



Une fenêtre ouverte sur le monde

Le Courrier

Août-Septembre 1973 (XXVI^e année) - France: 3,40 F - Belgique: 50 F - Suisse: 3,20 F

**CONSTRUISEZ
VOTRE STATION MÉTÉO**
8 pages pour enfants



Prévoir
le temps
d'après-demain





Photo © Annette Diaz-Lewis, Mexico, Mexique

TRÉSORS DE L'ART MONDIAL

80

MEXIQUE

Les bienfaits de la pluie

Le plus ancien dieu de la fertilité, chez les peuples mexicains précolombiens, était celui de la pluie. Chez les Totonèques, dont la civilisation s'épanouit pendant 700 ans, du 7^e au 14^e siècle sur le bord occidental du Golfe du Mexique (où se trouve l'actuel État de Veracruz), il avait nom Tlaloc, et ses bienfaits assuraient la fécondité de la terre et la vie des hommes. Cette remarquable statuette totonaque de terre cuite qui vient d'être découverte représente un personnage portant les attributs de Tlaloc. Les anneaux autour des yeux figurent les nuages (« tloloques » en langue totonaque). Le nez et la bouche ont la forme du serpent-jaguar, symbole des forces de la terre. Ces particularités de Tlaloc signifiaient la germination et l'union de la terre à l'agriculture nourricière. Cette statuette est actuellement au Musée de Jalapa, État de Veracruz.

AOUT-SEPTEMBRE 1973
26^e ANNÉE

PUBLIÉ EN 15 LANGUES

Français	Arabe	Hébreu
Anglais	Japonais	Persan
Espagnol	Italien	Néerlandais
Russe	Hindi	Portugais
Allemand	Tamoul	Turc

Mensuel publié par l'UNESCO
 Organisation des Nations Unies
 pour l'Éducation,
 la Science et la Culture

Ventes et distributions :
 Unesco, place de Fontenoy, 75700 Paris

Belgique : Jean de Lannoy,
 112, rue du Trône, Bruxelles 5

ABONNEMENT ANNUEL : 17 francs français; 250 fr. belges; 16 fr. suisses; £ 1.30. POUR 2 ANS : 30 fr. français; 450 fr. belges; 27 fr. suisses (en Suisse, seulement pour les éditions en français, en anglais et en espagnol); £ 2.30. Envoyer les souscriptions par mandat C.C.P. Paris 12598-48, Librairie Unesco, place de Fontenoy, 75700 Paris.

★

Les articles et photos non copyright peuvent être reproduits à condition d'être accompagnés du nom de l'auteur et de la mention « Reproduits du Courrier de l'Unesco », en précisant la date du numéro. Trois justificatifs devront être envoyés à la direction du Courrier. Les photos non copyright seront fournies aux publications qui en feront la demande. Les manuscrits non sollicités par la Rédaction ne sont renvoyés que s'ils sont accompagnés d'un coupon-réponse international. Les articles paraissant dans le Courrier de l'Unesco expriment l'opinion de leurs auteurs et non pas nécessairement celles de l'Unesco ou de la Rédaction.

★

Bureau de la Rédaction :
 Unesco, place de Fontenoy, 75700 Paris, France

Directeur-Rédacteur en chef :
 Sandy Koffler

Rédacteur en chef adjoint :
 René Caloz

Adjoint au Rédacteur en chef :
 Olga Rödel

Secrétaires généraux de la rédaction :
 Édition française : Jane Albert Hesse (Paris)
 Édition anglaise : Ronald Fenton (Paris)
 Édition espagnole : Francisco Fernández-Santos (Paris)
 Édition russe : Georgi Stetsenko (Paris)
 Édition allemande : Werner Merkli (Berne)
 Édition arabe : Abdel Moneim El Sawi (Le Caire)
 Édition japonaise : Kazuo Akao (Tokyo)
 Édition italienne : Maria Remiddi (Rome)
 Édition hindie : Ramesh Bakshi (Delhi)
 Édition tamoule : N.D. Sundaravadivelu (Madras)
 Édition hébraïque : Alexander Peli (Jérusalem)
 Édition persane : Fereydoon Ardalan (Téhéran)
 Édition néerlandaise : Paul Morren (Anvers)
 Édition portugaise : Benedicto Silva (Rio de Janeiro)
 Édition turque : Mefra Telci (Istanbul)

Rédacteurs :
 Édition française : Philippe Ouannès
 Édition anglaise : Howard Brabyn
 Édition espagnole : Jorge Enrique Adoum

Illustration : Anne-Marie Maillard

Maquettes : Robert Jacquemin

Toute la correspondance concernant la Rédaction doit être adressée au Rédacteur en Chef.



25^e anniversaire
 de la Déclaration universelle
 des Droits de l'homme

Pages

4	LA MÉTÉOROLOGIE A L'ÉCHELLE DE LA PLANÈTE <i>par Kaare Langlò</i>
14	50 RECORDS MÉTÉO A TRAVERS LE MONDE
17	DEPUIS 30 ANS, LA TERRE SE REFROIDIT <i>par Hubert H. Lamb</i>
21	DANS L'ATLANTIQUE DES MILLIERS D'OBSERVATIONS <i>par Youri V. Tarbeev</i>
24	LE TEMPS C'EST DE L'ARGENT <i>par Dan Behrman</i>
27	L'INDE A L'AVANT-GARDE DE LA RECHERCHE MÉTÉO
31	HUIT PAGES POUR ENFANTS L'ABC de la météo
34	Dix principaux types de nuages
36	Construisez vous-même votre station météo
39	CÉ QUE LES MOTS VEULENT DIRE Dialogue sur la pluie et le beau temps <i>par François Le Lionnais et Roger Clausse</i>
44	SÉCHERESSE SUR L'AFRIQUE <i>par Jean Dresch</i>
48	FACE AUX GRANDS DÉASTRES NATURELS <i>par Jerome Namias</i>
50	LES COURANTS-JETS
52	SOUS L'ŒIL DU CYCLONE <i>par Peter Rogers</i>
53	AU BANGLADESH : LES COLLINES DU SALUT
58	ADAGES ET PRÉSAGES <i>par Roger Clausse</i>
61	A PROVERBE, PROVERBE ET DEMI
63	LES SAISONS DU NIL SOUS LES PHARAONS <i>par Abdel Moneim El Sawi</i>
65	LATITUDES ET LONGITUDES
66	NOS LECTEURS NOUS ÉCRIVENT
2	TRÉSORS DE L'ART MONDIAL Bienfaits de la pluie (Mexique)

Photo © APN



PRÉVOIR LE TEMPS D'APRÈS-DEMAIN

La météorologie mondiale entre dans une ère véritablement révolutionnaire. Grâce aux armes nouvelles dont ils disposent maintenant, telles que satellites météo et ordinateurs ultra-rapides, grâce aussi à une intensification de la coopération internationale, les scientifiques sont enfin en mesure de travailler avec les plus grandes chances de succès à la réalisation de ce vieux rêve des hommes : savoir non seulement le temps exact qu'il fera demain en tout lieu, mais aussi son évolution à long terme; connaître les mécanismes secrets du temps pour pouvoir se garder de ses surprises et même pour trouver les moyens d'agir sur lui.

« Le Courrier de l'Unesco » est heureux de présenter à ses lecteurs un numéro double entièrement consacré à la météorologie et à ses progrès scientifiques et techniques. Prévoir le temps qu'il fera, tracer une route sûre pour les avions ou les bateaux, prémunir les populations contre les catastrophes naturelles, protéger les cultures contre la grêle, les tornades ou la sécheresse, tels sont quelques-uns des services que permettent les progrès enregistrés par la météorologie ces dernières années. C'est dans ce domaine que la réalité et l'efficacité de la coopération internationale se vérifient le mieux, car l'étude et la prévision des phénomènes naturels exigent la mise en commun des efforts de tous les pays. La parution de ce numéro double coïncide avec le centième anniversaire de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM). En 1873 se tenait à Vienne (Autriche) le premier Congrès météorologique international qui allait donner naissance à une organisation non gouvernementale : l'Organisation Météorologique Internationale (OMI). En 1951, l'OMI entra dans le système des Nations Unies sous le nom d'Organisation Météorologique Mondiale; elle groupe en 1973, 136 États membres, toute proche donc de l'universalité souhaitée par ses fondateurs réunis à Vienne.

UNE MÉTÉOROLOGIE A L'ÉCHELLE DE LA PLANÈTE

La météorologie moderne possède maintenant toute une panoplie d'instruments complexes pour aider l'homme à prévoir à plus ou moins long terme le temps qu'il fera sur notre planète. Ici, une fusée météorologique, qui rappelle curieusement les parapluies de notre couverture, est lancée dans l'atmosphère par une équipe scientifique soviétique de l'Arctique. La silhouette des membres de la station (coin gauche de la photo) donne l'échelle de la flèche et de l'arc de feu formés par ce lancement.

Photo © APN, Moscou



par Kaare Langlò

KAARE LANGLÒ, savant norvégien, est Secrétaire général adjoint de l'Organisation Météorologique Mondiale. Il a consacré toute sa carrière scientifique à la recherche météorologique et fut responsable de la planification de la Veille Météorologique Mondiale destinée à fournir des données et les premières observations météorologiques réellement globales. Membre élu de la Société norvégienne de Géophysique, il est l'auteur de nombreux articles et études sur différents aspects de la météorologie.

4

LE temps, dit-on, ignore les frontières tracées par l'homme. Les météorologistes de tous les pays du monde nous l'ont confirmé à leur manière en célébrant cette année le centenaire de leur coopération internationale. Sans doute, beaucoup de gens hausseront-ils les épaules : « Qu'importe, demanderont-ils, une commémoration de plus ? »

Nous voudrions leur répondre, les persuader que la connaissance du temps et du climat concerne chacun d'entre nous, indiquer les progrès accomplis au cours d'un siècle de

recherche internationale et faire entrevoir l'avenir de la météorologie.

Ces dernières années ont été le théâtre de deux événements, apparemment fort différents, mais d'une égale portée révolutionnaire. D'une part, sont apparus des ordinateurs ultrarapides, susceptibles de résoudre dans des délais satisfaisants les équations mathématiques utilisées pour décrire les mouvements atmosphériques.

D'importants progrès ont été ainsi réalisés dans la prévision numérique du temps, et il y a tout lieu de penser qu'ils se poursuivront. D'autre part, on



a mis au point le satellite terrestre artificiel. Le lancement du premier satellite météorologique Tiros I, en avril 1960, a prouvé, plus vite qu'on n'osait l'espérer, que les plus récentes inventions technologiques pouvaient être exploitées avec profit par les météorologistes.

C'est sans aucun doute parce qu'elle avait su apprécier la valeur potentielle de cette nouvelle plate-forme d'observation mondiale, unique en son genre — nous en reparlerons — que l'Assemblée générale des Nations Unies adoptait, vingt mois plus tard, une décision qui introduisait l'idée de

la Veille météorologique mondiale (VMM). Décision à laquelle les spécialistes accordent volontiers une importance historique.

Qu'est-ce que la Veille météorologique mondiale ? Le but est d'instituer un système qui permette à tous les pays d'obtenir les informations météorologiques et les renseignements divers dont ils ont besoin. Si toutes les nations prennent activement part au fonctionnement du système, à la fois en recevant et en transmettant des informations, quelques-unes jouent un rôle plus particulier.

Il y a, en effet, trois centres météo-

rologiques mondiaux (Washington, Moscou et Melbourne) et vingt et un centres météorologiques régionaux qui font un usage intensif d'ordinateurs ultra-rapides. Ces centres importants effectuent des prévisions numériques sur les conditions atmosphériques, en formulant, à partir de lois physiques, des équations mathématiques, dénommées « modèles ».

Outre la difficulté d'élaborer des modèles appropriés, le fonctionnement du système suppose que trois conditions soient remplies :

■ il faut connaître l'état actuel de l'en-

DE LA GRÊLE ET DES HOMMES

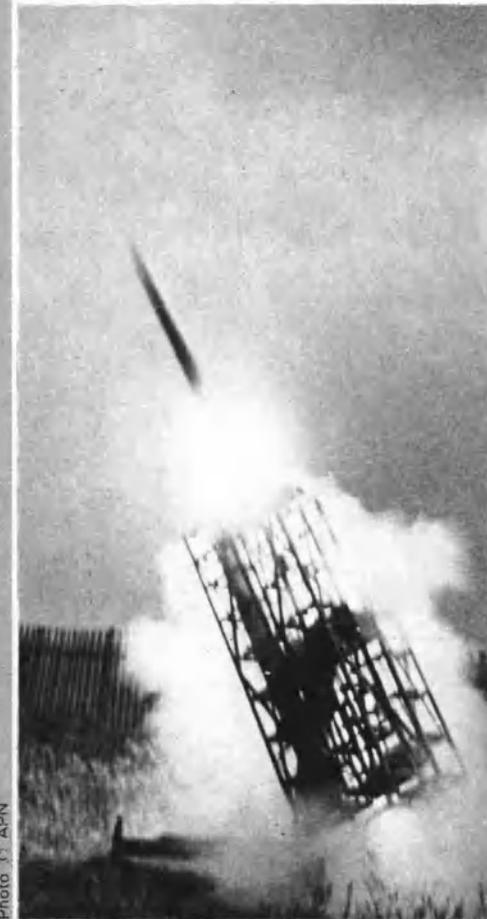
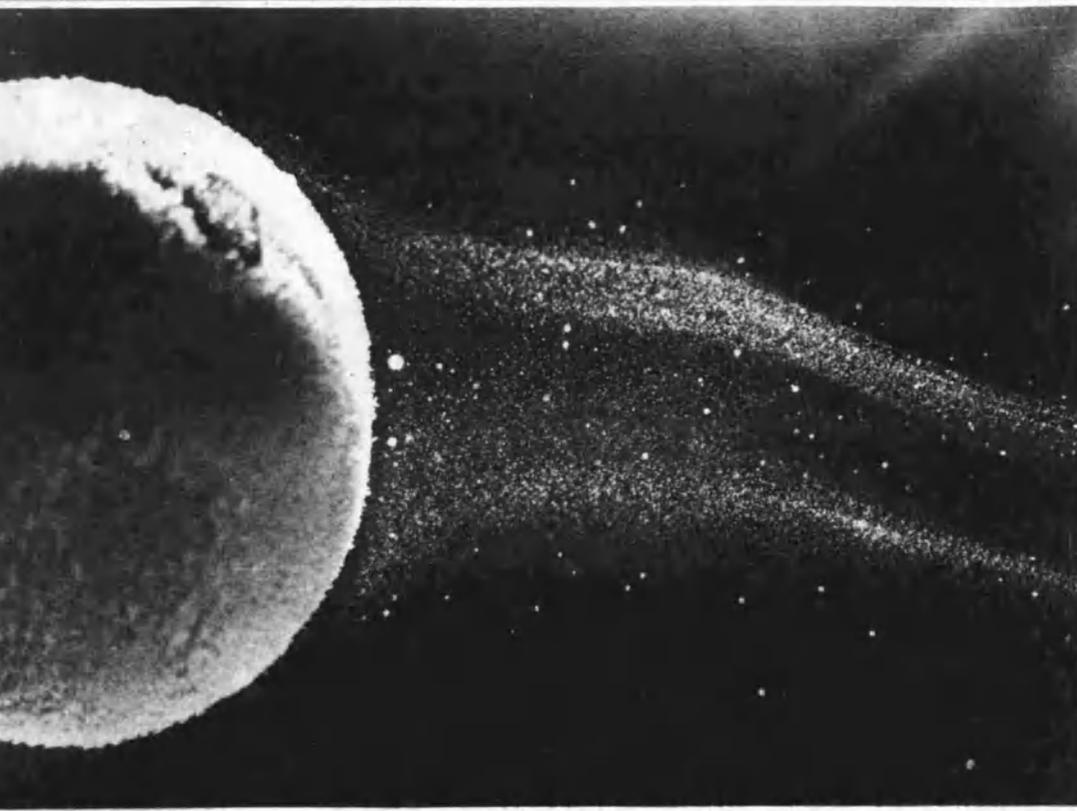


Photo APN

Les anciens Goths de l'Europe du nord voyaient dans les nuées d'orage des forces mauvaises menaçant leurs dieux. Pour repousser ces « envahisseurs », des archers tiraient des flèches vers les nuages, comme le montre cette gravure du 16^e siècle publiée à Rome (ci-dessous). Ce geste remporte aujourd'hui un bien plus grand succès, depuis que des fusées (à droite) sont tirées vers les nuages pour éliminer ou réduire les ravages causés par la grêle. L'étude du comportement des grêlons est devenue, ces dernières années, une branche particulière de la recherche. Les savants ont maintenant réussi à produire en laboratoire des grêlons artificiels (ci-dessus).



Photo © Bibliothèque Nationale, Paris, tirée de « De gentibus septentrionalibus » par Olaus Magnus, Rome, 1555

A L'ECHELLE DE LA PLANETE (Suite)

semble de l'atmosphère, de préférence à une heure convenue (c'est-à-dire faire des observations qui permettent de mesurer la température, la pression, l'humidité, les mouvements du vent, etc.), et déterminer les conditions qui règnent aux limites inférieures et supérieures de l'atmosphère ;

■ il faut pouvoir traiter très rapidement cette énorme quantité d'informations, de manière à réduire à son minimum l'intervalle qui sépare le moment de l'observation et le moment de la prévision ;

■ il faut que soient transmises très rapidement les observations d'origine aux centres de prévision appropriés et diffusés non moins rapidement les résultats de leurs opérations aux usagers (analyses du temps, analyses prévues, prévisions, avertissements, etc.).

Jusqu'à présent, les météorologistes ont toujours dû se résoudre à chercher un compromis entre ce qui était scientifiquement souhaitable et économiquement réalisable dans la collecte des informations fournies par un réseau mondial de stations d'observation météorologiques.

En conséquence, on a dû se satisfaire d'opérer des relevés de l'état de l'atmosphère, à heures fixes, à partir d'observations enregistrées par un réseau de stations situées sur la surface de la terre et de sondages aériens effectués jusqu'à 30 ou 40 km environ, par des ballons-radio.

A présent, le réseau mondial de stations météorologiques fonctionnant à la surface du globe comporte, en gros, 9 000 stations terrestres, auxquelles il convient d'ajouter plus de 6 000 navires envoyant des observations au cours de leurs déplacements en haute mer.

Des sondages sont pratiqués par 700 stations terrestres environ et par un petit nombre de navires météorologiques stationnaires, situés dans l'océan Atlantique nord et l'océan Pacifique nord. D'autres observations sont fournies par un certain nombre d'avions.

On peut penser que les informations ainsi obtenues sont d'une grande richesse et qu'il n'y en a pas beaucoup d'autres qui soient nécessaires. Et il est tout à fait sûr que la densité des observations recueillies dans certaines régions du globe est déjà pleinement satisfaisante.

Toutefois, les océans couvrent près des trois quarts de la surface du globe et échappent, pour une large part, au contrôle des navires qui ont des routes régulières. Sur la terre même, de nombreuses régions, situées dans des pays en voie de développement, ne possèdent pas encore de réseaux d'observation appropriés, notamment là où le climat est le plus rude.

En outre, on sait encore mal ce qui se passe aux frontières de l'atmosphère. Nous ne connaissons donc pas la structure de l'atmosphère, au-dessus de la plus grande partie de notre planète, d'une façon assez détaillée



Photo John Dominis © Life

LES FEUX DE LA RAMPE. — La gelée tue les plantes et la chaleur est, à ce jour, l'unique moyen pour la combattre. On dispose, autour des champs et des vergers, des rampes (ci-dessus) c'est-à-dire des tuyaux percés de trous par lesquels brûlent des gaz enflammés. La chaleur qui émane de ces « brûleurs » permet d'élever la température jusqu'à 25 degrés, ce qui empêche toute formation de gelée blanche.

pour comprendre les phénomènes physiques qui se produisent à un moment donné. Or comme les méthodes courantes de prévision météorologique se fondent sur la connaissance des conditions actuelles du temps, cette lacune a de graves conséquences.

La première condition nécessaire à une prévision numérique du temps n'est donc pas remplie. Voilà pourquoi l'un des objectifs prioritaires de la VMM est d'organiser et de développer un système d'observation véritablement mondial. Les nouvelles inventions techniques susceptibles de combler la lacune dont nous parlons, celles dont on attend le plus, sont les satellites météorologiques et ce qu'on appelle les ballons à niveau constant, c'est-à-dire des ballons relativement importants, dérivant avec le vent en conservant une pression constante dans l'at-

mosphère, et capables de transmettre leurs observations par radio.

Mentionnons aussi, quoiqu'il ne s'agisse pas là d'une nouvelle technique — il s'agit de l'une des « armes secrètes » utilisées pendant la dernière guerre mondiale — la bouée automatique, station dont on peut espérer qu'elle fournisse des informations depuis certaines zones des océans.

La technique des satellites a connu des développements remarquables dans les treize dernières années. Au début, ils n'avaient d'autre mérite que de fournir des images télévisées de couvertures de nuages ; néanmoins ils s'avèrent d'une grande utilité pour détecter et décrire les mouvements d'un des phénomènes atmosphériques les plus dévastateurs : le cyclone tropical (ouragan et typhon).

En septembre 1961, l'ouragan Carla

fut découvert par Tiros 3 assez tôt pour que 500 000 personnes puissent être évacuées des zones menacées, et l'on n'eut ainsi à déplorer que 46 morts. La mise au point d'APT (système de transmission automatique des images) s'avéra de grand succès. Ce système permet à chaque pays de capter immédiatement des images en provenance du satellite au moment de son passage au-dessus de lui, grâce à un équipement relativement simple ; et aujourd'hui plusieurs centaines de stations sont en service à travers le monde et contribuent efficacement aux prévisions effectuées quotidiennement à l'usage du public et de l'aviation.

Les satellites sur orbite polaire utilisés pour ce genre d'observations sont aussi capables de mesurer les différences approchées de la température verticale au-dessus des zones sans nuages.

Cette technique en est encore à une étape expérimentale, mais elle est

assez avancée pour faire l'objet d'importantes discussions sur l'éventualité d'une réduction du nombre des navires météorologiques, actuellement installés à grands frais dans l'Atlantique Nord.

D'autres modèles de satellites météorologiques sont placés en position stationnaire au-dessus de l'équateur. A une distance de 36 000 km de la Terre, ils veillent en permanence sur l'atmosphère et fournissent des informations appréciables, particulièrement au sujet des zones tropicales.

Des ballons à niveau constant ont été expérimentés, avec des résultats prometteurs, dans l'hémisphère Sud. Un ballon de ce genre a tourné plusieurs fois autour du continent antarctique ; leur durée moyenne est de 100 jours. Il est possible aussi d'utiliser des satellites pour recueillir des informations émises par un nombre important de ballons à niveau constant et par des bouées automatiques.

vements de l'atmosphère sont connues depuis de nombreuses années. Toutefois il n'avait pas été encore possible de ramener ces équations à une formule générale et nombre d'hypothèses et de tentatives de réduction avaient été faites. En 1922, un théoricien anglais, Lewis F. Richardson, proposa une solution numérique approchée de ces équations.

Le simple calculateur de bureau, seul instrument utilisable à cette époque, ne pouvait permettre de venir à bout du travail. Une fois, Richardson s'acharna pendant six semaines à élaborer une prévision, sans succès d'ailleurs, pour douze heures ; il estima que 64 000 calculateurs seraient nécessaires pour embrasser tous les modèles de modification du temps.

Les ordinateurs ultra-rapides ont rendu possibles des calculs de cette grandeur et sont à présent exploités dans de nombreux pays pour préparer ou contribuer à préparer les « cartes météorologiques prévues ».

La Veille météorologique mondiale est fondée sur les techniques les plus modernes de traitement des données. Chaque centre mondial prépare des cartes pour de vastes zones et les diffuse rapidement auprès des autres centres mondiaux, régionaux et nationaux. C'est un principe fondamental de la VMM que chaque centre national ait l'obligation de rassembler et de diffuser des informations à l'intention du reste du monde.

En retour, chacun de ces centres reçoit les informations mondiales dont il a besoin et les documents et cartes des centres mondiaux et régionaux qui lui sont nécessaires pour remplir ses engagements dans le cadre national.

Des héros méconnus à la recherche du temps

COMMENT décrire le système d'observation sans parler des hommes qui, par leurs efforts incessants, lui permettent de fonctionner ? Qu'on considère les observateurs, ces héros anonymes qui fournissent les informations dont dépend toute la marche des opérations. Leur tâche est l'une des plus pénibles et leur emploi l'un des plus modestement rétribués. Le devoir leur commande d'être à leur poste à heures fixes, de jour et de nuit, et ils ignorent le repos dominical et le rythme des vacances officielles.

Il leur faut se conformer aux normes implicites qui se sont imposées au cours d'un siècle de coopération internationale. Supposons le moment venu de la prochaine observation : voici une armée silencieuse de 8 à 10 000 hommes, de toutes nationalités, qui, sous tous les climats, de l'Arctique aux Tropiques, s'apprêtent, à la même heure, à faire les mêmes opérations.

Ils consultent les thermomètres placés dans un abri spécial peint en blanc, ils déterminent la vitesse du vent et sa direction dans un temps d'une dizaine de minutes, ils apprécient la couverture de nuages et les identifient aux termes de la nomenclature fixée par l'Atlas international des nuages, etc.

Sur des milliers de navires marchands, au moment convenu, des offi-

ciers font des observations analogues, sans que rien ne les y oblige. Qu'ils doivent les accomplir à heures fixes signifie qu'ils les font en toutes circonstances, sans se soucier des intempéries. En pleine tempête de neige, ou sous la chaleur étouffante des Tropiques, les météorologistes remplissent leur mission avec exactitude, en s'accommodant d'une modeste rémunération.

Non, le terme de héros n'est pas trop fort. Certains ont donné leur vie pour la météorologie. Rappelons qu'un hiver, en Norvège, un observateur de la station de Jan Mayen fut victime d'une terrible tempête. Sorti de sa cabane, en pleine nuit, pour relever les instruments météorologiques, installés à moins de vingt mètres de là, il perdit sans doute sa direction, sous les rafales de neige ; on retrouva le lendemain son corps gelé...

Seconde condition nécessaire à l'amélioration des prévisions météorologiques : une technique qui permette de traiter rapidement une masse énorme de données mondiales. Un exemple fera comprendre la nature du problème et, par conséquent, l'importance des ordinateurs ultra-rapides pour la météorologie.

Comme nous l'avons signalé, les équations mathématiques fondamentales qui rendent intelligibles les mou-

Réseau mondial de télécommunications

RESTE une troisième condition. Si l'on veut améliorer la prévision : un réseau mondial de télécommunications assurant des échanges plus rapides et plus efficaces. C'est là l'un des éléments décisifs du plan de la VMM.

On dit souvent que les télécommunications sont vitales pour la météorologie. De fait, deux événements ont eu

un effet considérable sur le progrès des prévisions.

Le premier fut évidemment l'invention du télégraphe électrique et de sa mise en œuvre dans les années 1840 aux Etats-Unis et en Europe. Le second fut une terrible tempête qui infligea de lourdes pertes à la flotte franco-britannique dans la mer Noire, le 14 novembre 1854. Quelque temps après, on se livra à une étude minutieuse pour déterminer s'il eût été possible de prévoir l'événement, dans le cas où l'on aurait disposé d'un service météorologique utilisant des renseignements télégraphiques. Napoléon III, qui avait demandé cette étude, reçut une réponse affirmative de Le Verrier et, le jour même, il chargea le célèbre astronome d'organiser un service météorologique télégraphique.

Cette initiative aboutit bientôt à la création de services officiels de météorologie, notamment en Angleterre en 1861, en France en 1863, et en Norvège en 1866.

L'intérêt pour la météorologie augmentait rapidement, et d'importantes conférences internationales se tinrent à Bruxelles, en 1853, et à Leipzig, en 1872. Le premier effort réalisé par les gouvernements pour uniformiser et améliorer les activités météorologiques internationales date d'il y a juste un siècle, lors de la tenue en 1873, à Vienne, du premier Congrès météorologique international. Ce congrès donna naissance à l'Organisation Météorologique Internationale qui, en 1951, devint l'actuelle Organisation Météorologique Mondiale (OMM).

Un réseau mondial de télécommunications, à fins météorologiques, a fonctionné durant de nombreuses années et s'est ensuite développé sous les auspices de l'OMM.

LA Veille météorologique mondiale est en train d'installer un circuit principal reliant les trois centres météorologiques mondiaux et les centres régionaux appropriés. Ce circuit sera un parfait duplex et formera une boucle complète, de manière à assurer des transmissions simultanées dans des directions opposées sur toute l'étendue de la terre.

En 1973, un large secteur de ce circuit est déjà en service. La VMM prévoit aussi des réseaux de communication régionaux pour la collecte d'observations effectuées à partir de points déterminés du globe et pour leur diffusion auprès des centres situés sur le circuit principal. Ces réseaux seront utilisés pour transmettre aux centres nationaux des données d'observation et des analyses prévues en provenance des centres mondiaux et régionaux.

Des satellites de télécommunications constituent également des mailons du système mondial de télécommunications, par exemple, Dakar-Paris et Inde-Australie.

Satellites, navires, ballons, bouées, ordinateurs pour traquer les secrets de l'atmosphère

QUELLES sont les principales tendances de la recherche météorologique ?

De la description de la Veille météorologique mondiale, il ressort qu'un énorme effort a été accompli pour construire à l'échelle mondiale un système d'échange d'informations météorologiques, utilisées tant par les services de la météorologie quotidienne que par la recherche. Mais nos objectifs — tout comme les souhaits exprimés par l'Assemblée générale des Nations Unies — sont encore plus ambitieux.

Nous voudrions, en effet, savoir s'il est possible de prévoir le temps sur une longue période, disons sur deux semaines, avec une précision raisonnable ; nous voudrions savoir si, grâce à des ordinateurs, il est possible de prévoir les changements climatiques futurs et de dire s'ils ont des causes naturelles ou s'ils sont le fait de l'homme. Tels sont, en bref, les objectifs du GARP ou « Programme de Recherche sur l'Atmosphère Globale », entreprise commune à l'OMM et au Conseil international des Unions scientifiques.

Que faut-il faire pour arriver à prévoir le temps sur des durées de plus en plus longues ? Faut-il, par exemple, effectuer des mesures encore plus haut dans l'atmosphère et faut-il tenir compte des changements qui interviennent dans la température des océans ? Répondre à la première question est relativement simple. La masse d'air au-delà de quelque 30 km est si ténue que dans la plupart des cas, on peut la négliger dans les « modèles » utilisés dans les ordinateurs. De même, il n'est pas nécessaire de tenir compte des phénomènes de la haute atmosphère — l'ionosphère — fort importante peut-être pour la transmission des ondes radio, mais sans influence sur les phénomènes climatiques.

D'autre part, les changements de températures dans les couches supérieures de l'océan sont bien plus lents que dans l'atmosphère et peuvent être négligés pour la prévision à court terme, mais il faut en tenir compte dès que l'on tente d'établir des prévisions pour plus d'une semaine. Une hypothèse de base est à l'origine de la création du GARP : les changements climatiques quotidiens, et même les modifications plus importantes, comme les périodes de sécheresse (telle celle que connaît aujourd'hui l'Afrique), sont déterminés dans une large mesure par les modifications de ce qu'on appelle « la circulation générale » de l'atmosphère.

Pour améliorer notre connaissance de ces processus et pouvoir faire des prévisions correctes sur plus de trois jours, il faut d'abord établir des « modèles » théoriques précis de l'atmosphère pour les tester à l'aide d'ordinateurs et, ensuite, organiser des « expériences » dans l'atmosphère pour réunir les données nécessaires à l'élaboration de tels « modèles » et à l'examen de leur qualité.

C'est pourquoi le GARP comprend plusieurs expériences : une expérience tropicale dans l'Atlantique (ou ETGA) qui étudiera en 1974 les problèmes particuliers aux zones tropicales (voir page 21) ; une expérience polaire pour étudier le rôle des régions polaires ; et l'expérience Mousson qui étudiera l'ensemble des phénomènes de la mousson depuis leurs prodromes jusqu'à leur complète cessation.

Enfin, une première Expérience mondiale est prévue pour 1977 ; elle cherchera à répondre aux questions que nous venons de poser. On espère qu'elle servira aussi à déterminer le système mondial d'observation le plus efficace et le plus économique.

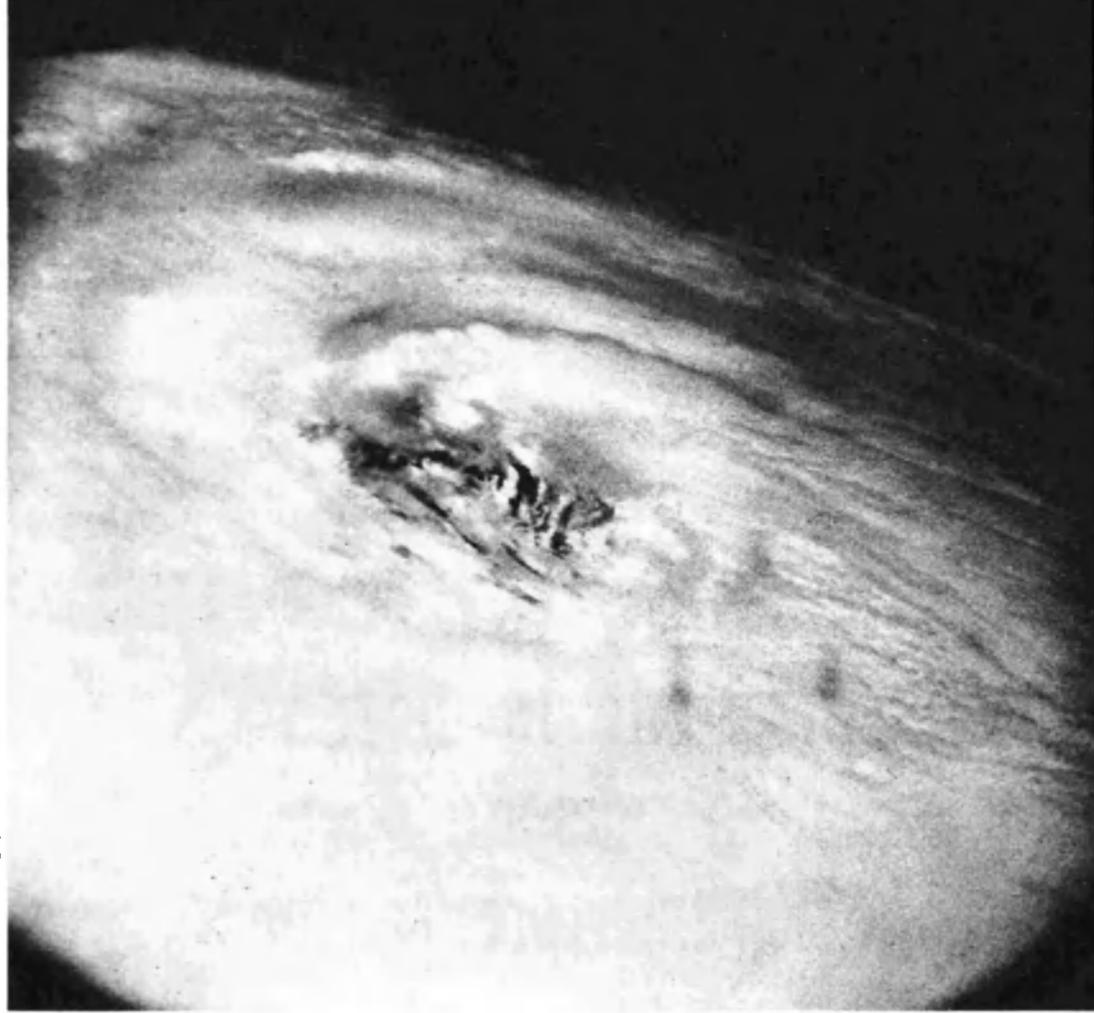
Sa réussite implique l'existence d'un réseau bien plus dense que celui dont



L'air meurtrier

Tourbillon d'air tournoyant à toute vitesse, la tornade est la plus violente de toutes les tempêtes. Elle revêt l'apparence d'un nuage en forme d'entonnoir accompagné de vents atteignant une vitesse de plusieurs centaines de kilomètres à l'heure. Les tornades naissent à la rencontre de courants d'air de température, de densité et d'humidité différentes avec une masse d'air froid qui se fraie une voie au-dessous d'un air chaud et chargé d'humidité. Tout est dévasté derrière elles bien qu'elles mesurent rarement plus de quelques centaines de mètres de large et se déplacent à 40 km à l'heure. Les photos à gauche et ci-dessous montrent l'effrayante avance de deux de ces tourbillons. La tornade, ci-dessous à gauche, se dirige vers la Terre à partir d'une nuée d'orage et ressemble à une trompe d'éléphant en furie. A droite, vue de l'espace « Debbie », photographié de l'espace en septembre 1961, à 160 km au-dessus de l'océan Atlantique. Au centre, on aperçoit clairement « l'œil » de Debbie, zone relativement calme au sein d'un maelström de vents tournoyants. A l'inverse des tornades qui se forment au-dessus des terres, les cyclones tropicaux naissent généralement au-dessus de la mer. Ils sont accompagnés de vents violents et de pluies torrentielles lorsqu'ils balayent les zones côtières. Ci-dessous, des sauveteurs dans une rue de Rio de Janeiro pendant la violente tempête tropicale qui frappa le Brésil en février 1965.

Photos © Patrimage, Paris



dispose aujourd'hui la VMM. L'expérience mondiale — utilisant toute l'atmosphère comme un énorme laboratoire — nécessitera cinq satellites géostationnaires qui, on l'espère, seront fournis par les Etats-Unis, l'Union soviétique, le Japon et l'ESRO (Organisation européenne de Recherche spatiale). Outre les habituels satellites à orbite polaire, l'expérience utilisera un grand nombre de ballons à niveau constant et de bouées automatiques pour obtenir une meilleure couverture des tropiques et de l'hémisphère sud.

La vaste moisson de données ainsi obtenue sera fournie à de puissants ordinateurs et il se pourrait bien que

l'année de l'expérience — 1977 — marque l'heure décisive qu'attendent depuis un siècle les météorologistes. Ainsi l'atmosphère répondra peut-être à quelques-unes au moins des questions posées, à défaut de nous livrer ses derniers secrets.

L'homme de la rue et les gouvernements comprennent fort bien l'importance de ces efforts de recherche globale. Il n'est donc point nécessaire de tirer la sonnette d'alarme pour obtenir le soutien de ces efforts : il est devenu évident que l'intérêt de l'homme est d'en savoir davantage sur la nature de l'atmosphère et l'avenir de notre climat.

nard que constitue la construction à grands frais de barrages dans les régions où les pluies sont insuffisantes.

Des enquêtes, des études destinées à vérifier l'opportunité de certains projets — parfois entreprises dans le cadre des programmes d'aide internationaux — comportent aujourd'hui une information économique et technique sur les sols, les dépôts minéraux, les forêts et les ressources en eau ; sur l'énergie aussi, les possibilités de transports et de communication, tout autant que sur le potentiel agricole et industriel.

Aucun pays, quelle que soit son importance, ne peut faire fonctionner un service météorologique efficacement, sans emprunter des informations aux pays voisins, et, même, dans bien des cas, à tout son hémisphère. La première proposition en vue de créer un fonds international qui permettrait d'installer des stations spéciales dans des régions isolées ou des moyens de télécommunication remonte à 1873 ; il fallut quatre-vingt-dix ans avant que cette idée ne fut admise.

A présent, l'OMM ne se contente pas de participer au Programme des Nations Unies pour le développement, elle a créé son propre Programme d'assistance volontaire (PAV). Grâce au PAV, des pays en voie de développement peuvent demander une aide pour tout projet intéressant l'OMM, et tout pays qui a les moyens de fournir une aide peut donner de l'équipement ou une assistance technique, ou les deux à la fois. Il est aussi possible d'accorder directement une aide financière.

Durant les vingt dernières années, l'OMM a envoyé deux cents missions d'experts, elle a financé 1 500 bourses, elle a fourni de l'équipement et organisé des séminaires de formation, dépensant au total 53 millions de dollars. Rien qu'en 1972, le total des programmes d'aide de l'OMM a dépassé la somme de 10 millions de dollars.

LE succès de la coopération technique en météorologie tient peut-être au fait qu'il s'agit d'un cas dans lequel la réciprocité des services est nécessaire et le rôle des pays en voie de développement indispensable et pleinement reconnu.

Cette coopération comprend aussi l'étude des problèmes scientifiques et techniques à l'échelle mondiale ; ceux-ci font l'objet du travail de huit commissions techniques qui couvrent toutes les branches de la météorologie et certains secteurs de l'hydrologie.

Un tel système dans lequel plus de 800 experts du monde entier font un travail volontaire pour l'OMM inspire à tous des sentiments de solidarité ; on l'a bien vu quand des météorologistes se heurtant à des difficultés, lors d'un voyage à l'étranger, ont reçu une aide chaleureuse d'amis inconnus d'une petite station locale.

L'atout de la météo pour la réussite des grands programmes de développement

COMMENT élever le niveau de vie dans les pays en voie de développement ? En dépit de tous les efforts déployés, tout le monde sait bien que l'écart économique qui sépare les pays les plus avancés et les pays en voie de développement ne cesse de s'accroître. Pour renverser la vapeur, toutes les ressources de la science doivent être mobilisées, et cette tâche nécessite — c'est là un objectif d'une portée considérable — l'application des connaissances météorologiques au développement économique, quel que soit par ailleurs le niveau du pays considéré. Ce n'est pas un hasard, au reste, si les pays qui disposent des plus grandes ressources économiques sont aussi ceux où la météorologie est la mieux exploitée.

Dans chaque programme de développement économique, il convient de tenir compte du temps et du climat. Des années durant, c'est le climat qui est responsable de la végétation, des récoltes, de l'abondance ou de la pénurie des ressources en eau et des conditions d'exploitation qu'offrent aux hommes les diverses régions où ils se trouvent. D'autre part, qu'il s'agisse de la demande d'énergie des industries ou des foyers domestiques, de l'utilisation de barrages, du choix des dates propices aux travaux agricoles, de la sécurité et du confort des services de transport et de bien d'autres aspects de la vie quotidienne, il faut

reconnaître l'influence du temps. Des économistes admettent que de bonnes informations météorologiques permettent d'éviter des dépenses inutiles, qu'elles contribuent à éviter le gaspillage des ressources naturelles et de la main-d'œuvre, qu'elles sont vitales pour l'élaboration et l'exécution des plans de développement.

La Veille météorologique mondiale aidera les nations en voie de développement à participer au progrès technologique et scientifique et à en bénéficier. Elle les aidera à instaurer les conditions nécessaires à l'exploitation efficace des sols et à l'aménagement des ressources en eau. Les nouvelles données globales, sur lesquelles compte la VMM permettront d'accélérer ce programme. Par exemple, les satellites météorologiques offrent déjà beaucoup d'avantages aux pays en voie de développement ; le système APT, en particulier, que nous avons mentionné, permet de donner l'alarme en temps utile, à l'approche de tempêtes dévastatrices.

Beaucoup d'Etats s'aperçoivent à présent que des investissements dans la météorologie conditionnent le succès des projets de développement.

Par exemple, les météorologistes et les hydrométéorologistes doivent rassembler d'abord tous les renseignements utiles sur le temps et sur l'eau, si l'on veut éviter ce véritable traque-

Contre la famine et le gaspillage des mesures pour l'an 2000

QUELLES sont les tendances de l'application de la météorologie aux diverses activités humaines ?

Pour bien des gens, l'essentiel du travail des météorologistes dans la perspective des avantages économiques du pays relève des prévisions générales à l'adresse du grand public et des services quotidiens pour l'aviation civile. La réalité est autre.

Il n'est pas toujours facile de calculer les avantages dus aux services météorologiques, comme les prévisions particulières destinées à l'aviation, l'agriculture ou l'industrie. Est-il possible, par exemple, de chiffrer la valeur de vies humaines ? On a, malgré tout, mené des études d'ensemble qui parvenaient généralement à la même conclusion : la météorologie permet à l'économie nationale de retirer des bénéfices très largement supérieurs aux sommes investies pour la météorologie.

Quelles sont les activités humaines qui tirent le plus de profit des services météorologiques ? Elles varient d'un pays à l'autre, mais beaucoup de lecteurs seront surpris par l'énumération de ces activités, classées dans l'ordre du profit retiré et valable pour un pays développé : 1. Pêcheries ; 2. Agriculture ; 3. Transports aériens ; 4. Forêts ; 5. Construction ; 6. Transports terrestres ; 7. Transports maritimes ; 8. Production et distribution d'énergie ; 9. Organisation du commerce ; 10. Fourniture et contrôle de l'eau ; 11. Communications ; 12. Loisirs et 13. Industrie.

Les effets du mauvais temps (fort vent, gel, pluie, etc.) sur l'industrie sont évidents dès qu'il s'agit d'activités à ciel ouvert ; mais chaînes et conditions de travail dans les industries « couvertes » subissent également l'influence du temps. Dans le secteur de la construction aux Etats-Unis, on a estimé à 3 milliards de dollars les pertes annuelles dues aux intempéries.

Pour ce qui est du commerce, la demande de certains produits est largement affectée par les conditions climatiques : la consommation supplémentaire d'énergie lors d'une vague de froid est un bon exemple de la variation de la demande, tout comme la vente de certains aliments et de certains vêtements dépend du temps qu'il fait. La plupart des risques cou-

verts par les assurances sont fonction, directe ou indirecte, du temps, qu'il s'agisse des biens ou des personnes. D'ailleurs, les taux d'assurance sont souvent établis sur la base de statistiques climatiques (assurances des récoltes, des bateaux, etc.).

Les avis du météorologiste intéressent presque tous les aspects de l'agriculture, depuis la prévision d'utilisation des sols jusqu'au transport des récoltes. Des terres considérées naguère encore comme improductives peuvent aujourd'hui être mises en culture grâce à une meilleure connaissance des facteurs météorologiques qui influent sur le développement des plantations.

C'est dans le domaine de la production alimentaire que les conséquences sociales de la météorologie appliquée sont les plus claires. On a souvent dit que la moitié de la population mondiale mange trop peu pour être en bonne santé. Ce chiffre est effarant : la croissance démographique est telle qu'elle absorbe chaque accroissement de production, sans pour autant qu'augmente la quantité de nourriture par personne. Aux environs de l'an 2000 il y aura, nous dit-on, deux fois plus de bouches à nourrir. Dans ces conditions, la famine prendra des proportions catastrophiques si l'on ne trouve pas de nouvelles sources de nourriture et si la production agricole n'atteint pas des niveaux inconnus jusqu'ici.

DE toute façon, notre capacité à relever ce défi dépend essentiellement du défrichage de nouvelles terres et des efforts déployés pour éviter que des terres déjà cultivées ne soient abandonnées pour des raisons climatiques.

Il faut aussi avoir une connaissance beaucoup plus détaillée de larges catégories de modifications climatiques dans les régions productrices d'aliments ; tout comme il faut avoir une connaissance parfaite des phénomènes atmosphériques pour pouvoir prévoir assez longtemps à l'avance l'arrivée de conditions climatiques défavorables ou nuisibles. Le développement de la VMM devrait permettre aux météorologistes, de jouer

un rôle important dans l'accroissement de la production alimentaire et permettre de donner aux agriculteurs de bien meilleurs avis scientifiques. Meilleure justification que celle-ci serait difficile à trouver.

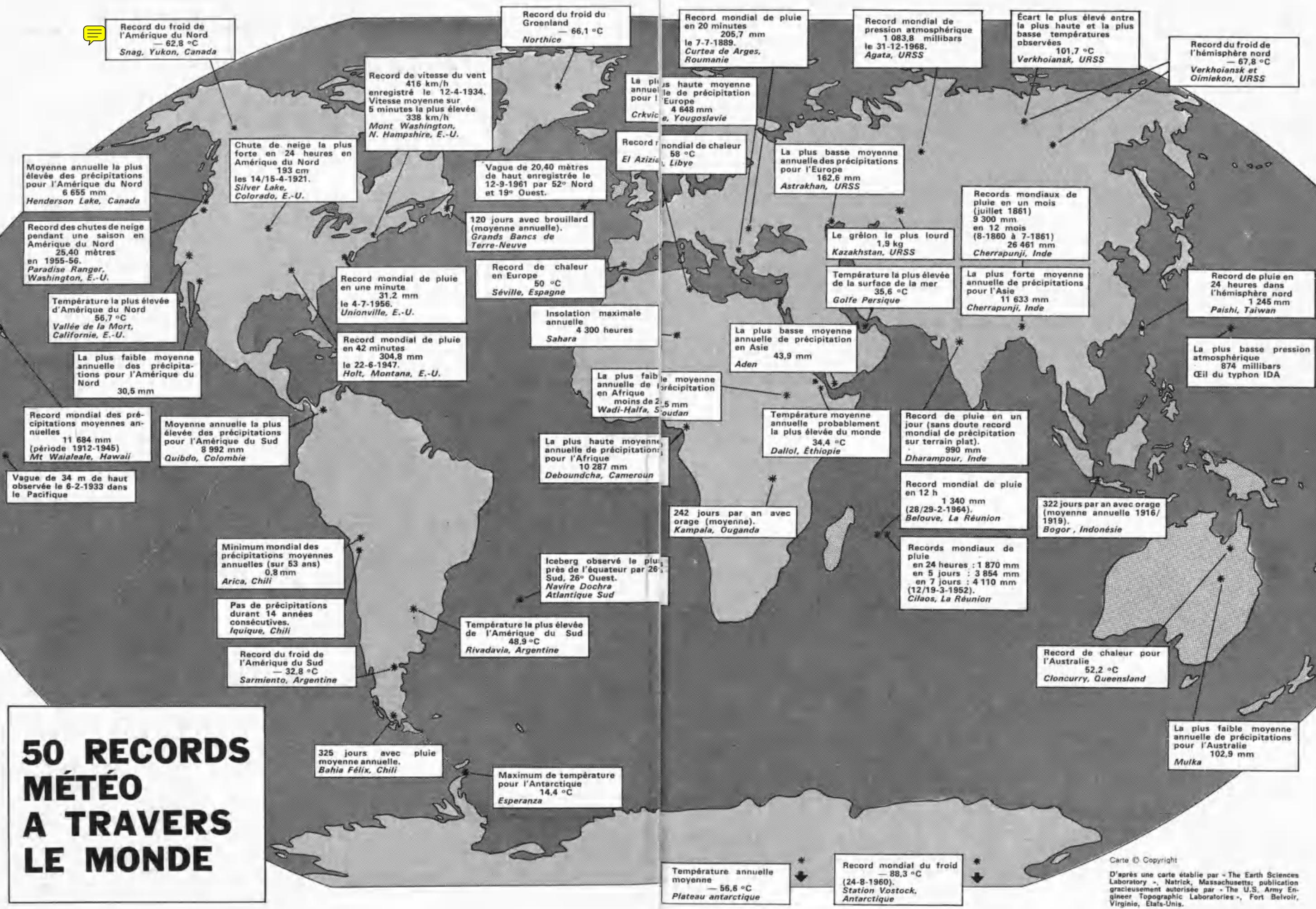
La sécurité, l'efficacité et la régularité des transports par air, par mer ou par terre dépendent beaucoup des conditions qu'ils rencontreront sur la route empruntée. L'information et les prévisions météorologiques précises sont donc de première importance pour ces transports. L'apparition d'avions à réaction volant à très haute altitude, l'usage du radar et autres appareils électroniques n'ont pas rendu ces informations caduques mais ont, au contraire, créé une nouvelle demande d'avis météorologiques hautement spécialisés.

Les conséquences financières du déroutement d'un avion vers un autre aéroport, ou de la turbulence en air limpide qui force un avion à perdre de l'altitude, sont évidentes. Tous ces problèmes deviendront encore plus aigus avec l'apparition prochaine des avions supersoniques qui voleront encore plus haut et plus vite. Tant que l'on ne possède pas plus d'informations, il est fort douteux que l'on parvienne à une précision plus grande concernant la plupart des routes aériennes. Mais le système mondial d'observation est prévu, justement, pour obtenir de telles informations.

L'information météorologique appliquée aux transports ne concerne pas que la sécurité et la rentabilité des opérations. Les retards relativement brefs dus au brouillard, à la glace, à la neige ont d'autres conséquences que les désagréments personnels qu'ils causent aux passagers, car il peut s'agir de pertes d'heures de travail risquant d'entraver la croissance économique nationale.

On a estimé qu'en 1975 le coût mondial des transports par bateaux-cargos pourrait atteindre 15 milliards de dollars par an. Si ces cargos pouvaient suivre leur route en un minimum de temps, réduisant ainsi les pertes dues aux orages, la consommation du fuel et le temps passé en mer, cela conduirait à une réduction de un pour cent seulement de ces coûts, représentant une économie annuelle de 150 millions de dollars.

50 RECORDS MÉTÉO A TRAVERS LE MONDE



Record du froid de l'Amérique du Nord
- 62,8 °C
Snag, Yukon, Canada

Record du froid du Groenland
- 66,1 °C
Northice

Record mondial de pluie en 20 minutes
205,7 mm
le 7-7-1889.
Curtea de Arges, Roumanie

Record mondial de pression atmosphérique
1 083,8 millibars
le 31-12-1968.
Agata, URSS

Écart le plus élevé entre la plus haute et la plus basse températures observées
101,7 °C
Verkhoiansk, URSS

Record du froid de l'hémisphère nord
- 67,8 °C
Verkhoiansk et Oimiekon, URSS

Record de vitesse du vent
416 km/h enregistré le 12-4-1934.
Vitesse moyenne sur 5 minutes la plus élevée
338 km/h
Mont Washington, N. Hampshire, E.-U.

La plus haute moyenne de précipitation pour l'Europe
4 648 mm
Crkvice, Yougoslavie

Chute de neige la plus forte en 24 heures en Amérique du Nord
193 cm
les 14/15-4-1921.
Silver Lake, Colorado, E.-U.

Vague de 20,40 mètres de haut enregistrée le 12-9-1961 par 52° Nord et 19° Ouest.

Record mondial de chaleur
58 °C
El Azizia, Libye

La plus basse moyenne annuelle des précipitations pour l'Europe
162,6 mm
Astrakhan, URSS

Records mondiaux de pluie en un mois (juillet 1861)
9 300 mm
en 12 mois (8-1860 à 7-1861)
26 461 mm
Cherrapunji, Inde

Moyenne annuelle la plus élevée des précipitations pour l'Amérique du Nord
6 655 mm
Henderson Lake, Canada

Record des chutes de neige pendant une saison en Amérique du Nord
25,40 mètres en 1955-56.
Paradise Ranger, Washington, E.-U.

120 jours avec brouillard (moyenne annuelle).
Grands Bancs de Terre-Neuve

Record de chaleur en Europe
50 °C
Séville, Espagne

Le grélon le plus lourd
1,9 kg
Kazakhstan, URSS

La plus forte moyenne annuelle de précipitations pour l'Asie
11 633 mm
Cherrapunji, Inde

Record de pluie en 24 heures dans l'hémisphère nord
1 245 mm
Paishi, Taiwan

Température la plus élevée d'Amérique du Nord
56,7 °C
Vallée de la Mort, Californie, E.-U.

Record mondial de pluie en une minute
31,2 mm
le 4-7-1956.
Unionville, E.-U.

Insolation maximale annuelle
4 300 heures
Sahara

Température la plus élevée de la surface de la mer
35,6 °C
Golfe Persique

La plus basse pression atmosphérique
874 millibars
Cil du typhon IDA

La plus faible moyenne annuelle des précipitations pour l'Amérique du Nord
30,5 mm

Record mondial de pluie en 42 minutes
304,8 mm
le 22-6-1947.
Holt, Montana, E.-U.

La plus faible moyenne annuelle de précipitation en Afrique
moins de 2,5 mm
Wadi-Halfa, Soudan

La plus basse moyenne annuelle de précipitation en Asie
43,9 mm
Aden

Record mondial des précipitations moyennes annuelles
11 684 mm (période 1912-1945)
Mt Waialeale, Hawaii

Moyenne annuelle la plus élevée des précipitations pour l'Amérique du Sud
8 992 mm
Quibdo, Colombie

La plus haute moyenne annuelle de précipitation pour l'Afrique
10 287 mm
Deboundcha, Cameroun

Température moyenne annuelle probablement la plus élevée du monde
34,4 °C
Dallol, Éthiopie

Record de pluie en un jour (sans doute record mondial de précipitation sur terrain plat).
990 mm
Dharampour, Inde

Vague de 34 m de haut observée le 6-2-1933 dans le Pacifique

Minimum mondial des précipitations moyennes annuelles (sur 53 ans)
0,8 mm
Arica, Chili

Pas de précipitations durant 14 années consécutives.
Iquique, Chili

Iceberg observé le plus près de l'équateur par 26° Sud, 26° Ouest.
Navire Doehra Atlantique Sud

242 jours par an avec orage (moyenne).
Kampala, Ouganda

Record mondial de pluie en 12 h
1 340 mm (28/29-2-1964).
Belouve, La Réunion

322 jours par an avec orage (moyenne annuelle 1916/1919).
Bogor, Indonésie

Record du froid de l'Amérique du Sud
- 32,8 °C
Sarmiento, Argentine

Température la plus élevée de l'Amérique du Sud
48,9 °C
Rivadavia, Argentine

Records mondiaux de pluie en 24 heures : 1 870 mm
en 5 jours : 3 854 mm
en 7 jours : 4 110 mm (12/19-3-1952).
Cilaos, La Réunion

Record de chaleur pour l'Australie
52,2 °C
Cloncurry, Queensland

325 jours avec pluie moyenne annuelle.
Bahia Félix, Chili

Maximum de température pour l'Antarctique
14,4 °C
Esperanza

La plus faible moyenne annuelle de précipitations pour l'Australie
102,9 mm
Mulka

Température annuelle moyenne
- 56,6 °C
Plateau antarctique

Record mondial du froid
- 88,3 °C
(24-8-1960).
Station Vostock, Antarctique

Carte © Copyright
D'après une carte établie par « The Earth Sciences Laboratory », Natrick, Massachusetts; publication gracieusement autorisée par « The U.S. Army Engineer Topographic Laboratories », Fort Belvoir, Virginie, États-Unis.

Pour de nouvelles sources d'énergie non polluante

TOUT au long de son histoire, l'homme s'est efforcé de se protéger contre les conditions climatiques défavorables. Il y a réussi, dans une certaine mesure.

Dans le même temps, et par inadvertance, l'homme a créé des changements dans le climat local en construisant de grandes villes et en polluant l'atmosphère par la combustion de carburants.

Depuis de nombreuses années, des expériences ont été menées sur une petite échelle ; elles portaient sur des modifications locales du climat, telles que la dissipation des brouillards ou l'ensemencement des nuages pour accroître la pluie ; mais on n'a pas encore réussi à modifier le temps sur une grande échelle.

La possibilité de prévisions numériques pour de plus longues périodes (quelque deux semaines) a été examinée à propos du GARP et on espère que dans dix ou vingt ans nous saurons qui des optimistes ou des pessimistes avait raison. La valeur économique potentielle des prévisions à long terme n'est pas la même pour toutes les activités et il n'est pas facile de la chiffrer avec précision. L'aviation n'est pas tellement intéressée par de telles prévisions, mais si les fermiers, les producteurs de pétrole, les services publics, les constructeurs et le service des eaux pouvaient faire des économies de 5 pour cent seulement, le gain probable pourrait être globalement estimé à 5 milliards de dollars par an.

Quant à l'utilisation des ressources naturelles, c'est un domaine où de grands progrès sont possibles.

L'eau est la vie. Elle est non seulement vitale pour l'homme, être physique, mais pratiquement rien de ce qu'il entreprend ne peut être mené à bien sans l'utilisation de l'eau sous une forme ou une autre. Les relevés météorologiques sont une condition préalable à une évaluation des ressources en eau et à une planification nationale de l'utilisation de l'eau.

Tant au stade de la planification qu'à celui de l'application, la prévision du temps et des crues revêt une grande importance. Une amélioration de un pour cent, dans la prévision de la crue de printemps de la Peace River au Canada, permettrait une économie annuelle d'un million de dol-

lars dans le fonctionnement de l'énorme barrage hydro-électrique de Portage Mountain.

L'aménagement des bassins fluviaux favorisera l'irrigation et le drainage, le contrôle des crues, la conservation des sols, la navigation et la pêche, aussi bien que la production d'énergie hydro-électrique.

Les programmes internationaux d'hydrologie, menés conjointement par l'Unesco et par l'OMM permettront qu'une pleine attention soit accordée à ces problèmes à l'avenir.

Utiliser le vent et le soleil comme sources d'énergie n'est pas une idée neuve, mais on lui accorde une attention accrue du fait que ces sources ne sont pas polluantes. Une condition préalable, mais essentielle, à leur développement futur, serait un relevé météorologique détaillé de la répartition du vent et du soleil, dans le temps et dans l'espace, dans des régions déterminées.

Il sera, à l'avenir, nécessaire de prêter une plus grande attention à la pollution atmosphérique. L'industrialisation des pays hautement développés a fait surgir de nouveaux problèmes pour le météorologiste. La combustion de carburants fossiles a provoqué des changements dans le climat local de quelques régions et ce n'est que récemment que des mesures ont été prises pour lutter contre la pollution de l'atmosphère.

En certains endroits, le degré de pollution est tel qu'il a de graves conséquences sociales et économiques. Respirer un air impur a des effets assez lents sur la population, bien qu'ils puissent être mortels quand les conditions météorologiques empêchent la circulation et la dispersion des agents polluants. Plus de 4 000 individus périrent, lors du grand brouillard de Londres en 1952, la plupart d'affections des bronches ou de la poitrine, aggravées encore par la toxicité de l'air. Cet exemple est, heureusement, assez rare et des mesures actives ont été prises dans de nombreux pays pour éviter de pareils désastres. Quoi qu'il en soit, le taux annuel de maladies dues à la pollution coûte cher en heures de travail perdues. Les effets à long terme constituent aussi un risque sérieux pour la santé publique.

On ne pourra comprendre parfaitement ces effets qu'à la suite de longues et nombreuses recherches sur les relations entre santé et pollution.

Entre-temps et pour aider à réduire les dangers, il faudrait une législation plus sévère qui contrôlerait l'émission de produits polluants, et des plans urbains qui permettraient des mouvements d'air suffisants pour déplacer la pollution et en disperser les agents.

Un autre problème vital pour l'avenir : la combustion des carburants fossiles dont on pense qu'elle accroîtra considérablement la proportion du gaz carbonique dans l'atmosphère où déjà, les activités industrielles transforment la masse de particules solides que l'on y rencontre. On étudie donc avec grande attention l'impact possible des activités humaines sur la modification du climat futur.

Dans le but d'examiner ces problèmes, l'OMM a établi un réseau mondial de stations d'observation de la pollution « de fond ». Situées loin des centres industriels, elles contrôlent la présence de certains polluants ou gaz dans l'atmosphère. Les mesures effectuées par ces stations joueront à l'avenir un rôle important dans l'étude des changements de climat.

LA tendance vers une plus grande automatisation du travail météorologique, avec une dépendance accrue des satellites pour l'obtention d'informations globales, est l'un des problèmes fondamentaux de l'avenir. L'automatisation des opérations, le tracé des cartes, le calcul des « cartes prévues », etc., est un processus qui modifie graduellement le travail de nombreuses personnes, mais ne crée pas d'autres problèmes.

D'autre part, une plus grande utilisation des observations faites par satellites, peut signifier que d'importantes possibilités d'observation globale dépendront de quelques pays ou d'un groupe de pays.

Il n'est pas douteux que la VMM et le GARP auront d'importantes conséquences sur les développements futurs de la météorologie. La plupart des pays du monde ont entrepris, depuis plusieurs générations, de développer la science de la météorologie sans en posséder les instruments nécessaires. Nous ne les avons pas encore tous ; mais un grand effort est accompli pour dresser la liste détaillée de nos besoins, faire des observations, s'équiper et former un personnel qualifié.

Le désir de l'homme, aussi vieux que lui-même, de maîtriser les forces de la nature reste une de ses impulsions profondes ; la VMM et le GARP constituent des étapes. Nous pouvons donc être optimistes quant aux résultats : ils apporteront inévitablement des changements qui affecteront le mode de vie de chacun d'entre nous. ■

Kaare Langlö



Photo © USIS

Plus léger que l'air et ininflammable, l'hélium sert à gonfler les ballons-sondes qui, des heures durant, évolueront dans la stratosphère entre 25 et 40 km, dans une région où ils sont trop hauts pour gêner les avions et trop bas pour gêner les satellites. Ils emportent avec eux des instruments qui analyseront la nature de l'air à cette altitude, sa température, les vents qui y règnent, et autres données scientifiques. Leur mission accomplie, ces instruments rejoindront la Terre à l'aide de parachutes.

LA TERRE SE REFROIDIT DEPUIS 30 ANS

Faut-il en déduire que le climat
de notre planète est
en train de changer ?

par Hubert H. Lamb

HUBERT H. LAMB, météorologiste britannique, est une autorité internationale pour tout ce qui concerne les processus de changements climatiques à long terme. Directeur de l'Unité de recherche climatique de l'Université d'East Anglia (Grande-Bretagne), il a pendant de longues années participé activement aux recherches internationales sur le climat, en particulier sur la météorologie polaire et l'étude des modifications climatiques. Parmi ses nombreux écrits, citons le plus récent : « Climate : Present, Past and Future », étude d'importance dont le premier volume est paru l'an dernier à Londres et New York.

AU début de ce siècle et jusqu'à la seconde Guerre mondiale, l'opinion dominante parmi les spécialistes était que le climat ne changeait pratiquement plus. On connaissait bien des changements climatiques importants dans le passé de la Terre, des périodes glaciaires et d'autres (interglaciaires) où il avait fait un peu plus chaud qu'aujourd'hui — sans parler de tous ces millions d'années de chaleur, au cours des ères géologiques, où la glace avait pratiquement disparu de la Terre, même aux pôles.

17

SUITE PAGE 18

PLUIE ET NEIGE SUR COMMANDE ?

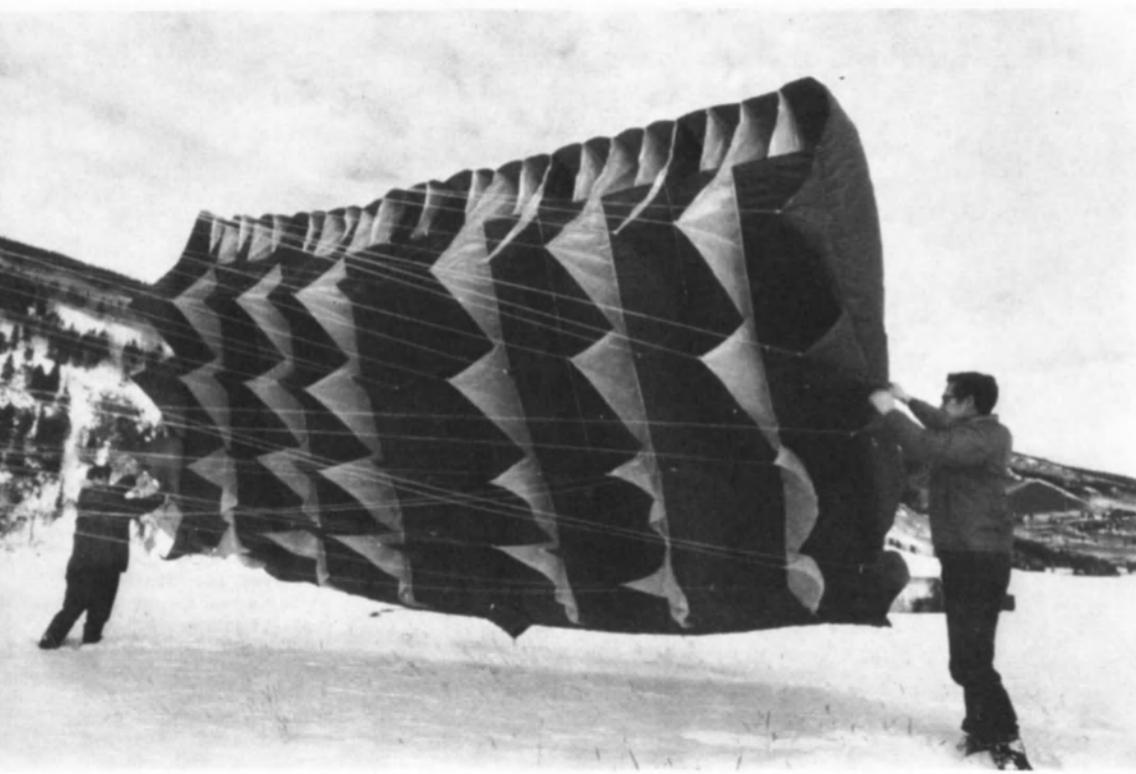


Photo © USIS

L'action la plus importante de l'homme sur le climat de la Terre (par la pollution atmosphérique, l'agriculture, le déboisement, etc.) est en grande partie involontaire. De nos jours, des expériences scientifiques (dont les premières remontent à 1890) pour provoquer artificiellement pluie ou neige ont rencontré un certain succès. Cristaux d'iode d'argent, particules de sel, sulfate d'ammonium ou autres substances sont déposés dans un nuage. Si les conditions sont favorables, les minuscules gouttelettes d'eau contenues par le nuage se rassemblent autour de chaque « semence » et tombent sur terre en pluie ou en neige. A droite, représentation schématique d'un avion qui, après avoir ensemencé un nuage, descend à plus basse altitude pour récolter des échantillons des précipitations qui en résultent. A gauche, lancement d'un cerf-volant dans les Montagnes Rocheuses, région du Colorado. D'une envergure de 6 m X 3,7 m il est chargé d'instruments qui contrôleront les effets de l'ensemencement destiné à provoquer des chutes de neige dont la fonte augmentera le débit de la rivière Colorado, source de vie dans ces régions arides des Etats-Unis.

LA TERRE SE REFROIDIT (Suite)

Mais on pensait que le climat était resté à peu près le même depuis au moins deux mille ans.

Les écrivains romains et grecs, dans l'Antiquité classique, avaient décrit le climat de la Grande-Bretagne, de l'Allemagne et de la Russie méridionale. Ces descriptions ressemblent tellement aux impressions des visiteurs méditerranéens de ces pays à l'époque actuelle, que l'on tenait le fait pour acquis : personne ne s'arrêtait à penser que les régions situées aux deux extrémités du voyage avaient pu être les unes et les autres plus froides ou plus chaudes qu'aujourd'hui.

Certes le temps changeait d'une année à la suivante, amenant tantôt le bien-être et tantôt l'inconfort, provoquant parfois des catastrophes. Mais on ne voyait là que variations aléatoires autour d'une moyenne, tout au plus l'effet de cycles qui ne duraient que quelques années ou quelques décennies (et d'amplitude assez irrégulière).

En conséquence, avec une table de statistiques climatiques portant sur une trentaine d'années, ou un peu plus, on pensait avoir tous les éléments nécessaires pour prévoir le temps à venir. Des méthodes statistiques améliorées permettaient même, croyait-on, de calculer des événements exceptionnels — inondations, tempêtes ou coups de froid catastrophiques, comme il s'en produit une fois tous les 100, 200 ou 500 ans.

Nombreuses sont les raisons pour lesquelles une révision est apparue nécessaire : ainsi aux Etats-Unis on a réalisé des calculs à partir des températures relevées au niveau du sol dans le monde entier. Elle montre que de-

puis les années 1880 jusque peu après 1940, le climat terrestre a eu généralement tendance à devenir plus chaud. Le réchauffement global pour cette période correspond environ à un demi-degré centigrade, mais il a été beaucoup plus prononcé dans les régions arctiques : plusieurs degrés de différence entre 1920 et 1940.

La glace des mers arctiques a diminué de 10 % en étendue et, dans l'ensemble, a perdu un tiers de son épaisseur. Dans le monde entier, les glaciers ont reculé, laissant ainsi la place à de nouveaux pâturages et à de nouvelles terres pour la culture, gonflant les eaux de fonte des torrents au printemps et en été. La hausse des températures a allongé de deux à trois semaines la période de croissance des plantes en Angleterre. La flore sauvage et les forêts, les diverses plantes cultivées, les migrations saisonnières des oiseaux et des poissons, — tout cela a conquis de nouveaux territoires grâce à la douceur toujours plus grande du temps.

L'espèce humaine s'habitue sans difficulté à des conditions de vie plus clémentes. Dans les pays nordiques, les vieilles coutumes hivernales, les vêtements lourds, les réserves de nourriture sont tombées en désuétude ; on les a même souvent attribuées à la mentalité périmée du 19^e siècle, ce qui n'était pas gentil.

Et l'amélioration climatique dont bénéficieraient la plupart des pays développés aux latitudes tempérées et septentrionales passa d'abord inaperçue.

Une fois la tendance du climat effectivement constatée, les questions commencèrent à se poser : d'où venait ce

réchauffement ? Quelles pourraient être les conséquences ? Les premiers travaux scientifiques sur ce sujet, publiés dans les années 1950, attribuaient le phénomène à l'homme : celui-ci produisait du gaz carbonique en brûlant les combustibles fossiles (houille, pétrole, etc.). Le taux de gaz carbonique dans l'atmosphère avait augmenté de près de 10 % pendant la première moitié du 20^e siècle.

CE gaz n'est pas un des constituants principaux de notre atmosphère — environ 3 parts pour 10 000 en volume — mais son influence sur les températures terrestres est importante. Il est beaucoup moins perméable au rayonnement à grande longueur d'onde émis par la Terre (qu'il piège ainsi, et renvoie en partie vers le sol), qu'il ne l'est pour le rayonnement en provenance du Soleil (qu'il laisse passer presque en totalité).

L'effet obtenu est ainsi à peu près celui d'une couverture ou d'une serre : la chaleur que la Terre a reçue est conservée. On a calculé que si la quantité de gaz carbonique était multipliée par deux dans l'atmosphère, la température globale de la Terre augmenterait de 3 à 4 °C.

Mais il devint bientôt clair que le gaz carbonique n'était pas tout. Avec l'industrialisation galopante, le pétrole et les autres combustibles brûlés en quantités toujours plus grandes, sa production continua d'augmenter ; et pourtant, la tendance climatique s'est renversée.

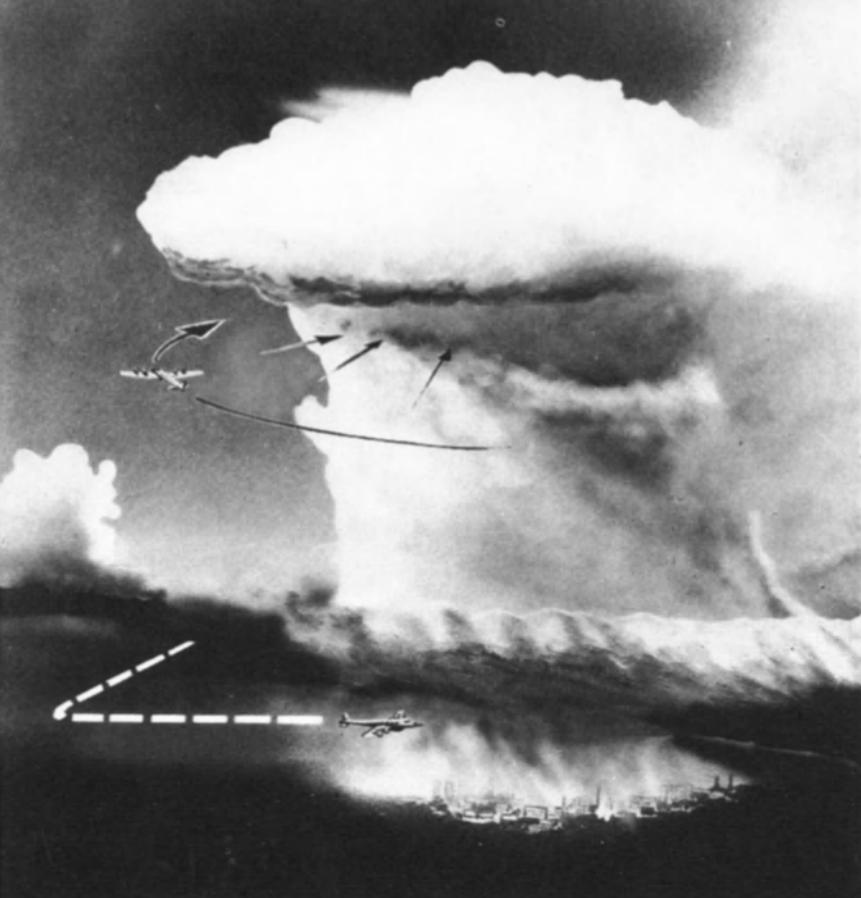


Photo © IPS

Depuis vingt-cinq à trente ans, la Terre est de nouveau en train de se refroidir peu à peu. Ce refroidissement a été particulièrement prononcé vers 1960. En ce qui concerne les oiseaux et les poissons, la réussite des cultures et des arbres près de leur limite en latitude et en altitude, il apparaît aujourd'hui un peu partout que la tendance s'est également renversée. Bien plus : il a été possible de retrouver des enregistrements de températures remontant aux débuts du 18^e siècle dans divers pays du Nord (et même à la fin du 17^e en Angleterre).

On a vu alors que le réchauffement antérieur avait une très longue histoire ; il est visible depuis les premiers enregistrements à travers un certain nombre d'oscillations à court terme.

Cela signifie que le réchauffement a commencé avant la révolution industrielle et ne saurait donc être attribué aux effets de l'activité humaine.

Les tendances les plus récentes du climat nous ont ainsi obligé à reconnaître que des changements et fluctuations sont toujours en cours dans ce domaine. Nous en vivons même en ce moment, et il nous faut compter avec des changements dus aussi bien aux agents naturels qu'à l'action humaine. La baisse des températures moyennes depuis les alentours de 1945 apparaît comme la plus longue baisse continue depuis les débuts de la météorologie.

Devant ce fait, et face à tous les nouveaux polluants expédiés dans l'atmosphère par l'industrie, les expériences nucléaires, les vols en altitude, les fusées et le reste, la question de savoir à quels changements climatiques

il faut s'attendre est souvent posée ; mais on n'y répond pas aisément. Il est donc devenu urgent d'en savoir plus et de mieux comprendre ces phénomènes.

On constate facilement que la circulation générale de l'air autour du globe terrestre est sujette à des variations continues de sa force et aussi, jusqu'à un certain point, de son régime fondamental. Tantôt la circulation « zonale » d'ouest en est prédomine nettement, tantôt les masses d'air dites « méridionales » l'emportent.

Venant du sud et du nord, elles sont accompagnées, à certaines longitudes, d'anticyclones stationnaires, à cheval sur les latitudes moyennes où prédominent habituellement les vents d'ouest. Quelles qu'en soient les causes premières ces fluctuations constituent le mécanisme qui fait changer le climat. Et leurs effets sont loin de se limiter aux températures ou à l'étendue des neiges et des glaces.

Parmi les moyennes décennales des précipitations en plusieurs points du monde, signalons les chiffres obtenus depuis 1840 à Barnaul (53° N, 84° E), dans le centre de l'Asie. La période de réchauffement général, au début de ce siècle, a vu la circulation zonale se maintenir de façon anormalement vigoureuse. Cela s'est marqué par un développement exceptionnel des vents humides venus de l'Atlantique.

Dans les décennies antérieures du 19^e siècle, et de nouveau depuis 1950, les précipitations enregistrées à Barnaul ont été sensiblement plus faibles. La quantité moyenne de pluie et de neige tombée correspondait entre 1900 et 1940 à 482 mm par an. C'était juste suffisant pour l'agriculture, en prati-

quant une gestion prudente et un peu d'irrigation. Aujourd'hui, l'approvisionnement en eau de cette région, comme de nombreuses autres dans le monde, pose à long terme des problèmes angoissants.

Comme la population de l'Asie soviétique augmente et les besoins industriels en eau également, les autorités ont dû envisager de prendre de l'eau dans les grands fleuves qui traversent la Sibérie vers le nord pour se jeter dans l'océan Arctique. Mais, pour réaliser un tel projet, il faudrait comprendre plus exactement que nous ne le pouvons aujourd'hui les phénomènes climatiques à grande échelle. S'il est entrepris, ce devrait être d'abord sous forme d'essais très limités et en faisant bien attention aux effets secondaires que pourrait entraîner une réalisation à plus grande échelle.

En effet, c'est surtout l'eau des fleuves sibériens qui alimente, dans l'océan Arctique, la couche de surface à faible salinité où se forment les glaces : si cet océan devenait un océan normal, avec des eaux salées et une surface libre de glace, la plupart des régions arctiques verraient leur température monter de 10 à 20 °C en moyenne — et de plus de 30 °C en hiver.

UN tel changement pourrait altérer tout le régime des vents et donc la distribution des pluies sur l'ensemble de l'hémisphère nord. Des expériences récentes le montrent. L'une d'elles a utilisé un modèle mathématique de la circulation atmosphérique : elle permet de penser que les hivers deviendraient alors plus froids au-dessus des masses continentales situées aux latitudes moyennes.

Suggestion qui semble confirmée par d'autres études, selon lesquelles les perturbations cycloniques, porteuses de pluie et de neige, seraient fortement déviées vers l'Arctique, condamnant bien des régions à une plus grande sécheresse.

Les besoins en eau des terres arides d'Asie Centrale sont un point — il peut y en avoir d'autres — où notre connaissance du climat se trouve impliquée dans les problèmes de l'explosion dé-

mographique. Elle propose ainsi à l'humanité un dilemme difficile à trancher.

Un grand réseau d'observation international a été mis en place par l'Organisation Météorologique Mondiale : c'est ce qu'on appelle la Veille Météorologique Mondiale (VMM). Elle utilise des satellites, beaucoup de points d'observation fixes dans tous les océans du monde et aussi en Antarctique. Grâce à elle, il devient possible de mieux détecter les symptômes de changement climatique lorsqu'ils se présentent et là où ils sont le plus visibles.

Quant au Projet de Recherche Atmosphérique Globale (GARP), prévu par l'OMM pour le milieu des années 70, il devrait permettre de mieux comprendre la circulation atmosphérique générale et ses interactions. Mais doit être étudiés eux aussi d'urgence les témoignages du passé.

Il faut établir les réalités anciennes du climat, donner ainsi à la climatologie une base d'observation aussi longue que possible, lui permettre de mieux analyser les fluctuations naturelles et leurs causes. Ces causes débordent ce que l'on entend d'ordinaire par météorologie. Les identifier, reconstruire aussi d'après les témoignages les faits climatiques des siècles et des millénaires passés, cela entraînera plusieurs branches de la science et de l'enseignement dans une collaboration passionnante.

L'intensité du rayonnement solaire reçu a été mesurée depuis 1883. Les mesures montrent clairement l'effet des grandes éruptions volcaniques qui projettent dans la haute atmosphère des voiles de poussières persistants. Cela s'est vu en 1883, 1888, 1902, 1907, 1912 et 1963.

DES comparaisons ont été faites avec les températures et les vents des années qui ont immédiatement suivi aussi bien ces événements que d'autres grandes explosions volcaniques aux 18^e et 19^e siècles. Les effets sur le climat, quoique temporaires, sont apparus bien réels et parfois même brutaux. Mais le rayonnement solaire a faibli progressivement depuis 1945.

Cette baisse peut être attribuée au soleil lui-même. Il n'y a probablement pas lieu de trop s'en alarmer : de pareils changements, affectant le climat et le régime général des vents, avaient déjà eu lieu auparavant à plusieurs reprises ; ce que nous constatons peut n'être rien d'autre qu'une oscillation régressive du débit solaire ; cela tend apparemment à se reproduire régulièrement tous les 200 ou 400 ans.

Il est vrai que les effets de ce mouvement peuvent intéresser le monde entier et poser des problèmes menaçants partout où les ressources climatiques — par exemple l'eau ou la chaleur de l'été — sont exploitées à la limite.

Pour chaque année de 1861 à 1970, on a relevé le nombre de jours où le flux « zonal » des vents d'ouest a balayé les îles Britanniques. Particulièrement remarquables sont les fréquences élevées qui se sont maintenues entre 1902 et 1938, au plus fort du réchauffement général, et d'autre part la baisse sensible des dernières années : on n'avait jamais enregistré auparavant de niveaux aussi bas qu'en 1968, 1969 et 1971.

La fréquence en surface des vents du sud-ouest a été reconstituée pour l'Angleterre d'après les observations rigoureusement quotidiennes menées à Londres depuis 1669.

Elle semble indiquer un déclin marqué des vents d'ouest, analogue à celui que nous connaissons environ tous les deux cents ans. Laissons de côté les fluctuations à long terme de l'énergie solaire reçue, cause première éventuelle de ce déclin. Des liens ont été démontrés entre les changements de régime de la circulation atmosphérique et des anomalies durables dans la circulation océanique.

Les grandes masses d'eau de mer plus chaudes ou plus froides que la normale ne peuvent, en aucun cas, revenir à la normale rapidement. Il en résulte des effets durables sur les vents, effets qui peuvent servir à la prévision.

Ces dernières années, les changements dans le climat et la circulation des vents ont eu des conséquences remarquables. On peut citer :

- Le nouvel accroissement de la banquise dans l'Arctique, en particulier depuis 1961. Il a rendu plus difficiles les routes maritimes du Nord, dans les eaux russes et canadiennes, et a entraîné quelques mauvaises saisons sur les côtes de l'Islande et du Groenland.
- Le niveau des grands lacs d'Afrique orientale. Il a nettement monté, lui aussi, depuis 1961. Plus récemment, la hausse a atteint les grands lacs d'Amérique du Nord.
- En différentes régions de l'hémisphère Nord, les températures extrêmes de l'hiver ont battu tous les records établis depuis deux cents ans. Il en va sans doute de même pour la chaleur de l'été 1972 dans le nord de la Russie d'Europe et en Finlande.

Mais les conséquences les plus graves semblent avoir été les sécheresses persistantes et les déficits en pluie constatés en diverses parties du monde, phénomènes liés aux déplacements des anticyclones qui ceinturent la Terre. Les pressions atmosphériques dominantes dans l'hémisphère nord ont changé dans les années 1950 et 1960 par rapport aux moyennes enregistrées pour les quarante premières années du siècle. Dans la plus grande partie de l'Arctique, les pressions s'élèvent ; par conséquent, les situations anticycloniques et la sécheresse deviennent plus fréquentes. Cela se constate tout particulièrement sur les franges de l'Arctique : la pression a augmenté de 3 millibars sur une partie du Groenland.

Aux latitudes moyennes s'est établie une ceinture de pressions plus basses qu'auparavant. Vers le 40^e parallèle, la baisse a atteint 2 millibars dans certaines régions. Cela marque un glissement des perturbations cycloniques et des pluies vers des latitudes moins élevées (il y a eu aussi davantage de perturbations à l'intérieur de l'Arctique, près du pôle).

De la même façon, les anticyclones subtropicaux associés à la ceinture de déserts se sont déplacés quelque peu vers l'équateur ; et la ceinture des pluies équatoriales paraît avoir restreint l'étendue de ses migrations saisonnières.

EN conséquence, il a plu davantage en Afrique près de l'équateur, et le niveau des lacs a monté, pendant que les régions situées à proximité du désert, abandonnées en été par les pluies « équatoriales », ont commencé à souffrir de la sécheresse. Huit stations, situées dans le nord de l'Inde, au Soudan et entre 16 et 20° Nord en Afrique occidentale, ont reçu en 1968-1972 45 % de pluie en moins que dans les années 1950.

Dans toutes ces régions, les habitants ont été chassés de chez eux par l'insuffisance continue des pluies. Aux îles du Cap-Vert, dans l'Atlantique, à la même latitude, l'état d'urgence a été décrété en 1972 après cinq années de sécheresse. On a des indications selon lesquelles les ceintures cycloniques et anticycloniques de l'hémisphère sud se seraient déplacées de la même façon : les sécheresses qui ont atteint la Zambie, la Rhodésie et certaines parties du Transvaal au cours des dernières années relevaient essentiellement du même phénomène.

Depuis 1970, la région de perturbation cyclonique accrue qui existait à l'intérieur de l'Arctique s'est étendue ; la ceinture de pressions plus élevées, et où l'action des anticyclones avait augmenté, a grandi jusqu'à recouvrir presque toute la zone comprise entre 45 et 70° N : les nombreux pays très peuplés qui s'y trouvent sont placés sous la menace de graves sécheresses.

En même temps, comme la position des principaux anticyclones de cette zone change de mois en mois et d'une année à l'autre, des variations anormales sont apparues dans les températures et les précipitations.

Un phénomène comparable peut expliquer la succession de sécheresses et d'inondations qui ont atteint diverses régions d'Australie en 1972-1973.

Tous ces événements ont conduit à demander avec anxiété une prévision du climat à très long terme. Cela veut dire qu'il faut intensifier les efforts pour comprendre l'atmosphère et ses interactions avec l'océan. Cela veut dire qu'il faut pousser plus loin la reconstitution des faits climatiques du passé. ■



Photo Tom Smith, Observer - Camera Press © Parimage, Paris

Des catastrophes, comme ce naufrage dans lequel périrent treize hommes quand leur navire chavira lors d'un brusque coup de vent, se feront bientôt, sans doute, de plus en plus rares. Car les conclusions de l'ETGA, vaste programme de recherches météorologiques internationales dans les zones tropicales de l'Atlantique, seront bientôt connues. Elles apporteront une foule de nouvelles informations sur les perturbations atmosphériques sur terre et sur mer, et permettront d'établir de nouvelles méthodes de prévision au niveau météorologique.

DANS L'ATLANTIQUE DES MILLIERS D'OBSERVATIONS SANS PRÉCÉDENT

35 pays rassemblent une escadre scientifique pour étudier les phénomènes atmosphériques tropicaux

par **Youri V. Tarbeev**

YOURI V. TARBEEV est directeur adjoint du Groupe international chargé des questions scientifiques de l'Expérience tropicale dans l'Atlantique décrite dans cet article. Membre de la Commission pour la Météorologie marine de l'OMM, il a dirigé, jusqu'en automne 1972, les services maritimes au département de l'hydrométéorologie en URSS. Il appartient au Groupe international de coordination pour le système d'alerte au tsumani (raz de marée) dans le Pacifique et il a dirigé plusieurs expéditions océanographiques.

LE 15 juin 1974 commencera dans la zone tropicale de l'océan Atlantique, de l'Afrique et de l'Amérique Centrale, une expérience scientifique internationale qui durera cent jours, et portera sur l'étude de l'atmosphère et de l'océan. Cette expérience, de par son ampleur et son thème scientifique, est la première en son genre (voir aussi page 9).

Pour la première fois dans l'histoire, trente-cinq Etats d'Afrique, d'Europe et d'Amérique uniront leurs ressources pour réaliser d'importantes études, et dans l'atmosphère et dans l'océan, au sein d'une zone du globe terrestre relativement petite.

Plus de cent stations météorologiques réparties dans la zone tropicale africaine, dans les îles de l'Atlantique et en Amérique latine, plus de vingt-cinq navires scientifiques, des dizaines de bouées, onze avions-laboratoires, quelques satellites orbitaux ou géostationnaires exécuteront des travaux synchrones selon un programme scientifique global. Plus de 3500 personnes seront employées par le programme d'observation.

Les résultats de ces observations seront immédiatement transmis à Dakar (Sénégal) où se réunira l'« état-major » opérationnel, et aux centres mondiaux de données, à Washington

L'ouragan tue 5000 personnes chaque année

et à Moscou, à Bracknell (au sud de l'Angleterre), à Paris, à Munich (République fédérale d'Allemagne), etc. Dans ces centres scientifiques, les données reçues au cours de l'expérience seront traitées sur ordinateur.

A l'issue de l'expérience, plusieurs dizaines d'instituts de recherche, de laboratoires et d'universités analyseront les résultats obtenus, en France, en Allemagne fédérale, en URSS, aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne, au Canada et dans d'autres pays.

L'expérience ne commencera guère que dans un an ; mais dès aujourd'hui, des centaines de spécialistes de divers pays travaillent à l'élaboration des programmes et des plans scientifiques. C'est sous l'égide de l'Organisation Météorologique Mondiale et du Conseil international des Unions scientifiques qu'a été créé, pour coordonner tous ces travaux, le Groupe international chargé des questions scientifiques et de la gestion.

C'est dans l'optique de la préparation de l'ETGA (Expérience tropicale du GARP dans l'Atlantique) que, de juin à août 1972, l'Union Soviétique a, pour la première fois, effectué une répétition de l'expérience, à laquelle ont pris part six navires scientifiques et un avion. Cette expédition a permis de mettre en évidence une série de particularités encore inconnues des processus atmosphériques au sein de la zone tropicale de l'océan Atlantique et, en outre, elle a fourni des éléments particulièrement importants qui serviront de base à la planification de l'ensemble de l'expérience.

Une répétition internationale de l'expérience tropicale dans la partie occidentale de l'Atlantique a été organisée au cours de l'été 1973.

Pour ce faire, deux navires soviétiques, l'*Académicien-Korolev* et l'*Ernest-Krenkel*, ainsi que le navire américain *Researcher* et le navire mexicain *Cadete Virgilio Uribe*, ont rendez-vous à 20° de latitude nord et 60° de longitude ouest, pour mener des études conjointes, confronter les éléments fournis par divers appareils et systèmes d'observation — destinés aux mesures dans la stratosphère, l'atmosphère et l'océan — afin de mettre au point des méthodes communes d'observation et d'acquies l'expérience nécessaire de l'organisation de travaux conjoints effectués dans l'océan par des navires appartenant à divers Etats.

En même temps que seront accomplis des travaux dans l'océan, on veut effectuer au cours de la première moitié du mois d'août 1973, une vérification des travaux des diverses stations et télécommunications terrestres d'Afrique et d'Amérique Latine.

Ceci dit, on peut se demander pourquoi on accorde une telle attention à

la phase préliminaire de la préparation de l'ETGA. Il y a là diverses causes. D'abord, de telles expériences qui cherchent à résoudre des problèmes scientifiques précis sont appelées à se multiplier, encore qu'elles soient difficiles à organiser et coûteuses.

Il y a peu de temps encore, les observations météorologiques dans l'océan ne présentaient guère qu'un caractère descriptif, ou bien s'orientaient vers la solution de problèmes particuliers à la physique atmosphérique. Il va sans dire que cela ne signifie pas que les savants ne comprennent pas l'importance et la nécessité d'un abord global du problème.

Mais la difficulté tenait à l'absence des moyens techniques et matériels qui eussent permis de réaliser des expériences internationales de grande ampleur. Par exemple, pour décrire mathématiquement les processus physiques atmosphériques qui déterminent le temps, dans toute leur complexité et leurs interactions, il faut effectuer simultanément un grand nombre d'observations ; satellites, avions, navires scientifiques en nombre sont, à cette fin, nécessaires.

Il est pratiquement impossible à un Etat, même économiquement et techniquement développé, de mener seul à bien une telle opération. Celle-ci exige, en fait, l'union des efforts de nombreux pays. Or, toutes les conditions exigibles pour le succès de l'opération sont réunies.

D'AUTRE part, il se peut que l'intérêt porté à l'Expérience Tropicale du GARP dans l'Atlantique relève essentiellement de la nécessité d'élaborer des méthodes plus sûres au niveau des prévisions météorologiques, et plus particulièrement des prévisions à long terme. Etant donné la production industrielle et agricole actuelle, le problème tient au fait que les prévisions à long terme et leur efficacité économique sont de plus en plus importantes, car la prévention de phénomènes naturels — comme la sécheresse ou les hivers rigoureux — peut considérablement limiter les dégâts et leurs funestes conséquences.

Mais pour planifier l'activité dans le domaine agricole sur la base des prévisions, il est indispensable que celles-ci soient d'une haute fiabilité. Des méthodes sûres de prévision peuvent être établies en utilisant des modèles mathématiques de circulation de l'atmosphère, lesquels décrivent les facteurs les plus importants pour l'état de l'atmosphère et de son interaction avec la couche superficielle des terres et des océans.

Il est impossible d'établir de tels modèles sans une étude détaillée des

processus de la zone tropicale ; car les terres et les mers y accumulent en surface une grande partie de l'énergie solaire qui parvient sur le globe, si bien que les processus tropicaux exercent une influence considérable sur la circulation générale de l'atmosphère.

Les études qui seront réalisées en 1974 fourniront les données expérimentales indispensables à l'évaluation quantitative des processus dans le secteur tropical et aideront à découvrir comment, et dans quelle mesure, les processus tropicaux influent sur le temps et le climat des autres secteurs du globe terrestre.

Enfin, d'autres phénomènes, comme la convection, c'est-à-dire l'ascension de l'air chaud et humide, l'évaporation à la surface de l'océan, la formation des systèmes nuageux, etc., qui ont un rôle prépondérant pour l'ensemble de l'atmosphère, ont lieu de manière si prononcée dans la zone tropicale que là, précisément, leur étude permettra d'en définir mieux et plus vite le mécanisme physique.

Or si l'on ne comprend pas exactement ce mécanisme, on ne peut résoudre certaines questions pratiques : agir sur les nuages pour provoquer les précipitations, limiter artificiellement les effets destructeurs des ouragans tropicaux, etc. Un exemple peut montrer que résoudre ces problèmes est d'une importance capitale.

De tous les fléaux naturels, les pires sont les ouragans tropicaux et les inondations qu'ils entraînent (voir article page 52). On a évalué qu'entre 1870 et 1970 les ouragans tropicaux ont occasionné des dégâts qui s'élèvent à près de 1 500 millions de dollars et ont coûté chaque année plus de 5 000 vies humaines.

Sur l'ensemble du monde, la part de dommages qui revient aux pays d'Asie et d'Extrême-Orient s'élève, en moyenne, à 950 millions de dollars par an, à près de 400 millions de dollars pour les pays de la zone des Caraïbes et les Etats-Unis, et à près de 46 millions de dollars pour la côte sud-ouest de l'océan Indien. Par ailleurs, c'est dans les pays économiquement développés (Etats-Unis et Japon) que le préjudice matériel est le plus considérable : près d'un milliard de dollars par an (soit plus de 66 % du total).

Selon les évaluations du Comité intergouvernemental des Typhons (établi sous les auspices de la Commission économique pour l'Asie et l'Extrême-Orient et l'OMM), vingt-deux pays d'Asie et d'Extrême-Orient ont subi entre 1961 et 1970, à cause des ouragans et des typhons, 930 millions de dollars de dégâts par an, soit l'équivalent de la somme qui leur est versée annuellement par la Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement.

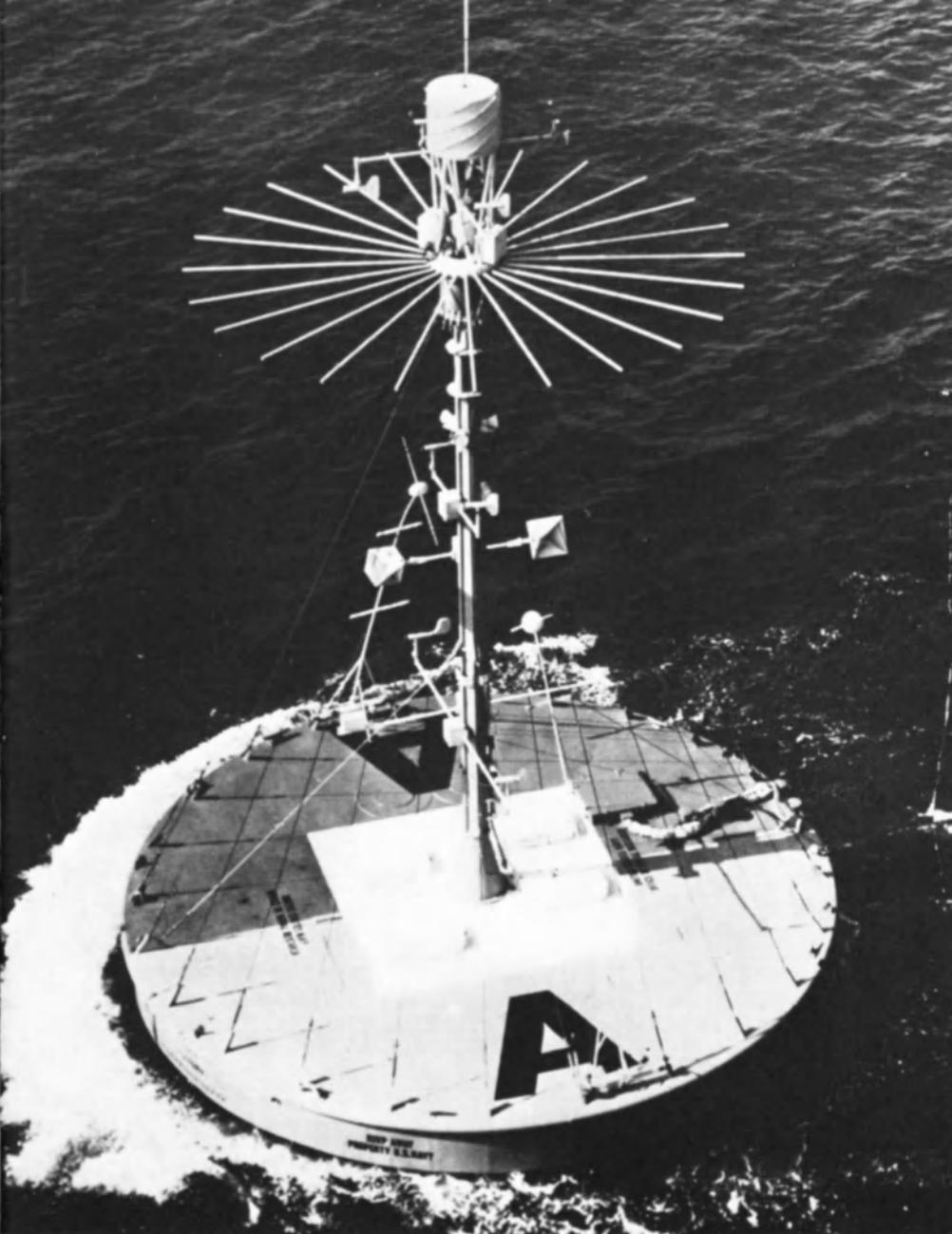


Photo © General Dynamics - Convair Division, St. Louis, Missouri

Les bouées d'observation météorologiques, fonctionnant automatiquement en pleine mer, jouent un rôle important dans le réseau d'observation de la Veille Météorologique Mondiale. Des douzaines de ces bouées géantes seront utilisées dans le programme de recherches de l'Atlantique tropical au cours de l'année prochaine.

Les dégâts causés par les ouragans tropicaux sont un lourd fardeau pour l'économie de nombreux pays et, en particulier, des pays en voie de développement. Malgré le progrès considérable des méthodes de prévision et de protection des populations contre la menace des ouragans tropicaux, les pertes actuelles représentent trop souvent 5 % et plus du produit national. A ce propos, il est intéressant d'examiner par années l'amplitude des dommages pour les pays de niveaux de développement différents.

Les dommages causés aux E.U. par les ouragans tropicaux entre 1915 et 1924 représentaient en moyenne 63 millions de dollars par an. Ainsi, en cinquante ans, le total des dommages s'est accru de 473 %, soit une augmentation annuelle de 9,5 %, ce qui représente le double du taux de croissance du revenu national. Au Japon, au cours des vingt-cinq dernières années — soit depuis 1945 — les dommages causés par les typhons sont passés de 273 à 600 millions de dollars, ce qui signifie un accroissement annuel de quelque 6 %.

En dix ans, dans les pays du bassin des Caraïbes, les dommages sont passés de 33,2 à 92,9 millions de dollars, soit une augmentation de 18 % par an, c'est-à-dire presque trois fois le taux de croissance du revenu national. Il en va de même aux Philippines, à Taïwan, et dans certains autres pays.

L'augmentation des dommages est liée à la mise en valeur de nouveaux secteurs soumis à l'action des ouragans et des typhons; elle reflète le développement économique des pays.

On peut donc en conclure que si l'on n'apporte pas une solution radicale au problème des ouragans tropicaux, les pertes seront un jour égales à la croissance du revenu national, c'est-à-dire qu'alors aucun progrès n'aura de sens.

Mais cette aberration est exclue, et l'on est contraint à chercher de nouveaux moyens pour en sortir, sous le fouet de la nécessité. Selon nous, la solution doit résider dans le développement de méthodes d'action artificielle sur les ouragans. Ces méthodes appliquées aux ouragans tropicaux se

développeront sans doute parallèlement aux méthodes de précipitations provoquées, et aux méthodes permettant d'agir sur d'autres phénomènes météorologiques, dans la mesure où de nombreux processus atmosphériques ont une seule et même nature physique.

Au cours de l'Expérience Tropicale du GARP dans l'Atlantique, on collectera certainement nombre d'observations, qui mettront en pleine lumière la nature physique des processus atmosphériques, qu'ils soient d'importance radicale ou accessoire.

Jusqu'à présent, en règle générale, participaient aux expéditions océaniques vouées à l'étude de l'atmosphère et de l'hydrosphère, un seul navire ou quelques navires, aussi les rapports ne pouvaient donner qu'une notion fort approximative des processus atmosphériques et océaniques.

Au cours de la prochaine expérience tropicale, des observations simultanées porteront sur toute la zone tropicale de l'océan et certains secteurs limitrophes d'Afrique et d'Amérique Centrale. Ainsi pourra-t-on suivre la formation des perturbations atmosphériques et leur déplacement au-dessus des terres et des mers. Du même coup il sera peut-être permis de définir, à grande échelle, le rôle des influences océaniques.

Enfin, pour l'observation à moyenne échelle, sur un polygone de quelque 800 km de côté situé au sud des îles du Cap Vert, seront concentrés quinze navires, un grand nombre de bouées équipées d'appareils, plus de dix avions et quelques ballons captifs, lesquels, au-dessus de ce polygone déterminé, permettront un sondage permanent de l'atmosphère aux périodes où se produiront les phénomènes les plus intéressants.

Ainsi les spécialistes disposeront-ils d'éléments de travail sans précédent pour résoudre les problèmes hydrométéorologiques, tant au jour le jour qu'au niveau des prévisions. On peut gager que plus d'une découverte scientifique en sera issue. ■

La météorologie a connu une véritable révolution grâce au système appelé Transmission Automatique des Images. Il consiste à connecter satellites artificiels et ordinateurs ultra-rapides à un équipement récepteur au sol, dont les modèles les plus récents sont relativement bon marché. Il est maintenant à la portée de chaque pays du monde de recevoir directement des informations météorologiques sous la forme de photographies recouvrant une région d'un rayon de 1 600 km autour de la station réceptrice. A droite, antenne de la station de localisation des satellites de l'Organisation Européenne de Recherche Spatiale (ESRO) à Redu, Belgique.

LE TEMPS C'EST DE L'ARGENT

Les immenses bénéfiques
apportés à l'économie mondiale
par le travail du météorologiste

par **Dan Behrman**

QUICONQUE possède un cor au pied ou un bon vieux rhumatisme se sent qualifié pour prédire le temps qu'il fera. Et le public hésite à financer un service dont il estime pouvoir s'acquitter lui-même et qu'il est habitué à avoir pour rien.

Les gouvernements eux-mêmes, en particulier dans les pays en voie de développement, n'ont pas toujours pleine conscience de la valeur d'un service météorologique, si ce n'est en tant qu'auxiliaire des transports aériens.

Contrairement aux membres des autres professions, le météorologiste est dans l'impossibilité de dissimuler ses erreurs. Elles sont là. Bien visibles. Et nous en faisons les frais : la pluie qui trempe les joyeux pique-niqueurs, par un dimanche qui avait été annoncé comme devant être « chaud et ensoleillé » ; la prévision d'un petit froid sec qui fait le désespoir des hôteliers et leur laisse sur les bras, sous un soleil de plomb, des chambres inoccupées... Lorsque de telles choses se produisent, c'est « l'homme des prévisions » qui est jugé coupable et sa réputation en pâtit.

On trouvera dans une nouvelle publication technique de l'Organisation Météorologique Mondiale de quoi réviser ce jugement.

Il s'agit d'un rapport de la Commission que le Comité exécutif de l'Organisation a désignée pour l'étude du sujet. Il y est question des applications de la météorologie au développement économique et social.

La météorologie peut, en effet, agir

de deux façons dans le grand jeu économique que l'homme joue contre la Nature. Elle peut prédire ce que la Nature va faire — ce qui équivaut à donner des tuyaux au parieur dans une course de chevaux. Et elle peut aussi tenter de manipuler la Nature de telle sorte que le « parieur » gagne à coup sûr.

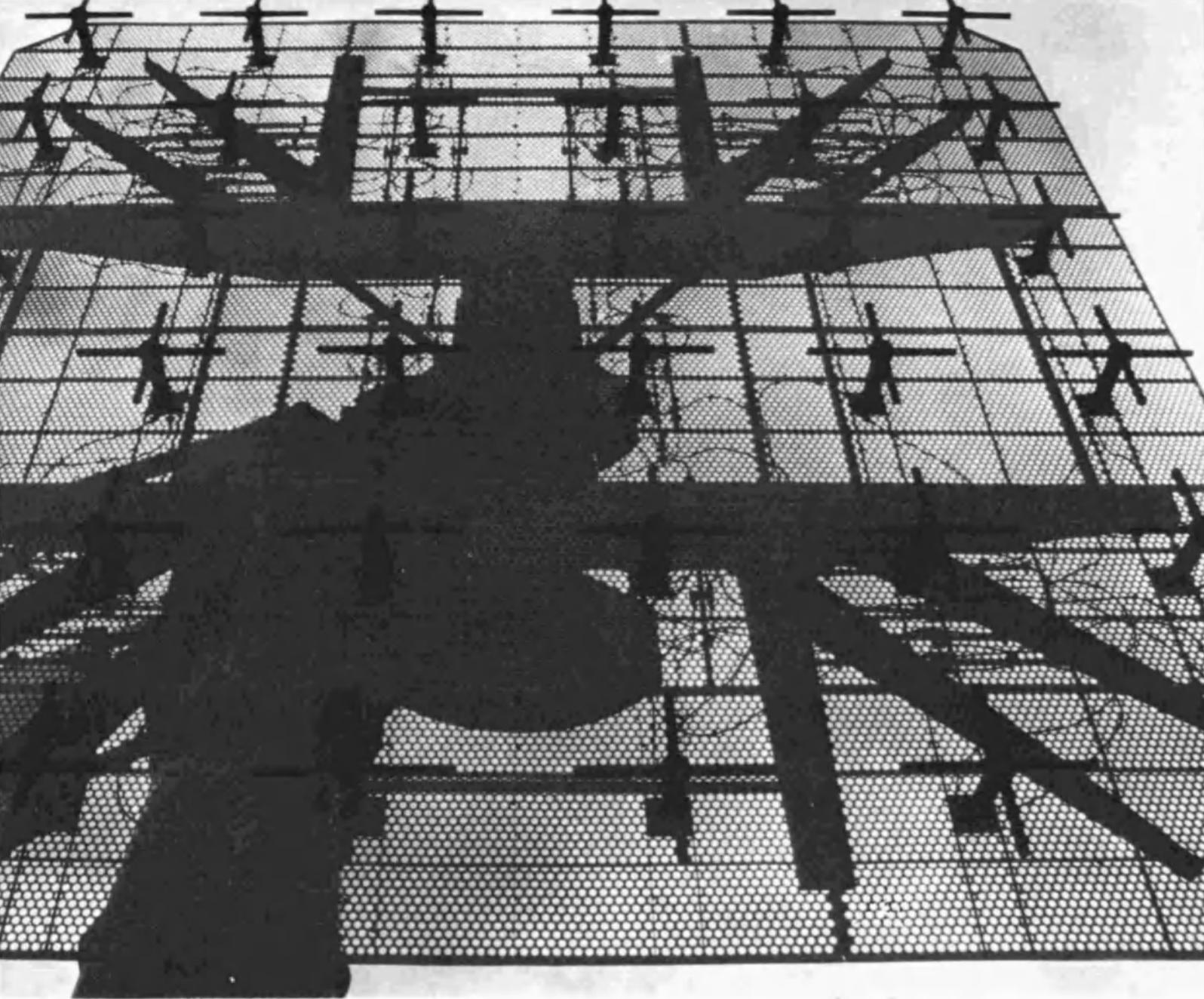
Où en sommes-nous, pratiquement, en ce qui concerne ces deux rêves que l'homme nourrit de toute éternité : prévoir le temps qu'il fera et changer les conditions atmosphériques ?

James Mc Quigg, spécialiste américain de la recherche météorologique et professeur de science atmosphérique, nous donne quantité d'exemples prouvant l'efficacité des prévisions précises. Chose paradoxale, plus une économie est développée et plus elle est tributaire du temps. Car les caprices de la Nature sont extrêmement dispendieux lorsque de grands investissements financiers sont en jeu.

Un exemple : les itinéraires des bateaux dans la traversée de l'Atlan-

Photo © Erich Hartmann - Magnum, Paris





tique Nord. Etablir un de ces itinéraires coûte à peu près autant que la demi-heure de course d'un pétrolier de moyen tonnage. Comme la prévision météorologique économise de quatre à douze heures de course, l'armateur est largement remboursé de ses frais : de huit à vingt-quatre fois.

Mais les bateaux mangent aussi de l'argent quand ils sont à quai. Quand on a engagé des dockers pour décharger un cargo dans le port de New York et que la pluie se met à tomber, ils ne peuvent pas travailler. On est cependant obligé de leur verser un minimum qui peut aller jusqu'à 3 000 ou 4 000 dollars par jour. D'autre part, un cargo à quai revient à 5 000 dollars par jour, même si personne ne le décharge. Dans le port de New York, un bon météorologiste gagne largement sa paie.

Sur le Missouri aussi, entre Kansas City et Saint Louis. Un centre de prévisions atmosphériques, à Kansas City, peut prédire, de un à trois jours d'avance, le niveau du fleuve. C'est là

une information précieuse pour les patrons de remorqueurs qui halent les péniches sur le Missouri. Ils ne peuvent se fier à leur mémoire ni à leur instinct pour éviter les écueils et les bancs de sable, comme le faisaient, il y a un siècle, Mark Twain et les autres pilotes. Quand le Missouri est bas, chaque centimètre de traction supplémentaire représente plus de chargement et un gain de 125 dollars par péniche sur le parcours de 400 kilomètres entre Kansas City et Saint Louis. Si le météorologiste peut prédire une élévation de deux pieds au-dessus de l'étiage, le remorqueur est en mesure de tirer moitié plus de péniches.

Comme on pouvait s'en douter, les cultivateurs sont de bons clients des informations atmosphériques. Plus ils se modernisent, plus ils en ont besoin. Mc Quigg nous dit quelles sont les implications de la Révolution Verte et les nouvelles variétés de récoltes que celle-ci a introduites :

« Au Kenya, les anciennes variétés locales de maïs avaient apparemment

un plus large spectre de caractéristiques génétiques, c'est-à-dire des besoins moins uniformes en ce qui concerne les semailles et la croissance (et des rendements plus bas). L'information climatologique qui s'est révélée directement applicable, c'est l'identification de deux périodes de grandes pluies pendant la saison de la pousse, avec cette recommandation que deux semailles soient effectuées, chacune utilisant une variété de maïs à croissance de courte durée. En certaines régions on obtient, de la sorte, un rendement neuf fois supérieur. »

Aux Etats-Unis, dans le delta du Mississippi, là où le coton est roi, un nouveau besoin s'est fait sentir. Jadis, quand le coton était planté à la main, il fallait recommencer l'opération quand survenait un coup de froid. Puis vint l'ère de la mécanisation et des prix de revient plus élevés qui rendirent le repiquage plus coûteux.

Les météorologistes découvrirent qu'un producteur de coton pourrait diminuer ses risques s'il connaissait la véritable température du sol à la pro-

Des moteurs de "jets" souterrains pour dissiper le brouillard

fondeur de plantation et s'il utilisait les prévisions de température pour la région pendant une durée de cinq jours. Mc Quigg estime que les agriculteurs, au sud-ouest du Missouri, ont économisé environ 500 000 dollars par an grâce à cette information qui ne coûte, elle, que 25 000 dollars.

De nouvelles techniques amènent de nouveaux problèmes, en particulier quand les bêtes sont tenues en étable. On fait maintenant appel au climatologue pour estimer le pour et le contre en ce qui concerne la climatisation pour les vaches laitières. Une production plus élevée vaut-elle la dépense ?

LA réponse, selon McQuigg, varie selon les régions. Les bêtes élevées en étable ne sont pas aussi résistantes que celles qui broutent dans les prés et les pâturages. On a donc besoin du météorologue pour s'assurer de ce que les conditions atmosphériques seront favorables quand les porcs ou les bovins seront expédiés au marché, ou pour prévenir les éleveurs lorsqu'une vague de chaleur humide risque d'affecter les bêtes enfermées.

Partout où Mc Quigg dirige son esprit curieux, il découvre des faits intéressants. Il dit, par exemple, que les industries du bâtiment souhaiteraient pouvoir travailler toute l'année dans les pays froids afin d'obtenir un meilleur revenu de leur capital (dont les intérêts doivent être répartis sur toute l'année). La météorologie peut, en effet, prévoir quand la température tombera au-dessous de zéro. On prendra alors toutes les précautions nécessaires au moment de couler le béton.

Par temps chaud, les prévisions à court terme répondent aux besoins de l'électricité industrielle dans un pays tel que les Etats-Unis dont les habitants, contrairement au bétail, veulent que leurs demeures soient climatisées quel qu'en soit le prix. Mc Quigg cite un exemple : une certaine compagnie de distribution d'énergie électrique du Middle West dessert une région où l'on exige plus de courant en été.

Le coût de l'énergie électrique produite par la combinaison de générateurs à vapeur hydro-électriques et turbines à gaz (propriété de la compagnie), et de l'énergie électrique achetée à d'autres compagnies, est de trois à cinq fois plus élevé au cours d'une journée d'été très chaude et humide qu'au cours d'une journée d'été fraîche et sèche. Les prévisions climatiques à court terme sont très utiles aux responsables de ce système de production d'énergie.

L'industrie d'énergie électrique a aussi besoin de prévisions à long ter-

me. Il lui faut savoir de cinq à dix ans à l'avance comment elle pourra subvenir aux futurs besoins en énergie, sans surinvestir.

Les météorologistes sont très demandés sur le marché. Il arrive que l'industrie du vêtement se voie réclamer à grands cris des imperméables alors qu'elle avait cru bon de fabriquer des costumes de bain par millions. A New York, on a constaté qu'un mois de septembre chaud réduit l'achat des manteaux d'hiver à 14 % de la moyenne saisonnière. Si le mois de septembre est frais, les ventes doubleront par rapport à la moyenne.

En ce qui touche les vacances et les loisirs, des météorologistes subtils ont fait beaucoup mieux que d'essayer de savoir si le temps sera beau sur les plages. Mc Quigg raconte comment un climatologue de l'Etat du Michigan a été consulté par deux groupes d'hommes d'affaires qui voulaient savoir s'il y aurait assez de neige sur certains sites pour justifier de leur utilisation comme terrains de sport pour les fervents du « moto-ski ».

Les statistiques montrèrent qu'un de ces sites n'aurait assez de neige que pendant dix jours — vingt au maximum — par hiver. Cette région demeura donc paisible et calme. Les probabilités d'enneigement étaient, au contraire, plus favorables dans l'autre région. On est en train de l'exploiter.

C'est grâce à la collaboration des météorologistes, des hommes d'affaires et des ingénieurs que l'on peut, maintenant, faire du ski au sud des Etats-Unis, dans les montagnes de la Caroline du Nord. Albert V. Hardy, le climatologue de l'Etat, avait, tout d'abord, affirmé que la Nature ne fournissait pas suffisamment de neige pour que l'on pût skier et que, de toute façon, ce qu'il y en avait ne tenait pas assez longtemps.

Des ingénieurs découvrirent alors que la neige artificielle pouvait être utilisée et les perspectives devinrent plus brillantes. « Beaucoup de pentes orientées au nord jouissent d'un climat hivernal qui permet à une couche de neige de tenir pendant une durée prolongée. En fait, le processus tend à se perpétuer lui-même puisque l'apport continu de neige aide la nature, en refroidissant l'air ambiant. » Bétail « climatisé » et air « rafraîchi à la neige artificielle ! »...

Glacer une montagne, c'est modifier le temps, quoique sur une petite échelle. L'OMM a étudié de près la possibilité de modifier le temps sur de vastes régions et d'en retirer des bénéfices substantiels. Dans son rapport, L.L. Means fait le point en ce qui concerne les aspects économiques et sociaux de cette modification du temps. Les bénéfices que l'on peut en attendre sont, en effet, considérables si l'on considère les ravages provo-

qués par certaines conditions atmosphériques.

Aux Etats-Unis, par exemple, les dégâts causés par les tornades montent à environ 500 millions de dollars par an. Ceux que cause la grêle, à plus de 300 millions de dollars ; quant aux incendies de forêts dus à la foudre, ils coûtent annuellement 100 millions de dollars.

Les retards dus au brouillard coûtent aux compagnies d'aviation américaines plus de 75 millions de dollars par an et l'on n'a même pas fait l'estimation de ce que ce même brouillard peut coûter aux compagnies de transport terrestre, maritime et fluvial. Rien qu'aux Etats-Unis, tornades, grêle, foudre et brouillard reviennent à un milliard de dollars par an.

Les perspectives les plus brillantes semblent tenir à la dispersion du brouillard sur les aéroports. De nombreuses techniques ont été essayées. Le brouillard givrant, par exemple, a été dispersé à l'aide d'iodure d'argent ou de granules de neige carbonique qui le condensent en cristaux.

Le brouillard chaud est plus difficile à traiter. Les hélicoptères s'en débarassent en actionnant leurs rotors, mais cette opération ne dégage guère que l'espace nécessaire à l'atterrissage. Chauffer l'air à l'aide de flammes nues, le long des pistes, coûte cher. C'est, de plus, dangereux pour les avions en train de se poser.

Aucune méthode n'a jamais donné entière satisfaction jusqu'à ce que les Français aient eu l'idée de placer des moteurs de « jet » sous la terre, à l'aéroport d'Orly et de les utiliser pour réchauffer l'air. Means pense que cela pourrait être la solution, tant du point de vue technique que du point de vue économique.

CETTE solution vient à point nommé. Les énormes aérobuses que l'on commence à utiliser transportent tant de passagers que les retards et les annulations de vol, selon certaines estimations, pourraient coûter deux fois plus que par le passé. Des essais effectués aux Etats-Unis, dans l'hiver 1969-70, ont montré qu'il en coûte 118 300 dollars pour dissiper les brouillards sur neuf villes, mais que le bénéfice direct que l'on en retire se monte à 339 970 dollars.

On s'attend à ce que ce rapport soit considérablement amélioré quand on disposera d'avions plus grands et de meilleures techniques.

Des opérations à une échelle beaucoup plus importante sont menées pour supprimer la grêle. Le chef de file mondial, dans ce domaine, semble bien être l'URSS. D'après Means, les Soviétiques ont actuellement quatre programmes en route pour protéger



Photo © C.I.R.I.C., Genève

L'INDE A L'AVANT-GARDE DE LA RECHERCHE MÉTÉOROLOGIQUE

Le département météorologique de l'Inde, créé dès 1875, est l'un des plus anciens services météorologiques du monde. Il n'a cessé de se développer au cours des 20 dernières années. C'est en 1954 que fut installé à l'aéroport de Calcutta le premier radar de détection des ouragans; en 1956, la direction de la radio-météorologie a été implantée à New Delhi; 1962 a vu la création du Centre d'analyse et d'échanges de données pour l'Hémisphère nord, également à New Delhi. Un nouvel essor intervint en 1963 lors du lancement de l'Expédition internationale de l'océan Indien par l'Unesco, le Comité scientifique de la recherche océanique (SCOR) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM). Un

centre météorologique international a été installé à Bombay pour réunir et analyser les données recueillies pendant l'Expédition. En 1966, à la fin de l'Expédition, ce centre a été transféré à Poona, au sud-est de Bombay, pour y devenir le Centre d'analyse pour l'océan Indien et l'hémisphère Sud. L'année 1963 a également vu un nouvel Institut de météorologie tropicale s'établir à Poona. Aujourd'hui organisme autonome, l'Institut se voue à de considérables recherches de météorologie tropicale et subtropicale, y compris l'étude des moussons, la prévision des inondations et des cyclones tropicaux, les prévisions à moyen terme pour l'agriculture, etc. Le développement des services météorologiques est pour l'Inde d'une importance vitale, et le gouvernement indien apporte une très importante contribution à la météorologie internationale. Avec l'établissement en 1971, à New Delhi, d'un centre météorologique régional et d'une section régionale de télécommunications de la Veille Météorologique Mondiale, le Département météorologique de l'Inde s'avère désormais l'un des liens essentiels du système d'observation météorologique mondial.



Photo © Paul Almásy, Paris

VENTS DE SABLE TRANSATLANTIQUES

Redoutées sur les pourtours et dans tous les déserts du globe, les tempêtes de sable sont animées d'une formidable puissance. Ci-dessus, au Sahara, énorme « vague » de sable soulevée par le vent : elle obscurcit tout le ciel et recouvre tout sur son passage. Une telle tempête peut parcourir des distances incroyables. En juin et juillet 1969, un satellite américain (ATS III) repéra et photographia la progression, sur plusieurs milliers de kilomètres, d'un gigantesque nuage de poussières enlevées au Sahara en Afrique et poussées de l'autre côté de l'océan Atlantique, vers la Barbade dans la mer des Caraïbes (à droite). La série de photos de gauche donne les images transmises par satellite ; à droite, les mêmes images révèlent le continent africain, la zone des Caraïbes et le nuage de poussière en déplacement. On ne connaît pas encore tous les effets exercés par des nuages de poussière, et on espère que les photographies prises par les satellites d'observation apporteront à cet égard des renseignements nouveaux.

LE TEMPS C'EST DE L'ARGENT (Suite de la page 26)

2 500 000 hectares de terres cultivées.

Means écrit : « Des noyaux de glace (en général de l'iodure de plomb) sont dirigés directement dans les nuages, aux altitudes appropriées, soit par l'utilisation de l'artillerie, soit par des fusées. Les savants soviétiques rapportent qu'un succès total a été obtenu dans tous ces projets, avec une réduction des dommages causés par la grêle qui va de 50 à 90 % ».

Au Kenya, les pertes dues à la grêle auraient été réduites de 58 % sur une région de 2 080 kilomètres carrés dont 16 000 hectares de cultures de thé. Cependant, l'opinion générale est loin d'être unanime. Des expériences suisses ne montrent pas de différence notable, soit en durée, soit en

étendue, soit en intensité entre les jours de grêle où l'on a procédé à des interventions et les jours de grêle où l'on n'est pas intervenu. Le rapport suisse prétend même que la grêle est tombée plus souvent les jours des interventions.

On a également remarqué, ces jours-là, que les chutes de pluies avaient subi une augmentation de 21 % par rapport à la moyenne. Aux Etats-Unis, des chasseurs de grêle ont même été entraînés en justice parce que leur intervention avait eu tendance à réduire les chutes de pluies !

On intervient également dans les masses nuageuses pour tenter d'empêcher la foudre de provoquer des incendies de forêts. Les services fo-

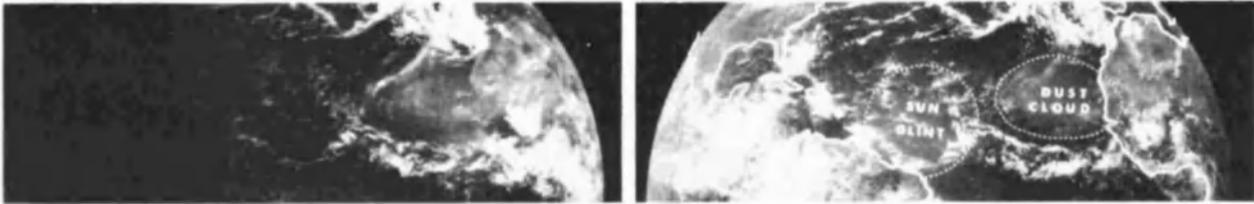
restiers américains avancent que leur expérience portant le nom terrifiant de « Feu du Ciel » a réduit jusqu'à 90 % les incendies de forêts causés par la foudre dans les zones traitées.

Certains hommes de science mettent ces chiffres en doute et cette méthode est actuellement étudiée de manière plus approfondie. Il en coûterait environ 50 000 dollars pour envoyer des avions destinés à traiter un front de cellules de convection capable, vraisemblablement, de produire de la foudre en se déplaçant sur la partie nord-ouest des Etats-Unis qui longe le Pacifique.

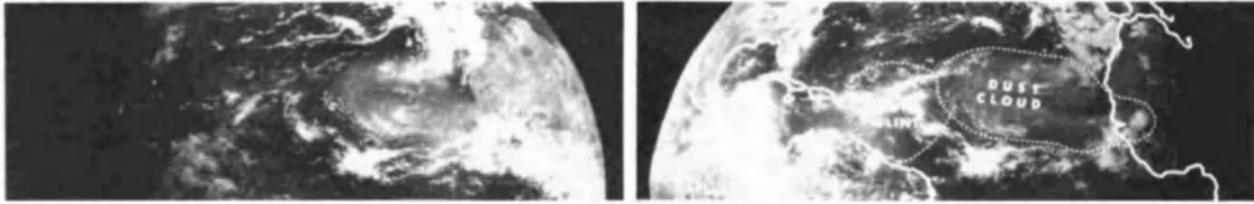
Il n'en demeure pas moins que, pendant onze jours, en 1971, les coûts d'intervention contre 124 incendies



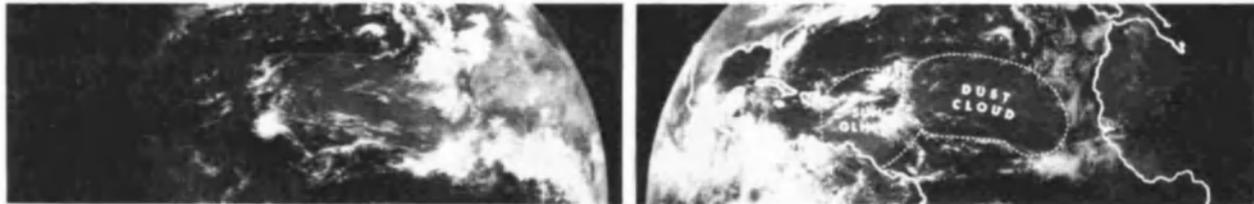
29 JUIN 1969



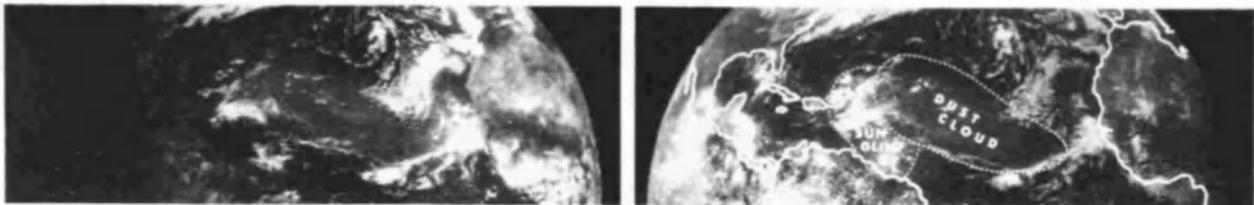
30 JUIN 1969



1^{er} JUILLET 1969



2 JUILLET 1969



3 JUILLET 1969



4 JUILLET 1969

Photo © USIS

causés par la foudre dans une seule forêt de cette région se sont élevés à 11 millions de dollars.

Des sommes encore plus importantes sont en jeu — selon le rapport de l'Organisation Météorologique Mondiale — lorsqu'il s'agit de modification des ouragans et des typhons. Cette recherche, menée aux Etats-Unis, porte également un nom impressionnant : le projet « Fureur des Tempêtes ». Son but est de traiter les ouragans et de réduire leur intensité.

Le rapport de l'OMM établit qu'« au cours de l'ouragan Debbie, en août 1969, les informations rassemblées par les avions montrèrent que pendant les vols qui se succédèrent durant une période d'environ trois heures

avant le premier traitement jusqu'à cinq ou six heures après le cinquième traitement, la force du vent, à une altitude de 12 000 pieds, avait diminué d'environ 30 % le 18 août.

« La tempête s'intensifia de nouveau le 19 août, commençant environ huit heures après le dernier traitement du 18. Le 20 août, Debbie fut traitée encore cinq fois. La force maximum du vent diminua d'environ 15 %... On ne sait pas si les diminutions d'intensité ont été occasionnées par les traitements ou par les forces naturelles.

« D'autres expériences seront nécessaires pour confirmer les résultats encourageants du traitement de Debbie. Des propositions ont été faites pour déplacer les expériences vers le

Pacifique où les occasions de traiter les typhons se présentent plus souvent. »

Ainsi qu'il a été noté plus haut, les dégâts causés par les ouragans aux Etats-Unis se montent à 500 millions de dollars par an et d'incalculables pertes en vies humaines sont enregistrées chaque fois que des typhons frappent la baie du Bengale. Means poursuit : « Les coûts des expériences et de la recherche, effectuées dans le cadre du projet « Fureur des Tempêtes » sont relativement peu élevés.

« Si les dépenses se poursuivent pendant les dix prochaines années au taux annuel actuel et si, au bout de ces dix ans, il est possible de modifier

Nouvelles controverses sur les "faiseurs de pluie"

un seul ouragan, tel que « Camille » (1969), au point de réduire les dégâts de 10 %, cette réduction aura couvert dix fois les coûts de la recherche pendant cette même période de dix ans. »

Il remarque cependant que la modification des ouragans pose des problèmes économiques et juridiques faciles à imaginer. Toute personne pouvant prouver que les traitements de nuages ont abattu un ouragan sur sa tête pourrait obtenir des dédommagements astronomiques. Il est vrai que ce serait difficile à prouver, mais le jeu en vaudrait certes la chandelle !

Alors que les Etats-Unis sont seuls dans le domaine de la recherche de la modification des ouragans et que l'URSS supprime la grêle à une échelle beaucoup plus grande que quiconque, un certain nombre de pays ont tenté « l'intensification des précipitations », ce qui, dans le jargon météorologique, sonne de façon plus respectable que l'expression « faire pleuvoir ».

ON ne saurait reprocher au météorologiste d'essayer de donner de lui une image autre que celle du sorcier tapant sur son tam-tam ou du charlatan tirant des coups de tromblon vers le ciel ! Dans le passé, les météorologistes ont été d'une prudence de serpent quand la question de « faire pleuvoir » était évoquée. Maintenant, s'il faut en croire l'éminent honorable Organisation Météorologique Mondiale, ils sont moins soupçonneux. Means cite quelques exemples.

L'un d'eux, qui vient de Floride, est particulièrement caractéristique : « La méthode utilisée était celle de « l'ensemencement dynamique » où des doses massives d'iodure d'argent sont placées dans la partie supérieure de cumuli, en faisant tomber sur eux, du haut d'avions, des fusées éclairantes. L'ensemencement dynamique est destiné à produire des proliférations importantes de nuages en libérant la chaleur latente du gel disponible dans le contenu en eau sur-réfrigérée ».

Les nuages ainsi traités fournissent paraît-il, plus de pluie à cause de l'accroissement de la dimension du nuage et de sa durée... Le traitement dynamique, s'il réussit, est censé transformer les nuages du type cumulus-congestus en cumulo-nimbus qui peuvent se regrouper en énormes complexes de cumulo-nimbus.

Il a été noté que ces nuages fusionnés produisent dix fois plus de « précipitation » que des nuages isolés dans la même journée... Si l'on désire intensifier la précipitation, l'ensemencement dynamique doit être fait délibérément pour obtenir des fusions de nuages.

« Le principal résultat de ces expériences et de leurs analyses statistiques, c'est que l'effet de l'ensemencement dynamique sur la précipitation est important, positif et significatif... Les nuages ainsi traités ont produit, d'après les rapports, environ trois fois plus de pluie que les nuages de référence. »

Le rapport nous apprend qu'en URSS les savants ont découvert que la précipitation pouvait être augmentée de 13 à 18 % en hiver, au-dessus de l'Ukraine. Les résultats obtenus en Australie ont montré des augmentations en chutes de pluie allant jusqu'à 300 kilomètres sous le vent, au-delà des régions où les nuages avaient été traités.

Les Australiens ont depuis longtemps adopté une attitude à la saint Thomas à l'égard de « l'intensification des précipitations » et, il y a quelques années, cette attitude était même franchement négative. Aujourd'hui, il en va tout autrement et Means cite les résultats d'une expérience de tout premier plan faite en Tasmanie.

Dans la détermination des effets des ensemencements de nuages sur la précipitation, dans une région de retenue hydroélectrique, il a été reconnu que la pluie avait été augmentée de 10 ou 20 %. On a estimé qu'une augmentation de 1 % dans cette région rapporterait environ 100 000 dollars par an.

Une « histoire de pluie » qui finit bien nous vient des Philippines :

« En avril 1970, après des mois de sécheresse, un projet fut adopté. Dans la région centrale de Luzon, la canne à sucre et d'autres cultures étaient en train de mourir. A la fin des opérations, au mois de juin, les îles étaient redevenues verdoyantes. L'Institut du sucre des Philippines collationna des informations pour savoir quelle influence le projet avait eu sur l'économie. Le gain de production fut estimé, en gros, à 500 000 dollars. »

Means conclut avec prudence : « Il semble qu'il y ait un consensus général sur le fait que l'ensemencement des nuages puisse agir sur la précipitation, mais que l'effet puisse être tantôt positif, tantôt négatif, selon les conditions météorologiques, la contamination de base et peut-être encore d'autres facteurs.

« Quelques progrès ont été faits dans la sélection des conditions météorologiques pour l'obtention de résultats positifs. L'ensemencement des nuages en vue d'une « intensification des précipitations » n'a pas encore atteint la précision qu'a atteinte la dissipation des brouillards froids. »

Ce n'est pas non plus un moyen bon marché de croissance économique. L'OMM, en la personne du pro-

fesseur E.A. Bernard, donne l'avertissement suivant : « Il est temps de réagir contre la tendance bien trop répandue dans les pays en voie de développement de se livrer à des expériences ou à des opérations concernant la pluie artificielle, afin de pallier les déficiences des précipitations naturelles. Ces pratiques séduisantes mais coûteuses devraient être laissées aux pays développés.

« Tant que ceux-ci n'auront pas réussi à fournir une base scientifique et technologique éprouvée pour de telles opérations, il sera plus payant d'investir les ressources budgétaires dans l'exploitation de l'eau disponible, sur la base d'études agro-météorologiques et hydro-météorologiques. »

Selon Bernard, un autre facteur ralentit de telles études. A peu près tous les pays disposent de lignes aériennes. Il n'est donc pas question d'économiser sur la qualité des services météorologiques nécessaires aux transports aériens. Le résultat est que l'on doit tirer le meilleur parti possible des services mis à la disposition de la météorologie aéronautique.

« En conséquence, les autorités ont été amenées à considérer la météorologie comme une technique opérationnelle pour l'aviation civile. Ce regrettable état de choses prévaut dans de nombreux pays du Tiers Monde. Cela freine l'établissement de véritables services météorologiques destinés à servir, au premier chef, les priorités nationales dans le domaine du développement. »

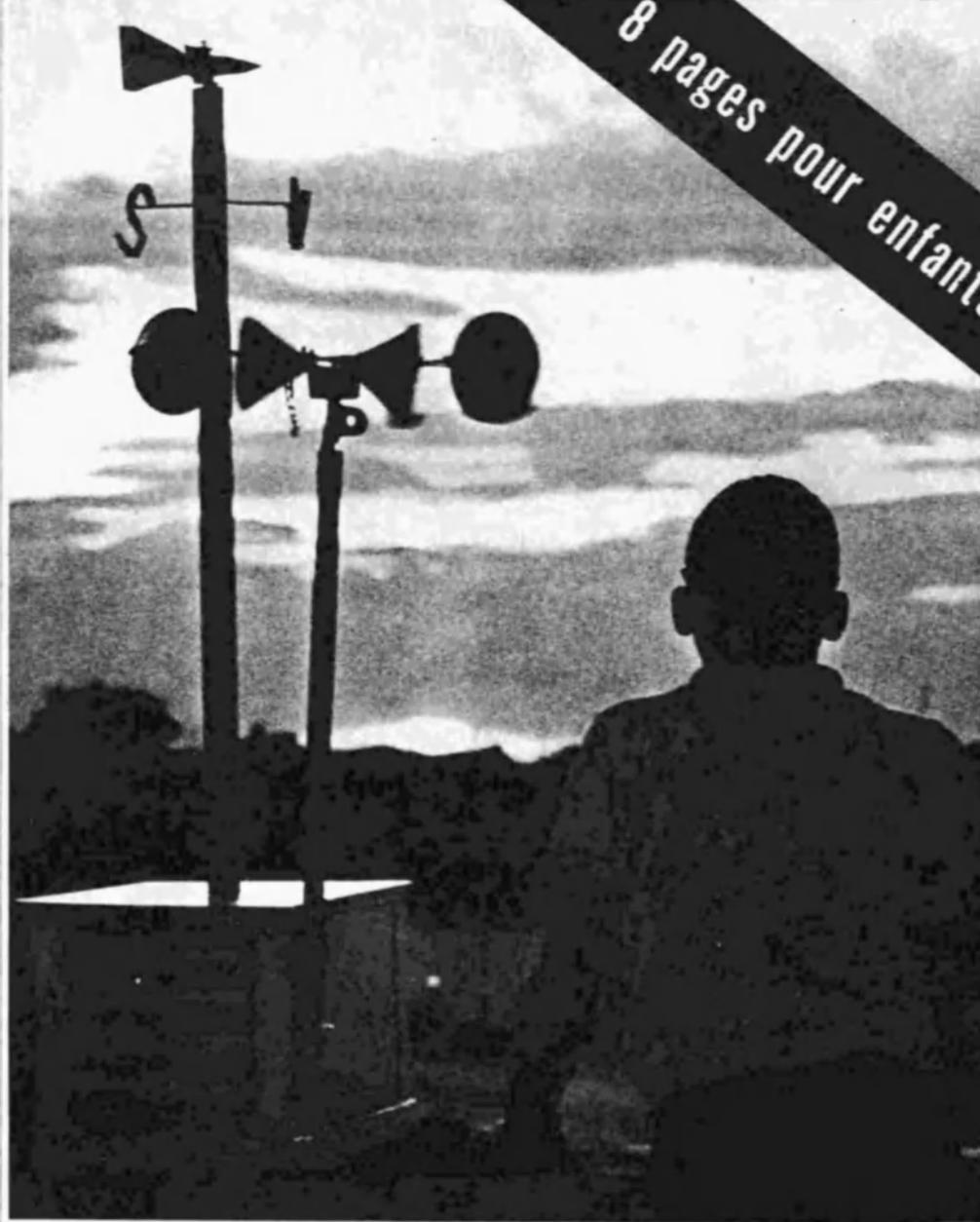
LA morale de cette histoire, c'est qu'aucun météorologiste ne peut faire tomber la manne du ciel. Le genre de profits que Mc Quigg décrit sont ceux qui sont obtenus à partir de lourds investissements dans des services météorologiques adéquats et dans la formation de savants capables de les faire fonctionner. Bernard cite quelques chiffres éloquentes rassemblés par l'Organisation Météorologique Mondiale.

Des 133 nations qui en font partie, 105 sont des pays en voie de développement qui ont dépensé 109 millions de dollars, en 1968, pour la météo, contre 854 millions de dollars dépensés par 28 pays riches. Ce qui, sur la base d'un calcul par tête, donne 1,38 dollar par Américain du Nord et 2 cents par Asiatique : un rapport de 70 à 1. Jusqu'à ce que ce rapport change, il est vraisemblable que, dans le domaine de la météo, comme dans tant d'autres, les riches de ce monde deviendront plus riches encore et les pauvres deviendront... ce qu'ils ont toujours été. ■

L'ABC DE LA MÉTÉO

8 pages pour enfants

Photo © Ted Russell, Life



LORSQUE la radio annonce le soleil ou la pluie, ne vous arrive-t-il pas de vous demander comment sont faites ces prévisions ? Est-ce simplement en observant le ciel comme le faisaient nos ancêtres ?

Il est vrai qu'un observateur avisé peut prévoir l'évolution du temps quelques heures à l'avance. Cependant, pour établir une prévision à échéance plus lointaine, il faut observer l'atmosphère sur un territoire très étendu (par exemple l'Europe et l'océan Atlantique jusqu'aux côtes américaines, au moins), grâce à un réseau de stations d'observation sur terre et sur mer.

Il faut surtout étudier quelles sont les lois qui régissent le comportement de l'atmosphère. Ces connaissances acquises, il sera alors possible d'établir des cartes météorologiques et de prévoir le temps qu'il fera le lendemain ou les jours suivants.

ATMOSPHÈRE TERRESTRE La terre est entourée d'une couche gazeuse d'une épaisseur d'un millier de kilomé-

tres environ, ce qui est peu par rapport au rayon terrestre (6 000 km environ). La limite supérieure de l'atmosphère est mal définie : c'est la zone où les molécules d'air peuvent atteindre des vitesses suffisantes pour échapper à l'attraction terrestre (exosphère).

L'air qui constitue l'atmosphère est un mélange de gaz — azote et oxygène principalement — en proportion pratiquement constante. A ces gaz vient s'ajouter de la vapeur d'eau en proportion très variable. C'est l'air que nous respirons et qui rend la vie possible sur la terre.

L'atmosphère est caractérisée par :
la température : mesurée à l'aide d'un thermomètre ;

la pression : mesurée à l'aide d'un baromètre ; c'est la poussée exercée par l'air sur la surface de tout corps ; une boîte à parois minces à l'intérieur de laquelle on a fait le vide d'air est écrasée par cette poussée ;

l'humidité : mesurée à l'aide d'un

hygromètre ou d'un psychromètre ; c'est la proportion de vapeur d'eau mélangée à l'air ;

le vent : mesuré à l'aide de l'anémomètre ; c'est la vitesse de déplacement de l'air en un point donné.

Ces caractéristiques varient en fonction de l'altitude et de la position géographique.

Variations avec l'altitude : La pression diminue lorsqu'on s'élève dans l'atmosphère. A 5 000 m, elle n'a plus que la moitié de sa valeur au sol et à 12 000 m, plus que le dixième. Elle n'est plus directement mesurable dans l'exosphère.

La température varie d'une façon plus compliquée : différentes couches sont déterminées par la diminution ou par l'augmentation de la température avec l'altitude (troposphère, mésosphère, thermosphère).

La température, dans les basses couches de l'atmosphère, diminue en moyenne de six degrés centigrades par 1 000 mètres, jusqu'à un niveau

SUITE PAGE 32

appelé tropopause, niveau au-dessus duquel elle cesse de décroître.

La tropopause se situe vers 6 000 m aux pôles et vers 15 000 m au-dessus de l'équateur.

La température y est d'environ — 50 °C et — 85 °C respectivement.

La troposphère est la couche atmosphérique située sous la tropopause. Elle contient les 4/5 de la masse de l'atmosphère et la presque totalité de la vapeur d'eau. Les échanges y sont importants : c'est dans cette couche que se produisent les phénomènes météorologiques qui nous intéressent.

D'autre part, les propriétés physiques, électriques en particulier, des gaz de l'atmosphère se modifient au-delà d'une altitude de l'ordre de 100 km par suite de la modification de leur structure moléculaire par le rayonnement solaire : c'est l'ionosphère.

Variations selon la position géographique : La pression et la température, pour une altitude donnée, varient selon la position géographique, mais ces variations horizontales sont beaucoup plus faibles que les variations verticales.

Pour connaître ces variations, ainsi que d'autres éléments indispensables aux météorologistes, on doit disposer d'un réseau de stations qui effectuent des observations selon les mêmes méthodes et aux mêmes moments pour qu'elles soient comparables.

Les résultats de ces observations sont ensuite échangés très rapidement, ce qui ne peut être obtenu que par une collaboration internationale très active.

L'EAU DANS L'ATMOSPHÈRE présente dans la nature sous trois états : liquide (l'eau), solide

(la glace), gazeux (la vapeur d'eau).

L'eau : de très fines gouttelettes, qui ne tombent que très lentement, en raison de leur extrême petitesse — comme le jet d'un vaporisateur — forment les nuages. De plus grosses gouttes tombent plus rapidement ; c'est la pluie.

La glace : fins cristaux dans les nuages élevés (cirrus), amas de cristaux dans les flocons de neige ou de billes de glace dans la grêle.

La vapeur d'eau : gaz incolore mélangé à l'air. La quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air est variable jusqu'à une limite dite de saturation qui dépend de la température. Plus la température est élevée et plus il peut y avoir de vapeur d'eau dans un même volume d'air.

Si l'air saturé de vapeur d'eau se refroidit, il y a excès de vapeur d'eau. Cette dernière doit devenir liquide, elle se condense sur une surface ou se transforme en gouttelettes. En hiver, dans une cuisine chaude et humide, les vitres plus froides que l'air de la pièce se couvrent de buée.

Dans la troposphère, en plus des mouvements horizontaux de l'air que nous observons avec le vent, il existe des mouvements verticaux importants mais plus difficiles à déceler.

Ces mouvements peuvent être très étendus et provoquer un soulèvement général de l'air sur toute une contrée ou être très localisés et former les courants ascendants utilisés par certains oiseaux, par les pilotes de planeurs.

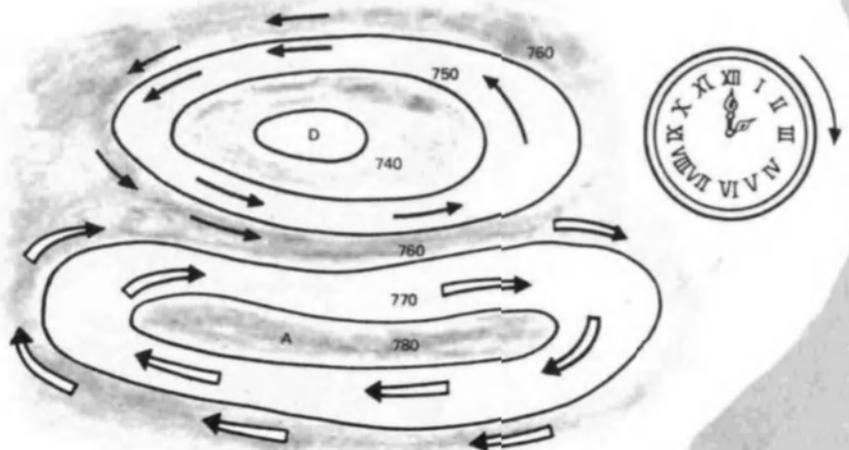
Comme la pression diminue avec l'altitude, l'air ainsi soulevé est décomprimé ; de ce fait, sa température diminue. Le même phénomène s'observe en sens inverse dans une pompe

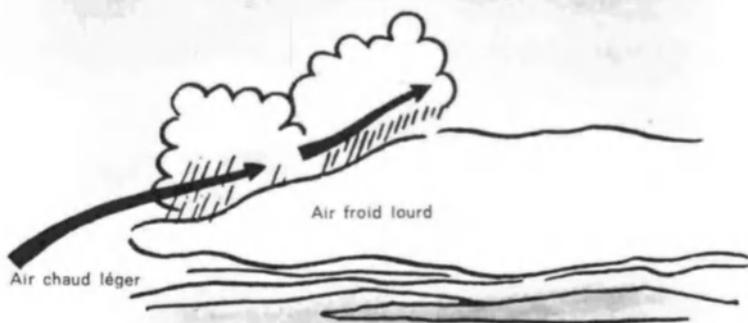


Comment naît et meurt un nuage

Carte de la pression atmosphérique

En regardant une carte météorologique, on aperçoit plusieurs cercles concentriques. Ils délimitent des régions de basse pression (dépressions) ou de haute pression (anticyclones), mesures qui sont d'une importance essentielle pour la prévision du temps. On obtient ces cercles en traçant des lignes, nommées isobares, qui relient tous les points d'égale pression, de la même façon que, sur une carte géographique, les courbes de niveaux joignent les points d'égale hauteur. La pression devient progressivement plus basse vers le centre de la dépression et plus haute vers le centre d'un anticyclone (voir dessins à droite). Dans l'hémisphère nord, les vents tournent dans le sens des aiguilles d'une montre autour d'un anticyclone et dans le sens inverse autour des dépressions. Dans l'hémisphère sud, ces sens sont inversés.





Les nuages peuvent se former de plusieurs manières différentes. L'évaporation de la vapeur d'eau provenant des terres et des océans se condense en humidité dans l'atmosphère et s'y mélange aux autres gaz. Poussé par le vent, l'air chargé de vapeur d'eau ne peut que s'élever s'il rencontre un obstacle : montagne (en haut à gauche) ou masse d'air froid (en haut). L'air se refroidit en s'élevant et la vapeur d'eau se condense en fines particules d'eau pour former les nuages. Des nuages plus élevés (de 5 à 10 km au-dessus de la terre) sont formés de minuscules cristaux de glace et constituent l'une des plus importantes causes de pluie. En fait, il fut un temps où l'on pensait que toutes les pluies, à l'exception de quelques pluies tropicales avaient pour origine ces cristaux de glaces qui, en traversant un nuage moins élevé, s'agglutinaient aux gouttelettes qu'il contient, devenant ainsi de plus en plus grosses et atteignant la terre en gouttes de pluie ou en neige s'il faisait très froid (en haut à droite). De nos jours, de nombreux savants pensent que la pluie peut se produire sans cristaux de glace, même dans les régions non tropicales, quand les gouttelettes d'eau s'agglutinent, formant des gouttes de plus en plus grosses qui finissent par tomber en pluie.



à bicyclette qui s'échauffe au fur et à mesure que l'on comprime l'air.

Si l'air est très humide, la vapeur d'eau se condense en fines gouttelettes : un nuage se forme. Dans certaines conditions, les petites gouttelettes peuvent se grouper selon un processus assez compliqué pour donner naissance à de grosses gouttes qui tombent en pluie.

MOUVEMENTS GÉNÉRAUX DE L'ATMOSPHÈRE

La pression n'est pas uniforme à un niveau donné,

au sol par exemple. Si on examine les pressions aux différentes stations d'observation d'un réseau après les avoir reportées sur une carte, on voit qu'elles forment une véritable topographie. En joignant les points d'égale pression par des courbes dites isobares, on obtient des lignes comparables aux courbes de niveau des cartes topographiques qui indiquent le relief du sol. Les zones de haute pression ou anticyclones sont comparables à des collines, et les zones de basse pression ou cyclones, à des creux ou des vallées. Cette carte d'isobares sera précieuse pour connaître les grands mouvements de l'atmosphère.

L'air ne s'écoule pas directement des zones de haute pression vers des zones de basse pression. En fait, le mouvement de l'air est influencé par la rotation terrestre et le vent souffle parallèlement aux isobares, tournant dans l'hémisphère nord, dans le sens des aiguilles d'une montre autour des anticyclones et dans le sens inverse

autour des cyclones (ou dépressions). Le sens du mouvement est inversé dans l'hémisphère sud. Ce mouvement peut être observé en examinant les indications concernant le vent reportées par chaque station.

Les points d'égale température reliés par des courbes donnent un réseau d'isothermes qui nous renseigne sur l'allure générale de la température à un niveau donné (au sol, par exemple). On constate que les variations horizontales de la température sont en général assez faibles, sauf le long de certaines lignes où cette variation peut être assez brutale.

Il y a donc dans l'atmosphère des zones étroites où il existe un fort contraste de températures. Le terme de « front » désigne les lignes schématisant ces zones. Le front est dit « chaud » si de l'air chaud tend à remplacer de l'air froid, et « froid » si l'air froid chasse l'air chaud.

A ces fronts sont associés divers phénomènes météorologiques, en particulier des systèmes de nuages et souvent des précipitations.

UNE STATION D'OBSERVATION

La station de météorologie est une

unité fondamentale de tout un réseau. Toute station est établie selon des normes identiques : terrain sans ombrage, engazonné de préférence pour éviter tout rayonnement parasite.

Elle se compose principalement d'un abri météorologique permettant de soustraire les différents appareils qui

s'y trouvent à l'action directe des rayons solaires, du vent ou de la pluie. C'est une sorte de grande caisse, bien aérée, tournée face au nord. A l'intérieur, les conditions ambiantes y sont donc identiques.

Quels sont donc les instruments qu'on y trouve ?

Des **thermomètres** : un thermomètre ordinaire, un thermomètre à minimum qui indique la plus basse température atteinte, un thermomètre à maximum pour la plus haute température atteinte, et peut-être un thermomètre enregistreur qui trace automatiquement la courbe des températures.

Un **hygromètre** à cheveu ou catgut, basé sur le fait qu'un cheveu s'allonge par temps humide, et qui mesure donc le degré d'humidité de l'air.

Un **psychromètre** également pour la mesure de l'humidité.

Un **évaпоромètre** pour la mesure de l'évaporation.

A l'extérieur de l'abri nous trouvons plusieurs autres instruments.

A proximité de l'abri se trouve :

Une **girouette** (la sœur moderne du coq tournant au haut du clocher de l'église du village) qui donne la direction du vent.

Un **anémomètre à moulinet** (formé de quatre coupelles montées sur un axe) qui mesure la vitesse du vent.

Ces appareils sont reliés électriquement à la cabine du météorologue, et le renseignent directement sur place grâce à des cadrans.

LES 10 PRINCIPAUX TYPES DE NUAGES

Les nuages aident à prévoir le temps puisqu'ils indiquent que des changements ont lieu dans l'atmosphère. En tant que tels, ils n'indiquent pourtant isolément pas grand-chose. Car il faut que le météorologiste sache comment ils se créent, évoluent, se dispersent dans une période donnée et quelles formes précises ils affectent. Dans l'ensemble, si des nuages isolés, en haute altitude, s'épaississent et se multiplient, leur base se rapprochant du sol, la pluie est à peu près certaine. Un temps ensoleillé peut faire suite au brouillard si celui-ci se lève avant midi, ou si le plafond nuageux se relève. Nous présentons ici les dix principaux genres de nuages que la classification internationale divise en trois catégories selon l'altitude : basse, moyenne et haute.

HAUTES ALTITUDES

CIRRUS



Nuages de caractère filamenteux, présentant soit un certain parallélisme, soit des formes sinueuses ou enchevêtrées, blancs, transparents (ils sont chargés de cristaux de glace) et sans ombre. Le ciel semble avoir été couvert à grands coups de balai.

Les cirrus, lorsqu'ils envahissent le ciel, précèdent souvent une zone de mauvais temps.

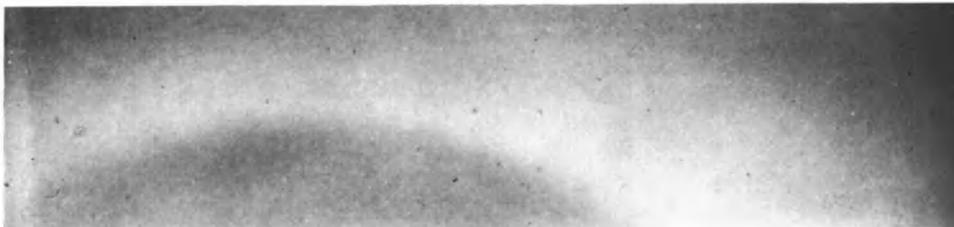
CIRRO-CUMULUS



On dit couramment : ciel moutonné. Couche presque continue de nuages, comportant de fines rides aux éléments arrondis, floconneux, blancs, sans ombres.

Ces nuages sont souvent associés aux cirrus (avant l'arrivée du mauvais temps). On les rencontre aussi avant les orages.

CIRRO-STRATUS



Une nappe de cirrostratus ne présente guère de détail de structure. Son bord est comme coupé au couteau. Souvent il provoque dans le ciel un halo à l'emplacement du soleil ou de la lune.

Comme les cirrus, auxquels il succède généralement le cirrostratus précède souvent l'arrivée du mauvais temps.

Everest
(8 882 m)



7 000 m

Aconcagua
(6 959 m)



Mt Cameroun
(4 070 m)



ENNES ALTITUDES

ALTO-CUMULUS



On dit couramment : ciel pommelé. Au niveau supérieur, on distingue une nappe étendue avec bancs isolés de forme lenticulaire; au niveau inférieur : des ondulations. La nappe supérieure plus translucide que l'inférieure permet de situer la position du soleil.

Le ciel pommelé précède généralement un assez mauvais temps.

ALTO-STRATUS



La majeure partie de la couche d'altostratus apparaît suffisamment mince pour permettre de déceler la position du soleil. Nuages de structure fibreuse, avec différence d'opacité.

Ces nuages correspondent au début de la pluie, encore fine.

MOY

NIMBO-STRATUS



Couche nuageuse gris foncé, à l'aspect parfois faiblement strié, avec des différences d'opacité.

C'est le nuage typique de la pluie ou de la neige.

2 000 m

Mt Washington
(1 917 m)



BASSES ALTITUDES

STRATO-CUMULUS



Nuage bas en rouleaux allongés, dissimulant difficilement le soleil.

Il donne rarement de la pluie, sauf s'il se transforme en nimbostratus, comme il lui arrive parfois. Dans ce cas, il engendre pluie ou neige.

STRATUS



Couramment dénommés « brouillard élevé ». Couche nuageuse, de couleur grisâtre (ici en cours de désagrégation) couvrant de grands espaces. Le nuage est un peu transparent. En dessous, une brume s'étend au sol.

Si, en hiver, ce nuage persiste souvent durant toute la journée, durant la belle saison, il se désagrège et c'est le beau temps.

NUAGES A GRAND DÉVELOPPEMENT VERTICAL
Ils peuvent avoir leur base près du sol et leur sommet à très haute altitude

CUMULO-NIMBUS



Nuages massifs du type cumulus, dont les sommets se sont étalés en forme d'enclume, ce qui leur donne une structure lisse, fibreuse.

C'est le nuage d'averse ou d'orage.

CUMULUS



Nuage aux bases horizontales, fortement ombrées, quand il est entre le soleil et l'observateur, avec des protubérances verticales de formes irrégulières et se déformant continuellement (aspect de choux-fleurs). A comparer avec les cumulonimbus dont les sommets ont un aspect moins net, plus fibreux.

Lorsque l'humidité et les mouvements ascendants de l'air ne sont pas très importants, les cumulus correspondent au beau temps. Dans le cas contraire, ils deviennent très volumineux au cours de la journée, parfois jusqu'à donner un orage.

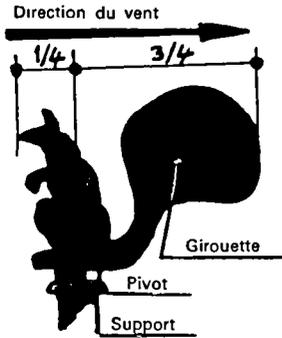
Tour Eiffel
(320 m)



COMMENT BATIR SA PROPRE

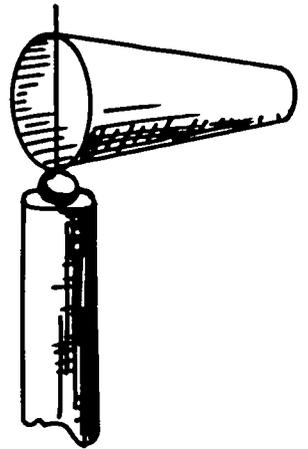
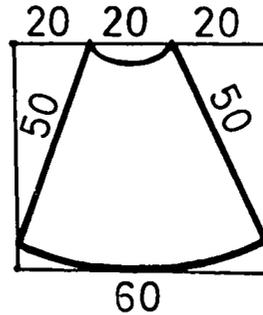
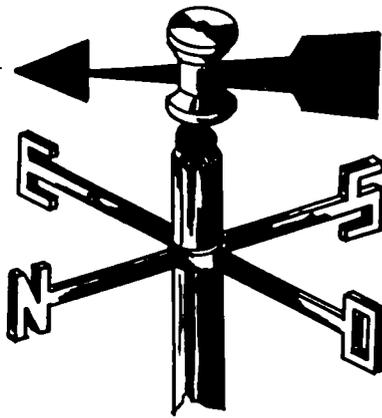
N'avez-vous pas envie de construire une station météorologique bien à vous et fonctionnant parfaitement ? C'est moins ardu que vous ne pourriez le croire. Vous pouvez acheter, ou emprunter, un ou deux instruments indispensables, et surtout fabriquer facilement vous-même le matériel nécessaire en bricolant. Toute cette construction peut être aussi une activité scolaire, menée à bien avec les conseils du professeur.

Certains instruments doivent être logés dans un abri bien ventilé. D'autres, y compris un baromètre, groupés en plein air. L'abri et les supports pour les instruments doivent être peints en blanc pour que les rayonnements solaires ne faussent pas les mesures



GIROUETTE

Cet instrument indique de quelle direction souffle le vent. Il doit être placé sur le haut d'un poteau. La girouette peut être découpée dans du bois ou du métal ; on peut lui donner toutes sortes de formes : flèche fixée sur une simple bobine de fil à coudre, ou écureuil à la queue en panache, comme ici. Mais dans tous les cas, elle doit présenter une partie beaucoup plus courte que l'autre, que ce soit la pointe de la flèche ou le museau de l'écureuil, afin que le vent puisse à sa guise aller et venir alentour. Un grand clou suffit à faire l'axe de la girouette. Une perle de verroterie fera un excellent pivot qui permettra à la girouette de tourner facilement sur son axe. Pour compléter l'installation, il faut indiquer au-dessous de la girouette les quatre points cardinaux.



MANCHE A AIR

Cet appareil indique lui aussi la direction du vent. Découper (voir croquis) un morceau de tissu blanc, léger. Coudre ensemble les deux côtés droits (sur croquis, indication 50 cm) : on obtient alors un manchon conique. Avec un morceau de solide fil de fer, construire un cercle sur lequel on glissera deux petits anneaux de rideaux diamétralement opposés. Coudre le manchon de tissu au cercle par sa base la plus large. Glisser alors entre les anneaux un morceau de fil de fer rigide et fin, fixer verticalement l'ensemble au sommet d'un piquet fiché au sol. Tout comme pour la girouette, une perle de verroterie glissée à la base de l'axe permettra à la manche à air de tourner librement selon le vent. On peut aussi fixer girouette et manche à air sur un même mât.

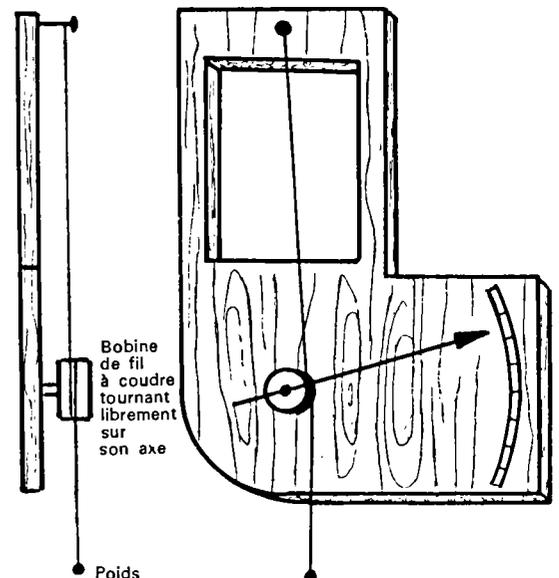
HYGROMÈTRE

On l'utilise pour mesurer l'humidité de l'atmosphère. Il est facile à construire. Prendre une plaquette de bois en forme de L majuscule, et y découper une petite fenêtre. Sous cette fenêtre, on fixe une bobine de fil à coudre, de telle manière qu'elle puisse tourner librement. Sur la bobine, on fixe une aiguille indicatrice et l'on dessine un cadran gradué au-dessus duquel se déplace l'aiguille.

Toute l'affaire tient au fait que les cheveux s'allongent quand l'humidité s'accroît, et se raccourcissent quand elle diminue.

Attachez par une extrémité un cheveu au milieu et au-dessus de la fenêtre ; enroulez-le deux ou trois fois autour de la bobine et tendez-le avec un petit poids à l'autre extrémité.

On détermine le point 100 d'humidité relative en plaçant l'appareil au-dessus d'un récipient d'eau en ébullition : l'allongement du cheveu entraîne la flèche dont la pointe indique le point 100. Ce point marqué sur le cadran, il est possible de graduer le cadran que l'on peut comparer avec un autre hygromètre déjà gradué.



STATION MÉTÉOROLOGIQUE

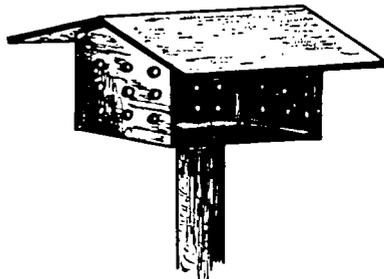
obtenues. Avec un peu d'imagination décorative, votre petite station peut même avoir un aspect tout à fait professionnel. Une fois l'abri - météo édifié, il importe de faire les observations quotidiennes aux mêmes heures afin qu'elles soient tout à fait rigoureuses. Alors, les résultats obtenus vous permettront de vous entraîner à prévoir le temps qu'il fera dans votre localité. Comparez vos propres prévisions avec celles qui vous sont communiquées à la radio et à la TV. Si ça ne colle pas, essayez de comprendre pourquoi. Construire et faire fonctionner soi-même une station-météo peut être chose fort amusante, et fort instructive, et votre activité de météorologiste vous passionnera des années durant.

L'ABRI

Il vous faut deux caisses de bois, dont l'une plus petite que l'autre, de façon à ménager un espace entre les deux quand on insère la plus petite dans la plus grande. Enlevez l'un des côtés de chacune de ces caisses dont la partie ainsi évidée sera placée face au nord. Percez des trous d'aération dans les parois restantes. Faites bien attention que les trous de la caisse intérieure ne soient pas en face des trous de la caisse extérieure, afin que les rayons solaires ne puissent pénétrer à l'intérieur de l'abri.

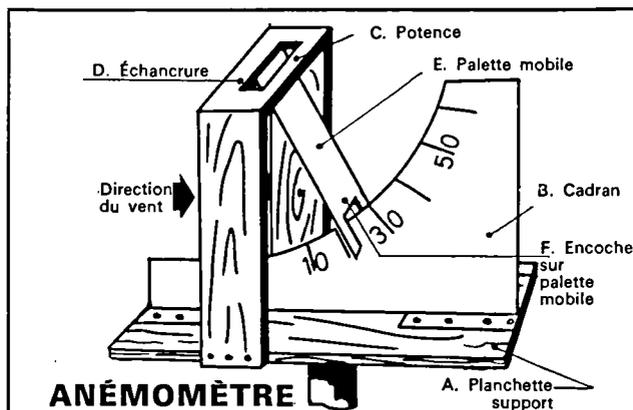
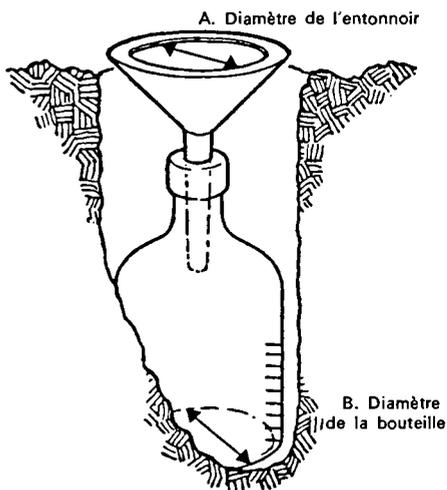
Les thermomètres et autres instruments doivent être soigneusement préservés du soleil, de la pluie et de la neige, afin de fournir des renseignements exacts et pour que ni les rayons du soleil, ni le rayonnement du sol ou des bâtiments d'alentour, ne viennent fausser les mesures.

Coiffez les caisses d'un toit solide à double pente qui protégera particulièrement bien la face de l'abri exposée au nord. Placez l'abri solidement fixé sur un pieu, à 1,5 m du sol (hauteur requise par une convention internationale). Suspendez les instruments à des crochets, de manière à ce qu'ils ne soient pas en contact avec les parois de l'abri.



PLUVIOMÈTRE

Il suffit d'une bouteille et d'un entonnoir. L'entonnoir doit être suffisamment évasé et muni d'un rebord, de façon que les gouttes de pluie glissent sur les parois sans rebondir à l'extérieur. Le diamètre de l'ouverture de l'entonnoir (A) doit être le même que celui de la bouteille (B). Si l'on ne peut trouver un entonnoir et une bouteille de même diamètre, il faut prendre un très grand entonnoir et le découper de façon à ce que le diamètre obtenu soit celui de la bouteille. Si la bouteille n'est pas graduée, il faut sur un côté la graduer en millimètres. On place l'entonnoir dans la bouteille, et l'on met l'ensemble dans un trou creusé dans le sol, de telle manière que l'ouverture de l'entonnoir soit juste située à quelques centimètres du niveau du sol. Après la pluie, il faut déterrer la bouteille et contrôler le niveau de l'eau recueillie sur l'échelle graduée. Si on y lit 3 mm, par exemple, cela signifie qu'il est tombé dans votre région 0,3 mm d'eau au sol.

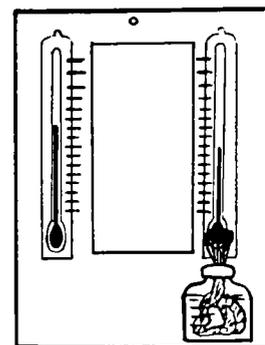


ANÉMOMÈTRE

Appareil qui sert à mesurer la force du vent. Une planchette de 30 cm sur 30 environ, qui sert de base à l'appareil, est fixée au sommet d'un pieu. Prendre une plaque de métal rectangulaire, l'évider en demicercle (en B sur le diagramme). Indiquer les graduations. Fixer la pièce à angle droit au milieu de la planchette-support. Avec trois tasseaux de bois, confectionner une potence (C), fixée perpendiculairement au cadran gradué. Ménager une échancrure dans le tasseau horizontal de la potence. Découper dans de la tôle légère (par exemple une boîte de conserve) une palette rectangulaire (E), dont l'une des extrémités comporte une encoche (F). Cette palette mobile est fixée autour d'un axe (un clou), placé au milieu de l'échancrure de la potence : elle doit se déplacer librement autour de son axe. Son extrémité est à cheval sur le cadran. On place l'appareil dans la direction du vent, et selon qu'il souffle plus ou moins fort, la palette mobile s'inclinera plus ou moins, l'angle d'inclinaison variant avec la force du vent.

Pour étalonner le cadran de l'anémomètre, il faut le tenir à l'extérieur de la portière d'une voiture qui roule, et noter l'angle d'inclinaison de la palette selon que la voiture roule à 10, 20, 30, 40, etc. kilomètres/heure. (Le chauffeur d'un car scolaire, par exemple, peut apporter son aide pour cette opération.) On peut également calculer la vitesse du vent en utilisant l'échelle de Beaufort (voir page 38).

PSYCHROMÈTRE



Autre appareil utilisé, comme l'hygromètre, pour mesurer l'humidité de l'air. Placer côte à côte sur une planchette deux thermomètres identiques. L'un des deux (que l'on voit ici à gauche) mesure la température dans une zone donnée.

Au-dessous du thermomètre de droite, fixer un petit récipient plein d'eau dans lequel trempe un petit chiffon humide que l'on enroule à la base du thermomètre.

Si l'atmosphère est très humide, les deux thermomètres indiquent la même température. Si au contraire, elle est très sèche, on notera une différence très nette d'un thermomètre à l'autre à la lecture des températures. On peut avoir ainsi une idée approximative de l'humidité atmosphérique. Les spécialistes emploient des tables spéciales (appelées tables psychrométriques) pour obtenir des lectures précises de l'humidité ambiante.

Un **héliographe** qui enregistre sur un papier sensible au soleil l'ensoleillement de la journée.

Dans la station sont installés le baromètre à mercure et le baromètre enregistreur.

Pour connaître le vent en altitude, le météorologue envoie des **ballons-sondes**, ballons gonflés à l'hydrogène, et dont la vitesse ascensionnelle est connue. L'étude de leur trajectoire (suivie au théodolite) permet de définir, d'une part vitesses et directions des vents, et d'autre part l'altitude de la base de la couche nuageuse au moment où le ballon y pénètre.

A des ballons de plus grand diamètre, on peut attacher une nacelle munie d'une **radiosonde**, donnant des renseignements sur la pression, la température et l'humidité, renseignements captés au sol. Ces radiosondes sont récupérables grâce à un petit parachute.

RENSEIGNEMENTS CHIFFRÉS

Tout est transmis, centralisé et rediffusé. Les renseignements viennent de tous les coins du globe : des observatoires juchés sur certains sommets bien exposés, des missions météo perdues dans l'Arctique, de stations météo flottantes, d'avions météo, etc. Ils sont transmis aux centres de prévision dans un langage international condensé, dont le code se compose de groupes de cinq chiffres ; chaque groupe, chaque chiffre représentant un élément du temps.

CARTES D'ENSEMBLE

Lorsqu'on reporte sur une carte géographique les observations effectuées à un moment donné (6, 12, 18, ou 24 heures, temps du méridien de Greenwich), on obtient une carte synoptique.

La carte synoptique schématise l'état de l'atmosphère à un instant donné, sur une surface plus ou moins grande du globe terrestre.

Si ensuite on compare une séquence de cartes se suivant à des intervalles de temps déterminés (toutes les 6 heures, toutes les 12 heures ou toutes les 18 heures), on constate que la configuration des cartes se modifie profondément au cours du temps : dépressions et anticyclones se déplacent plus ou moins rapidement, s'amplifient ou tendent à disparaître. Les anticyclones peuvent être stationnaires ou animés de mouvements généralement assez lents. Les dépressions, bien que parfois presque stationnaires, sont généralement beaucoup plus mobiles. Les fronts se déplacent dans la direction des courants où ils se trouvent.

D'une façon générale, ces différents « individus » sont entraînés dans un vaste courant, plus ou moins rapide, d'ouest en est.

Pour compléter les cartes au sol, des cartes en altitude sont établies à différents niveaux avec des données fournies par les stations de sondage. Ces cartes ne comportent qu'une partie des données utilisées pour les

cartes au sol (pression pour les cartes à niveau constant ou altitude pour les cartes à pression constante, température, humidité et vent).

LA PRÉVISION

En utilisant une séquence de cartes, il est possible d'estimer l'évolution des différents éléments de l'atmosphère et ainsi d'établir une carte en prévision, c'est-à-dire représentant l'état de l'atmosphère dans un temps futur, en général vingt-quatre ou quarante-huit heures plus tard.

Il ne s'agit pas, bien sûr, d'extrapoler simplement les mouvements, mais il faut également déterminer l'évolution de la situation en appliquant un certain nombre de règles ou de lois physiques. En météorologie moderne, les cartes en prévision sont calculées en utilisant de puissants ordinateurs.

Sur la base des cartes en prévision, le météorologue établit sa prévision pour une région en tenant compte des conditions locales. ■

Les textes et dessins de ce supplément pour enfants ont été préparés à la base de : 1) matériel pédagogique sur la météorologie, établi et publié par le Centre de Documentation Pédagogique de Genève, Suisse, sous la direction de J.J. Dessou-lavy ; 2) « Manuel de l'Unesco pour l'enseignement des sciences » ; 3) « A Manual for Improvised Science Equipment » (en anglais seulement), par T.E. Calvero and E.S. Sabado, sous la direction de Pedro Orata, Quezon City, Philippines.

Les vents à l'échelle Beaufort

Pour indiquer la force du vent, les météorologistes se servent d'une série de chiffres connus sous le nom d'échelle Beaufort. Imaginée et calculée en 1806 par l'amiral anglais sir Francis Beaufort, l'échelle chiffre la force du vent en fonction de ses effets sur les navires à voile, depuis le calme plat, force 0, jusqu'à l'ouragan, force 12 « sous lequel aucune voile ne peut tenir ». Le Comité météorologique international adopta l'échelle en 1874 pour les besoins de la télégraphie internationale. Aujourd'hui, l'échelle Beaufort est déterminée en fonction de la vitesse des vents mesurée par certains pays à 10 m du sol et par d'autres à 6 m.

Force	Terme descriptif	Observations sur terre	Vitesse du vent km/h
0	Calme	La fumée s'élève verticalement.	0-1
1	Très légère brise	La direction du vent est révélée par l'entraînement de la fumée, mais non par les girouettes.	1-5
2	Légère brise	Le vent est perçu au visage ; les feuilles frémissent ; une girouette est mise en mouvement.	6-11
3	Petite brise	Feuilles et petites branches constamment agitées ; le vent déploie les drapeaux légers.	12-19
4	Jolie brise	Le vent soulève la poussière et les feuilles de papier ; les petites branches sont agitées.	20-28
5	Bonne brise	Les arbustes commencent à se balancer ; de petites vagues se forment sur les eaux intérieures.	29-38
6	Vent frais	Les grandes branches sont agitées ; les fils télégraphiques font entendre un sifflement ; l'usage des parapluies devient difficile.	39-49
7	Grand frais	Les arbres sont agités en entier ; la marche contre le vent est pénible.	50-61
8	Coup de vent	Le vent casse les branches ; la marche contre le vent est généralement impossible.	62-74
9	Fort coup de vent	Le vent occasionne de légers dommages aux habitations (arrachement de tuyaux, de cheminées, d'ardoises, etc.).	75-88
10	Tempête	Arbres déracinés ; importants dommages aux habitations.	89-102
11	Violente tempête	Rarement observé ; s'accompagne de ravages étendus.	103-117
12	Ouragan	118

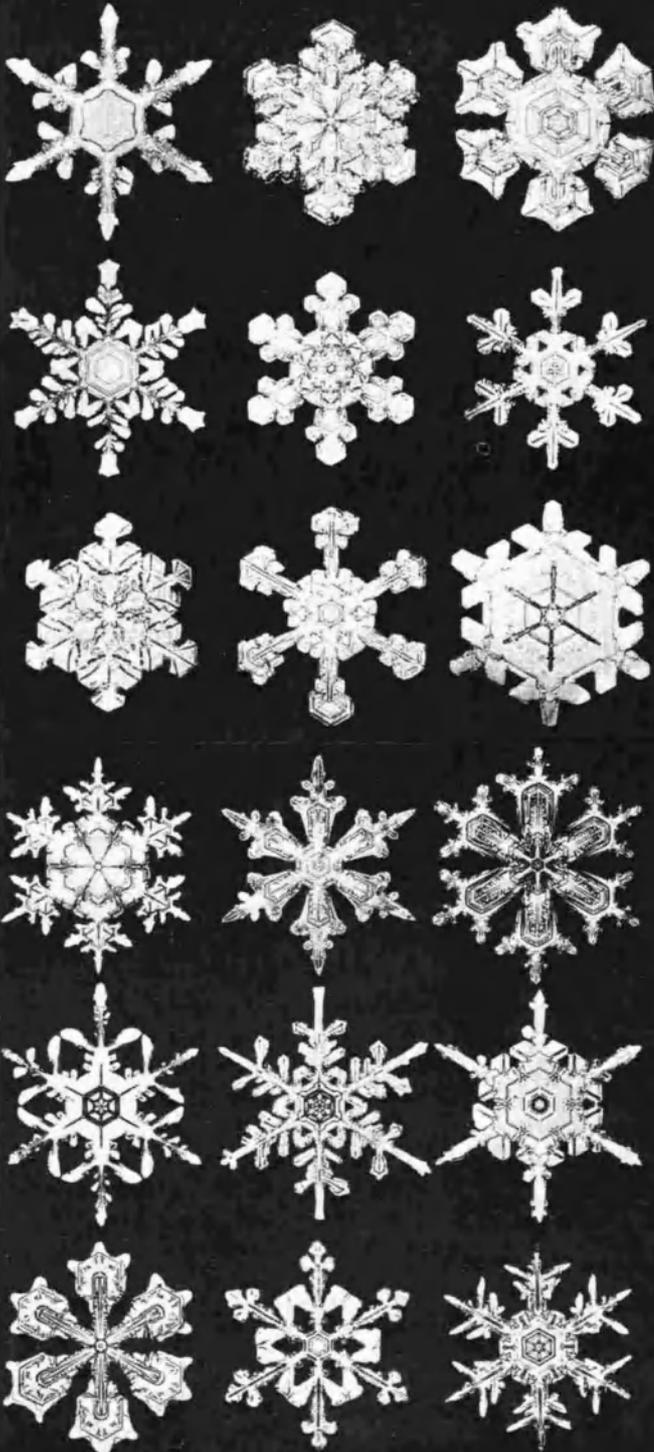
CE QUE LES MOTS VEULENT DIRE

Dialogue sur la pluie et le beau temps

par François Le Lionnais
et Roger Clause

Tout comme les empreintes digitales, chez les hommes toujours dissemblables, les cristaux de glace ne se ressemblent jamais. Bien que structure et lignes d'ensemble puissent offrir entre eux une certaine parenté, tout est différent dans ces cristaux : les dimensions, la forme, le type d'organisation. Ils affectent souvent des formes de triangles, d'hexagones ou d'étoiles à six branches. Quand l'atmosphère s'humidifie, ils se laissent choir en flocons de neige. Un seul flocon peut être constitué de plus de 50 cristaux imbriqués. Wilson A. Bentley, un Américain agriculteur et météorologiste, a passé des heures, chaque hiver, à photographier ces cristaux de neige dans sa ferme du Vermont, tant leur beauté le fascinait. Près de 5 000 photographies dues à ses soins ont paru dans un livre intitulé « Snow Crystals » (Cristaux de neige), publié pour la première fois en 1931 par McGraw Hill Books, à New York. Ci-dessous, nous reproduisons 18 de ces merveilleuses images.

Photo W. A. Bentley © tirée de « Snow Crystals » par W. A. Bentley et W. J. Humphreys, Dover Publications Inc. New York



Texte © Copyright. Reproduction interdite

FRANÇOIS LE LIONNAIS. — Pourriez-vous, à titre de curiosité, me citer quelques-uns des centaines de mots techniques usités dans le langage courant des météorologistes, totalement inconnus de la majeure partie des hommes ayant une culture, bonne certes, mais non dirigée vers les choses de l'atmosphère ?

ROGER CLAUSSE. — ... Au hasard, je citerai : anticyclone, isobare, cyclogénèse, frontolyse, hydrométéore, isohypse ou plus simplement : ondulation (sous entendu du front polaire, ce qui n'a aucun rapport avec les cheveux), famille (de perturbations, dont les membres sont des zones alternées de nuages pluvieux, d'averses et d'intervalles de beau temps de courte durée) ; front (conflit entre masses d'air chaud et d'air froid).

F. L. L. — Je pense que ces mots de front, de conflit, de masses d'air, correspondent à ce qu'on appelle le mauvais temps ? A quoi est-il lié ?

R. C. — Aux différences de pression sur le globe. D'une façon générale, les zones de basse pression correspondent à des zones de mauvais temps, mais les zones de haute pression ne se laissent pas entamer par ce mauvais temps.

F. L. L. — Rappelez-nous donc ce qu'est cette pression atmosphérique ?

R. C. — Chacun sait, par expérience, pour avoir déjà consulté un baromètre à cadran ou enregistreur, que la pression atmosphérique (qui correspond au poids de l'air par cm^2 de surface) varie d'un point à un autre du globe et d'un moment à l'autre.

A un instant donné, cette pression a cependant la même valeur sur des lignes (fictives) qu'on peut matérialiser sur des cartes géographiques par un trait de crayon. Par exemple, la pression est la même à Salvador (Bahia), Carinahan, Brasilia, Araguari. La ligne qui passe par ces points est une ligne « isobare » (ce qui veut simplement dire d'égale pression). Une autre ligne isobare, correspondant à une autre valeur, passera par Ilheus, Belo Horizonte et Rio de Janeiro.

Nous attirons l'attention de nos lecteurs sur le fait qu'une version élargie de ce dialogue a fait l'objet d'une émission radio-phonique de l'O.R.T.F. (France-Culture) sous le titre « Dictionnaire météorologique imaginaire », les 4 et 11 juillet 1973. Nous remercions l'O.R.T.F. d'avoir bien voulu nous autoriser à publier ici cette version abrégée, adaptée pour nos lecteurs.



Janvier sur la place du marché, à Kaboul, Afghanistan.

CE QUE LES MOTS VEULENT DIRE (Suite)

Ces isobares correspondent donc aux diverses valeurs de la pression atmosphérique à un moment donné sur une région plus ou moins étendue. Leur ensemble constitue ce qu'on appelle le champ de pression. Elles sont cotées en millibars, unité de pression qui correspond, environ, à 3/4 de mm de hauteur de mercure dans le tube du baromètre ; ainsi, une pression moyenne de 760 mm de mercure correspond à 1 013,3 millibars, ou encore, pour donner une idée plus concrète, à quelque 1 033 grammes d'air qui « pèsent » sur chaque cm², ce qui est bien le poids de la colonne de mercure du baromètre qui aurait 1 cm de base et 760 mm de hauteur.

Or ces lignes isobares se referment sur elles-mêmes. On peut imaginer que l'une d'elles, l'isobare 1 000, par exemple, passe par Odessa, Berdichev, Gomel, Voronej, Mizlerovo et revient à Odessa, inscrivant ainsi un cercle un peu déformé.

A l'intérieur de cette courbe, d'autres peuvent s'inscrire, de plus en plus petites, et dont les cotes seront de plus en plus faibles : 975 - 970 - 965 millibars. On dit qu'on a affaire à une dépression, qui recouvre une région donnée, les isobares de valeur décroissante s'emboîtant les unes dans les autres. On peut, au contraire, rencontrer une zone à l'intérieur de laquelle les cotes vont en augmentant lorsqu'on va vers le centre : ce sont les anticyclones.

En gros : dépression égale zone de basse pression ; anticyclone égale zone de haute pression.

Cette notion est importante, puisqu'elle permet de déceler des zones de beau et de mauvais temps.

F. L. L. — Mais de cette notion d'anticyclone et de dépression, une fois connue, peut-on tirer des informations intéressantes sur le temps qu'il fera ?

R. C. — Ce n'est pas douteux. Une dépression est accompagnée de phénomènes d'autant plus intenses qu'elle est plus profonde (donc que la cote au centre est plus faible), que son diamètre est plus petit, que son déplacement est plus rapide. Autrement dit, une petite dépression dont la pression au centre est très basse risque d'être accompagnée de tempête. En somme, si l'on possède ces clés, toute représentation graphique devient déchiffrable.

Ceci est particulièrement sensible pour les bulletins télévisés dont certains présentent des cartes schématisées de la situation météorologique.

En raison des effets de la rotation de la Terre, le vent tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, autour des anticyclones ; dans le sens inverse autour des dépressions. Ceci dans notre hémisphère nord. C'est une loi simple, mais absolue. Dans l'hémisphère sud, les vents tournent en sens inverse.

La position de ces éléments sur la carte renseigne donc immédiatement sur le flux général du vent en telle ou telle région : ainsi, à l'est d'un vaste anticyclone, ce sera du vent du nord, froid ; à l'ouest, du vent du sud, chaud. On peut facilement imaginer toutes les combinaisons possibles et tous les vents qui en résultent et, par-là même, avoir une idée de la température.

F. L. L. — Vous avez parlé de tempêtes assez voisines des notions de cyclones, de typhons et de tornades ; on pourrait en dire quelques mots.

R. C. — En effet, il peut y avoir confusion sur le mot cyclone. Etymologiquement, le mot cyclone évoque un mouvement circulaire et tournant. Nous savons maintenant que c'est le cas des dépressions autour desquelles tournent le vent, et éventuellement les pluies.

Une dépression est donc un cyclone et, dans la littérature météorologique, on emploie l'un ou l'autre mot. Cependant, d'une façon courante, on appelle cyclones, les cyclones tropicaux qui prennent naissance dans les régions chaudes du globe, au-dessus des mers. Ces phénomènes, de petites dimensions : quelques centaines de kilomètres de diamètre, dont la pression au centre est très basse (900 millibars — soit 675 mm de mercure) et qui sont accompagnés de vents tournants très violents (plus de 200 km/h parfois...), ces phénomènes, donc, présentent l'allure typique du mouvement circulaire qui correspond au mot cyclone.

F. L. L. — Les cyclones se déplacent-ils également très rapidement ?

R. C. — Non, heureusement. Leur vitesse est relativement faible, de l'ordre de 20 à 50 km/h, ce qui permet de les détecter et de les voir arriver, soit à l'aide du radar, soit

même grâce aux images transmises par satellites où ils sont visibles sous forme d'une couronne de nuages.

F. L. L. — Ce qui implique l'idée de ciel dégagé au centre.

R. C. — Oui, c'est l'œil du cyclone où le ciel est, en effet, généralement dégagé. J'ajouterai que les photos de satellites nous ont montré que même dans les cyclones de nos régions — disons plutôt dans les dépressions accompagnées de nuages et de pluie — on observe souvent cet œil central de petite dimension, ce qui confirme que les deux phénomènes tourbillonnaires ont des modes de formation comparables.

F. L. L. — En effet, comment et pourquoi naissent ces cyclones tropicaux ?

R. C. — Les cyclones se forment essentiellement dans les zones maritimes des régions tropicales, là où la température de la mer (et de l'air en contact) est très élevée, relativement à l'air des couches plus hautes, ce qui provoque de violents mouvements ascendants, entraînant l'air très humide du voisinage de la mer. Ces conditions sont particulièrement remplies durant la saison chaude, dans chacun des deux hémisphères.

F. L. L. — Et combien de temps vit un cyclone ?

R. C. — Une dizaine de jours en moyenne, après quoi la dépression se comble ou au contraire s'étale, ce qui fait perdre de leur virulence aux perturbations.

Signalons deux définitions complémentaires : typhons, qui ne sont que la dénomination locale des cyclones de la mer de Chine ; hurricane (qui correspond à ouragan), synonyme également de cyclone tropical dans les régions de langue anglaise.

F. L. L. — Poursuivons donc, de-ci de-là, notre leçon de langage météorologique. Quel autre mot nous proposerez-vous maintenant ?

R. C. — Nous pourrions parler des alizés, ce qui nous permettra une petite évasion vers le large.

F. L. L. — C'est une bonne idée. Ces alizés, les trade-winds des Anglo-Saxons, ainsi appelés parce que, du temps de la marine à voile, ils facilitaient le commerce, ont également facilité les voyages Europe-Amérique de Christophe Colomb...

R. C. — ... Auquel on attribue du même coup la découverte de ces vents réguliers et, à ce propos, signalons que le mot « alizés » viendrait, pense-t-on, du vieux français « alis » qui signifiait « régulier ».

Les alizés sont, en effet, des vents qui soufflent de façon quasi constante dans la zone intertropicale ; dans l'hémisphère nord, ils soufflent du nord-est et, dans l'hémisphère sud, du sud-est.

Leur mode de formation rejoint les explications données tout à l'heure sur les courants aériens autour des anticyclones qui règnent en permanence sur les régions tropicales des océans, tandis que de basses pressions règnent sur l'équateur.

Ce ne sont pas des vents très forts : de 15 à 30 km/h ; et ils sont généralement accompagnés de beau temps.

F. L. L. — Et entre ces deux courants, à l'équateur même ?

R. C. — C'est le calme : les calmes équatoriaux, également bien connus des navigateurs à la voile d'autrefois. Les Anglais appelaient ces régions les horse-latitudes (latitude des chevaux) parce que, paraît-il, les navires appelés parfois à séjourner des jours, voire des semaines, dans ces zones en attendant que le vent veuille bien se lever, voyaient leurs provisions d'eau et de foin pour les chevaux s'épuiser et il ne restait comme ultime ressource que de jeter les infortunés solipèdes par-dessus bord.

F. L. L. — Puisque nous parlons du vent, vous pourriez peut-être nous expliquer ou nous définir plutôt ce que les météorologistes et les marins appellent un « coup de vent », ce qui n'est sans doute pas ce que, couramment, on confond avec une simple rafale ?

R. C. — Nous ferons ainsi d'une pierre deux coups : rafale et coup de vent. Une rafale est, en effet, une augmentation

brutale, de courte durée, de la vitesse du vent, telle celle que l'on observe dans un orage. Les rafales, lorsqu'elles sont nombreuses, répétées, caractérisent un air instable, tourbillonnaire. La vitesse du vent peut varier de façon importante, de façon instantanée et dépasser 20 m/sec. en quelques secondes, non sans inconvénient pour les installations légères : tentes, grues ou même voiliers.

Le coup de vent, qui donne lieu à la diffusion d'avis pour la navigation à voile, correspond à une force moyenne du vent dépassant 34 nœuds, c'est-à-dire 62 km/h, ce qui équivaut à la force 8 de l'échelle du vent utilisée en météorologie maritime et qu'on appelle échelle Beaufort, du nom de l'amiral anglais qui l'imagina. La hauteur probable des vagues lors du coup de vent dépasse 5 mètres, ce qui commence à être très dangereux pour la navigation à voile. Le degré au-dessus, le « fort coup de vent », correspond à un vent de 75 à 88 km/h.

F. L. L. — Puisque nous sommes engagés dans ces préoccupations maritimes, pouvez-vous nous préciser ce que sont les brises, plus agréables que les tempêtes, pour les navigateurs ?

R. C. — Les brises sont des vents locaux, généralement de faible intensité et qui présentent des directions alternées selon la période diurne. Considérez une côte, dont le littoral est chauffé par le soleil (comme la mer, bien sûr) pendant le jour, mais qui s'échauffe davantage que l'eau. Au-dessus du continent, des courants ascendants se forment, faisant un véritable appel de l'air du large. Une brise de mer se forme et cela se produit trois heures environ après le lever du soleil, pour durer jusqu'au coucher du soleil. Les côtes sableuses ou rocheuses, dont le pouvoir d'absorption de la chaleur est le plus grand, favorisent l'établissement du phénomène. Il est au contraire moins net sur les régions couvertes de végétation.

La nuit, le sol se refroidit plus vite que la mer ; le courant est inversé, du continent vers la mer, c'est la brise de terre. Ce double phénomène alterné explique d'ailleurs en partie la modération du climat des régions proches de la mer, réchauffées la nuit par les brises d'origine continentale et rafraîchies le jour par les brises marines.

F. L. L. — N'y a-t-il pas, en d'autres régions, des phénomènes du même genre ?

R. C. — Oui, en montagne, où durant la nuit l'air froid descend des sommets en entraînant une baisse de température, tandis que, durant le jour, l'air s'élève de la vallée vers les sommets, ce qui, dans certaines situations, contribue à la formation d'orages risquant de surprendre les alpinistes.

Ces phénomènes alternés de réchauffement et de refroidissement relatifs de la terre et de la mer, qui sont à l'origine des brises de terre et de mer, se retrouvent d'ailleurs à plus grande échelle dans les moussons.

F. L. L. — Mais je croyais que les moussons étaient saisonnières ?

R. C. — C'est vrai, elles le sont. En été les continents se réchauffent plus vite que les océans. Sur ces continents réchauffés s'établissent des zones de basse pression et l'air tend donc à s'écouler des océans vers les continents. Ce flux d'air qui s'est chargé d'humidité sur les océans apporte nuages et fortes pluies sur les terres, d'autant plus que la présence des montagnes accentue le développement vertical des nuages.

C'est cette phase humide des moussons qui est la plus connue, mais l'hiver le processus est inverse et les vents soufflent des continents plus froids vers les mers, mais il s'agit alors de vents secs. Le mot mousson lui-même vient d'un mot arabe signifiant « saison » et qui désignait certains vents saisonniers de la mer d'Oman.

F. L. L. — Mais alors les moussons ne se produisent pas seulement en Inde ?

R. C. — Non, bien entendu. Elles sont particulièrement marquées dans cette partie du monde, mais elles se manifestent aussi sous une forme plus ou moins accentuée dans la partie ouest de l'océan Pacifique, au nord de l'Australie, en Afrique et même en bordure du Golfe du Mexique.

F. L. L. — Quand le soleil est plus ou moins voilé de nuages, on peut observer un certain nombre de phénomènes lumineux observables dans le ciel, notamment autour des astres, le Soleil ou la Lune, et qui, je crois, sont plus ou moins confondus ou pris l'un pour l'autre. Je veux parler des halos et des couronnes. Vous pourriez nous préciser ces mots ?

R. C. — Oui, on peut observer, en effet, un certain nombre de photométéores (météores lumineux, par opposition aux hydrométéores : météores aqueux, tels la pluie, la neige, le brouillard...). Parmi ces photométéores, les plus fréquemment observés sont le halo, la couronne et, bien entendu, l'arc-en-ciel, que tout le monde connaît. Le halo a la forme d'un cercle lumineux brillant qui entoure le Soleil ou la Lune. En cachant le Soleil avec la paume de la main, le bras tendu, le cercle apparaît au bout des doigts. Parfois, un second cercle apparaît autour du premier et même des points brillants de part et d'autre de l'astre, des colonnes ou des morceaux d'arcs tangents au cercle.

Ces phénomènes sont dus à la réfraction de la lumière à travers les cristaux de glace qui constituent les nuages élevés lorsqu'ils sont très nombreux ou forment un voile continu, ce qui souvent présage du mauvais temps.

F. L. L. — « Cercle lointain, pluie prochaine », dit un diction, somme toute assez raisonnable.

R. C. — Oui, et le diction ajoute : « Cercle prochain, pluie lointaine », mais cette fois, le cercle, beaucoup plus flou, qui se dessine autour du Soleil ou de la Lune, est une couronne. « La Lune est dans l'eau », disent les agriculteurs. Plus colorée que le halo, plus proche de l'astre, plus étalée et plus diffuse, la couronne est due à la décomposition de la lumière par une série de diffractions provoquées par la traversée de fines gouttelettes d'eau (et non plus de cristaux) des nuages peu épais qui marquent l'astre. La couronne est donc observée quand des nuages moyens, du genre de ceux que l'on dit « pommelés », sont présents dans le ciel. Ils peuvent précéder de petites pluies, mais ce n'est pas une règle absolue.

Pour préciser ces idées sur l'approche du mauvais temps, nous allons parler d'un terme : « perturbation » (sous-entendu atmosphérique). Une perturbation, c'est, en quelque sorte, une « maladie » de l'atmosphère.

Cette maladie, qui correspond au passage d'une dépression, commence par une période d'« incubation » : le vent tourne au sud ou au sud-ouest (nous prenons un cas classique, dans les régions tempérées de l'hémisphère nord, le plus fréquent et le plus simple). Donc, le vent passe au sud-ouest, la pression baisse, dans le ciel apparaissent des nuages fins, de plus en plus nombreux, puis ils forment un voile ténu continu de cirrostratus qui couvre tout le ciel. Nous en avons parlé il y a un instant. Ce voile s'épaissit, et la pluie commence à tomber. Le baromètre est au plus bas ; les vents ont tourné à l'ouest, puis un premier trou apparaît dans la couche de nuages : la première éclaircie. Mais avant le retour au beau temps, il faut encore subir des averse, séparées par des éclaircies, de plus en plus nombreuses. Le vent, qui souffle plus fort, parfois en rafales, a tourné au nord-ouest, le baromètre remonte. Le ciel entier s'éclaircit enfin de façon durable.

F. L. L. — Très bien. Passons maintenant à ces phénomènes qui s'appellent le brouillard et la visibilité.

R. C. — C'est encore sur les bords de l'océan que l'on rencontre ce phénomène bien connu de tout le monde, le brouillard, appelé « brume » par les marins dans certains pays, pour désigner toute diminution plus ou moins importante de la visibilité, alors que les météorologistes appellent brouillard une visibilité inférieure à 1 km et brume une visibilité comprise entre 1 et 2 km.

F. L. L. — N'y a-t-il pas un moyen précis pour mesurer la visibilité ?

R. C. — Si, les visibilimètres, qui permettent, grâce à un système d'éclairage installé à une distance connue, associé à une cellule photo-électrique, de mesurer le degré d'opacité des couches traversées. Un système très élaboré de ce genre est installé sur les aérodromes à grand trafic, et ceci sur les diverses pistes d'atterrissage. Un affichage multiple, placé dans les tours de contrôle, permet à tout

moment de connaître la portée visuelle des signaux placés sur la piste pour guider les pilotes à l'atterrissage.

F. L. L. — Le brouillard, cette suspension de fines gouttelettes d'eau dans l'atmosphère, nous conduit tout naturellement à parler d'un autre phénomène qui, lui, est fréquemment lié à la pollution, préoccupation importante de notre temps.

R. C. — Ceci nous conduira un peu plus haut dans l'atmosphère, pour expliquer comment s'accumulent, dans les basses couches, les divers polluants déversés par les hommes dans cet air qui leur est pourtant vital.

On sait, par expérience, que la température, au moins dans la couche inférieure de l'atmosphère, appelée troposphère, diminue, lorsqu'on s'élève, d'environ 0,6°C par 100 mètres de dénivellation, ce qui fait qu'en moyenne, à 10 000 mètres, il y a déjà près de — 60°C. On comprend qu'on climatise les cabines des avions ! Mais dans les couches voisines du sol, il y a de nombreuses exceptions à cette règle de décroissance de la température. Qu'une couche peu épaisse de brouillard couvre Paris, et le thermomètre installé au Champ-de-Mars marque 10°C, tandis que celui du sommet de la tour Eiffel accuse 15°C. Le cas est fréquent en hiver : la nuit, par ciel clair et vent faible, le sol perd, par rayonnement, une quantité considérable de chaleur. L'air qui se trouve en contact avec lui se refroidit, devient plus lourd et reste sur place, tandis qu'au-dessus, l'air, mauvais conducteur, conserve sensiblement la même température. Il devient plus chaud que l'air voisin du sol, ou du moins plus chaud qu'il devrait l'être à ce niveau si la décroissance de la température en altitude était normale. Voici donc l'inversion de température. L'inversion correspond à une grande stabilité de l'air. A son niveau, il y a comme un couvercle d'énergie qui empêche les échanges : fumées, poussières, gaz d'échappement stagnent au sol pendant des jours. La pollution augmente sans cesse.

F. L. L. — Les périodes d'inversion de température que vous pouvez prévoir nécessitent donc des précautions spéciales ?

R. C. — Oui, dans les régions très industrialisées des mesures sont prévues pour que les pollueurs diminuent leur rythme de production de nuisances ou emploient, quand c'est possible, des produits moins polluants. On décèle ces inversions à l'aide des sondages effectués en altitude par radiosondes et qui permettent de connaître la température aux divers niveaux traversés, jusqu'à plus de 20 km.

F. L. L. — Et au-dessus de la couche d'inversion ?

R. C. — La décroissance de la température redevient la règle, à moins qu'il n'existe une seconde couche d'inversion, due par exemple à l'arrivée d'air chaud à un niveau supérieur, ce qui pourrait être le signe de l'approche d'une perturbation. Plus au-dessus encore, c'est-à-dire vers une douzaine de kilomètres d'altitude dans les régions tempérées, 7 km aux pôles et 17 km à l'équateur, on arrive dans la stratosphère, où la température cesse de décroître pour croître ensuite.

F. L. L. — Quelle est alors la température ?

R. C. — De l'ordre de — 50° aux pôles, — 56° dans les régions tempérées et — 85° à l'équateur. Ce qui fait qu'un avion qui volerait des pôles à l'équateur à une altitude de 15 à 17 km devrait augmenter la puissance de son climatiseur, puisque la température ambiante extérieure passerait de — 50°C à — 85°C au cours de ce voyage vers des régions cependant de plus en plus chaudes au sol.

F. L. L. — Nous pourrions continuer notre ascension et connaître un peu mieux la haute atmosphère que les hommes traversent maintenant en allant même beaucoup plus loin. Nous y rencontrerons quelques mots inusités et quelques notions intéressantes en ce début d'ère interplanétaire. Vous avez parlé des dix à douze kilomètres premiers de notre atmosphère inférieure, qu'on appelle la troposphère, où la température décroît, puis vous nous avez dit qu'au-dessus, la stratosphère présentait une température d'abord stationnaire, puis croissante.

R. C. — C'est exact, dans cette couche, d'une quarantaine de kilomètres d'épaisseur (de 10 à 50 km environ), la température passe de — 56°C à 0°C. Ce réchauffement est

Hiéroglyphes célestes

A des centaines de kilomètres dans la profondeur du ciel, un nuage de vapeur de sodium écrit un étrange message lors du lancement d'une fusée expérimentale destinée à mesurer les vents et les températures en haute altitude. Cette expérience, lancée par la NASA à la station de Wallops Island, en Virginie, est étudiée au sol (ci-dessous) par des savants français.

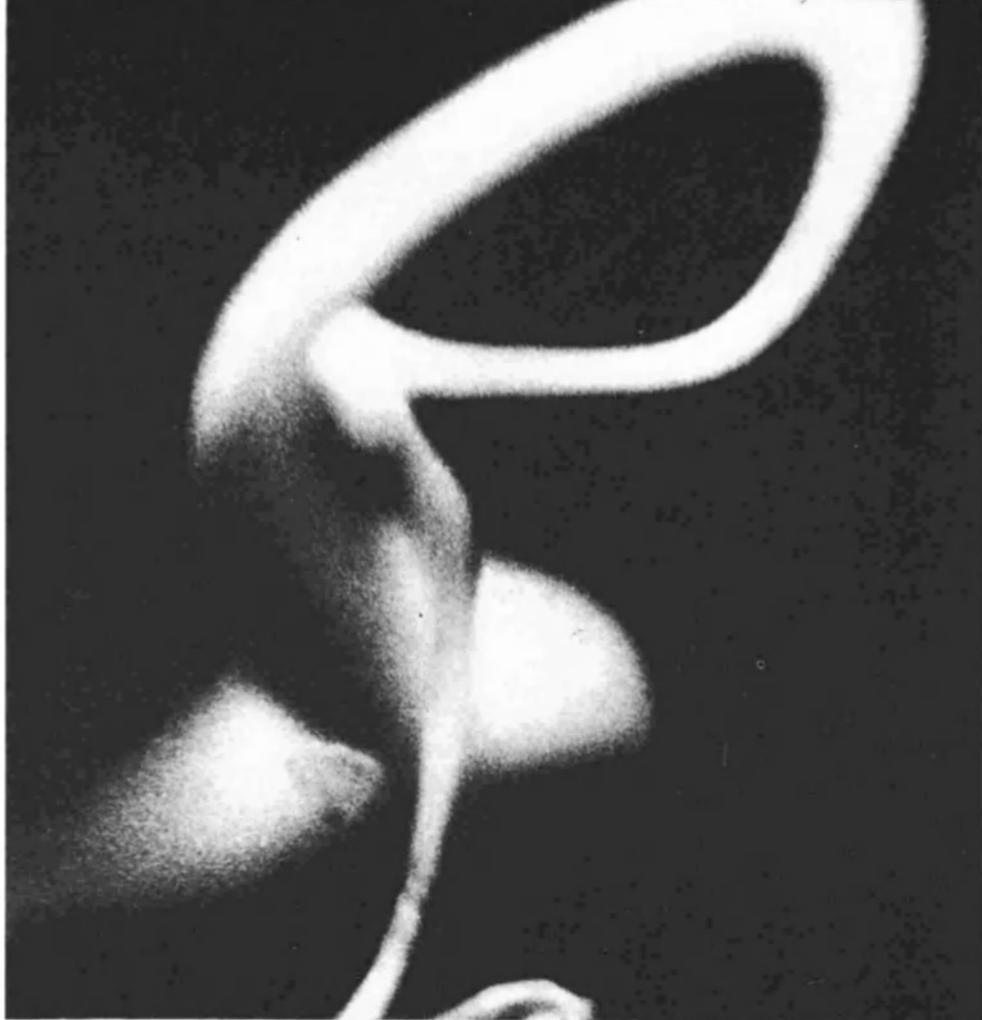


Photo © USIS



dû, en particulier, à la présence de l'ozone qui présente un maximum de concentration vers 35 km d'altitude. Contrairement à ce que l'on croyait autrefois, cette zone est le siège de vents violents, atteignant jusqu'à 350 km/h.

Au-dessus de la stratosphère, dans une couche d'une trentaine de kilomètres d'épaisseur, appelée mésosphère, la température décroît de nouveau et rapidement, puisqu'elle atteint quelque 80 °C au-dessous de zéro à son niveau supérieur vers 80 km d'altitude.

F. L. L. — Il y a, dans votre vocabulaire un mot que tout le monde connaît, c'est celui de prévision.

Sans vouloir chicaner, on dit parfois que les prévisions météorologiques ont un caractère affirmatif dans leurs termes, alors qu'elles ne constituent qu'une solution non certaine au problème du temps du lendemain, à l'inverse, par exemple, des prédictions des marées ou de la position des astres.

R. C. — Je reconnais volontiers qu'on annonce dans les bulletins des affirmations de ce genre : « Demain, le ciel se couvrira dans la matinée, dans la moitié ouest du pays », comme l'astronome dirait : « L'éclipse annulaire du Soleil commencera à 1 h 30 minutes trois dixièmes du temps universel, au point situé par 66° 20' de longitude Est et 20° de latitude », et ceci aussi longtemps à l'avance qu'on le désire.

Reconnaissons qu'il y a une différence de précision entre les deux formules : l'une est un peu floue, l'autre est d'une rectitude mathématique.

Il est certain que, même à l'aide des puissants ordinateurs dont disposent les météorologistes, il ne leur est possible d'énoncer que la solution la plus probable du problème, compte tenu des informations et des équations

plus ou moins approchées qui permettent de simuler l'état de l'atmosphère et son évolution.

Chiffrer le degré de probabilité de la solution serait une amélioration certaine et on y travaille, mais tous les problèmes que cela pose ne sont pas encore résolus.

F. L. L. — Il me semble que jusqu'ici, vous avez omis les termes mystérieux dont vous faisiez état tout à l'heure : cyclogénèse, frontolyse, isohypse.

R. C. — Bien que peu, ou même pas employés du tout dans les bulletins destinés au public, on peut en donner une brève définition : cyclogénèse est le processus de formation des cyclones, comme son nom l'indique ; frontolyse est la destruction d'un front, c'est-à-dire des phénomènes qui accompagnent les conflits de masses d'origines différentes, et l'isohypse est la surface, dans l'espace, où la pression a partout la même valeur et dont la trace au sol est une isobare. En somme, vous voyez, même ces mots rébarbatifs sont d'une grande simplicité. ■

FRANÇOIS LE LIONNAIS, mathématicien, ingénieur et président de l'Association des Ecrivains scientifiques de France depuis 1950, est bien connu des lecteurs du « Courrier de l'Unesco » pour ses articles de haute vulgarisation scientifique.

ROGER CLAUSSE ingénieur général de la Météorologie française, a dirigé pendant de longues années le service des Relations extérieures et de l'Information à la Météorologie nationale. Membre du Conseil de l'Association des écrivains scientifiques, il est l'auteur de nombreux articles, émissions de radio et de télévision et ouvrages destinés au grand public tels que : « Papa dis-moi... fera-t-il beau demain » (éd. Ophrys, Gap 1971), « La Mer et le vent » (en coll. avec A. Viaut, les Editions maritimes et d'Outremer, Paris 1970), « Les Nuages » (en coll. avec L. Facy, éd. Plon, Paris 1959), « Vents, nuages et tempêtes » (en coll. avec J. Bessemoulin, éd. Plon, Paris 1957).

Cette image de désolation et de mort qui vient de Mauritanie se répète sur des milliers de kilomètres en Afrique, au sud du Sahara. La sécheresse et la famine ont atteint au moins une douzaine de pays. Les plus éprouvés sont le Sénégal, la Mauritanie, la Haute-Volta, le Mali, le Niger et le Tchad. Dans cette région de l'Afrique, l'élevage constitue l'unique ressource de 70 % de la population, et selon la FAO, il est malheureusement possible aujourd'hui que soit à peu près totalement anéanti tout le bétail des paysans et des pasteurs nomades.

SÉCHERESSE SUR L'AFRIQUE

1. - Le drame de millions d'hommes et de bêtes
2. - Le Sahara s'étend-il ?

par Jean Dresch

JEAN DRESCH est professeur de géographie à l'Université de Paris et à l'École normale supérieure. Ses recherches l'ont conduit à étudier plus particulièrement les régions arides, l'Afrique du nord et l'Afrique noire, dans de nombreux articles et ouvrages dont « Les paysages tropicaux humides et la zone aride » (In « Géographie générale », Encyclopédie de la Pléiade, Ed. Gallimard, Paris 1966).

LA famine menace les troupeaux décimés, les pasteurs et les cultivateurs, contraints à émigrer dans tous les pays situés au sud du désert saharien, de la Mauritanie au Soudan. Elle menace jusqu'en Inde. Elle résulte d'une diminution prolongée des précipitations qui a été constatée jusqu'en Asie centrale, sur le pourtour entier du domaine aride qui s'étend du Sahara, désert tropical, aux déserts continentaux de l'Eurasie tempérée.

Certes, la sécheresse est ici normale et le monde vivant s'y est adapté. En Afrique, ces régions portent le nom arabe de Sahel, bordure, du désert comme de la mer, car ce n'est plus le désert. Des sols moins purement minéraux que les sols actuels du Sahara portent une végétation généralement ouverte, discontinue, de « steppes », d'arbres, arbustes et plantes annuelles, graminées ou autres familles.

Elle devient plus dense, plus riche

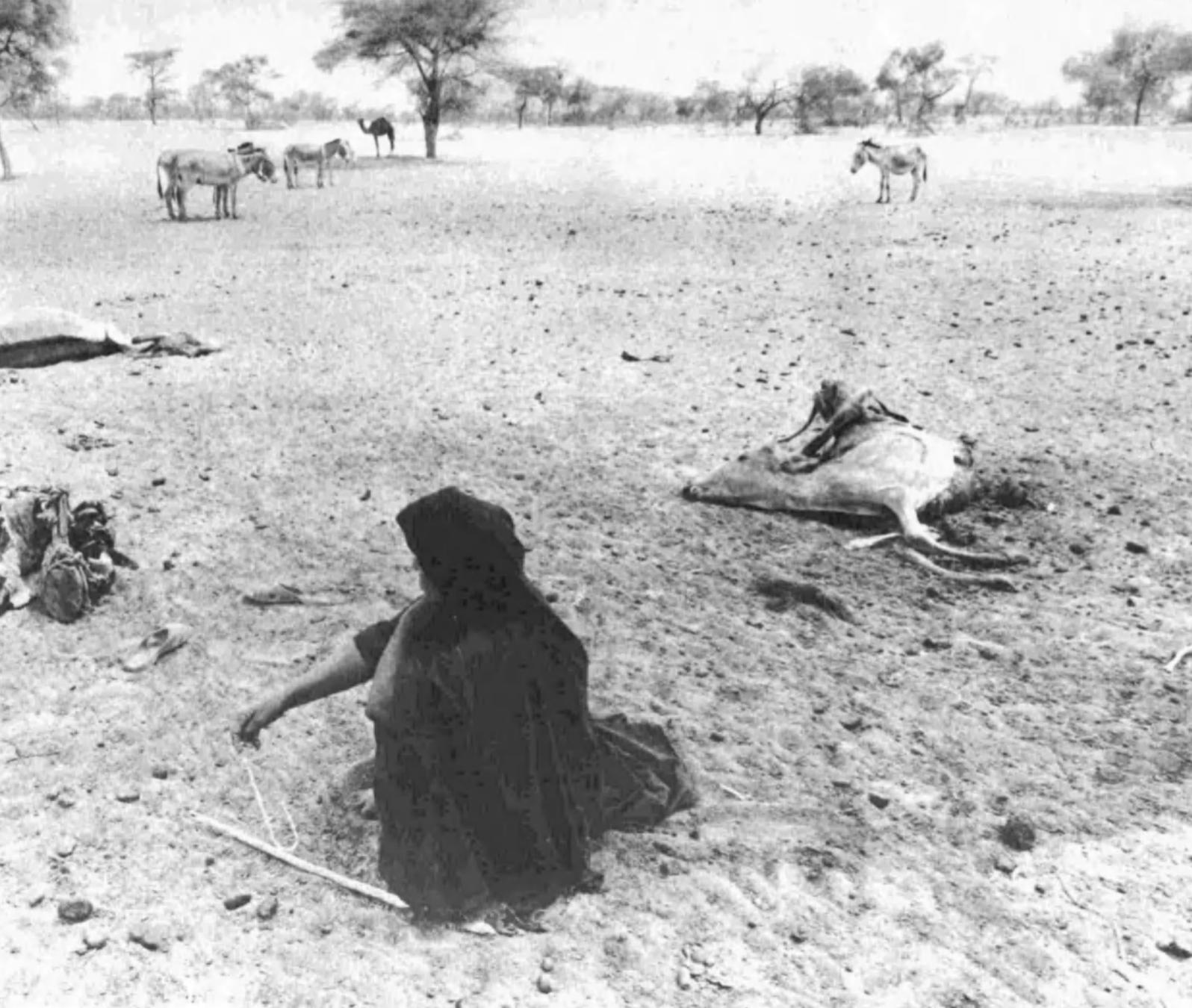
vers les basses latitudes, et se transforme en savane, formation fermée qui nourrit des herbivores, et par suite des carnivores de plus en plus nombreux, mais que peuvent désormais brûler les feux de brousse.

L'homme n'est plus contraint, comme au désert, soit à une vie nomade liée au dromadaire, soit à la vie recluse des oasis irriguées. Il peut élever bœufs et petit bétail. La culture devient possible sans irrigation.

On n'en est pas moins aux frontières du désert. L'homme et les autres êtres vivants suivent le rythme de deux saisons principales, l'une à peu près complètement sèche, la plus longue, l'autre, à la fois humide et chaude. Le Sahel subit en effet l'influence des cellules de haute pression tropicale, d'origine dynamique, qui séparent les zones de basse pression des basses latitudes de celles qui caractérisent souvent les latitudes moyennes. Ces

Photo Marie-Laure de Decker © Gamma, Paris





cellules de haute pression dirigent vers les basses latitudes des vents très réguliers et secs, les alizés continentaux, qu'on appelle harmattan en Afrique occidentale.

Les pluies suivent le déplacement apparent du soleil jusqu'au Tropique, pendant l'été boréal. Des masses d'air humide s'avancent ainsi, venues de l'océan Atlantique ou de la Cuvette congolaise avec des vents venus du sud, les alizés de l'hémisphère sud, mais déviés vers le nord-est quand ils passent dans l'hémisphère nord.

Ces masses d'air et vents, qu'on appelle moussons, rencontrent l'air sec tropical et les alizés (convergence intertropicale) et s'enfoncent sous eux en les soulevant.

C'est alors que se produisent des pluies, abondantes et durables vers le sud quand la masse d'air humide est épaisse, de moins en moins vers le nord où se produisent encore des per-

turbations, mais où les tornades d'air chaud en fin d'après-midi sont d'autant plus souvent sèches que la masse d'air humide s'amincit et perd davantage de son humidité.

Dans ces conditions, les précipitations diminuent comme la longueur de la saison humide, de 6 à 800 mm quand celle-ci dure cinq à six mois, 250 mm quand elle dure environ trois mois.

Plus la saison de pluie est courte, plus elle est irrégulière dans l'espace, dans l'année, d'une année à l'autre. Les pluies peuvent commencer plus tôt ou plus tard et durer plus ou moins longtemps.

En outre, les températures s'élèvent, elles aussi, avec le mouvement apparent du soleil, au point que les températures maximales moyennes dépassent 35 et 40° en avril-mai, sauf près de l'Océan. Si l'arrivée des pluies les fait baisser quelque peu, elles sont du

moins assez fortes pour déterminer dans la journée une évapotranspiration trois fois plus forte que pendant la nuit.

Il faut donc que les précipitations, pour être utiles à la végétation, soient non seulement assez abondantes au total, mais aussi assez intenses... Sans l'être trop, 20 à 25 mm en un ou deux jours en début de saison.

Les pluies ne sont donc pas toujours bien réparties au cours d'une année.

Et les années se suivent sans se ressembler. Et les bonnes années, parfois groupées, succèdent aux mauvaises qui, elles aussi, peuvent survenir en série. On se souvient d'années sèches groupées en 1910-1914, qui provoquèrent une vraie famine. Les années 1941-1942 ne furent pas meilleures.

Et les années sèches se suivent de nouveau depuis 1968, alors que la



Seules demeurent les cornes des bovins morts de soif, dont les carcasses se dessèchent sous le soleil d'Afrique (ci-dessous), tandis que de pitoyables rescapés tentent encore de paître le peu qui reste (à gauche). Depuis 1968, une longue zone au sud du Sahara subit une implacable sécheresse. Depuis l'année dernière, la famine et la mort y exercent leurs ravages. Au cours de l'été 1973 quelques chutes de pluie, en Mauritanie notamment, ont permis d'espérer que la catastrophe ne serait pas irrémédiable. A droite, dans un village du Tchad, deux enfants se désaltèrent à l'un des rares trous d'eau. Ci-dessous à droite, une femme de la Haute-Volta partage avec son âne sa ration d'eau.

Photo Brûle © Gamma, Paris



SÉCHERESSE SUR L'AFRIQUE

décennie 1951-1960 fut plus humide. Mais aucun rythme cyclique ne permet de prévoir les catastrophes.

Aussi bien cette irrégularité interannuelle de précipitations est-elle caractéristique du Sahel à plus grande échelle. Les connaissances sur l'évolution du climat au cours du Quaternaire sont de plus en plus précises. Elles révèlent des changements très amples, de périodes assez humides à des périodes très sèches pendant lesquelles les vents sahariens poussaient les dunes 200 à 300 km au sud des dunes vives actuelles ; changements plus brutaux que sur les bordures méditerranéennes du grand désert.

On a pu distinguer, par contre, plusieurs pulsations humides dont la dernière daterait de 6000, à 2300 avant aujourd'hui. Le Sahara tout entier fut alors plus arrosé. Des lacs étaient très étendus et il est probable que des populations noires ont, dans le Sahel, pratiqué l'agriculture.

L'élevage des bovidés s'est prolongé bien plus tard. Il a été remplacé par celui du cheval, puis du chameau. Mais, au Moyen Age encore, l'aridité n'était pas telle que des villages d'agriculteurs aient subsisté, dans l'Adrar mauritanien notamment. Les précipita-

tions devaient être de 400 à 450 mm, limite extrême des cultures sous pluie, le double des précipitations actuelles.

On a pu supposer que le dessèchement observé par la suite s'est accéléré depuis la fin du siècle dernier. On dit que les précipitations diminuent, que les puits s'assèchent, les crues des rivières sont plus rares et moins fortes, la végétation se dégrade, les animaux de chasse sont plus rares. Serait-ce la preuve que le climat lui-même devient plus sec ? Des oscillations sont historiquement constatées, encore inexplicables, mais pas toujours dans le même sens.

Au cours de la décennie 1950-1960, les pluies furent suffisantes pour accélérer la poussée vers le nord à la fois des pasteurs de bovins, de Peuls et de cultivateurs de mil. Les premiers recherchent des pâturages qu'ils disputent aux Sahariens obligés de fuir le désert pendant la saison sèche.

Les seconds colonisent le Sahel comme une frange pionnière, et à la recherche de terres neuves, qu'ils soient paysans noirs ou anciens Sahariens, souvent serviteurs de tribus nomades, en voie de sédentarisation.

Les conditions naturelles du Sahel sont donc connues et l'homme a su,

avec ses techniques archaïques, y adapter son économie, ses migrations.

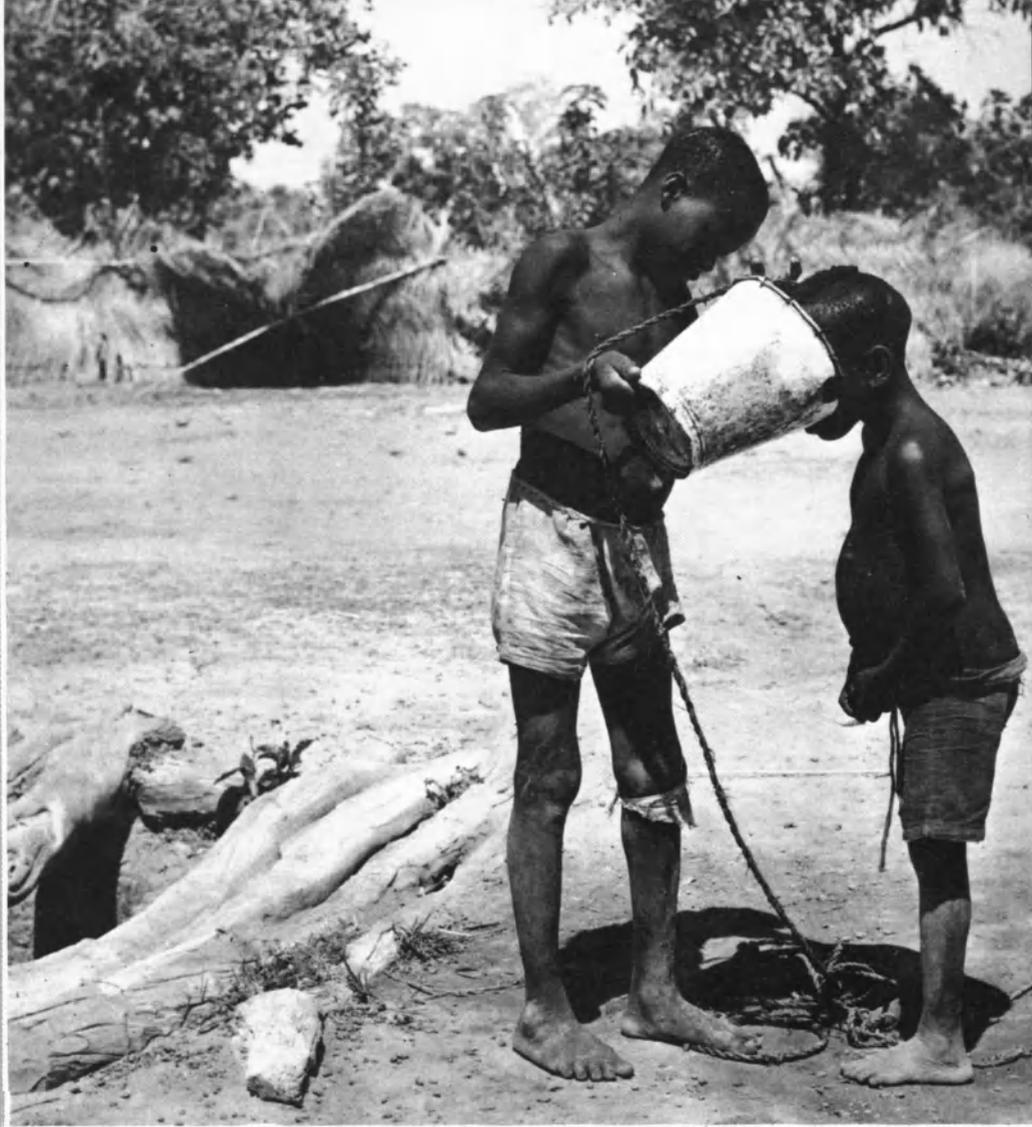
Aujourd'hui, il devrait être possible d'utiliser une meilleure connaissance scientifique du Sahel et des techniques modernes, non seulement pour secourir les victimes de la sécheresse, mais aussi pour la contrôler. Or, il faut bien reconnaître que les Sahels sont des régions très marginales pour l'économie internationale.

Les efforts de mise en valeur ont porté sur des régions plus méridionales, plus arrosées, où des cultures pouvaient être rentables sur les marchés extérieurs. Or ces cultures ne sont pas généralement vivrières, comme l'arachide et le coton ; elles n'ont pas, on le sait, enrichi les Etats et moins encore les paysans producteurs. Elles ont contribué à dégrader la végétation et par suite à aggraver la menace de sécheresse.

La croissance démographique a contraint les populations sahéniennes à augmenter leurs troupeaux, à cultiver de nouvelles terres. En période d'années sèches, surpâturation et défrichements renouvelés deviennent dangereux. Mais il faut vivre. Or les investissements dans ces régions marginales ont toujours été insuffisants. Des puits ont été forés, mais pas en

L'ENFER SEC

Photo Marie-Laure de Decker © Gamma, Paris

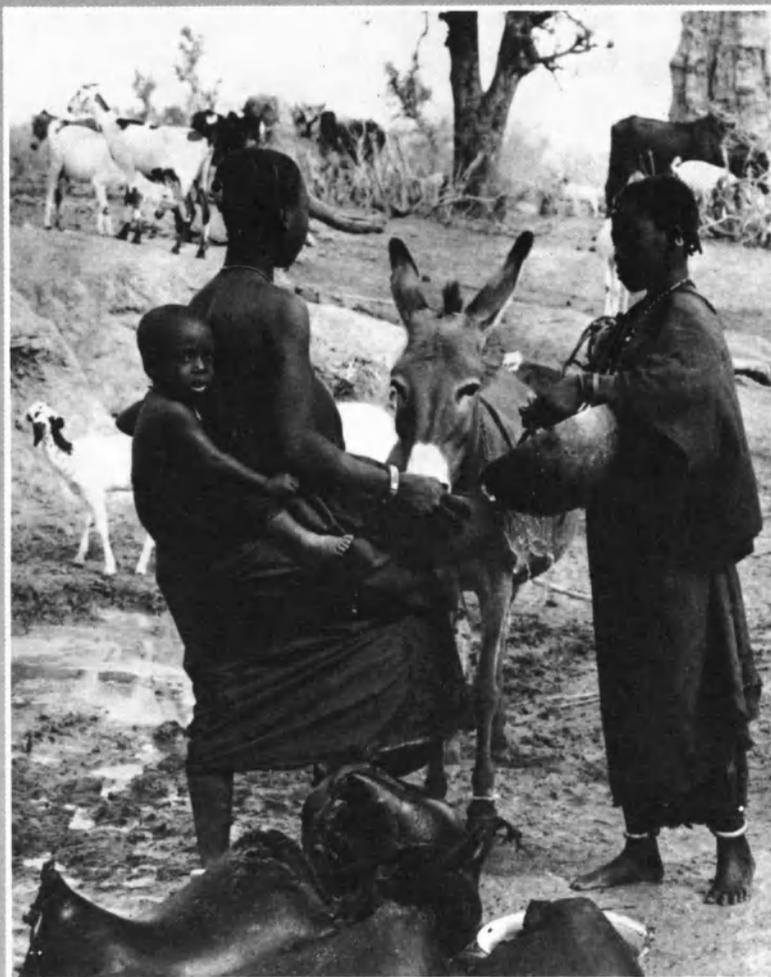


assez grand nombre, et il faut les entretenir.

Les pâturages peuvent être aménagés, contrôlés, améliorés : les expériences sont rares. Les ressources en eau, des nappes aquifères et plus encore des rivières, peuvent être mieux utilisées. Mais leurs aménagements restent souvent à l'état de projet.

Dans ce siècle finissant, il est possible de prévoir. A partir d'études scientifiques des conditions à la fois naturelles et humaines, il est possible de trouver des solutions. Encore faut-il le vouloir et consacrer les moyens suffisants, avant la catastrophe. ■

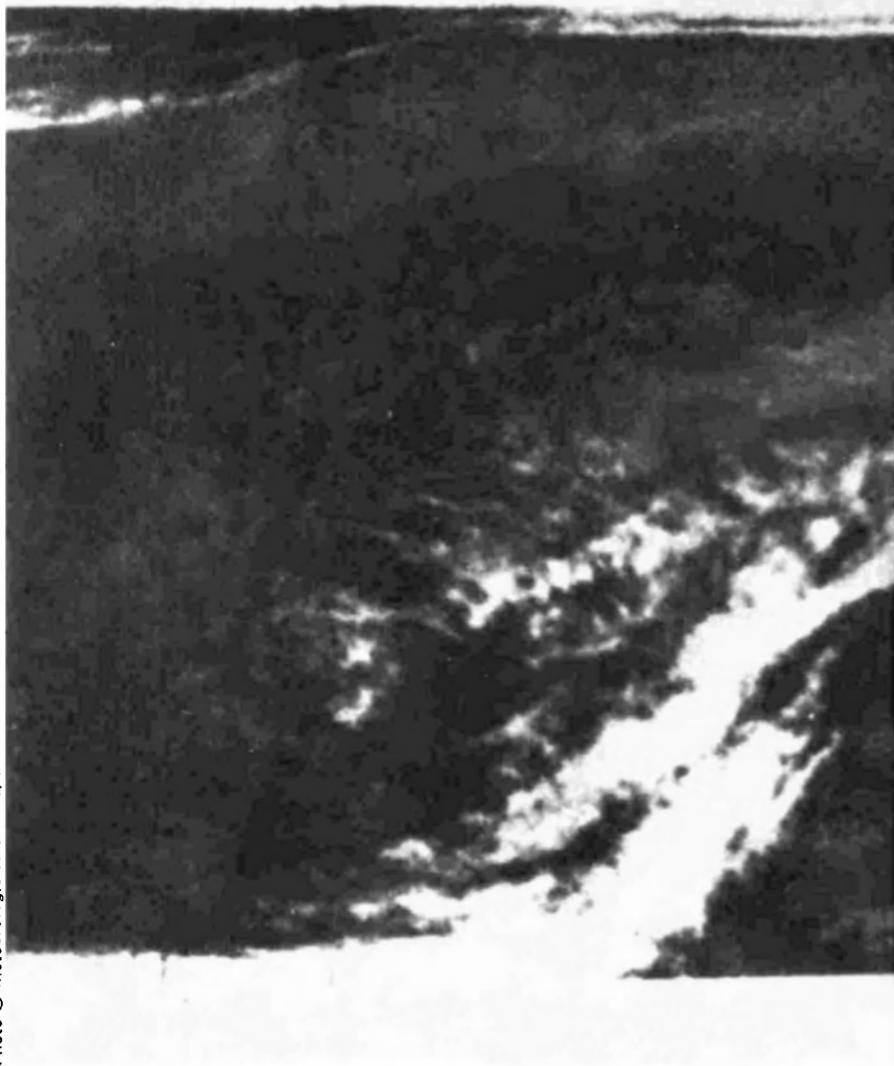
L'article que nous publions ci-dessus a paru également dans le premier numéro en français (mai 1973) de « Forum du Développement », nouveau mensuel en format de journal publié par le Conseil de l'Information économique et sociale (CIES) de l'ONU en trois langues : français, anglais et espagnol (en préparation). Ce journal, envoyé gratuitement à qui en fait la demande (CIES, Nations unies, Palais des Nations, CH-1211, Genève 10, Suisse) est consacré « à l'action des Nations unies dans le domaine économique et social » et surtout aux grands problèmes des pays en développement, les dépenses excessives consacrées aux armements, la répartition inéquitable des ressources, l'accroissement démographique et la dégradation de l'environnement.



Photos © C.I.R.I.C., Genève

Semblable à quelque horrible monstre mythologique s'élevant au-dessus des eaux, cette image photographique à l'infra-rouge montre des perturbations atmosphériques affectant une énorme région de l'Atlantique. La photo a été prise à l'altitude de 800 km par le satellite météorologique Nimbus 2. L'étude de la circulation générale de l'atmosphère effectuée dans le cadre du Programme de Recherche sur l'Atmosphère Globale (GARP) par l'Organisation météorologique mondiale permettra aux prévisions à long terme d'être bien plus sûres.

Photo © Météorologie Nationale, Paris



FACE AUX GRANDS DÉSASTRES NATURELS

Comment améliorer les prévisions qui, jusqu'ici, ne s'étendent pas au-delà d'un mois ou d'une saison ?

par **Jerome Namias**

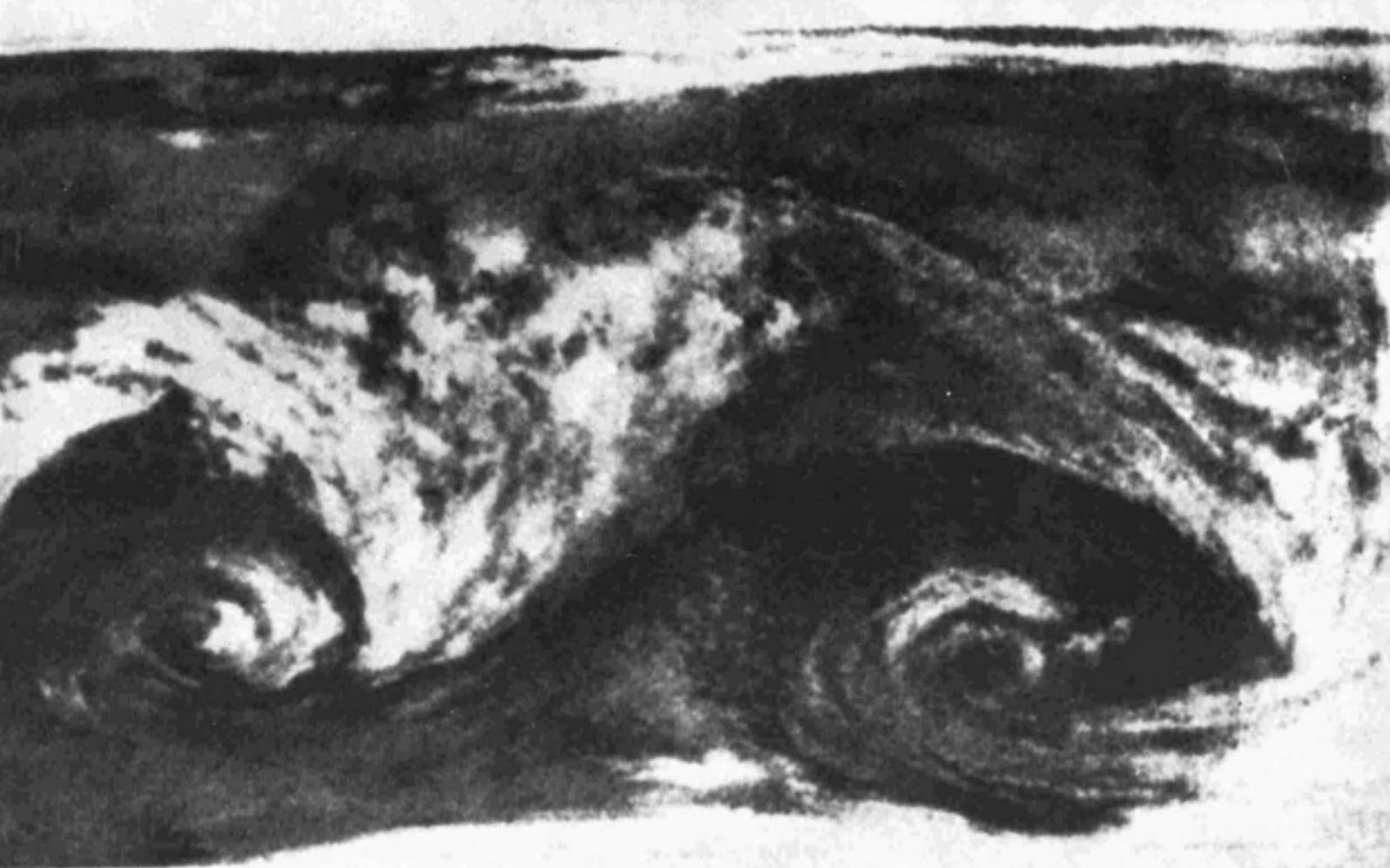
JEROME NAMIAS, météorologiste et chercheur à la Scripps Institution of Oceanography à La Jolla, Californie, est, dans son domaine, l'un des savants les plus écoutés d'Amérique. Ses recherches météorologiques lui ont valu de nombreuses distinctions et il est réputé pour avoir élaboré un système de prévision climatique étendu à un mois.

48

EN cette ère de communication instantanée, tout le monde est informé rapidement des catastrophes météorologiques : inondations, sécheresses, tornades et cyclones tropicaux. Certains de ces phénomènes, les deux derniers par exemple, peuvent être annoncés environ un jour à l'avance, ce qui permet de sauver des vies et des biens. D'autres sont plus insidieux. La sécheresse se développe pendant des mois, des saisons, parfois des années ; elle entraîne famine, effondrement économique et fait ainsi plus de mal aux hommes que les catastrophes soudaines. Ces désastres insidieux, à long terme, peut-on les prévoir ? Si la réponse est non, y a-t-il un espoir pour l'avenir ?

Nous avons tous appris les ravages provoqués par les catastrophes naturelles du proche passé — la sécheresse qui a dévasté la Russie en 1972, celle qui frappe actuellement les régions sub-sahariennes, en particulier le Mali, la Mauritanie et la Haute-Volta — elle dure depuis plusieurs années et paraît s'être aggravée (voir art. page 44). Enfin, les sécheresses saisonnières qui peuvent atteindre une partie ou l'autre de l'Inde et de l'Australie ; ou encore la « Seca » qui frappe parfois le nord-est du Brésil.

Côté mouillé, nous avons les inondations de juin 1972 dans l'est des Etats-



Unis, en partie liées à l'ouragan « Agnès », la tempête la plus coûteuse de toute l'histoire de ce pays. Nous rappelons aussi les inondations tragiques de Florence en 1966. Ce n'est là qu'un échantillon d'événements spectaculaires extraits des annales.

Depuis des temps immémoriaux, il arrive ainsi à la nature d'entrer en crise et de rendre évident le fait que le climat varie. Pourquoi se comporte-t-elle ainsi ? Malheureusement, l'homme le comprend encore mal. Il ne sait donc pas encore prévoir ces événements de façon valable.

Météorologistes et climatologistes ont pourtant fait de grands progrès dans leur étude depuis quelques dizaines d'années. La Veille Météorologique Mondiale et le projet GARP qui doit la compléter (voir page 9), nous promettent une compréhension bien meilleure des phénomènes et peut-être des possibilités de prévision sérieuse à long terme.

Actuellement, la prévision scientifique à long terme ne va pas au-delà du mois ou, au mieux, de la saison. Ce sont des prévisions d'ordre général : il s'agit surtout de dire si les pluies seront plus fortes, moins fortes que la moyenne d'une longue période, ou proches de la normale, ceci dans des régions étendues.

On se demande si ces régions auront des températures inférieures, égales ou

supérieures à la normale. Pour la plupart, les méthodes employées ne sont pas assez précises pour indiquer le commencement ou la fin des grandes sécheresses, celles qui durent plus d'une saison et peuvent s'étendre sur des années. Elles ne le sont pas non plus assez pour prévoir les pluies persistantes, exceptionnelles, qui provoquent les inondations.

Examinons quelques-uns des facteurs associés à la sécheresse : ils permettent de saisir ce qu'a de complexe le fonctionnement de l'atmosphère à long terme. La cause immédiate de la sécheresse est le mouvement descendant des masses d'air. Ce mouvement est de l'ordre de quelques centaines de mètres par jour. Il a pour effet de réchauffer l'air en le comprimant, la pression croissant à mesure que l'on se rapproche du sol — pour la même raison qu'une pompe de bicyclette en action se réchauffe.

Pendant la descente, la quantité absolue de vapeur d'eau contenue dans une parcelle d'air ne change pas, mais en fait l'humidité relative diminue : l'air plus chaud est capable de retenir davantage d'humidité. Ainsi les nuages ne peuvent-ils se former, ou s'il s'en forme, ils sont très vite dissipés.

Les zones sur lesquelles dominent ces mouvements descendants de l'air, ou subsidences, représentent environ 5 millions de km² : davantage que l'Eu-

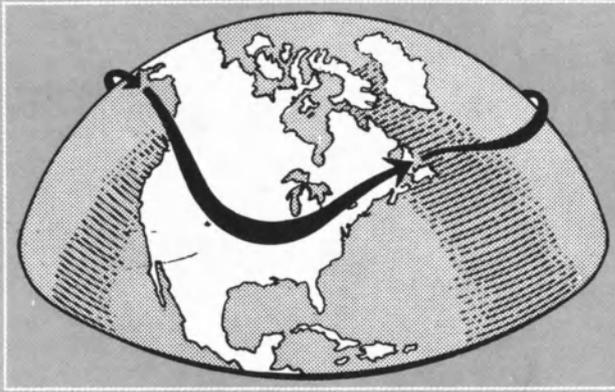
rope de l'Ouest. Inversement, quand l'air monte, le refroidissement conduit à accroître l'humidité relative ; des nuages apparaissent ; il peut pleuvoir.

Les types de circulation atmosphérique qui provoquent cette subsidence ou cette ascension sont liés à des ondulations horizontales dans le courant d'ouest en est qui prédomine aux latitudes tempérées. C'est à des altitudes comprises entre 3 et 15 km que ces ondulations apparaissent le mieux.

A ces hauteurs, les vents d'ouest se tordent, dessinent vers le pôle ou l'équateur des « ventres » que l'on appelle respectivement crêtes ou creux, vastes méandres qui font penser à des sinusoïdes. Il peut y avoir cinq ou six de ces ondulations dans un hémisphère au même moment. Les subsidences de l'air se produisent surtout dans les crêtes (les ondulations vers le pôle), les ascensions dans les creux.

Ces phénomènes planétaires peuvent évidemment s'observer sur la carte météorologique d'un jour donné ; mais ils apparaissent aussi sur les cartes des moyennes portant sur un mois entier, une saison — et même une année ou plusieurs ! La raison en est à rechercher dans la persistance et le retour de phénomènes anormaux au-dessus des mêmes régions.

S'il s'agit de « crêtes », alors tout est en place pour une subsidence persistante des masses d'air, pour l'absence



Dans les couches supérieures de la troposphère, à plusieurs kilomètres au-dessus du niveau de la mer, d'étroits courants d'air se déplacent à grande vitesse d'une manière sinueuse et irrégulière tout autour du globe en direction de l'est. Au début du siècle déjà on soupçonnait la présence de ces courants, mais c'est l'avènement de l'aviation à haute altitude, dans les années 40, qui a confirmé l'existence de de ces « courants-jets » (jet-stream) comme on les appelle. C'est dans les latitudes moyennes que ces courants sont les plus forts. Au-dessus de l'hémisphère sud, ils soufflent presque toujours de l'ouest. Dans l'hémisphère nord, l'influence des continents produit quelques perturbations et ils soufflent parfois de l'ouest-sud-ouest au-dessus des océans Atlantique et Pacifique, et de l'ouest-nord-ouest au-dessus de l'Amérique du Nord, de l'Europe et de l'Asie. En haut, diagramme d'un courant-jet entourant l'hémisphère nord. Un tel courant atteint généralement sa vitesse maximale à une altitude de 9 à 12 000 mètres. Il souffle normalement à 190 km à l'heure,



Photo © Vincent Schaefer, New York

FACE AUX GRANDS DÉSASTRES NATURELS (Suite)

de pluie et la sécheresse. S'il s'agit de « creux », tout est en place pour que l'air monte, que des nuages se forment et pour qu'il pleuve.

Déterminés de façon statistique, ces crêtes et ces creux ne se produisent pas n'importe où, n'importe comment. Ils se disposent souvent d'une façon qui fait penser aux éléments interconnectés d'un vaste mécanisme. Lorsqu'une crête domine dans le flux d'ouest, sa position implique l'existence de creux situés de part et d'autre, et souvent celle d'autres crêtes au-delà de ces creux.

Ce type de relations est à peu près compris des météorologistes, aussi bien par la théorie que par l'expérience. Mais pour quelles raisons ces crêtes ou ces creux apparaissent-ils ? Pourquoi y en a-t-il ce nombre ? Une réponse à ces questions représenterait un progrès substantiel.

Les recherches entreprises pour prévoir sérieusement le temps à long terme semblent se réduire actuellement

à l'étude de deux grandes possibilités, l'une et l'autre intéressant un domaine extérieur à l'atmosphère. Selon la première, les ondulations anormales du flux d'ouest sont engendrées et entretenues mais comment ? on l'ignore — par des événements extra-terrestres, par exemple les fluctuations de l'activité solaire.

Selon la seconde, ces phénomènes sont engendrés et entretenus par des changements qui se produisent à la surface même de la Terre : modifications dans les quantités de neige et de glace, en particulier sur les continents, ou encore changements de température dans la couche supérieure des océans.

Tous ces phénomènes de surface évoluent beaucoup plus lentement que les turbulences de l'atmosphère ; ils peuvent ainsi constituer une sorte de mémoire permettant aux vents et aux régimes anormaux de se maintenir et de se rétablir périodiquement. Les météorologistes sont aujourd'hui plus

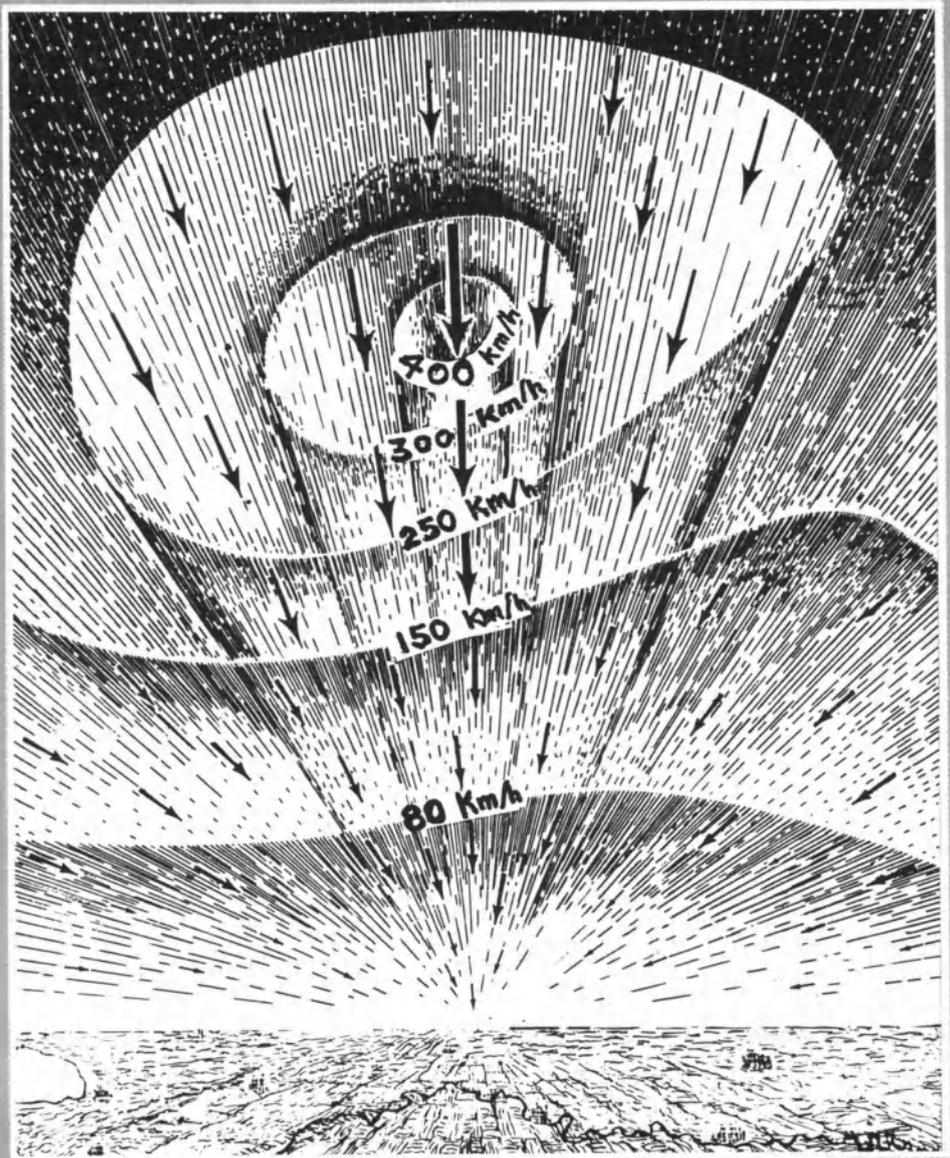
enclins à épouser cette seconde hypothèse. Beaucoup pensent qu'il faut d'abord étudier le système terre-atmosphère-océan aussi complètement que possible, avant de s'attaquer à l'action du soleil.

Il existe, bien sûr, une autre possibilité — qui n'est pas, espérons-le, une probabilité : à savoir que l'atmosphère et les vents de la Terre sont soumis aux caprices de forces très faibles, échappant à toute mesure. Alors le hasard seul déterminerait la forme que prendrait l'atmosphère un mois ou une saison plus tard... Heureusement, les météorologistes ont des raisons de penser que la nature ne joue pas aux dés avec eux.

Le flux d'ouest ne se borne pas à onduler ; il peut changer aussi de position en latitude. Sa partie centrale peut se trouver certains hivers 10 à 15° plus au sud que d'autres. De nombreuses tempêtes en résultent dans les zones subtropicales, alors que les latitudes plus élevées n'en ont prati-

de haute altitude

mais peut atteindre des vitesses supérieures à 500 km à l'heure. Plusieurs courants distincts soufflent à des vitesses différentes de long de l'axe d'un courant-jet, la plus grande vitesse étant atteinte au cœur du courant (voir le diagramme à droite). Le long de l'axe d'un courant-jet, les différences de vitesses du vent peuvent atteindre, voire dépasser 160 km à l'heure. Parfois, un courant-jet se divise en deux courants principaux de vents très violents, séparés par une distance considérable. Ces courants-jets sont d'une grande importance pour l'aviation et la météorologie. Il est, en effet, d'usage courant dans l'aviation moderne d'utiliser ces puissants courants d'air. En se servant d'un courant-jet, un avion peut réduire de moitié la durée d'un vol longue distance tout en économisant beaucoup de carburant. Dans la prévision du temps, les courants-jets revêtent une grande importance car certains types de tempêtes se produisent le plus souvent au-dessous d'eux. A gauche, cirrus de haute altitude étirés et emportés par un courant-jet.



Dessins © U.S. Dept. of Commerce Weather Bureau, Washington, D.C., tirés de « The Jet Stream » Aviation Series N° 3

quement pas. De telles oscillations paraissent associées avec de grands changements du temps sous les tropiques, et même avec des interactions entre les deux hémisphères. Selon une idée récente, l'atmosphère tropicale serait contrainte à un comportement anormal par les variations des températures océaniques le long de l'équateur. Ces variations, par un système de relations complexes, agirait aussi sur le régime du flux d'ouest aux latitudes moyennes.

Inversement, on a quelques raisons de penser que les systèmes tropicaux, y compris les températures océaniques le long de l'équateur, subissent eux-mêmes fréquemment l'action des événements qui se produisent aux latitudes moyennes et subtropicales. Le plus probable est que les influences et les rétroactions s'exercent dans les deux sens. La question de la cause première fait alors penser à celle de l'œuf et de la poule : elle ne peut recevoir de réponse satisfaisante. Ce n'est pas

pour cela que la prévision à long terme cessera de progresser : on a l'habitude des « relations complexes » dans ce domaine.

Pour en revenir à certains des événements anormaux cités au début de cet article, les connexions suivantes ont pu être mises en évidence.

La sécheresse de 1972 en Russie était liée à la présence d'une crête persistante et accusée en altitude cet été-là et l'hiver précédent. Cette crête a pu être elle-même engendrée par un creux très net affectant les îles Britanniques, par un autre creux au-dessus de l'Atlantique, et par des températures anormales en surface de l'Atlantique nord (anormales froides au nord, chaudes au sud).

En Afrique sahélienne, la sécheresse paraît liée à une défaillance de la zone de convergence tropicale (le mécanisme qui fait monter de grandes masses d'air aux tropiques). La zone de convergence ne se serait pas déplacée vers le nord pendant les saisons de

pluies. Cette défaillance peut avoir été due au régime des vents dans les latitudes tempérées, entre autres.

Les inondations associées à l'ouragan Agnès dans l'est des Etats-Unis — et peut-être aussi les pluies dues aux ouragans précédents — semblent s'être produites dans une zone vulnérable, zone de creux séparant deux crêtes dont la plus accusée se trouvait au-dessus de l'Atlantique moyen. Cette crête était sans doute liée à celle qui a directement provoqué la sécheresse d'été en URSS.

Ces conclusions ne s'appuient certes pas sur la physique et le calcul. Mais des modèles mathématiques et physiques seront peut-être développés grâce à l'effort planétaire que représentent le GARP et la Veille Météorologique Mondiale. Des milliards d'observations, des ordinateurs ultra-rapides : il n'en faudra pas moins pour découvrir les secrets du temps. Un des deux problèmes les plus difficiles que le monde ait aujourd'hui à résoudre... ■

SOUS L'ŒIL DU CYCLONE

Un premier système d'alarme existe à présent, mais... encore des années de lutte en perspective

par Peter Rogers

C'EST à juste titre que le cyclone tropical a été défini comme la tempête la plus violente de la terre. Nés des eaux chaudes des océans tropicaux, les cyclones, à travers les siècles, ont prélevé un terrible tribut de vies humaines et causé de monstrueux ravages. Dans la longue liste des désastres météorologiques dont souffre l'humanité, ils sont responsables de 80 % des morts.

Qu'est-ce qu'un cyclone tropical ? On peut le décrire comme un gigantesque tourbillonnement d'air dont la spirale est dirigée vers le centre, là où la pression est la moindre. Cette région, « l'œil » du typhon, n'est que légèrement agitée. Elle peut même être calme.

Autour de « l'œil » se forme une masse nuageuse explosive, en même temps que de l'air tropical humide

s'échappe en une colonne montante qui atteint jusqu'à 40 000 pieds de haut (soit 12 km). C'est la région des vents les plus forts, dont la vitesse, dans un cyclone entièrement formé, peut excéder 370 km à l'heure.

Les effets du cyclone peuvent être ressentis à 500 kilomètres de « l'œil ». Leur violence diminue progressivement à partir du centre.

Le météorologue classe les cyclones selon leur intensité. Il les appelle « dépressions tropicales » lorsque la vitesse des vents ne dépasse pas 60 km/heure, « tempêtes tropicales » jusqu'à 115 km/heure et « ouragans » lorsque les vents sont encore plus violents. Des étendues considérables sont soumises à des vents violents et des chutes de pluies intenses et prolongées causent des inondations et d'immenses dégâts.

Pour le profane, il y a souvent confusion entre les cyclones tropicaux, les ouragans et les typhons. Il s'agit, en fait, du même phénomène. Aux Caraïbes, on leur donne surtout le nom d'ouragans. Dans le Pacifique nord-ouest, celui de typhons.

Les cyclones tropicaux se produisent aussi au sud-ouest de l'océan Indien dans la baie du Bengale et dans la mer d'Oman, ainsi que dans certaines régions du Pacifique Sud et autour des côtes au nord de l'Australie.

Il y a de nombreux exemples historiques de cyclones tropicaux particulièrement meurtriers et destructeurs. Il n'est d'ailleurs pas besoin de remonter très loin car le cyclone le plus violent qui ait peut-être jamais existé a frappé ce qui est maintenant le Bangladesh

dans la nuit du 12 au 13 novembre 1970.

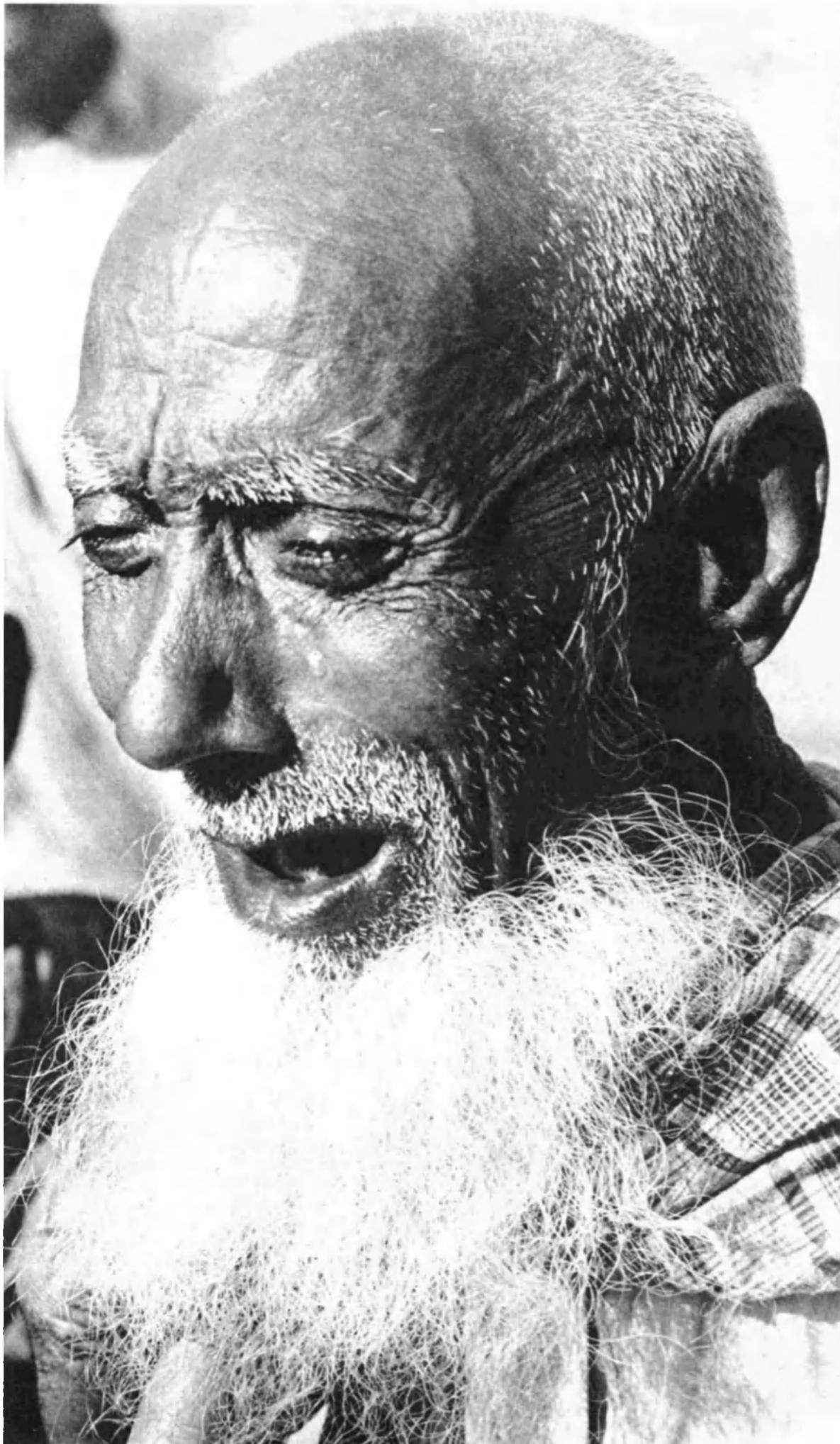
Le raz de marée provoqué par une basse pression barométrique conjuguée à des vents d'intensité « ouragan » s'est trouvé resserré par la bande côtière et les hauts fonds, et, quand elle eut déferlé sur les îles au large de la côte et sur la bande côtière basse, elle avait fait 300 000 victimes.

Des catastrophes de cette ampleur suscitent invariablement l'indignation de l'homme. Il sent fortement que la nature doit être domptée ; qu'on ne doit pas lui permettre de se déchaîner de la sorte. L'homme a toujours résisté aux colères de la Nature. Trop souvent en vain. Pouvons-nous intervenir contre les cyclones tropicaux ? La réponse à cette question est un « oui » catégorique.

Bien que nous soyons encore loin d'avoir découvert comment dominer leur fureur, des précautions raisonnables ainsi qu'un système d'avertissement efficace peuvent sauver bien des vies et limiter les ravages. En fait, on estime que 80 % au moins des vies humaines peuvent être sauvées. Bien que le coût des dégâts ait tendance à augmenter régulièrement dans la plupart des pays, on peut cependant les réduire à un minimum.

Par exemple, un code de construction n'augmentant le prix de revient des bâtiments que de 6 % peut réduire les dégâts de 60 % quand on a affaire à des vents prolongés d'une vitesse de 130 nœuds (235 km/heure). Il n'est, en revanche, pas possible, sur le plan économique, de construire avec efficacité lorsque les vents dépassent 150 nœuds (273 km/heure).

PETER ROGERS est spécialiste des cyclones tropicaux à l'Organisation Météorologique Mondiale. Dans le cadre du programme spécial de la Veille Météorologique Mondiale, il s'est surtout occupé des projets de l'OMM visant à réduire les ravages causés par les cyclones et est associé au Comité d'étude des Typhons pour les pays du Sud-Est asiatique, créé en 1968.



BANGLADESH RAVAGÉ

Le cyclone tropical qui a ravagé le Bangladesh en novembre 1970 a été l'un des plus meurtriers de ce siècle. Ici, un vieil homme du Bangladesh pleure la perte des siens emportés par le désastre.

Photo Henri Bureau © Gamma, Paris

SUITE PAGE 54



Photo OMM



BANGLADESH (suite de la page 53)

Les collines du salut

Près d'un demi-million de personnes ont trouvé la mort dans le cyclone qui s'est abattu sur le Bangladesh dans la nuit du 12 au 13 novembre 1970. Bien de ces vies auraient pu être sauvées si les communications avaient été meilleures et si une chaîne de collines artificielles ou « killas » (en bas à droite) avait existé. Construites maintenant avec l'aide de la Croix-Rouge, hommes et bétail y trouvent refuge en cas d'inondation. Des photos comme celle-ci (ci-dessus), transmise par le satellite ITOS 1 à 9 h 57 le 10 novembre 1970, montrent à l'évidence la formation d'un cyclone sur le golfe du Bengale se dirigeant rapidement

vers le nord-nord-est. Mais il semble qu'il était déjà trop tard pour alerter à temps les habitants des villages disséminés le long des côtes plates du Bengale, de façon qu'ils puissent fuir l'énorme marée de tempête qui arrivait avec le cyclone. Ne sachant où fuir (en haut), la plupart des victimes sont mortes par noyade. Les dommages matériels (en bas à gauche) furent énormes, laissant les survivants privés de leurs moyens de subsistance et entièrement dépendants, pour de longs mois, des secours recueillis lors d'une vaste campagne internationale de solidarité (à droite en haut).

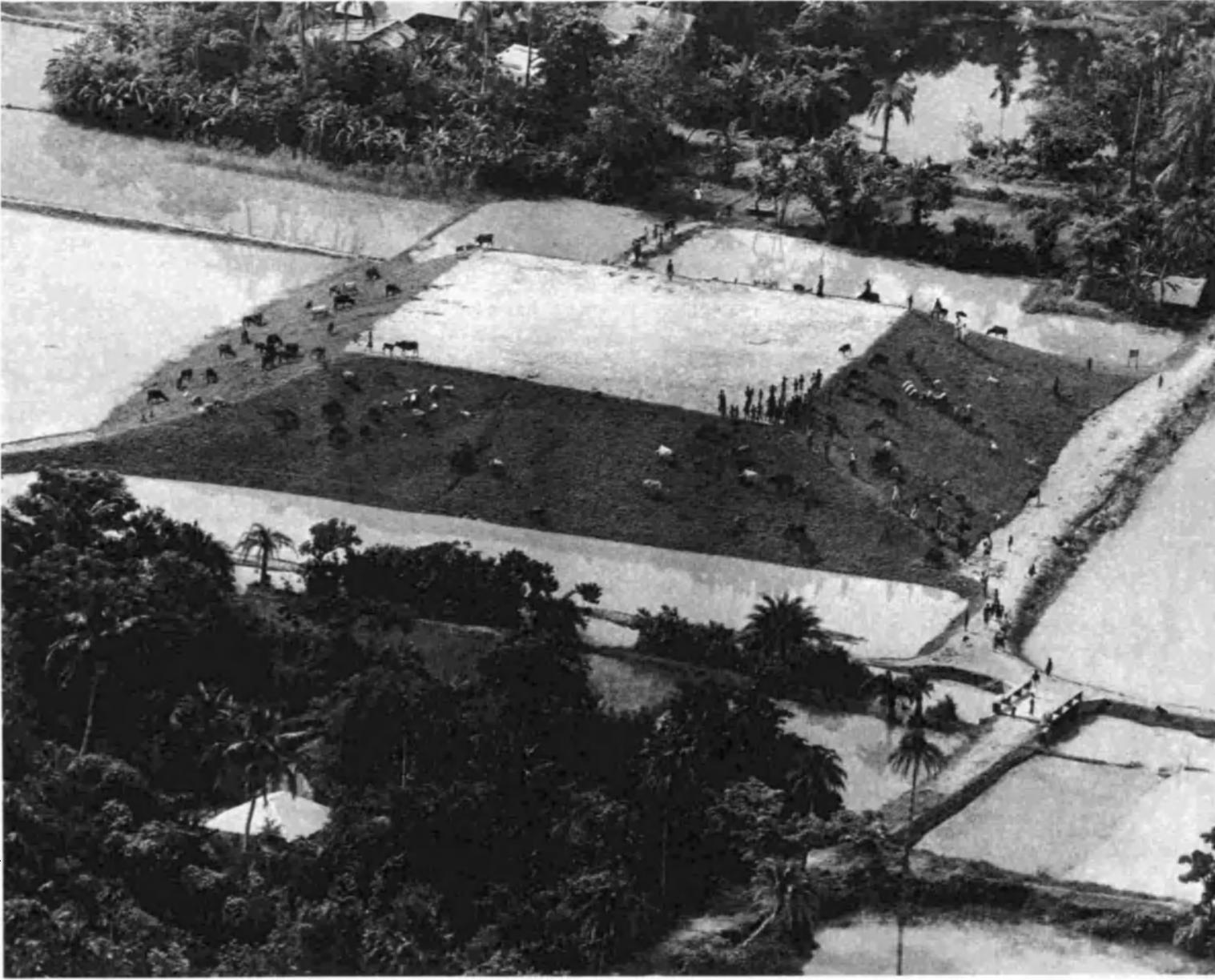
Photo Marilyn Silverstone © Magnum, Paris



Photos Ch. Simonpietri © Gamma, Paris



Photo Jean Mohr, Croix-Rouge, Genève



Face au danger, nécessité d'une campagne d'éducation

Il convient également d'établir un système d'alerte très élaboré, assorti d'une coopération des plus étroites entre tous ceux qui ont la responsabilité de préparer la population à l'éventualité d'un désastre, et de prévoir les secours et la reconstruction.

Le premier pas consiste naturellement à détecter et à suivre la marche des cyclones, ainsi qu'à prévoir à quel endroit il frappera. Il faut aussi calculer ses effets possibles en termes de vent, d'intensité des chutes de pluie et d'inondation.

Les satellites placés sur orbite terrestre et plus spécialement les satellites géo-stationnaires ont soulagé le météorologue du problème ardu qui consistait à détecter la formation d'un cyclone, au-dessus de l'Océan, à des distances telles qu'elles ne permettent d'obtenir que fort peu d'informations. La position précise du centre du cyclone, par exemple, est parfois difficile à établir, mais les progrès constants de la technologie devraient résoudre ce problème.

Les parcours de cyclones sont éminemment irréguliers. Dans une prévision de vingt-quatre heures, une erreur de 10° sur le parcours peut signifier que le cyclone s'abattra sur la côte à plus de 100 milles marins (soit environ 185 km) de l'endroit prévu.

La surveillance par satellite, par les avions de reconnaissance spécialement équipés et, enfin, par le radar de 10 cm destiné à annoncer la tempête peut, lorsque le cyclone est encore à 300 ou à 400 kilomètres de distance, donner l'assurance que son approche de la côte est étroitement contrôlée.

UN système météorologique utilisant les moyens technologiques modernes est donc une condition préalable pour la prévision précise du déplacement et du développement d'un cyclone et du résultat des avertissements donnés.

Mais la meilleure prévision est inutile si aucune action ne vient l'appuyer. Des plans détaillés à l'échelon national doivent être soigneusement préparés, afin que tous les responsables de la sécurité des vies humaines et des biens sachent exactement quelles mesures appliquer lorsque l'alerte est donnée.

Il est, avant tout, vital que l'alerte atteigne en temps voulu ceux qui sont menacés par le cyclone ; les gens doivent aussi savoir comment se protéger, eux et leurs biens, et comprendre pleinement quels risques ils courent. Une campagne vigoureuse d'éducation publique est le seul moyen d'y parvenir. Elle doit être recommencée

avant chaque saison de cyclones si l'on veut que les leçons ne soient pas oubliées.

Les offices techniques et les organismes sociaux doivent collaborer de la façon la plus étroite pour que l'ensemble du système fonctionne efficacement. La population ne saurait être bien protégée de l'agression d'un cyclone tropical si les responsabilités ne sont pas bien coordonnées.

En dernier ressort, le succès ou l'échec du système d'alarme dépend de son chaînon le plus faible. L'homme lui-même. Une prévision précise, un système de prévention bien agencé, et tous les moyens qu'offre la technologie sont de peu de poids si la réaction des individus n'est pas en prise directe avec les réalités.

Chaque cyclone apporte une moisson d'anecdotes démontrant l'infinie diversité de réactions humaines à la menace d'un désastre. L'âge, l'état de santé, l'éducation, la situation de famille, l'expérience d'un autre cyclone, et maints autres facteurs, jouent leur rôle, mais un rôle si complexe qu'on ne peut en tirer aucun modèle de comportement auquel se conformer en cas de futures catastrophes. L'ingénieur aérospatial du Texas peut se révéler aussi obstiné que le paysan bengali et refuser de quitter sa maison malgré tous les avertissements.

Les autorités n'ont, en général, pas le pouvoir de contraindre les gens à évacuer les secteurs menacés. Et cependant la pression qu'exerce une population qui s'accroît constamment oblige cette population à se fixer dans les régions côtières ou rurales basses, exposées aux raz de marée.

La potentialité de pertes en vies humaines augmente dans beaucoup de régions à cyclones et ne peut être inversée que par l'application inflexible de sévères contrôles. On n'a pas encore fait grand-chose dans ce sens et même le fait de prévoir des voies d'évacuation satisfaisantes est fréquemment négligé.

Dans certaines régions telles que le Bangladesh, l'évacuation des îles basses peut se révéler impossible. On y a construit, dans le cadre d'un projet patronné par la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge, des « killas », monticules de terre d'environ vingt pieds de haut (quelque 7 mètres), destinés à servir de refuge à la population locale. Des mesures relativement simples de ce genre peuvent réduire considérablement les pertes en vies humaines car, lorsque survient un cyclone, 90 % d'entre elles sont dues aux noyades.

Malgré leur violence, les vents sont, en effet, relativement peu meurtriers. Les objets propulsés à des vitesses énormes constituent la plus grande menace, mais on peut s'en défendre en se mettant à l'abri d'une construc-

tion robuste, à condition de n'en sortir qu'une fois le danger passé.

L'« œil » de la tempête, avec ses vents légers, ne doit pas être considéré comme le signe que l'on n'a plus rien à craindre. Après une courte accalmie, le vent se met à souffler de plus belle, dans la direction opposée. D'où la nécessité évidente d'une sérieuse éducation du public.

Comment ces mesures sont-elles prises dans la quarantaine de pays du monde qui subissent les cyclones tropicaux ? Certes, ces problèmes se sont posés depuis des siècles, mais ce n'est qu'assez récemment que l'homme a conscience du pouvoir qu'il a de réduire les pertes et d'empêcher que les dégâts dus aux cyclones ne se repercutent sur l'économie nationale.

DANS la plupart des pays, un système d'avertissement a été créé pour affronter cette éternelle menace, mais il n'est pas partout suffisamment développé pour être tout à fait efficace.

En 1966, l'OMM, en étroite collaboration avec la Commission Economique des Nations Unies pour l'Asie et l'Extrême-Orient, a entrepris d'aider ces pays. Le besoin urgent de réduire l'impact des typhons sur l'économie des pays en voie de développement du Sud-Est asiatique a entraîné la formation, en 1968, d'un Comité des Typhons.

Sept pays (Japon, République de Corée, Hong Kong, Philippines, Laos, Thaïlande et République Khmère) sont groupées dans ce Comité, dans le but de mettre sur pied un programme commun pour aider à la réduction des ravages causés par les typhons, tant en ce qui concerne les vies humaines qu'en ce qui concerne les dommages matériels. Ce programme comporte l'équipement météorologique et hydrologique des pays membres, destiné à améliorer la prévision des typhons et les systèmes d'alerte, la formation de spécialistes et la recherche scientifique, l'entraînement des populations et les précautions à prendre pour éviter les désastres.

Cinq ans ont passé depuis la mise en œuvre de ce programme et des progrès substantiels ont été faits dans les pays représentés au sein du Comité des Typhons. Des moyens technologiques tels que l'équipement qui permet d'enregistrer les informations transmises par satellite, le radar, le matériel de mesure des pluies et des courants, servent de vigiles dans le combat contre ces fléaux naturels.

Les télécommunications de plus en plus rapides transmettent des données vitales à tous les pays intéressés, et

la formation de techniciens, dans chacun de ces pays, est une garantie de prise de conscience en ce qui concerne les divers moyens scientifiques mis à la disposition des populations menacées.

En mars de cette année, l'OMM et la Commission Economique des Nations Unies, avec le concours des Sociétés de la Croix-Rouge, ont envoyé leurs trois représentants à Hong Kong, en Corée et en Thaïlande. Cette équipe de trois hommes était chargée d'établir une coopération plus serrée entre les divers organismes nationaux et de préparer un programme d'action commune. C'est la première fois que l'on prend une initiative de ce genre. Elle stimulera sans aucun doute la volonté de coordonner les efforts dans la lutte contre ce fléau.

Les activités de pointe du Comité des Typhons suscitent dans d'autres régions tropicales un intérêt croissant. Conséquence directe : deux autres groupes régionaux ont été créés, l'un pour la baie du Bengale et la mer d'Arabie, l'autre pour le sud-ouest de l'océan Indien. Bien qu'ils n'en soient qu'au début de leur tâche, il est permis d'espérer que les mesures prises dans les pays déjà réunis dans le Comité des Typhons seront également efficaces dans ces régions.

Le cyclone qui, en 1970, a dévasté le golfe du Bengale a été le point de départ de l'action entreprise par l'OMM pour l'étude du problème. Lorsque, peu de temps après, une série de typhons a ravagé les Philippines, le Comité des Typhons a fait appel à l'Assemblée générale des Nations Unies en vue d'une action internationale. L'Assemblée générale a répondu sur-le-champ à cet appel et chargé l'OMM de mobiliser les hommes de science et de mettre en œuvre tous les moyens pour étudier de quelle façon il serait possible d'atténuer les effets de ces tempêtes et leur potentiel de destruction.

C'EST alors que l'OMM a mis sur pied son Projet concernant les cyclones tropicaux. Elle a réuni des experts internationaux et les a chargés de passer en revue l'état actuel des systèmes de prévision, d'alarme, etc. ; comme aussi de définir les objectifs du Projet. Un plan d'action à long terme a été tracé.

Il comprend la détection et la prévision des cyclones tropicaux, des raz-de-marée et des inondations, les systèmes d'alarme, l'évaluation des risques, les précautions à prendre pour réduire les dégâts, la préparation des communautés, les secours, la formation technique et la recherche, le développement de l'équipement et des instruments.

Si l'on veut que tous les pays concernés utilisent les méthodes et les techniques les meilleures pour réduire

l'impact des cyclones tropicaux, il faudra encore bien des études et bien des travaux. Le projet est ambitieux et il sera nécessaire, pour le mener à bien, de donner aux savants les plus éminents en ce domaine les ressources que mérite une œuvre d'immense valeur humanitaire.

La recherche concernant les cyclones tropicaux est menée dans beaucoup de pays depuis de nombreuses années et de grands progrès ont été accomplis, mais il existe un besoin pressant d'atteler les savants de divers pays à la tâche que représente l'attaque totale des problèmes dominants. Ce n'est que grâce à l'effort conjugué de beaucoup de travailleurs que ces problèmes seront finalement résolus. L'un des buts du Projet de l'OMM concernant le cyclone tropical est de parrainer cet effort international et de veiller à ce qu'il soit surtout dirigé

vers la protection des vies et l'amélioration de la qualité de la vie par la réduction des dommages matériels.

Il serait oiseux de penser qu'une solution immédiate puisse être découverte. Les horreurs causées par les cyclones tropicaux frappent l'humanité depuis des siècles et des siècles. S'attendre à ce qu'elles soient, d'un jour à l'autre, réduites à néant serait peu réaliste. Nous devons envisager un programme à long terme qui s'échelonne, peut-être, sur des dizaines d'années.

Pendant que s'effectuera ce travail essentiel, on peut s'attendre avec confiance à ce que l'application de la technologie moderne à l'amélioration des systèmes d'alarme continue dans la voie du progrès et, grâce aux programmes régionaux patronnés par l'OMM, à ce qu'elle bénéficie à beaucoup de pays. ■



Photo © Paul Almay, Paris

Le Japon, les Philippines et les régions de l'Asie orientale sont périodiquement frappées par des typhons et autres désastres naturels entraînant de grandes pertes en vies et en matériels. Ici, un « signal d'alarme à la tempête » est affiché dans une ville de l'île de Mindanao (Philippines). Il s'agit d'un code en forme de coups de sirènes : un coup signifie des vents de 50 à 85 km/heure ; deux coups, des vents de 85 à 120 km/heure.

ADAGES ET PRÉSAGES PAR LES TEMPS ET LES AGES

Que valent aux yeux du scientifique les dictons et croyances populaires sur la pluie et le beau temps ?

par Roger Clausse

L arrivera peut-être un moment où le temps du lendemain sera annoncé avec certitude, car ce seront les hommes eux-mêmes qui le fabriqueront en modifiant à leur guise la formation ou la disparition des nuages et des pluies. Curieusement, c'est de cette façon que les peuples et l'antiquité avaient abordé les problèmes de la météorologie. Il est vrai qu'alors les divinités commandaient les phénomènes atmosphériques et qu'il suffisait de les invoquer pour modifier (du moins le croyait-on) le cours des tempêtes ou mettre fin à la sécheresse.

On retrouve de telles pratiques dans toutes les vieilles civilisations, qu'il s'agisse des invocations du « Sorcier du froid » des bords de l'océan Arctique, des tam-tams appelant la pluie chez les anciens peuples de l'Afrique Noire, des sacrifices destinés à attirer les eaux célestes et dont on a découvert les images vieilles de 3 000 ans lors des fouilles à Sumer.

On retrouve aussi de telles pratiques dans la Chine antique, au Japon, chez les Indiens d'Amérique du Nord, chez les Aryens de l'Inde, chez les Grecs et les Romains... bref dans toutes les contrées du monde, aujourd'hui représentées dans les instances mondiales de la météorologie scientifique.

Cependant, entre ces pratiques périmées et les tentatives encore timides d'action sur le temps en cette fin du 20^e siècle, tout un cheminement de la pensée et de la recherche s'est produit dans ce domaine.

Les hommes ont d'abord appris à observer les phénomènes pour tenter de les comprendre. Puis ils ont cherché, en accumulant les coïncidences ou les répétitions, à découvrir des lois ou plutôt des règles qui reliaient entre eux ces phénomènes.

Or, les premières observations portèrent tout naturellement sur les événements, les choses et les êtres rencontrés chaque jour dans la vie courante.

C'est donc sur le comportement des animaux et des plantes que s'appuyèrent les premières constatations, puis les premières déductions.

Pour éclairer ce qui suit, on fera remarquer que le succès et la diffusion de ces déductions ont dépendu de l'audience de ceux qui les faisaient. Le poids de l'affirmation du chef de village ou de l'ancêtre (du temps où il était respecté et écouté) donnait à son adage un caractère indiscutable ; transmis de génération en génération, et plus ou moins déformé, il n'est pas étonnant que les adages ou dictons météorologiques aient cheminé à travers les siècles.

Quoi qu'il en soit, on peut tenter, sans espérer résoudre certains « mystères » de la vie animale, de discerner ce qui est certainement faux ou valable dans ces vieilles affirmations que certains tiennent en bloc pour vraies.

Les vieux almanachs remontant à près de cinq siècles et des manuscrits bien plus anciens donnent des listes impressionnantes de comportements variés des animaux à l'approche de la pluie ou du retour du beau temps.

Il est certain que, plus proches de la nature que l'homme, non soumis à des médications de toutes sortes, les animaux ont conservé un certain nombre de réactions primitives devant les phénomènes naturels et leurs agres-

sions. De même que telle ou telle espèce est dotée d'instincts à base, sans doute, de perceptions sensorielles qui nous sont inconnues et lui permettent de retrouver son lieu de séjour saisonnier après un long parcours ou de détecter à longue distance l'approche d'un ennemi, il est fort probable que la météorosensibilité permet à certains animaux de déceler telle ou telle variation des conditions atmosphériques préluant à l'arrivée d'un phénomène important. Nous verrons par la suite que, par l'observation d'indices visibles, l'homme peut encore avoir une idée sur cette arrivée.

Mais il convient de faire un tri dans ces « présages » et dans les interprétations que l'on a données au comportement des animaux, voire des plantes, plus ou moins lié aux facteurs météorologiques.

Quitte à être taxé d'ignorance, nous préférons laisser un point d'interrogation qui, dans une grande mesure, représentera un doute, en regard du nombre d'adages ou de pronostics, d'ailleurs souvent contradictoires, ou trop subtils, sur le comportement des grenouilles et des crapauds qui annonceraient le beau temps ou la pluie, par exemple :

« Crapaud qui chante, soleil promet »
et

« Quand le crapaud prend sa voix
[haute,
Nous aurons de la pluie sans faute. »

Est-ce là une contradiction, ou l'interprétation de ces adages réclame-t-elle une oreille musicale pour différencier les chants ?

Par ailleurs, la grenouille domestiquée, dans son bocal de verre bien en vue dans la maison chauffée, n'a plus guère de contact avec la nature et a dû perdre, si elle en a jamais eu, une science instinctive basée sur ses propres réactions météorologiques.

« Nul ne sait le prix de l'eau avant qu'elle ne vienne à manquer » dit un proverbe de langue espagnole. Ici, un jeune garçon mexicain buvant au ruisseau.

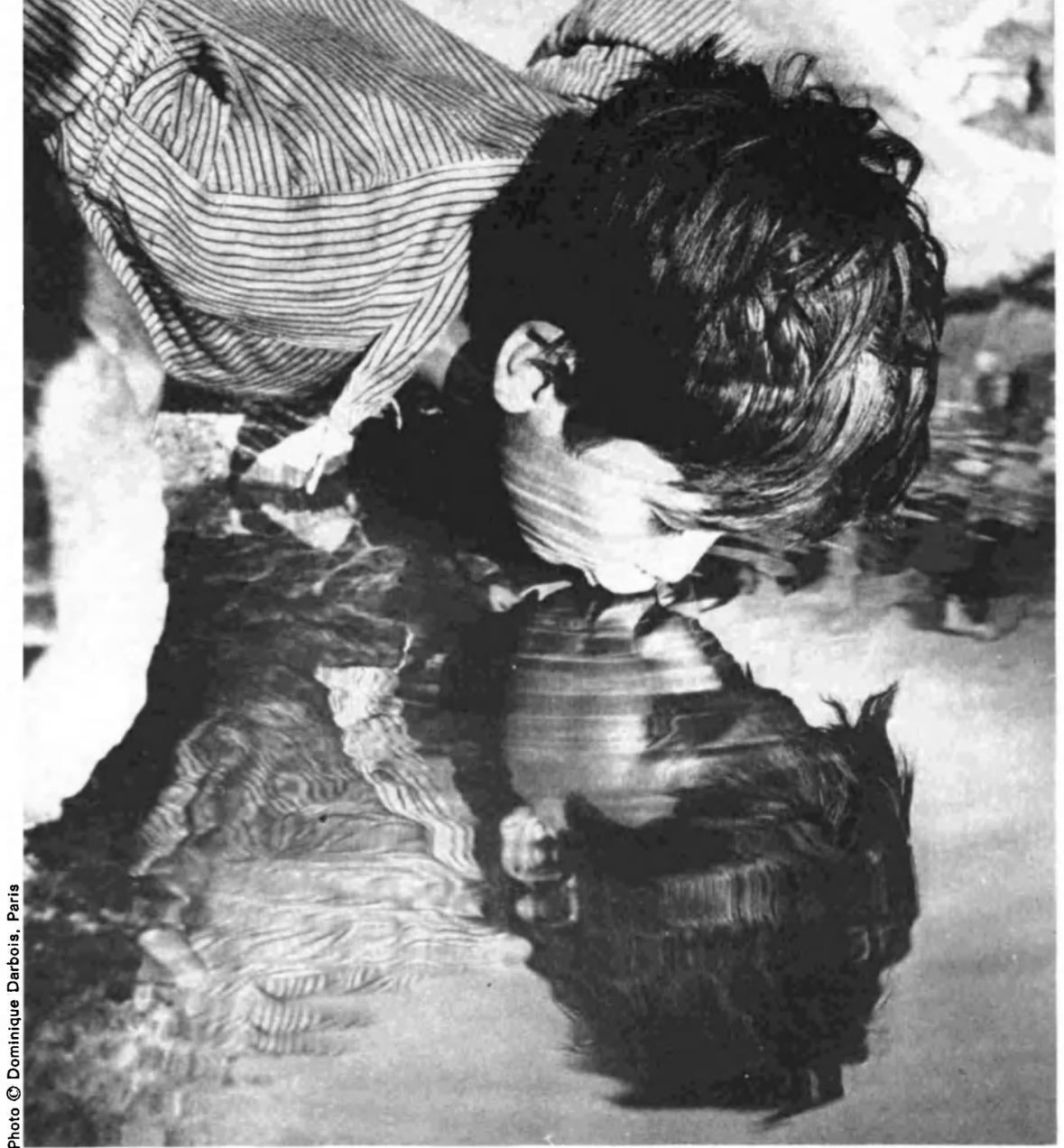


Photo © Dominique Darbois, Paris

Il paraît aussi qu'avant la pluie, les campagnols, mulots et autres rats des champs courent hors de leurs galeries, que les taupes affolées entrent et sortent de leur taupinière, que le loup hurle bruyamment, que les chèvres et les bœufs heurtent leurs cornes, que l'âne braie en secouant ses oreilles, que le porc grogne et s'agite : bref, qu'ils « sentent arriver le mauvais temps ».

Ce comportement agité s'expliquerait si les sensations particulières qu'ils éprouvent présumaient réellement à l'arrivée de la tempête et de la pluie, phénomène assez déplaisant pour des êtres qui vivent en extérieur ou dont les galeries souterraines qui constituent leur habitat risquent d'être inondées par les pluies violentes. Mais pour que ce pronostic soit raisonnable, il faudrait que les prophètes animaux se trouvent dans une masse d'air qui, elle-même, soit caractéristique du temps qu'il fera, c'est-à-dire qu'elle possède des propriétés particulières et annonciatrices.

Or, il est maintenant bien établi que le temps du lendemain se fabrique à des centaines de kilomètres alentour

du lieu où l'on se trouve et que les modifications des conditions atmosphériques en ce lieu se présentent assez peu de temps, en général, avant l'arrivée de la pluie, en commençant par affecter les couches supérieures de l'atmosphère.

Sans doute quelques facteurs peuvent-ils varier au cours des vingt-quatre heures qui précèdent, telle la pression atmosphérique (mais il paraît assez peu probable que les animaux y soient sensibles), ou encore le changement progressif de l'orientation du vent, parfois le degré hygrométrique de l'air, peut-être encore l'électricité atmosphérique.

Etant donné la complexité de ces modifications préalables de l'air, la ténuité des informations qu'ils apportent sur les changements de temps à venir et surtout le fait que l'une ou l'autre de ces modifications peuvent se produire sans que la pluie ou la tempête arrivent réellement, on peut sans grand risque de se tromper penser que ces attitudes animales ont sans doute des causes variées, peut-être fortuites, et que si de temps à autre elles préparent à un changement

de temps, ce n'est là qu'une coïncidence.

Tout le monde a constaté que lorsque le chat glisse sa patte au-dessus de son oreille, son entourage annonce qu'il pleuvra. Le chat, lui, n'annonce rien : il se gratte parce que l'électricité atmosphérique a changé, parce que l'humidité a diminué, ou parce qu'il a, pour une raison simplement physiologique, une démangeaison locale. Il faut cependant reconnaître que les félins sont particulièrement sensibles aux changements du champ électrique de l'atmosphère et qu'ils présentent un comportement agité en cas de situation orageuse ou neigeuse.

Les oiseaux ont toujours fait figure d'augures. Sans doute, les grandes migrations d'oiseaux sont-elles pour beaucoup dans cette réputation. Sans bien comprendre le mécanisme et la technique de ces déplacements, les spécialistes font cependant remarquer que les migrations de certaines espèces (tels les martinets et les cigognes) se font pratiquement à date fixe, à quelques jours près et que les variations constatées (précocité ou retard des départs) sont avant tout liées aux

variations locales des conditions atmosphériques et — surtout — à celles de la quantité de nourriture (mouchecons ou graines) disponible, mais non pas au temps qu'il fera dans quelques jours.

Il est arrivé, maintes fois, que les hirondelles, trompées par une arrivée soudaine du froid, aient trouvé la mort, telles ces milliers de retardataires du mois d'octobre 1939 qui ont été surprises par une bourrasque de neige en Bourgogne.

Les mouettes qui fuient à l'approche de la tempête peuvent réellement annoncer dans la région où elles se réfugient, l'arrivée du phénomène... à condition toutefois que celui-ci emprunte le même chemin : il peut arriver que, fuyant une tempête sévissant près des côtes de l'Atlantique, les mouettes prudentes viennent séjourner quelque temps sur les rives de la Seine, mais que la tempête, elle, se dirige finalement vers Amsterdam et que le ciel reste clair à Paris.

Les autres adages concernant le vol des oiseaux, en période normale, paraissent basés sur des considérations météorologiques plus immédiates.

- « Si vole bas, l'aronde attend que la [pluie tombe. »
- « Hirondelle volant haut, le temps sera [beau. »

ON peut expliquer ce comportement par le fait qu'en période de beau temps, la surchauffe du sol provoque des mouvements ascendants qui entraînent les mouchecons dont se nourrit l'hirondelle. Par contre, avant l'arrivée de la pluie, un phénomène d'affaissement général de la masse d'air aurait tendance à plaquer près du sol les mouchecons et à engager les oiseaux à voler à ce niveau.

Pourtant, si les mouvements ascendants et la convection généralisée sont violents, entraînant les hirondelles vers les niveaux supérieurs, le risque d'averse ou d'orage n'est pas exclu.

La météorologie est une science difficile, même pour les oiseaux !

Elle ferait, selon les dictons du nord de l'Inde, marcher les iguanes à reculons qui, lorsque les pluies et les inondations menacent, grimperaient le long des arbres la tête en bas.

Il est à remarquer que, dans toute l'Inde, les adages annonçant le beau temps sont ceux qui parlent de l'arrivée de la pluie, la sécheresse étant considérée comme du mauvais temps.

En descendant dans l'échelle du monde animal, on trouve des adages du même genre relatifs aux crustacés, les écrevisses sortent de leur retraite et du ruisseau à l'approche du mauvais temps ; les libellules rasent l'eau, l'escargot s'aventure (surtout s'il a plu !), les araignées tissent leur toile, les poissons refusent de mordre à l'hameçon et se tiennent près de la

surface, prêts à sauter pour attraper les insectes qui volent, eux, près de l'eau. Faut-il voir là la conséquence des variations de la pression atmosphérique ou de la température qui, en modifiant la teneur en oxygène du milieu liquide, incitent la faune aquatique à se rapprocher de la surface quand baisse la pression et qu'arrive, peut-être, la pluie ?

Nous nous garderons de polémiquer sur cette croyance bien ancrée dans l'esprit des pêcheurs qui trouvent là une excuse supplémentaire lorsque aucun poisson n'a répondu à leurs souhaits et à leurs appâts.

La flore, tout comme la faune, peut réagir au temps qu'il a fait ou qu'il fait. De là à conclure que son comportement annonce le temps qu'il fera, il y a un pas, vite franchi.

En fait, les plantes ont une vie si étroitement liée au déroulement des conditions atmosphériques qu'elles peuvent constituer un véritable « intégrateur » des conditions climatiques. Pluie, soleil, température déterminent en effet, aux divers stades de la germination puis de la végétation (bourgeons, feuilles, fleurs et fruits), le calendrier des divers phénomènes. On a pu, en observant, par exemple, la date de floraison de telle ou telle espèce, dresser des cartes où apparaissent les diverses zones ayant eu un complexe climatique plus ou moins favorable au cours des mois écoulés.

Mais il s'agit là de climatologie et non de prévision du temps. Tout au plus peut-on en tirer des conclusions sur la date probable de la récolte, compte tenu de l'état d'avancement de la végétation et encore, à condition que les événements météorologiques se déroulent de façon normale jusqu'à la récolte.

Ainsi, lorsque les oignons se recouvrent de pelures épaisses et nombreuses, ce n'est pas, comme le disent certains, parce que l'hiver sera rude, mais parce que le temps, pendant la période de maturation, a été plus ou moins chaud et plus ou moins sec. Or le temps de l'hiver à venir n'est pas lié, statistiquement, au temps des saisons qui l'ont précédé.

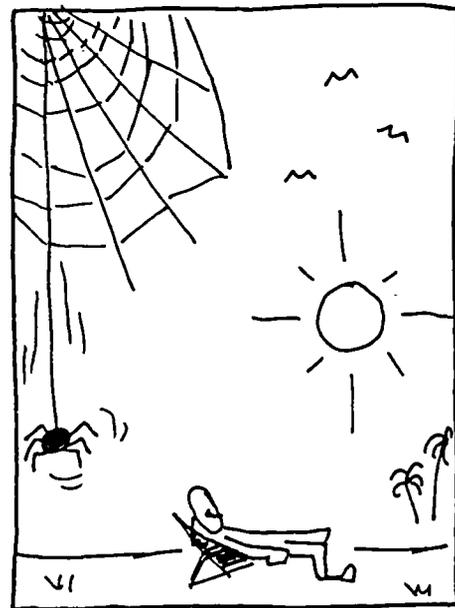
Au jour le jour, les plantes sont sensibles aux conditions locales d'humidité, de chaleur ou d'insolation et il n'est pas mystérieux que le mouron des champs, la belle-de-jour, le liseron, la pâquerette se referment quand l'air devient plus humide, ce qui n'annonce pas pour autant la pluie. L'artichaut, comme la pomme de pin, écarte ses écailles par beau temps et les referme quand la pluie menace. Il s'agit, en fait, de simples hygromètres qui renseignent sur l'humidité de l'air, tout comme le personnage muni de son parapluie, relié à un cheveu qui s'allonge et le pousse à sortir de sa maison quand l'air est humide.

Au demeurant, même si tous les doutes étaient levés, si notre scepti-

cisme était pris en défaut et que, demain, on démontre qu'avec un pourcentage raisonnable de réussites ces indices sont valables, que pourrait-on tirer d'une observation attentive du liseron, du crapaud ou de la toilette des chats ? Peu de chose en vérité.

Dans le domaine de l'observation déjà plus scientifique, on sait aussi, avec certitude, ce que représente le halo, cercle brillant qui se produit parfois autour du soleil ou de la lune : indice de la présence d'air chaud en altitude, ce qui, souvent, prélude à l'arrivée de la pluie, c'est un phénomène qui est noté par les observateurs météorologistes.

Car si l'homme est assez démuné d'instincts dans le domaine de la météorologie (hormis ses douleurs qui se réveillent par temps humide ou



« Quand l'araignée tisse sa toile au matin, signe de beau temps. » (Proverbe japonais.)

Dessin © Mas, Paris, réalisé spécialement pour le « Courrier de l'Unesco » (voir aussi pages 62 et 64).

froid), il dispose de moyens d'observation et de mesure de ces facteurs atmosphériques auxquels les animaux et les plantes réagissent peut-être inconsciemment.

La quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, ou le degré électrique, qui indisposent le chat, les variations de la pression atmosphérique qui feraient grimper les poissons à la surface, la force des courants ascendants ou descendants qui font changer le niveau de vol des hirondelles et bien d'autres paramètres sont mesurés quotidiennement avec précision par des milliers de météorologistes installés dans des stations dotées de radars, de baromètres, d'hygromètres, de thermomètres, de ballons-sondes, et même de récepteurs de satellites qui leur permettent de capter des images des nuages qui courent autour du globe.

« Quand nous arrivent gras les canards sauvages, long et froid sera le printemps » (proverbe de l'URSS).

Bois gravé tiré de « De Gentibus Septentrionalibus », ouvrage du Suédois Olaus Magnus publié à Rome en 1555 (voir aussi gravure page 6)

Photo © Bibliothèque Nationale, Paris



A proverbe proverbe et demi

OISEAUX ET INSECTES

- Quand la volaille déploie ses ailes, c'est signe de grande pluie. (*Inde.*)
- Alouette qui monte haut présage beau. (*Japon, France.*)
- Quand tu vois les cigognes au nord par un jour de printemps, tu peux t'attendre à ce qu'il pleuve le surlendemain. (*Allemagne, Italie, Pays arabes.*)
- Si les canards s'ébrouent à l'envol, la pluie ne va pas tarder. (*Grande-Bretagne, Iran.*)
- Si les oies sauvages s'envolent pour traverser le grand fleuve, le temps va changer ; si elles vont vers le sud, en froid ; si vers le nord, en chaud. (*Etats-Unis.*)
- Poule sur une patte, tête sous l'aile : pluie (*Iran.*)
- Cri du courlis, message de pluie. (*Irlande.*)
- Corbeau au bain, pluie avant demain. (*Pays de langue espagnole.*)
- Coq qui chante et va boire dit qu'il va pleuvoir. (*Pays de langue espagnole.*)
- Hirondelle volant haut, le temps sera beau ; hirondelle volant bas, bientôt il pleuvra. (*Espagne, France.*)
- Si les grues volent haut, sans hâte et claquant du bec, l'automne sera beau. (*URSS.*)
- Quand l'oie de basse-cour marche du sud vers le nord, le temps tournera à la pluie. (*Iran.*)
- Quand les fourmis remuent leurs œufs et remontent la fourmilière, pluie est proche. (*Inde, Japon.*)

- Si moucheron pullulent en janvier, paysan son pain ira mendier. (*Pays-Bas.*)
- Si tard dans l'automne apparaissent les moustiques, l'hiver sera doux. (*URSS.*)
- Quand l'araignée tend court son fil, signe de pluie ou de vent. Quand elle le tend très long, il fera beau quatorze jours durant. (*Etats-Unis.*)
- Fourmilière dans le lit à sec de la rivière, année de sécheresse. (*Brésil.*)
- L'araignée tisse sa toile au matin : beau temps. (*Japon.*)
- Abeilles qui ne sortent pas de la ruche au petit jour annoncent mauvais temps certain. (*Allemagne.*)
- Araignée descendant son fil, pluie à la file. (*Espagne, France.*)
- Quand les abeilles obstruent méticuleusement l'entrée de la ruche, l'hiver sera froid ; chaud, quand elles la laissent ouverte. (*URSS.*)
- Nuages de moustiques, pluie certaine. (*Chine.*)

DANS L'EAU ET SUR TERRE

- Poisson qui hors de l'eau saute en sa nage fait orage. (*Allemagne, France.*)
- Si le brochet reste tranquille au fond du lit de la rivière, attends-toi à ce qu'il vente ou pleuve. (*Etats-Unis.*)
- Couleuvre sifflant fait temps pleuvant. (*Espagne, France.*)
- Quand une grenouille coasse dans le pré, il pleut trois heures après. (*Inde.*)
- Quand les grenouilles fraient au milieu de l'étang, il y aura sécheresse. Quand elles fraient au bord, l'été sera humide. (*Grande-Bretagne.*)
- Grenouilles qui chantent, pluie. (*Corée, Japon, Thaïlande, Philippines, Iran.*)
- Les sangsues sortent de l'eau pour se cacher sous herbes ou pierres : tempête bientôt. (*Allemagne.*)
- Quand les poissons font concile au beau milieu de l'étang, la terre va trembler. (*Japon.*)
- Quand les bancs de poissons s'éloignent des côtes, viendra un tremblement de terre, ou un « tsunami ». (*Japon.*)
- Anesse secouant l'oreille, pluie en marche depuis la veille. (*France, Pays de langue espagnole.*)
- A chèvre qui éternue, pluie va crever la nue. (*Pays de langue espagnole.*)
- Quand cheval se roule pour se gratter le dos, il va pleuvoir sans faute. (*Norvège, Suisse.*)
- Vache qui lèche les murs : beau temps. (*Norvège.*)
- Ainsi que plus elle a soif plus meugle la vache, plus tonne le nuage sans pluie. (*Inde.*)
- Quand le chat griffe les pieds de la table, le temps va changer. (*Grande-Bretagne.*)
- Chat qui fait sa toilette sent la pluie. (*Pays-Bas.*)
- Il fera bientôt soleil si le chat se lèche la patte face à la montagne. (*Iran.*)



« Tonnerre avant le début du printemps, quarante-neuf jours de mauvais temps » (dicton chinois).

Gravure sur une stèle chinoise de l'époque Han (206 av. — 220 apr. J.C.)

A PROVERBE, PROVERBE ET DEMI (suite)

- Chat à la fenêtre attend la pluie. (*Etats-Unis.*)
- Eléphant qui met bas dans la forêt veut dire pluie et soleil. (*Cameroun.*)
- Hiver rude viendra quand l'écureuil fait grande provision de noix. (*URSS, Norvège, Etats-Unis, Grèce, Suède, Finlande, etc.*)
- Souris creuse un trou sur la berge avant l'inondation. (*Angola.*)
- Les moutons se choquent la tête un peu avant la tempête. (*France, Iran.*)
- Ane marchand l'amble, pluie menaçante. (*Brésil.*)
- Lièvre à poil dru, hiver ardu. (*Allemagne.*)
- Si tu entends le chacal japper aux abords du village, prévoir la pluie sera sage. (*Iran.*)

LES SAISONS ET LES JOURS

- Mai glacé remplit les greniers. (*URSS.*)
- A mai mouillé et juin chaud, la moisson se fait bientôt. (*Grande-Bretagne.*)
- Rosée d'avril et mai font août et septembre gais. (*France.*)
- S'il pleut à Pubba (30 août-11 septembre) la pluie ne cessera pas. S'il vente un peu à Hasta (2 septembre-8 octobre), pas de pluie jusqu'à Chitta (du 9 au 22 octobre). S'il ne pleut pas à Chitta, sécheresse même les fourmis tourmentera. (*Inde.*)
- Neige de novembre tiendra jusqu'en avril. (*Etats-Unis, France.*)
- Hiver neigeux, été pluvieux ; hiver glacé, été brûlant. (*URSS.*)
- Si l'Été Indien n'est pas là en octobre ou novembre, il viendra en hiver. (*Etats-Unis.*)
- Beau mai fleuri pour mars venteux et avril pluvieux. (*Pays de langue espagnole.*)
- A printemps sec, grain en abondance ; à sec automne, pas de grain. (*Chine.*)
- Blanc Noël, vertes Pâques ; vert Noël, blanches Pâques. (*Belgique.*)
- Noël au balcon, Pâques aux tisons. (*France.*)
- Matin rouge et soir gris sont signes certains d'un jour meilleur. (*France, Grande-Bretagne, Italie.*)
- Reflet jaune au couchant annonce nuit de pluie et de vent. (*Grande-Bretagne.*)
- Belle journée se connaît en son aube. (*Syrie.*)
- Ciel rouge au matin dit pluie vers le soir ; ciel rouge vers le soir annonce beau temps. (*Chine.*)
- Longs glaçons font long printemps. (*URSS.*)
- Champignons en foule, neige épaisse ; pas de champignons, pas de neige. (*Allemagne, France, URSS.*)
- Si ta salive flotte quand tu craches dans l'étang, il fera beau. Si elle coule, il pleuvra. (*Japon.*)
- Gerçures douloureuses, signe de vent. (*Japon.*)
- La neige enrichit le paysan. (*Norvège.*)
- Année de gel, bonnes récoltes. (*France.*)
- Neige fait fortune. (*Pays de langue espagnole, France, URSS, Biélorussie, Allemagne, etc.*)
- Grands gels apportent grandes pluies ; pas de gel, pas de pluie. (*Etats-Unis, Pays de langue espagnole, etc.*)
- Montagnes proches, signe de pluie. (*Japon, France, Autriche, Suisse, etc.*)



« Il est bon d'avoir une vache noire, car, en se frottant le flanc, elle prévient du mauvais temps. » (Proverbe norvégien.)

Desain © Mas, Paris



Photo © Paul Almay, Paris

- Belle pluie d'entrée ne fait pas pluie ; mais belle pluie après la pluie brouille certainement la pureté du ciel. (*Chine.*)
- Pluie du matin n'arrête pas le pèlerin. (*France.*)
- S'il tonne au sud la première fois, l'été sera chaud ; s'il tonne au nord, il sera froid et s'il tonne à l'est, il sera pluvieux. (*URSS.*)
- Tonnerre d'automne, doux hiver. (*Norvège.*)
- Si les nuages vont vers Milan, prends ta cape avec ta pioche car il pleuvra ; s'ils vont vers Pise, prends ta pioche en bras de chemise. (*Italie.*)
- Le brouillard laisse le temps comme il l'a trouvé. (*Italie.*)
- Montagne couverte de brume, beau temps ; faute de quoi, le contraire. (*Japon.*)
- Si tu entends tonner avant que ne commence le printemps, compte avec quarante-neuf jours de mauvais temps. (*Chine.*)
- Brouillard d'été fait beau temps rêvé. (*Etats-Unis.*)
- S'il ne tonne en juillet, le village aura faim. (*Pays de langue espagnole.*)
- Tonnerre d'avril fait d'un grain mille. (*Pays de langue espagnole.*)
- Pluie du soir emplit le lavoir. (*France.*)

CIELS

- Soleil dans sa maison (halo) : il pleuvra bientôt. (*Indiens Zuñis, Nouveau-Mexique, E.-U.*)
- Lune à grande auréole fait vite grandes pluies ; lune à petite auréole ne promet pluie que dans longtemps. (*Inde.*)
- Quand la Poussinière (Pléiades) monte en beau, elle se couche en pluie ; si elle monte en pluie, elle se couche en beau. (*Kenya, Tanzanie.*)
- Ciel pur, beau temps ; pur au-dessus de la tête seulement, mauvais temps. (*Chine.*)
- Petit nuage qui devient grand fait que la pluie va menaçant. (*Bible.*)
- Arc-en-ciel au soir, le marin réjouit ; arc-en-ciel au matin, le marin avertit. (*Etats-Unis.*)
- Voie lactée de nul nuage voilée, dix jours de temps en beauté. (*Japon.*)
- Arc-en-ciel à l'est fait beau jour ; arc-en-ciel à l'ouest promet l'eau. (*Chine.*)
- Beaucoup de faines et de glands, hiver rude et long. (*Grande-Bretagne, Allemagne.*)
- Quand le blé a la feuille mince et courte, il y aura neige abondante. (*Japon.*)
- Si le bouleau pleure sa sève, l'été sera pluvieux. (*URSS.*)
- Arbres qui gardent longtemps leurs feuilles prévoient dur hiver. (*Allemagne.*)

Eau fertilisante du Nil, aujourd'hui comme il y a des milliers d'années, l'Egyptien en connaît tout le prix. A droite : sur cette peinture murale de Deir el-Medina datant de la 19^e dynastie (2300 ans avant notre ère), un jardinier hisse l'eau sur sa terrasse au moyen d'un chadouf, balancier à contrepoids, instrument encore en usage aujourd'hui (à gauche) dans la vallée du Nil.



Photo © Editions Rencontre, Lausanne

LES SAISONS DU NIL DANS L'EGYPTE DES PHARAONS

par *Abdel Moneim El Sawi*

L y a près de deux mille cinq cents ans, l'historien grec Hérodote qualifiait l'Egypte de « don du Nil », et de très anciens proverbes nous disent à quel point la vie des Egyptiens fut liée, depuis les temps les plus reculés, au régime du fleuve et aux vicissitudes de l'agriculture et du climat.

Tout au long de leur histoire, ils ont scruté le temps et traduit leurs espoirs et leurs craintes dans des proverbes et des dictons qui sont encore bien vivants. Beaucoup font le portrait des mois de l'année, et chacun d'entre eux résume l'état du temps et ses effets sur l'agriculture et l'irrigation.

Dans l'ancienne Egypte, l'année était divisée en trois saisons, dont chacune correspondait à un état particulier du temps, du régime des eaux et des travaux agricoles. Saison des inondations et des terres irriguées ; saison des plantations et des semences ; saison des moissons et des récoltes.

La crue du Nil était un événement qui jouait un rôle considérable dans les croyances des Egyptiens. La montée des eaux figurait une mer de larmes, que versait Isis en deuil de son époux Osiris. Signe de prospérité et de fécondité, la crue était célébrée lors de la fête de Wafaa-al-Nil (la fidélité du Nil), au cours de la seconde moitié du mois d'août, Misra, selon le vocabulaire de l'ancienne Egypte.

Une peinture de l'époque de Ramsès II (vers 1290, avant J.-C.) décrit un épisode de cette fête : le veau d'Ibis, trois oies et des dons précieux sont jetés dans le Nil. Suivant une légende populaire, une jeune mariée était aussi précipitée dans le fleuve durant la cérémonie ; mais il ne s'agit

là que d'une invention due à quelque superstition.

L'année astrale, telle qu'elle était conçue dans l'Egypte pharaonique, et plus tard dans le calendrier copte, était associée à Sothis (Sirius). Elle débutait le premier jour de Toot (le 11 septembre) et, de mois en mois, se modulait suivant des définitions précises.

Toot (11 septembre - 10 octobre) était rattaché à T-hoot, dieu de la sagesse et de la science, fondateur de l'astronomie et de la géométrie. Son commencement coïncidait avec l'apparition de Sirius à l'aube. Le premier jour de Toot était aussi appelé fête de Nayrouz (la nouvelle année perse), événement qui fut célébré par les Egyptiens jusqu'au règne du sultan Barkouk (à la fin du 14^e s.). Ce mois marque le début de la période des inondations. Un proverbe enseigne : « Irrigue à l'époque de Toot ou il sera trop tard ». On dit aussi qu'il n'est pas bon d'élever des poulets ni de laisser couver des œufs. Selon un dicton, « les poulets de Toot ne font que manger et mourir ».

ABDEL MONEIM EL SAWI, chargé de l'édition en langue arabe du « *Courrier de l'Unesco* » publiée au Caire, est également président du Centre national des publications de l'Unesco en Egypte. Ancien sous-secrétaire au ministère de la Culture de la République arabe d'Egypte, c'est aussi un écrivain renommé par ses divers ouvrages et romans en langue arabe.

Baba (11 octobre - 9 novembre) était rattaché au dieu de l'agriculture, Bee-net-ret. En ce mois, les terres inondées sèchent et l'on procède aux moissons d'hiver. La pluie tombe et, parfois, le vent souffle fort ; les premiers signes de l'hiver apparaissent. « Baba est arrivé et a barré les routes », dit un proverbe. Le moment est venu, fait-il entendre, de fermer les portes et de se protéger contre le froid. Selon un autre dicton, « l'épouse de Baba est noire de suie » ; ce qui signifie qu'il ne convient pas de prendre femme quand la saison change.

Hathor (10 novembre - 9 décembre) était rattaché aux dieux de l'amour, de la beauté et du ciel. La terre commence à verdier, le froid se fait plus intense, les eaux du Nil sont de nouveau claires après la fin des crues. C'est le temps des pluies et de la croissance des graines. « L'or qu'on a semé, Hathor en est le père », dit-on ; et encore : « Si tu n'as pas planté, quand Hathor est là, attends l'année prochaine ». Pour les marins et les pêcheurs, la saison des tempêtes a commencé.

Kihyak (10 décembre - 8 janvier) était rattaché au dieu de la prospérité, Kahaka. Les jours raccourcissent et les nuits s'allongent. Un dicton rapporte : « Kihyak t'a pris le matin et a mis le soir à sa place ». Et un autre : « Tu ne te lèves que pour contempler ton dîner ». Mois du froid, du gel, de la tempête.

Touba (9 janvier - 7 février) était rattaché au dieu Touba le Souverain, le dieu des pluies. La tempête souffle,

six jours durant, dans la première partie du mois, puis de nouveau trois jours ; dans la dernière partie, la morsure du froid est si cruelle qu'on dit : « Touba creuse les rides de la vieille femme ».

Amchir (8 février - 9 mars) était rattaché au dieu des tempêtes. Maintenant, les bourgeons commencent à s'ouvrir sous le souffle chaud des vents. Mais ceux-ci sont si violents que, suivant un autre dicton, « Amchir recommande aux petites plantes de s'agripper aux plus fortes ». La saison commence de changer, mais comme il y a encore des jours d'un froid piquant, l'instabilité d'Amchir a donné naissance à un proverbe encore très populaire : « Sous le nom de Touba, c'est la conduite d'Amchir ».

Baramhat (10 mars - 8 avril) marque l'apparition du printemps. Les haricots mûrissent, les mûriers sont verts, les vers à soie sortent de leur cocon, les épis de blé grandissent. On dit : « Baramhat est là, va aux champs et fais ce qu'il te plaît ». Et pourtant surgit en ce mois-là la « furieuse tempête » qui dure deux jours ; c'est la dernière et la plus violente de toute l'année. « Pas de pire tempête que la « furieuse tempête », affirme-t-on.

Barmouda (9 avril - 8 mai) est rattaché au serpent sacré, Remouta, le dieu de la moisson. On moissonne le blé et le lin ; on recueille le miel, les abeilles se multiplient. Un dicton enseigne : « Barmouda est venu, frappe les tiges », ce qui veut dire qu'on peut maintenant extraire les fibres du lin et battre le blé.

Dachans (9 mai - 7 juin) était rattaché au dieu de la lumière. Les jours sont plus longs que les nuits, la température s'élève, il n'y a plus guère de pluie. C'est le temps de la saison chaude ; les eaux du Nil sont à leur niveau le plus bas ; la terre est nue et craquelée après la moisson. « Dachans balaye entièrement le sol. » De nos jours pourtant, le spectacle a changé ; les réseaux d'irrigation et la construction du Grand barrage d'Assouan ont modifié les traits du paysage.

Ba-ouna (8 juin - 7 juillet) était rattaché au dieu des minéraux, Khenti. Le sens même de Ba-ouna est pierre. Ce mois-là, les Egyptiens ont l'habitude d'abandonner leurs terres, de travailler à la mine, ou de construire des maisons et des temples. Le onzième jour de Ba-ouna (17 juin) est nommé « la nuit de la goutte », car suivant la légende, une larme tombée du ciel est à l'origine de la montée des eaux.

Abib (8 juillet - 6 août) était rattaché au dieu du bonheur, Habi, pour célébrer la crue du Nil. Les terres reçoivent, dès qu'on ouvre les canaux, l'eau bienfaitrice. Les vignes la boivent et le raisin s'adoucit à son contact ; tous les fruits mûrissent. « Abib, Maître de la vigne et du raisin », proclame-t-on.

Misra (7 août - 5 septembre) était rattaché à Misra, le Soleil ou le fils du soleil. C'est la saison où l'eau coule à flots. Les fruits d'été mûrissent à leur tour ; les dattes, les figues, les raisins abondent. « Misra est le mois où s'ouvrent les voies ». ■

ADAGES ET PRÉSAGES *suite de la page 60*

Et il faut bien reconnaître que les résultats de ces mesures effectuées en quelque 10 000 points du globe sont plus sérieuses et plus facilement utilisables que les réactions animales, purement subjectives.

On peut les reporter sur des cartes couvrant de vastes régions (le quart, la moitié d'un hémisphère ou même tout un hémisphère) pour avoir une image globale du monde atmosphérique qui nous entoure.

Grâce à ces cartes, les météorologistes peuvent diagnostiquer l'état de l'atmosphère à un moment donné, savoir où sévissent les tempêtes qui la bouleversent, comment circulent les courants qui les entraînent, quelles sont les régions parcourues par les cyclones et celles où règnent le calme plat et les brumes ; en tenant compte de cet état récent du milieu aérien entre le sol et 20 à 30 km d'altitude et des lois et règles de la physique qui régissent l'atmosphère, ils peuvent « prévoir » les courants aériens du lendemain et des jours suivants, positionner les masses nuageuses et la pluie, bref, « prévoir le temps ».

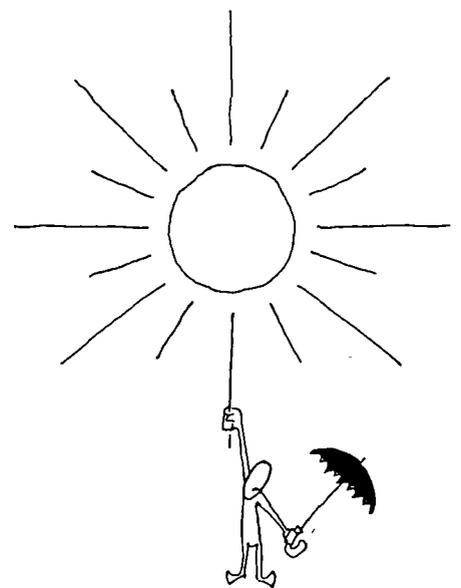
Il y a mieux encore depuis quelques années. En effet, le nombre des résultats de mesures dont l'ensemble donne une image symbolique du temps qu'il fait est si important et les équations qui permettent de calculer leur valeur du lendemain sont si complexes que, pour résoudre ce problème, tous les météorologistes du monde réunis mettraient plusieurs mois à calculer les données nécessaires pour prévoir le temps à 24 heures d'échéance.

Les grands ordinateurs modernes permettent de le faire en une heure, à condition, bien entendu, non seulement de leur fournir les données, très rapidement, mais aussi de leur apprendre, sous forme de programmes, les lois de l'évolution de l'atmosphère.

Cela rend quelque peu rêveurs ceux qui basent leurs pronostics sur quelque indice végétal ou animal local ; en découvrant les méthodes scientifiques et même si la civilisation leur a fait perdre une partie de leurs instruments, les hommes n'ont pas perdu leur temps ! ■

Roger Clausse

Dessin © Mas, Paris



A LIRE

Histoire de l'Europe au 19^e siècle

par *Benedetto Croce*
Coll. Unesco

« Œuvres représentatives »
Ed. Gallimard, Paris 1973
Prix : 9 F

La formation économique du Brésil

De l'époque coloniale
aux temps modernes
par *Celso Furtado*
Ecole pratique des
Hautes Etudes
Ed. Mouton, Paris, La Haye, 1973
Prix : 28 F

Jeunesse en quête d'espoir

par *Arlette Raffegau*
Ed. La Pensée Universelle
Paris 1972. Prix : 23,60 F

L'homme déraciné

Le livre noir
des travailleurs étrangers
par *Catherine Valabrègue*
Ed. Mercure de France
Paris 1973. Prix : 19,90 F

Les Arabes

par *Jacques Berque*
« La Bibliothèque arabe »
Ed. Sindbad, Paris 1973
Prix : 23,90 F

Introduction à la littérature persane

par *Reuben Lévy*
Coll. Unesco
Initiations aux
littératures orientales
Ed. Maisonneuve et Larose
Paris 1973. Prix : 26 F

Histoire de l'Italie

Des origines à nos jours
par *Luigi Salvatorelli*
Ed. Horvath, Roanne 1973
Prix : 23 F

Vivre avec un cœur malade

par *Robert Miller*
Ed. Solar, Paris 1973
Prix : 18 F

Pour tous les livres ci-dessus,
s'adresser à son libraire habituel.
Ne pas passer de commande
à l'Unesco.

PUBLICATIONS UNESCO 1973

**Manuel sur l'échange
international des
données océanographiques**
3^e édition (révisée)
67 pages. 8 F

**Résumé annuel d'informations
sur les catastrophes naturelles**
(1971)
82 pages, 14 F

**La formation du personnel
de l'alphabétisation fonctionnelle**
Guide pratique
Une méthode de formation
pour le développement
110 pages. 12 F

Théâtre et télévision
sous la direction
de *Gilles Marsolais*
208 pages. 20 F

**La télévision et la formation
technique supérieure des travailleurs**
« Etudes et documents
d'information »
81 pages. 8 F

LATITUDES ET LONGITUDES

L'Australie et Boroboudour

Pour la sauvegarde des temples bouddhistes de Boroboudour (Indonésie) le gouvernement de l'Australie a versé une contribution volontaire s'élevant à 284 000 dollars des Etats-Unis. A la suite de l'appel de l'Unesco, elle s'ajoute à celle d'autres pays (dont récemment la Belgique, Chypre, la République Fédérale d'Allemagne, l'Iran, le Japon et les Pays-Bas) au titre de la solidarité internationale pour la préservation des temples de Boroboudour, merveilleux édifices en péril qui font partie du patrimoine culturel de l'humanité.

Préservation de l'héritage culturel en Afrique

Destiné à préserver l'héritage culturel et naturel de l'Afrique, un centre vient d'être créé à Jos (Nigeria). Il formera des spécialistes aux nouvelles techniques et méthodes muséographiques de préservation, documentation et catalogage des sites naturels et historiques. Etabli à la suite d'un accord passé entre le Nigeria, l'Unesco et le Programme des Nations unies pour le Développement, le Centre possède des salles de classe, des laboratoires, un musée et un zoo. L'Université d'Ibadan va créer une chaire de muséographie à Jos, et l'Unesco accordera chaque année 12 à 14 bourses à des étudiants africains.

L'eau, élément de la vie

C'est dans le cadre de la Biennale Internationale de l'Affiche, organisée à Varsovie (Pologne) en juin 1974, qu'auront lieu un concours international et une exposition sur le thème « L'eau, élément de la vie ». Unique en son genre, la Biennale réunit des artistes de près de cinquante pays. Un jury international sélectionne les œuvres exposées et décerne différents prix. Le concours portant sur le thème de l'eau sera organisé avec la coopération de la Commission nationale polonaise pour l'Unesco.

Vingt ans au service de l'art dans le monde

Avec son 66^e numéro, « Art, le porte-parole de l'artiste professionnel », revue de l'Association internationale des arts plastiques, atteint son vingtième anniversaire. Publiée à l'Unesco (où siège l'Association internationale des arts plastiques), la revue est publiée en anglais et en français. Ce 66^e numéro paraîtra également en espagnol, en hommage aux artistes du monde hispanique. Au sommaire : le rôle de A.I.A.P. dans le monde, les droits de l'artiste, les relations internationales et les politiques culturelles au niveau de l'art. (Distribution assurée gratuitement aux membres de l'A.I.A.P. Pour achat, s'adresser à l'A.I.A.P., Unesco, rue Miollis, Paris (15^e). Le numéro 2 dollars, frais d'envoi compris.)

Chamanisme en Sibérie

Les origines et le développement du chamanisme en Sibérie, tel est le thème d'un recueil de quelque trente études publiées sous le titre « Popular beliefs and

Folklore traditions in Siberia », par Mouton à La Haye. Le livre fut d'abord publié en hongrois par V. Dioszegi, jeune anthropologue hongrois qui s'est spécialisé dans le chamanisme sibérien, finnois, hongrois et turc. Il est aussi l'auteur d'un livre de vulgarisation : « Sur les traces des Chamans », en anglais, publié en 1968 par Anthropological Publications, Oosterhout, Pays-Bas.

Radio-Unesco

La division de la radio et de l'information visuelle de l'Unesco vient de lancer un nouveau programme de radio, mensuel, et d'une durée de 15 minutes. Il traitera des principales questions se rapportant à l'éducation, la science, la culture et la communication. Les sujets déjà abordés couvrent l'étude et la prévention des catastrophes naturelles, la prévention de l'usage abusif des drogues, le développement culturel et l'homme et la biosphère.

Cuba solidaire de Venise

Répondant à l'appel à la solidarité pour sauver Venise, lancé par la 14^e Conférence Générale de l'Unesco à tous ses Etats membres, le ministère des Communications de la République cubaine vient d'émettre une série de trois timbres portant la mention « Pro Venecia Unesco ». Les timbres cubains reproduisent le Lion Ailé (symbole de l'ancien Etat vénitien), le Pont des Soupirs et la basilique Saint-Marc (ci-dessous). C'est la première fois qu'un Etat latino-américain communique à l'Unesco l'adoption d'une telle mesure pour contribuer à la protection de Venise.



En bref...

■ Plus de la moitié de la population mondiale vit en Asie (2 milliards 104 millions, soit 56,7 pour cent du total mondial) selon le dernier Annuaire Démographique des Nations Unies.

■ La Norvège apporte son aide à l'Unesco pour la formation de techniciens de radio et de télévision en Haute-Volta.

■ En Sibérie occidentale, région productrice de pétrole et de gaz, l'U.R.S.S. va construire une ville protégée par un dôme transparent et couvrant plusieurs kilomètres carrés.

■ La République fédérale d'Allemagne et la Belgique ont créé en commun une réserve naturelle de 230 000 hectares ; elle s'étend des deux côtés de la frontière, dans la région de l'Eifel et des Ardennes.

■ Les cérémonies du centenaire de l'Association de droit international se sont déroulées à Bruxelles le 30 août, en coopération avec l'Institut de droit international qui, quelques jours plus tard, célébrera à son tour son centenaire à Rome.

Nos lecteurs nous écrivent

POUR QUE LE PASSÉ DEMEURE

J'ai dix-huit ans et je fais mes études secondaires. Je viens tout dernièrement de prendre connaissance du projet de sauvegarde de Carthage (voir aussi le « Courrier de l'Unesco » de décembre 1970 : « Il ne faut pas détruire Carthage »).

Je n'ai jamais vu Carthage, mais je suis allée à Rome et à Ostie, en Italie, et je n'ai jamais eu l'impression plus saisissante qu'en ces lieux. Depuis, la majesté et la beauté de ces ruines me hantent, et j'y pense bien souvent. Détruire de tels vestiges serait un crime contre l'humanité. Car ces ruines ne sont pas seulement des ruines ; au cours des âges, elles ont inspiré les artistes, les écrivains et les poètes et pour certaines personnes, comme moi, elles restituent la vie d'une haute période du passé. Dans les ruines de Colisée, j'ai longtemps rêvé à ce qu'il fut. Je déteste l'idée que les ruines d'une autre grande cité antique, comme Carthage, puissent être anéanties. En fait, dans ces ruines du passé, nous recueillons les significations de la beauté, elles nous sont sources d'inspiration, nous y découvrons des réponses aux questions que soulève le passé de notre histoire ; elles sont pour nous riches d'enseignement. Pour moi, ce qu'elles ont d'unique, de noble, suffit à leur sauvegarde. Et pour bien des gens qu'obsède la course au progrès, tout ce que suggèrent ces vestiges ne pourra être restitué, s'ils sont détruits.

J'espère que vos efforts aboutiront. Sauvez tout ce qui peut être sauvé. Comme le disait Macaulay : « Les peuples qui ne sont pas fiers de ce qu'ont créé leurs lointains ancêtres ne laisseront après eux rien qui puisse faire l'orgueil de leur postérité. »

Marian E. Seiders
Anaheim
Californie, Etats-Unis

LES LIMITES

DE LA PENSÉE SCIENTIFIQUE

A la lecture de l'article de Pierre Auger « Science et Mythes » (février 1973), je me suis souvenu de ce que disait l'écrivain espagnol Ortega y Gasset : « La vérité scientifique est exacte mais incomplète et seconde puisque obligatoirement enchâssée dans cette vérité première et inexacte que je veux bien appeler mythe. La vérité scientifique nage dans la mythologie ; or, prise comme un tout, la science n'est-elle pas mythe, mythe admirable de l'Europe moderne ?

Mais j'ai été nourri par les mythes. En vérité, toute la culture de l'Inde est mythologique. C'est le langage, aussi actuel aujourd'hui que toujours, de ses prophètes, de ses sages et de ses saints. Les mythes concernent l'Etre et sont un besoin pour tous les hommes. Dans cette optique d'application universelle, ils deviennent des généralisations qui s'appliquent au côté subjectif de la réalité. Leur grandeur vient de leur plénitude, de leur richesse et de leur résonance avec les temps forts ou faibles de la vie psychique et morale. Ortega nous rappelle aussi que l'hom-

me ne peut s'arrêter là où s'arrête la science. Car le problème, tel que nous pouvons l'apercevoir, est que la science ne peut pénétrer dans la vie de l'homme que sous la forme d'un mythe : seuls, ils traitent des questions fondamentales. La tentative de démythifier religion ou « philosophie » conduit à les rendre de plus en plus inacceptables. Heureusement, de nombreux scientifiques comme Edsin Schrodouger et E. Bohm sont attentifs à cela et, de même que Simone Weil, cherchent à remonter aux sources. Le mythe est à l'origine de toutes choses.

Baloon Dhingra
Paris, France

A DIAMÈTRE UNIQUE

DES MILLIARDS DE CENTRES

Pourquoi toute cette controverse pour décider si le soleil tourne autour de la terre, ou vice versa (voir « Nos lecteurs nous écrivent » de juin 1973) à propos de l'article de Jean-Claude Pecker « Copernic raconté aux enfants » dans le numéro d'avril 1973 du « Courrier de l'Unesco » ?

Ne savez-vous pas que je suis le centre de l'Univers (de mon Univers) ?

Où que je sois, je sens que j'y suis, et tout tourne autour de moi — vient vers moi — où s'éloigne de moi.

Mais je sais que vous êtes le centre de votre univers, et tant que j'en suis consciente et que vous, vous êtes conscient que moi aussi, je suis un centre, nous ne pouvons nous chauffer, ni ne nous faire aucun mal l'un l'autre. Pour tous deux, vous et moi, tout est pour le mieux dans le meilleur des mondes possibles. Tout n'est qu'affaire de relativité.

Iris Sharratt
Directrice de l'école secondaire de filles
Dereham, Norfolk, Royaume Uni

VIVE LA SCIENCE

A LA PORTÉE DES ENFANTS

Ce fut pour moi une agréable surprise, en ouvrant le numéro d'avril du « Courrier de l'Unesco », d'y trouver ce beau supplément réservé aux enfants. Depuis le numéro de juillet-août 1968, où figurait un article pour enfants « Sophie et Bruno au pays de l'atome », aucun thème scientifique ou culturel n'avait été spécialement traité pour les enfants. Conscient du fait qu'il est impossible à l'Unesco de publier une revue entièrement consacrée aux écoliers du monde entier, je n'en reste pas moins persuadé qu'il serait extrêmement utile de continuer à publier de tels suppléments sur les mêmes thèmes que ceux de la revue. Cela permettrait d'établir ou de faciliter le dialogue entre éducateurs (parents et professeurs) et enfants, intéressant ceux-ci à tous les problèmes qui se posent et qui concernent tout le monde.

Cristobal Suria Sorni
Valence, Espagne

UNE CORRECTION BIEN MÉRITÉE

C'est avec intérêt que j'ai lu votre

numéro de juin 1973 consacré à « La musique des siècles ». Il se trouve en effet que, comme vous l'indiquez page 14, cette année marque le centenaire de Chaliapine et je vous suis reconnaissant d'y avoir pensé et d'avoir illustré cet événement. Pourtant j'ai été surpris de lire la légende qui accompagne la photo de la célèbre basse russe. Si Richard Strauss a bien composé un « Don Quichotte » (en 1898), c'est une œuvre exclusivement pour orchestre symphonique et violoncelle, qui ne peut donc avoir été chantée par cet artiste. En fait, le sujet de Cervantès fut repris par une bonne vingtaine de compositeurs d'opéras dont je citerai entre autres ; Purcell, Conti, Ristori, Paisiello, Piccini, Salieri, von Dittendorf, Mercadante, Mazzucato, Massenet, Tournemire, Pierné, etc.

C'est en février 1910 qu'est créé sur la scène de l'Opéra de Monaco, l'ouvrage de Jules Massenet qui devait fournir à Chaliapine l'occasion de se révéler dans une de ses créations les plus saisissantes. Plus tard la silhouette de ce chanteur devait être popularisée par le cinéma. Grâce à G.W. Pabst, don Quichotte fait irruption dès 1934. Il ne s'agit pas d'une adaptation de l'opéra de Massenet. Pressenti pour écrire la musique du film, Maurice Ravel s'était désisté. Ses ébauches ont donné jour aux trois admirables chansons de « Don Quichotte à Dulcinée ». C'est finalement Jacques Ibert qui signa la partition. Il est fort probable que la photo représentant Chaliapine en page 14 de votre revue est extraite de ce film.

Hubert Gassart
Neuilly, France

LE MAL DU SIÈCLE

La lecture du numéro de mai 1973 du « Courrier de l'Unesco » consacré à la drogue m'a plongé dans de profondes réflexions sur ce 20^e siècle finissant marqué au coin particulier de ce fléau et des dangers qu'il entraîne. La plupart des opinions rassemblées et exposées dans ce numéro, traitent de l'opportunité d'introduire des cours d'éducation sur la drogue dans les programmes d'étude de médecine, de biologie, de chimie, etc. Il n'en reste pas moins que le panorama est effrayant.

Je félicite votre revue pour sa campagne de prophylaxie mentale.

Manuel Grién do Campo
La Coruña, Espagne

CROIRE OU CHERCHER ?

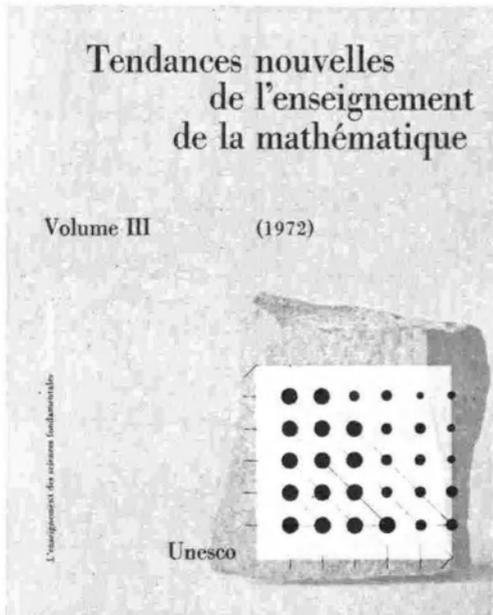
Il semble que la lettre du Dr Hildesheimer accompagnée de la signature de ses 312 concitoyennes suisses (voir le « Courrier de l'Unesco » de janvier 1973) a été écrite en plein Moyen Age. Fidèle à sa mission éducative, la revue a diffusé la science et rien d'autre que la science, retraçant l'évolution de l'homme, depuis les ancêtres de l'*Homo habilis* jusqu'à l'*Homo sapiens*. Je me demande jusqu'à quand les théories non scientifiques obnubileraient les esprits.

Guillermo Durán Durán
Girardot, Colombie

Vient de paraître à l'Unesco

dans la série

L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES FONDAMENTALES



Tendances nouvelles de l'enseignement de la chimie, vol. III

Ce 3^e volume présente une sélection d'articles et d'études d'avant-garde parmi les plus significatives qui ont paru au cours des dernières années sur le contenu, les programmes, les techniques de l'enseignement de la chimie. Dans le choix de ces textes, une attention particulière a été vouée aux articles qui peuvent être particulièrement utiles aux enseignants dans les pays en voie de développement.

1972 Bilingue : français-anglais 325 pages 28 F

Tendances nouvelles de l'enseignement de la mathématique, vol. III

Ce nouvel ouvrage s'adresse à tous ceux qui s'intéressent à l'enseignement de la mathématique, de l'école maternelle jusqu'à l'entrée à l'université ou dans la vie active. Il vise à assurer un meilleur accès aux idées et informations sur l'amélioration de cet enseignement.

1973 151 pages 14 F

Pour vous abonner, vous réabonner et commander d'autres publications de l'Unesco

Vous pouvez commander les publications de l'Unesco chez tous les libraires ou en vous adressant directement à l'agent général (voir liste ci-dessous). Vous pouvez vous procurer, sur simple demande, les noms des agents généraux non inclus dans la liste. Les paiements peuvent être effectués dans la monnaie du pays. Les prix de l'abonnement annuel au « COURRIER DE L'UNESCO » sont mentionnés entre parenthèses, après les adresses des agents.

ALBANIE. N. Sh. Botimeve Naim Frasher, Tirana — **ALGÉRIE.** Institut pédagogique national, 11, rue Ali-Haddad, Alger Société nationale d'édition et de diffusion (SNED), 3, bd Zirout Youcef, Alger. — **RÉP. FÉD. D'ALLEMAGNE.** Toutes les publications : Verlag Dokumentation, Postfach 148, Jaiserstrasse 13, 8023 München-Pullach. Unesco Kurier (Edition allemande seulement) : Bahrenfelder Chaussee 160, Hamburg-Bahrenfeld, CCP 276650 (DM 16) — **RÉP. DÉM. ALLEMANDE.** Deutscher Buch-Export und Import GmbH, Leninstr. 16, 701 Leipzig. — **AUTRICHE.** Verlag Georg Fromme et Co, Arbeitergasse 1-7, 1051 Vienne. (A.S. 110) — **BELGIQUE.** Agent pour les publications de l'Unesco et pour l'édition française du « Courrier » : Jean De Lannoy, 112, rue du Trône, Bruxelles 5, CCP 3 380.00. Edition néerlandaise seulement : N.V. Handelsmaatschappij Keesing, Keesinglaan 2-18, 2 100 Deurne-Antwerpen. (250 F belges). — **BÉSIL.** Fundação Getúlio Vargas, Serviço de Publicações, Caixa postal 21120, Praia de Botafogo, 188, Rio de Janeiro, GB (Crs. 25). — **BULGARIE.** Hemus, Kantora Literatura, Bd. Rousky 6, Sofia. — **CAMEROUN.** Le Secrétaire général de la Commission nationale de la République fédérale du Cameroun pour l'Unesco B.P. No. 1 061, Yaoundé. — **CANADA.** Information Canada, Ottawa (Ont.) (\$ 5 00). — **CHILI.** Editorial Universitaria S.A., casilla 10220, Santiago. (E* 145) — **RÉP. POP. DU CONGO.** Librairie populaire, B.P. 577, Brazzaville. — **COTE-D'IVOIRE.** Centre d'édition et de Diffusion africaines. Boite Postale 4541, Abidjan-Plateau. — **DAHOMÉY.** Librairie nationale. B.P. 294, Porto Novo. — **DANEMARK.** Munksgaards Boghandel, 6, Norregade, 1165 Copenhague K (D. Kr. 27 00). — **ÉGYPTE (RÉP. ARABE D').** National Centre for Unesco Publications, N° 1 Talaat Harb Street, Tahrir Square, Le Caire; Librairie Kasr El Nil, 38, rue Kasr El Nil, Le Caire. 1,350 L.E. — **ESPAGNE.** Toutes les publications y compris le Courrier : Ediciones Iberoamericanas, S.A., calle de Oñate, 15, Madrid 20; Distribución de Publicaciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Vitrubio 16, Madrid 6; Librería del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Egiptiacas, 15, Barcelona. Pour « Le Courrier » seulement (260 pts) : Ediciones Liber, Apartado

17, Ondárroa (Vizcaya). — **ÉTATS-UNIS.** Unesco Publications Center, P.O. Box 433, New York N.Y. 10016 (\$ 5) — **FINLANDE.** Akateeminen Kirjakauppa, 2, Keskuskatu Helsinki. (Fmk 13,90) — **FRANCE.** Librairie Unesco, 7-9, place de Fontenoy, 75700 Paris. C.C.P. 12.598-48. (F 17) — **GRÈCE.** Anglo-Hellenic Agency 5 Koumpani Street Athènes 138. — **HAÏTI.** Librairie « A la Caravelle », 36, rue Roux, B. P. 111, Port-au-Prince. **HAÛTE-VOLTA.** Librairie Attie, B.P. 64, Librairie Catholique « Jeunesse d'Afrique », Ouagadougou. — **HONGRIE.** Akadémiai Könyvesbolt, Váci U. 22, Budapest V. A.K.V. Könyvtárosok Boltja, Népköztársaság 16, Budapest VI. — **INDE.** Orient Longman Ltd. : Nicol Road, Ballard Estate. Bombay 1 : 17 Chittaranjan Avenue, Calcutta 13 36a Mount Road, Madras 2. Kanson House, B-3/7 Asaf Ali Road, P.O. Box 386, Nouvelle Delhi. Publications Section, Ministry of Education and Youth Services, 72 Theatre Communication Building, Connaught Place, Nouvelle-Delhi 1. Oxford Book and Stationery Co., 17 Park Street, Calcutta 16. Scindia House, Nouvelle-Delhi. (Rs 18,75) — **IRAN.** Commission nationale iranienne pour l'Unesco, av. Iranchahr Chomali N° 300, B.P. 1533, Téhéran. Kharazmie Publishing and Distribution Co. 229 Daneshgah Str., Shah Avenue. P. O. Box 1411486, Téhéran. — **IRLANDE.** The National Press, 2 Wellington Road, Ballsbridge, Dublin 4 — **ISRAËL.** Emanuel Brown, formerly Nachstein's Bookstores : 35, Allenby Road and 48, Nachlat Benjamin Street, Tel-Aviv. Emanuel Brown 9 Shlomzion Hamalka Street, Jérusalem. (24 I.L.) — **ITALIE.** Licosa, (Libreria Commissionaria Sansoni, S.p.A.) via Lamarmora, 45, Casella Postale 552, 50121 Florence. — **JAPON.** Maruzen Co Ltd., P.O. Box 5050, Tokyo International, 100 31 (Y1,440). — **RÉPUBLIQUE KHMÈRE.** Librairie Albert Portail, 14, avenue Bouilloche, Phnom-Penh. — **LIBAN.** Librairies Antoine, A. Naouf et Frères, B.P. 656, Beyrouth. — **LUXEMBOURG.** Librairie Paul Bruck, 22, Grand-Rue, Luxembourg. — **MADAGASCAR.** Toutes les publications : Commission nationale de la République malgache, Ministère de l'éducation nationale, Tananarive. « Le Courrier » seulement : Service des œuvres post et périscolaires, Ministère de l'éducation nationale, Tananarive. — **MALI.** Librairie populaire du Mali, B.P. 28, Bamako. — **MAROC.** Librairie « Aux belles images », 281, avenue Mohammed V, Rabat. CCP 68-74. « Courrier de l'Unesco » : pour les membres du corps enseignant : Commission nationale marocaine pour l'Unesco 20, Zenkat Mourabintine, Rabat (C.C.P. 324-45). — **MARTINIQUE.** Librairie « Au Boul Mich », 1, rue Perrinon, 66, av du Parquet, 972 - Fort-de-France. — **MAURICE.** Nalanda Co. Ltd., 30, Bourbon Street Port-Louis (Rs 17,45) — **MEXIQUE.** CILA (Centro inter americano de Libros Académicos), Sullivan 31-Bis, Mexico 4 D. F., Mexique. (45 pesos) — **MONACO**

British Library, 30, boulevard des Moulins, Monte-Carlo — **MOZAMBIQUE.** Salema & Carvalho Ltda caixa Postal, 192, Beira. — **NIGER.** Librairie Mauclert, B.P. 868, Niamey. — **NORVÈGE.** Toutes les publications : Johan Grundt Tanum (Booksellers), Karl Johans gate 41/43, Oslo 1. Pour « le Courrier » seulement : A.S. Narvesens, Literaturtjeneste Box 6125 Oslo 6. (Kr 23,00) — **NOUVELLE-CALÉDONIE.** Reprex S.A.R.L., B.P. 1572, Noumea. — **PAYS-BAS.** « Unesco Koener » (Edition néerlandaise seulement) Systemen Keesing, Ruysdaelstraat 71-75, Amsterdam-1007 (fl. 17,5). Agent pour les autres éditions et toutes les publications de l'Unesco : N.V. Martinus Nijhoff Lange Voorhout 9 La Haye. — **POLOGNE.** Toutes les publications : ORWN PAN. Palac Kultury i Nauki, Varsovie. Pour les périodiques seulement : « RUCH » ul. Wronia 23, Varsovie 10. — **PORTUGAL.** Dias & Andrade Ltda, Livraria Portugal, rua do Carmo, 70, Lisbonne (Esc.105). — **ROUMANIE.** I.C.E. Libri P.O.B. 134-135, 126 calea Victoriei, Bucarest Abonnements aux périodiques Rompresfilatelia, calea Victoriei nr. 29, Bucarest. — **ROYAUME-UNI.** H.M. Stationery Office, P.O. Box 569, Londres S.E.1. (£1,30). — **SÉNÉGAL.** La Maison du livre, 13, av. Roume, B.P. 20-60, Dakar. Librairie Clairafrique, B.P. 2005, Dakar; Librairie « Le Sénégal », B.P. 1594, Dakar. — **SUÈDE.** Toutes les publications : A/B C.E. Fritzes Kungl. Hovbhandl, Fredsgatan, 2, Box 16356, 103 27 Stockholm, 16. Pour « Le Courrier » seulement : Svenska FN-Forbundet, Skolgrand 2, Box 150-50, S-10465 Stockholm - Postgiro 184692 (Kr. 18). — **SUISSE.** Toutes les publications : Europa Verlag, S. Ramistrasse, Zurich. C.C.P. Zürich VIII 2383. Payot, 6, rue Grenus 1211, Genève 11, C.C.P. 12.236 (FS. 16). — **SYRIE.** Librairie Sayegh Immeuble Diab, rue du Parlement, B.P. 704, Damas. — **TCHÉCOSLOVAQUIE.** S.N.T.L., Spalena 51, Prague 1-(Exposition permanente); Zahranicni Literatura, 11 Ioukenicka, Prague 1. Pour la Slovaquie seulement : Afa Verlag Publishers, Hurbanovo nam. 6, 893 31 Bratislava. — **TOGO.** Librairie Evangélique, BP 378, Lomé; Librairie du Bon Pasteur, BP 1164, Lomé; Librairie Moderne, BP 777, Lomé. — **TUNISIE.** Société tunisienne de diffusion, 5, avenue de Carthage, Tunis. — **TURQUIE.** Librairie Hachette, 469 Istiklal Caddesi; Beyoglu, Istanbul. — **U.R.S.S.** Mezhdunarodnaja Kniga, Moscou. G-200. — **URUGUAY.** Editorial Losada Uruguaya, S.A. Libreria Losada, Maldonado, 1092, Colonia 1340, Montevideo — **VIËT-NAM.** Librairie Papeterie Xuân-Thu, 185, 193, rue Tu-Do, B.P. 283, Saigon. — **YOUgoslavIE.** Jugoslovenska Knjiga, Terazije 27, Belgrade. Drzavna Založba Slovenije Mestni Trg. 26, Ljubljana — **REP. DU ZAIRE.** La Librairie Institut national d'études politiques B.P. 2307, Kinshasa Commission nationale de la République du Zaïre pour l'Unesco, Ministère de l'éducation nationale, Kinshasa



Photo © CIRIC, Genève

Sécheresse sur l'Afrique

Un jeune Africain se désaltère au filet d'eau claire d'une calabasse. Une immense région d'Afrique au sud du Sahara vit depuis plusieurs années un drame terrible : le manque de pluie ; cette sécheresse anéantit troupeaux et cultures. S'étendant de la Mauritanie, sur la côte ouest, au Soudan, en Afrique orientale, cette catastrophe atteint actuellement des millions de personnes (voir article page 44).