



Description bibliographique : **Science et nature, par la photographie et par l'image, n°111, mai-juin 1972**

Source : Paris - Muséum national d'histoire naturelle/Direction des bibliothèques et de la documentation

Les textes numérisés et accessibles via le portail documentaire sont des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public ou pour lesquelles une autorisation spéciale a été délivrée. Ces dernières proviennent des collections conservées par la Direction des bibliothèques et de la documentation du Muséum. Ces contenus sont destinés à un usage non commercial dans le respect de la législation en vigueur et notamment dans le respect de la mention de source.

Les documents numérisés par le Muséum sont sa propriété au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

Les reproductions de documents protégés par un droit d'auteur ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

Pour toute autre question relative à la réutilisation des documents numérisés par le MNHN, l'utilisateur est invité à s'informer auprès de la Direction des bibliothèques et de la documentation : patrimoinebd@mnhn.fr

Pr 1368

Science et Nature

l'environnement



ATÈLE DE GEOFFROY
(Agrafacor C.-M. HLADIK)
N° 111 - MAI-JUIN 1972
5 F (50 F.B.)

NOUVELLE ECOLE

■ Tous les deux mois, **NOUVELLE ECOLE** fait le point sur un aspect du mouvement des idées, présente les découvertes scientifiques, les théories philosophiques actuelles, à la lumière d'un héritage trois fois millénaire : la civilisation européenne.

■ Tous les deux mois, **NOUVELLE ECOLE**, luxueuse revue d'une centaine de pages (format 21 x 29,7 cm), publie des études d'ensemble, des mises à jour bibliographiques, des informations, des entretiens, des analyses critiques de l'actualité.

Au sommaire
des derniers numéros parus :

■ Les prochains numéros porteront sur : *Les Celtes et la civilisation celtique ; Différenciation raciale et biologie ; Elite et tertiarisation ; La sémantique générale ; La mythologie française ; Les théories économiques contemporaines ; Nietzsche ; Le Proche-Orient ; Les origines de la vie ; Réalité de l'évolution biologique ; etc.*

NOUVELLE ECOLE

B.P. 129-07 / PARIS 7^e

Le numéro : 10 F - Abonnement annuel (six numéros) : 50 F.
A l'ordre de **NOUVELLE ECOLE**. C.C.P. Paris n° 17.116.42

Numéro 9 : « Ecriture chinoise et science moderne (Guy Brossolet) ; « L'écriture runique » (Alain de Benoist) ; Entretien avec le professeur Louis Rougier.

Numéro 10 : « Le problème de l'avortement » (Jean-Claude Valla) ; « Archéologie en France et en Europe du Nord » (Yves Esquieu) ; « Les greffes d'organes » (Roger Vétillard) ; « Intégration scolaire et psychologie raciale » (Alain de Benoist) ; « La sociologie de la Révolution » (Jules Monnerot) ; Entretien avec Georges Dumézil.

Numéro 11 : « La condition féminine dans l'Antiquité et au Moyen Age » (Jean-Claude Bardet) ; « Le vocabulaire des institutions indo-européennes » d'Emile Benveniste ; Entretien avec le professeur Maurice Marois.

Numéro 12 : « Hommage à Bertrand Russel » (Louis Rougier, Robert Blanché, Marcel Boll) ; « Le sanctuaire néolithique de Stonehenge » (Jean-Jacques Mourreau) ; « Le nouveau calendrier liturgique » (Alain de Benoist) ; Entretien avec Stéphane Lupasco.

Numéro 13 : « Le Cercle de Vienne et l'empirisme logique » (Alain de Benoist) ; « Du sens des énoncés » (Louis Rougier) ; « Bertrand Russell et le Wiener Kreis » (Philippe Devaux) ; « L'homme et la technique » de Oswald Spengler (Giorgio Locchi).

Numéro 14 : « L'eugénisme : survol historique » (Jean-Jacques Mourreau) ; « L'eugénisme : perspectives actuelles (Yves Christen) ; Entretien avec Jean Rostand ; « Les lois du tragique » de Jules Monnerot ; Jürgen Spanuth et l'Atlantide.

Science et Nature

N° 111 • MAI - JUIN 1972

PAR LA PHOTOGRAPHIE ET PAR L'IMAGE

revue publiée sous le patronage et avec le concours du
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

REVUE DE LA SOCIÉTÉ DES AMIS DU MUSÉUM

NOTRE COUVERTURE : Jeune Atèle
de Geoffroy né à Barro Colorado,
mâchant les repousses des feuil-
les du Palmier royal.

Agfacolor C. M. HLADIK.

SOMMAIRE

- L'Atèle de Geoffroy,**
par C. M. HLADIK 2
- Radiolaires des Océans et des sédiments,**
par Jean-Pierre CAULET 13
- Voyage naturaliste au Nouveau-Québec.**
III. - La toundra arctique et sa végétation
aux environs de Puvirnituaq (60° N),
par Marcel BOURNERIAS 23

REVUE BIMESTRIELLE

ABONNEMENTS

1 an * 6 numéros

FRANCE Métropolitaine . 20 F

Etranger et U. F. 25 F

BELGIQUE 270 fr B

Librairie des Sciences - R.
STOOPS 76, Coudenberg -
BRUXELLES C.C.P. 674-12

CANADA et U.S.A. \$ 6
PERIODICA 7045, Av. du Parc,
MONTREAL 303

ESPAGNE 325 pts

Librairie Française, 8-10, Rambla
del Centro - BARCELONE

Librairie Franco - Espagnole, 54,
avenida José Antonio - MADRID

CHANGEMENT D'ADRESSE

Prière de nous adresser la
dernière étiquette et joindre
0,50 francs en timbres

COMITÉ DE LECTURE :

MM. les Professeurs Jacques BERLIOZ, Yves LE GRAND, M. Jean-
François LEROY, M. Georges BRESSE, Inspecteur général des Musées
d'Histoire Naturelle de Province.

Directeur-Editeur : André MANOURY.

Comité de Rédaction : Georges TENDRON - Irène MALZY.

MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE, 57, rue Cuvier, Paris 5° - 331-26-62

Administration : 12 bis, Place Henri-Bergson, PARIS 8° - 522-18-48

C.C.P. « Science et Nature » 16494-71

Les manuscrits et documents non insérés ne sont pas rendus * Tous droits de reproduction des articles et des photos
réservés pour tous pays. Copyright « Science et Nature »

L'ATÈLE DE GEOFFROY, ce singe-araignée

L'Atèle est d'une étonnante agilité et son surnom de « Singe-Araignée » lui vient de la gracilité de ses membres et de sa facilité à rester suspendu aux branches par le bout de sa queue, à la manière d'une araignée pendue à l'extrémité de son fil. Il peut faire d'immenses bonds et se rattraper aux branches basses des frondaisons, ce qui contraste beaucoup avec l'attitude prudente de son proche parent, le Hurlleur, dont nous avons parlé dans un précédent article (1). Comme ce dernier, il possède une longue queue préhensile dont l'extrémité, dépourvue de poils, présente une sensibilité tactile accrue par la présence de dermatoglyphes. Cette queue est réellement un cinquième membre qui lui permet de s'accrocher solidement et de bien sentir son support.

Lorsqu'il est ainsi suspendu par la queue, la tête en bas, l'Atèle peut manger des fruits sans perdre la moindre goutte de jus qui en coule ni souiller son pelage ; il lui arrive souvent de manger dans cette position. Car sa remarquable agilité lui vient d'une morphologie fort spécialisée qui ne le rend pas apte aux manipulations précises : c'est un brachiateur, capable d'avancer sous une branche, suspendu par les bras, en

s'élançant avec des mouvements pendulaires. Il possède donc de très longs membres antérieurs avec une main dépourvue du pouce dont le squelette, très réduit, est inclus dans le reste de la main. Le crochet formé par les quatre longs doigts de sa main est très efficace pour se suspendre aux branches sans fatigue ; mais une main dépourvue de pouce opposable n'est pas un bon outil pour la manipulation des fruits ou pour éplucher les aliments dont il ne mange que l'intérieur ; et il doit, pour cela, s'aider considérablement de sa bouche.

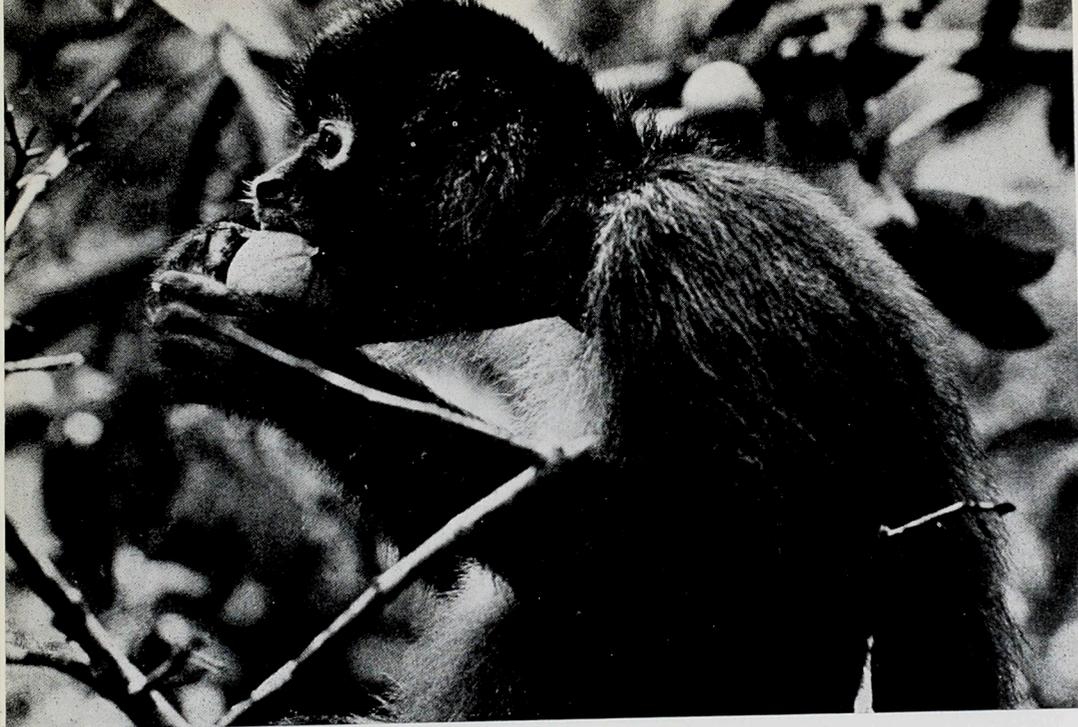
L'Atèle de Geoffroy, *Ateles geoffroyi*, est une belle espèce au pelage roux qui est en voie de disparition sur la plus large partie de son aire de répartition. La réputation de sa chair excellente en fait un gibier de choix pour les chasseurs. Les jeunes, lorsque leur mère est tuée, sont vendus sur le marché de Panama pour faire des animaux de compagnie.

Le D^r MOYNIHAN, responsable de la réserve biologique de Barro Colorado, a pu, en rachetant ces animaux rescapés, réintroduire l'espèce sur l'île. Le but de l'opération n'était pas de changer ou d'enrichir la faune de cette réserve mais d'essayer de la remettre dans son ordre primitif car les Atèles existaient à Barro Colorado à l'époque du creusement du Canal de Panama. A partir de 1960, un groupe initial de

(1) Voir notre article sur les Hurlleurs de Barro-Colo-rado (janvier-février 1972).



L'Atèle de Geoffroy, accroché par sa queue préhensile aux branches d'un *Spondias*, mange les fruits d'un Almendro (*Dypteryx panamensis*) cueillis sur l'arbre voisin.



Le fruit encore très dur d'un goyavier (*Psidium guajava*) est déjà entamé par un jeune Atèle qui en est particulièrement friand. La main de l'animal, dépourvue d'un pouce opposable, enserre le fruit avec difficulté entre la paume et les quatre doigts.

quatre femelles et un mâle a été introduit ; et trois des femelles ont donné naissance à des jeunes en 1966.

Ces animaux sont excessivement familiers et n'ont pas repris toutes les habitudes des Atèles sauvages. Si cela constitue un inconvénient lorsqu'on cherche à obtenir des informations sur le comportement naturel de l'espèce, il est bien compensé par les avantages que peuvent en tirer les scientifiques : on peut suivre les animaux pas à pas, à travers la forêt, assister, sans les déranger, à toutes leurs activités, observer de quels aliments ils se nourrissent et dans quelles proportions...

Une étude très complète du comportement de ces animaux a été effectuée à Barro Colorado par le D^r EISENBERG (1966) et nous nous référerons à ses notes et explications pour toutes les questions éthologiques. Nous avons nous-mêmes suivi le groupe d'Atèles réintroduits, en 1967 et 1968, pour étudier en détail leur comportement alimentaire et le comparer à celui des autres Primates sympatriques.

L'alimentation de l'Atèle roux est essentiellement à base de fruits et une question se pose d'emblée : comment l'animal peut-il obtenir une ration équilibrée en protéines ? Car l'Atèle, effectivement, ne semble pas rechercher les insectes ou autres petites proies animales qui forment une fraction importante de l'alimentation du Tamarin ou du Sajou. Le détail des

analyses nous a donné une réponse satisfaisante (voir les graphiques comparatifs inclus dans notre article sur le Hurlleur) : ce sont les jeunes repousses végétales et les feuillages (notamment ceux des Moracées), mangés par l'animal en complément des fruits récoltés, qui apportent la plus grande partie des protéines dans la ration quotidienne.

Ces repousses de feuillage renferment des acides aminés dans des proportions qui ne correspondent pas toujours aux nécessités de l'alimentation animale. Mais la variabilité entre les espèces arrive, statistiquement, à composer ce déséquilibre. Remarquons d'ailleurs que cette stratégie alimentaire se retrouve chez certaines peuplades humaines sédentaires utilisant les feuillages de nombreuses espèces pour faire des soupes selon des recettes traditionnelles qui leur apportent un complément alimentaire non négligeable : en Afrique, la feuille de Baobab (*Adansonia digitata*) est ainsi employée ; mais aussi dans nos campagnes d'Europe, au siècle dernier, l'usage des soupes était associé aux menus pauvres en protéines.

La très grande proportion de glucides caractérise, bien entendu, le régime frugivore de l'Atèle. Et il semble bien qu'une adaptation physiologique lui en permette un meilleur usage. Les fruits qu'il choisit en renferment toujours beaucoup et encore sélectionne-t-il certaines fractions : par exemple les fruits mûrs des

Ficus, que le Hurleur avale toujours entiers, sont recrachés par l'Atèle qui n'en suce que le jus sucré.

Parmi les nombreux palmiers de la forêt, l'Atèle sélectionne les fruits orangés du « Black Palm » (*Astrocaryum standleyanum*) dont la chair fibreuse renferme un jus légèrement sucré. Le tronc de ce palmier est bardé de longues épines acérées (pouvant traverser la semelle des chaussures lorsqu'on marche sur un tronc tombé à terre) et le singe ne peut pas accéder aisément aux rameaux fructifères solidement implantés entre les pennes des grandes feuilles. Il passe donc par les branches des arbres les plus voisins et s'accroche à une poignée de folioles qu'il regroupe dans une main car il ne peut saisir la nervure centrale de la feuille de palmier, hérissée d'épines aussi mauvaises que celles du tronc. Et c'est ainsi que l'Atèle avance progressivement au-dessous d'une des feuilles, en saisissant dans sa queue ou dans ses mains autant de petites folioles qu'il en faut pour supporter son poids ; et il mange dans cette posture les fruits très abondants sur un seul spadice fructifère.

Nous avons remarqué un autre comportement dont le résultat est assez surprenant : les Atèles roux vont manger les fruits d'un petit arbre croissant le long d'un torrent : *Tocoyena pittieri* (Rubiaceae). Ces fruits, encore verts, de la taille d'une grosse poire, sont protégés par une coque fibreuse très résistante et solidement accrochés à un long pédoncule. L'Atèle qui le repère de loin va attaquer l'écorce avec ses dents et parvient, avec effort, à percer un petit trou ; mais il trouve à l'intérieur une pulpe encore très dure et non sucrée qu'il dédaigne. Quelques jours plus tard, lorsque le groupe passe à côté du même arbre, les fruits qui ont été mutilés ont subi une maturation accélérée et l'Atèle qui les retrouve, en passant sa main par le trou creusé précédemment dans l'écorce du fruit, en retire une pulpe savoureuse, très odoriférante, aussi sucrée que de la confiture. Il gratte tout l'intérieur du fruit sans en laisser une miette et recrache en les dispersant les graines incluses dans cette pulpe. Après son passage, il ne reste plus qu'une coque vidée, percée d'un trou, encore pendue à son pédoncule dans l'arbre.

Le résultat global de cette opération est une exploitation très efficace de la production du *Tocoyena* dont aucun ne tombe au sol et ne pourrit. Il est fort peu probable que le Singe fasse une relation de cause à effet entre la mutilation du fruit et sa maturation accélérée. Par



Les pétioles des feuilles de *Cecropia* sont épluchés avant d'être croqués.

contre, l'Atèle qui a été « récompensé » en dégustant un fruit mûr est suffisamment conditionné pour aller percer quelques autres fruits dont il ne tirera rien mais qui seront utilisés quelques jours plus tard par d'autres individus du groupe.

La grande variété des fruits disponibles dans la forêt de Barro Colorado laisserait un vaste choix aux Atèles mais ils ne sélectionnent qu'un nombre d'espèces relativement limité, incluant le *Spondias* (dit « prune des singes »), les Annonées, l'Almendro, le genre *Inga* (grosses gousses de légumineuses ouvertes à coup de dents, dont les graines sont enrobées dans une délicieuse pulpe sucrée), les genres *Virola* et *Chrysophyllum* ainsi que la goyave. Cette dernière espèce est abondante dans la clairière autour des laboratoires où son implantation est due à l'Homme : c'est ce qui vaut la visite quotidienne des Atèles de Barro Colorado restés très familiers. Le *Cecropia* est aussi un genre fort utilisé, non seulement pour ses fruits recherchés par beaucoup de mammifères et d'oiseaux mais également pour les longs pétioles des feuilles, tendres et croquants, que le Singe-Araignée mange après les avoir épluchés.

A Barro Colorado, cette préférence des Atèles pour une série d'aliments riches en glucides pourrait être due à une adaptation encore imparfaite d'animaux récemment réintroduits : ils dérobent d'ailleurs souvent la nourriture artificielle disposée dans les cages d'élevage et destinée à d'autres Primates. Mais les observations déjà anciennes de CARPENTER (1935),

Ateles geoffroyi, femelle mangeant les
pétioles du *Cecropia peltata*.



Femelle effectuant un
saut d'une dizaine de
mètres (entre deux ar-
bres, avec une déniv-
ellation). Elle porte
son jeune accroché à
son dos, bien calé sur
ses cuisses, au cours
de ce « vol plané ».



Un singe Hurlleur nouveau-né vient d'être « kidnappé » par une femelle Atèle qui s'éloigne rapidement du groupe des Hurlleurs avec le jeune agrippé après son pelage. Un tel événement s'est produit plusieurs fois à Barro Colorado.



faites sur les groupes natifs de la forêt de Panama, semblent bien correspondre à nos observations de terrain : une série d'espèces ou de genres très voisins de ceux que nous avons collectés à Barro Colorado était choisie préférentiellement pour sa nourriture par *Ateles geoffroyi*. L'estomac de ce Singe, de forme très allongée, replié sur lui-même, est d'ailleurs adapté à la nécessité d'ingérer les nombreux noyaux des fruits pour en digérer la pulpe qui adhère à leur surface.

Nous avons déjà insisté sur la remarquable agilité des Atèles, qui leur permet d'atteindre leurs sources de nourriture par des voies très différentes de celles qu'emprunteraient les Hurlleurs. Des bonds d'une dizaine de mètres entre deux arbres ne sont pas rares et dans ce cas, le jeune qui ne peut suivre reste solidement accroché sur le dos de sa mère.

Ces Singes-Araignées demeurent toujours dans la haute futaie à laquelle ils sont parfaitement adaptés et ce n'est que dans des conditions exceptionnelles qu'on les voit marcher au sol : c'est le cas s'ils sont maintenus en captivité et aussi à Barro Colorado, pour les animaux réintroduits qui ont gardé l'habitude de venir voler de la nourriture près des bungalow. Ils marchent alors selon la démarche classique des quadrupèdes, en étendant simultanément le bras et la jambe opposés et ils sont aussi capables de marche bipède pour de courts instants, en particulier lorsqu'ils ont les mains encombrées par le produit de leur rapine.

Les positions de repos permettent le plus souvent une bonne exposition au soleil, l'animal

s'étendant paresseusement le dos sur une branche horizontale. Il assure alors sa stabilité par sa queue et ses membres qui prennent appui sur les branches voisines. Lorsqu'il pleut, au contraire, l'Atèle expose le minimum de surface corporelle, se replie sur lui-même et s'abrite sous les plus larges feuilles.

A Barro Colorado, les femelles n'ont pas toutes eu des jeunes et il semble que ce soit un déséquilibre psychophysiologique qui ait poussé certaines d'entre elles à effectuer des rapt de jeunes parmi les groupes de Hurlleurs. Ce fait s'est produit plusieurs fois : EISENBERG a observé en 1964 une femelle Atèle portant un Hurlleur nouveau-né qu'elle avait dû voler à sa mère. Nous-mêmes, en 1967, avons assisté au « kidnapping » d'un jeune Singe Hurlleur emporté par un Atèle roux devant tout le groupe de Hurlleurs en émoi. Les Hurlleurs sont trop timides et beaucoup moins rapides que les Atèles pour pouvoir faire quoi que ce soit après le rapt et leur réaction la plus marquée consistait à hurler et à suivre de loin leur jeune agrippé à la femelle Atèle. Le jeune Hurlleur, dans les deux cas, a dû mourir 24 heures plus tard, n'étant plus nourri par sa mère.

Ce grand intérêt pour les nouveau-nés est cependant la caractéristique du comportement de l'Atèle qui aboutit à la cohésion des groupes. Les mères ont toujours un rang élevé dans une hiérarchie sociale jamais bien définie chez cette espèce, tandis que les mâles ne servent pas de point de contact central pour déclencher les activités du groupe, comme chez les Babouins ou les Macaques.



Atèle sommeillant sur les branches d'un goyavier aux heures chaudes de la journée.

Dans les populations sauvages, le groupe d'Atèles compte en moyenne 33 individus qui ont un domaine vital commun, utilisent les mêmes arbres en cours de fructification et un même arbre-dortoir. Ce groupe tend à se subdiviser en petites unités de 3 à 17 animaux, souvent formées de plusieurs femelles et de leurs jeunes et d'un ou plusieurs mâles (CARPENTER, 1935). La rencontre d'un humain avec ces groupes sauvages déclenche des clameurs que l'on pourrait comparer à celles produites par les Hurlleurs mais très rarement entendues à Barro Colorado où les animaux sont trop habitués à l'Homme.

Les intercommunications à l'intérieur de ces groupes, étudiées par EISENBERG et KUEHN (1966), sont d'ordre tactile, visuel ou auditif : le toucher et les embrassades sont fréquents entre individus, ainsi que le « grooming » et les contacts ano-génitaux. Au cours des embrassades, un comportement ritualisé dit de « reniflement pectoral » est en rapport avec l'existence d'une glande particulière à l'Atèle, située au sommet du sternum, qui produit une sécrétion dont l'animal enduit son pelage lorsqu'il s'expose au soleil.

Les expressions faciales sont peu variées mais sont indubitablement associées aux contacts interindividuels et à leur contexte. Une « grimace », la bouche particulièrement ouverte, la lèvre supérieure relevée, constitue une menace pour l'individu qui approche. Au contraire, lorsque les lèvres sont étendues en forme de bourse, le contact avec un autre individu est recherché.

Les vocalisations comprennent au moins 16 sons différents auxquels il faudrait ajouter des sons intermédiaires (CARPENTER dénombre 20 types de vocalisations chez le Hurlleur ; et chez le Gorille, SCHALLER en a dénombré 22). Les informations contenues dans ces signaux ne peuvent être rigoureusement connues sans qu'il y ait une corrélation évidente entre le signal envoyé et la réponse de celui qui la reçoit, ce qui n'est jamais exactement le cas. Les auteurs qui les ont étudiés préfèrent donc parler d'un signal « caractéristique d'une situation donnée ». Ainsi le son « Tiii-Tiii » est émis par un membre du groupe à l'approche d'un autre membre qui s'est absenté pour quelques temps et il peut être considéré comme un signal de bon accueil ; les « aboiements » répondent à tout stimulus inattendu et fonctionnent comme cris d'alarme ; un « Ouk-Ouk » est émis lorsque les animaux s'agrippent l'un à l'autre ou au cours du comportement sexuel ; d'autres cris

différemment modulés sont des appels pour rassembler les individus aux meilleurs emplacements de nourriture découverts ; certains cris aigus, plus typiques des juvéniles, précèdent les contacts. Les cris les plus aigus et durs sont toujours agonistiques, comme chez de nombreux autres mammifères. Tous ces cris sont associés



Au cours d'une forte averse, l'Atèle s'est abrité sous les larges feuilles du Balsa (*Ochroma limonensis*) et il s'étire en bâillant.

aux expressions faciales et corporelles et le « message » est toujours un ensemble complexe.

Les liens sociaux à l'intérieur du groupe sont, comme nous l'avons vu, assez peu marqués. Le



Jeu des jeunes Atèles déjà assez agiles pour se déplacer par brachiation au-dessous des lianes.

mâle est toujours très indépendant et à Barro Colorado, on le trouve souvent recherchant sa nourriture pour lui-même. Il lui arrive parfois de suivre un groupe de Sajous et de s'alimenter des fruits qu'ils découvrent.

Parmi les femelles et les jeunes qui forment un groupe assez homogène, on peut détecter une subtile hiérarchie mise en évidence lorsqu'elles s'installent pour la nuit : deux d'entre elles dorment l'une contre l'autre, formant un centre où les autres aspirent à venir se regrouper. Une troisième femelle cherche à en écarter la quatrième mais elle finit elle-même par s'installer légèrement à l'écart du groupe pour le repos nocturne. D'après la fréquence du « grooming » donné aux autres ou reçu des autres, EISENBERG et KUEHN ont pu encore détecter certaines relations de dominance entre les Atèles d'un groupe ; mais elles ne sont jamais aussi évidentes que chez les Babouins dont le comportement de soumission (présentation rituelle) des animaux de rang inférieur est aisément observable.

Les juvéniles forment souvent un ensemble un peu à part du groupe des femelles. Chez eux, comme chez les adultes, le contact corporel est un facteur important de sociabilisation.

Le comportement territorial ne semble pas exister chez l'Atèle : le Domaine Vital occupé par un groupe se superpose en partie à celui des groupes voisins sans qu'il y ait d'antagonisme. De même qu'à l'intérieur du groupe, la

tolérance et une agressivité très réduite caractérisent les contacts.

Pourtant, malgré toute la flexibilité dans la structure des groupes, l'organisation sociale tend vers la forme la plus caractéristique de l'ordre des Primates : celle du petit groupe de femelles et de jeunes sous la dépendance d'un seul mâle. Les unités sociales de ce type apparaissent dans les sous-groupes où une demi-exclusivité des femelles est détenue par le mâle adulte.

Dans une récente étude, EISENBERG, MUCKENHIRN et RUDRAN (1972) ont examiné le détail des structures sociales des groupes de Primates, à la lumière des dernières études de terrain entreprises à Ceylan. Il s'avère que les idées émises communément à propos d'un modèle spécial aux Primates, avec des groupes hiérarchisés à mâles nombreux, ne cadre pas avec les faits observés : il s'agit là de traits particuliers traduisant l'adaptation à un environnement aride où les animaux doivent s'organiser en vastes bandes pour se déplacer au sol.

Chez les Hurlleurs, il semblerait que la tolérance entre mâles ne soit qu'apparente car certains sont rejetés hors du groupe. Chez les Atèles, le noyau de base est le sous-groupe des femelles et des jeunes auquel le mâle vient se joindre. Dans ces deux cas comme dans la plupart des autres, chez les Primates, se retrouve la structure du groupe à mâle unique dans lequel sont inclus des jeunes mâles de divers âges sus-

Le groupe au repos : le contact est un facteur important de socialisation chez l'Atèle ; ici les individus sont agglomérés en une boule unique.



ceptibles d'être éliminés à plus ou moins brève échéance. Ce modèle de structure sociale n'est pas unique : on le retrouve chez d'autres groupes de Mammifères, notamment chez les Chauve-Souris du genre *Myotis*, chez les Pinnipèdes et aussi, avec des variantes, chez certains Ruminants dont les mâles constituent des « harems. »

**

REFERENCES CITEES :

- CARPENTER C. R. (1935). — Behavior of the Red Spider Monkey (*Ateles geoffroyi*) in Panama, *Journal of Mammology*, 16, 171-180.
- EISENBERG J. F., KUEHN R. E. (1966). — The Behavior of *Ateles geoffroyi* and related Species, *Smithsonian miscellaneous collections*, 151, 8, 1-63.
- EISENBERG J. F., MUCKENHIRN N. A., RUDRAN R. (1972). — the Relationship between Ecology and social Structures in Primates (sous presse).

DÉFENSE DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES EXPÉRIMENTALES

(et en particulier des Sciences Naturelles)

Les projets de réforme des enseignements du second degré sont inquiétants à bien des points de vue. L'absence de discussion avec les différents intéressés (élèves, étudiants, enseignants du second degré et du supérieur, parents, employeurs) risque de nous mener, comme pour les précédentes réformes, à des décisions arbitraires dont certaines resteront dans l'histoire de l'éducation en France comme des catastrophes (voir par exemple l'orientation autoritaire en classe de 3^e).

Si certains bruits, puisque nous sommes réduits à cela, trouvent chez nous un écho favorable, tel par exemple le retour à des programmes de baccalauréat moins spécialisés, d'autres nous conduisent à prendre nettement position ; il ne s'agit pas de polémique puisque le gouvernement n'a pas encore rendu publiques ses intentions, mais simplement d'exprimer des convictions pratiquement unanimes basées sur l'expérience de dix ans de réformes incohérentes. Ces convictions se rattachent toutes et fort simplement à deux idées.

1° Nous défendons l'existence et même le développement des Sciences expérimentales dans l'enseignement du second degré (1^{er} et 2^e cycle). Nous ne nous plaçons pas ici sur le terrain corporatiste qui consiste à soutenir une discipline pour qu'il y ait des postes de professeurs dans cette discipline, mais bien sur le terrain de la formation de l'esprit, de l'éducation, de l'accès à la culture. Tout recul dans le domaine des Sciences expérimentales est synonyme de dogmatisme, de récession intellectuelle, d'éloignement du concret, d'incompréhension des problèmes de notre environnement. A ce sujet nous voudrions intervenir dans une polémique dont nous considérons qu'elle ne nous est pas extérieure, celle des mathématiques. Nous, naturalistes et expérimentateurs, disons que les mathématiques dites modernes ont le plus grand intérêt pour l'ensemble des sciences (Biologie, Psychologie, Economie, etc.) et qu'il serait ridicule de le nier. Mais il serait également enfantin de se faire des illusions : malgré les prouesses pédagogiques tentées par nos collègues mathématiciens, si les formulations des mathématiques modernes ont leur vertu éclairante et généralisante, c'est évidemment en raison même de leur degré d'abstraction. La solution de la polémique concernant l'enseignement des mathématiques ne peut donc être trouvée à l'intérieur des mathématiques, mais bien dans la recherche d'un équilibre entre les mathématiques modernes et les disciplines expérimentales. Ces dernières se révèlent comme une pièce maîtresse de toute réforme cohérente de l'enseignement secondaire.

2° Nous avons l'intention de nous opposer par tous les moyens à la décision la plus tragique de l'histoire de l'enseignement français, celle de l'orientation autoritaire en classe de 3^e. Si cette décision n'était pas rapportée dans les plus brefs délais, nous pouvons avec le recul de quelques années dire qu'elle serait un des facteurs prépondérants du

déclassement de la France sur le plan international : au moment où le développement scientifique et technique exigerait des cadres multipliés, la France voit baisser chaque année le nombre de ses bacheliers scientifiques. Le mécanisme qui consiste en classe de 3^e (de toute façon trop tôt) à juger des aptitudes scientifiques d'un élève sur les seules mathématiques, et qui plus est sur des mathématiques dont on sait les difficultés pédagogiques, est un mécanisme qu'il faut dénoncer avec la plus grande énergie. Nous pensons que les mathématiques ne sont pas la science et que l'accès à une culture scientifique (ou le choix d'une orientation scientifique) ne passe pas exclusivement ni nécessairement par les mathématiques. Les enfants ne sont pas tous identiques ni dans leurs aptitudes et dans le développement de leur personnalité, ni dans leurs origines sociales. Nous pensons qu'aucune voie vers une formation scientifique ne doit être négligée. Apprendre ce qu'est une expérience nous paraît aussi important que d'apprendre ce qu'est un ensemble, nous ne voyons là aucune source de contradiction, mais bien au contraire l'affirmation d'une complémentarité indispensable. Le nier revient à accepter de perdre une des voies possibles d'acquisition des connaissances pour une proportion importante des élèves.

Les deux idées que nous venons de développer sont cohérentes en ce sens qu'elles relèvent toutes les deux de la même conviction : celle que les sciences expérimentales doivent être enseignées aux élèves du second degré en tant que disciplines fondamentales et qu'elles doivent l'être très tôt. Nous n'ignorons pas que ce que nous demandons n'est pas gratuit : il coûte plus cher de faire faire des expériences aux élèves que de leur faire dessiner un diagramme ensembliste au tableau noir. Mais nous pensons que ce que nous demandons est un des éléments importants d'une réforme démocratique de l'enseignement.

Pour terminer nous voudrions dire que nous ne croyons pas à l'efficacité d'une réforme de l'enseignement des mathématiques et puis à celle d'une réforme des sciences naturelles et puis à celle d'une réforme du français. Nous avons la candeur de penser que l'enseignement s'adresse aux élèves et non à leurs professeurs, si bien que la manière de s'interroger devait être la suivante : quels sont les programmes de mathématiques, de science expérimentale et de français qu'il faut envisager en classe de 5^e et quelles sont les manières de faire pour que les élèves de cette classe aient envie d'aller à l'école ?

Professeur L. DAVID.

P.S. — Il serait utile que toutes personnes intéressées par la défense de l'enseignement des sciences expérimentales dans le premier et le second degré comme dans l'enseignement supérieur veuillent bien se faire connaître à l'adresse suivante : U.E.R. des Sciences de la Nature, Université Claude-Bernard, 43, bd du 11 novembre 1918, 69-Villeurbanne.

Jean Pierre CAULET

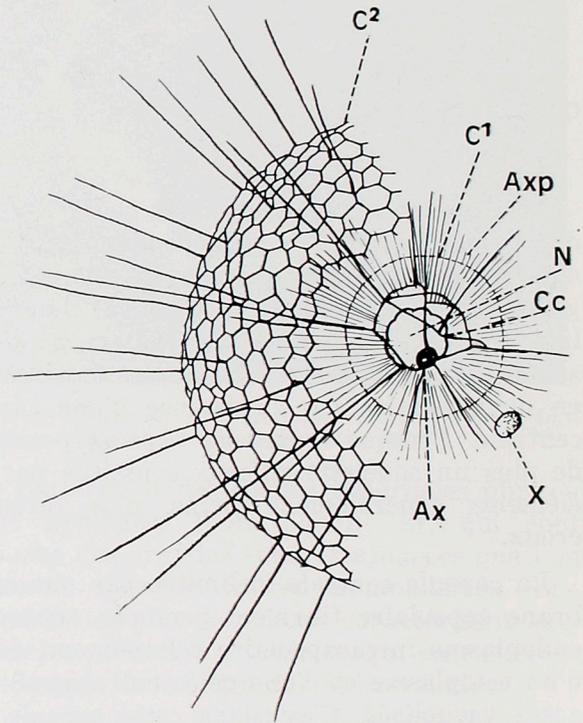
chargé de recherches
laboratoire de géologie du muséum

RADIOLAIRES

DES OCÉANS ET DES SÉDIMENTS

Êtres microscopiques souvent abondants dans le plancton, les Radiolaires intéressent par eux-mêmes le zoologiste ou le paléontologiste mais s'imposent à l'attention du sédimentologiste en raison de la part qu'ils prennent à la constitution de certains dépôts sédimentaires récents et anciens.

Par la diversité de leurs couleurs, la complexité de leur structure et la forme de leurs squelettes, les microorganismes qui pullulent dans le plancton marin offrent toujours de nouveaux sujets d'émerveillement. A cet égard, les plus élégants sont assurément les Radiolaires dont les fines coques treillisées combinent à l'infini les formes variées de la sphère, du cylindre, du cône, du disque et même de la spirale. Si élégants soient-ils, les Radiolaires comptent cependant parmi les Protistes marins les moins bien connus. La faible dimension (de 50 à 200 microns en moyenne) de leurs cellules haute-



ment organisées, comme la difficulté de les maintenir en élevage, ont, en effet, longtemps découragé les biologistes. Les paléontologistes ont également laissé de côté leurs restes, parce que ces microfossiles, quoique connus depuis le début de l'ère primaire (500 à 600 M d'années) se révélaient de prime abord comme peu répandus et surtout peu intéressants du point de vue stratigraphique.

Depuis quelques années, l'extension des recherches océanographiques montre pourtant l'importance de ces minuscules Protistes à la fois dans la constitution du microplancton actuel et dans la formation des sédiments océaniques. Tout récemment enfin, le développement ac-

Ci-dessus : FIG. 1. — Schéma d'une cellule vivante de Radiolaire (d'après HOLLANDE et ENJUMET). Ax : Axoplaste ; Axp : Axopodes ; C¹ : coque interne (microsphère) ; C² : coque externe ; Cc : capsule centrale ; N : noyau ; X : Zooxanthelles.

celéré des techniques de microscopie électronique, avec en particulier la mise en service de microscopes électroniques à balayage, permet une observation plus détaillée des infiniment petits et renouvelle ainsi l'étude des Radiolaires.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX.

Les Radiolaires vivent pour la plupart à l'état d'individus isolés. Il existe cependant parmi eux des formes coloniales qui peuvent atteindre un grand développement (jusqu'à 25 cm). Leurs cellules revêtent des formes très variées, mais présentent toujours un corps protoplasmique séparé en deux parties par l'existence d'une capsule centrale. Presque toutes les espèces possèdent de plus un squelette siliceux constitué par des éléments généralement pleins, plus rarement creux.

La capsule centrale, délimitée par une membrane capsulaire finement perforée, sépare un endoplasme intracapsulaire relativement dense, d'un ectoplasme et d'une gelée extracapsulaires assez vacuolisés. C'est dans cette capsule que logent le noyau et un gros corpuscule indépendant du noyau : l'axoplaste. De cet axoplaste partent plusieurs fins axopodes (sortes de pseudopodes longs, ténus et rigides, faits d'un filament axial que revêt une gaine ectoplasmique) qui, après avoir traversé la membrane capsulaire, passent dans l'ectoplasme. Le rôle de l'axoplaste et des axopodes est resté longtemps mystérieux. On sait aujourd'hui qu'il est en liaison avec la constitution du squelette (voir fig. n° 1).

Selon le mode de perforation de la membrane capsulaire on peut répartir les Radiolaires en trois grands groupes. Chez les Spumellaires, les pores de la membrane ou fusules sont très nombreux et disséminés sur toute la surface de la capsule. Chez les Phéodaires, il ne reste plus que trois pores et chez les Nassellaires on n'en retrouve plus qu'un seul (en fait, plusieurs petits orifices regroupés à un pôle de la capsule).

Pour les géologues, les Radiolaires se réduisent, en réalité, aux deux seuls groupes des Spumellaires et des Nassellaires car les Phéodaires, en dehors de leurs caractères spéciaux (membrane capsulaire double, organe ectoplasmique spécial, éléments siliceux du squelette creux) ne sont quasiment pas représentés à l'état fossile.

Libres ou coloniaux, les Radiolaires peuplent tous les niveaux marins depuis la surface jusqu'aux grandes profondeurs des abysses. Leur flottaison est assurée grâce à un squelette remarquablement adapté à l'existence flottante par sa finesse et l'abondance de ses appendices et épines, grâce également à la présence de nombreux pseudopodes et vacuoles riches en réserves lipidiques. D'ailleurs, les Radiolaires ne se contentent pas de flotter mais peuvent exécuter des mouvements d'ascension ou de plongée en contractant leurs pseudopodes et en formant ou éclatant leurs vacuoles ectoplasmiques.

Les travaux récents des Zoologistes nous apprennent que les Radiolaires se nourrissent de petits Flagellés, de Diatomées, de Tintinnides ou d'Infusoires qu'ils capturent avec leurs pseudopodes. De nombreuses Zooxanthes qui vivent en symbiose dans l'ectoplasme de leurs cellules doivent contribuer à l'assimilation des aliments digérés.

Ces Zooxanthes qui appartiennent aux Péri-diniens ou aux Cryptomonadines peuvent être en nombre variable (de 6 à 300) et manquent chez les Radiolaires des eaux profondes (en particulier chez les Phéodaires).

La reproduction des Radiolaires pose encore de nombreux problèmes. On a longtemps cru à une reproduction sexuée par anisospogénèse, mais il est maintenant hors de doute que cette anisospogénèse est en réalité un stade évolutif des Dinoflagellés qui parasitent les Radiolaires. La multiplication des Radiolaires paraît en fait s'effectuer par isospogénèse. Durant toute la vie végétative, le noyau augmente de volume. Après plusieurs endomitoses, il devient polyploïde (de 2 à 3.000 chromosomes). A un certain moment, ce noyau primaire se scinde en de très nombreux noyaux secondaires qui s'entourent ensuite de fragments de la masse endoplasmique. Autour de chaque noyau secondaire se juxtaposent des sphérules lipidiques et un centrosome qui donne naissance à deux flagelles inégaux battant vivement. Les spores sont enfin libérées par rupture ou lyse de la capsule centrale. Sur leur développement ultérieur on sait peu de choses. Une reproduction asexuée par simple division binaire a été également reconnue chez quelques Radiolaires, notamment des Phéodaires.

Au-delà de la reproduction, le développement des Radiolaires pose encore de nombreux problèmes en raison des difficultés de l'élevage. Aussi, l'identification des formes juvéniles et

l'analyse de leur évolution vers les stades adultes font-elles toujours partie du domaine des recherches en cours.

LE SQUELETTE DES RADIOLAIRES.

Il y a très peu de Radiolaires sans squelette. Encore est-il possible que certaines des formes nues soient des stades juvéniles d'autres espèces où les éléments squelettiques n'ont pas eu le temps de se former. Chez presque tous existe donc un squelette autogène constitué par de la silice précipitée par le protiste sous forme d'opale. Les Spumellaires et les Nassellaires empruntent cette silice au milieu marin. Mais les Phéodaires seraient, de leur côté, susceptibles de dissoudre partiellement les tests siliceux des microorganismes ingérés, pour en tirer la silice nécessaire à l'élaboration de leur propre squelette. Ce dernier apparaît néanmoins comme plus facilement soluble que celui des Spumellaires ou celui des Nassellaires car on n'a que très peu signalé de Phéodaires fossiles.

D'une façon générale, il semble que, dans le corps protoplasmique, le transfert de la silice et sa floculation sous forme d'opale soient sous la dépendance du système axopodial. En effet, seules, les portions de squelette en contact avec les axopodes continuent à s'accroître et la forme générale du squelette paraît liée au type du système axopodial, différant ainsi notamment à l'intérieur de chacun des trois grands groupes que nous avons vus.

Les études cytologiques faites en France ayant conduit à ces observations étant très récentes, toute la systématique des Radiolaires est basée depuis HAECKEL (1887) sur la morphologie des squelettes. Bien qu'une telle classification ne puisse être considérée actuellement comme satisfaisante, on ne dispose encore d'aucun autre système cohérent et logique pour classer les différentes espèces de Radiolaires, surtout en Paléontologie où seuls les squelettes restent disponibles. Quelles sont donc les principales formes que peuvent revêtir les squelettes des Radiolaires ?

LES COQUES DES SPUMELLAIRES.

Les Spumellaires regroupent la plupart des Radiolaires à squelette plus ou moins sphérique. Les espèces coloniales comprennent, cependant, des représentants dont le squelette se réduit à quelques spicules de formes diverses, disséminés dans l'ectoplasme. Mais quelques-

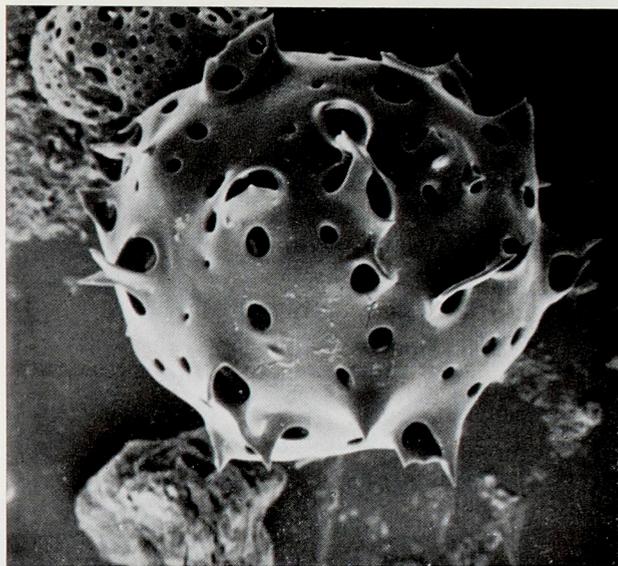
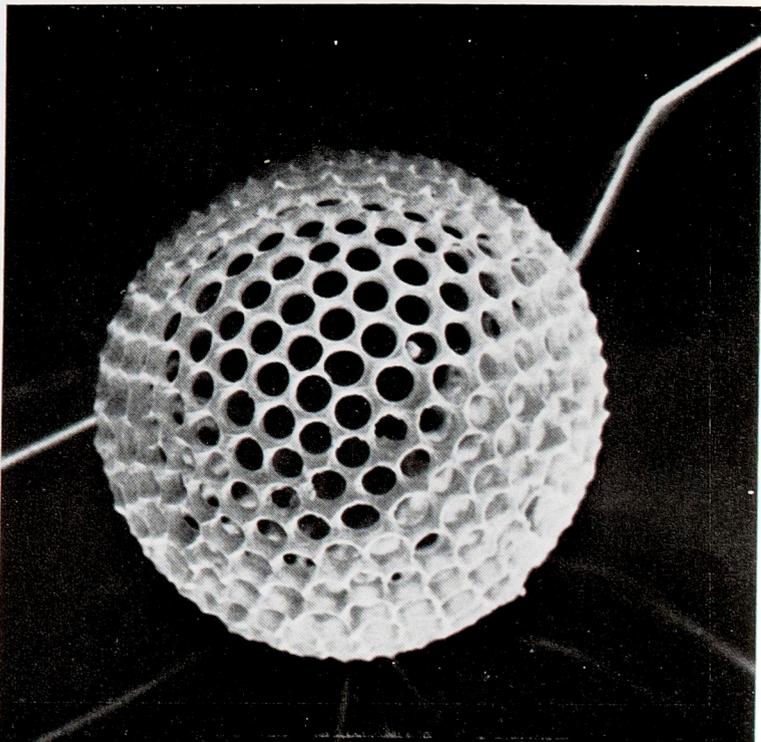


FIG. 2. — Coque de Sphaerellaire colonial, type *Odon-tosphaera*. Vase de l'Atlantique. G \times 675.

unes renferment des coques sphériques plus ou moins grillagées (voir fig. n° 2), qui sont l'ébauche des grandes sphères ajourées que l'on rencontre chez les autres Spumellaires. Les carapaces les plus complexes caractérisent surtout des espèces non coloniales, qui sont regroupées dans le sous-ordre des Sphaerellaires.

Parmi ceux-ci les plus élégantes sont les formes à tests sphériques de la super-famille des Sphaeroidae. Tous les degrés de complication dans l'ornementation de ces Radiolaires se retrouvent, depuis le type à une seule coque dépourvue d'épines (fig. n° 3) jusqu'aux systèmes étonnants de 2 à 5 coques emboîtées les

FIG. 3. — Coque externe de *Carposphaera favosa*. Sphaerellaire fréquent dans les vases de Méditerranée occidentale. G \times 675.



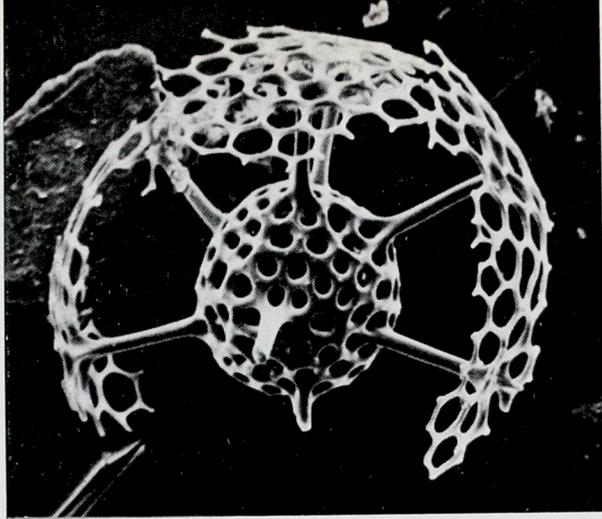
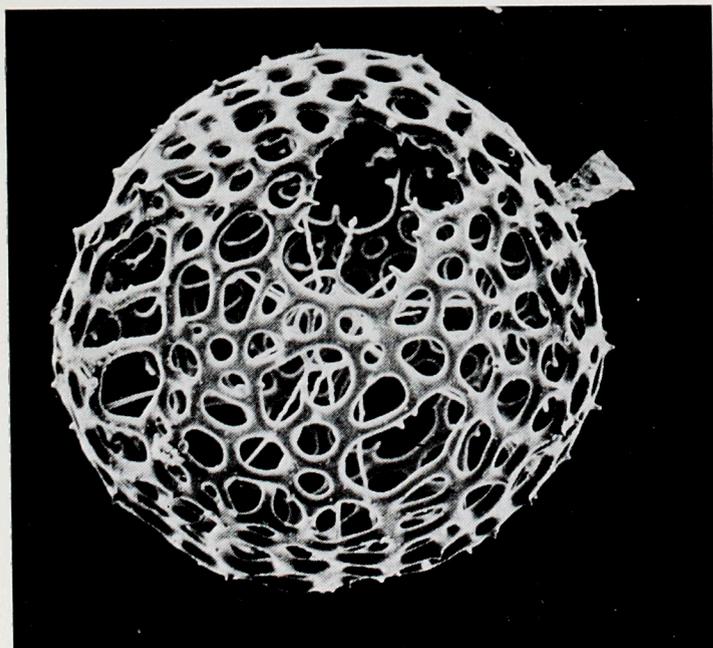
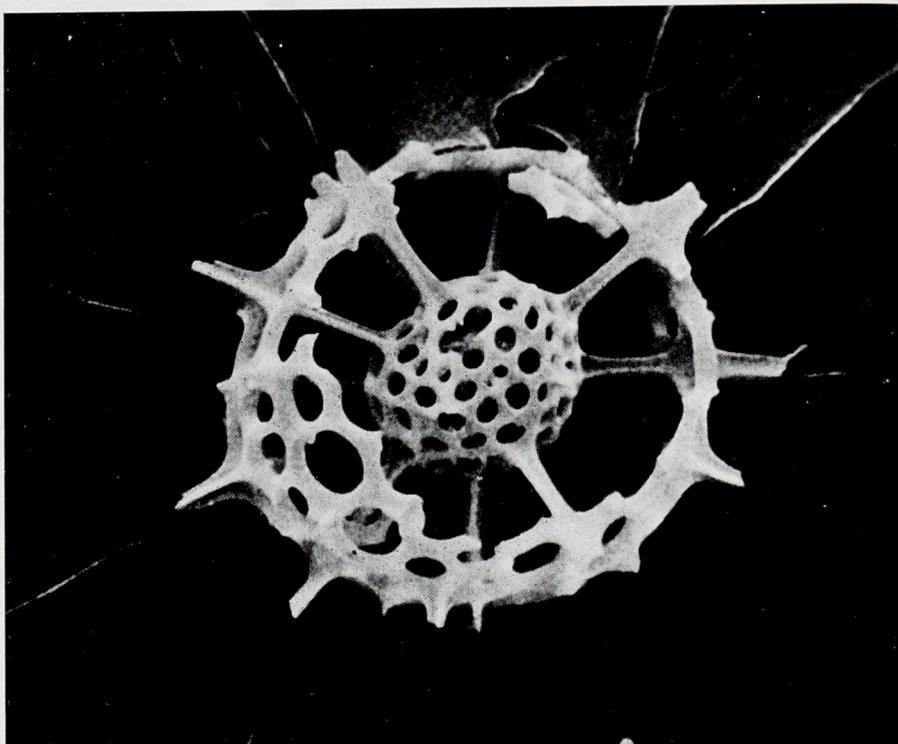


FIG. 4. — Espèce à double coque, type *Thecosphaera*. Vase de l'Atlantique Nord. G \times 750.

FIG. 5. — *Echinomma trina-crium*. Sphaerellaire à triple coque commun dans les vases de la Méditerranée occidentale. G \times 800.

FIG. 6. — *Actinosphaera capil-laceum*. Forme à microsphère irrégulière et coque corticale grillagée. Vases de la Méditerranée occidentale. G \times 470.



unes dans les autres (voir fig. n° 4). Toutes ces sphères grillagées, à pores réguliers ou irréguliers, peuvent être simplement nues mais aussi couvertes, hérissées de piquants droits ou branchus (fig. n° 5). Parfois même existent des sphères moins harmonieuses, plus irrégulièrement composées de bâtonnets siliceux disposés sans ordre apparent (fig. n° 6). Toutes les combinaisons imaginables alliant en nombre différent des coques et des piquants de nature dissemblable, élargissent à l'infini la variété de ces Sphaeroidae.

Les Sphaerellaires à test ellipsoïdal ou cylindrique sont réunis dans la super-famille des Prunoidae. Ici les coques rencontrées ont une allure prunoïde souvent très voisine de celle des formes sphériques. Les piquants, moins nombreux et généralement réduits à deux grosses aiguilles, se placent de préférence aux deux extrémités du squelette (fig. n° 7). Toutes les combinaisons à une ou plusieurs coques, à deux ou plusieurs épines se retrouvent également. Parfois, sur la carapace cylindrique apparaissent des constriction transversales qui aboutissent à la formation de plusieurs loges (fig. n° 8). Dans le cas de constriction maximales, on observe même la formation de toques,

bonnets ou coupoles empilés les uns sur les autres aux deux pôles de la coque.

D'autres Sphaerellaires se présentent comme des pastilles ou des lentilles. On les a rangés dans la super-famille des Discoidae. Le plus bel exemple en est donné par les espèces du genre *Porodiscus* (fig. n° 9) dont le squelette affecte l'allure d'un disque légèrement renflé au milieu. Ce disque est constitué par toute une série d'anneaux grillagés emboîtés les uns dans les autres et cloisonnés en chambres rectangulaires par des poutrelles rayonnantes pouvant saillir à la périphérie sous forme d'aiguilles plus ou moins longues.

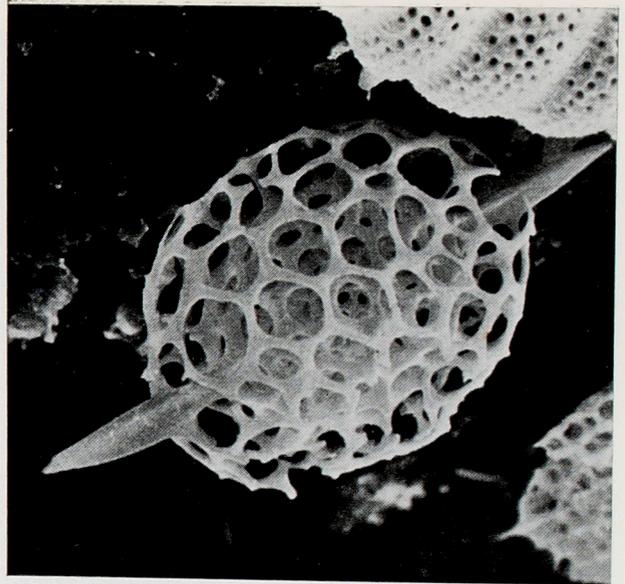


FIG. 7. — Forme juvénile de *Cromyatractus ceparius*. Vase de l'Atlantique Nord. G. \times 520.

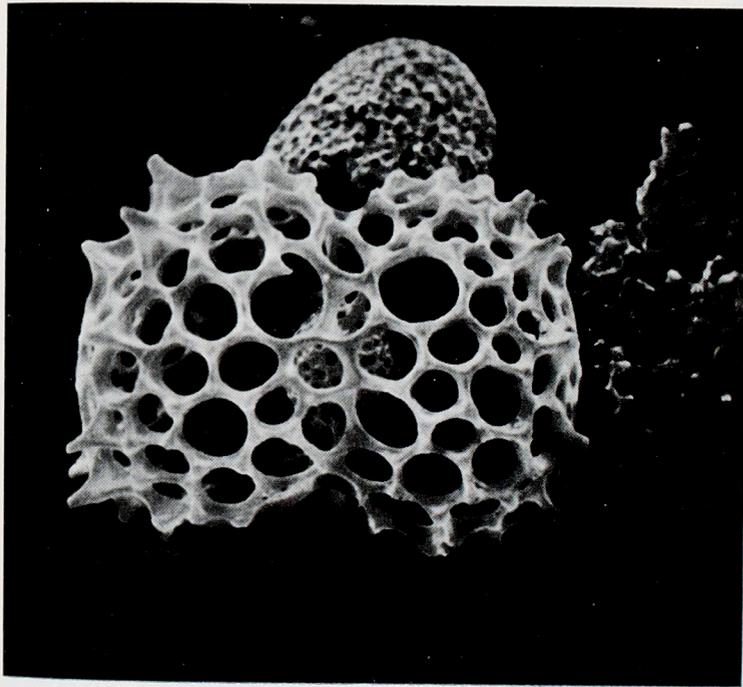
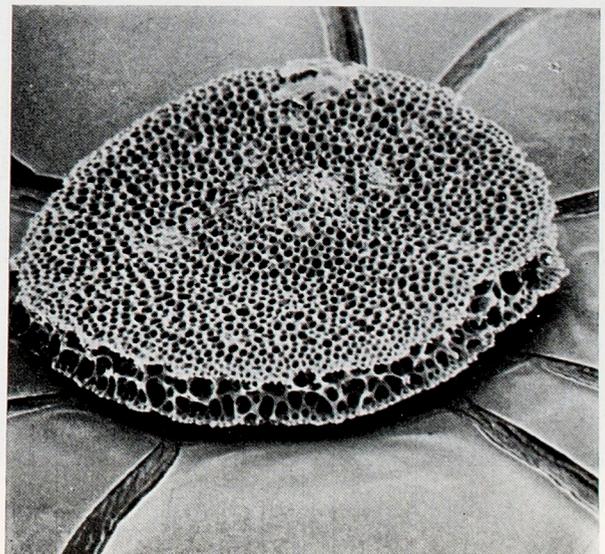


FIG. 8. — Forme juvénile de *Panartus* sp. Coque externe divisée en deux loges par une constriction placée au niveau de la microsphère intérieure de forme elliptique. Boue à Radiolaires du Pacifique central. G \times 600.

FIG. 9. — Disque plat et légèrement renflé au centre de *Porodiscus* sp. Quaternaire méditerranéen. G \times 220.

Dans la super-famille des Larcoïdæ, les squelettes parviennent à une très grande complexité car les trois axes selon lesquels ils s'étirent deviennent inégaux. Le test entier affecte ainsi une forme ellipsoïdale plus ou moins aplatie. En général, plusieurs coques sont encastrées les unes dans les autres. Parfois ces coques se réduisent à de simples anneaux treillisés disposés comme trois ceintures elliptiques perpendiculaires les unes par rapport aux autres (fig. n° 10). D'autres fois la croissance irrégulière du squelette se fait en spirale simple ou double (fig. n° 11). Enfin, quelques coques à larges ouvertures et d'autres où aucun arrangement architectural simple ne



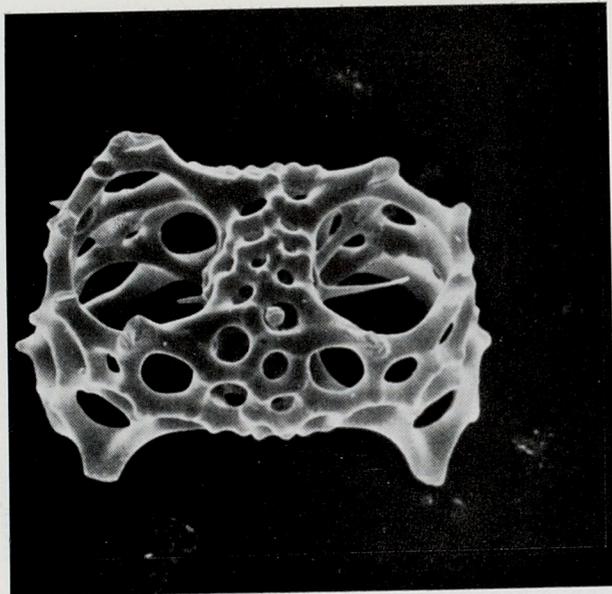


FIG. 10. — Squelette à deux ceintures externes grillagées chez une forme juvénile d'*Octopyle* sp. Pacifique central. G. \times 300.

peut être distingué portent à son maximum de complexité l'ordonnance étonnante de ces magnifiques Sphaerellaires.

LA CUIRASSE DES NASSELLAIRES.

Chez les Nassellaires, le squelette peut manquer totalement dans quelques rares spécimens considérés peut-être à tort comme primitifs. Mais dans tous les autres il est présent, parfois sous forme très rudimentaire mais toujours avec des aspects très variés. Ce squelette, quelle que soit sa complexité, dérive uniformément d'un spicule à 4 branches. En général les bran-

FIG. 12. — Squelette en anneau simple avec branches bifides, type *Archicircus sexangularis*. Boue à radiolaires du Pacifique central. G \times 900.

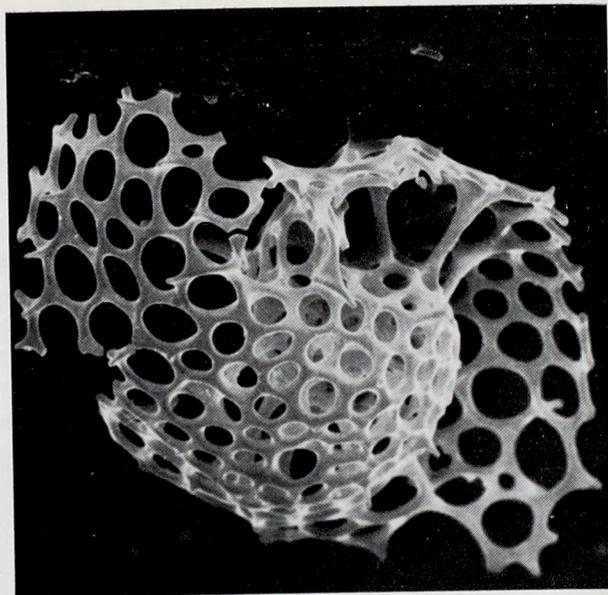
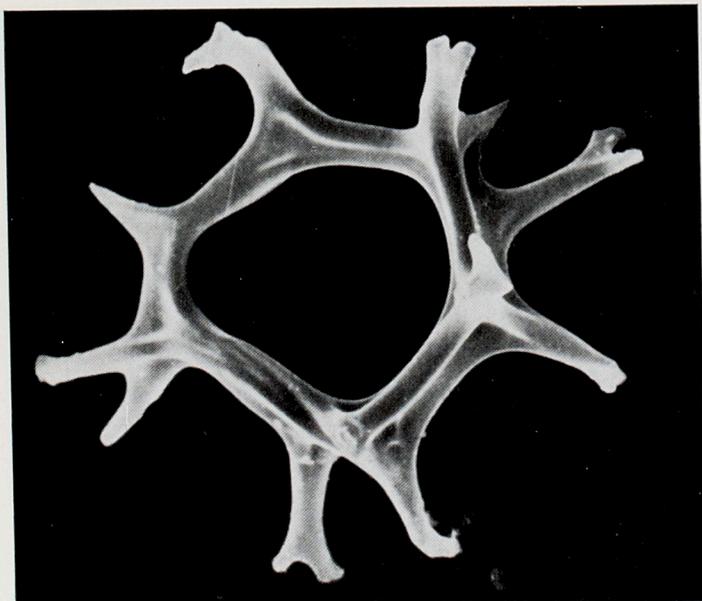
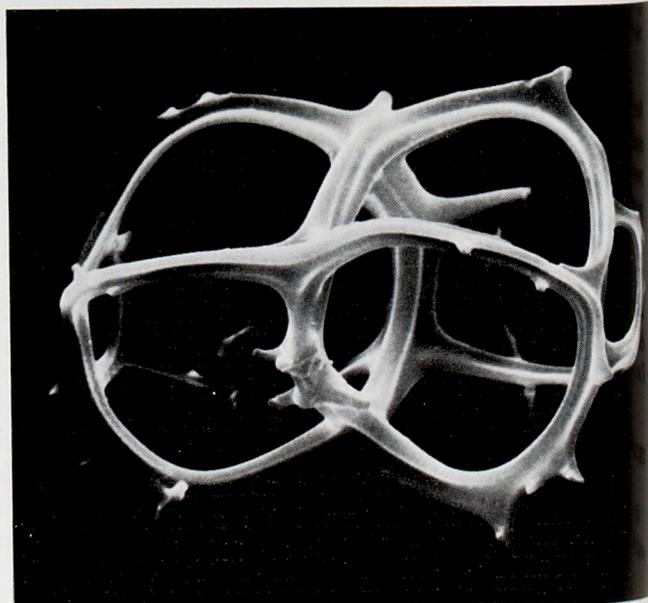


FIG. 11. — Double spirale grillagée chez *Lithelius solaris* (forme juvénile). Boue à Radiolaires du Pacifique central. G \times 800.

ches de ce spicule initial se ramifient puis s'anastomosent entre elles et constituent une coque, non plus sphérique, mais allongée, mono-axiale ou orboïde et bilobée.

Les squelettes les plus simples caractérisent les espèces du sous-ordre des Plectellaires. Ce sont de simples anneaux ramifiés ou non (fig. n° 12). Des systèmes plus complexes comprenant des jeux d'anneaux situés dans des plans perpendiculaires se rencontrent fréquemment (fig. n° 13). Ces anneaux se forment par soudure des branches du spicule initial. La ramification des branches, puis des anneaux, se poursuivant, le squelette se transforme en une

FIG. 13. — Squelette à trois anneaux principaux dont un équatorial et deux méridiens. Type *Trissocircus*. G \times 900.



petite boule grillagée (le céphalis) portant à sa base le spicule initial dont quelques épines subsistent à l'état isolé (fig. n° 14).

Chez les espèces du sous-ordre des Cyrtellaires, le spicule initial se cache à l'intérieur d'une coque grillagée, à une ou plusieurs loges, résultant de constrictions le plus souvent horizontales. Sur le céphalis se dresse assez fréquemment une grande corne apicale (fig. n° 15) tandis que la partie basale, ouverte ou fermée, peut s'ornier d'appendices élégamment profilés (fig. n° 16). Tout concourt à donner à l'ensemble des coques une allure en parachute (fig. n° 17) augmentant par-là même l'aptitude à

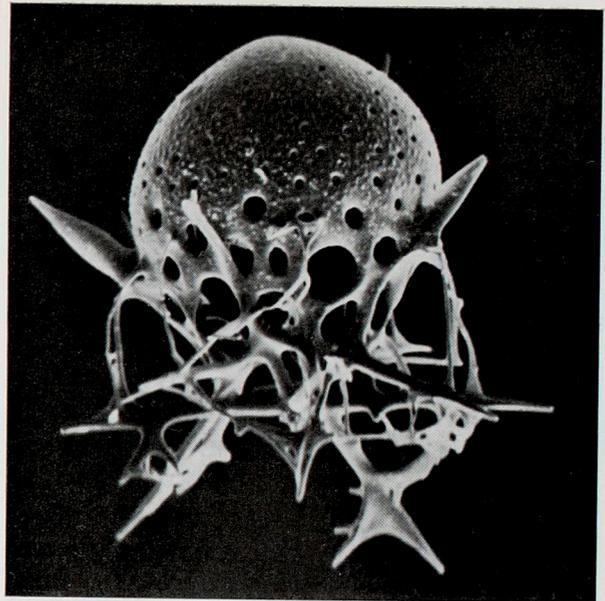


FIG. 14. — Spicule initial ramifié et céphalis rudimentaire chez un Nassellaire. Forme juvénile de type *Archipera*. Vase de Méditerranée occidentale. G \times 1400.

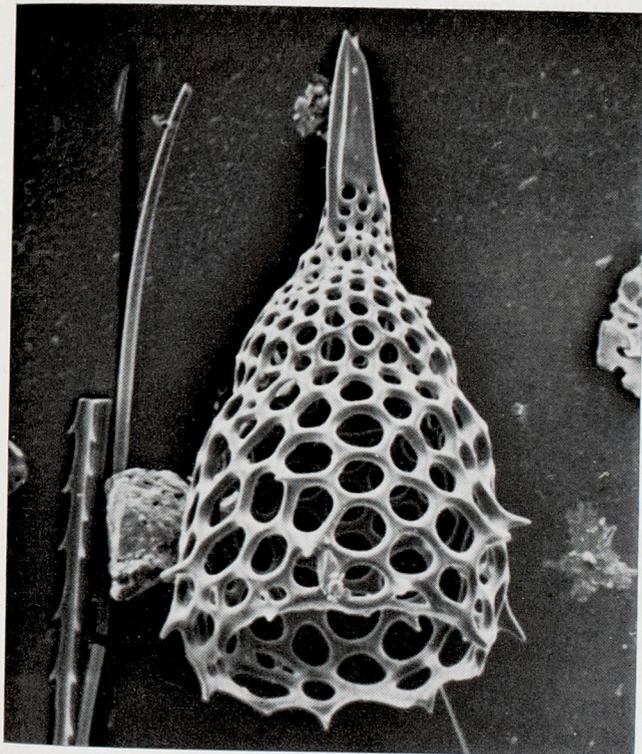
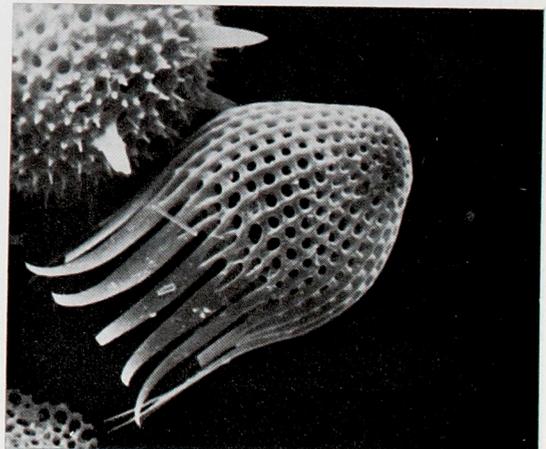


FIG. 15. — *Lamprocyclus dentata*. Nassellaire de l'Atlantique Nord. G \times 470.

niveaux marins. Une expédition océanographique en a même pêché à — 8 000 m de fond dans l'Océan Pacifique. Les formes coloniales peuplent cependant de préférence les niveaux les plus superficiels (de 0 à 50 m). De leur côté, les Spumellaires et les Nassellaires libres vivent en grosse majorité vers la surface ou à faible profondeur. Les Phéodaires apparaissent nettement comme plus profonds. Si la plupart des Radiolaires prolifèrent à des niveaux très variés, quelques formes, dites *sténobathes*, sont caractéristiques de certaines tranches d'eau (0 - 50 m, 50 - 200 m, 200 - 1 000 m). La majeure partie de ces formes *sténobathes* (environ 30 % du total) est typique des horizons marins compris entre 1 000 m et 2 000 m.

En Méditerranée, les Spumellaires et les Nassellaires sont pêchés entre la surface et 50 m

FIG. 16. — Coque profilée de *Carpocanium vercundum*. Boue à Radiolaires du Pacifique central. G \times 300.



flotter de ces protistes. Chez certains enfin, le céphalis se réduit à un étroit fuseau délicat et pointu (fig. n° 18) tandis que d'autres bourgeonnent toute une série de chambres au sommet de leurs carapaces.

Ce rapide tour d'horizon de quelques Radiolaires rencontrés dans les sédiments actuels donne un aperçu de la diversité des formes que l'on peut observer.

L'ÉCOLOGIE DES RADIOLAIRES.

On a vu que les Radiolaires sont des microorganismes planctoniques vivant à tous les

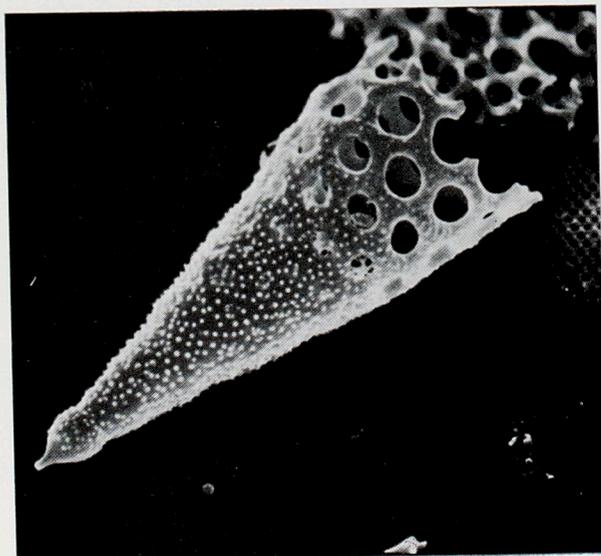


FIG. 17. — Test en parachute de *Helotholus histricosa*.
Espèce profonde de l'Atlantique Nord. G \times 720.

de profondeur à la saison froide, tandis qu'en été (lorsque la température de l'eau approche de $+ 20^{\circ}\text{C}$) ils descendent vers $- 400$ m.

En général, les Radiolaires paraissent surtout abondants dans les eaux chaudes où ils atteignent une grande diversité. On a ainsi décrit plus de 6 000 espèces vivantes, récoltées surtout dans les eaux circumtropicales de l'Océan Pacifique. Vers l'Océan Arctique et l'Antarctique, le nombre des espèces décroît très

FIG. 18. — Coque fusiforme de *Cornutella* sp. avec céphalis intact. Boue à Radiolaires du Pacifique central. G \times 875.



rapidement. Dans la mer de Kara, on ne connaît que 15 espèces et quelques dizaines seulement ont pu être décrites dans l'Antarctique.

Il y aurait d'ailleurs adaptation du squelette aux conditions de milieu : les Radiolaires d'eaux chaudes auraient ainsi des squelettes plus fins et plus arachnéens que ceux des eaux froides qui sont moins épineux, plus grands et plus robustes. Tous ces résultats ne tiennent cependant pas compte des espèces profondes (*bathypélagiques*) et sont donc soumis à modification au fur et à mesure des recherches. En réalité, il semble que les espèces bathypélagiques aient une extension plus large que celles de la surface.

D'une façon générale, les caractéristiques écologiques des diverses espèces de Radiolaires sont encore mal connues et cela fait grandement défaut lorsqu'il s'agit d'étudier des dépôts sédimentaires riches en microfossiles siliceux.

LES SÉDIMENTS A RADIOLAIRES.

Une fois le protiste mort, son squelette commence à tomber vers le fond de l'Océan, entrant ainsi dans la composition de la *neige des grands fonds*.

En réalité, tous les squelettes de Radiolaires ne s'accumulent pas à la surface du fond. On a remarqué, en effet, que la composition des dépôts est différente de celle des populations planctoniques. Mais pour expliquer la disparition d'un certain nombre de spécimens, il faut admettre qu'une bonne partie des tests siliceux est dissoute au cours de la sédimentation, en raison sans doute de l'instabilité de certaines silices et du fait que l'eau de mer n'est pas saturée en silice.

Des expériences récentes montrent que cette dissolution est effective. Elle atteint son taux maximal à la profondeur de $- 250$ m dans les eaux chaudes et diminue ensuite vers les grandes profondeurs et pour les eaux froides. Elle est, de plus, sélective car presque tous les Phéodaires disparaissent après leur mort ainsi que quelques espèces de Spumellaires et de Nassellaires.

Cette désagrégation des squelettes n'en est pas pour autant générale car on retrouve des sédiments riches en Radiolaires. C'est que ces sédiments se sont formés soit dans des régions où l'eau de mer est plus riche en silice dissoute (zones péri-volcaniques comme les Açores par exemple), soit sur des fonds soumis à un approvisionnement plus important en restes de Radiolaires.

Ainsi, les sédiments à fortes teneurs en Radiolaires (*les boues à Radiolaires*), c'est-à-dire les boues renfermant entre 20 et 30 % de leurs restes (fig. n° 19) caractérisent, dans le Pacifique, les grands fonds de la ceinture équatoriale et des latitudes comprises entre 40° et 50° Nord. Il arrive même que dans les Radiolarites de la ceinture équatoriale on puisse compter jusqu'à 540 000 tests pour 1 gramme de sédiment ; mais cela est un taux maximum.

L'extension des boues à Radiolaires reste en effet très faible, ne serait-ce que par rapport à celle des boues à Globigérines (calcaires), puisqu'elles tapissent 6 % de la surface des fonds de l'Océan Atlantique, 20 % des fonds de l'Océan Indien et 14 % des fonds de l'Océan Pacifique, soit moins de 14 % de tous les fonds océaniques.

Dans tous les autres sédiments actuels, on peut également observer des restes de Radiolaires, mais en très faible quantité, sans doute en raison de l'action des facteurs que nous avons déjà vus : apports planctoniques plus faibles, taux de dissolution de la silice organique plus élevé et plus grande dilution des squelettes dans les autres matériaux organogènes ou terrigènes.

Relativement peu fréquents à l'heure actuelle, les sédiments à Radiolaires n'apparaissent pas l'avoir été beaucoup plus dans le passé. Parmi les roches anciennes, les Radiolaires sont particulièrement nombreux dans des jaspes (Silurien et Dévonien de l'Oural), dans des lydienes et des phosphorites (Viséen de la Montagne Noire), dans des schistes silico-argileux (Jurassique supérieur d'Indonésie), des cherts, des tripolis (Miocène de Sicile), des radiolarites (Eocène de la Barbade). Les plus riches d'entre elles sont dites : *radiolarites*. On rencontre d'autre part des restes de Radiolaires en plus petit nombre dans d'autres roches, dans des argiles par exemple (Eocène du Bassin de Londres).

Dans tous ces dépôts anciens, les squelettes de Radiolaires ne sont pas toujours bien conservés. Ils sont souvent cassés, corrodés, aplatis et la silice est parfois remplacée par des oxydes ou des sulfures de fer, de manganèse, par du carbone. Ce qui complique leur étude

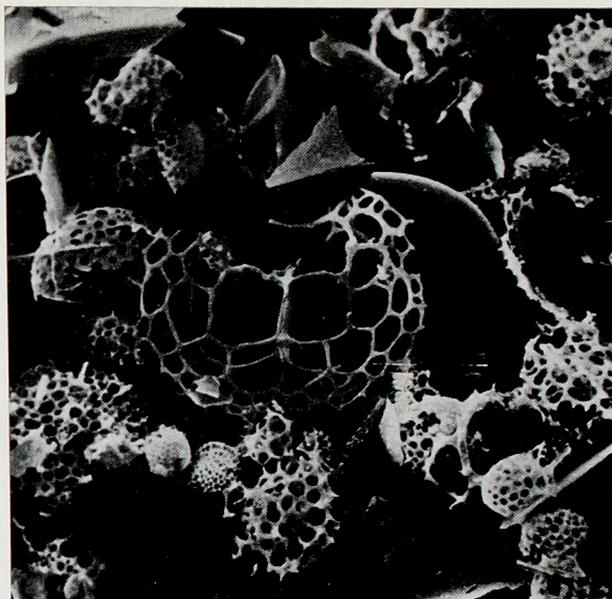


FIG. 19. — Boue à Radiolaires carottée dans le Pacifique central par environ — 5 000 m. G × 220.

malgré l'ingéniosité des chercheurs qui ont multiplié les techniques d'extraction et d'analyses (polissages, coupes sériées, montages dans du baume de Canada, du xylène, de la glycérine...).

Difficiles à identifier, les Radiolaires fossiles posent encore de nombreux problèmes quant à leurs modes de vie et leurs conditions de fossilisation. En effet, les exemples puisés dans la nature actuelle ne sont pas toujours des clefs valables pour bien comprendre le passé. Ainsi, les espèces fossiles sont différentes des espèces vivantes ; leur mode de vie pouvait donc l'être. Ainsi, les radiolarites actuelles sont profondes ; tout porte à croire pourtant que les phosphorites ne sont pas d'anciens dépôts abyssaux. Les Radiolaires que ces roches renferment y ont-ils été amenés par les courants marins contemporains de leur formation ou bien ces minuscules Protistes vivaient-ils sur place et dans ce cas quelles étaient alors les modalités de la dissolution de leurs tests ? Autant de questions qui demeurent encore sans réponses.

Enigmatiques par la complexité de leurs formes et la nature de leur reproduction, les Radiolaires le sont donc tout autant par leur évolution et la variété de leurs accumulations fossiles. Ils offrent ainsi un fascinant domaine de recherches.



M. J. SAINTENY, président du Fonds Français pour la Nature et l'Environnement (F.F.N.E.), accompagné d'un des vice-présidents, le professeur J. NOUVEL, et du directeur, M. G. DEMAISON, s'est rendu à Strasbourg le 26 février 1972, pour marquer de façon tangible l'intérêt que le F.F.N.E. porte à la conservation du Ried Centre-Alsace, zone humide aux environs de Sélestat, entre le Rhin et l'Ill.

Des conditions météorologiques défavorables ont retardé les voyageurs qui n'ont pu effectuer la visite prévue sur le terrain. Par contre, la séance d'information sur le Ried Centre-Alsacien, puis la réception à la Préfecture, se sont déroulées avec plein succès, en présence de hautes personnalités locales parmi lesquelles on notait, autour de M. le Préfet de Région J. SICURANI, M. BORG, Secrétaire d'Etat à l'Intérieur, M. PFLIMLIN, Maire de Strasbourg, des parlementaires Alsaciens, des membres éminents des collectivités locales et des divers secteurs de l'économie régionale ainsi que, bien entendu, une importante délégation du Conseil de l'Europe.

M. SAINTENY a remis au Doyen MARESQUELLE, pré-

sident de l'Association Fédérative Régionale pour la Protection de la Nature (A.F.R.P.N.), un chèque de 40 000 F, qui porte ainsi à 50 000 F la contribution du F.F.N.E. à la protection de ce biotope d'un intérêt scientifique exceptionnel. Il a souhaité qu'aux côtés du Comité de Soutien qu'il a constitué au niveau national, se crée à Strasbourg un Comité de Soutien Alsacien qui permettrait de trouver les fonds nécessaires à l'achat de terrains indispensables à la protection de cette zone particulièrement intéressante du quadruple point de vue de la faune, de la flore, de la géologie et de l'archéologie. Avec l'aide active de la Préfecture, des parlementaires, du Conseil Général et des communes de la région du Ried, on peut espérer aboutir à un résultat important dans un délai rapproché.

Cette journée doit marquer non pas un aboutissement mais le départ d'une grande campagne qui, soutenue par la presse, tant écrite que parlée, devrait susciter un vif intérêt dans le public pour le succès de cette œuvre de protection de la nature que le Fonds Français pour la Nature et l'Environnement souhaite mener à bien avec l'appui de tous.

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Division des relations extérieures

La Médaille d'Or du Centre National de la Recherche Scientifique, l'une des plus hautes distinctions scientifiques françaises, qui honore chaque année un savant français de renommée mondiale, vient d'être attribuée pour l'année 1971 à Monsieur Bernard HALPERN.

Bernard HALPERN, membre de l'Académie des Sciences et professeur au Collège de France, où il a été nommé en 1960 à la chaire de médecine expérimentale de Claude BERNARD, dirige le laboratoire d'immunologie fondamentale et appliquée, dépendant du centre de recherches allergiques et immunologiques de l'Hôpital Broussais et associé au C.N.R.S.

Né en 1904, il vient en France à l'âge de 15 ans et poursuit ses études de médecine tout en travaillant comme aide technique à l'École Pratique des Hautes Études. En trois ans, il y est nommé successivement préparateur puis chargé de conférences.

Après avoir soutenu sa thèse de doctorat en 1936 sur le mécanisme d'action du venin de vipère il organise et dirige un laboratoire de recherches pharmacodynamiques au sein de la société Rhône Poulenc. C'est là qu'il fait connaître les propriétés antihistaminiques de dérivés de synthèse dont les plus célèbres sont le phénergan et l'antergan.

Il entre au C.N.R.S. en 1946 comme maître de recherches et rejoint à l'Hôpital Broussais l'équipe du Professeur Pasteur Valléry Radot. Enfin, en 1955, il prend la direction du centre de recherches allergiques et immunologiques.

Cette carrière brillante, Bernard HALPERN l'a consacrée à des recherches sur les réactions d'hypersensibilité plus connues sous le nom de réactions allergiques. Il a pu ainsi mettre en évidence le mécanisme de ces phénomènes, que l'on sait être à l'origine du rhume des foins, de l'asthme et de certaines intolérances alimentaires et médicamenteuses en particulier. Les réactions allergiques, parfois mortelles, sont dues à la libération de substances endogènes hautement toxiques dont l'histamine est un exemple.

C'est pourquoi, après l'étude des dérivés antihistaminiques tels que le phénergan, toujours utilisés et aussi efficaces, Bernard HALPERN a consacré de longues recherches à l'histamine, à ses propriétés, à sa localisation et aux conditions de sa libération.

Mais le rôle de Bernard HALPERN ne se limite pas au domaine pourtant vaste de l'allergie. En effet les antihistaminiques de synthèse se trouvent être les premiers médicaments psychotropes qui aient pu être utilisés. D'autre part, les résultats qu'il a pu apporter à la connaissance générale de l'immunité sont très importants.

Ses recherches sur le système réticuloendothélial lui ont permis de montrer que certaines substances, issues de mycobactéries, qui stimulent l'activité de ce système accroissent la résistance de l'individu contre les infections virales ou bactériennes et même contre certaines affections tumorales.

Enfin ses travaux d'immunologie ont amené Bernard HALPERN à s'intéresser au problème du rejet des greffes. Il a ainsi mis au point un sérum antilymphocytaire très efficace et l'a expérimenté sur des chiens subissant une greffe cardiaque. Certains de ceux-ci survivent depuis 3 ans et ne présentent aucun signe de rejet bien qu'ils ne subissent plus depuis longtemps de traitement immunodépresseur.

Consacrant toute son énergie et toute sa volonté à la médecine, Bernard HALPERN s'est appliqué à faire passer dans le domaine des applications thérapeutiques toutes les découvertes essentielles qu'il a pu faire dans le domaine de la recherche fondamentale. On lui doit ainsi une contribution importante à l'œuvre qui vise à soulager les souffrances humaines.

Chef d'école en France, Bernard HALPERN joue également un rôle important à l'étranger où, invité à donner de nombreuses conférences, il est remarquable ambassadeur de la recherche médicale et de la pensée française.

Voyage naturaliste au Nouveau-Québec

III. - La toundra arctique et sa végétation aux environs de Puvirnituk (60° N)

Le froid pénètre l'étroite cabine du « Canso » où se font face, comme dans les tramways d'autrefois, deux rangées de voyageurs. Un enfant esquimau, enveloppé d'un grand châle rouge, dort paisiblement sur le dos de sa mère ; son frère, sous l'œil inquiet d'un massif P.-D.G. de l'Illinois, cherche à extraire un tronçon de canne à pêche du monceau de colis et ustensiles hétéroclites qui, débordant de la soute, vient colmater les moindres espaces libres entre les pieds des passagers. Quelques centaines de mètres plus bas, la banquise morcelée de la Mer d'Hudson glisse lentement vers le sud, ne laissant, ce 15 juillet 1969, que de faibles étendues d'eau libre : et pourtant nous sommes à la latitude de Glasgow. Quelques îlots bas, sinueux, dénudés, paraissent émergés d'hier : le recul de la mer s'y inscrit en stries parallèles.

A l'instant, nous survolions le protérozoïque de Bill-of-Portland (1) ; après deux heures de vol, nous franchissons une chaîne d'îles de structure identique : dolomies et quartzites

couronnées de dolérites sombres que nous frôlons, sous un plafond bas, le temps d'apercevoir leurs prismes démantelés où s'accrochent les touffes roses du *Rhododendron lapponicum* (2). Ainsi semblent s'être réalisés ici, dès le Précambrien, ces vastes territoires, uniformes par leur constitution et leur aspect, et qui donnent à tant de régions d'Amérique du Nord cette grandeur, mais aussi cette monotonie, inconnues en Europe occidentale.

Dans un fracas de cataracte, au sein d'un jaillissement d'eaux écumantes, nous plongeons dans la belle rade d'Inussuaq, abritée par une colonnade volcanique d'une admirable régularité. Des barques esquimaudes bondissantes, venues du village, nous entourent, assurant le service des passagers, du fret et du courrier ;

(1) Marcel BOURNÉRIAS : Voyage naturaliste au Nouveau-Québec. II) Poste-de-la-Baleine : les marges de l'arctique, les marges des temps fossilifères (numéro 110).

(2) V. couverture du n° 110.



1. — La toundra, dentelle de roche et d'eau ; au fond, les nappes de brouillard nées des glaces de la mer d'Hudson masquent le littoral. Sud de la péninsule d'Ungava, à environ 80 km au S de Puvirnituk (vers 59° 30' N), début août 1970.

un chasseur, en parka garni de renard blanc, attend son épouse et ses fils ; au fond de sa barque, six phoques annelés sont étendus.

Les taches de neige sont nombreuses au flanc des collines basses qui nous entourent ; nulle part n'apparaît le moindre indice forestier ; nous avons laissé loin derrière nous les derniers épicéas, et largement pénétré dans le domaine de toundra arctique, sans avoir pourtant atteint la latitude de Stockholm (59° N). Cette toundra, nous la survolons au cours d'un dernier bond, de 150 km vers le nord, au-dessus de la péninsule d'Ungava : c'est, à l'infini, la même surface rabotée par les glaces, sans relief visible, tissu brun-jaune ou noirâtre dont les innombrables déchirures, lacs de toutes dimensions, mares, petits cours d'eau, occupent une surface plus considérable que la terre ferme (phot. 1).

Soudain apparaît un lac immense d'où s'échappent les divers bras d'un large fleuve coupé de rapides écumeux : nous sommes à Puvirnituk.

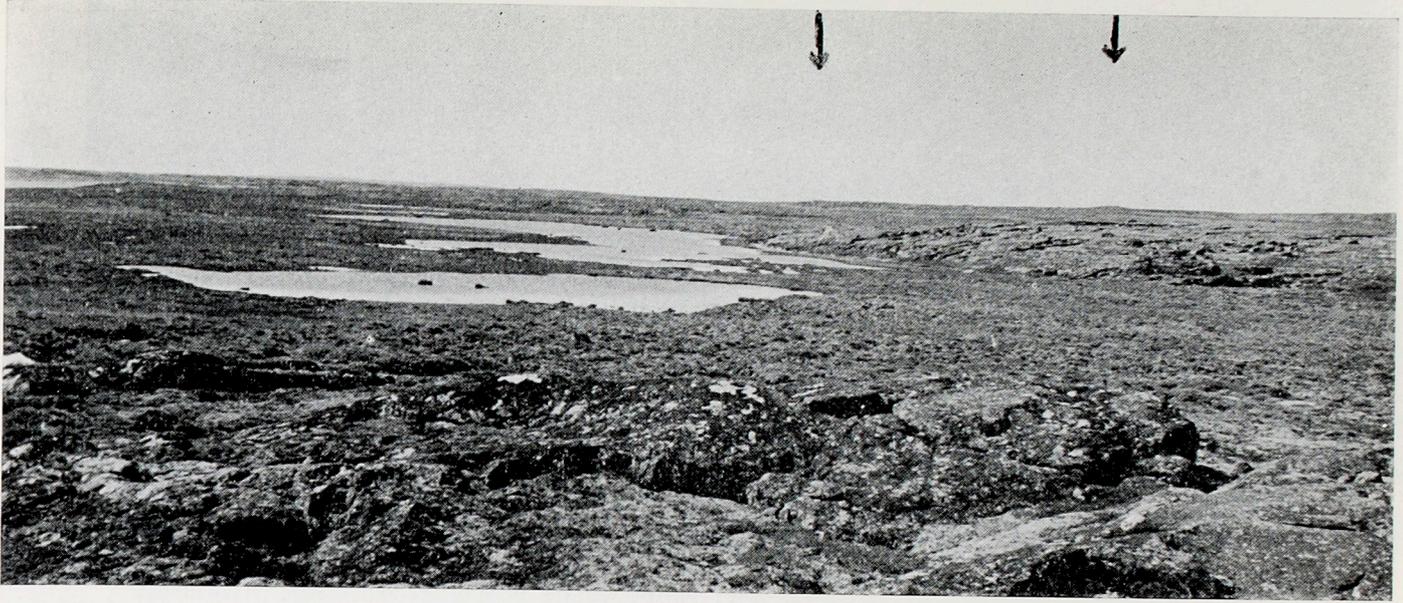
A la fin de ces articles, un bref aperçu de la vie actuelle dans ce village paraît nécessaire. Aujourd'hui, nous nous limiterons à son cadre naturel, la toundra. Ce mot désigne parfois les peuplements herbeux denses, à l'exclusion de toute autre formation végétale (POLUNIN) ; cette « toundra *stricto sensu* » n'occupe ici que de faibles surfaces. Pour nous, ce mot dési-

gnera l'ensemble des biotopes présents dans le milieu arctique, et porteurs d'une végétation terrestre.

La toundra du Nouveau-Québec est connue par les explorations d'assez nombreux botanistes et par les synthèses de J. ROUSSEAU. Il subsiste cependant d'immenses espaces vierges, dont la région visitée ici ; ce qui suit est donc à peine plus qu'un « premier coup d'œil ».

Un pays accidenté... mais sans relief

Les premiers pas hors du village font découvrir (phot. 2) un horizon rocheux presque aussi parfait que celui de la mer : il faut faire plus de 50 km pour atteindre, par une pente moyenne insensible, une altitude supérieure à 100 m. Et pourtant, pour peu que le soleil brille (certains étés sont fort beaux), on discerne en toutes directions un dédale de collines rocheuses dont les versants, souvent abrupts, ont grand air quand ils plongent soudain dans l'eau d'un lac. Que de fois est-on surpris par cette exagération des reliefs, due à la fois à l'absence de repères visuels et à l'allongement des ombres par la lumière rasante de l'Arctique. Dirigeons-nous vers cette falaise lointaine et sans doute infranchissable : en quelques minutes, elle devient à notre approche un médiocre ressaut rocheux. Un arbre, à port arrondi en pommier, dont nous savons pourtant la présence impos-



2. — La toundra à l'W de Puvirnituk. Autour du premier « lac », toundra marécageuse fortement cryoturbée (nombreuses buttes de quelques dm) ; à droite du second lac, le socle rocheux est à moins de 200 m du point de prise de vue. A l'horizon, de minuscules reliefs (flèches) sont des cordons littoraux soulevés. Juillet 1969.

sible, se métamorphose sous nos yeux en un *Salix planifolia* atteignant à peine un mètre ! L'expérience détruit assez vite ces illusions, puis vient la tendance à une correction excessive dans l'autre sens, enfin la certitude que, sauf exceptions, l'estimation des distances et des dimensions est à peu près impossible.

Une flore pauvre ? une flore jeune !

Cette absence de relief, malgré la dissection topographique de détail, est en principe une cause de pauvreté floristique, de même que l'uniformité pétrographique des roches en place : ici, pas de couverture protérozoïque, mais un socle de gneiss où les enclaves d'autres roches sont rares ; les seules bien connues, d'ailleurs éloignées, sont les gisements de stéatite, pierre à sculpter des Esquimaux. Le botaniste arrivant à Puvirnituk se demande ce qu'il va trouver. Qu'en est-il ?

Au cours de deux séjours totalisant 6 semai-

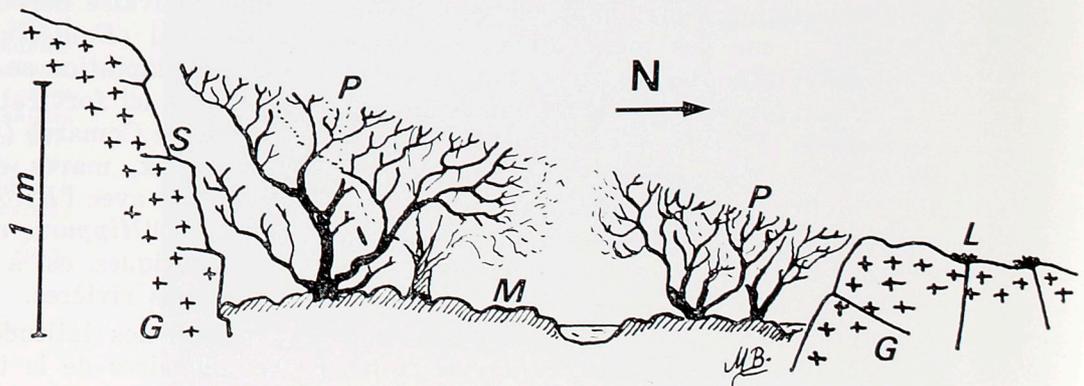
nes, j'ai pu recenser, dans un rayon dépassant rarement 10 km autour du village (3), 187 espèces vasculaires, nombre qui peut augmenter de quelques unités quand certains échantillons critiques auront été revus. Comparée à notre flore tempérée, où une surface équivalente peut porter jusqu'à un millier de rhizophytes, celle de Puvirnituk est évidemment pauvre. Ce fait, bien connu, est essentiellement d'origine climatique. Rappelons à ce sujet (4) la valeur très basse de la moyenne annuelle (-7°), la courte durée de la période de végétation active (6 à 8 semaines pour la plupart des espèces), la rareté des précipitations neigeuses, sans doute responsable du port « tronqué » des *Salix planifolia* (fig. 1).

Cependant, compte tenu des 338 espèces trouvées autour de Poste-de-la-Baleine par S. BRISON et P. FOREST, sur une surface équivalente

(3) A l'exception de deux voyages en barque, l'un dans l'intérieur, vers l'E, à 30 km de Puvirnituk, l'autre sur la côte à 80 km au nord.

(4) Cf. notre premier article : *La végétation au S du 55° parallèle*. Sc. et Nature, n° 109, janvier-février 1972.

FIG. 1. — Port « tronqué » des *Salix planifolia* P, dans une dépression de la plateforme gneissique G dont la surface est probablement déneigée durant une longue période. L : fissures exposées à *Loiseleuria* et *Diapensia* ; M : tapis de Mousses et « sous-bois » abrité ; S : présence fréquente de *Saxifraga rivularis* et *Ranunculus pygmaeus* sur ces corniches rocheuses ombragées. Puvirnituk, près du « Lac Angle Droit ».





3. — Falun, en majeure partie constitué de valves de *Mytilus edulis*, formant la « crête des Coquilles ». Malgré leur âge (3 400 ans), beaucoup de ces coquilles, en surface et en profondeur, sont restées intactes. A 4 km WNW de Puvirnitug, juillet 1970.

mais topographiquement et géologiquement plus variée, bénéficiant en outre d'un climat moins hostile, ce nombre de 187 paraît fort honorable. De même, si l'on se réfère aux 126 plantes observées par PORSILD et de LESSE dans l'Eqe (Groenland occidental), sous un climat plus rigoureux, mais dans une région d'extrême diversité topographique et sans doute mésoclimatique.

Cette richesse, toute relative, provient essentiellement de l'heureuse diversité des sols ; ce fait, surprenant de prime abord, s'explique par l'histoire récente de la région.

Il y a environ 7000 ans, la fusion de l'inlandsis nord-américain libérait la région de Poste-de-la-Baleine. A ce moment, toute la péninsule d'Ungava devait être encore écrasée par les glaces, à l'exception peut-être des quelques sommets de son extrémité septentrionale, en marge de l'actuel détroit d'Hudson, émergeant en nunataks rocheux ; en dehors de ces problématiques refuges, la végétation vasculaire ne pouvait, bien évidemment, subsister. La fusion totale des glaciers ne permit pas davantage l'extension de la flore terrestre, car l'énorme quantité d'eau libérée à la fin de la dernière glaciation, entraînant un relèvement général du niveau des mers, allait provoquer la submersion de toutes les terres basses. Cette mer « eustatique », nommée en Amérique du Nord mer de Tyrrell, a recouvert la région située au N de Poste-de-la-Baleine jusqu'à l'altitude d'environ 300 m. Le littoral actuel de la mer d'Hudson ne résulte pas d'une baisse de niveau de même valeur, du moins en valeur absolue, car cette fois le continent, allégé du poids de l'inlandsis, pouvait s'élever à son tour. Cette remontée glacio-isostatique s'est faite,

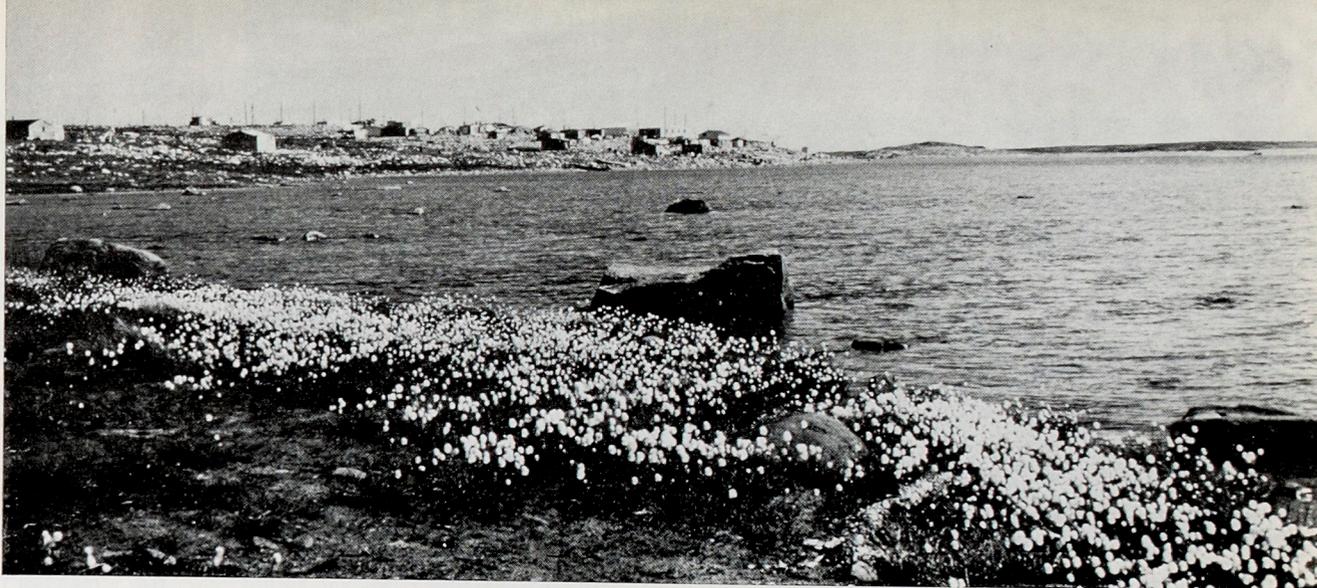
selon ANDREWS, au rythme particulièrement rapide de 13 mm par an dans la région de Poste-de-la-Baleine.

Qu'en est-il à Puvirnitug ? L'un des points culminants de la région, vers 35 m d'altitude, est justement formé par une énorme accumulation de coquilles où dominent les Moules (*Mytilus edulis*) (photo 3). Ce falun déposé par la mer de Tyrrell a pu être daté (radio-carbone) par Madame DELIBRIAS : il a environ 3400 ans ; il s'est formé, soit au niveau de l'estran, soit plus bas. Il nous montre que la remontée minimale du continent a été d'un mètre par siècle, peut-être beaucoup plus. Il nous permet d'affirmer aussi que la colonisation végétale de la région de Puvirnitug a commencé, au plus tôt, 1450 ans avant notre ère : sa flore, composée d'immigrants, est une flore jeune.

Il n'est donc pas étonnant que son originalité spécifique soit faible : les 2/3 des plantes observées ici ont une aire circumpolaire, moins de 10 % d'entre elles sont localisées au NE américain, de la mer d'Hudson au détroit du Labrador et souvent au Groenland.

Parmi les premières, on ne compte que quelques espèces des plaines tempérées, notamment une mauvaise herbe de nos champs, la queue-de-cheval (*Equisetum arvense*), dont la capacité d'adaptation se manifeste une fois de plus. Elle est ici fort rabougrie, mais commune. De même, le Comaret (*Comarum palustre*) envahit ruisseaux, mares et basses tourbières de la toundra, avec l'*Eriophorum angustifolium*, tandis que l'*Hippuris vulgaris*, dans certaines mares arctiques, est à peine moins vigoureux que dans nos rivières.

Sous nos latitudes, presque toutes les circumpolaires de la toundra sont des orophytes,



4. — Le village et la baie de Puvirnituk ; au premier plan, au-dessus de l'estran immergé, *Eriophorum scheuchzeri*, espèce bas-arctique et alpine. Juillet 1969.

parfois localisés à de très rares stations de l'Europe moyenne : tels sont les *Carex atrofusca*, *chordorrhiza*, *microglochin*, *norvegica*..., qui semblent avoir difficilement résisté aux fluctuations climatiques quaternaires dans les Alpes. D'autres y restent communs, comme *Eriophorum scheuchzeri* (phot. 4), sublittoral à Puvirnituk, *Saxifraga oppositifolia*, dont les rares fleurs et les touffes rabougries témoignent de la rigueur du climat arctique, de même que *Potentilla nivea*, frileusement blottie sur les pentes sud les plus abritées, alors que chez nous elle croît sur les plus hautes arêtes dans l'étage alpin supérieur.

Les plantes plus localisées ont une origine récente, post-glaciaire ; la différenciation génétique de bon nombre d'entre elles (mais pas

de toutes) a été favorisée par l'apomixie. C'est le cas notamment pour de nombreux *Antennaria* arctiques, uniquement connus par leurs pieds femelles, et dont une espèce, *Antennaria rousseaui*, sans doute néo-endémique de l'Ungava-Labrador, est assez répandue sur les rives du lac Puvirnituk.

En observant la flore de la toundra intérieure au-delà de ce lac, j'ai été frappé par l'aspect plus riant de la végétation et par sa plus grande richesse en plantes subarctiques (phot. 5). Ce fait peut tenir à l'éloignement de la mer, ce qui entraîne paradoxalement, dans l'Ungava, l'adoucissement du climat ; il se peut aussi que la cause principale en soit l'ancienneté plus grande du peuplement.

Cette flore numériquement réduite s'organise

5. — La toundra intérieure à 30 km à l'E de Puvirnituk (environ 40 km de la mer d'Hudson). Jamais la toundra côtière ne présente cet aspect « riant ». Au premier plan, abondante floraison du *Ledum groenlandicum*, espèce surtout subarctique très rare plus près de la côte, puis broussailles de *Salix planifolia* ; près de la barque, lande à *Cassiope tetragona* sur talus de solifluxion. Les rapides à l'arrière-plan renferment une variété d'une « Grenouillette » de nos plaines : *Ranunculus trichophyllus*. 29-7-1969.



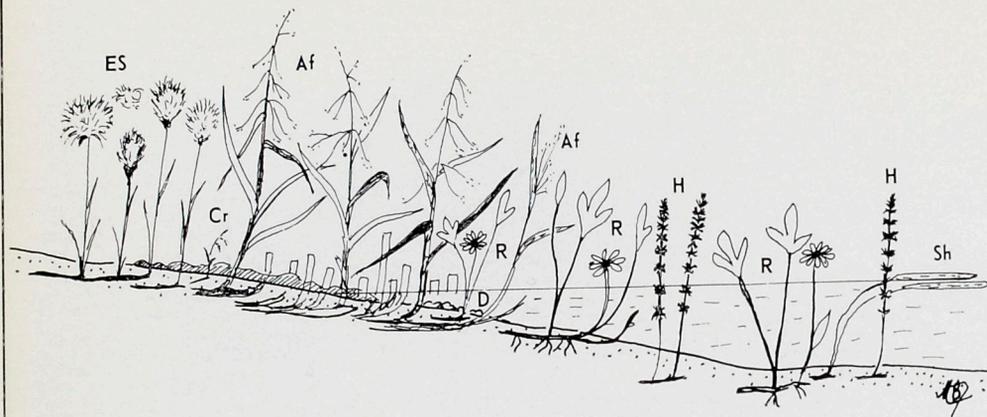


FIG. 2. — Un exemple de zonation dans une mare sub-littorale à Puvirnitug. Sh : *Sparganium hyperboreum* ; R : *Ranunculus pallasii* ; H : *Hippuris vulgaris* ; la marge à *Arctophila fulva* (Af) peut être remplacée par une brosse de *Carex stans* ou d'*Eriophorum angustifolium* ; en leur absence on observe : *Carex rariflora* (Cr) et *Eriophorum scheuchzeri* ES. Une mare qui ressemble (presque !) à celles des tourbières de la région parisienne : frappante convergence de la structure de cette végétation.

en groupements végétaux d'une grande diversité, dont ce qui va suivre ne donne qu'un aperçu sommaire.

La végétation littorale et le jeu de l'isostasie

Les côtes de la mer d'Hudson présentent tous les substrats possibles, et certains peuplements végétaux y semblent remarquablement constants. Tels sont les groupements d'estrans argilo-limoneux ou de grèves sableuses. Les premiers sont caractérisés, non par les robustes Spartines de nos mers tempérées, mais par une minuscule espèce parfaitement adaptée aux conditions arctiques : *Carex subspathacea* (phot. 6) ; ce *Carex* forme un gazon rougeâtre semé des touffes dorées du *Calamagrostis deschampsiioides* ; la fixation de la vase permet notamment la venue d'une gracieuse Primevère naine : *Primula egaliksensis*.

La végétation des sables littoraux, pleinement développée à Poste-de-la-Baleine où existent de grandes dunes, plus localisée mais également riche à Puvirnitug, présente, à la diffé-

rence des groupements d'estran, des aspects remarquablement convergents avec ceux de nos côtes tempérées (phot. 7). Le niveau supérieur des hautes mers est marqué, comme partout sur les côtes occidentales d'Europe, par les taches discontinues de l'*Honckenya peploides* ; il s'agit cependant ici de sa var. *diffusa*, bas arctique, accompagnée parfois d'une autre nordique glauque, prostrée, aux fleurs d'un bleu intense, la Borraginacée *Mertensia maritima*. Toujours en conformité avec la règle générale, une Graminée rhizomateuse s'empare du terrain : ce n'est pas l'Oyat, mais l'*Elymus mollis*, vicariant américain de l'*E. arenarius* des côtes nord-européennes. L'*Elymetum* est magnifique les années favorables : alors s'épanouissent en quelques jours les corolles bicolores, pourpres et blanches du Pois de Mer (*Lathyrus maritimus* s.l.), bleues et blanches de l'*Astragalus alpinus*, les épis roses de l'*Epilobium latifolium* et les disques dorés de la Tanaisie américaine, *Tanacetum huronense*. Aucune autre station de la toundra ungavienne n'est aussi brillamment colorée, sauf peut-être certaines rocailles littorales où le même Epilobe est associé au jaune



6. — Colonisation de l'estran vaseux par le minuscule *Carex subspathacea* (hauteur max. 5 cm), ici en pleine floraison. 28-7-1970. A l'W de Puvirnitug.

soufre du *Papaver radicum*, endémique néo-arctique voisine de notre Pavot des Alpes.

Toute cette végétation littorale est soulevée par le mouvement glacio-isostatique, déjà évoqué, comme par un gigantesque escalier mécanique, dont les « marches » sont visibles sur les phot. 7 et 8. A mesure que ces groupements littoraux s'éloignent de l'estran, au rythme de plus de 1 m de montée verticale par siècle, ils évoluent, ainsi que leur substrat. Ces grèves fossiles, étagées en gradins souvent visibles loin de la mer, constituent à l'évidence un objet idéal pour l'étude de la dynamique des groupements végé-



7. — La végétation dunaire à Poste-de-la Baleine, telle qu'elle se développe sur toutes les côtes sableuses de l'Ungava ; successivement :

- estran dégagé (marée basse) ;
- peuplements initiaux (*Honckenya peploides*) ;
- peuplement clair d'*Elymus mollis* ;
- peuplement dense de la même Graminée (*Elymetum*) sur sables fixés et soulevés.

Noter la ressemblance de ces stades avec ceux des dunes de la Mer du Nord ; les différences sont soulignées par le creusement du cours du ruisseau côtier (au milieu), dû au relèvement glacio-isostatique, et par la banquise, en fragmentation, le 10 juillet 1969.

taux et des sols arctiques (phot. 8). On conçoit aussi que des fragments de végétation « litto-

FIG. 3. — Coupe, à l'échelle, de la baie des Primevères, à l'E du village, jusqu'au-delà du cordon littoral soulevé (alt. 18 m) qui porte le cimetière de Puvirnituk. Les parties plates sont plus ou moins marécageuses, sauf exceptions. Substrats : 1 : galets ou rocailles ; 2 : sables ou graviers (avec parfois des galets) ; 3 : affleurements coquilliers à flore calcicole complète (*Dryas*, *Salix calcicola*, etc.) ; 4 : socle affleurant (il est rarement profond). Végétation : 5 : bas-marais à Cypéracées denses ; 6 : thufurs ; 7 : peuplement de *Salix planifolia* ; 8 : id. de *Salix candida* ; 9 : id. d'*Elymus mollis* (dense).

Espèces notables (avec leur cortège complet) : B : *Betula glandulosa* (et *Cassiope tetragona*) ; C : *Carex subspathaeca* (estran et son voisinage) ; Cr : *C. rariflora* abondant ; Cs : *C. stans* abdt ; D : *Dupontia fisheri* (souvent littorale) ; E : *Eriophorum angustifolium* ; Es : *E. spissum* (toundra humide à Lichens blancs) ; H : *Hierochloa pauciflora* (avec *Melandryum apetalum*) ; L : *Lathyrus maritimus* relictuelle ; M : mare à flore banale, anthropisée ; Mc : mare à flore typique (plus *Carex chordorrhiza*) ; Ox : *Oxytropis* sp. pl. au S du cimetière ; R : *Rubus chamaemorus* (et Sphaignes : milieu très acide) ; S : *Salix uva-ursi* (toundra exposée à Lichens bruns).

Cette coupe, ainsi que la suivante, montre la grande diversité des substrats et des groupements de la toundra.

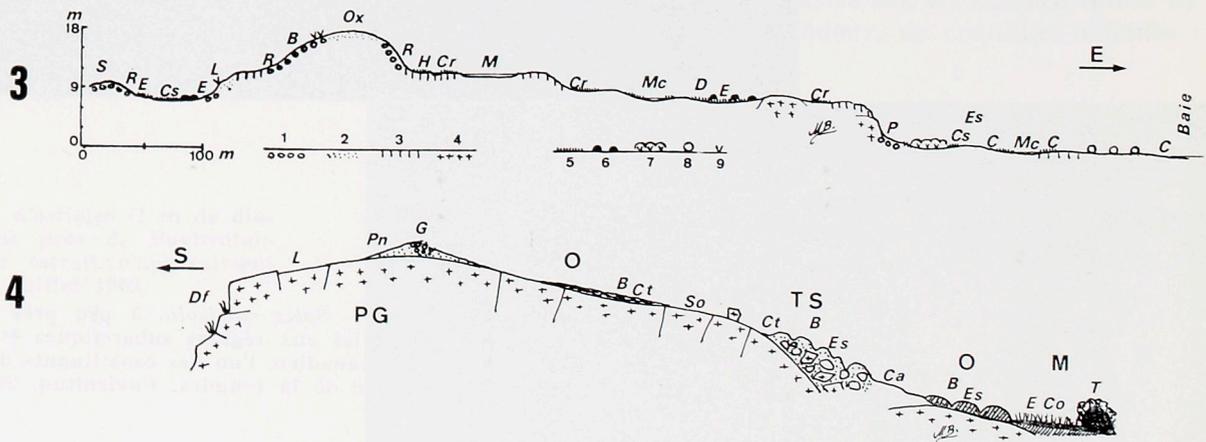


FIG. 4. — Coupe, plus théorique que la précédente, montrant la succession des biotopes, au voisinage NE de Puvirnituk, de la plateforme gneissique (PG), parfois recouverte d'un dépôt organo-minéral (Mousses, Lichens, colluvions) (O) jusqu'au talus de solifluxion à sa base (TS) et au bas-marais (M). Cette succession est très générale : — au S, corniche à *Dryopteris fragrans* Df (et *Woodsia*) ; — plateforme rocheuse sèche à *Loiseleuria* L, ou fraîche à *Saxifraga oppositifolia* So (pente N) ; — couronnement par un cordon littoral, dont la partie sableuse appuyée sur des galets G porte une pelouse « riche » à *Potentilla nivalis* ; — recouvrement de la plateforme par des dépôts plus ou moins épais, cryoturbés à la base, portant une lande à *Betula glandulosa* B et *Cassiope tetragona* Ct, avec, en milieu plus humide, *Eriophorum spissum* Es ; — Ca : niveau calcique à végétation spéciale ; M : marais faiblement tourbeux à *Eriophorum angustifolium* E, *Comarum palustre* Co, petits thufurs T.

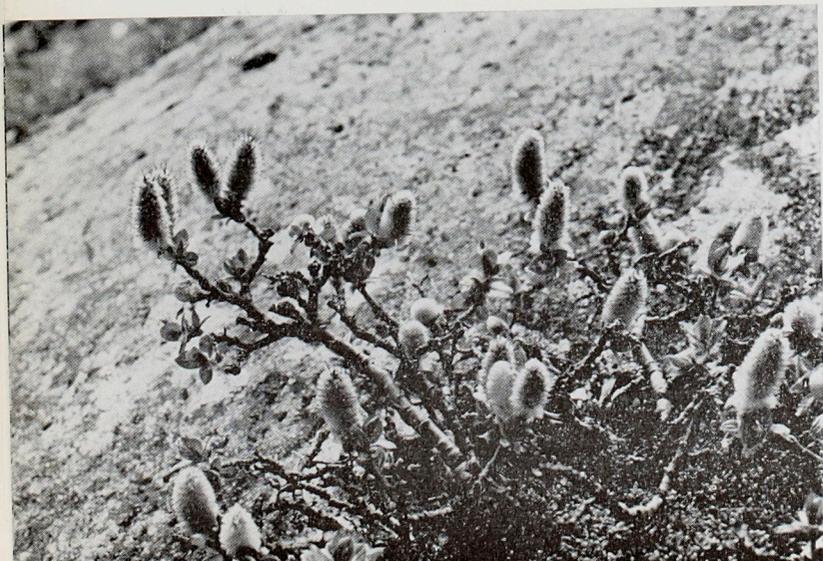
8. — Succession de cordons littoraux soulevés (« crête des Caches »), vers 30 m d'altitude, formés en alternance de sables et de galets. Ceux-ci ont permis aux Esquimaux, jusqu'à une époque toute récente, de constituer des « caches » de nourriture ou d'ensevelir leurs morts. 4 km W Puvirnituk, fin juillet 1969.



9. — Le « marais des Halophytes », à 10 km au N de Puvirnituk, dans la toundra intérieure. La flore des estrans y est très complète. Au pied de l'abrupt rocheux du 1^{er} plan, beau gisement de coquilles sub-fossiles (J.-P. Portmann). Début août 1970.



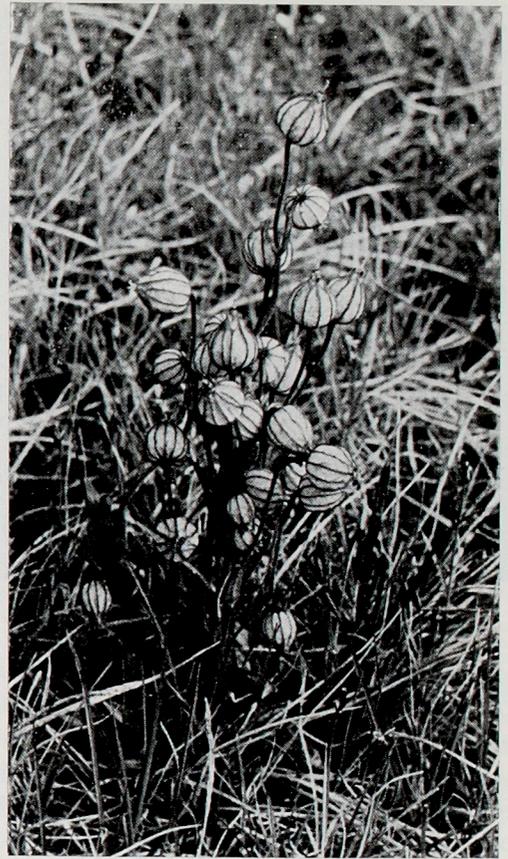
10. — *Salix calcicola*, à peu près exclusivement localisé aux régions subarctiques et arctiques du NE canadien, l'un des constituants de la flore calcicole de la toundra. Puvirnituk, 26 juillet 1970.



rale » puissent avoir persisté loin de la côte actuelle. Ainsi, l'*Elymus* (cf. fig. 3-9) forme des peuplements rabougris et parfois stériles sur de lointains cordons littoraux soulevés de la toundra intérieure, colonies relictuelles sans doute vieilles de plusieurs milliers d'années. De même, le « marais des Halophytes », à une dizaine de km au N de Puvirnitug, renferme toute la flore des estrans à *Carex subspathacea* (phot. 9) ; sur sa bordure nord, mon Ami le géologue J.-P. PORTMANN découvrait en même temps une faune subfossile variée formée de coquilles souvent intactes.

Quand elles sont pauvres en cailloux et bien protégées, les plages fossiles soulevées sont peuplées de belles petites pelouses fleuries, constituant les milieux les plus riches de la toundra pour la diversité spécifique : parfois 25 espèces sur 5 m² ! Parmi les Graminées, *Carex* et luzules formant nécessairement le fond de leur végétation (comme celui de toute la toundra), se dressent les épis des Astragales et *Oxytropis* multicolores, les capitules de Pissenlits arctiques (*Taraxacum phymatocarpum*) ou des *Antennaria*, les corolles bleu-nuit de *Campanula uniflora*, les étoiles dorées de Potentilles (dont *P. nivea*, déjà citée) : elles sont parmi les rares stations qui évoquent les pelouses denses de l'étage alpin inférieur (fig. 4, Pn).

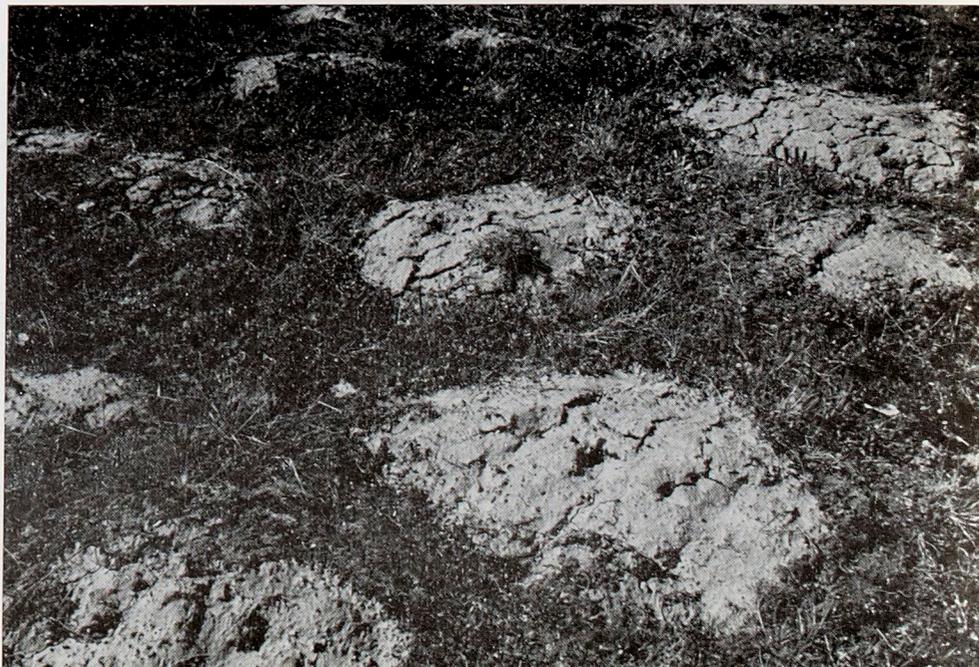
Ces pelouses, parfois aussi des stations plus humides, s'enrichissent parfois soudain de tout un cortège nouveau, apparemment déterminé par d'autres facteurs que l'eau, la granulométrie ou l'orientation. La Dryade (*Dryas integrifolia*, fig. 8, art. préc.) abonde ici avec le Saule réticulé, accompagné par une autre espèce à chatons laineux épais et dressés, *Salix calcicola*, une délicate Orchidée verte (*Habenaria*

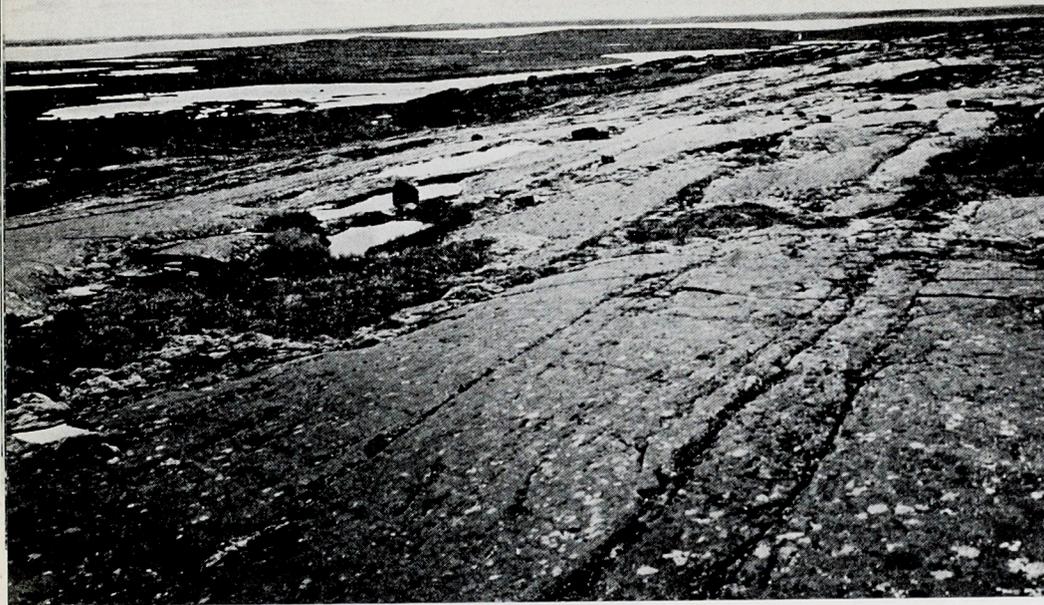


11. — *Melandryum apetalum*, circumpolaire haut-arctique, est fidèle près de Puvirnitug aux sols calcarifères humides. 20 juillet 1970.

obtusata), une étrange fleur en lanterne japonaise (*Melandryum apetalum*, phot. 11), de minuscules *Carex* (*C. bicolor*, *C. capillaris*, *C. microglochis*...). Le pH en profondeur est alors toujours élevé, dépassant souvent 6, par suite de la présence dans le sol, en surface (phot. 3) ou à faible profondeur, de coquilles marines :

12. — Champ d'ostioles (1 m de diamètre environ) près de Puvirnitug. Les fentes de retrait n'apparaissent pas toujours. Juillet 1969.





13. — La toundra littorale rocheuse à l'W de Puvirnitug. Au premier plan, table gneissique coupée de fissures (à *Diapensia* et *Loiseleuria*) ; colonisation par les touffes laineuses de la Mousse *Rhacomitrium lanuginosum* dans une dépression abritée (à gauche, second plan) ; les petites mares rocheuses sont très pauvres quand elles s'assèchent complètement dès juillet. Au fond, la toundra marécageuse. Mi-juillet 1969.

Moules, *Chlamys*, *Mya truncata*, *Saxicava arctica*, une Rhynchonelle... Ces niveaux fossilifères de la mer de Tyrrell, parfaitement conservés par suite de la faible pluviosité, sont « marqués » par le rassemblement des espèces oxyfuges précédentes (fig. 3 et 4).

Les bouleversements périglaciaires

La belle ordonnance des dépôts étagés de la mer de Tyrrell, conservée dans les sols sableux secs, est souvent masquée ou bouleversée par le jeu périglaciaire de l'alternance gel-dégel. On s'attend bien évidemment à voir les célèbres sols polygonaux : il en existe, mais ils sont le plus souvent frustes. Il leur correspond, dans les niveaux argileux, des « ostioles », surfaces nues où seuls quelques petits Jones (*Juncus*

albescens...) peuvent s'implanter : ces ostioles (phot. 12) sont en été d'une dureté de béton, mais étonnamment thixotropes. Après quelques minutes d'intense piétinement, ils se liquéfient sous les pas de l'expérimentateur qui doit prendre garde alors de ne pas y laisser ses bottes !

L'effet le plus important du climat est le glissement des matériaux meubles sur les pentes, en loupes ou lobes de solifluxion ; l'effet le plus curieux est la rupture de la plate-forme gneissique alimentant en partie les coulées précédentes. Examinons d'abord cette action sur le socle archéen, et son retentissement sur la végétation.

La plate-forme gneissique, polie par les glaces, balayée par les vents qui en chassent la neige, est noircie de Lichens (phot. 13, fig. 4-L). Quelques Mousses parviennent parfois à s'y



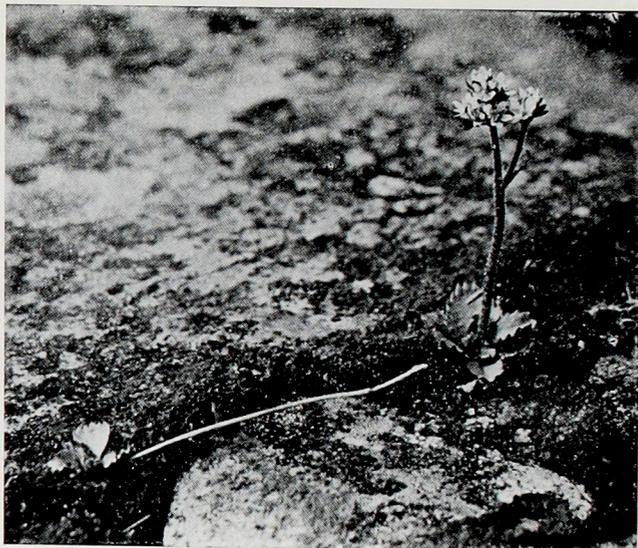
14. — Le glissement des coussins de *Rhacomitrium* sur les rochers de gneiss, polis par l'inlandsis. Chaque touffe donne une piste blanchâtre par suite de la destruction de la couverture lichénique (cf. *Umbilicaria*). La lenteur du mouvement est attestée par la progressivité de la recolonisation : ces traces peuvent dépasser 1 m de longueur. 3 km W Puvirnitug, juillet 1970.

installer, notamment *Rhacomitrium lanuginosum* dont les grosses coupoles grises réussissent rarement à se joindre et glissent avec une infinie lenteur sur les versants, laissant derrière elles une « piste » décapée, blanchâtre : les parois rocheuses paraissent alors, de loin, striées de bandes sombres et claires (phot. 14).

Les points faibles du vieux socle sont les nombreuses diaclases qui permettent aux chasmophytes de s'implanter. Dans les fissures sèches, exposées, *Loiseleuria procumbens* et des Saules nains, dont l'endémique *Salix uva-ursi*, précèdent des Graminées comme *Hierochloa alpina* (une rareté dans les Alpes !); plus humides et abritées, ces fissures ont une flore riche et variée : sablines blanches en coussinets, *Carex* aux épis brun-noirs, Saxifrages divers dont *S. nivalis* (phot. 15).

Le jeu indéfini du gel et du dégel agrandit ces fissures ; sur les versants rocheux les blocs disjoints s'écartent facilement, entraînés par la pesanteur ; ainsi se constituent de profondes niches fraîches, seules stations de la toundra ombragées et abritées en permanence : il s'y développe de petites plantes délicates : la Fougère cosmopolite *Cystopteris fragilis* et deux espèces minuscules indiscernables avant floraison : *Saxifraga rivularis* et *Ranunculus pygmaeus*. Des Oiseaux se réfugient dans ces anfractuosités, permettant l'abondant développement des nitrophytes *Chrysosplenium tetrandrum* et *Saxifraga cernua* (fig. 1).

Vers le centre des plate-formes gneissiques, les forces tangentielles ne peuvent jouer librement ; les blocs disjoints, souvent énormes, sont alors lentement poussés vers le haut et leur entassement forme ces curieuses « pyramides rocheuses d'éjection » (phot. 16), seuls accidents qui rompent la morne uniformité de ce désert rocheux.



15. — *Saxifraga nivalis*, espèce arctique circumpolaire, colonise les fissures fraîches ou suintantes. W de Puvirnituk, 26 juillet 1970.

Les versants sont revêtus des produits de démolition du socle, entraînés par la pesanteur et la solifluxion (fig. 4), recouvrant ou bousculant les dépôts alluviaux de la mer de Tyrrell. Ces pentes relativement abritées, sans doute assez fortement enneigées, à sol profond bien que gelé à quelques décimètres, cryoturbé, sont le domaine d'élection d'une lande basse à Bouleau nain (*Betula glandulosa*), fleurie de nombreuses Ericacées : si l'on y retrouve des *Vaccinium*, *Ledum*, *Rhododendron*... de Poste-de-la-Baleine, son caractère arctique est marqué par l'abondance du *Cassiope tetragona* (phot. 17, fig. 4-Ca) aux lumineuses clochettes. A la base des talus exposés au S ou à l'E, dans les combes à neige les plus profondes, deux autres Ericacées accompagnent le Saule herbacé : la splendide « bruyère » mauve *Phyllodoce coerulea*, la minuscule *Cassiope hypnoides*, qui mérite-

16. — Ejection de blocs au sein de la toundra rocheuse, formant des monticules souvent pyramidaux (à droite). Au fond, baie et village de Puvirnituk. Début août 1969.





17. — *Cassiope tetragona*, une des espèces circumpolaires les plus communes de l'arctique particulièrement abondante aux environs de Puvirnituk. Ses tiges résineuses constituent le combustible préféré des Esquimaux au cours de leurs expéditions de chasse ou de pêche. Fin juillet 1969.

rait parfaitement le nom de « mousse fleurie » (phot. 18, fig. 3-P).

Entre ces talus de débris émergent des gradins rocheux peuplés, en bonne exposition, de Fougères : *Woodsia ilvensis* et surtout le robuste *Dryopteris fragrans* (phot. 19, fig. 4-Df).

Eaux libres et marais

La faiblesse des pentes, la présence générale du permafrost, niveau de gel permanent situé, d'après les sondages de S. PAYETTE, à une profondeur qui dépasse rarement quelques décimètres, la médiocrité de l'évapo-transpiration, sont les causes, bien connues, de l'abondance des lacs, étangs, mares, marais dans la toundra. En revanche, les cours d'eau sont peu nombreux ; à la seule exception de la « rivière » Puvirnituk, fleuve aux rapides impétueux mais

18. — Dans une combe à neige, les fleurs blanches au calice rouge du *Cassiope hypnoides* surgissent d'une tige ayant la taille et l'aspect d'un petit *Polytrich*. Cette Ericacée, qui croît des deux côtés de l'Atlantique, est plutôt subarctique. Même date.



de faible profondeur, il s'agit de ruisseaux aisément franchissables ; dans leurs eaux froides ne poussent que quelques touffes de *Ranunculus trichophyllus*.

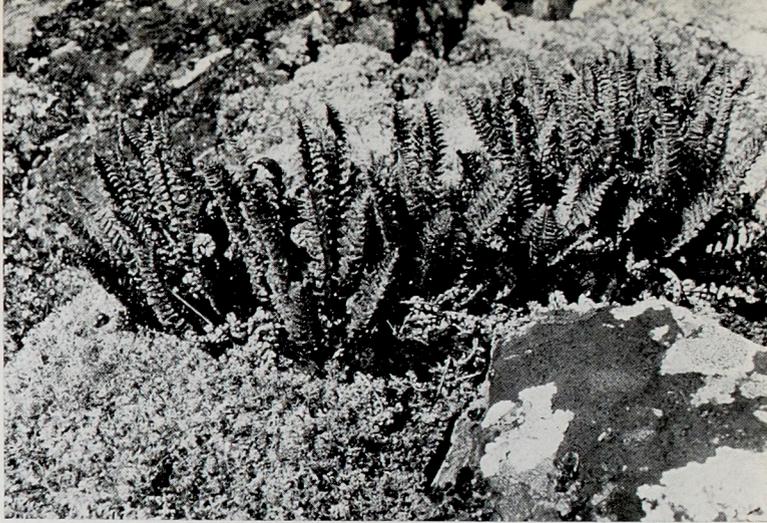
La température semble bien être ici le facteur limitant le plus important ; les lacs dépassant quelques centaines de mètres sont dépourvus de végétation aquatique, à la différence des petites mares dont l'échauffement rapide est favorisé par la couche de matière organique sombre qui en tapisse le fond. Celui-ci émerge en août, et permet alors la floraison du petit *Sparganium hyperboreum* (fig. 2), relayé par l'*Hippuris vulgaris*. Il apparaît ici des ceintures successives imitant celles de nos mares tempérées : dans l'eau fleurit une renoncule aux larges corolles blanches, étoilées et odorantes, l'arctique *Ranunculus pallasii* (phot. 20), dont les feuilles sombres, dressées, simulent celles du Menyanthes. Le niveau des hautes eaux de juillet est marqué par une légère Graminée à l'aspect de *Glyceria*, l'hélophyte arctique *Arctophila fulva*, précédant généralement le marais à *Eriophorum* et *Carex* (le petit *C. rariflora* ou le robuste *C. stans*).

Les températures trop basses ne permettent pas une accumulation notable de tourbe. Dans les eaux peu acides croissent néanmoins d'épais tapis de Mousses (*Scorpidium*, *Paludella squarrosa*, *Drepanocladus*...) dont l'émersion permet l'installation de la Grassette (*Pinguicula vulgaris*), de Pédiculaires (dont la belle *Pedicularis flosmariae*, bien nommée), de *Carex* (*C. rariflora*, *C. chordorrhiza*, ce dernier colonisant souvent les eaux libres), de Linaigrettes (*Eriophorum angustifolium*)... Les Sphaignes ne tardent pas à apparaître, recouvrant la tourbe

subalcaline ou prenant pied directement dans les eaux acides ; de leur tapis brun-jaune émergent les fragiles hampes fleuries du *Ranunculus lapponicus* et les touffes naines mais robustes de la Ronce arctique (*Rubus chamaemorus*) (phot. 10, 1^{er} art.), aussi commune que dans le subarctique, mais à maturation tardive et incertaine. L'apparition de Lichens (*Cetraria nivalis*, *Cladonia divers...*) blancs en majorité dans ces stations abritées (5), la présence du *Ledum decumbens* et de l'*Eriophorum spissum*, vicariante est-américaine (de la périphérie de la mer d'Hudson à Terre-Neuve) de l'*Eriophorum vaginatum*, indiquent un assèchement superficiel ; on passe à la toundra fraîche très acide qui couvre de grandes surfaces vers l'intérieur (fig. 4-ES).

Le dernier stade de l'évolution des tourbières n'est marqué, au moins à faible distance du littoral, que par de médiocres réticulations ou de modestes bombements, thufurs à noyaux de glace, n'atteignant jamais un mètre de hauteur, peuplés d'arbustes nains ou de Ronce, souvent fleuris des délicates clochettes roses de l'*Andromeda polifolia* (fig. 4, T).

Le plus grand végétal de la toundra (il peut dépasser 1 m dans les stations les plus abritées : cf. fig. 1) est le Saule arctique américain *Salix planifolia*. Il forme souvent des peuplements linéaires en marge des ruisseaux, parfois même des fourrés denses (phot. 21, fig. 3) dans certains marais abrités acides. Ses touffes jointives, « microforêts », protègent un véritable groupement de sous-bois, indice d'un microclimat adouci en été : un tapis de Mousses, notamment une espèce à larges feuilles, *Pseudobryum cinclidioides*, simulant un *Mnium* forestier, héberge de minuscules et fragiles Gaillets (*Galium brandegei*), des Stellaires (*Stellaria calycantha*) et même, autour du lac



19. — Les robustes touffes du *Dryopteris fragrans*, Fougère arctique circumpolaire, colonisent les fissures rocheuses abritées, en compagnie, ici, d'un tapis de *Cladonia*. Puvirnituaq, fin juillet 1969.

Puvirnituaq, une Anémone jaune d'or : *Anemone richardsoni*. Là se réfugie le *Lycopodium annotinum*, si commun dans le subarctique, et qui fait figure ici de grande rareté. On pense que ces minuscules enclaves abritées pourraient s'étendre et se développer à la faveur d'un réchauffement climatique faisant progresser la forêt. Survivances ou avant-postes ? La question reste posée.

Promenade autour de Puvirnituaq (fig. 3 et 4)

Tous ces groupements végétaux, esquissés à grands traits, sont particulièrement riches à quelques km à l'W de Puvirnituaq, notamment les formations de plages, les associations calcicoles, les fissures rocheuses... Le secteur s'étendant de la « crête des Coquilles » (cf. phot. 3) à la Pointe du Pêcheur Solitaire (2 km W de Puvirnituaq) en passant par le beau lac du Miroir courbe et la crête des Caches (photo 8), est la zone aisément accessible la plus digne d'intérêt. Il est néanmoins possible, en une

20. — *Ranunculus pallasii*, arctique circumpolaire à aire discontinue, abonde dans les mares peu profondes à fond organique ; sa floraison, très échelonnée, est peu abondante ; dans le tiers gauche, notre *Hippuris vulgaris*. Même date.



(5) Les Lichens bruns (*Cornicularia*, *Cetraria ericetorum*...) dominent au contraire dans les rocaillles exposées, à quelque distance du littoral.

demi-journée, d'observer à deux pas du village un grand nombre de plantes et de groupements de la toundra.

De la passerelle d'embarquement à l'E du village, nous suivons la grève rocailleuse vers le N et atteignons immédiatement le tuyau d'alimentation en mazout du village : il y a là, notamment, des groupements calcicoles avec ostioles, mais fortement anthropisés (nous reviendrons sur ce fait ; nous en ferons abstraction maintenant). En dessous, au fond d'une anse argileuse, se présente un bel estran peu altéré, dont le tapis rougeâtre à flore complète montre aussi, un peu en arrière, une Graminée rare (*Hierochloe pauciflora*) et une « marguerite » littorale (*Chrysanthemum arcticum*).

Plus en arrière encore, l'évolution de la végétation est marquée par les premières touffes d'un Saule à feuilles blanches, nettement subarctique, *Salix candida*, très localisé dans ce groupement.

Toute cette zone basse est semée de petites mares à flore très complète (cf. fig. 2), avec souvent le *Comarum* et la minuscule *Ranunculus hyperboreus*.

Parfois, le sol s'élève de quelques décimètres ; des lichens blancs abondent (*Cetraria nivalis* notamment) mêlés à l'*Empetrum nigrum* et à quelques Saules et Bouleaux nains. *Eriophorum angustifolium* ssp. *subarcticum*, peu hygrophile, est commune.

Contournons, à 100 m vers l'E, un petit étang ; des canards y nichent, en dépit des jeux des enfants de Puvirnituk. D'autres Oiseaux, d'ailleurs, seront rencontrés : de petites Bécassines près des mares, partout ailleurs des Bruants lapons (*Calcarius lapponicus*), dont le mâle a les épaules orangées, des Bruants des neiges, noirs et blancs (*Plectrophenax nivalis*) ; plus loin, sous les fourrés de *Salix planifolia*, le Lagopède des Saules (*Lagopus lagopus*) défendra énergiquement sa couvée, menaçant de son bec inoffensif le botaniste importun.

Au SE de cet étang, nous trouverons toutes les variantes de sols, depuis les dépôts coquilliers à flore calcicole, les ostioles argileux à *Juncus albescens* jusqu'aux landes acides à *Rubus chamaemorus*.

Un peu plus haut, après une zone buissonnante à *Betula glandulosa*, un peuplement d'*Elymus mollis*, en une ligne horizontale, accroché sous la crête rocailleuse vers 10 m d'altitude, marque un ancien cordon littoral. Au-dessus, la pelouse rocheuse très exposée, à *Hierochloe alpina*, est fleurie de *Saxifraga tricuspidata*

(blanc), *Oxytropis maydelliana* (jaune), *O. terrae-novae* (rouge) ; quand elle est sableuse et plus abritée apparaissent de nombreuses autres espèces, notamment des *Antennaria* et *Potentilla nivea*.

Sur cette crête ont été trouvés, entre 10 et 12 m d'altitude, de nombreux ossements de Mammifère marin (Beluga ?) à peine couverts de quelques petits Lichens ; la datation par Madame DELIBRIAS a révélé un âge de 500 ans.

Au NW de cette crête, longue de moins de 300 m, subsiste une ancienne plage soulevée à végétation psammophile complète, encore ouverte. Notons que l'*Honckenya diffusa* subsiste ici, ainsi qu'un minuscule *Carex* stolonifère presque complètement enfoui dans le sable grossier : *Carex maritima*. Nous pourrions aussi étudier une station semblable, mais subactuelle, à l'E de la crête aux ossements, avec un peu de *Papaver radicum* (plus commun à l'W du village), et, dans une petite combe à neige abritée, un peuplement typique de *Phyllodoce coerulea*, avec les deux *Cassiope*.

Immédiatement au N, un grand marais arrière-littoral s'ouvre vers l'E ; au-delà s'étend l'arc élégant de l'anse des Primevères ; en nous éloignant de la côte (fig. 3), nous retrouverons les mêmes successions, à partir de l'estran à *Carex subspathacea* (C). Le permafrost permet de franchir sans difficultés de vastes étendues de *Carex stans*, *Eriophorum angustifolium*, plus ou moins inondées, avant d'atteindre de basses tourbières à *Carex rariflora* et *Pedicularis flammaea*, coupées de mares à *Carex chordorrhiza* (Mc), précédant des zones moins humides à Lichens blancs et *Eriophorum spissum* (ES).

Un fourré à *Salix planifolia* précède vers l'W un talus abrupt et rocailleux qui n'a guère plus de 5 m ; ses versants secs, creusés de quelques combes à *Phyllodoce* (P), portent une végétation calcicole typique et sont surmontés d'ostioles : cette succession traduit une disposition régulière, souvent observable, des formations superficielles, malgré les remaniements périglaciaires.

Au-dessus (à l'W) du talus précédent, un autre vaste marais est suspendu vers 9 m d'altitude : ici apparaît l'effet essentiel de la topographie sur le drainage. Cette zone est émergée depuis 5 à 10 siècles ; des thufurs ont eu le temps de se développer çà et là, tandis que la végétation purement littorale a été éliminée, à l'exception d'une Graminée : *Dupontia fisheri* (D).

A peu de distance au N émerge la table gneissique, coiffée de « pyramides d'éjection » : les *Woodsia* et *Dryopteris fragrans* peuplent sa marge S (fig. 4 - Df) ; sur sa marge NW, au-delà d'un beau cordon sableux à flore riche et complète (Pn) quelques anfractuosités ombragées recèlent l'association à *Ranunculus pygmaeus*. Si les fissures humides sont ici peu typiques, on peut y voir tout de même *Carex scirpoidea* et, en milieu plus sec, *Silene acaulis*, *Diapensia* et *Salix uva-ursi*, ainsi que, vers le N, une séquence typique de versant (fig. 4).

Revenons au village par le cordon littoral fossile (fig. 3, Ox) sableux, qui porte le petit cimetière de Puvirnituk (et aussi, hélas, un dépotoir !). Sur les sables ouverts on retrouve les *Oxytropis* et *Campanula uniflora*, aux fleurs bleu sombres ; tout près du village, enfin, s'observe un belle zonation : sous les *Elymus* du cordon littoral, vers 20 m d'altitude, apparaît un liseré de toundra acide à *Rubus chamaemorus* (R), puis un replat à riche flore calcicole ; là subsistent *Melandryum apetalum* et le rare *Hierochloa pauciflora* (H). Pour combien de temps ?

Cette courte promenade nous montre que, malgré les terribles conditions du milieu arctique, la toundra de Puvirnituk est une mosaïque diversifiée de biotopes variés, notamment du point de vue des sols ; si sa végétation a généralement, et surtout non loin du littoral de la mer d'Hudson, un aspect austère, elle peut donner, sur de petites surfaces et l'espace de quelques jours, l'illusion de la richesse. L'illusion seulement, car la productivité primaire semble ici extrêmement faible : même les Lichens sont de médiocre apparence ! Comment vivent les 600 Esquimaux de Puvirnituk au sein de ce milieu hostile ? Nous ne pourrons, dans notre prochain et dernier article, apporter que quelques éléments de réponse.

Remerciements

A toutes les personnes citées précédemment, dont l'aide à Poste-de-la-Baleine, tant sur le plan pratique que scientifique, donna le maximum d'efficacité à mes prospections dans l'Arctique, je joins dans mes remerciements les compagnons du second voyage, auxquels je dois plusieurs renseignements utilisés ici : le géologue J.-P. PORTMANN, le pédologue et écologiste S. PAYETTE, qui identifèrent les coquillages fossiles ; les jeunes géomorphologues Jean POIRIER et Pierre LAPLANTE m'ont fait bénéfi-



21. — Peuplement dense de *Salix planifolia* sur des alluvions à l'W de Puvirnituk ; sous ces buissons denses existe un véritable « sous-bois ». Fin juillet 1970.

cier de leurs excellentes connaissances ornithologiques ; c'est grâce à l'ethnologue Michel AUDET, dont je reparlerai bientôt, que j'ai pu faire la passionnante expérience, trop brève, de la vie des chasseurs esquimaux. De nombreuses plantes critiques ont été déterminées ou contrôlées par les botanistes canadiens G. W. ARGUS, W. J. CODY, E. LEPAGE, G. A. MULLIGAN, tandis que les Lichens et Bryophytes étaient identifiés par les spécialistes finlandais T. AHTI, R. FAGERSTÉN et P. ISOVIITA. M. E. AUBERT DE LA RÛE, le plus proche visiteur, avec le regretté J. ROUSSEAU, de la région considérée, m'adressa ses publications, tandis que Madame G. DELIBRIAS (CNRS, Gif-sur-Yvette) datait mes échantillons sub-fossiles. A tous, mes plus chaleureux remerciements.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- (Voir celle de nos précédents articles) :
- AUBERT DE LA RÛE E. (1948). — Premiers résultats d'une traversée de la péninsule d'Ungava (Labrador canadien). C.-R. somm. Séances Soc. Géol. Fr., 18, pp. 271-272.
- AUBERT DE LA RÛE E. (1949). — Quelques observations biogéographiques intéressant la péninsule d'Ungava (Labrador septentrional). C.-R. somm. Séances Soc. Biogéographie, 26, 227, pp. 50-58.
- BOURNERIAS M. (1971). — Observations sur la flore et la végétation des environs de Puvirnituk (Nouveau-Québec). Natur. Canad., 98, n° 3, pp. 261-318.
- DUTILLY A., LEPAGE E., DUMAN M. (1953). — Contribution à la flore du bassin de la baie d'Ungava. Contr. Arct. Inst. Cath. Univ. Amer., n° 4 F, 104 p.
- LESSE H. de (1952). — Flore et végétation de l'Eqe (Groenland). Expéd. pol. franç. Missions P.-E. Victor. Act. Sc. Ind., Paris, 143 p. + 61 phot. h.-t. et carte.
- POLUNIN N. (1967). — Eléments de géographie botanique. Adaptation de Madame POTTIER-ALAPETTE, Paris, 532 p.
- PORSILD A. E. (1964). — Illustrated flora of the Canadian Arctic Archipelago. Bull. nat. Mus. Canada, 146, Biological series, 50, 218.

ASSEMBLÉE CONSULTATIVE
DU
CONSEIL DE L'EUROPE

VINGT-TROISIÈME SESSION ORDINAIRE

RECOMMANDATION 659 (1972) (1)

relative à la politique de l'environnement en Europe

- A -

L'Assemblée,

1. - Ayant pris connaissance du rapport de sa commission de l'aménagement du territoire et des pouvoirs locaux relatif à la politique de l'environnement en Europe (Doc. 3080) et des contributions spécifiques présentées par les autres commissions intéressées.

2. - Rappelant sa Recommandation 586 relative à l'action du Conseil de l'Europe dans le domaine de la protection de la nature et de la lutte contre les nuisances, sa Recommandation 603 et sa Résolution 445 relatives à la Conférence européenne sur la conservation de la nature.

3. - Constatant que les problèmes de l'environnement de l'homme n'ont cessé de s'aggraver, et que les mesures prises se sont révélées insuffisantes pour maîtriser les diverses pollutions.

4. - Réaffirmant que le Conseil de l'Europe constitue l'instrument privilégié d'une action européenne pour améliorer le cadre de vie de l'homme.

5. - Considérant qu'il n'y a pas de coordination parmi les organisations européennes et internationales dans ce domaine, et que leur action ne peut être pleinement efficace que si une coordination effective de leurs travaux est assurée par les gouvernements.

6. - Considérant que le succès de la lutte pour un cadre de vie meilleur en Europe dépend largement d'une action internationale concertée et, par conséquent, de l'attribution de pouvoirs accrus aux instances internationales chargées de contrôler l'application des engagements pris par les Etats dans le domaine de l'harmonisation des règlements, normes et plafonds d'émissions.

7. - Recommande au Comité des Ministres :

(a) de définir, en vue de la Conférence ministérielle sur l'environnement européen à Vienne, au début de 1973, les problèmes prioritaires qui doivent trouver leur solution au niveau européen, tout en apportant leur concours à la Conférence des Nations Unies sur l'environnement, de Stockholm, en juin 1972 ;

(b) de soumettre à la Conférence de Vienne la proposition d'instituer un Haut-Commissaire européen pour l'environnement, habilité à faire aux gouverne-

ments toutes propositions relatives à la protection de l'environnement ;

(c) d'accélérer les travaux d'élaboration du projet de convention relative à la protection des eaux douces internationales contre la pollution, proposé par sa Recommandation 555 ;

(d) d'utiliser les structures déjà existantes du Conseil de l'Europe pour l'élaboration d'autres conventions et accords relatifs à la lutte contre les pollutions, le cas échéant en association avec d'autres organisations internationales ;

(e) de promouvoir une politique d'aménagement de l'espace naturel et des paysages, tout particulièrement pour ceux présentant un intérêt européen ;

(f) de renforcer le rôle particulier du Conseil de l'Europe dans le domaine de l'information et de l'éducation, en lui donnant des moyens pour s'acquitter de cette tâche dans le cadre de la campagne permanente en faveur de l'environnement, préconisée par le Comité des Ministres lui-même, et d'organiser, par le truchement de la Conférence européenne des Pouvoirs locaux, l'indispensable participation des pouvoirs locaux à cette campagne ;

(g) d'inviter les gouvernements à inclure sans retard les principes énoncés ci-après dans les politiques nationales de l'environnement.

PRINCIPES D'UNE POLITIQUE NATIONALE
DE L'ENVIRONNEMENT

I. - Introduire à tous les niveaux de décision politique, ainsi que dans les disciplines de la recherche appliquée le critère du respect de l'environnement, et subordonner les plans d'aménagement du territoire à la priorité d'un cadre de vie meilleur.

II. - Introduire dans la législation et dans la réglementation relatives à la lutte contre les nuisances le principe de la responsabilité du « pollueur », et veiller au strict respect de la réglementation en vigueur.

III. - Prévoir, pour certains produits industriels particulièrement difficiles à éliminer ou à recycler, soit la limitation de leur usage, soit une taxe spéciale à incorporer dans le prix de vente de ces produits et destinée à financer leur élimination après usage.

IV. - Promouvoir, au moyen de la recherche, de l'incitation fiscale et de subventions, les technologies et productions de formes d'énergie favorables à l'environnement telles que l'électricité et le gaz.

V. - Fixer, au moyen de lois et ordonnances, des échéances précises pour l'introduction de seuils de tolérance de plus en plus exigeants à l'égard des grands polluants et pollueurs.

(1) Discussion par l'Assemblée les 21 et 22 janvier 1972 (18^e et 19^e séances) (voir Doc. 3080, rapport de la commission de l'aménagement du territoire et des pouvoirs locaux).

Texte adopté par l'Assemblée le 22 janvier 1972 (19^e séance).

VI. - Attacher une priorité à la promotion d'un véritable sens civique de l'environnement, et pour cela mobiliser les moyens d'éducation des jeunes et des adultes, et notamment ceux des communications de masse.

VII. - Examiner l'opportunité d'instituer, aux différents niveaux de l'administration, des services chargés plus particulièrement du contrôle et de la protection de l'environnement, et habilités à faire toute proposition aux autorités compétentes.

VIII. - Assurer une coordination étroite entre les services chargés de la protection de l'environnement et ceux chargés de l'aménagement du territoire, et prévoir leur intégration progressive.

IX. - Introduire dans le code pénal la notion et la liste des crimes ou des délits contre l'environnement assortis de sanctions sévères.

X. - Veiller à ce que les pouvoirs locaux chargés d'appliquer la plus grande partie de ces dispositions soient dotés des moyens nécessaires à l'exécution de leurs tâches.

- B -

ASPECTS SPÉCIFIQUES

L'Assemblée,

1. - Considérant qu'une plus grande attention devrait être accordée à la recherche scientifique, en vue du développement de nouvelles techniques pour la solution des problèmes de l'environnement.

2. - (a) Estimant que les risques découlant de la révolution technologique dans l'agriculture n'ont pas encore été clairement définis ;

(b) Conscience du rôle ambigu qui est celui de l'agri-

culteur, soumis d'une part aux contraintes économiques et d'autre part aux exigences de la sauvegarde du milieu naturel ;

(c) Reconnaissant le rôle positif de l'agriculteur en matière de sauvegarde de la nature et de l'aménagement du milieu naturel, ainsi que les dangers que peut provoquer l'emploi abusif d'engrais chimiques et de pesticides dans les cycles biologiques.

3. - Considérant :

(a) qu'une croissance économique soutenue est une condition nécessaire pour dégager les moyens permettant de lutter contre la dégradation de l'environnement ;

(a) que la protection de l'environnement exige une approche « qualitative » de la croissance économique, avec toutes les modifications importantes de politique économique que cela comportera ;

(c) qu'une coordination internationale étroite, notamment au sein de l'O.C.D.E. et du GATT, est essentielle pour empêcher que les mesures anti-pollution ne dressent de nouvelles barrières, tarifaires ou non, devant le commerce international.

4. - Recommande au Comité des Ministres d'inviter les gouvernements des Etats membres :

(a) à promouvoir l'application effective de méthodes scientifiques et techniques à la solution de problèmes de l'environnement, en fournissant en particulier des stimulants à la recherche industrielle et universitaire dans ce domaine ;

(b) à rémunérer équitablement la nouvelle fonction sociale assumée par l'agriculteur européen dans la société technologique comme gardien de la nature, et à le mettre en mesure de renoncer à l'emploi de produits contribuant à la dégradation de l'environnement humain et naturel.

JEUNES ET NATURE

57, rue Cuvier, Paris IV^e

LA NATURE

Des centaines d'animaux vivent dans la forêt mais leur nombre baisse à cause de la chasse et de la pollution.

Si les hommes comprenaient le langage de la forêt, des animaux, la parole de la nature...

Le bulldozer bouleverse ce monde en détresse qui deviendra irréel, le fracas de ces machines terrifiantes met la forêt sens dessus dessous, et fait fuir les animaux dans les jambes du chasseur. Quand je vois ces massacreurs revenir les poches pleines de petites bêtes qui rendaient la forêt joyeuse, je les maudis.

Les renards se font tuer à cause de leur fourrure et aussi parce qu'ils sont considérés comme « nuisibles ». Les oiseaux aussi disparaissent ; il en reste qui ont échappé aux cartouches qui enlèvent la vie.

J'espère que la nature reprendra son vrai visage, celui d'autrefois, et aussi que les hommes comprendront la loi de ce paysage.

Alain MOUNIER (10 ans),

Club Jeunes et Nature de Feuillade.

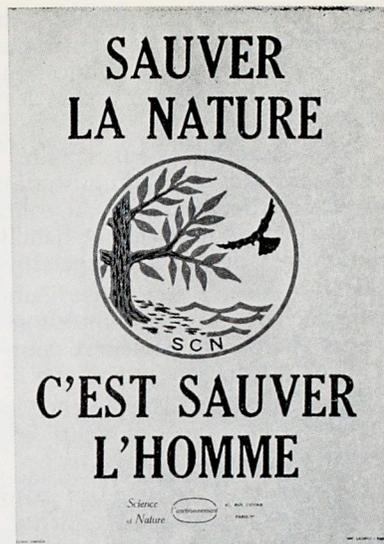


Faites de la propagande pour la sau-
vegarde de la Nature en diffusant
notre affiche.

Dimensions : 30 × 45 cm - En deux couleurs.

Frais de participation :

L'affiche :	1 F
Avec frais d'envoi plié :	1,50 F
Avec frais d'envoi sous rouleau cartonné :	2,25 F
Par 5 »	6,25 F
Par 10	10,50 F



Pour votre documentation

De nombreux lecteurs, et plus particulièrement les membres enseignants, nous ont maintes fois réclamé des documents concernant les problèmes de protection de la Nature.

Actuellement, nous pouvons leur fournir sur demande, à « SCIENCE et NATURE l'environnement », rédaction et prospection, 57, rue Cuvier, 75 - Paris-5^e, CCP 16466-15 Paris, les documents suivants :

— BIOLOGIE ET PROTECTION DES EAUX.

Manuel pour les maîtres, traitant d'une manière très pédagogique les problèmes d'équilibre biologique de l'eau, de pollution, de traitement, suivis de conseils et d'expériences,

— avec 31 illustrations,

— édité en 1970 par le Département Fédéral de l'Intérieur (Suisse).

Participation aux frais : 7 Francs.

— NOTRE EAU EN DANGER.

Brochure de vulgarisation très bien illustrée sur les problèmes de pollution des eaux.

Participation aux frais : 2 Francs.

— SOCIALISATION DE LA NATURE.

par Philippe Saint-Marc.

Editions STOCK, Paris, 1971, 384 pages.

Prix : 29 F.

Le livre de chevet de tous les protecteurs de la Nature.

— NATUROPE.

Bulletin du Centre Européen d'Information pour la conservation de la Nature, éditée par le Conseil de l'Europe.

Deux numéros spéciaux traitant des métamorphoses du paysage européen.

Gratuit. - Frais d'envoi : 2 Francs 50.

— LA NATURE N'EN PEUT PLUS.

« La nature n'en peut plus », diffusée par le Comité Français d'Organisation de l'Année Européenne de la Nature, réalisée par Nicolas Skrotzky et illustrée de nombreuses photographies. Format 18 × 24, 93 p. Participation aux frais : 8 Francs.

Cette plaquette est offerte gratuitement pour tout abonnement de 2 années à « SCIENCE ET NATURE ».

— « N'ABIMONS PLUS NOS RIVAGES ».

Plaquette éditée par la Fédération Nationale de Sauvegarde des Sites et Ensembles monumentaux.

Nombreuses illustrations. — 5 F.