

N-INFORMATIONS TECHNIQUES

LA RECHERCHE ET LES MOYENS DE LA METEOROLOGIE MODERNE

Monsieur l'Ingénieur général de la Météorologie A. VILLEVIEILLE a bien voulu nous autoriser à reproduire le compte-rendu (publié dans le Bulletin mensuel du n° 77 de la Direction du Personnel et de l'Administration Générale de l'Aviation Civile et de la Météorologie) des Journées organisées dans l'Etablissement d'Etudes et de Recherches Météorologiques (EERM) qu'il dirige.

Les Anciens y trouveront le point le plus autorisé sur des développements, souvent ignorés, de l'activité météo.

Les météorologistes sont, sans doute, victimes d'un malentendu sémantique.

Certes, météorologie veut bien dire science des météores, et, en l'espèce, des hydrométéores: les nuages et la pluie. Mais, à ces mots, le grand public évoque plutôt la "leçon de choses" de nos premières classes; et semble oublier que le véritable domaine d'investigation de la météorologie, c'est - tout simplement - l'atmosphère.

Autant dire : une autre dimension.
Ne voit-on pas, par exemple, que l'atmosphère est la plus gigantesque des usines de désalinisation, transformant l'eau (évaporée) des océans en eau de pluie, - cette eau "douce" qui va devenir progressivement si rare et si précieuse?

Ne voit-on pas que l'atmosphère est notre bouclier contre les rayonnements dangereux venus de l'Espace, notamment grâce à la couche d'ozone qui filtre l'ultra-violet solaire?

mais, demandera-t-on, pourquoi ces journées ?

Mais, demandera-t-on, pourquoi ces Journées?
Il s'agissait, en fait, de répondre à un certain besoin d'information.

D'abord, de la part d'une fraction de ce grand public, qui est curieux des choses de la météorologie, qui voudrait savoir ce qui se fait - et ce qui pourrait être fait - pour mieux satisfaire ses demandes: prévisions plus précises et à plus long terme, impacts écologiques, pollution, etc.; et qui, ce n'est pas le moindre, a le souci de vérifier le bon emploi des fonds publics dans un domaine que l'on peut qualifier de "sensible".

Et puis, naturellement, de la part des organismes et des laboratoires de la discipline, où l'on se préoccupe d'ajuster ses objectifs à ceux de ses partenaires, d'éviter les "doublons", et de favoriser la complémentarité et la convergence des programmes.

Cette préoccupation étant partagée par l'EERM, on a noté, avec plaisir, que les Journées avaient amorcé ou développé des coopérations entre des groupes jusque là un peu distants.

Ne voit-on pas, enfin, que l'atmosphère, tout comme l'océan marin, est un milieu nourricier, et le plus essentiel sans doute puisqu'il permet la Vie humaine, - milieu fragile et menacé, à travers la qualité de l'air et l'inconstance des climats?

A côté de ses thèmes traditionnels, l'observation et la prévision - ou, si l'on veut: le temps qu'il fait et le temps qu'il fera -, la météorologie aborde ainsi des thèmes nouveaux, qui touchent à la "protection" du milieu naturel, mais aussi à son "exploitation", si l'on veut bien prendre ce terme dans le sens, certainement non péjoratif, où l'entendent les océanographes.

Thèmes anciens et thèmes nouveaux devaient, logiquement, figurer côte à côte au programme des Journées de l'EERM: on pourra s'en assurer par le compte rendu suivant.

De manière générale, le nombre et la qualité (1) des participants aux Journées, qui se sont tenues successivement à la direction de la Météorologie, à Boulogne, et au centre de Recherche instrumentale de Magny, témoignent de l'utilité de cette manifestation.

On a noté, en particulier, la venue d'une centaine de participants de l'extérieur, chiffre que l'on peut considérer comme important.

quant au programme,

certains auront pu le juger un peu trop copieux (26 communications scientifiques, à Boulogne, les 10 et 11 mai; 10 présentations de matériels et méthodes d'observation à Magny le 12 mai). Mais il faut bien comprendre que l'on cherchait à couvrir le champ de travail complet de l'EERM, qui est, par lui-même, assez dimensionné.

(1) En dehors de la direction de la Météorologie les Journées ont été honorées de la participation de la direction du Personnel et de l'Administration générale et de nombreux responsables d'organismes de Recherche.

la prévision météorologique

Et, pour commencer, la prévision.

A cet égard, l'ambiguïté du langage peut être gênante. Il n'y a pas, à proprement parler, *une* prévision météorologique, mais *des* prévisions météorologiques, et, à la limite, autant de prévisions qu'il y a de catégories d'utilisateurs.

La prévision météorologique est, en effet, un élément de décision dans un grand nombre d'activités humaines.

Les besoins en prévision sont, d'abord, ceux des individus, besoins, en général, limités à des échéances courtes (la journée, pour fixer les idées) et à une zone géographique restreinte.

La météorologie classique possède, dans le domaine de la prévision courte, des moyens d'action simples mais efficaces. Ces moyens se trouvent augmentés aujourd'hui par le satellite, qui permet d'extrapoler le mouvement et l'évolution des masses nuageuses : c'est l'objectif des études de "néphanalyse cinématique" menées au centre de Météorologie spatiale (CMS) de Lannion

Parallèlement et complémentaiement, on peut imaginer, à l'échelle régionale et locale, un système d'analyse du "temps présent", qui serait extrapolable à courte échéance, en s'appuyant sur des modèles prévisionnels établis à de plus grandes échelles. Ce concept apparaît dans le projet de "Station météorologique du futur" (SMF). Faute de pouvoir encore aborder de plain-pied ce programme ambitieux, on a cherché à réaliser avec l'ensemble "4 M" (Moyens mobiles de mesures météorologiques) (2) un modèle réduit de la SMF, pour la collecte et l'analyse élémentaire des données d'un réseau (l'opération est pilotée par un ordinateur central).

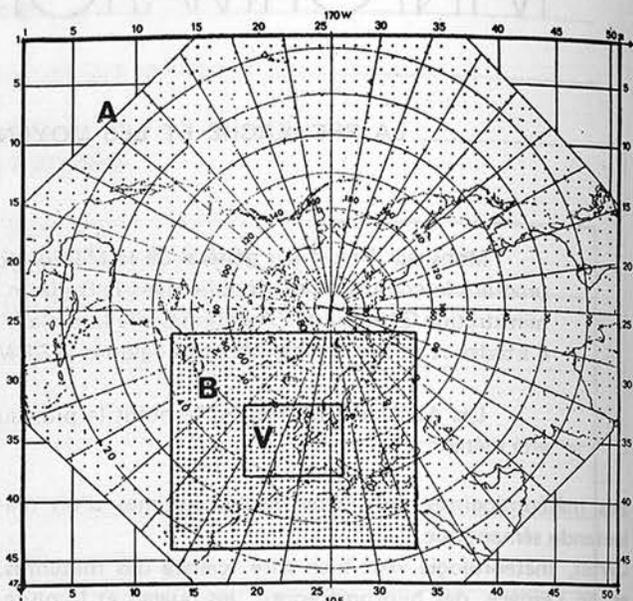
Mais la prévision générale doit répondre à d'autres besoins, qui sont ceux des gestionnaires, dont les décisions portent à des échéances plus lointaines. Les bons résultats que l'on obtient aujourd'hui en exploitation "de routine" à l'échéance de 2 jours (parfois, 3 jours) apparaissent alors insuffisants : il faut pousser l'échéance aussi loin que possible, en consentant, éventuellement, une dégradation sur la précision.

C'est le but du modèle Améthyste, développé conjointement par le SMM et l'EERM. Améthyste vise l'échéance prévisionnelle de 4 jours, et présente quelques particularités remarquables.

On y fait un appel plus large à ce qu'il est convenu d'appeler "la physique", c'est-à-dire la physique des phénomènes irréversibles, tels que rayonnement, turbulence, précipitation, et, très spécialement, la physique de la couche-limite basse de l'atmosphère.

Celle-ci fait l'objet, séparément, d'études théoriques approfondies (programme Colt) qui ont connu de bonnes confirmations expérimentales.

Essentiellement, Améthyste se propose de marier deux types de techniques de prévision numérique : la technique dite "spectrale" (3) et la technique "à points de grille".



Echelles emboîtées A et B pour le modèle de prévision "à points de grille"

Mariage de raison entre deux méthodes qui ont, chacune, leurs avantages : la première conservant mieux la phase des grandes ondulations atmosphériques, la seconde autorisant une meilleure précision aux échelles inférieures.

La qualité de tout modèle s'apprécie par ce qui vient en "sorties". A cet égard, les sorties habituelles des grands modèles se présentent sous une forme et à une échelle éventuellement mal adaptées aux exigences de l'utilisateur local.

Des méthodes statistiques (programme Stat-Math) peuvent alors être appliquées avec succès.

D'autres méthodes statistiques sont mises au point pour la prévision d'événements aléatoires, tels que les avalanches, les orages, les trombes, etc. (c'est une branche - assez étonnante - de la discipline, baptisée "météorologie des catastrophes").

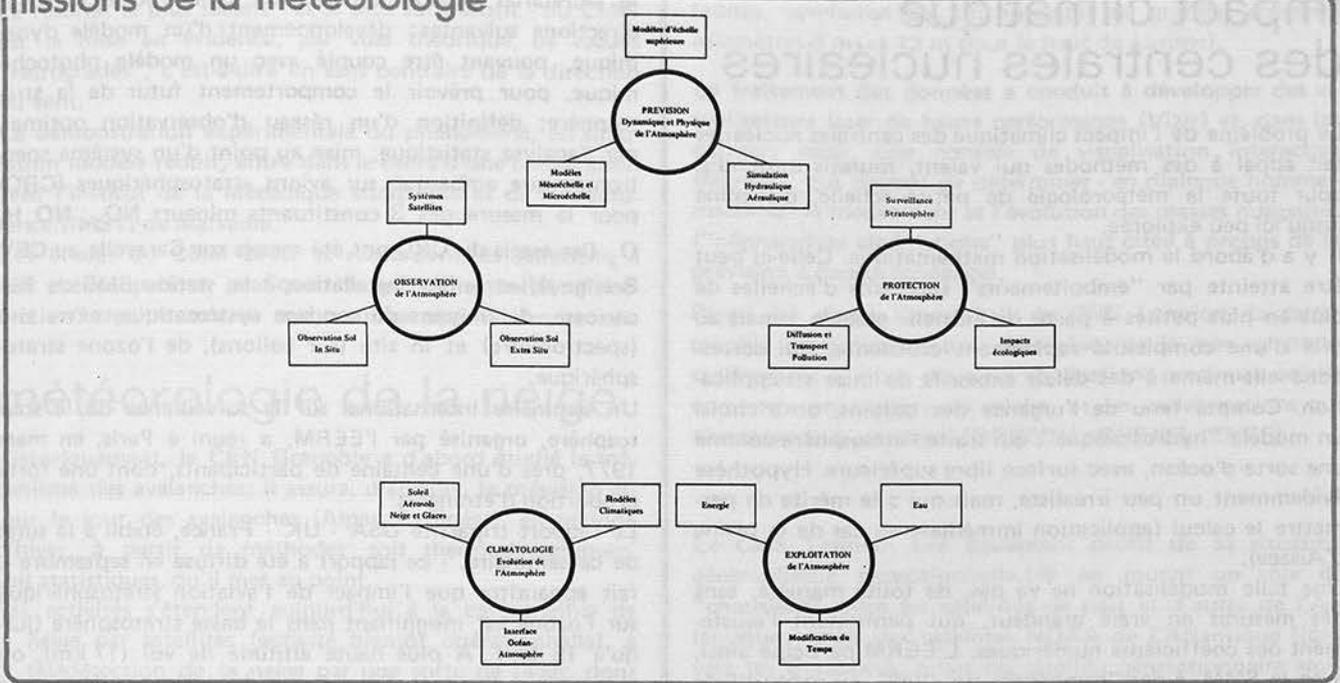
La prévision de type numérique est bien l'objectif central du programme EERM. Cependant, d'autres approches, de caractère plus expérimental, sont convenables. On a engagé, sous le nom de Chimène, une étude de simulation de la circulation globale, dans un anneau hydraulique tournant (effet Coriolis de la rotation terrestre). Les résultats déjà obtenus sont prometteurs.

Les applications de la météorologie s'étendent, par définition, à des domaines très variés. Les questions d'environnement y tiennent, désormais, une large place. On traitera ici de deux d'entre elles, qui appartiennent à l'actualité la plus brûlante.

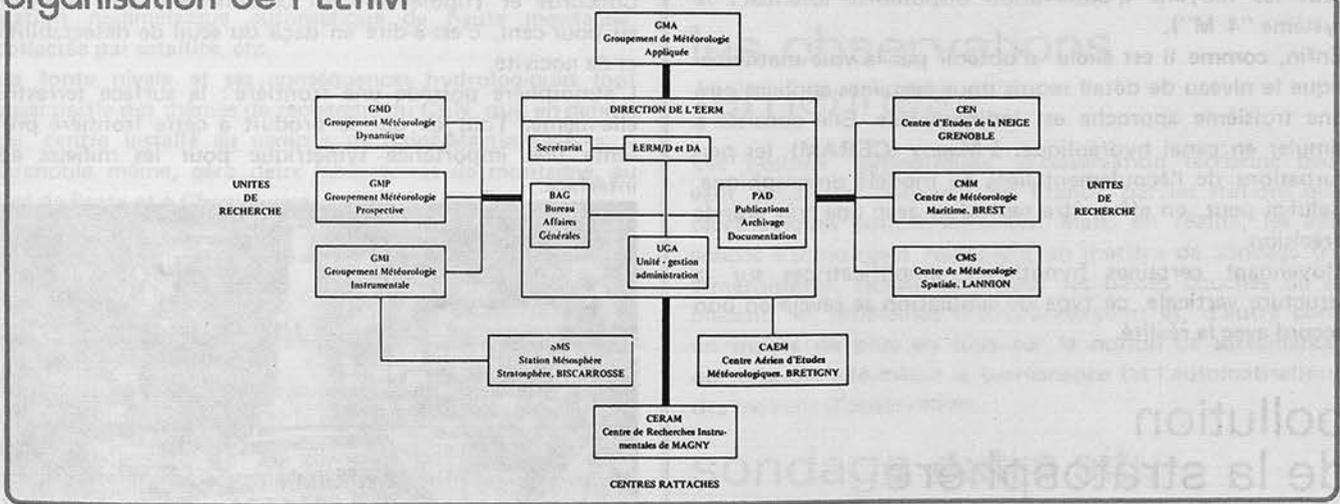
(2) L'ensemble "4 M", embarqué sur shelters, est spécialement destiné, comme on verra plus loin, aux études de site, pour la pollution ou l'impact climatique des centrales nucléaires.

(3) Il s'agit d'une décomposition harmonique de la circulation globale de l'atmosphère. La méthode "à points de grille" utilise une représentation discrétisée de l'atmosphère, où l'on procède par "pas discrets" d'évolution dans l'espace et le temps.

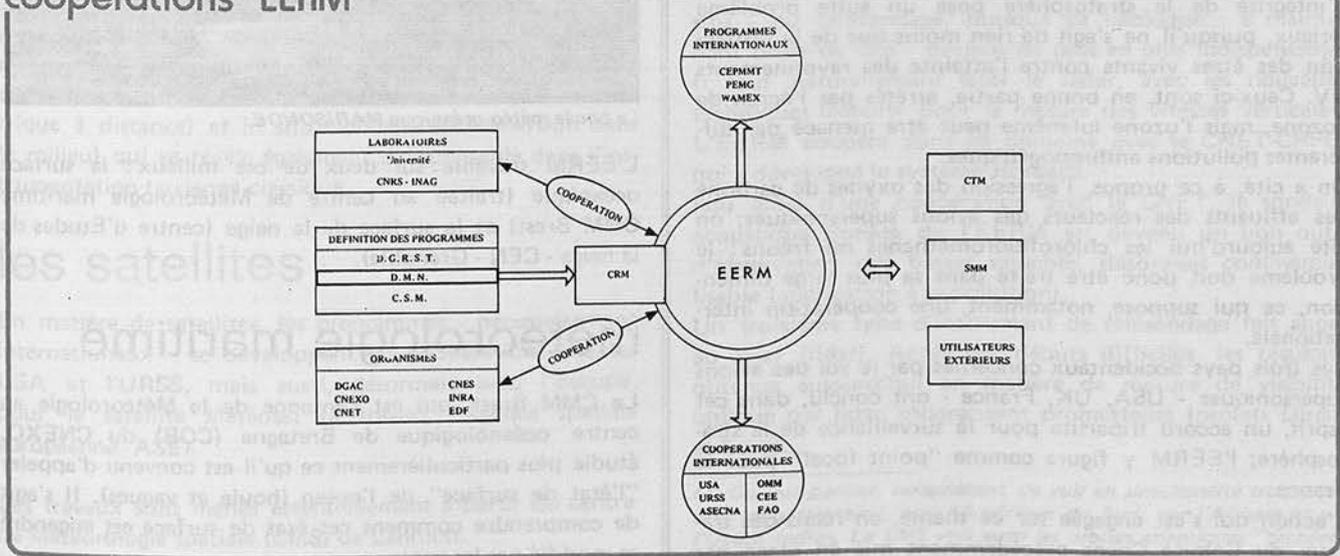
missions de la météorologie



organisation de l'EERM



coopérations EERM



impact climatique des centrales nucléaires

Le problème de l'impact climatique des centrales nucléaires fait appel à des méthodes qui valent, mutatis mutandis, pour toute la météorologie de petite échelle, discipline jusqu'ici peu explorée.

Il y a d'abord la modélisation mathématique. Celle-ci peut être atteinte par "emboitements" successifs d'échelles de plus en plus petites à partir de l'échelle globale, - mais au prix d'une complexité rapidement croissante, qui correspond elle-même à des délais excessifs de mise en application. Compte tenu de l'urgence des besoins, on a choisi un modèle "hydrostatique", qui traite l'atmosphère comme une sorte d'océan, avec surface libre supérieure. Hypothèse évidemment un peu irréaliste, mais qui a le mérite de permettre le calcul (application immédiate au cas de la plaine d'Alsace).

Une telle modélisation ne va pas, de toute manière, sans des mesures en vraie grandeur, qui permettent l'ajustement des coefficients numériques. L'EERM participe ainsi, avec le SMM, à des "campagnes sur sites", où sont utilisés tous les moyens d'observation disponibles (bientôt : le système "4 M").

Enfin, comme il est exclu d'obtenir par la voie mathématique le niveau de détail requis pour certaines applications, une troisième approche est indispensable. Elle consiste à simuler en canal hydraulique, à Magny (CERAM), les perturbations de l'écoulement liées au modelé orographique. Celui-ci peut, en effet, être reproduit avec une très grande précision.

Moyennant certaines hypothèses simplificatrices sur la structure verticale, ce type de simulation se révèle en bon accord avec la réalité.

pollution de la stratosphère

L'intégrité de la stratosphère pose un autre problème sérieux, puisqu'il ne s'agit de rien moins que de la protection des êtres vivants contre l'atteinte des rayonnements UV. Ceux-ci sont, en bonne partie, arrêtés par l'écran de l'ozone, mais l'ozone lui-même peut être menacé par différentes pollutions anthropogéniques.

On a cité, à ce propos, l'agression des oxydes de carbone des effluents des réacteurs des avions supersoniques; on cite aujourd'hui les chlorofluorométhanes ou fréons : le problème doit donc être traité dans sa plus large dimension, ce qui suppose, notamment, une coopération internationale.

Les trois pays occidentaux concernés par le vol des avions supersoniques - USA, UK, France - ont conclu, dans cet esprit, un accord tripartite pour la surveillance de la stratosphère; l'EERM y figure comme "point focal" pour la France.

L'action qui s'est engagée sur ce thème, en relais des travaux du Comité Covos précédemment mis en place par

le secrétariat général à l'Aviation civile, porte dans les directions suivantes: développement d'un modèle dynamique, pouvant être couplé avec un modèle photochimique, pour prévoir le comportement futur de la stratosphère; définition d'un réseau d'observation optimal, par l'analyse statistique; mise au point d'un système spectrométrique embarqué sur avions stratosphériques (CRC) pour la mesure des 3 constituants mineurs NO_2 , NO_3H , O_3 (les essais du CRC ont été menés sur Caravelle au CEV Brétigny); et enfin, installation, à la station SMS de Biscarrosse, de moyens de sondage systématique, extra situ (spectromètre) et in situ (sur ballons), de l'ozone stratosphérique.

Un séminaire international sur la surveillance de la stratosphère, organisé par l'EERM, a réuni à Paris, en mars 1977, près d'une centaine de participants, dont une forte proportion d'étrangers.

Le rapport tripartite USA - UK - France, établi à la suite de ce séminaire, - ce rapport a été diffusé en septembre -, fait apparaître que l'impact de l'aviation stratosphérique sur l'ozone est insignifiant dans la basse stratosphère (jusqu'à 15 km). A plus haute altitude de vol (17 km), on montre que l'impact d'une flotte de quelques dizaines de Concorde et Tupolev 144 est certainement très inférieur au pour-cent, c'est-à-dire en deçà du seuil de détectabilité et de nocivité.

L'atmosphère possède une frontière: la surface terrestre elle-même. Tout ce qui se produit à cette frontière présente une importance symétrique pour les milieux en interface.



La bouée météo-océanique MARISONDE

L'EERM travaille sur deux de ces milieux: la surface océanique (traitée au centre de Météorologie maritime CMM Brest) et la surface de la neige (centre d'Etudes de la neige - CEN - Grenoble).

météorologie maritime

Le CMM Brest, qui est l'antenne de la Météorologie au centre océanologique de Bretagne (COB) du CNEXO, étudie plus particulièrement ce qu'il est convenu d'appeler "l'état de surface" de l'océan (houle et vagues). Il s'agit de comprendre comment cet état de surface est engendré et modifié par les vents.

Le résultat le plus récent - et le plus surprenant - du CMM est la mise en évidence, par voie théorique, de vagues "rétrogrades", c'est-à-dire en sens contraire de la direction du vent.

La démonstration expérimentale du phénomène, en simulation modèle réduit, entre dans le cadre d'une coopération avec l'institut de la Mécanique statistique et de la Turbulence (IMST) de Marseille.

Les études du CMM Brest se raccordent, évidemment, à des préoccupations pratiques de grande actualité: "protection" des travaux en mer, routage optimal des navires.

météorologie de la neige

Historiquement, le CEN Grenoble a d'abord étudié le mécanisme des avalanches; il assure, d'ailleurs, la prévision au jour le jour des avalanches (Alpes, Pyrénées), en période d'hiver, à partir de méthodes soit thermodynamiques, soit statistiques, qu'il met au point.

Ses activités s'étendent aujourd'hui à la cartographie de la neige par satellites (activité bientôt opérationnelle), à la télédétection de la neige par une sorte de radar, dont l'étude de faisabilité est en cours, à la mise au point d'une station nivométrique automatique de haute montagne, collectée par satellite, etc.

La fonte nivale et ses conséquences hydrologiques font aussi partie des thèmes de recherche du CEN, qui, en dehors du centre installé au campus de Saint-Martin-d'Hères, à Grenoble même, gère deux laboratoires de montagne, au Col de Porte et à Chamrousse.

observation météorologique

Pour évaluer et prévoir le comportement de l'atmosphère, il faut d'abord l'observer et la mesurer.

L'époque moderne est marquée, à cet égard, par la dualité du satellite et des réseaux d'observation classiques au sol. Dualité ne signifie pas, d'ailleurs, concurrence, mais au contraire, complémentarité, car chacun des deux moyens a ses possibilités et ses limites, et trouve avantage à s'appuyer sur l'autre. Au plan pratique, ceci se traduit par une conjugaison des techniques extra situ (sondage radiométrique à distance) et in situ (sondage en immersion dans le milieu) qui se révèle également indispensable dans l'instrumentation terrienne classique.

les satellites

En matière de satellites, les programmes - nécessairement internationaux - se développent en coopération avec les USA et l'URSS, mais aussi, désormais avec l'Europe, pour le satellite Météosat (à travers l'Agence spatiale européenne ASE).

Les travaux sont menés essentiellement à partir du centre de Météorologie spatiale (CMS) de Lannion.

Le CMS a été doté d'un système puissant d'écoute des sa-

tellites, symbolisé pas un ensemble de grandes antennes (diamètres 8 m et 12 m pour le haut de gamme).

Le traitement des données a conduit à développer des visualisateurs laser de haute performance (Vizir) et, dans les derniers mois, une console de visualisation interactive (Menhir), qui permet de déterminer - en dialogue homme-machine - le mouvement et l'évolution des masses nuageuses ("néphanalyse cinématique" plus haut citée à propos de la prévision à courte échéance).

Parmi les divers "produits" du CMS Lannion, la cartographie de la température de surface de la mer est particulièrement à citer, pour les applications pratiques qu'elle comporte en matière de pêche, et les collaborations qui s'instaurent à ce sujet (ORSTOM, CNEXO, CNES)

Le CMS Lannion tire également profit de sa situation géographique exceptionnelle (4) en jouant un rôle de "charnière" entre les satellites de part et d'autre de l'Atlantique: relais des satellites NOAA de l'Atlantique Nord vers les Etats-Unis, relais du satellite géostationnaire américain au satellite géostationnaire européen.

les observations terriennes

Les besoins "synoptiques" d'observation terrienne peuvent apparaître couverts, en France, par les stations météorologiques conventionnelles. Mais, en réalité, les exigences s'accroissent fortement en matière de sondage tridimensionnel, notamment pour les basses couches où se placent les problèmes d'environnement, et, d'autre part, on insiste de plus en plus sur la notion de surveillance, qui suppose elle-même la permanence (et l'automatisation) des moyens d'observation.

sondage extra situ

De ce double point de vue, le recours au sondage extra situ - ou télésondage, puisque ce néologisme a maintenant droit de cité - devient de plus en plus indispensable. Il faut naturellement citer le radar, avec les nouvelles techniques Doppler pour la mesure des vitesses verticales. L'EERM coopère dans ce domaine avec le CNET-CRPE, qui a développé le système Ronsard.

Issu aussi d'une coopération avec le CNET, le sondeur acoustique Sonate de l'EERM est devenu un bon outil d'observation des basses couches, désormais commercialisable (application à la pollution).

Un troisième type d'instrument de télésondage fait appel au laser (lidar). Après des débuts difficiles, les résultats obtenus aujourd'hui en matière de mesure de visibilité oblique par lidar apparaissent prometteurs (projets Diram et Lyre).

(4) Qui lui permet, notamment, de voir en simultanéité trois satellites géostationnaires, sur l'Amérique du Sud, sur l'Afrique et sur l'Océan indien. Le CMS voit aussi les orbites atlantiques "cachées" aux yeux des stations américaines ("blind orbits").

sondage in situ

Le sondage in situ s'identifie principalement avec le radiosondage, pratiqué en exploitation au moyen de ballons ascensionnels.

La mesure du vent est, traditionnellement, découplée du radiosondage. Mais on peut imaginer de l'y intégrer, pour disposer d'un instrument "auto-suffisant", plus souple et, éventuellement, plus économique, que l'ancienne formule. C'est le but du projet Alphasonde, qui utilise les signaux de radionavigation Omega pour déterminer le vent. L'ensemble de sondage complet a été baptisé Aérosonde.

La surveillance de la stratosphère commande de nouveaux développements pour la mesure in situ des constituants minoritaires: pour l'ozone, une ozosonde à chimiluminescence (en coopération avec le service d'Aéronomie du CNRS); pour l'eau, une sonde à effet de surface (Vesta). On ignore encore - pratiquement - les caractéristiques du profil en eau de divers nuages, à l'état neutre ou "excité" (nuage précipitant). En vue de combler cette lacune, l'EERM a développé une sonde largable d'avion, comptant littéralement toutes les gouttelettes et mesurant leur taille au cours de sa traversée descensionnelle du nuage (Aquasonde).

Pour être complet à propos du sondage in situ, il faut évoquer aussi la station météorologique portable - certains disent "station de poche" - Mini-Clim, qui peut être utilisée dans des travaux d'enquête et de surveillance extrêmement variés.

les nouveaux véhicules

L'exploration approfondie de l'atmosphère demande des véhicules adaptés. En dehors du ballon-sonde, on dispose, naturellement, en météorologie, de l'avion classique. L'avion du CAEM Brétigny a été ainsi équipé pour larguer des sondes descensionnelles (Aquasonde, précédemment citée; Catasonde, pour le profil aérologique vertical) à l'endroit exact où la mesure est désirée.

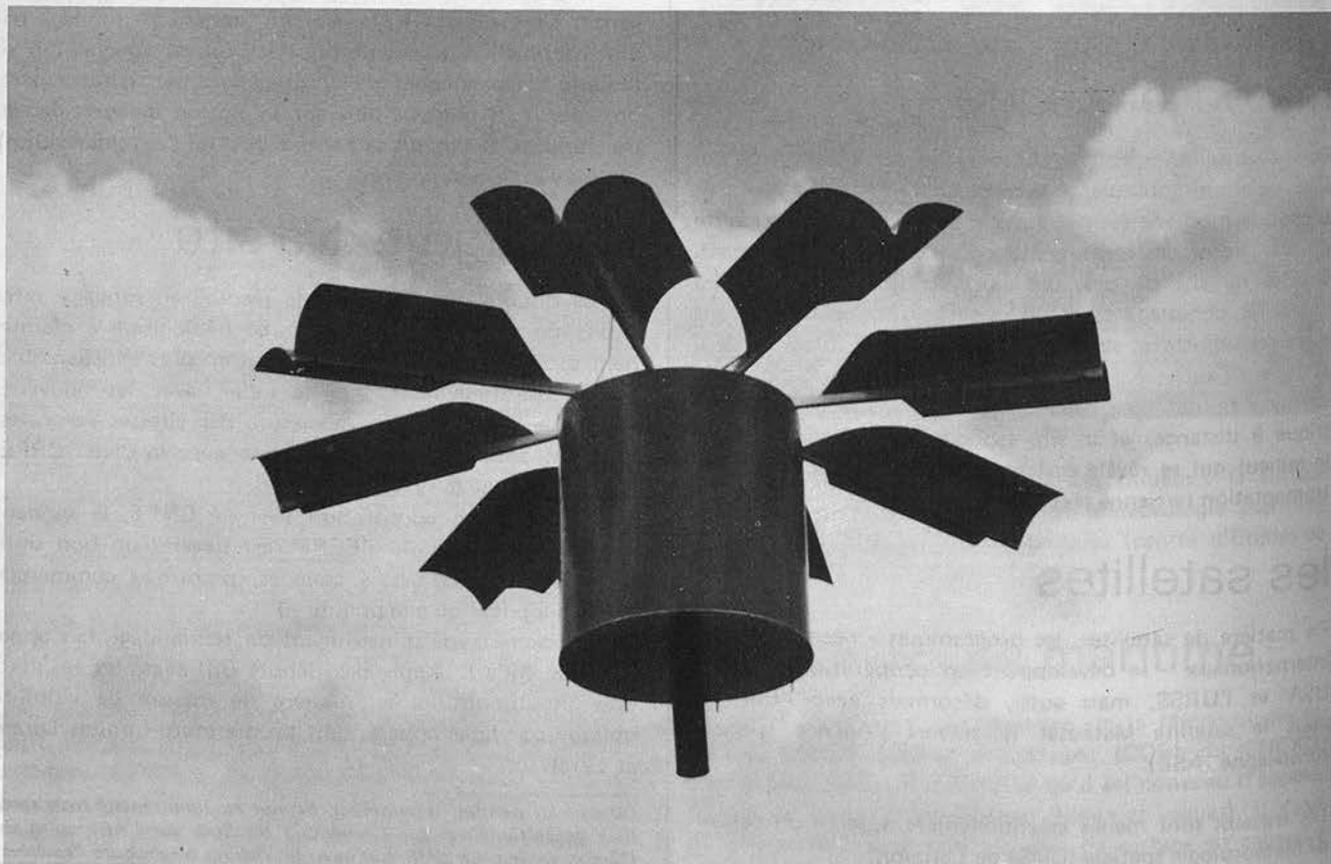
Mais on peut souhaiter encore plus de "flexibilité", notamment pour les basses couches. Dans ce but, on développe des petits avions télépilotés (SAM) capables de sondages rapides, plus tard pratiqués "en escadrille".

Un engin plus dimensionné, mariant les capacités du ballon et de l'avion, en vol stationnaire, ou en vol de surveillance itinérante (pour la pollution) a été étudié sous le nom de Dinosaur.

La multiplicité des besoins de sondage a conduit à réaliser parallèlement un système balistique, qui lance une flèche-sonde suivant un principe analogue à la sarbacane, d'où son nom de Sarbasonde.

A l'autre extrémité de la gamme des altitudes, les fusées-sondes météorologiques font l'objet de raffinements continus, pour des études scientifiques mais aussi pour des applications pratiques (tirs de lanceurs spatiaux).

Enfin, on ne saurait oublier l'interface océan-atmosphère, où les bouées vont jouer un rôle très augmenté. La bouée Marisonde de l'EERM a été conçue pour les besoins de GARP PEMG mais elle comporte des variantes multiples (5).



L'aquasonde: pour mesurer l'eau des nuages

coopérations internationales

La recherche en météorologie présente forcément un caractère international.

D'abord, bien entendu, parce que l'atmosphère ne connaît pas de frontières, et doit s'étudier à l'échelle du globe.

Ensuite, et ceci découle de cela, parce que les moyens expérimentaux et les moyens de calcul à mettre en oeuvre, excèdent les possibilités d'un seul pays.

Deux grands programmes internationaux attirent actuellement notre intérêt.

L'un est à l'échelle européenne : il s'agit du centre européen de Prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT), géré par un important groupe de pays européens et désormais installé près de Londres; l'autre est à l'échelle mondiale, et se place sous l'égide de l'Organisation météorologique mondiale.

C'est le programme "GARP PEMG", - cet acronyme un peu barbare désignant la "première expérience météorologique mondiale".

La Météorologie française y participe de différentes manières : au niveau des comités de planification et, plus directement, par des contributions "en nature".

Ce sera, notamment : le programme Marisonde, flottille de bouées immergées dans l'Océan indien Sud, et les stations Alphasonde pour le sondage des vents Omega, à bord de navires spécialement équipés.

On prévoit également une participation au programme de météorologie tropicale Wamex.

En dehors de ces grandes opérations, d'autres coopérations, de caractère bilatéral, lient l'EERM à des services américains de la NOAA, de la NASA et de l'ONR (6) pour des programmes de météorologie spatiale et de météorologie maritime; pareillement, une coopération existe, depuis de longues années, avec le service hydrométéorologique de l'URSS pour des tirs de fusées-sondes et l'exploitation des données de satellites.

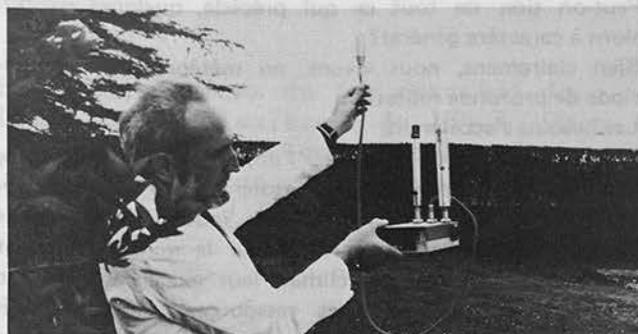
D'autres coopérations internationales méritent mention, en particulier, avec l'ASECNA, dans le cadre général météorologie tropicale et sécheresse au Sahel, l'Agence FAO (Food and Agriculture Organization) de l'ONU, pour la lutte anti-acridienne, etc.

La coopération internationale se traduit, en particulier, par la venue d'assez nombreux stagiaires étrangers.

Elle peut aussi conduire à des ouvertures à l'exportation, domaine où il faut citer les résultats du CMS, dont le "chiffre d'affaires" en matériels exportés se maintient en bonne proportion avec les investissements consentis par le centre.

(5) A l'heure où ce compte rendu est rédigé, une bouée Marisonde est utilisée en Méditerranée pour une expérience scientifique en coopération avec l'Office of Naval Research (ONR) américain.

(6) Le sigle ONR, moins familier au grand public, désigne l'Office of Naval Research.

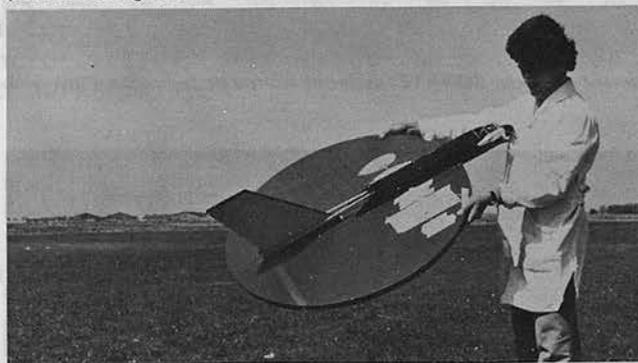


MINICLIM : une station météorologique de poche



Sondes aérologiques motorisées : projet SAM
SAM : un avion télépiloté
pour le sondage des basses couches

Variantes SAM A
SAM B



La sarbasonde : sondage vertical par sonde-flèche

Peut-on tirer de tout ce qui précède, quelques conclusions à caractère général?

Bien clairement, nous vivons, en météorologie, une période de profonde mutation.

Les besoins s'accroissent.

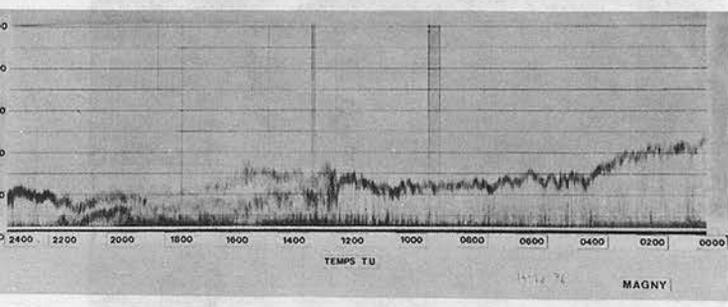
Pour beaucoup de raisons: l'impatience des hommes, qui trouvent de plus en plus intolérable de subir passivement les caprices du temps; leur inquiétude, lorsqu'ils considèrent les agressions subies par le milieu naturel et la possible évolution du climat; leur exigence pour une exploitation rationnelle des ressources, c'est-à-dire, en l'occurrence, de l'eau du ciel; et, finalement, le besoin ressenti par tous et par chacun de planifier le plus efficacement possible les activités de son domaine, en incluant la prévision météorologique parmi les grands facteurs de décision.

Face à des besoins nouveaux et en progression rapide, la réponse appartient à la Recherche et au Développement. Et cette réponse implique un effort très particulier, non seulement sur le plan des moyens, ce qui va sans dire, mais aussi, et surtout peut-être, sur le plan de la conception des méthodes et des outils adaptés.

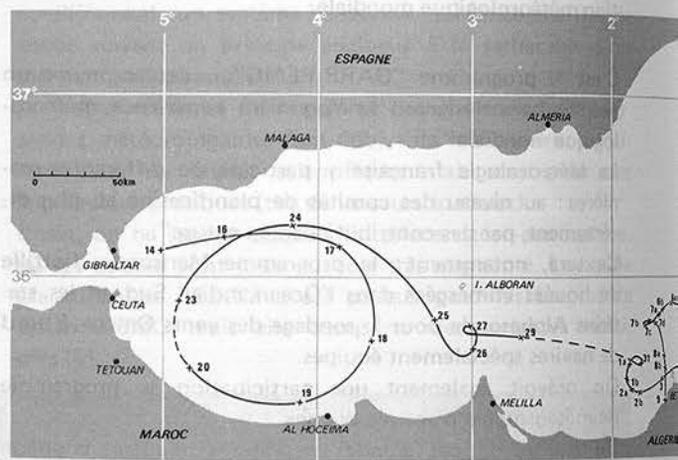
Les programmes qui s'engagent en météorologie sont - obligatoirement - des programmes ambitieux. Ils demandent de l'imagination et du pragmatisme. Et, plus essentiellement encore, un changement d'attitude vis-à-vis des problèmes posés.

Ce changement d'attitude a-t-il été perçu au cours des Journées de l'EERM? C'est l'espoir que forment les organisateurs de cette réunion.

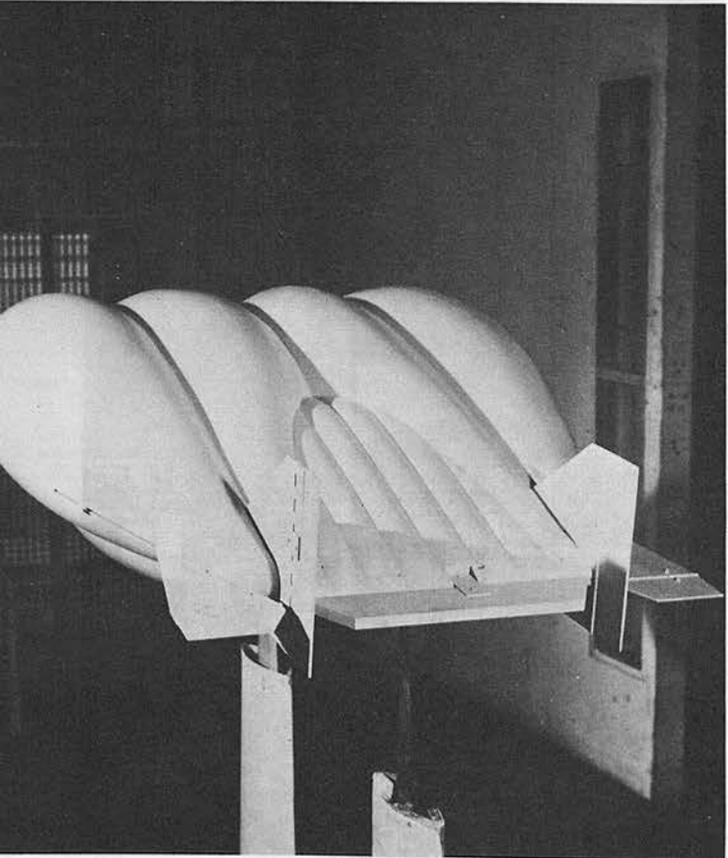
A. Villeveille



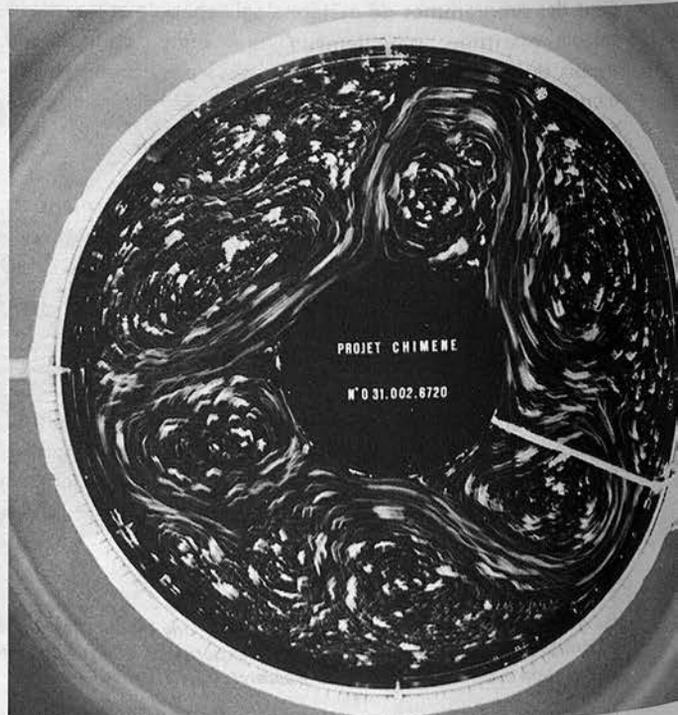
Enregistrement du Sodar SONATE: variation diurne de la couche d'inversion



Trajectoire de la bouée dérivante MARISONDE B 03 Larguée le 15.7.77. Dernière émission le 9.8.77



La maquette du véhicule DINAUSORE en soufflerie



Simulation des grandes ondes atmosphériques: projet CHIMENE