

3



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS

3 DEC 1965



VOLUME 4
NUMÉRO 3
DÉCEMBRE 1965



le jeune scientifique

PUBLICATION DE L'ACFAS

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

RÉDACTION

Léo Brassard
directeur

Roger H. Martel
secrétaire de la rédaction

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Yves Desmarais
président

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

COMITÉ DE RÉDACTION

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

Tarif des abonnements

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

Adresses

Direction : case postale 391, Joliette, Qué., Canada. (Collège de Joliette). Tél. : code régional 514 — 753-7466.
Abonnements : case postale 6060, Montréal 3, Qué., Canada. Tél. : code régional 514 — 342-1411.

Notes

Tout écrit publié dans la revue n'engage que la responsabilité du signataire.
Tous droits de reproduction et de traduction réservés par l'éditeur © ACFAS, 1965.
Le Ministère des Postes à Ottawa a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de deuxième classe de la présente publication. Port payé à Montréal.

Imprimé aux ateliers de l'Imprimerie Nationale, Joliette.

Volume IV, no 3

décembre 1965

S O M M A I R E

- 49 Les animaux géants des mers et des fleuves
- 56 Volumes récents
- 57 Calendrier des migrations d'automne; 3e partie
- 60 La formation des nuages
- 65 L'observation du Soleil:
du télescope au satellite-observatoire
- 69 « Tuktuk », une question de survivance,
le caribou ou renne arctique du Grand Nord

Photo-couverture : photographie du Soleil prise à l'observatoire solaire de la *Lockheed-California Company* situé près de Los Angeles. En silhouette, un avion réacté, en accélérant, laisse un sillage enflammé qui ressemble aux protubérances solaires. Depuis 1958, cet observatoire a photographié le Soleil à toutes les 10 secondes, lors des journées ensoleillées, prenant ainsi trois millions et demi de photographies. Dans la proportion d'une photo sur 90,000 les instantanés saisissent le passage d'un avion. — Photo de la *Lockheed-California*, gracieusement fournie par le *United States Information Service*, Ottawa.

Les animaux géants

des mers et des fleuves

par Etienne MAGNIN

Très souvent on pose au zoologiste des questions sur les records battus par les animaux : quel est l'oiseau qui se déplace le plus rapidement dans l'air, le mammifère qui se déplace le plus rapidement sur terre, le poisson qui se déplace le plus rapidement dans l'eau, les animaux qui deviennent les plus vieux, ceux qui deviennent les plus gros, etc. Nous allons examiner aujourd'hui les records de taille des animaux aquatiques. Cela satisfera pour une part les gens curieux de performances. Nous ne voudrions cependant pas nous borner ici à la simple description de phénomènes plus ou moins étranges à partir des êtres les moins évolués du monde animal jusqu'aux mammifères, en passant par les poissons et les reptiles actuels et fossiles. Nous voudrions, au cours de cette étude, laisser entrevoir divers problèmes biologiques posés par les phénomènes de gigantisme.

Comment, dans les divers groupes d'animaux, certaines espèces peuvent-elles atteindre de si grandes tailles ? Quel est l'avenir de ces espèces géantes : apparaissent-elles au terme d'une série d'évolutions et sont-elles appelées à disparaître inexorablement ou peut-on espérer les conserver par des mesures adéquates de protection et d'aménagement ?

Les invertébrés géants

Nous pourrions trouver des phénomènes de gigantisme chez les animaux formés d'une seule cellule, les Protozoaires. La plupart des formes actuelles ne se voient qu'au microscope, certaines même demandent de forts grossissements. Mais il existait, il y a de cela une centaine de millions d'années, de ces êtres unicellulaires, les Nummulites, qui mesuraient près de 5 pouces, c'est-à-dire près de mille fois la grosseur moyenne des protozoaires actuels. Faites le rapport à l'échelle de l'homme et vous comprendrez aisément qu'il s'agit bien là d'un phénomène de gigantisme.

Venons-en aux animaux déjà plus complexes, formés de plusieurs cellules, mais non encore munis de colonnes vertébrales. Parmi ceux-ci — que nous qualifions souvent de « bestioles », étant donné qu'ils sont généralement de petite taille — nous allons trouver des formes géantes dont certaines espèces vivent encore actuellement. Notons tout de suite qu'elles se rencontrent toutes dans le milieu marin.

On trouve ainsi dans l'océan des vers énormes ou Némertiens *Lineus longissimus* mesurant jusqu'à 45 pieds de long. Près des côtes japonaises, on trouve des crabes *Macrocheirus kampferi* de plus de 12 pieds. Nos escargots sont bien petits auprès des grands mollusques gastéropodes *Tridachna gigas* qui ont quatre pieds et demi de large et pèsent 500 livres.

C'est dans le même embranchement des mollusques, mais dans le groupe des Céphalopodes, que l'on rencontre le cas le plus étrange. Vous connaissez probablement les calmars ou encornets que l'on trouve dans le golfe Saint-Laurent et aussi sur le marché des fruits de mer, car ce sont des animaux comestibles. Ils ressemblent un peu aux pieuvres avec leurs longs bras recouverts de ventouses et entourant la tête; mais à la différence de ces dernières, ils ont dix bras au lieu de huit et leur forme générale est plus allongée. Ceux que nous connaissons ne mesurent guère plus qu'une dizaine de pouces. Mais, vers le début du 19^e siècle, un pêcheur a harponné, près de Terre-Neuve, un énorme encornet appelé *Architheuthis dux*, de plus de 50 pieds de longueur et de 20 pieds de circonférence; il pesait près de deux tonnes. C'est certainement là le plus grand des invertébrés connus. Nous pouvons facilement imaginer le duel gigantesque raconté par Bullen entre un tel monstre et un animal comme le cachalot dont nous parlerons plus loin. « Sur le côté de la tête du cachalot, je voyais celle du poulpe géant, hideuse, vraie vision de cauchemar... elle avait les dimensions de nos grandes barriques de 350 gallons... des yeux de un pied, de couleur glauque. »

Les grands poissons marins

C'est dans la mer que l'on a trouvé les plus gros invertébrés. Ce sera aussi dans la mer que l'on va trouver les plus gros vertébrés et, parmi eux, les plus gros poissons.

Le record de taille chez les poissons est certainement détenu par l'énorme requin-baleine *Rhincodon typus*. On prend fréquemment des spécimens de 20 à 45 pieds dans les océans Atlantique, Pacifique ou Indien : un requin-baleine de 38 pieds pesant 26,000 livres a été pêché en 1912 au large des côtes de la Floride. Mais la plus grosse prise (70 pieds, 55,000 livres) remonte au siècle dernier; elle a été faite au large de



l'Afrique. En dépit de sa taille et malgré la réputation de méchanceté que détiennent les requins, *Rhincodon typus* est inoffensif. Il se nourrit exclusivement de minuscules invertébrés planctoniques et de petits poissons.

Le même régime alimentaire est suivi par un autre requin de l'Atlantique, le pèlerin des mers *Cetorhinus maximus* qui peut atteindre la taille de 40 pieds et peser 30,000 livres. Beaucoup plus féroce et dangereux est, par contre, le requin blanc mangeur d'hommes, *Carcharodon carcharias* qui atteint la même taille et à peu près la même répartition géographique. Comme il a été signalé en Méditerranée, le grand naturaliste suédois Linné pensait que le prophète Jonas avait très bien pu être avalé par un poisson de cette espèce. Bien d'autres poissons ou baleines cependant ont été rendus responsables de cette étrange aventure.

Les raies sont les proches parents des requins : ce sont aussi des poissons entièrement cartilagineux. Mais alors que les requins ont une forme très élancée, les raies sont ramassées sur elles-mêmes et aplaties dorso-ventralement. Comme leurs cousins les requins, elles peuvent atteindre des tailles gigantesques. Une d'entre elles, appelée le grand diable des mers, *Manta birostris*, peut mesurer jusqu'à 25 pieds et peser une tonne et demie. Un autre poisson très curieux de cette famille est le poisson-scie (*Pristis*); il est appelé ainsi parce que son nez se prolonge par une lame rigide portant de chaque côté des dents acérées comme des dents de scie. Ce poisson peut atteindre plus de 30 pieds de longueur et peser jusqu'à 5,300 livres.

Plus haut dans l'échelle zoologique des êtres vivants se trouvent les poissons osseux qui constituent la majorité des poissons actuels, poissons de mer ou d'eau douce. Les poissons osseux marins n'atteignent pas les tailles colossales des poissons cartilagineux. Certains d'entre eux cependant sont de dimensions imposantes. Les plus gros sont probablement les thons (*Thunnus*). Ces magnifiques et rapides nageurs, au corps hydrodynamique, sont répandus dans toutes les mers, du Nord au Sud, de l'Orient à l'Occident. Ils peuvent atteindre 12 pieds de lon-

La photo ci-contre montre un Requin du Groenland, *Somniosus microcephalus*, capturé dans une pêcherie de rivage, à Saint-Fulgence, P.Q., sur le Saguenay, le 17 septembre 1955. Il mesurait dix pieds et demi de longueur. Un autre poisson de cette même espèce était trouvé sur le rivage du Saguenay, en juin 1944, mesurant neuf pieds de longueur.

Malgré sa taille, ce requin est inoffensif pour l'homme et son caractère paisible lui a valu son nom générique, *Somniosus* ou dormeur...

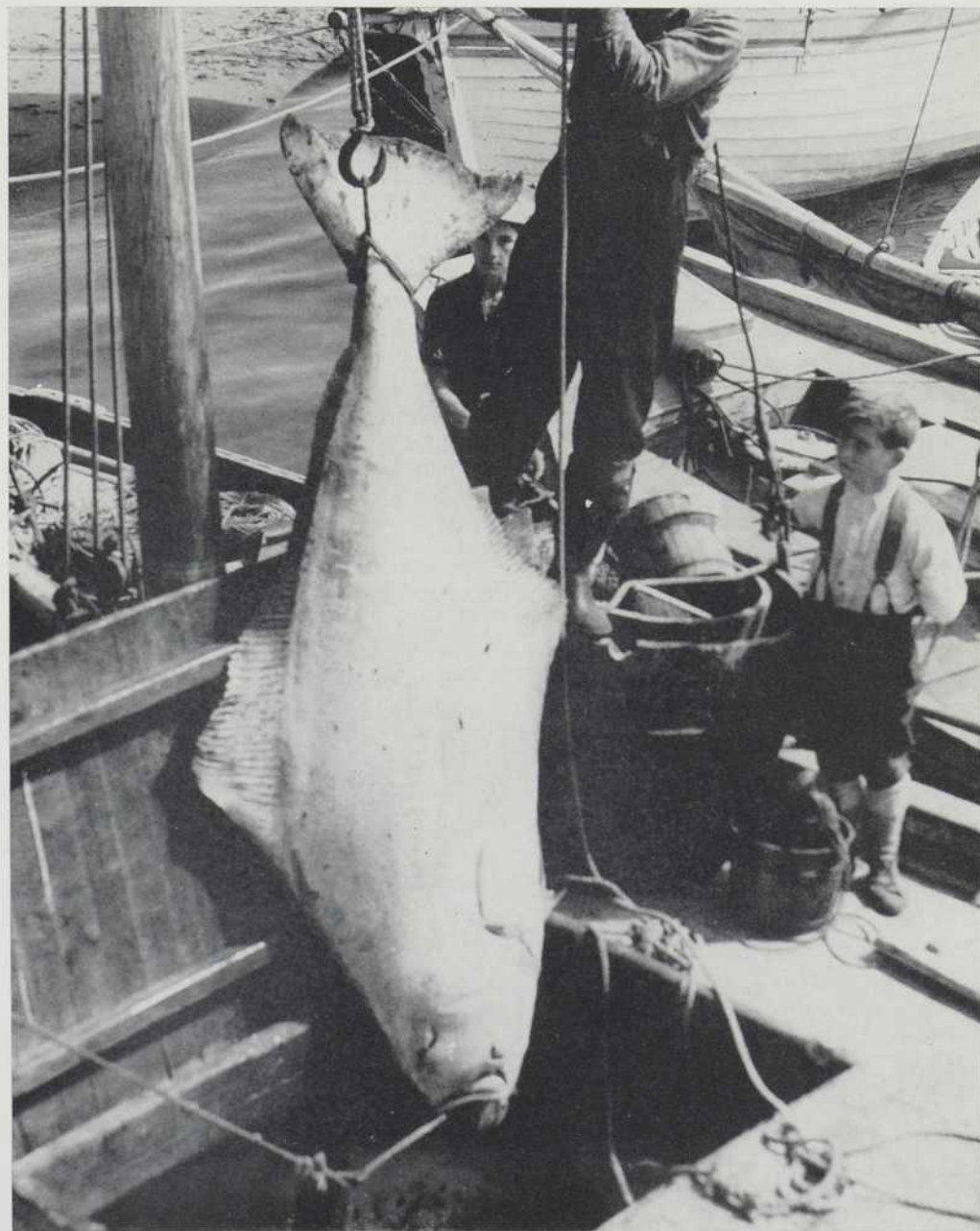
(Photographie et notes extraites d'une communication publiée par le *Camp des Jeunes Explos*, sciences naturelles, Joliette et cap Jaseux, Chicoutimi).

gueur et peser 1,500 livres. Très proches des thons sont les poissons-piques ou marlins (*Tetrapterus*) dont les mesures sont semblables : 14 pieds, 1,000 livres. Il faut aussi citer les mérous de l'Atlantique et en particulier le poisson juif tacheté *Epinephelus itajara* qui mesure jusqu'à huit pieds et pèse 693 livres.

Dans le golfe Saint-Laurent, on trouve un poisson curieux répandu d'ailleurs dans tout l'Atlantique nord : le flétan (*Hippoglossus hippoglossus*). Comme chez les plies, les carrelets, les soles, un oeil a rejoint l'autre du même côté de la tête au cours du développement embryonnaire. Ces étranges poissons peuvent d'autre

part devenir très grands (10 à 12 pieds de longueur) et très gros (500 livres).

Un des poissons osseux les plus curieux est assurément le poisson-lune : *Mola mola*. Il est appelé souvent poisson-tête : il semble, en effet, que toute la partie caudale de l'animal ait été amputée et qu'il ne reste que la tête. Or, malgré cette amputation apparente, ce poisson peut devenir très grand. Le plus grand qu'on ait mesuré et pesé provenait de l'Atlantique; il avait 10 pieds de longueur et pesait 1,200 livres. Mais en 1908, au large de Sydney en Australie, on a signalé un spécimen énorme mesurant plus de 10 pieds; son poids a été estimé à 4,400 livres.



Le Flétan (*Hippoglossus hippoglossus*), l'un des plus gros poissons pêchés dans tout l'Atlantique nord.

Les grands poissons d'eau douce

Il nous faut parler d'abord des poissons migrateurs anadromes qui effectuent leur croissance en mer mais qui viennent en eau douce pour se reproduire. Parmi ceux-ci, les esturgeons sont des poissons particulièrement intéressants : ils font partie d'un groupe intermédiaire entre les poissons cartilagineux et les poissons osseux; ils peuvent d'autre part, ce qui nous intéresse particulièrement ici, atteindre des tailles gigantesques.

Le plus grand est sans conteste le bélouga russe : *Huso huso* qui vit dans la mer Noire et la mer Caspienne et remonte les fleuves Danube et Volga. Les pêcheurs prennent assez souvent des spécimens de 13 pieds pesant environ une tonne. Le plus gros qu'on ait signalé mesurait 28 pieds et pesait près de 3,000 livres.

Vient ensuite l'esturgeon blanc *Acipenser transmontanus* qu'on trouve sur la côte Pacifique du Canada. Le plus gros spécimen dont on sait, de façon certaine, le poids et la longueur a été pris en 1912 : il mesurait 12 pieds et demi et pesait 1,285 livres : les oeufs seuls pesaient 125 livres. La tradition orale cependant affirme que cet esturgeon peut atteindre 1,800 livres.

Actualités marines (BEAULIEU, 1963) a déjà parlé des gros esturgeons noirs *Acipenser oxyrinchus* du Saint-Laurent, qui peuvent atteindre une longueur de neuf pieds et un poids de 410 livres. Nous ajouterons seulement qu'un spécimen de la même espèce, capturé sur les côtes des Etats-Unis, était parvenu à une longueur de 10 pieds et à un poids de 500 livres.

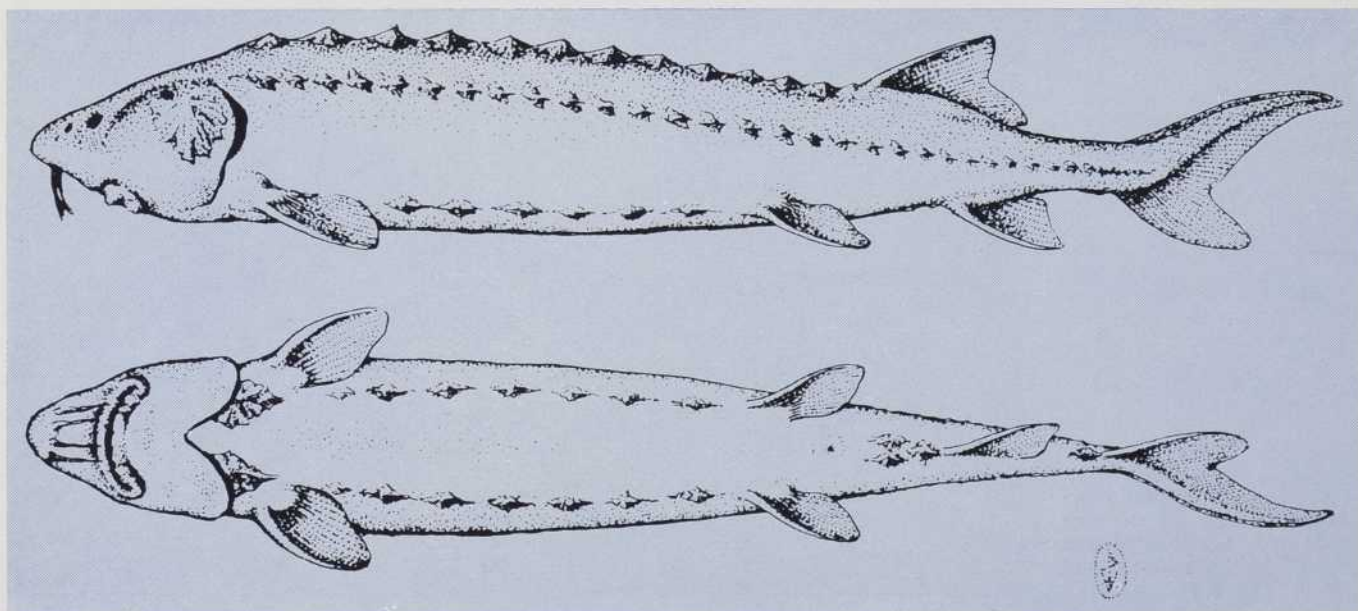
Proches des esturgeons se rangent les poissons-pelles, appelés ainsi parce que leur nez se prolonge par un rostre en forme de pelle qui surplombe la bouche. Une espèce, *Polyodon spathula*, se trouve dans la vallée du Mississipi, l'autre, *Psephurus gladius*, dans les grandes rivières de la Chine. Mais alors que la première ne dépasse guère quatre à cinq pieds, la deuxième pourrait atteindre 22 pieds de longueur.

Une autre famille de poissons primitifs, proche de celle des esturgeons, localisée à l'est des Etats-Unis et du Canada, est celle des lépisostées ou poissons armés. Ces poissons sont très caractéristiques avec leur corps recouvert d'écaillés losangiques et leur bouche allongée, garnie de dents pointues. Certains spécimens de cette famille peuvent atteindre des tailles et des poids respectables : 10 à 12 pieds pour *Lepisosteus tristoechus* et 10 pieds (300 livres) pour *Lepisosteus spathula*.

Avec ces poissons primitifs Chondrostéens (esturgeons, poissons-pelles) et Holostéens (lépisostées) viennent les vrais poissons osseux ou Téléostéens. Parmi eux, il faut faire une place à part aux énormes poissons rouges *Arapaima gigas* qui vivent au Brésil dans l'immense bassin de l'Amazone et dont *Actualités marines* a déjà parlé à propos de leur proche parent l'Arowana (ROY, 1962). Comme les poissons armés (*Lepisosteus*) et les poissons-castors (*Amia*), ils peuvent utiliser occasionnellement leur vessie natale pour la respiration. Ces curieux poissons peuvent atteindre une longueur de 15 pieds et un poids de 400 livres.

Viennent ensuite les hideux poissons-chats au corps gluant, dépourvus d'écaillés et portant des

Le plus grand des esturgeons, le Bélouga russe (*Huso huso*), qui vit dans la mer Noire et la mer Caspienne et remonte les fleuves Danube et Volga.
(Dessin d'après la photographie d'un spécimen conservé au Museum d'Histoire naturelle de Paris).



barbillons en forme de moustache. Le silure *Silurus glanis* originaire d'Europe centrale atteint neuf à dix pieds; son congénère afro-asiatique *Pangosius gigas* atteint à peu près la même taille et un poids de 250 livres; le poisson-chat américain *Philodictis olivaris* peut peser plus de 100 livres; la barbue *Ictalurus punctatus*, que l'on trouve dans le bassin du Saint-Laurent, jusqu'à 55 livres. Ces gros poissons-chats ont mauvaise réputation; on les accuse même de manger les enfants qui se baignent dans les rivières. Il semble cependant que ces accusations proviennent plus d'un sentiment de répulsion envers ces disgracieux animaux que d'observations réelles.

Rappelons brièvement, pour terminer, les records de poids atteints par quelques poissons d'eau douce : 70 livres pour le maskinongé *Esox Masquinongy* (fleuve Saint-Laurent); 44 livres pour le brochet du Nord *Esox lucius* (Etat de New York); 64 livres pour le touladi ou truite grise *Salvelinus namaycush*; 40 livres pour la truite brune *Salmo trutta* (Ecosse); 37.5 livres pour la truite arc-en-ciel *Salmo gairdneri*; 22 livres pour la ouananiche *Salmo salar* (Maine), le doré *Stizostedion vitreum* (Ontario) et l'achigan à grande bouche *Micropterus salmoides*.

Les grands reptiles actuels et disparus

Les alligators et la plupart des crocodiles actuels qui vivent dans les fleuves dépassent rarement la longueur de 21 pieds. Le crocodile des Philippines et de l'Océanie *Crocodylus porosus*, qui va en mer, peut atteindre cependant une longueur de 30 pieds. La tortue marine *Dermo-*

chelys coriacea bat tous les records de longueur et de poids chez les tortues, avec ses huit pieds de long et ses 1,540 livres. Notons que les tortues terrestres ne dépassent pas 660 livres.

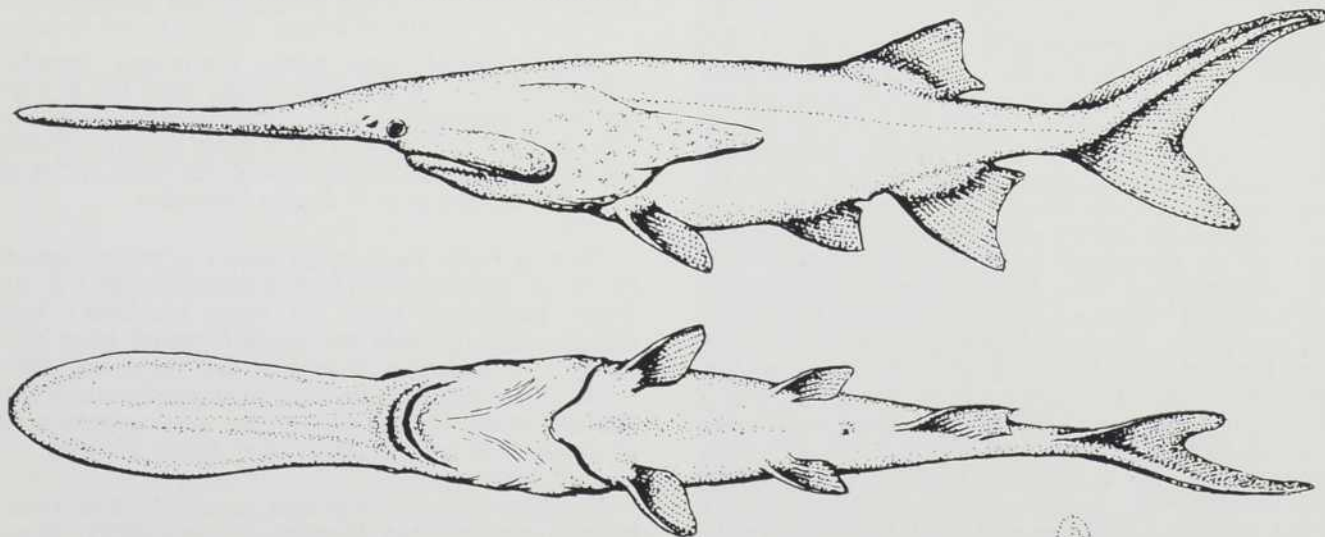
Ces grands reptiles actuels cependant ne sont que des nains à côté des gigantesques reptiles qui vivaient sur la terre il y a 150 millions d'années. Tous ces monstres étaient d'ailleurs plus ou moins adaptés à la vie aquatique. Les uns vivaient à demi immergés dans les lagunes des mers jurassiques, ce qui les aidait à supporter leur poids énorme. C'était le cas des Dinosaures parmi lesquels nous ne citerons que le *Brachiosaurus* long de 80 pieds et pesant 50 tonnes et le *Diplodocus* long de 90 pieds et pesant 35 tonnes.

Mieux adaptés à la vie marine étaient les Plésiosaures. Ils avaient cependant encore une forme bien curieuse; on les a décrits comme étant formés d'un serpent greffé sur un corps de tortue. Ces bêtes étranges étaient d'autre part énormes; elles atteignaient 50 pieds de long, le cou allongé et la tête minuscule mesurant à eux seuls 10 pieds au moins. Les Ichtyosaures enfin étaient franchement adaptés à la vie marine: cou réduit, membres pectoraux et pelviens transformés en nageoires, de même que la queue. Ces étranges reptiles pouvaient atteindre une taille de 40 pieds.

Les grands mammifères marins

Les reptiles détenaient tous les records de longueur et de poids il y a 150 millions d'années. Ce sont les mammifères qui les détiennent aujourd'hui, battant même ceux des reptiles géants

Une espèce de poisson-pelle, le *Polyodon spathula*, dont le nez se prolonge par un rostre en forme de pelle. Cette espèce se trouve dans la vallée du Mississipi. (Dessin d'après une photographie d'un spécimen conservé au Muséum d'Histoire naturelle de Paris).



du Secondaire. Le géant des mers est sans contredit la grande baleine bleue des mers arctiques *Balaenopterus musculus* qui atteint plus de 100 pieds et un poids de 150 tonnes. Or cet animal énorme qui doit absorber plus d'une tonne de nourriture par jour ne peut ingurgiter que ces petits animaux qui flottent au sein des mers formant le plancton. La grande baleine bleue en effet n'a pas de dents, mais uniquement des fanons qui servent précisément à filtrer le plancton de l'eau de mer.

Un autre cétacé énorme, qui possède des dents celui-là et qui est plus largement répandu dans le monde (Atlantique et Pacifique), est le cachalot *Physeter catodon*. Cet animal, dont la tête représente près du tiers de la longueur du corps, mesure près de 60 pieds. Il donne jusqu'à 10 tonnes d'huile appelée spermaceti. Comme on l'a signalé en Méditerranée, il est un des animaux marins à qui l'on a attribué l'honneur d'avoir hébergé Jonas, dans son estomac, durant trois jours.

Quelques réflexions biologiques au sujet de ces formes géantes

Nous venons de voir qu'il existe des animaux géants dans de nombreux embranchements du règne animal. Comment des animaux d'origines si diverses ont-ils pu atteindre de telles tailles, alors que dans les mêmes familles on trouve des espèces qui restent toujours beaucoup plus petites ? C'est la première question qui se pose naturellement à l'esprit après cette revue. La réponse n'est pas simple : la taille d'un animal dépend en effet de nombreux facteurs internes et externes souvent complexes, réagissant plus ou moins les uns sur les autres et, par conséquent, difficiles à analyser.

La constitution génétique d'un animal est évidemment un facteur primordial. Pour acquérir une grande taille et pour pouvoir survivre, avec cette grande taille, un individu doit posséder toute une série de mécanismes physiologiques parfaitement synchronisés. Ces mécanismes sont d'ailleurs encore peu connus : les grandes endocrines jouent certainement un rôle important; le métabolisme du calcium doit être particulièrement adapté; les processus reproducteurs sont souvent prolongés. C'est donc tout un ensemble d'adaptations physiologiques et une synchronisation parfaite de toutes ces adaptations qui expliquent que, dans un même groupe animal, certaines espèces peuvent atteindre des tailles gigantesques alors que d'autres restent petites. Mais la possibilité génétique de devenir très gros n'est pas suffisante pour qu'un individu donné puisse atteindre sa taille maximum. Il faut encore qu'il trouve dans le

milieu environnant les conditions qui lui permettront d'atteindre cette taille.

La vie dans l'eau est un élément favorable à cet égard. Nous avons vu en effet que les plus grands reptiles du Secondaire avaient une vie soit semi-aquatique, soit entièrement aquatique. D'autre part, les records de taille atteints par les animaux terrestres sont bien inférieurs à ceux des animaux aquatiques. Citons simplement, pour appuyer cette affirmation, l'exemple des plus grands animaux terrestres actuels, les éléphants, qui atteignent un poids de 18,000 livres.

Quels sont donc les avantages que présente la vie aquatique pour un animal. Tout d'abord — c'est le principe d'Archimède — l'eau aide à supporter les animaux. C'est un précieux avantage pour les animaux de grande taille : en effet lorsqu'un individu double sa taille, son volume et, par voie de conséquence, son poids sont huit fois plus grands; si la longueur est multipliée par 3, 4, 5, le poids sera multiplié par 3^3 , 4^3 , 5^3 , c'est-à-dire par 27, 64 et 125. Si l'animal vit sur terre, il devra posséder un squelette très solide et des membres puissants pour le soutenir. C'est ainsi que les éléphants de 18,000 livres ont des pieds de 18 pouces environ. Dans l'eau, le problème se trouve grandement simplifié : les animaux aquatiques possédant une densité à peine supérieure à celle de l'eau n'ont qu'un faible effort à fournir pour se maintenir et se déplacer.

C'est pour cette raison que la plupart des animaux terrestres ne peuvent pas dépasser une certaine taille limite. La plupart des animaux aquatiques par contre peuvent grandir toute leur vie; ils continuent à augmenter de taille et de poids même après leur maturité sexuelle. Les animaux les plus gros seront alors les plus vieux; d'où le problème de la longévité des animaux sur lequel nous reviendrons bientôt.

Cette faculté, que nous pourrions appeler « mécanique », de grandir toute leur vie à libre jeu de s'exercer par le fait que le milieu aquatique fournit une ample provision de nourriture. La faune aquatique est beaucoup plus riche et plus diversifiée que la faune terrestre.

Ce que nous venons de dire du milieu aquatique en général est évidemment valable à un degré supérieur pour les eaux marines : leur densité plus grande offre un support plus efficace et la richesse faunique des mers est sans limite. Les mers offrent en plus un élément important pour l'épanouissement des animaux de grande taille : un espace vital quasi illimité.

Plus un animal est grand, en effet, plus il exige un espace vital étendu (J. ROSSET). Nous avons vu les énormes besoins de nourriture des

baleines : plus d'une tonne par jour. Il est donc nécessaire que ces animaux bénéficient d'un plus grand territoire de chasse que d'autres petits animaux. La mer immense leur offre ce vaste champ d'action.

Nous venons de voir comment certains animaux pré-adaptés pouvaient grandir de façon démesurée dans le milieu aquatique. Mais une deuxième question se pose alors à l'esprit : est-ce que l'acquisition d'une grande taille est un avantage ou un inconvénient pour un animal ? C'est ce que nous allons examiner rapidement maintenant.

Un des avantages de posséder une grande taille est évident. Les animaux les plus grands, les plus gros, sont aussi les plus forts et dans cette implacable lutte pour la vie qui sévit dans le règne animal, ce sont les forts qui survivent en écrasant les faibles.

Il existe un autre avantage conféré à ces animaux par leur taille : il est d'ordre interne, physiologique. Le paléontologiste WATSON a en effet démontré que « le rendement énergétique de deux animaux de même espèce se solde par un avantage pour le plus lourd des deux. » (ROSSET, 1962).

Si les avantages de posséder une grande taille sont certains, les inconvénients ne le sont pas moins. Ces inconvénients découlent d'ailleurs des divers facteurs internes et externes nécessaires à l'épanouissement et à la survie de ces animaux géants.

Nous avons vu tout d'abord que ces animaux devaient posséder des mécanismes physiologiques divers et parfaitement synchronisés. Mais cette adaptation parfaite entraîne une spécialisation telle que le moindre changement dans le milieu externe pourra amener des catastrophes. On peut dire que la survie des espèces géantes est toujours problématique.

Nous avons vu aussi que ces animaux ont besoin d'un grand espace vital ; mais alors la densité de la population devient très faible et les chances de reproduction seront réduites d'autant.

L'avenir des espèces géantes

Au terme de l'étude qui précède, il semble difficile de prédire à priori les chances de survie des espèces géantes. Les avantages physiologiques de posséder une grande taille et les facilités qu'offre le milieu aquatique à ces espèces semblent être pour elles un gage certain de survie et d'épanouissement. Par contre, les inconvénients physiologiques du gigantisme et la disparition des reptiles géants du Secondaire nous

inciteraient plutôt à les considérer comme des fins de séries évolutives en voie d'extinction. Le fait que l'on capture de moins en moins de ces monstres aquatiques viendrait corroborer cette dernière hypothèse. La conclusion la plus logique à laquelle nous aboutissons à ce stade est que la survie de ces espèces reste toujours problématique, que leurs chances sont plus ou moins grandes suivant les conditions externes.

Mais voici que dans l'évolution naturelle du monde, un être est apparu, doué d'intelligence et par là capable d'orienter lui-même l'évolution. L'homme, en effet, bien que d'apparition

Un mérrou géant, espèce de bar des mers chaudes. (FAO, photo reproduite du *Courrier de l'Unesco*, juillet-août 1960, nos 7-8).



récente, a déjà eu une influence profonde sur le destin des espèces animales. Des espèces ont déjà disparu à cause de lui. Les espèces géantes pourront subir ce sort car elles constituent non seulement une proie alléchante d'un point de vue pécuniaire mais aussi l'objet d'une prouesse sportive. Mieux encore l'homme peut aussi sauvegarder les espèces animales qui sembleraient condamnées à mort par le libre jeu des lois naturelles. Des mesures ont été prises pour sauver les baleines. D'autres mesures devront être prises, avant qu'il ne soit trop tard, pour protéger les autres espèces géantes qui vivent encore au sein des eaux douces et marines du globe terrestre.

Bibliographie

BEAULIEU, G. 1963. Captures d'esturgeons noirs de grande taille dans le Saint-Laurent. *Actualités marines*, 7 (2) : 12-13.

DICKINSON, W.M.E. 1960. *Handbook of Wisconsin Fishes*.

FREDOL, A. 1865. *Le monde de la mer*. Hachette, Paris.

NORMAN, J.R. et F.C. FRASER. 1938. *Giant Fishes, Whales and Dolphins*. Norton, New York, 361 p.

NORMAN, J.R. et F.C. FRASER. 1949. *Field Book of Giant Fishes*. Putnam, N.Y., 376 p.

PINNER, E. 1951. *Curious Creatures*. Yonathan Cope, London, 256 p.

POIRIER, R. 1957. Cent-vingts histoires de bêtes d'ici et d'ailleurs. Librairie Gründ, Paris, 542 p.

ROSSET, J. 1962. Réflexions sur le gigantisme. *Cahiers d'études biologiques*, Lyon, 8-9 : 143-150.

ROY, J.-M. 1962. L'Arowana, l'aristocrate des poissons. *Actualités marines*, 6 (2) : 15-18.

SCHULTZ, L.P. 1948. *The Ways of Fishes*. Van Nostrand, Toronto, pp. 153-166.

VERRIL, A.H. 1941. Moeurs étranges des poissons. Payot, Paris, 239 p.

VOLUMES RÉCENTS

KERWIN, Larkin. — 1964

Introduction à la physique atomique, Les Presses de l'Université Laval, Québec, et Gauthiers-Villars, Paris ; XIV, 439 pages.

Dans cet ouvrage du professeur Larkin Kerwin, directeur du Département de Physique de l'Université Laval, on nous livre une initiation aux connaissances actuelles sur la composition de l'univers. L'auteur n'a cependant pas la prétention d'avoir choisi toutes les meilleures solutions dans cette démarche d'explication : « *Plusieurs modes de description se montrent possibles et même utiles ; dans ce livre, nous nous sommes attachés à l'un des plus beaux et des plus fructueux : le modèle atomique.* » (p. 402).

Divisée en quatre principales parties et en treize chapitres, cette initiation est écrite d'une façon systématique et claire. Une introduction, « *La théorie atomique de l'Univers* », décrit brièvement la place occupée par la science dans le monde actuel, l'importance de la recherche scientifique, quelques théories de la description de l'univers qui nous amènent finalement à celle de l'atome.

Puis c'est, dans la deuxième partie, l'atomicité de la matière, l'atomicité de l'électricité, de l'énergie et enfin de l'espace et du temps. Tous ces développements sont introduits en se basant toujours sur des indications et des preuves expérimentales.

Dans la troisième partie du volume, les éléments sont déjà en place pour la description de l'atome et les structures d'atomes. Par un développement tout à fait ordonné, logique, l'ouvrage nous conduit de l'atome simple d'hydrogène jusqu'aux systèmes superterrrestres. Les étapes suivies sont : l'atome monoélectrique, les atomes complexes, les modèles moléculaires, les modèles de cristaux et les grands systèmes dans l'univers.

Mais une telle description ne serait complète si on oubliait de traiter de la structure interne de l'atome :

la quatrième partie s'intitule « *Au coeur de l'atome* ». La radioactivité nous achemine vers la structure nucléaire et les particules élémentaires.

Voilà une vue d'ensemble très schématique de ce manuel d'introduction à la physique atomique. Les démonstrations mathématiques sont faciles pour l'étudiant de la fin du secondaire scientifique ou celui des dernières années du collégial. Cette introduction sera certes d'une grande utilité pour ceux qui se destinent aux carrières de sciences pures ou appliquées ; elle complète les cours de physique et de chimie donnés aux années terminales du collégial spécialisé ou du secondaire dit « scientifique ».

Cet ouvrage avait d'abord été publié en anglais, en 1963, chez Holt Rinehart and Winston Inc., New York. Cette version française est l'oeuvre de Michel de Celles. *Introduction à la physique atomique* est en vente chez l'éditeur, aux Presses de l'Université Laval, case postale 2447, Québec, au prix de \$9.00 l'unité. (Cartonné, format 6 sur 9 pouces).

André BRUNEAU.

GUINOCHET, M. — 1965

Notions fondamentales de botanique générale Masson et Cie, Editeurs, 120, boulevard Saint-Germain, Paris 6e, 446 pp.

Cet ouvrage vient d'être publié par le professeur Marcel Guinochet de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. Il est destiné à l'usage des candidats au S.P.C.N. et à la Licence ès Sciences. Il est divisé en quatre parties : morphologie générale des végétaux vasculaires, cytologie, anatomie et mécanismes cytologiques de la reproduction. Les connaissances de base des divers niveaux de la morphologie végétale, macroscopique, microscopique et infra-microscopique, sont présentées dans un esprit nouveau et moderne. L'ouvrage est abondamment illustré (372 figures) et inclut un riche index alphabétique.

Jean R. BEAUDRY.

Calendrier des migrations d'automne

(3e partie)

par Raymond CAYOUILLE et Max BOUCHER

Pie-grièche boréale (Northern Shrike)
Migrateur venant du nord, hiverne en nos régions.
Montréal (30) : 14 oct.-22 déc.
Québec (31) : 9 oct.-25 déc.

Etourneau sansonnet (Starling)
Espèce introduite d'Europe. Plusieurs hivernent en nos régions. Migration imprécise.

Viréo à gorge jaune (Yellow-throated Vireo)
Montréal (15) : 2 sept.-1 oct.

Viréo à tête bleue (Solitary Vireo)
Montréal (20) : 15 sept.-25 oct.
Québec (9) : 8 sept.-14 oct.

Viréo aux yeux rouges (Red-eyed Vireo)
Montréal (25) : 12 sept.-21 oct.
Québec (16) : 9 sept.-12 oct.

Viréo de Philadelphie (Philadelphia Vireo)
Montréal (15) : 14 août-2 oct.

Viréo mélodieux (Warbling Vireo)
Montréal (20) : 2 sept.-3 oct.

Fauvette noire et blanche (Black-and-white Warbler)
Montréal (23) : 3 sept.-1 oct.
Québec (10) : 3 sept.-9 oct.

Fauvette obscure (Tennessee Warbler)
Montréal (22) : 21 sept.-15 oct.
Québec (7) : 23 sept.-21 oct.

Fauvette à joues grises (Nashville Warbler)
Montréal (27) : 12 sept.-29 oct.
Québec (9) : 22 sept.-21 oct.

Fauvette parula (Parula Warbler)
Montréal (25) : 26 août-15 oct.
Québec (9) : 5 sept.-22 oct.

Fauvette jaune (Yellow Warbler)
Montréal (27) : 22 août-4 oct.
Québec (11) : 13 août-9 sept.

Fauvette à tête cendrée (Magnolia Warbler)
Montréal (19) : 20 sept.-11 oct.
Québec (15) : 2 sept.-13 oct.

Fauvette tigrée (Cape May Warbler)
Montréal (22) : 29 juil.-8 oct.

Fauvette bleue à gorge noire (Black-throated Blue Warbler)
Montréal (22) : 13 sept.-25 oct.
Québec (9) : 16 sept.-12 oct.

Fauvette à croupion jaune (Myrtle Warbler)
Montréal (79) : 29 juil.-15 déc.
Vagués : 12 sept.-13 oct.



Pie-grièche boréale



Etourneau sansonnet



Viréo aux yeux rouges



Fauvette à poitrine baie



Fauvette noire et blanche



Fauvette des ruisseaux



Fauvette jaune



Fauvette triste



Fauvette bleue à gorge noire



Fauvette flamboyante

Québec (61) : 21 juil.-27 nov.
Vagués : 17 sept.-7 oct.

Fauvette verte à gorge noire (Black-throated Green Warbler)
Montréal (28) : 22 sept.-25 oct.
Québec (17) : 8 sept.-14 oct.

Fauvette à gorge orangée (Blackburnian Warbler)
Montréal (23) : 29 août-3 oct.
Québec (8) : 3 sept.-23 oct.

Fauvette à flancs marron (Chestnut-sided Warbler)
Montréal (18) : 7-26 sept.
Québec (12) : 2-30 sept.

Fauvette à poitrine baie (Bay-breasted Warbler)
Montréal (41) : 29 juil.-30 oct.
Québec (11) : 20 août-23 sept.

Fauvette rayée (Blackpoll Warbler)
Montréal (26) : 17 août-16 oct.
Québec (7) : 15 août-30 sept.

Fauvette des pins (Pine Warbler)
Montréal (12) : 26 août-3 oct.

Fauvette à couronne rousse (Palm Warbler)
Montréal (19) : 7 août-15 oct. (22 nov. '58)
Québec (6) : 20 sept.-1 nov. (12 nov. '61)

Fauvette couronnée (Ovenbird)
Montréal (12) : 5 sept.-5 oct.
Québec (8) : 2 sept.-22 sept.

Fauvette des ruisseaux (Northern Waterthrush)
Montréal (11) : 5 sept.-12 oct.
Québec (8) : 2 sept.-29 sept.

Fauvette triste (Mourning Warbler)
Montréal (10) : 21 août-2 oct.

Fauvette masquée (Yellowthroat)
Montréal (30) : 9 sept.-15 nov.
Québec (15) : 21 sept.-19 oct.

Fauvette à calotte noire (Wilson's Warbler)
Montréal (19) : 18 août-1 oct.
Québec (22) : 11 août-28 sept.

Fauvette du Canada (Canada Warbler)
Montréal (19) : 29 août-9 oct.
Québec (7) : 4 sept.-25 sept.

Fauvette flamboyante (American Redstart)
Montréal (26) : 12 sept.-7 oct.
Québec (14) : 2 sept.-30 sept.

Moineau domestique (House Sparrow)
Espèce importée d'Europe. Sédentaire.

Goglu (Bobolink)

Montréal (20) : 23 août-28 sept.
Vagues : 9 sept.-10 sept.
Québec (14) : 31 août-22 sept.
Vagues : 23 août-28 août



Goglu

Sturnelle des prés (Eastern Meadowlark)

Montréal (42) : 4 oct.-12 nov.
Québec (9) : 2 oct.-7 nov.



Sturnelle des prés

Carouge à épaulettes

(Redwing Blackbird)
Montréal (43) : 3 oct.-26 déc.
Vagues : 23 sept.-2 nov.
Québec (15) : 9 oct.-12 nov. (déc. '51)
Vagues : 27 août-16 sept.

Oriole de Baltimore (Baltimore Oriole)

Montréal (20) : 28 août-15 sept.

Mainate rouilleux (Rusty Blackbird)

Montréal (37) : 30 août-29 nov.
Québec (25) : 1 sept.-28 nov. (10 août '42)
De passage probablement dans les régions du sud.



Sizerin à tête rouge

Mainate bronzé (Common Grackle)

Montréal (46) : 20 oct.-27 déc.
Vagues : 11 août-20 oct.
Québec (45) : 6 oct.-30 déc. Hivernent rarement.
Vagues : 25 août-10 oct.



Chardonneret jaune

Vacher (Brown-headed Cowbird)

Montréal (40) : 8 oct.-27 nov.
Vagues : 8 oct.-31 oct.
Québec (11) : 24 sept.-20 nov.
Vagues : 24 sept.-17 oct.



Mainate bronzé

Tangara écarlate (Scarlet Tanager)

Montréal (18) : 9 sept.-1 oct.
Québec (7) : 11 sept.-22 sept.



Vacher

Gros-bec à poitrine rose

(Rose-breasted Grosbeak)
Montréal (17) : 6 sept.-1 oct.
Québec (9) : 4 sept.-22 sept.



Pinson familial

Bruant indigo (Indigo Bunting)

Montréal (12) : 5 sept.-25 sept.



Junco ardoisé

Gros-bec errant (Evening Grosbeak)

Mouvements migratoires imprécis. Cette espèce originaire de l'Ouest américain, depuis environ 25 ans, s'est répandue dans l'Est où elle se rencontre maintenant en été. Elle semble avoir un mouvement de migration nord-sud, plus ou moins régulier. Plusieurs individus cependant hivernent dans les régions du sud de la province.



Gros-bec errant

Gros-bec des pins (Pine Grosbeak)

Hivernent à Montréal, Québec, Lac Saint-Jean et Rimouski. Dates d'arrivée :
Montréal (22) : 14 oct.-23 nov.
Québec (25) : 6 oct.-8 nov.

Sizerin à tête rouge (Common Redpoll)

Niche au nord des régions mentionnées. Hivernent à Montréal, Québec, Lac Saint-Jean et Rimouski. Dates d'arrivée :
Montréal (20) : 3 oct.-7 nov.
Québec (25) : 10 oct.-9 nov.

Chardonneret des pins (Pine Siskin)

Déplacements irréguliers.

Chardonneret jaune (American Goldfinch)

Quelques individus hivernent irrégulièrement.
Montréal (37) : 25 oct.-30 déc.
Québec (15) : 11 oct.-30 déc.

Bec-croisé rouge (Red Crossbill)

Bec-croisé à ailes blanches (White-winged Crossbill)
Déplacements irréguliers.

Pinson des prés (Savannah Sparrow)

Montréal (34) : 10 sept.-23 oct.
Québec (10) : 29 sept.-28 oct.

Pinson vespéral (Vesper Sparrow)

Montréal (28) : 26 sept.-5 nov.
Québec (7) : 24 sept.-3 nov.

Junco ardoisé (Slate-colored Junco)

Quelques individus hivernent.
Montréal (68) : 23 août-31 déc.
Vagues : 17 sept.-23 oct.
Québec (54) : 13 août-30 déc.
Vagues : 29 sept.-18 oct.

Pinson hudsonien (Tree Sparrow)

Migrateur de passage. Quelques individus hivernent.
Montréal (53) : 21 sept.-31 déc.
Vagues : 21 oct.-5 nov.
Québec (38) : 15 sept.-31 déc.
Vagues : 17 oct.-21 oct.

Pinson familial (Chipping Sparrow)

Montréal (28) : 11 oct.-5 nov.
Vagues : 2 sept.-28 sept.
Québec (20) : 1 oct.-24 oct.
Vagues : 20 sept.-22 sept.

Pinson des champs (Field Sparrow)

Montréal (12) : 2 sept.-15 oct.

Pinson à couronne blanche

(White-crowned Sparrow)
Migrateur de passage.
Montréal (60) : 10 sept.-2 nov.
Vagues : 25 sept.-10 oct.
Québec (58) : 8 sept.-31 oct.
Vagues : 30 sept.-13 oct.

Pinson à gorge blanche
(White-throated Sparrow)

Hivernent rarement.
Montréal (51) : 13 oct.-21 nov.
Vagues : 17 sept.-22 oct.
Québec (49) : 19 oct.-23 nov.
Vagues : 9 sept.-1 oct.

Pinson fauve (Fox Sparrow)

Migrateur de passage.
Montréal (42) : 23 sept.-27 nov.
Québec (26) : 26 sept.-21 nov.

Pinson de Lincoln (Lincoln's Sparrow)

Montréal (23) : 21 sept.-18 oct.
Québec (15) : 5 sept.-25 oct.

Pinson des marais (Swamp Sparrow)

Montréal (22) : 23 sept.-29 oct.
Québec (15) : 14 sept.-4 nov.



Pinson chanteur



Pinson à gorge blanche



Pinson fauve



Plectrophane des neiges

Pinson chanteur (Song Sparrow)

Quelques individus hivernent irrégulièrement.
Montréal (40) : 13 oct.-27 déc.
Vagues : 8 sept.-13 oct.
Québec (36) : 3 oct.-26 déc.

Bruant lapon (Lapland Longspur)

Niche dans les régions arctiques. Hivernent à Montréal, Trois-Rivières, Québec, Lac Saint-Jean et Rimouski. Dates d'arrivée :
Montréal (8) : 22 oct.-3 déc.

Plectrophane des neiges (Snow Bunting)

Niche dans les régions arctiques. Emigre vers le sud. Hivernent dans ces régions. Dates d'arrivée :
Montréal (25) : 8 oct.-23 nov.
Québec (18) : 6 oct.-16 nov.

Explications

Les deux premières parties de ce CALENDRIER ont été publiées respectivement dans ces numéros du JEUNE SCIENTIFIQUE : volume I, novembre 1962, pp. 11-13, décembre 1962, pp. 33-35.

Diverses circonstances nous ont empêché de publier plus tôt cette 3e et dernière partie. Nous espérons réparer bientôt ce contretemps en réunissant ces trois articles dans un même tiré à part.

Pour faciliter l'interprétation de ces notes, voici quelques explications.

Ce calendrier mentionne les dates de départs et d'arrivées (automne) pour les oiseaux des régions de QUÉBEC et de MONTREAL seulement. Chacune de ces dates est basée sur au moins six mentions d'observateurs.

La région de MONTREAL décrite ici comprend toutes les localités incluses entre la frontière sud du Québec et la ville de l'Assomption, sur le Saint-Laurent, ainsi que toutes les localités sises aux mêmes latitudes dans cette région. La région de QUÉBEC comprend les localités situées entre Champlain et Kamouraska.

Le chiffre entre parenthèses (...) après le nom de la région indique le nombre de notes (mentions) qui ont servi au calcul des dates de départs ou d'arrivées des oiseaux. Il n'indique pas le nombre d'années d'observation. Là où les notes sont nombreuses, ce chiffre peut être un indice précieux de l'abondance de l'espèce.

Les dates mentionnées sont généralement les dates extrêmes de départs ou d'arrivées; les plus hâtives ou tardives n'ont pas été indiquées ici. Dans plusieurs cas, nous ajoutons les dates de « vagues de migration » ou *peaks* en anglais.

Ce calendrier des migrations d'automne n'est certes pas complet; il y aura toujours des détails à ajouter ou à corriger. Nous le présentons aux amateurs d'ornithologie en espérant leur fournir un premier guide dans leurs observations.



Photo prise à 19,000 pieds d'altitude montrant un « petit » *cumulo-nimbus* incorporé dans une couche d'*altocumulus*, cette dernière couche ne dépassant pas 10,000 pieds.

La formation des nuages

par Raymond PERRIER

Les nuages exercent sur l'homme éveillé aux phénomènes naturels, une forte attirance. Nous avons tous admiré, par un bel après-midi d'été, les bourgeonnements des *cumulus* ou les formes fibreuses et changeantes des *cirrus*. Certains nuages ne semblent exister que pour décorer le firmament, tels les *cirrus* ou les *cumulus* de beau temps. Par ailleurs, les *cumulo-nimbus*, par leurs déploiements spectaculaires commandent toujours le respect de l'homme.

D'où viennent les nuages ? De quoi sont-ils faits ? Comment prennent-ils naissance ? A l'école élémentaire on nous a dit que l'air contient de la vapeur d'eau, que, par condensation, cette vapeur se transforme en fines gouttelettes et que les nuages sont des amas de gouttelettes d'eau en suspension dans l'air.

Sans doute, cette explication suffit à satisfaire temporairement la curiosité mais on voudra approfondir le phénomène de la condensation, le pourquoi des formes variées des nuages, savoir comment certains nuages donnent de la pluie ou de la grêle et d'autres aucune précipitation.

Comment s'effectue la condensation

Pour aborder simplement le phénomène de la condensation, pensons à une expérience que nous avons tous vécue, celle de la formation d'une buée sur un verre d'eau par une journée chaude et humide.

Disons qu'il fait 80° F., que l'humidité relative de l'air est de 80% et que nous tenons en main un verre d'eau glacée. L'air venant en contact avec le verre est près de 32° F. A cause du refroidissement, l'humidité relative de l'air augmente aux abords immédiats du verre. Vient un moment où l'air refroidi est saturé de vapeur d'eau; une buée apparaît sur la paroi du verre, suivie de la formation de gouttelettes d'eau.

Dans l'atmosphère nous n'avons rien pouvant jouer le rôle de la paroi du verre de notre exemple pour amener la saturation de la vapeur d'eau. Le refroidissement nécessaire pour amener la saturation se produit autrement. Ordinairement, l'air humide est soulevé dans l'atmosphère par une *surface frontale* (voir Figure

1) par exemple, ou par un réchauffement à la surface du sol. Au cours de son ascension, l'air se refroidit par détente adiabatique.

En effet, si nous suivons une parcelle d'air dans son mouvement d'ascension, nous pouvons constater que la pression atmosphérique qui s'exerce sur elle diminue constamment. La parcelle d'air occupe un volume de plus en plus grand et se refroidit par expansion. Le refroidissement contribue à faire augmenter graduellement l'humidité relative de l'air jusqu'au moment où elle atteint 100%. L'air est alors saturé d'eau et on observe un début de condensation, c'est la formation du nuage qui s'amorce.

La « chambre de Wilson »

Au cours de ses recherches sur l'atmosphère, vers 1890, Charles Thompson Rees Wilson, physicien écossais (1869-1960), mit au point la « chambre de condensation », celle-là même qui devait jouer plus tard un rôle important comme détecteur de particules atomiques. Cette chambre était conçue pour répéter en vase clos les

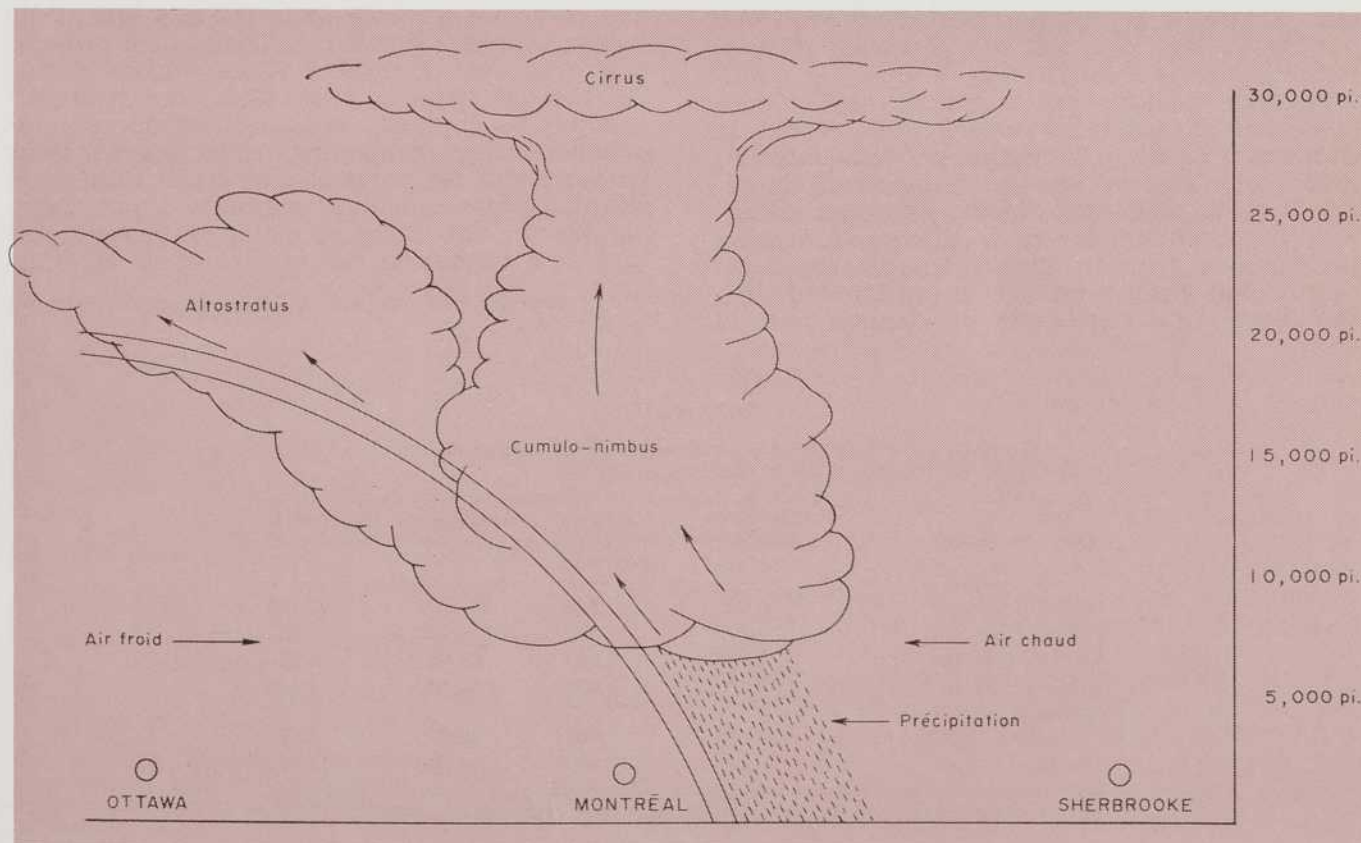
phénomènes de condensation et de formation des nuages. Ainsi, par expansion rapide de l'air dans la chambre de condensation, le physicien pouvait faire apparaître à volonté de petits nuages, contrôler les conditions d'expansion et mesurer diverses caractéristiques de l'air dans la chambre. Mais, en 1897, Wilson eut l'idée d'introduire dans sa chambre de condensation de l'air humide mais *filtré*, donc débarrassé de toutes impuretés.

En diminuant la pression dans la chambre, il s'aperçut que l'air humide pouvait dépasser le point de saturation sans qu'il y ait formation de nuage. En fait, l'humidité relative de l'air pouvait augmenter jusqu'à des valeurs de l'ordre de 800% sans que se produise la condensation. Wilson découvrit qu'un nuage de condensation se produisait finalement lorsque l'humidité relative atteignait des valeurs supérieures à 800%. Il expliqua cette condensation spontanée par l'agglomération des molécules d'eau, agglomération qui se trouve favorisée par des fluctuations microscopiques de densité dans la vapeur d'eau. Ces fluctuations prennent naissance lorsque l'humidité relative est très élevée.

Figure 1. Soulèvement frontal.

Cette coupe verticale montre le soulèvement de l'air causé par l'avance d'un front froid se déplaçant rapidement vers l'est. La masse d'air froide agit comme un coin qui se glisse sous l'air chaud et le soulève, provoquant la formation des nuages indiqués.

L'échelle verticale est fortement exagérée par rapport à l'échelle horizontale.



Les « microbes de la condensation »

La découverte était d'importance. On savait bien que l'humidité relative de l'air ambiant n'atteint jamais des valeurs aussi hautes que 800%. Tout au plus atteint-elle occasionnellement les 100%. Et pourtant, la vapeur d'eau atmosphérique se condense et forme des nuages jour après jour... C'est que l'air que nous respirons est loin d'être pur. Il contient en quantités phénoménales de fines particules en suspension sur lesquelles la vapeur d'eau vient se condenser. Ces particules qu'on a appelé « *noyaux de condensation* » servent d'amorce et permettent aux molécules d'eau de s'agglomérer et de former de fines gouttelettes d'eau à peu près au point de saturation de la vapeur d'eau. Ces minuscules noyaux jouent le rôle que jouait la paroi froide du verre d'eau glacée, dans l'exemple donné plus haut.

Ces particules sont solides pour la plupart. Ainsi, chaque fois qu'il y a combustion, les fumées qui s'élèvent dans l'atmosphère contiennent un nombre considérable de « *noyaux de condensation* ». Les fumées des villes, celles des feux de forêt, celles des volcans fournissent une bonne partie des noyaux présents dans l'atmosphère. On aura une idée du nombre astronomique de particules présentes dans l'atmosphère en consultant le TABLEAU I.

La pollution de l'air au-dessus des grands centres a atteint les proportions d'un problème majeur et l'on pourrait se demander si, avec l'accroissement constant des sources de pollution, nous n'allons pas augmenter les nuages au-dessus de nos têtes jusqu'à nous cacher la présence du soleil ? En réalité, sur l'ensemble du globe, on n'observe pas de changement appréciable de la nébulosité depuis plusieurs décennies. L'atmosphère des villes est cependant à tel point pollué que l'on observe fréquemment au-dessus des grands centres un « *dôme de fin brouillard* » qui représente un danger pour la

santé des gens. L'augmentation considérable de « *noyaux de condensation* » au-dessus des villes est responsable de ce brouillard.

Le rôle du sel marin

Il y a différents types de *noyaux de condensation* et les meilleurs, les plus efficaces, sont ceux qui ont une plus grande affinité pour les molécules d'eau. Les noyaux de nature hygroscopique, c'est-à-dire ceux qui absorbent facilement des molécules d'eau, pourquoi croître et devenir des gouttelettes à des humidités inférieures à 100%. Nous savons tous, par exemple, que le sel absorbe facilement de la vapeur d'eau. Il est probable que vous vous en êtes rendu compte par une journée d'été chaude et humide alors que vous avez essayé de saler vos aliments. Les grains de sel absorbent suffisamment de molécules d'eau et s'agglomèrent au point de ne plus passer par les trous de la salière.

Or, il existe dans l'atmosphère des noyaux de condensation formés de grains de sel. C'est Kinch qui, vers 1890, découvrit la présence de chlore dans l'eau de pluie et avança l'hypothèse de la présence de sel marin dans l'atmosphère. Tout le long des continents et à la grandeur des océans, les vagues déferlent en formations continuellement renouvelées. Ces vagues se brisent sur elles-mêmes ou viennent se briser sur les côtes. On peut observer les jets d'eau et d'écume que la vague projette dans les airs lorsqu'elle frappe une berge rocheuse. L'eau ainsi projetée dans l'air ne retourne à l'océan qu'en partie. De fines gouttelettes d'eau salée sont transportées par les courants aériens et s'évaporent rapidement. En s'évaporant, elles laissent dans l'atmosphère des particules de sel de dimension microscopique (quelques microns) * qui, transportées sur des milles de distance, servent plus tard à la formation des nuages et de la pluie.

* Un micron vaut un dix-millième de centimètre ou 10^{-4} cm.

TABLEAU I

« Noyaux de condensation » contenus dans l'atmosphère pour différents types de région (d'après Landsberg 1938).

Type de région	Nombre d'observations	Concentration (1) moyenne	Maximum moyen	Minimum moyen
Grande ville	2,500	147,000	379,000	49,100
Petite ville	4,700	34,300	114,000	5,900
Région intérieure	3,500	9,500	66,500	1,050
Région côtière	2,700	9,500	33,400	1,560
Montagne :				
1,500 - 3,000 pi.	870	6,000	36,000	1,390
Océan	600	940	4,860	840

(1) Concentration exprimée en noyaux par centimètre cube.

Récemment, un groupe de chercheurs a découvert un processus naturel de formation de noyaux de sel marin encore plus important que celui que nous venons de décrire. L'éclatement de bulles d'air à la surface de l'eau salée est responsable de la formation de la majeure partie des noyaux de sel marin dans l'atmosphère. Le schéma de la Figure 2 montre comment l'éclatement d'une bulle d'air à la surface de l'eau crée un minuscule jet d'eau qui projette dans l'air de 5 à 10 gouttelettes. Après formation, ces gouttelettes d'eau salée diminuent de volume par évaporation et deviennent suffisamment petites pour être transportées par les courants aériens. Woodcock a d'ailleurs réussi à photographier le phénomène à l'aide d'un cinécaméra extrêmement rapide (3,000 images-seconde).

Ce mécanisme de formation de noyaux de sel marin peut sembler anodin. Pour donner une idée de son efficacité, disons simplement qu'à la suite d'une tempête qui avait persisté pendant trois jours sur la mer Adriatique, on releva la présence d'une couche de sel marin d'un millimètre et demi d'épaisseur sur une superficie de 8,000 kilomètres carrés dans le nord de l'Italie.

Comment se comportent les « noyaux de condensation »

Mais pourquoi faut-il des noyaux pour amorcer la condensation ? En réalité, les noyaux ne

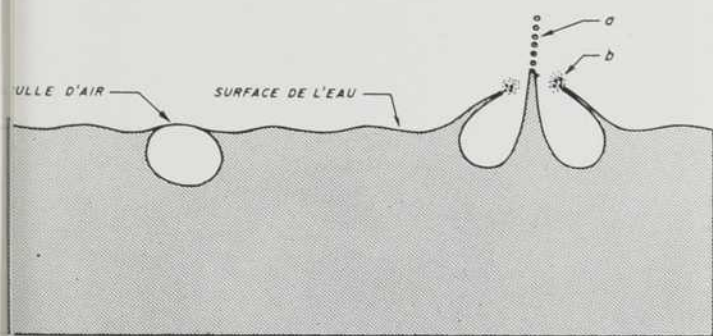


Figure 2. Formation des noyaux de sel marin lors de l'éclatement des bulles d'air.

- Gouttelettes de saumure formées lors de la désintégration du minuscule jet d'eau (5 à 10 par jet).
- Particules beaucoup plus nombreuses mais aussi beaucoup plus petites formées par l'éclatement de la « membrane » superficielle de la bulle. (D'après Mason).

sont pas essentiels. Nous avons vu, plus haut, que Wilson observait la condensation, en l'absence de noyaux, lorsque l'humidité relative de l'air dépassait 800%.

Lorsque nous disons que la condensation a formé une gouttelette d'eau, nous voulons dire qu'un nombre suffisamment grand de molécules d'eau se sont réunies pour former une gouttelette liquide. En l'absence d'un noyau de condensation, les molécules d'eau ne peuvent se réunir qu'à la suite de collisions accidentelles. Des groupes de molécules se forment puis sont immédiatement brisés par d'autres molécules car, dans un gaz, les molécules voyagent rapidement dans toutes les directions. Par contre, si des noyaux suffisamment gros sont disponibles dans l'air, des groupes de molécules pourront se former autour de ces noyaux sans être influencés par les chocs éventuels causés par l'arrivée d'autres molécules.

Il reste que même en l'absence de noyaux de condensation, si le groupe de molécules agglomérées est suffisamment important, il pourra continuer de croître au lieu de s'évaporer, mais dans des conditions bien spéciales d'humidité. La tension de vapeur d'équilibre au-dessus d'une gouttelette d'eau pure est plus grande que la tension de vapeur d'équilibre au-dessus d'une surface d'eau plane, à la même température. Par conséquent, pour qu'une gouttelette d'eau pure demeure à l'état d'équilibre, c'est-à-dire pour qu'elle ne s'évapore pas, la tension de vapeur dans l'air environnant doit être au moins égale à la tension de vapeur d'équilibre au-dessus de la gouttelette. Elle doit donc être supérieure à la tension de vapeur saturante. L'air doit donc être sursaturé.

L'air devra être d'autant plus sursaturé que le rayon des gouttelettes sera plus petit. Ainsi, pour qu'une gouttelette d'un rayon de 0,001 micron puisse survivre, il faudra de l'air sursaturé à 223%. Une gouttelette de 0,1 micron de rayon, par ailleurs, n'exige que 1% à peine de sursaturation. Si, au lieu d'avoir une gouttelette d'eau pure, nous avons une gouttelette formée sur un noyau soluble, la tension de vapeur d'équilibre à la surface de cette gouttelette sera considérablement réduite dépendant de la nature et de la concentration du soluté. Dans ce cas on assistera à la condensation dans des conditions de sursaturation bien inférieures aux sursaturations requises par des gouttelettes d'eau pure de mêmes dimensions. De plus, si les noyaux solubles sont hygroscopiques, comme le chlorure de sodium, les gouttelettes pourront se former et grossir avant même que l'air soit saturé. Lorsque l'humidité relative de l'air n'est encore que de 78%, la condensation s'amorce déjà sur les gros noyaux de sel marin présents dans l'atmosphère.



Photo de *cirrus* : nuages minces, très haut dans le ciel, ayant l'aspect de longs cheveux nacrés souvent disposés en forme de crochets.

Dimension des noyaux de condensation

On a classé les noyaux de condensation en trois catégories dépendant de leur grosseur. Les *noyaux d'Aitken*, du nom de leur découvreur, sont les plus petits. (Figure 3). Leur rayon se situe entre 0,001 micron et 0,4 micron. Ce sont les plus nombreux. On en compte ordinairement de 1,000 à 10,000 par centimètre cube.

Leur composition est encore mal connue. On sait que certains de ces noyaux sont d'origine minérale (Figure 3). Une théorie récente, celle de F.W. Went (1964) veut qu'un très fort pourcentage des noyaux d'Aitken soit d'origine organique. Certaines substances volatiles produites par les plantes, telles les alcènes (oléfinés) et les terpènes existent en grande quantité dans l'atmosphère. Sous l'action de la lumière et en présence de catalyseurs tels l'iode et le bioxyde d'azote, il se formerait des agrégats de ces molécules organiques. Ce seraient les noyaux d'Aitken.

Les *gros noyaux* sont ceux dont le rayon est compris entre 0,4 et 1,0 micron. On en compte quelques centaines par centimètre cube. Ces gros noyaux sont formés pour la plupart de sulfates provenant des fumées des usines ou produits dans l'atmosphère par photosynthèse à partir de déchets de combustion contenant du soufre. Un fort pourcentage de ces gros noyaux sont composés de sulfate d'ammonium. On rencontre également, dans cette catégorie, des gouttelettes d'acide nitrique. Ces gros noyaux sont pour la plupart hygroscopiques et, par conséquent, très efficaces comme noyaux de condensation.

Enfin, les *noyaux géants* sont ceux ayant un rayon de 1,0 à 10 microns. Ils sont clairsemés; on n'en compte pas plus d'un par centimètre

cube. Ils sont beaucoup plus nombreux au-dessus des océans qu'au-dessus des continents. Ce sont les noyaux géants de sel marin dont nous avons parlé précédemment.

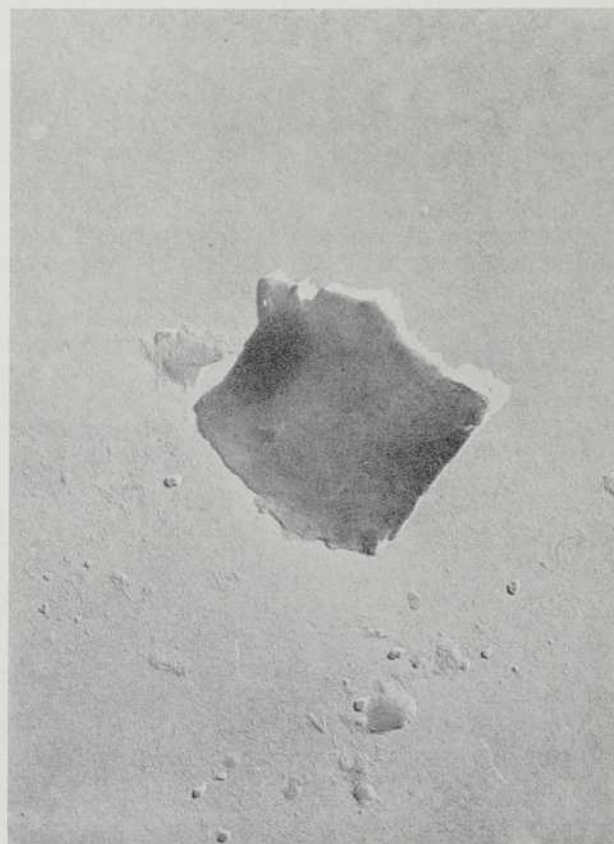


Figure 3. Noyau de condensation grossi 34,000 fois.

Ce noyau de kaolin a été identifié à l'aide du « patron » obtenu par la méthode de diffraction des électrons. (Photographie prise au microscope électronique. Gracieuseté de M. Motoi Kumai, E.-U., C.R.R.E.L.).

Conclusion

Nous nous sommes attardés sur le rôle des « noyaux de condensation » dans la formation des nuages parce que ce rôle est primordial. Nous n'avons parlé que très brièvement des causes qui sont à l'origine des différents types de nuages. Sans doute, à la fin de cet article, une foule de questions viennent à l'esprit du lecteur. Les nuages sont-ils tous formés par des mécanismes identiques? Qu'arriverait-il si des millions de « noyaux de condensation » étaient ajoutés dans l'atmosphère et devenaient immé-

diatement actifs? Nous espérons répondre bientôt à certaines de ces questions.

Le poète trouve souvent son inspiration dans la beauté des formes et des couleurs des nuages. Le cultivateur les regarde souvent avec colère en songeant à sa récolte perdue à cause de la grêle ou des vents qu'ils ont apportés. Le citadin les admire et se rappelle les joies des vacances en plein air. Le météorologue pour sa part, scrute les nuages avec des yeux moins passionnés mais son intérêt n'en est pas moins vif.

La conquête de l'espace

L'observation du Soleil du télescope au satellite-observatoire

par Alphée NADEAU

Le Soleil : trois siècles et demi d'études

Jan Lippershey, un polisseur de lunettes hollandais, ayant placé, au hasard, deux verres à lunettes dans un long tube, constata que ce nouvel instrument semblait rapprocher les objets. Il inventa ainsi la lunette d'approche. Nous étions en 1608, c'est-à-dire il y a plus de trois siècles et demi.

Vers 1609, le savant florentin Galilée (Galileo Galilei, 1564-1642), entreprit de fabriquer lui aussi une lunette d'approche pour observer le ciel. On dit qu'il employa à cette fin une partie de tuyau d'orgue et deux verres à lunette. Lorsqu'il braqua son télescope vers le soleil, il y remarqua des taches sombres. Nous étions en avril 1611.

Les taches solaires avaient déjà été observées par Jean Fabricius le mois précédent et, dès le mois suivant, un troisième pionnier s'attaqua à l'étude du Soleil et de ses taches, le père Scheiner, jésuite.

Les « taches solaires »

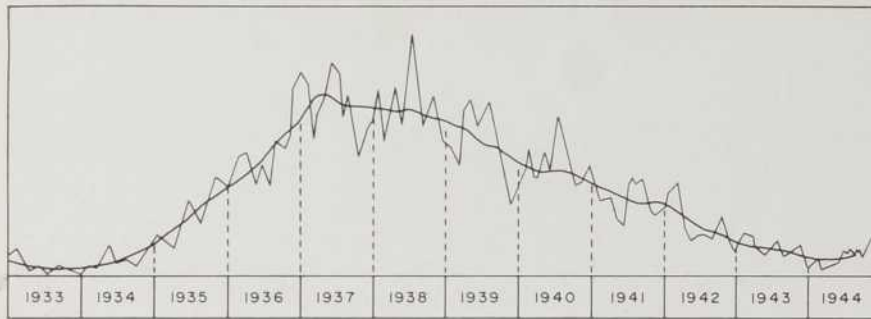
Depuis cette date, les astronomes se sont continuellement intéressés aux taches solaires. C'est ainsi qu'on a découvert qu'un certain nombre de fois par année, la chromosphère du Soleil est le siège d'éruptions au cours desquelles les jets de protons qu'elle émet viennent frapper la Terre. Ces protons possèdent des énergies allant jusqu'à des centaines de millions d'électron-volts.

En 1843, l'astronome amateur allemand Schwabe découvrit un phénomène de périodicité dans l'apparition des taches solaires. En effet, un graphique du nombre de taches solaires visibles par année faisait apparaître un phénomène cyclique bien évident. Entre deux maxima, l'intervalle est en moyenne de 11.1 années. Comment on peut le constater sur le graphique I, (1933-1944), la descente du maximum au minimum requiert 6.5 années environ, la montée du minimum au maximum emploie pour sa part une période de 4.6 années environ.

Il ne s'agit là cependant que de valeurs moyennes, la durée de la période s'allongeant parfois jusqu'à 17.1 années (1788-1805) ou se réduisant à 7.3 années (1830-1837), comme le graphique II permet de le constater.

Les divers maxima n'atteignent pas toujours la même importance et la durée des minima est aussi variable. Quoiqu'il en soit, la variation périodique des taches solaires est d'un grand intérêt car ses répercussions sont incontestablement évidentes sur la Terre.

L'étude physique de ces taches a permis de démontrer qu'il existe un champ magnétique intense au-dessus d'elle (Hale, Observatoire du Mont Wilson, 1908). Or, la popularité est identique pour les taches d'un même hémisphère sauf qu'elle s'inverse d'un cycle solaire à l'autre. En d'autres termes, en autant que les propriétés physiques sont concernés, le cycle des taches solaires est de 22.2 années au lieu de 11.1 années.

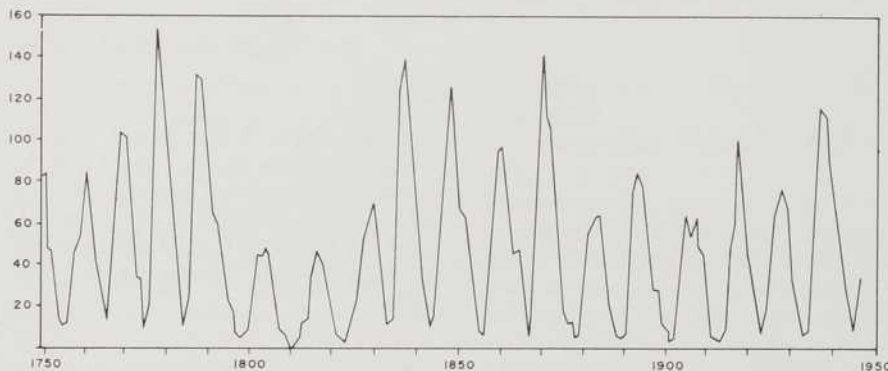


Graphique I. Variations du nombre de taches solaires au cours d'un cycle d'activité du Soleil (1933-1944). D'après Larousse, 1948.

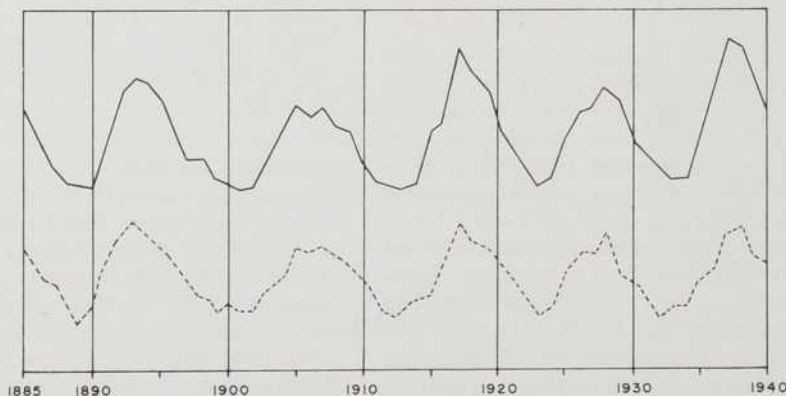
Répercussion des taches solaires

Depuis la découverte des taches solaires et surtout depuis Schwabe, on a tenté d'établir des relations entre la périodicité de ces éruptions et les phénomènes terrestres. Le simple examen des courbes du graphique III est, à ce sujet, plus éloquent que toute dissertation.

On se rappellera que les pôles magnétiques terrestres sont tels qu'en tout lieu de notre planète une aiguille aimantée possède à la fois une déclinaison et une inclinaison magnétique qui sont caractéristiques de ce lieu. Or l'amplitude moyenne des variations diurnes de la déclinaison magnétique est étroitement liée à l'activité solaire, comme l'indique de façon évidente le graphique III.



Graphique II. L'activité solaire depuis deux siècles, d'après les statistiques établies à l'Observatoire de Zurich. D'après Larousse, 1948.



Graphique III. Variations comparées de l'activité solaire et de l'amplitude moyenne des variations diurnes de la déclinaison magnétique. D'après Larousse, 1948.

Après le télescope optique, le radio-télescope

En 1932, l'ère de la radio-astronomie voyait le jour avec l'invention du premier radio-télescope par Karl G. Jansky des laboratoires du téléphone Bell. Très rudimentaire à cette époque, une antenne montée sur un vieux Ford, modèle T, le télescope nouveau n'en réussit pas moins à capter des radio-émissions en provenance du centre de notre galaxie. Il ne fait pas de doute que si le cycle solaire avait été plus favorable (il était à son minimum en 1932), Jansky aurait pu identifier des émissions provenant du Soleil. D'ailleurs, dans les années suivantes, les scientifiques s'attachèrent surtout à capter les radio-émissions du Soleil pour la bonne raison qu'elles devinrent de plus en plus fortes. C'est ainsi qu'ils découvrirent que le Soleil est parfois le site de « méga-éruptions » au cours desquelles il se comporte comme un puissant émetteur cosmique. (« Méga-éruptions » ou très grandes éruptions, le préfixe *méga* signifiant un million de fois).

Les « méga-éruptions »

On n'a enregistré que trois éruptions extraordinaires ou très grandes depuis la dernière guerre mondiale, soit le 15 juillet 1946, le 19 novembre 1949 et le 23 février 1956. Toutefois, on se fera une idée de l'importance de ces éruptions solaires en considérant que les compteurs de neutrons enregistrent alors à la surface de la Terre un accroissement d'activité qui va jusqu'à 500%.

Aussi, lors de la dernière méga-éruption, un cosmonaute aurait été tué en une minute à défaut de protections extraordinaires. Voilà pourquoi on considère aujourd'hui comme de la plus haute importance de poursuivre cette étude du Soleil entreprise depuis quelques siècles. Avec l'objectif que se sont fixé les Américains d'alunir un homme avant 1970, il devient absolument nécessaire de pouvoir prédire les périodes de grandes activités solaires ainsi que les dates des très grandes éruptions.

Le Soleil donne lui-même l'alerte

Ei l'on ne peut encore prédire précisément la date des éruptions solaires, du moins peut-on déclencher l'alerte immédiatement. En effet, les éruptions solaires s'accompagnent de sursauts radio-électriques caractéristiques. Ces sursauts ayant lieu sur une longueur d'onde de 50 cm avant de s'étendre aux longueurs d'onde plus élevées, il devient alors facile de les enregistrer et de donner l'alerte très rapidement.

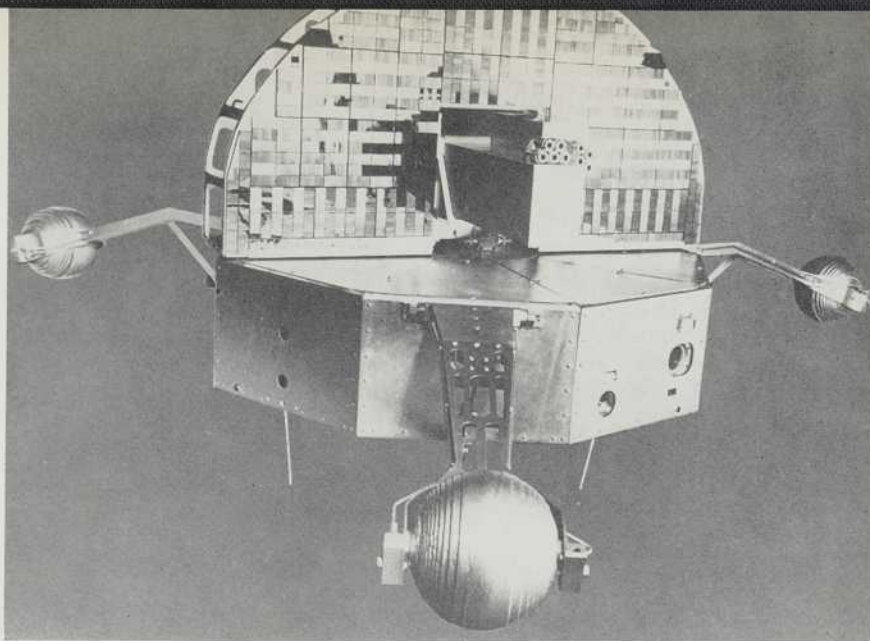
Mais l'astronautique est plus exigeante que cela — la vie des astronautes n'en dépend-elle pas ? — elle envisage la possibilité de prévoir les éruptions solaires à longue échéance. C'est qu'en effet, pour effectuer un voyage aller et retour à la Lune sans avoir à prendre des précautions spéciales, il faut avoir la certitude que le Soleil sera calme durant toute la durée du trajet.

Des études plus poussées sur le Soleil et ses taches sont donc nécessaires. Malheureusement, l'atmosphère terrestre ne présente que deux fenêtres sur l'Univers : celle de la lumière visible et celle des ondes radio-électriques centimétriques. Aussi fallait-il aller étudier le Soleil au-dessus de l'atmosphère terrestre.

Dès 1946, des hommes de science, sous la direction de Richard Tousey, lançaient un spectrographe au-dessus de l'atmosphère terrestre à l'aide d'une fusée V-2. Cette expérience permit d'enregistrer les radiations ultraviolettes du Soleil, radiations qui sont absorbées par l'atmosphère terrestre et qu'on ne peut capter sur terre.

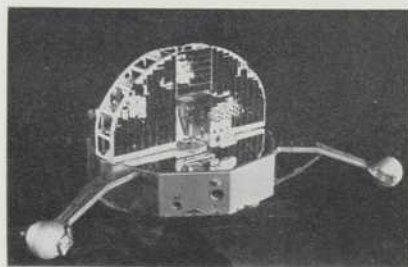
Observatoire solaire orbital (OSO)

Enfin, la NASA plaçait son premier « Observatoire solaire orbital » l'OSO-1 (des mots *Orbiting Solar Observatory*), sur orbite, le 7 mars 1962, dans le but d'étudier dans tous ses détails l'évolution du Soleil et d'arriver à en déduire les dates des éruptions solaires.



Depuis le 7 mars 1962, la NASA américaine a lancé deux satellites-observatoires pour l'observation du Soleil. Le satellite OSO (Observatoire solaire orbital ou *Orbiting Solar Observatory*) est constitué de deux parties principales. Les trois bras déployés que l'on aperçoit, rattachés à la section prismatique du satellite (ou partie inférieure) supportent trois ballonnets remplis d'azote qui procurent et contrôlent le mouvement de rotation de l'appareil spatial.

D'un poids de 458 livres et contenant 13 expériences distinctes sur le Soleil, OSO-1 évoluait sur une orbite située à 350 milles d'altitude environ. Les instruments qu'il transportait lui permirent l'étude la plus complète du Soleil jamais entreprise. Devant la valeur évidente des résultats obtenus, les scientifiques de la NASA décidèrent de lancer 7 autres satellites du type OSO. C'est ainsi qu'un second observatoire solaire fut placé en orbite le 3 février 1963. Mais, malheureusement, un 3e OSO que l'on lançait, le 25 août dernier, s'abîmait dans les flots quelques secondes après son lancement, le troisième étage de sa fusée porteuse s'étant allumé cinq secondes trop tôt.



Description des satellites OSO

Ces satellites OSO sont tous identiques : on peut y interchanger le nombre et la sorte d'expérience sans apporter aucune modification au sa-

tellite lui-même. Voilà pourquoi on les considère comme de véritables trains ou « tramways » spatiaux.

Chaque satellite-observatoire est constitué de deux parties principales : une section prismatique de 44 pouces de diamètre, de 23 pouces de hauteur, surmontée d'une autre section en forme d'éventail. Composée de 9 compartiments en forme de pointe, la section prismatique tourne continuellement sur elle-même (30 tours à la minute) tandis que la section en forme d'éventail qu'elle supporte demeure toujours pointée vers le Soleil. La surface de cette dernière partie du satellite est recouverte de 1860 piles solaires lesquelles produisent 27 watts d'électricité, au total.

Lorsque l'observatoire OSO est en orbite, trois bras se déploient, chacun supportant un ballonnet rempli d'azote. Ce gaz sert à procurer et à contrôler le mouvement de rotation du satellite sur lui-même, mouvement important pour garder l'appareil spatial pointé vers le Soleil en tout temps. Ainsi ce satellite est orienté avec une remarquable précision, soit une minute d'arc : cela équivaut à viser un objet de 18 pouces de diamètre sur une distance de 1 mille.

On enregistre les résultats des différentes expériences sur les rayons

ultra-violet, les rayons X et les rayons gamma du Soleil pendant les 90 premières minutes de cette même orbite. C'est dire que la vitesse de transmission est beaucoup plus grande que celle de l'enregistrement, soit 18 fois plus rapide. De plus, il est possible d'activer ou d'arrêter toute expérience au moment désiré.

Mais, plus précisément, en quoi consistent donc ces expériences ? Pour répondre à cette question, revoilà ensemble le travail effectué par l'OSO-1.

Rappelons que les satellites OSO contiennent deux sortes d'expériences : a) celles de la partie en forme d'éventail, qui sont toujours orientées vers le Soleil (5 expériences pour l'OSO-1) et, b) celles de la partie prismatique, qui changent continuellement de direction dans l'espace (8 pour l'OSO-1).

Voici donc une description des expériences du premier « Observatoire solaire orbital » ; celles des OSO suivants seront dans le même sens.

Expériences orientées vers le Soleil (OSO-1)

1. Spectromètre à rayons X : mesure les rayons X en provenance du Soleil et dont les longueurs d'onde varient entre 10 et 400 Angströms. (Un Angström représente un dix-millionième de millimètre ou 10^{-7} mm ; on le représente par Å).

2. Contrôleur de rayons gamma : mesure l'intensité des rayons gamma du Soleil et fournit ainsi les données nécessaires à la compréhension des réactions thermo-nucléaires responsables de la température et de la luminosité de cette étoile.

3. Contrôleur de rayons X : mesure l'intensité des émissions radio-électriques du Soleil afin de les comparer aux résultats obtenus par les observatoires terrestres.

4. Chambre ionique pour l'étude des rayons X : prend la relève de l'expérience no 1, quand la longueur d'onde de ceux-ci tombe sous 10 Angströms.

5. Détecteur de poussières cosmiques : mesure le nombre, la quantité de mouvement de même que l'énergie cinétique des poussières cosmiques qui s'éloignent du Soleil.

Expériences de la section prismatique (OSO-1)

1. Détecteur de radiations solaires : n'enregistre que la lumière bleue du Soleil (3800 à 4800 Å) afin de découvrir de quelle façon des millions de tonnes d'hydrogène s'y transforment en hélium.

2. Contrôleur de rayons ultraviolets : permettra de déterminer si ces radiations varient au cours d'un cycle solaire, c'est-à-dire entre la période du minimum et celle du maximum.

3. Contrôleur de rayons gamma : mesure l'intensité des rayons gamma en provenance de l'espace ; cette expérience détermine aussi si le satellite émet ses propres radiations au contact des particules cosmiques.

4. Détecteur de rayons gamma : mesure les radiations dont l'énergie varie entre 50,000 et 3 millions d'électron-volts.

5. Contrôleur de neutrons : mesure les neutrons produits dans l'atmosphère terrestre par le choc des rayons cosmiques avec des noyaux d'oxygène ou d'azote.

6. Détecteur de protons et d'électrons : fait la distinction entre l'ionisation produite par les protons et celle produite par les électrons dans la région de la « ceinture de Van Allen » et fournit ainsi des résultats utiles sur cette région vitale.

7. Détecteur de stabilité de la température : étudie la variation de température en différents endroits du satellite et en fonction des matériaux en cause.

8. Détecteur des rayons gamma de grandes énergies : non seulement ceux produits lors des éruptions solaires mais aussi ceux en provenance de tout l'espace interplanétaire à mesure que le satellite tourne sur lui-même.

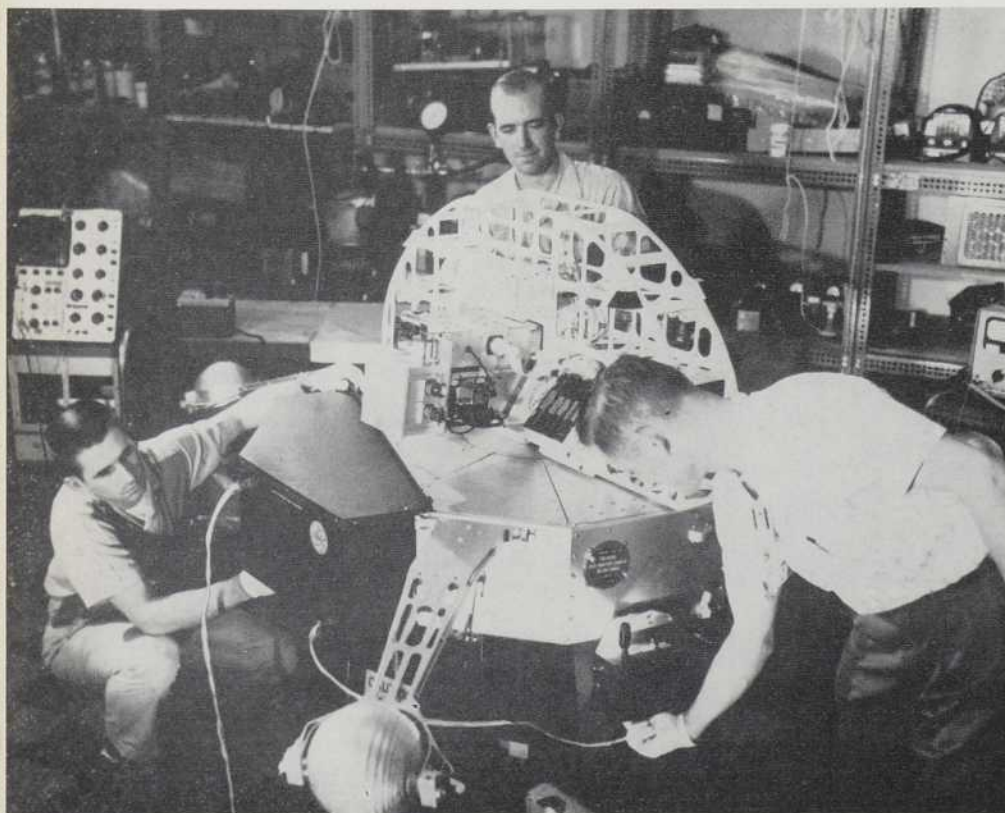
Les principaux résultats de ces expériences

Grâce à ces 13 expériences, les scientifiques américains enregistrèrent plusieurs données très intéressantes sur le Soleil. Ainsi, OSO-1 permit :

d'observer les rayons ultraviolets et les rayons X du Soleil pendant une année complète à partir du printemps de 1962 ;

de faire l'analyse comparative de l'intensité des rayons X qui émanent du Soleil lorsqu'il est calme, et lorsqu'il est recouvert de taches solaires ou d'éruptions solaires ;

Les techniciens de la NASA sont occupés aux dernières vérifications d'un satellite OSO utilisé pour l'observation du Soleil. La partie supérieure (verticale) sera recouverte de 1860 piles solaires pour produire les 27 watts d'électricité nécessaires au fonctionnement de l'appareil.



d'observer certains centres d'activité dans les rayonnements qui gouvernent l'atmosphère terrestre ;

de démontrer que la luminosité des petites éruptions de rayons X varie proportionnellement à leur durée dans le temps (i.e. leur âge) ;

que le nombre de rayons X produits par le Soleil accuse parfois un accroissement sensible en quelques fractions de seconde ;
etc....

On le constate, ces expériences furent aussi nombreuses que fructueuses. Il en fut de même d'ailleurs

pour les satellites OSO qui suivirent. Comme chaque OSO possède une durée de vie de 6 à 12 mois, les Américains espèrent pouvoir en placer d'autres en orbite pour prendre le relève à chaque fois qu'un OSO cessera de fonctionner. De cette façon, ils pourront poursuivre l'étude du Soleil sur toute la durée d'un cycle solaire.

Pour notre part, nous ne doutons pas qu'un jour viendra où ces scientifiques pourront prédire avec précision les dates des éruptions solaires et assurer ainsi la sécurité des astronautes au cours des voyages

vers la Lune sans avoir à utiliser des cabines spécialement construites pour résister aux radiations solaires.

Bibliographie

BERMAN, Arthur I. *Observatories in Space*, revue *Scientific American*, 1963, vol. 209, no 2, p. 29.

DUCROCQ, Albert. *Plate-forme pour le cosmos*, Julliard, Paris, 1962, pp. 283-304.

ROBERT, Frère, é.c. *Astronomie élémentaire*, Imprimerie De-La-Salle, Montréal, 1953, p. 176.

Astronomie, les astres, l'univers, Librairie Larousse, Paris, 1948, chap. VIII, Le Soleil, pp. 261-289.

"TUKTU" une question de survivance, le caribou ou renne arctique du Grand Nord

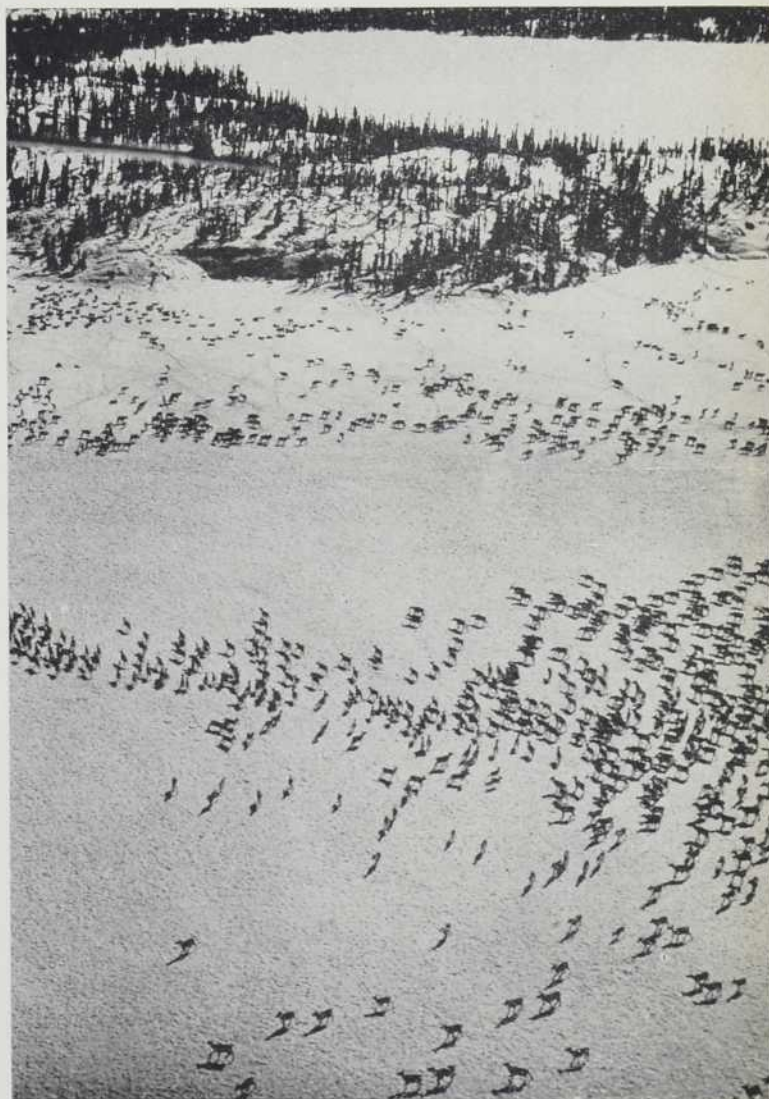
par Fraser SYMINGTON

La marée vivante

A mesure qu'avril avance, la limite des neiges recule vers le nord à travers la forêt comme le ressac se retire sur une plage en pente douce. Des plaques blanches résistent encore au soleil, indiquant l'emplacement des ravins, des lacs et des pentes abruptes exposées au nord. Dans sa retraite, le neige entraîne avec elle une multitude de caribous qui ont trop longtemps hiverné dans la forêt et qui maintenant se hâtent vers le nord. Sous les rayons chauds du soleil de mai, la neige bat en retraite à travers le pays des conifères rabougris et les caribous déferlent pêle-mêle dans la toundra pour se diriger vers les terrains de mise bas du Keewatin et du Mackenzie.

La région d'où ils surgissent s'étend en une bande de deux cents à trois cents milles de largeur et d'une longueur qui paraît interminable, entre le Grand lac de l'Ours et la baie d'Hudson. C'est une région de forêts rabougries, de granite précambrien anfractueux, de grandes plaines sableuses où abondent étangs, muskegs, rivières, lacs et ruisseaux.

Les régions vers lesquelles les caribous se dirigent avec une telle hâte sont beaucoup moins



vastes: ce sont les hautes terres ondulées au centre des *barrens**, où les femelles, suivant un instinct séculaire, préfèrent mettre bas. On trouve près du lac Beverley un des plus grands terrains de mise bas. C'est un pays de collines couvert de détritiques de la période glaciaire: moellons de roche, moraines, grandes crêtes de gravier connues sous le nom d'eskers, énormes blocs erratiques jonchant le sol, innombrables petits lacs et quantité de ruisselets souterrains au cours sinueux.

A mesure que le temps de la mise bas approche, les femelles gravides (en gestation) quittent les rangs du troupeau en migration pour choisir sur les hautes terres un endroit approprié où chacune d'elles donnera naissance à un seul petit. Les petits d'un an et les femelles stériles qui ont continué leur avance rapide à l'avant-garde de la migration, recherchent les viandis* plus riches des basses terres.

Fin juin, la plupart des femelles, accompagnées de leurs petits, se sont jointes de nouveau au gros du troupeau dans les viandis des basses terres. Les groupes des mâles ayant atteint leur complet développement, souvent en retard sur la migration vers le nord, sont maintenant réunis au gros du troupeau ou en avance sur lui. La migration estivale, interrompue par la mise bas, se poursuit alors, capricieuse, et semble n'être qu'un vagabondage sans but. Au début d'août, il peut arriver que les troupeaux se dispersent complètement en petits groupes dans toute l'étendue des *barren grounds*.* Certains troupeaux peuvent, à la mi-août, redescendre soudainement vers le sud, jusqu'à la région des

grands bois, puis remonter vers le nord pour se retrouver de nouveau en pleine toundra.

Vers les derniers jours de septembre, au moment où se lèvent les vents qui amènent le froid glacial du nord-ouest, apportant parfois avec eux des rafales de neige, les caribous dispersés forment de nouveau des groupes compacts et se dirigent vers la limite de la végétation arborescente. Certains groupes peuvent se rabattre vers la toundra pour y faire une brève incursion en octobre, puis repartir vers le sud pour se mettre à couvert dans la forêt. A la mi-octobre, c'est la saison du rut qui se terminera dans la première semaine de novembre. Les différents troupeaux se dirigent alors vers leurs zones de pâturage hivernal et se disséminent dans les forêts clairsemées pour se nourrir de lichens et d'autres plantes durant l'hiver.

Tel est, avec de nombreuses variantes, le cycle de vie et de migration des caribous de l'Arctique central. Ce cycle précis et immuable n'a connu aucune interruption depuis des millénaires. C'est un flux et un reflux semblables à une marée annuelle traversant l'océan magnifique des laïches, des arbustes nains et des lichens, qui s'étend entre la forêt et l'océan Glacial. Mais ces dernières années, l'amplitude de cette marée vivante a diminué, à peu près de la même façon que le grand va-et-vient des bisons dans les prairies au sud de cette même forêt, un siècle auparavant. Au cours des cinquante dernières années, les troupeaux de caribous sont allés s'amenuisant et leur nombre global, qui était peut-être de deux millions cinq cent mille dans le passé, est tombé au dixième de ce chiffre. Cette diminution a de nombreuses causes dont certaines nous sont connues, d'autres restant encore douteuses, le tout formant un réseau complexe de relations de cause à effet, qui n'est pas encore bien compris.

"TUKTU" ou le Caribou

« *Tuktu* » est un vocable dont se servent les Esquimaux pour désigner le caribou, mais il en existe bien d'autres, d'origine indienne aussi bien qu'esquimaude. Pour la plupart des lecteurs le mot « *Tuktu* » évoquera des pays lointains et des coutumes peu familières. Et telle est bien l'image qu'offre le pays du renne arctique.

La répartition géographique de l'espèce englobe la totalité de l'île Baffin, l'île Coats, l'Ungava, ainsi que certaines parties du nord de l'Ontario. On trouve quelques caribous dans le nord-ouest du Yukon, mais les troupeaux les plus nombreux se déplacent à travers la région sauvage et désolée située au centre du continent, soit les districts de Mackenzie et de Keewatin, ainsi que le nord des trois provinces des Prairies. Les troupeaux du centre du continent sont, sur les plans économique et social, d'une grande importance pour le Canada, et en particulier pour les Indiens et les Esquimaux de cette région.

Description

Le *caribou des barren grounds* (ou « des toundras »), *Rangifer tarandus groenlandicus*, est adapté à son rude milieu et différents caractères physiques lui permettent d'en affronter les rigueurs et les dangers. Au fur et à mesure

* *Viandis*: mot français qui signifie « lieu de pâture d'un cervidé ou d'une bête fauve ». Le verbe « viander » s'emploie également dans le sens de pâturer.

* *Barren, barren grounds*: mots anglais qui peuvent se traduire par terrains déserts, nus, stériles. En français, le mot *toundra* semble correspondre assez justement à cette expression. La toundra désigne un habitat, une région où la forêt disparaît de façon à peu près totale. On n'y trouve alors qu'une végétation gazonnante ou composée d'arbrisseaux nains, de mousses, lichens et autres plantes de petite taille. Le « Caribou des barren grounds » pourrait être désigné, en langue française, sous le nom de « Caribou des toundras ».

pour
u mo-
nt le
rfois
s dis-
com-
géta-
nt se
brère
e sud
a mi-
niera
s dif-
leurs
ment
tir de

es, le
s de
table
mil-
ables
agni-
des
océan
itude
près
t des
même
cin-
e ca-
mbre
cinq
ième
euses
d'au-
mant
effet,

des
tics,
carac-
terier
esure

e d'un
gen-

ent se
mpis,
ent à
na ré-
le. On
com-
autres
arren
prise.

1965

que l'année parcourt son cycle, l'importance de chacun de ces caractères est mise en évidence. Par les après-midi d'hiver, des groupes de caribous, quittant le viandis de la forêt avoisinante peuvent se rassembler pour aller se reposer sur la surface couverte de neige durcie d'un petit lac. Là, une harde au repos est à l'abri d'une attaque surprise déclenchée par des loups, mais le vent qui, dans la zone de pâturage, était arrêté par les arbres, devient pénétrant sur la

Ces immenses hardes de caribous seraient-elles menacées de disparaître de nos régions continentales arctiques. En 1900, on comptait de deux à trois millions de caribous au Canada, alors qu'aujourd'hui on en compte à peine 200,000 !

surface à découvert du lac: il peut déplacer des masses d'air dont la température est de 30 degrés sous zéro à une vitesse de 20 à 30 milles à l'heure. C'est là, lorsque le caribou reste immobile par un froid intense, que la forme ramassée et plutôt massive de son corps fait valoir ses avantages: la circulation du sang se fait sur un petit circuit, un minimum de surface corporelle est exposé à l'action refroidissante du vent. En hiver, les poils fins sont si drus sur la surface de la peau que le pelage ressemble à un tapis de haute laine, lorsque les poils d'un pouce au moins sont dressés. C'est là un brisevent efficace et un magnifique isolant thermique. Les poils sont abondants sur les oreilles, la queue et le museau, et de plus, la queue et le museau sont courts, ce



qui leur évite de geler. Au cours de l'hiver, le pelage blanchit, ou plutôt l'extrémité des poils, qui est foncée, se détache, ce qui fait qu'au début du printemps le pelage est devenu d'un blanc grisâtre.

Au moment où les caribous commencent à se lever vers la fin de l'après-midi et regagnent lentement la forêt, un observateur pourrait remarquer que leurs empreintes sur la neige compacte du lac s'inscrivent sous forme de doubles croissants: ce sont les marques laissées par les bords extérieurs des pieds fourchus. Le bord des pieds est assez tranchant pour assurer au caribou une bonne assiette de pied, sauf sur la glace lisse, et pour lui permettre d'escalader des collines granitiques qui en apparence ne sont accessibles qu'aux mouflons. Les pieds s'évasent largement pour supporter les cervidés sur la neige molle et sur le muskeg. Lorsque le cheminement est particulièrement difficile, les er-

Un volume sur le Caribou

L'article qui se termine ici est formé d'extraits empruntés à un ouvrage récemment paru chez l'Imprimeur de la Reine, à Ottawa. *Tuktu, une question de survivance*, par Fraser Symington, écrivain scientifique, décrit de façon vivante et facile le problème de ce cervidé menacé d'extinction. Divisé en dix chapitres, le volume présente les contrées sauvages fréquentées par le caribou de même que les moeurs, les caractéristiques de ce mammifère, ses migrations, ses prédateurs et autres ennemis. Il explique également comment le caribou est essentiel à la subsistance d'une foule de chasseurs de l'arctique. L'ouvrage se termine par un exposé du problème de la population actuelle et de l'exploitation rationnelle des troupeaux de caribous. Un volume de 102 pages, illustré de nombreuses photographies ainsi que d'une carte de grand format montrant « l'habitat du caribou ou renne arctique du Grand Nord (*Rangifer tarandus arcticus*) », préparée par le biologiste J. P. Kelsall, janvier 1963.

Nous recommandons cette bonne vulgarisation scientifique à tous nos lecteurs intéressés à la zoologie et nous remercions la direction du *Service canadien de la faune* d'avoir autorisé gracieusement la publication de ces extraits.

Tuktu, une question de survivance ; le caribou ou renne arctique du Grand Nord, par Fraser Symington, Service canadien de la faune, ministère du Nord canadien et des Ressources nationales, Ottawa, 1965. En vente chez l'Imprimeur de la Reine, Ottawa, ou à la librairie du Gouvernement fédéral, à Montréal, au prix de \$2. l'unité. (En français ou en anglais).

La Rédaction.

gots situés à l'arrière du pied, sous le boulet, fournissent une base d'appui supplémentaire. La trace laissée par le pied et les marques imprimées par les ergots couvrent ensemble une surface plus grande que la main étendue d'un homme. Les caribous sont de remarquables nageurs et il faut qu'ils le soient pour traverser leur vaste habitat. On attribue cette qualité au développement de leurs pieds, semblables à des pales, et à leurs poils drus et fins qui les soutiennent à la surface de l'eau.

Leurs sabots concaves et à bords tranchants font aussi de très bonnes pelles à neige. En hiver, dans les zones de pâturage de la taïga*, la neige peut avoir de 15 à 40 pouces d'épaisseur, parfois davantage, et être relativement molle. Les caribous errent en troupeaux épars à travers les bois clairsemés à la recherche de fourrage. Lorsqu'un animal flaire sous la neige une nourriture à son goût, d'ordinaire des lichens du genre *Cladonia* ou *Cetraria*, il frappe la neige avec sa patte de devant, les coups s'accompagnant d'un mouvement circulaire régulier dont la cadence est telle que l'oeil humain peut à peine le suivre, et en quelques secondes l'animal creuse ainsi dans la neige un petit entonnoir au fond duquel apparaît la nourriture jusqu'à recouverte de neige.

Comme la plupart des cervidés, le caribou a un odorat très développé, mais, chose surprenante pour un cervidé des plaines, il a une vue assez mauvaise. Il peut réagir à la vue d'un objet insolite en mouvement à un demi-mille de lui, mais souvent, par contre, un objet immobile lui échappe totalement.

Ce sont les mâles qui ont les bois les plus larges. D'ordinaire, les femelles ont des bois, mais ils sont moins larges que ceux des mâles et souvent asymétriques. Chez les mâles ayant atteint leur plein développement, les protubérances des bois deviennent visibles en mars, et au mois d'août les bois ont atteint le terme de leur croissance, à toute fin pratique, mais ils sont encore velus. A la mi-septembre, les mâles frottent leurs bois devenus durs pour les débarasser du velours mort et ils les portent jusqu'en novembre ou au début de décembre, époque à laquelle ils les jettent. Les bois portés par un mâle, lorsqu'ils ont atteint leur plein développement, font à la tête un magnifique ornement avec leurs maîtres andouillers palmés (en spatule) et leurs longues perches dont chacune porte plusieurs époïs à ses extrémités palmées. Les bois des mâles poussent et tombent suivant un cycle qui précède de quelques semaines celui des femelles et des jeunes caribous.

* Taïga : un habitat ou une région, une zone caractérisée par des peuplements clairsemés de conifères de petite taille.

Tarif des abonnements

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

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

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

Le Jeune Scientifique

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

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

Les auteurs de ce numéro

Rédacteurs :

Page

- 49 Les animaux géants des mers et des fleuves, par Etienne Magnin, ptre, D. Sc., professeur de Biologie, Département des Sciences biologiques, Université de Montréal; article paru dans *Actualités marines*, vol. 9, no 1, Printemps 1965, ministère de l'Industrie et du Commerce, direction des Pêcheries, Québec; reproduit avec la bienveillante autorisation de l'auteur et de l'éditeur.
- 56 Volumes récents, par André Bruneau, B. Sc., professeur de Chimie au Collège de Joliette; Jean R. Beaudry, Ph. D., généticien, professeur titulaire, Département des Sciences biologiques, Université de Montréal.
- 57 Calendrier des migrations d'automne, par Raymond Cayouette, conservateur de l'Avifaune, Jardin Zoologique de Québec, et Max Boucher, c.s.v., professeur au Collège de Joliette.
- 60 La formation des nuages, par Raymond Perrier, M. A., météorologiste, Service de Météorologie, ministère des Richesses naturelles, Québec.
- 65 L'observation du Soleil et satellites observatoires, par Alphée Nadeau, B. Sc., professeur au Collège Sainte-Anne, La Pocatière, P. Q.
- 69 « Tuktu », une question de survivance (le caribou), par Fraser Symington, Service canadien de la faune, Ottawa; article reproduit avec la bienveillante autorisation du Service

canadien de la faune, ministère du Nord canadien et des Ressources nationales, Ottawa.

Photographes, dessinateurs :

Page

- 50 Requin du Groenland, photo fournie par le Camp des Jeunes Explos, Collège de Joliette.
- 51 - 55 Poissons géants, originaux gracieusement prêtés par la revue *Actualités marines*, Québec; p. 51, Flétan, photo de l'Office du Film du Québec, par N. Bazin; 52, 53, dessins de P. Voévodine. Direction des Pêcheries, Québec; 55, photo P. Boucay, reproduite du *Courrier de l'Unesco*, 7-8, juil.-août 1960.
- 57 - 59 Calendrier des migrations d'automne, dessins de Max Boucher, c.s.v., Collège de Joliette.
- 60 - 64 La formation des nuages: 60, 64, photos de Raymond Perrier, météorologiste, Québec; 61, 63, esquisses de Raymond Perrier, dessinées par Rosaire Goulet, Québec; 64, photo gracieuseté de M. Motoi Kumai, C.R.R.E.L., États-Unis, fournie par Raymond Perrier, météorologiste.
- 66 - 68 L'observation du Soleil et satellites-observatoires: 66, graphiques dessinés par Rosaire Goulet, Québec; 67, 68, photos de la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), Washington, D. C.
- 69 - 71 Le caribou ou renne arctique, photos gracieusement fournies par le Service canadien de la faune, ministère du Nord canadien et des Ressources nationales, Ottawa.

Il est encore temps...

Il est encore temps d'organiser une campagne d'abonnements dans votre école ou collège — si ce n'est déjà fait — pour présenter votre revue à un plus grand nombre d'étudiants et d'étudiantes !

Vous pourrez obtenir facilement des exemplaires des trois numéros déjà parus du volume en cours, le quatrième, soit les livraisons d'octobre, novembre et décembre 1965. Vous pourrez également demander les numéros des trois autres volumes, au bureau des abonnements.

Il est encore temps de devenir un propagandiste actif du JEUNE SCIENTIFIQUE avant la fin de l'année 1965... Il est temps de vous inscrire parmi les artisans de la vulgarisation des sciences dans notre milieu d'expression française. Vous recrutez une quinzaine d'abonnés, parmi vos compagnons, vos amis, vos étudiants, et vous bénéficiez ainsi du tarif spécial de « *l'abonnement de groupe* ».

Il est encore temps de réclamer notre « *liste des publications* » dont une nouvelle édition paraissait à la mi-novembre. Vous pourrez obtenir les numéros antérieurs disponibles, certains numéros spéciaux de la revue « *Le Jeune Naturaliste* » (1950-1962), de même que des tirés à part d'articles parus dans le Jeune Scientifique.

Il est toujours temps... pour l'équipe de votre revue de continuer à vous servir, à présenter soigneusement le monde des sciences, à vous inviter à participer à ses progrès constants. Nous vous remercions de votre intérêt et nous espérons pouvoir vous compter encore parmi nos lecteurs assidus, parmi nos dévoués propagandistes.

Pour tous ces renseignements, pour obtenir la revue ainsi que toutes ses publications, écrivez dès maintenant à cette adresse :

LE JEUNE SCIENTIFIQUE, case postale 6060, MONTREAL 3.