il est constitué d'un miroir mobile de 80 pouces (héliostat) situé à 100 pieds au-dessus du sol pour donner une image non affectée par les courants de turbulence au ras du sol. L'image est envoyée à 500 pieds à travers la section inclinée qui s'enfonce à 300 pieds sous terre. L'image définitive a un diamètre de 33.5 pouces. (Photo Kitt Peak National Observatory).





Ce graphique représente les variations du nombre de taches solaires au cours des quatre derniers cycles complets: 1) 1923-33; 2) 1933-44; 3) 1944-54; 4) 1954-64. C'est avec impatience qu'on attend le prochain maximum qui aura probablement lieu au début de 1969. (Sir Harrie Massey, «Endeavour»).

De plus, on remarque que tous les onze ans, la production de vin en Europe atteint un maximum, que les aurores polaires surabondent durant les maxima et que les brouillages des ondes radiophoniques atteignent leur paroxysme; les maladies mentales et les suicides atteindraient même leur maximum aux périodes de grande activité solaire! Jusqu'au subconscient qui subirait l'influence du Soleil. Cette transe qui s'empare du Soleil tous les onze ans a de quoi nous inquiéter.

La météorologie solaire est née; notre technologie l'a rendue nécessaire. Les ondes de hautes fréquences peuvent, grâce à la densité accrue de l'ionosphère, atteindre des distances imprévues et nos appareils de télévision peuvent être brouillés par les émissions de radio d'une brigade de Scotland Yard à Londres; les fréquences intermédiaires qui relient les navires seront absorbées au lieu

d'être réfléchies, et l'opérateur critiquera son récepteur au lieu de s'en prendre à l'éruption solaire. Grâce à un réseau mondial d'observatoires, notre Soleil est soumis à une étroite surveillance. Filmé 24 heures par jour, il est espionné par une légion de satellites battant pavillons USA, URSS, Canada, France, Royaume-Uni et Italie.

Bibliographie

- BOISCHOT, A. *Le Soleil et la Terre*, Presses Universitaires de France, Que Sais-je, 1233, 1966, 128 p.
- CORTI. *Le Soleil*, Arthaud, 1962.
- MENZEL, D. H. *Our Sun*, Harvard, 1959, 350 p.
- MICHARD, R. *Le Soleil et son rayonnement*, P.U.F., Que Sais-je, 230.
- STARR, V.P., P.A. GILMAN. *The Circulation of the Sun's Atmosphere*, «Scientific American», janv. 1968, pp. 100-113.

L'industrie verrière en Belgique

La Belgique possède l'une des plus puissantes industries verrières du monde. Sa production totale atteint environ 800 000 tonnes par an, dont plus de la moitié est exportée.

L'industrie verrière belge est l'une des rares qui trouve dans le pays même, les matières premières et les produits chimiques qui lui sont nécessaires. Le travail du verre est surtout concentré dans les bassins houillers de Liège, où se trouvent les célèbres Cristalleries du Val St-Lambert, de Charleroi et de Mons. D'importantes usines sont également situées en Campine. Signons cependant que c'est en Flandre occidentale à Zeebrugge, avant-port de Bruges, sur la mer du Nord, qu'existe le plus grand four à verre du monde.

L'industrie verrière remonte à des millénaires; les Egyptiens, les Phéniciens et les Romains la pratiquèrent avec succès; elle fut perfectionnée par Venise et la Bohême au Moyen Age. Il y a des siècles qu'elle fut introduite dans les Pays-Bas (ancien

nom de la Belgique), à Anvers et à Liège notamment dès le XVI^e siècle.

Le verre, pris dans son sens général, c'est-à-dire la « glace », le cristal, etc., est le résultat d'un mélange chimique de sable (silice), de calcaire, de dolomie, de soude et de nombreux oxydes. Leurs différents dosages permettent de donner au verre sa dureté, son élasticité, sa résistance tant aux chocs qu'aux variations de température, son éclat, sa transparence, ses qualités de réfraction (optique) ou sa coloration, la possibilité de le tailler, etc.

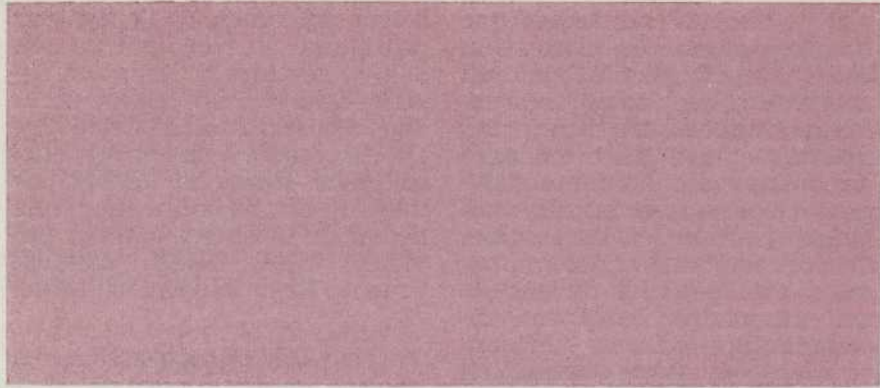
Le processus de fabrication du verre peut se schématiser de la façon suivante. L'élaboration du verre en tant que matériau possédant des propriétés et une qualité bien déterminées en est la première phase. Elle comporte deux opérations fondamentales: la fusion des matières premières, préalablement dosées et mélangées à des températures voisines de 1500°, ensuite l'affinage du verre aux environs de 1400°.

La seconde phase consiste dans le façonnage, c'est-à-dire la fabrication proprement dite des produits du

verre, souvent précédée d'un conditionnement thermique qui amène le verre dans un état de souplesse adéquat.

Ces diverses opérations s'effectuaient autrefois uniquement de façon manuelle: l'ouvrier-souffleur aspirait au moyen d'une « canne » le verre en fusion dans un four à pots... Cette méthode longue et pénible fut en usage jusqu'au début de ce siècle, c'est-à-dire jusqu'au moment de la mécanisation de cette industrie.

En 1947, le « Centre Technique et Scientifique de l'Industrie Belge du Verre » était fondé dans le but de promouvoir le développement de la recherche fondamentale et appliquée au profit de cette industrie. Le Centre confia l'exécution de ses travaux à l'Institut National du Verre. Depuis le début de 1967, l'Institut du Verre est installé à Charleroi, dans un vaste bâtiment aux lignes à la fois esthétiques et fonctionnelles où le verre a été largement utilisé en tant que matériau s'intégrant harmonieusement dans cette architecture moderne.



Le climat estival du cap Jaseux, sur le Saguenay

par G.-Oscar VILLENEUVE

Introduction

A la demande du directeur du camp des « Jeunes Explos » du cap Jaseux*, il nous est agréable de présenter un court rapport descriptif des valeurs climatologiques enregistrées à cet endroit durant la décennie de 1958-1968. En effet, on terminait à l'automne 1967 une période de 10 années de relevés climatologiques, poursuivis à chaque saison d'été durant la tenue du camp.

Le cap Jaseux est situé au nord de la rivière Saguenay à quelque douze milles en ligne droite à l'Est de la ville de Chicoutimi. Il serait donc normal de décrire le climat du cap Jaseux en utilisant tout simplement les données météorologiques de Chicoutimi. Mais il y a lieu de croire que de nombreux facteurs de site produisent au cap Jaseux des conditions légèrement différentes.

* Au sujet du toponyme « cap Jaseux », voir la note à la suite de cet article, en 3e page-couverture de ce numéro. La Rédaction.

Etat des données

Comme il arrive très souvent dans la tenue de camps de vacances, et c'est le cas pour les Jeunes Explos au cap Jaseux, le début et la fin du camp estival ont lieu à des dates variables d'une année à l'autre. Il s'en suit que les périodes d'observations météorologiques varient en longueur. Ainsi, au cap Jaseux, la période s'étend du premier juillet au premier août en 1958; cependant elle comprend 131 jours en 1961, soit la période du 26 juin au 4 novembre. Il faut mentionner également que les observations quotidiennes sont parfois interrompues. Si l'on relève des données durant 90 jours d'affilée en 1962, par contre en 1960, on note 57 jours d'observation durant une période de camp de 72 jours (Tableau I). De plus, on ne possède pas de données complètes pour les mois d'août 1958, 1959, 1960, 1961 et 1963 (Tableau VII).

PRÉSENTATION

Durant une période de dix saisons d'été consécutives, de juin 1958 à septembre 1967, une modeste station de météorologie permettait aux « JEUNES EXPLOS » de noter quotidiennement les principaux phénomènes climatiques de leur domaine situé au cap Jaseux, près du village de Saint-Fulgence, sur la rive nord du Saguenay, à 16 milles en aval de Chicoutimi, province de Québec. Depuis le début, les observations de météorologie sont inscrites au programme de ce camp d'étude des sciences naturelles.

Nous sommes heureux de présenter une analyse sommaire de ces données, préparée par M. G.-Oscar Villeneuve, Ph. D., directeur du Service de Météorologie au ministère des Richesses naturelles du Québec.

Cette étude ne prétend pas répondre à toute la rigueur et aux exigences scientifiques de l'analyse climatique: les observations sont restreintes à une partie de la saison estivale, elles sont quelquefois interrompues et, de plus, elles sont réduites à une période de dix ans, ce qui ne permet évidemment pas une stricte interprétation statistique. Mais l'auteur tient compte de tous ces faits et il réussit quand même à tracer une première description des principales manifestations de ce climat local. Il sera certes intéressant d'effectuer un nouvel examen à la fin d'une deuxième décennie.

Nous publions cette étude à l'intention surtout des groupes d'étudiants ou d'adultes des camps de vacances, afin de les inciter à enregistrer soigneusement et régulièrement leurs observations météorologiques. Avec les années, ces données permettent d'identifier des caractéristiques locales et contribuent aussi à une meilleure connaissance du climat régional.

Léo Brassard,
directeur.

Il est donc assez difficile d'établir le climat estival du cap Jaseux d'une façon définitive; tout au plus pouvons-nous mettre en évidence quelques paramètres climatiques et souligner certaines similitudes entre des phénomènes relevés au cap Jaseux et les mêmes phénomènes observés à Chicoutimi : c'est le but que nous nous proposons dans le présent rapport.

Précipitation

Nous présentons en tableau II à la fois pour Chicoutimi et pour le cap Jaseux des valeurs de précipitation mensuelle moyenne pour la période 1958-1968.

La quantité totale de pluie recueillie durant les mois de juillet et d'août est de 9.36 pouces à Chicoutimi et de 9.09 pouces au cap Jaseux. Le cap Jaseux enregistre une précipitation légèrement plus forte que Chicoutimi en juillet; le contraire se produit en août. Le nombre de jours de pluie durant ces deux mois est de 32 aux deux stations. Enfin, les valeurs maximales de 24 heures enregistrées au cap Jaseux sont de 2.45 pouces en juillet et de 1.81 pouce en août, alors qu'elles sont à Chicoutimi de

TABLEAU I. Périodes d'observations météorologiques au cap Jaseux

	du	à	en jours	sans relevés	avec relevés
1958	1 juil.	1 août	31	0	31
1959	1 juil.	22 août	52	8	44
1960	19 juin	30 août	72	15	57
1961	26 juin	4 nov.	131	20	111
1962	3 juin	1 sept.	90	0	90
1963	28 juin	6 août	39	0	39
1964	17 juin	31 août	75	0	75
1965	17 juin	31 août	75	1	74
1966	18 juin	1 sept.	75	0	75
1967	20 juin	1 sept.	73	0	73

2.10 pouces et de 1.93 pouce pour les mêmes mois.

Même si une période de 10 ans est très courte pour l'étude d'un élément aussi variable que la précipitation, les valeurs mentionnées semblent représentatives. Il est vrai que la précipitation en quantité, en durée et en fréquence de chutes est aussi fonction de l'altitude, de la topographie, du site et de l'exposition de la station. Tout de même, durant juillet et août, les valeurs respectives de Chicoutimi et du cap Jaseux ne donnent une différence que de 0.27 pouce en hauteur, que de 0.35 pouce en chute maxi-

male de 24 heures durant juillet et que de 0.12 pouce en chute maximale de 24 heures durant août. Aux deux stations, le nombre de jours de pluie durant ces mois est exactement le même, soit 32. D'après ces données, on peut facilement conclure que Chicoutimi et le cap Jaseux possèdent le même régime de pluie et que, Chicoutimi présentant ses hauteurs mensuelles maximales durant la période de juin à septembre, le cap Jaseux enregistre aussi ses hauteurs mensuelles maximales durant la même saison.

Un aperçu du domaine des « Jeunes Explos », au cap Jaseux, sur la rive nord du fjord du Saguenay, en aval de Chicoutimi.

Photo L.-P. Coiteux - R. Majeau.



En tableau III, nous présentons pour chaque année (a) la précipitation totale recueillie, (b) le nombre de jours d'observation et (c) le rapport de ces deux valeurs. Nous obtenons ainsi la hauteur moyenne des précipitations par jour d'observation. Cette hauteur moyenne varie de 0.12 pouce en 1961 à 0.19 pouce en 1963 pour former une moyenne arithmétique de 0.15 pouce après une période de 10 ans d'observation.

Les précipitations maximales de 24 heures montrent un écart plutôt considérable d'une année à l'autre. On note 2.45 pouces en 1958, mais seulement 0.87 pouce en 1965, tandis que la plus basse valeur maximale

descend à 0.75 pouce en août 1962 (Tableau VII) : ce qui prouve la grande variabilité des précipitations maximales.

De plus, durant 10 années consécutives, le nombre de jours avec pluies abondantes, c'est-à-dire avec pluie de 0.80 pouce ou plus, n'a jamais dépassé le chiffre quatre. Et ce chiffre quatre n'a été atteint que durant deux saisons, soit en 1962 et en 1964 (Tableau VII).

Enfin, les tableaux VI et VII permettent un examen comparatif des valeurs de précipitation totale, du nombre de jours de pluie et de la quantité maximale en 24 heures durant les mois de juillet et août.

Température

La température étant un élément de moins grande variabilité que la précipitation, il faut s'attendre à observer au cap Jaseux des valeurs à peu près égales à celles enregistrées à Chicoutimi. En examinant le tableau IV, nous constatons qu'en effet, pour les mois de juillet et août, la température maximum absolue, la température maximum moyenne, la température moyenne, la température minimum moyenne et la température minimum absolue ne diffèrent dans tous les cas que d'au plus deux degrés. Il s'en suit qu'on peut conclure, pour Chicoutimi et le cap Jaseux, à des courbes respecti-

TABLEAU II. Précipitation moyenne de la période 1958-68 (en pouces)

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
(CHICOUTIMI)												
Préc. tot.	3.91	2.28	1.56	1.65	2.65	4.17	4.85	4.51	4.11	3.06	2.71	3.06
N. de jours	15	13	9	10	13	13	16	16	14	16	17	16
Préc. max. en 24 h.	0.81	0.95	1.02	0.86	1.09	1.76	2.10	1.93	1.76	1.31	1.10	1.20
(CAP JASEUX)												
Préc. tot.							5.12	3.97				
N. de jours							17	15				
Préc. max. en 24 h.							2.45	1.81				

TABLEAU III. Précipitations périodiques au cap Jaseux

ANNEES	Préc. tot. (en pouces)	Nombre de jours d'observation	Préc. tot. N. de jours d'observation	Préc. max. en 24 heures	N. de jours avec 0.80 ou plus
1958	5.72	31	0.18	2.45	3
1959	5.76	44	0.13	1.35	1
1960	8.15	57	0.14	1.48	1
1961	13.28	111	0.12	1.10	3
1962	11.39	90	0.13	1.27	4
1963	7.56	39	0.19	2.29	2
1964	11.22	75	0.15	1.80	4
1965	10.86	74	0.15	0.87	1
1966	9.80	75	0.13	1.29	2
1967	10.55	73	0.14	1.81	3
	MAX.	111	0.19	2.45	4
	MIN.	31	0.12	0.87	1
	MOY.	66.9	0.15		2.4

ves de température très rapprochées les unes des autres, les écarts rencontrés étant dus à une plus grande absorption d'énergie solaire par la maçonnerie, le pavage et divers autres matériaux d'une ville que par les sols et la végétation d'une campagne. Le réchauffement relativement plus élevé d'une ville est aussi dû aux fumées industrielles et domestiques qui empêchent la chaleur de s'échapper (5). Pour ces raisons, la température observée au cap Jaseux est en général légèrement plus basse que celle notée à Chicoutimi. Pour ces raisons également, cap Jaseux n'enregistre que 12 jours de chaleur (jours à température maximale d'au moins 80 degrés F.) en juillet et août, alors que Chicoutimi en observe 15

(2). Ces valeurs signifient que le nombre de jours d'été (jours à température maximale d'au moins 77 degrés F.) et le nombre de jours tropicaux (jours à température maximale d'au moins 86 degrés F.) sont aussi moins nombreux au cap Jaseux qu'à Chicoutimi. Et il faut ajouter à cet argument le fait qu'il suffit parfois de un ou deux degrés pour qualifier un jour quelconque de jour d'été, un jour d'été de jour de chaleur et un jour de chaleur de jour tropical. Voilà pourquoi le nombre de ces jours est très variable d'une année à l'autre. On peut cependant constater qu'en général, les Jeunes Explos ont joui de 192 jours d'été (29 pour cent), de 123 jours de chaleur (18 pour cent) et de 28 jours tropicaux (4 pour cent)

durant les 669 jours qu'ils ont séjourné au camp du cap Jaseux (Tableau V).

Les tableaux VI et VII présentent par année les valeurs de température observées au cap Jaseux durant juillet et août. On peut en déduire que l'amplitude absolue est de 52 degrés F. en juillet et de 46 degrés F. en août.

Nébulosité

Un jour à ciel clair est un jour dont la nébulosité est représentée par un maximum de deux dixièmes du ciel et un jour à ciel couvert est un jour durant lequel les nuages couvrent un minimum de neuf dixièmes du firmament. L'observation de la nébulosité a lieu le matin

TABLEAU IV. Températures de la période 1958-68 (en degrés F.)

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
(CHICOUTIMI)												
Max. abs.	45	46	52	73	86	92	94	87	84	78	65	50
Max. moy.	16	18	32	47	60	72	76	72	64	51	37	20
Moy.	7	7	22	38	50	61	66	63	55	44	31	13
Min. moy.	-2	-3	13	29	40	50	56	54	46	37	25	6
Min. abs.	-28	-38	-22	-1	17	34	41	37	29	19	-3	-20
(CAP JASEUX)												
Max. abs.							92	85				
Max. moy.							74	70				
Moy.							64	61				
Min. moy.							55	53				
Min. abs.							40	39				

TABLEAU V. Fréquence de températures - limites au cap Jaseux

ANNEES	N. de jours d'observation	N. de jours d'été	N. de jours de chaleur	N. de jours tropicaux
1958	31	14	7	3
1959	44	27	22	4
1960	57	22	14	4
1961	111	25	14	3
1962	90	30	17	1
1963	39	18	14	9
1964	75	12	7	1
1965	74	13	10	2
1966	75	12	7	0
1967	73	19	11	1
TOTAL	669	192	123	28
POURCENTAGE		29%	18%	4%

à 8 heures au cap Jaseux et les valeurs enregistrées ne sont évidemment représentatives que pour ce moment de la journée. En juillet, il se produit de trois à 11 jours à ciel clair et de neuf à 20 jours à ciel couvert. Le ciel du matin est donc généralement couvert dans 50 pour cent des cas durant juillet. En août, le nombre de jours à ciel clair varie de deux à 10, alors que le nombre de jours à ciel couvert va de 12 à 24. Durant ce mois, on relève donc à la fois plus de jours à ciel clair et de jours à ciel couvert qu'en juillet.

Vent

On sait que le vent d'été souffle généralement de l'Ouest dans la région du Saguenay, même s'il arrive parfois que sa direction soit de l'Est ou du Nord-Ouest (3). L'observation du matin indique une prédominance Sud-Est et Est, probablement à cause du site de la station, des accidents topographiques qui l'entourent au Nord et de la proximité, au Sud, de la rivière Saguenay dont la largeur entre Chicoutimi et Bagotville est plus évasée qu'en amont.

La vitesse du vent du matin, estimée suivant l'échelle de Beaufort, varie de trois à sept milles à l'heure en moyenne.

Cependant, l'observateur a enregistré à plusieurs occasions une vitesse dépassant 20 milles à l'heure et même une vitesse de 27 milles à l'heure le 22 juillet 1962.

Conclusions

Une revue des données climatiques relevées au cap Jaseux ne permet sans doute pas de conclusions définitives. Cependant, les observations météorologiques de cette station coïncident avec celles de la région immédiate et apportent des précisions sur les écarts susceptibles de se produire entre les valeurs relevées en ville et celles enregistrées en campagne.

« Le climat estival du Saguenay-Lac Saint-Jean n'est pas et n'a jamais été un climat sec et ensoleillé ». De plus, « les jours de beau temps continuent d'être moins nombreux au Saguenay-Lac Saint-Jean que dans la région de Montréal ». « La précipitation des mois d'été est pratiquement le double de celle des mois d'hiver ». « La rive ouest du Lac Saint-Jean, soit le secteur Roberval-Normandin, jouit d'un climat relativement plus salubre que celui de la rive opposée et que celui du Saguenay » (4). Ces conclusions empruntées à Per-

rier sont confirmées par les valeurs recueillies à Chicoutimi et au cap Jaseux.

Nous avons mentionné plus haut comme cause de ces particularités climatiques, l'influence de la topographie; la partie Est du lac Saint-Jean et le Saguenay sont, en effet, beaucoup plus accidentés que l'ouest de cette grande région. Aussi, l'air se déplaçant en général de l'Ouest vers l'Est, transporte en été la vapeur d'eau prélevée par évaporation sur les eaux du lac Saint-Jean, acquiert de ce fait de l'humidité et crée un état hygrométrique plus prononcé sur la région du Saguenay. Ainsi, l'humidité relative moyenne saisonnière est plus élevée à l'Est qu'à l'Ouest du lac Saint-Jean (1).

Les relevés météorologiques, faits à Chicoutimi et au cap Jaseux, montrent entre ces deux endroits de légers écarts thermiques: se sont les écarts normaux généralement remarqués entre les données climatiques urbaines et les données climatiques rurales. Plus une ville est peuplée et plus elle est industrialisée, plus ces écarts de température sont prononcés.

Enfin, une station météorologique enregistre souvent des données qui lui sont particu-

TABLEAU VI. Données météorologiques de JUILLET au cap Jaseux

ANNEES	TEMPERATURE					PRECIPITATION			NEBULOSITE		VENT	
	Max. abs.	Max. moy.	Min. abs.	Min. moy.	Moy.	Totale	N. de jours	Max. en 24 h.	N. de jours à ciel clair	à ciel couvert	Dir. dom.	Vit. moy.
1958	86	76	41	55	66	5.72	14	2.45	4	15	NW	5
1959	90	80	43	58	69	4.80	17	1.35	3	9	SE	4
1960	85	73	45	54	63	5.68	21	1.48	6	12	W	7
1961	90	75	44	56	65	3.32	16	1.10	6	15	E	6
1962	83	71	43	53	62	6.42	14	1.27	8	17	SE	7
1963	92	76	48	59	67	6.61	15	2.29	6	17	SE	5
1964	91	74	47	58	66	4.58	17	1.26	5	20	E	5
1965	85	68	40	50	59	5.23	19	0.87	3	13	E	4
1966	82	73	44	53	63	3.93	15	1.29	11	15	NW	5
1967	86	75	48	56	65	4.89	19	0.88	9	15	SE	3
MAX.	92	80	48	59	69	6.61	21	2.45	11	20		7
MIN.	82	68	40	50	59	3.32	14	0.87	3	9		3
MOY.		74		55	64	5.12	17		6	15		5

TABLEAU VII. Données météorologiques d'AOÛT au cap Jaseux

ANNEES	TEMPERATURE					PRECIPITATION			NEBULOSITE		VENT	
	Max. abs.	Max. moy.	Min. abs.	Min. moy.	Moy.	Totale	N. de jours	Max. en 24 h.	N. de jours clair	jours à ciel couvert	Dir. dom.	Vit. moy.
1958	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
1959	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
1960	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
1961	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
1962	85	74	48	56	65	2.13	15	0.75	8	12	SE	3
1963	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
1964	79	68	44	52	60	4.88	16	1.80	5	20	E	4
1965	82	67	39	51	59	4.39	16	0.79	2	24	NW	4
1966	78	68	42	52	60	4.65	12	0.81	10	19	NW	3
1967	81	71	42	54	63	3.80	15	1.81	8	15	SE	4
MAX.	85	74	48	56	65	4.88	16	1.81	10	24		4
MIN.	78	67	39	51	59	2.13	12	0.75	2	12		3
MOY.		70		53	61	3.97	15		7	18		5

M = données incomplètes

lières : ces données pour le cap Jaseux sont celles du vent relevées le matin. La direction et la vitesse du vent au cap Jaseux reflètent les conditions locales du site et ne concordent pas nécessairement avec les valeurs régionales observées à l'aéroport de Bagotville (6). Le cap Jaseux possède donc les caractéristiques régionales du climat saguenéen avec les particularités d'un site à la fois rural et riverain.

Références

- (1) BOLDUC, Armand et G.-Oscar VILLENEUVE, 1966. *Sommaire*

des données hygrométriques du Québec. Bul. M-19. Service de Météorologie. Ministère des Richesses naturelles. Québec. 58 p.

- (2) BOLDUC, Armand et G.-Oscar VILLENEUVE, 1966. *Jours de chaleur au Québec*. Bul. MP-2. Service de Météorologie. Ministère des Richesses naturelles. Québec. 22 p.
- (3) FERLAND, Michel et Raymond GAGNON, 1967. *Climat du Québec méridional*. Bul. MP-13. Service de Météorologie. Ministère des Richesses naturelles. Québec. 93 p.
- (4) PERRIER, Raymond, 1965. *Les précipitations au Saguenay - Lac St-Jean*. Feuillet Météorologique. Vol. IV (8) : 171-181.
- (5) PERRIER, Raymond, 1967. *Probabilités de gel au Québec*. Bul.

M-23. Service de Météorologie. Ministère des Richesses naturelles. Québec. 138 p.

- (6) VILLENEUVE, G.-Oscar, 1967. *Sommaire climatique du Québec*. Bul. M-24. Service de Météorologie. Ministère des Richesses naturelles. Québec. 168 p.

Observateurs

Ces observations météorologiques au camp des Jeunes Explos ont été faites sous la direction de M. Samuel Brisson, professeur (1958-1965, 1967), assisté de M. A.-O. Dépôt, professeur (août 1962, 63) et d'un étudiant, Claude Gariépy (saison 1966, quelques semaines en 1964, 65 et 1967).

NOTE sur le toponyme « cap Jaseux »

Les cartes topographiques mentionnent « cap Jaseux », comme l'écrivait le géographe Camille Laverdière (1), pour désigner le cap sur le Saguenay dont il est question dans l'article précédent. Le même auteur recommande également d'utiliser la graphie *cap Jaseux* en affirmant que « le parler local n'a rien à voir dans le traitement des noms » (2).

Il ne nous appartient pas d'apporter une solution définitive à cette question; nous savons que des « Comités géographiques » organisés à travers le pays ont déjà commencé à réviser et à normaliser les noms géographiques. Mais en attendant cette révision des cartes du Québec, nous désirons motiver ou expliquer notre choix du toponyme *cap Jaseux* pour désigner le domaine des Jeunes Explos.

Au cours de nos nombreux séjours dans cette région du Saguenay, nous avons pu noter fréquemment la seule expression « cap Jaseux » en usage dans la tradition orale comme dans quelques journaux locaux (entre autres, dans l'ancien journal *Le Progrès du Saguenay*), pour nommer ce cap ainsi que l'ancien « rang » des fermes avoisinantes. De plus, nous considérons que la plupart des cartes géographiques publiées dans le passé n'ont pas suffisamment respecté les noms locaux, qu'elles ont souvent tenté de traduire ou de corriger maladroitement des expressions issues d'une langue indienne ou des noms rapportés des vieilles provinces françaises.

Pour ces raisons, nous avons préféré adopter le toponyme « cap Jaseux », malgré les cartes officielles du temps... et, avec le géographe Jean Poirier (3), reconnaître ce nom comme un archaïsme à conserver,

en nous appuyant également sur l'opinion de l'écrivain distingué, F.-Antoine Savard, et sur celle de Mgr Victor Tremblay de la Société Historique du Saguenay (communications personnelles).

Léo Brassard

- (1) LAVERDIÈRE, Camille, 1966. *Sur les noms de lieux relevés le long de la nationale 54*. Cah. géogr. Qué., 10e année, no 20, sept. 1966, pp. 279-289.
- (2) LAVERDIÈRE, Camille, 1961. *Sur l'emploi de quelques termes géographiques*. Nat. canadien, vol. 88, no 10, oct. 1961, pp. 253-256.
- (3) POIRIER, Jean, 1965. *Toponymie, méthode d'enquête*. Les Presses de l'Université Laval, Québec, 165 p., (cf p. 82).

Tous les étudiants

*intéressés à l'étude des sciences
connaissent-ils l'existence
de la revue LE JEUNE SCIENTIFIQUE?*

*Les professeurs de sciences
les bibliothèques, les dirigeants des écoles
s'intéressent-ils à la diffusion du JEUNE SCIENTIFIQUE?*

*La série des huit brochures d'un volume annuel
commence en octobre et présente un ensemble de 192 pages
traitant des sciences naturelles et exactes*

*Si vous réunissez un groupe de quinze abonnements,
à une même adresse,
vous bénéficiez du prix spécial de \$2.00
pour chaque abonnement.*

*Participez personnellement à la vulgarisation des sciences
en multipliant les abonnés à votre revue*

*LE JEUNE SCIENTIFIQUE, case postale 391,
JOLIETTE, P.Q.*

