

INFORMATIONS SELECTIONNEES
DE LA METEOROLOGIE NATIONALE

PREMIERE STATION METEOROLOGIQUE ACTIONNEE PAR L'ATOME -

La première station météorologique flottante du monde qui soit actionnée par l'énergie atomique, le NOMAD (Navy Oceanographic Meteorological Automatic Device - dispositif météorologique et océanographique automatique de la Marine), vient d'entrer en service et est prête à annoncer la naissance des cyclones.

Installée à bord d'un petit bâtiment ancré à 560 kms des côtes, dans le Golfe du Mexique, elle est actionnée par une génératrice nucléaire à l'intérieur de laquelle du strontium 90, contenu dans de petites capsules, est converti directement en électricité par des thermocouples disposés autour du combustible fissile. La génératrice ne comporte aucune pièce mobile et pourra fonctionner dix ans sans être rechargée.

Le NOMAD transmettra des données portant sur la température de l'air, la pression barométrique, la vitesse et la direction des vents et la température de l'eau, heure par heure pendant les périodes critiques et toutes les trois heures pendant les périodes normales.

DOCUMENT de Jean EVORA

"Si nous étions seulement capables de prévoir avec certitude le temps cinq jours à l'avance, nous économiserions 500 millions de dollars rien que dans le domaine agricole".

Cette phrase, prononcée par le Président des Etats-Unis, L. Johnson, exprime bien tout à la fois la grandeur et la faiblesse de la météorologie en matière de prévision du temps. En effet, si cette déclaration illustre l'importance économique de la prévision du temps, elle met aussi en lumière notre incapacité, puisqu'une prévision précise à cinq jours d'échéance est encore hors de nos moyens. A l'heure où les couches les plus profondes de l'écorce terrestre livrent peu à peu leurs secrets aux sismographes, où un grand nombre de sondes spatiales auscultent le cosmos ou étudient le sol lunaire, on s'étonne souvent que le monde où nous vivons, celui de la basse atmosphère, soit si mal connu et puisse échapper si souvent à nos investigations.

Pour admettre ce que certains pourraient considérer comme une carence, il faut savoir que la masse atmosphérique forme un

tout qui représente près de 10 milliards de kilomètres cubes de fluide en perpétuel mouvement dont la couche-limite en contact avec le sol, est la plus importante. Cette zone immense est le siège de multiples perturbations plus ou moins désordonnées, et subit des interactions étroites.

Ce milieu, enfin, dans lequel le non-spécialiste ne voit que de l'air, est en fait d'une extrême hétérogénéité. Sur le plan thermique, par exemple, on note des différences de l'ordre de 100 degrés entre les régions polaires et les régions désertiques subtropicales. De même, entre le niveau de la mer et la base de la stratosphère, les écarts peuvent atteindre 120°. Ajoutons encore les variations annuelles, qui peuvent être aussi bien de l'ordre de quelques degrés que de plus de 50°. Cette machinerie impalpable est en fait d'une extrême mobilité. On a pu dire que "le temps se fait et se défait lui-même en permanence", sous l'influence de multiples facteurs extrêmement variés, d'importance très inégale, souvent mal connus.

A LA RECHERCHE DU TEMPS PRESENT.

Face à un adversaire si complexe, si déroutant, les services météorologiques, quelle que soit la nation à laquelle ils appartiennent, n'étaient jusqu'à présent que partiellement armés, surtout lorsqu'il s'agissait de faire des prévisions à moyen ou à long terme. En effet, on sait que, pour ses prévisions, la météorologie a comme principe d'établir d'abord, grâce à de multiples observations et mesures, "un état initial" qui tient compte des formations nuageuses, des températures, du degré d'hygrométrie, de la répartition des pressions, etc... Ensuite elle extrapole cette situation, calcule son devenir compte tenu de la mécanique qui régit la basse atmosphère. Par exemple, pour telle formation nuageuse, bien repérée et poussée par un vent dont la puissance et la vitesse ont été déterminées, il paraît possible de prévoir au-dessus de quelle région elle passera 24 heures plus tard. Malheureusement, ce petit problème simple, qui n'est pas sans rappeler les laborieuses études faites dans les cours complémentaires pour suivre la progression d'un train ou d'un cycliste, devient singulièrement plus complexe lorsqu'il s'agit de prévision du temps.

Car, en fait, si la position de la formation nuageuse a pu être définie avec précision, il n'en est sûrement pas de même de sa vitesse et de sa trajectoire, ce qui rend déjà difficile la détermination de sa position future ; d'autre part, la formation nuageuse elle-même est en perpétuelle évolution, et le vent qui la pousse varie lui aussi constamment. On voit alors ce que peut être la complexité d'un problème qui doit avoir pour données celles-là même qu'il s'agit en même temps de prévoir. Ajoutons que nous avons choisi là un exemple extrêmement simple, qui, en fait, n'existe pas : aucun système ne peut être considéré isolément ;

chacun des organes de la machine atmosphérique agit sur ses voisins. On comprend que, dans ces conditions, l'extrapolation à partir d'une situation donnée s'altère vite au cours du temps. La prévision, qui pourra être excellente pour les quelques heures à venir, deviendra déjà plus théorique, plus hypothétique pour le lendemain, et l'on ne peut guère espérer, dans l'état actuel de nos connaissances, imaginer avec précision la situation telle qu'elle sera après une période de plus de trois ou quatre jours.

Ce flottement, ce jeu, cette dégradation dans la vie atmosphérique ramène à un laps de temps très bref le domaine de la prévision à court terme. Il est évident que la qualité de la prévision est étroitement liée à notre connaissance de l'état météorologique initial, celui à partir duquel les prévisionnistes effectueront leurs extrapolations. La valeur du pronostic dépend évidemment également des connaissances que l'on a sur les "habitudes de vie de l'atmosphère", c'est-à-dire des lois qui régissent ce milieu fluctuant et hétérogène (mécanique des fluides, thermodynamique et lois particulières à ce milieu).

Pour réaliser cette image qualitative et quantitative de l'atmosphère, la météorologie ne peut travailler qu'à l'échelon de la planète. Peu de sciences sont en effet aussi inadaptées au carcan artificiel des frontières. Il a donc fallu créer à la surface de notre monde un réseau aussi dense que possible - compte tenu de la géographie et des moyens des états - de points d'observations et de mesures. Ce réseau, qui doit donner en trois dimensions le meilleur schéma possible de l'atmosphère et de son ambiance, comporte près de huit mille stations en surface et 500 en altitude, réparties sur les continents et les océans. La France, pour sa part, compte 120 stations d'observation, auxquelles viennent s'ajouter une centaine de postes auxiliaires.

Si la météorologie ignore les frontières entre nations, elle ignore tout autant celles qui séparent les terres émergées des océans. Les points d'observation doivent fonctionner sur mer comme sur terre. C'est pourquoi, sur l'Atlantique-Nord, par exemple, neuf navires stationnaires armés et entretenus par les Etats riverains, assurent en permanence l'observation du temps en des points fixés. Trois de ces points sont confiés à la garde commune de la Grande-Bretagne, des Pays-Bas et de la France.

Celle-ci, pour remplir sa mission, emploie deux navires : FRANCE I et FRANCE II qui se relaient tous les 21 jours. Compte tenu de l'immense surface océanique, la densité des points d'observation sur mer peut sembler nettement insuffisante. Mais il faut ajouter à ce nombre restreint de stations maritimes l'apport des navires marchands ou de la Marine nationale qui ont été sélectionnés dans ce but. Les navires sont équipés et contrôlés par la météorologie nationale et exécutent des observations de surface. A Paris, par exemple, 1.200 observations de navires, sont reçues chaque jour.

Chacun des noeuds de ce gigantesque réseau est constitué par une station météorologique qui est l'unité de base du réseau. Ces stations qui sondent l'atmosphère pour en mesurer tous les paramètres, vont permettre de reconstituer la nature et la qualité du milieu aérien qui nous entoure, un peu comme les multiples sondages géologiques ou pétroliers permettent de reconstituer la structure et la nature du sous-sol - mais avec une différence essentielle qui est le perpétuel changement d'état. On peut encore dire que ces stations sont comparables à une multitude de trous de serrure : elles ne permettent d'observer que des portions réduites de l'atmosphère, non d'en avoir directement une vision complète. Aussi, aux erreurs de prévisions, aux extrapolations dans le temps, il faut ajouter une autre source d'erreurs : elle est due cette fois-ci à l'extrapolation des mesures établies pour reconstituer une image aussi fidèle que possible du temps présent. Car la carte du "temps présent" n'est pas une base absolument certaine, elle laisse une petite part à l'interprétation, malgré le nombre toujours plus grand des points de sondage, malgré l'extrême densité et la rapidité des transmissions entre chaque station. A titre d'exemple, rappelons que le centre de transmissions de Paris dispose de 64 circuits télégraphiques sur lesquels il reçoit 460.000 mots par jour pour en diffuser 400.000 environ.

UNE MULTITUDE DE TROUS DE SERRURE.

Les informations, portées sur des cartes géologiques, permettent de dresser des cartes météorologiques pointées. Pour la carte météorologique de la France, ce pointage se fait en 120 endroits et, sur la carte générale utilisée à Paris, c'est 500 à 700 points qui seront ainsi renseignés. On voit donc que les cartes ainsi conçues donnent une vue discontinue de l'atmosphère pour la région couverte. Il faut relier les valeurs transcrites, faire une synthèse en traçant des isobares, des isallobares, des cartes des systèmes nuageux, des cartes de température et de variations de température, des cartes où sont reliés les points d'égale altitude d'une valeur de pression donnée, des cartes de masses d'air.

Malgré l'importance du réseau, malgré l'expérience des prévisionnistes, l'interprétation de ces cartes ne pouvait se faire sans inexactitude. Les mailles du filet laissent place à trop d'incertitudes : ces cartes représentent en fait une caricature du temps tel qu'il était il y a trois heures. Le prévisionniste ne peut pas ne pas en tenir compte lorsqu'il les anime. Il était donc normal que le premier souci des météorologues soit d'améliorer la qualité de cette image initiale.

La multiplication des points d'observation ne suffisait pas : elle n'aboutissait qu'à une multiplication des trous de serrure. Ce qu'il fallait, c'était élargir les trous de serrure, permettre aux observateurs d'une seule station de couvrir un champ beaucoup plus vaste. On ne disposait que d'un réseau de connaissances trop

lâche et trop ténu pour apparaître en clair sur la masse obscure et mouvante des incertitudes météorologiques. Mais si chaque point du réseau pouvait devenir une tache, chaque trou de serrure une fenêtre, on commencerait à y voir plus clair. Ces fenêtres, un outil nouveau a permis aux météorologistes de les ouvrir progressivement au cours de ces dernières années : il s'agit du radar, instrument couramment employé désormais dans la météorologie d'observation. Il permet, à partir de la station, d'observer qualitativement et d'évaluer quantitativement et à très longue distance les précipitations. On sait, en effet, que l'émission radar peut être renvoyée par l'ensemble des gouttelettes d'eau en suspension qui constituent le nuage. Comme, pour les nuages ordinaires, le diamètre des gouttelettes est de l'ordre du micron, on pourrait penser que ce sont les ondes millimétriques qui seraient les plus adaptées pour une bonne visibilité radar. En fait, on s'intéresse surtout aux nuages qui peuvent provoquer des pluies, et, dans ces nuages, certains phénomènes conduisent à la formation de gouttes plus grosses ; des radars à ondes centrimétriques sont donc le plus souvent utilisés. En France, ces radars, qui s'appellent "radars panoramiques", opèrent en général sur des longueurs d'ondes de 3 cm. L'aérien explore le ciel dans ses différents azimuths en pivotant autour d'un axe vertical, ce qui permet d'obtenir une véritable carte des précipitations sur toute la zone couverte par le radar.

Or, cette zone mesure environ 200 kilomètres de rayon. On voit que le radar a bien élargi le trou de serrure auquel nous faisons allusion tout à l'heure. Une nouvelle science est née : la radiométéorologie. Elle permet aux spécialistes de reconnaître, sur l'écran des radars, l'approche des perturbations, des nuages de "grain" que connaissent bien et redoutent les plaisanciers en mer. Même les structures nuageuses peuvent être déterminées.

Cette technique est utilisée aussi dans l'aviation. Dans le nez d'un appareil comme le "Mystère-20", par exemple, un petit radar est installé qui décèle les perturbations et permet donc de les contourner pour le plus grand confort des passagers.

A terre, à Brest, par exemple, d'importantes installations scrutent l'horizon - notamment vers le large. A Lyon, des installations-radar permettent d'observer les nuages formés au-dessus des montagnes.

Le radar s'est aussi révélé un instrument très commode pour effectuer la mesure du vent. Le principe de cette mesure est simple : il consiste à repérer la dérive horizontale d'un ballon dans l'atmosphère, les ondes radar se réfléchissant alors sur un écran métallisé emporté par le ballon.

Cette dérive, prise pendant un intervalle de temps-unité, représente en direction et en force le secteur-vent cherché. Autrement dit, on suivait le ballon avec des moyens optiques, un théo-

dolite par exemple ; cette méthode, était, bien sûr, limitée par tous les obstacles à la visibilité, la présence de nuages par exemple. Des moyens radio ont ensuite été essayés pour élargir le champ des mesures. C'est finalement le radar qui apporte la solution la plus satisfaisante, car il donne simultanément les trois dimensions : azimuth, site et distance, avec une précision qui peut atteindre le millième de radian pour les angles et la dizaine de mètres pour la distance. Cette méthode, qui est valable jusqu'à une altitude de 40 km, permet une portée de l'ordre de la centaine de kilomètres.

LE SECOURS DE L'ASTRONAUTIQUE.

Mais ces améliorations sont peu de chose, comparées à ce que peut nous apporter la dernière acquisition des météorologistes : le satellite. On sait que, depuis 1959, plusieurs satellites des séries Vanguard et Explorer ont été utilisés pour effectuer certaines mesures du rayonnement issu de l'atmosphère. Et l'année suivante, les Américains lançaient une nouvelle famille de satellites, celle-là entièrement consacrée à la recherche météorologique. Ces satellites, appelés Tiros (Television and Infra-Red Observation Satellite), ont permis pour la première fois d'avoir une vue non plus parcellaire, mais globale des phénomènes météorologiques. Il ne s'agit plus ici de trou de serrure ni de fenêtre : on commence, dans une certaine mesure, à pouvoir sortir de la maison.

Cette vision globale, qui embrasse de si vastes superficies (d'après une estimation, le satellite Tiros observerait journalièrement 10 à 25 % de l'ensemble des formations nuageuses du globe), il la doit à une caméra (1) de télévision qui lui permet de couvrir, à chaque prise de vue, un carré de 800 à 1.100 km de côte.

Malheureusement, s'il a le regard perçant, Tiros manque de mémoire. Il ne peut enregistrer que des séries de 32 clichés. Ces 32 photos, prises en séquences de demi-minute en demi-minute, couvrent néanmoins une bande de territoire dont la longueur peut atteindre 7.000 km. Ces renseignements peuvent être transmis immédiatement à terre vers les stations radio qui les interrogent. Dans les zones où les interrogations sont impossibles, le satellite peut recevoir l'ordre de prendre, avec une ou deux caméras, une série de 32 images qui sont ensuite passées en mémoire pour être transmises en différé lors d'un prochain passage.

(1) Tiros I avait 2 caméras mais ses deux "yeux" ne sont pas, comme les nôtres, équivalents. Les deux caméras diffèrent par la distance focale de leurs lentilles. L'une est à petit champ et couvre une calotte d'environ 130 km de diamètre; l'autre est à grand champ et couvre 1.300 km environ. L'une comme l'autre prennent deux images de 500 lignes par seconde.

Mais, pour que les images soient utilisables, il importe de connaître exactement le lieu et l'heure d'observation, et l'orientation exacte de la caméra au moment de la prise de vue. C'est là un problème difficile : les satellites, qui tournent autour de la Terre à une vitesse d'environ 27.000 km à l'heure, ne disposent pas, comme les photographes terrestres, d'un pied bien calé et bien orienté pour effectuer leurs prises de vues. Il a donc fallu imaginer des systèmes complexes de stabilisation et de correction qui puissent, en quelque sorte, remplacer le pied du photographe.

Tout d'abord, les caméras sont dotées d'un système de marquage grâce auquel des repères apparaissent sur les négatifs des photographies ; la position du satellite, elle, est donnée par le système de poursuite qui détermine son point sur la trajectoire et son azimut. Il reste à connaître, à contrôler et à maintenir "l'attitude" du satellite, c'est-à-dire son orientation par rapport à la verticale vers le sol. Pour y parvenir, on compte sur le fait que ce satellite, qui a la forme d'un cylindre d'un mètre de large et de cinquante centimètres de haut environ, est animé d'un mouvement de rotation autour de son axe à la manière d'un disque sur une platine. Ce mouvement de rotation a un effet gyroscopique qui assure sa stabilité.

Le satellite ainsi relativement stabilisé, reste encore à déterminer avec précision la position de l'axe optique dans l'espace et à orienter par rapport aux coordonnées géographiques ces clichés obtenus par un photographe qui a, donc la fâcheuse manie de prendre ses photos sans cesser de tourner sur lui-même...

Dans ce but, des détecteurs d'horizon à infra-rouges balayent la surface terrestre; ils permettent de reconstituer la position de cet axe optique avec une précision suffisante. Enfin, des pointeurs solaires permettent de donner, pour chaque image, la direction du nord.

300.000 IMAGES EN 3 ANS.

Malgré la complexité des problèmes que nous venons d'évoquer brièvement, l'opération Tiros a été un succès dès son premier lancement. Tiros I, lancé le 1er avril 1960 par une fusée Thor-Able, sur une orbite circulaire à 700 km d'altitude environ, a vécu pendant 78 jours et a transmis 22.000 images de télévision très satisfaisantes. Depuis, près de 300.000 images ont été prises par l'ensemble des Tiros lancés jusqu'à présent et 80 % de ces clichés sont satisfaisants.

Grâce à ces images, les cartes météorologiques du temps initial (ou, du moins, un certain nombre d'entre elles) ont pu être considérablement améliorées.

Ainsi, les satellites météorologiques doivent-ils permettre une énorme amélioration de la prévision à court terme.

Parmi les phénomènes décelés par les Tiros, il faut citer les cyclones tropicaux : ces formations tourbillonnaires, de dimensions réduites, passent elles aussi fréquemment entre les mailles du réseau d'observation conventionnel, et ceci d'autant plus que ce réseau est particulièrement lâche sur les immenses étendues maritimes des latitudes tropicales où les cyclones se forment si fréquemment. Le satellite les détecte au premier stade de leur développement et l'alerte peut être donnée au plus tôt.

Pourtant, Tiros n'est pas en mesure de satisfaire complètement les météorologistes. Son observation présente en effet de graves lacunes. Nous l'avons déjà dit : étant donné l'orientation incertaine du satellite et ses caractéristiques orbitales, ses caméras ne peuvent filmer en moyenne que 20 % de la surface terrestre. Son orbite est en effet inclinée de 58° sur l'équateur, ce qui exclut du champ de prospection toutes les zones de latitude supérieure à 65°, c'est-à-dire les régions polaires dont on connaît pourtant l'importance primordiale en météorologie. Disons que Tiros a des œillères, qu'il ne peut voir qu'une partie du globe. Ajoutons encore qu'il est aveugle la nuit.

Aussi le lancement d'une deuxième génération de satellites météorologiques a-t-il été prévu. Ces satellites porteront le nom de Nimbus. Nimbus aura pour premier avantage de bénéficier d'un système de stabilisation qui assurera constamment l'orientation de ses détecteurs vers la surface de la Terre. Mais, surtout, il décrira une orbite presque polaire : l'inclinaison sera de 80°. Ainsi, du fait de la rotation de la terre, il assurera non seulement une couverture dans le sens de la latitude, mais aussi dans celui des longitudes. Ses trois caméras fonctionneront simultanément toutes les cent secondes, pour produire trois images juxtaposées couvrant une surface d'environ 650 km sur 2.400 km. Ce matériel devrait permettre de couvrir au cours de chaque révolution, une bande de 2.400 km de largeur s'étendant d'un pôle à l'autre. Enfin, les satellites Nimbus seront dotés d'un équipement à infra-rouges qui, pendant la nuit, mesurera la température au sommet des couches nuageuses ; ce qui permettra de déterminer la hauteur du nuage et d'établir des cartes de nébulosité pendant la nuit.

Malgré leur perfectionnement, les Nimbus ne seront certainement pas la dernière étape prévue en matière de météorologie spatiale. Les spécialistes de la météorologie, comme leurs confrères des télécommunications, espèrent bien pouvoir utiliser les services des satellites stationnaires. On sait que ceux-ci, placés sur orbite haute, tournent autour de la Terre en 24 heures, ce qui les rend immobiles par rapport à la surface du globe (cf. "Sciences et Avenir" oct. 62). Trois satellites météorologiques stationnaires, judicieusement placés, devraient suffire pour couvrir la totalité de la surface terrestre.

Mais il ne faut pas limiter le rôle des satellites à celui de la photographie ou de la cartographie. En effet, il ne suffit pas de voir. Si l'on veut établir une prévision efficace du temps, il faut aussi pouvoir repérer les causes de son évolution.

AU COEUR DU MOTEUR D'ATMOSPHERE.

C'est pour cette raison que l'on place des radiomètres à bord des satellites météorologiques. Ces radiomètres procèdent à des mesures de rayonnement concernant le système Terre-atmosphère et permettent ainsi d'établir un bilan radiatif de l'atmosphère ; c'est-à-dire que l'on peut arriver, grâce à eux, à connaître la répartition des sources de chaleur qui constituent bien les moteurs des mouvements atmosphériques. Car, en fin de compte, l'élément essentiel de cette vie atmosphérique qui fait et qui défait le temps, n'est autre que le Soleil, qui fournit l'énergie à ce système capricieux.

Pour donner une idée de l'importance de l'apport énergétique du Soleil, disons, que, si l'ensemble Terre-atmosphère était isolé dans l'espace, la température des couches inférieures de l'atmosphère serait de l'ordre de --240 degrés. Cette température moyenne est en fait de l'ordre de 10°, le Soleil apporte donc un rayonnement qui correspond finalement à un gain de 250°.

Dans la pratique, l'étude de ce moteur thermique est considérablement compliquée par le fait, que, si le rayonnement direct du Soleil représente la source essentielle d'énergie, cette énergie est déjà singulièrement dénaturée au moment où elle vient animer l'atmosphère. En effet, une multitude de facteurs entrent alors en jeu. La Terre et l'atmosphère elles-mêmes ont leur rayonnement propre. En outre, la partie utilisable par l'atmosphère du rayonnement solaire n'est pas une constante, l'inégale répartition des océans et des continents, la présence de nuages, et, enfin, la couverture du sol infiniment variée, sont autant de facteurs avec lesquels il faut compter.

Néanmoins, on peut dégager quelques constantes. Par exemple, si l'on expose une surface d'un centimètre carré au rayonnement solaire pendant une minute, la quantité d'énergie reçue est peu variable. Cette quantité est appelée la constante solaire. Compte tenu de certaines corrections, elle est estimée à 2 calories/minute au centimètre carré, soit à 0,140 watt, au centimètre carré. Une autre donnée générale a pu être dégagée : pour les régions comprises entre l'équateur et 35° environ, la quantité d'énergie gagnée par l'ensemble Terre-atmosphère l'emporte sur la quantité d'énergie perdue ; au-delà de 35°, c'est l'inverse qui se produit, voici donc un des grands principes sur lesquels repose l'échange permanent de chaleur entre l'équateur et les pôles, échange qui doit, dans une

large mesure, conditionner la circulation générale de l'atmosphère. Prévoir le temps, cela revient donc aussi, pour une large part, à connaître toutes les modifications, tous les écarts, toutes les perturbations qui affectent ce vaste moteur thermique. Dans ce domaine, l'apport des satellites peut être décisif. Présents partout au sein même de ce mécanisme impalpable, ils peuvent, pour la première fois, grâce aux radiomètres, donner une notion précise de la répartition des énergies mises à la disposition de l'atmosphère pour l'animer. Les Tiros sont déjà équipés de tels radiomètres ; les Nimbus seront encore mieux armés.

LA PREVISION A LONG TERME EST-ELLE DEVENUE POSSIBLE ?

Grâce à cela, les satellites météorologiques ouvrent enfin la voie à la prévision à long terme et à moyen terme, prévision dont on imagine aisément toute l'importance économique. Jusqu'à présent, cette prévision restait extrêmement limitée. Seules, des études statistiques et la recherche de situations analogues dans le passé permettent de s'y aventurer quelque peu. Bien que de telles prévisions ne puissent se comparer aux prévisions à court terme pour la qualité et la sécurité, elles rendent déjà des services appréciés par les utilisateurs. Pour eux, la météorologie nationale publie des prévisions mensuelles qu'elle ne diffuse qu'auprès d'un nombre limité d'abonnés.

D'ailleurs ces missions effectuées par les satellites au coeur même du moteur atmosphérique ne vont pas seulement améliorer la prévision à longue échéance ; elles vont aussi apporter un secours décisif à la prévision à court terme.

En effet, dans ce type de prévision, les "erreurs" de la météo ne sont pas dues en général à des extrapolations erronées du temps initial mais à la quasi-impossibilité de prévoir les changements de type de temps avec les techniques classiques.

Par exemple, lorsqu'une situation anticyclonique est bien établie sur la France et qu'elle annonce un froid intense, le problème est de savoir à quel moment, en soufflant sur le NW et l'Ouest de l'Europe, le déplacement de l'anticyclone ouvrira un canal aux formations humides qui apporteront un adoucissement de la température et... de la pluie.

Certaines indications permettent de voir cette situation se produire, mais, parfois aussi, rien n'apparaît : il semble qu'un "ressort" du mécanisme ait été méconnu. Ceci est dû à ce que les grandes lois de la circulation générale nous échappent encore.

Pour y pallier, la météo a bien sûr des moyens statistiques à sa disposition. Mais ces moyens ne reposent sur aucune méthode scientifiquement valable. Au contraire, les satellites offrent des possibilités nouvelles qui devraient profondément améliorer la prévision des changements des types de temps.

Ainsi le nouvel arsenal spatial mis à la disposition des prévisionnistes va faire sentir son influence sur tous les types de prévisions, qu'elles soient à court, à moyen ou à long terme. Parallèlement, la prévision du temps, connaît une importance économique de plus en plus grande. De cette façon, on peut espérer que, grâce à la météorologie, l'astronautique, dont on a si souvent critiqué le principe, a trouvé un premier moyen de nous dédommager, au moins partiellement, des importants sacrifices que nous avons dû lui consentir.

VERS LE "RENDEZ-VOUS ORBITAL".

Après deux mois de travail apparent, deux événements importants ont retenu l'attention du grand public sur les choses de l'espace. Le premier est la mise en orbite d'une capsule (type "Gemini") par les Américains, celle d'un satellite "Mansourah" par les Russes. Les Russes ont montré que la capsule de la lune était pour quelques jours envoyée dans les deux pays. Mais la "rendez-vous orbital" reste la "grande affaire" d'un avenir lointain. Il semble que, après le 1er mai, les Russes puissent espérer être les premiers à accomplir cet exploit.

Les deux événements, pour importants qu'ils soient, ne sont pas les seuls à signaler. Il y a eu aussi, le 1er mai, la mise en orbite d'un satellite géostationnaire par les Américains. Ce satellite est mis sur orbite un satellite géostationnaire "Satcom", qu'ils aient même commencé (deux mois seront nécessaires) à faire effectuer au satellite "Syncom II" une transmission pour l'amener à la faire évoluer, non plus au-dessus du Brésil, mais au-dessus du Pacifique, ce qui permettra de suivre "en direct" les Jeux olympiques de Tokyo, n'a provoqué qu'une certaine médiocrité.

L'opinion américaine paraît avoir été plus affectée par les succès successifs d'une fusée repêchée que "Thor-Delta". Le succès fonctionnel du troisième étage a empêché la mise sur orbite d'un "Explorer". Celui du second étage a causé l'échec du 1er étage du lanceur hyperbolique "Aaset". Enfin, un troisième étage a explosé au sol alors que l'on fixait sur lui un satellite "O.S.O.", destiné à des mesures de chaleur. Ces incidents ont donné naissance à l'hypothèse, émise depuis plusieurs mois, d'une conservation difficile des stocks de certaines fusées.

Quand il en soit, la mise sur orbite, le 9 avril, et pour quelques jours, d'une capsule non récupérable du type "Gemini" par une fusée militaire "Titan II" de 230 tonnes de poussée a montré que ce projet (2 hommes), projeté d'Apollo (voix vers la lune), n'était pas abandonné. Le vol balistique effectué le 14 avril, grâce à une fusée Atlas-D, d'un engin destiné à pratiquer à une vitesse de 40.000 kilomètres-heure, le retour d'un engin militaire

Le 14 avril, la mise sur orbite, le 9 avril, et pour quelques jours, d'une capsule non récupérable du type "Gemini" par une fusée militaire "Titan II" de 230 tonnes de poussée a montré que ce projet (2 hommes), projeté d'Apollo (voix vers la lune), n'était pas abandonné. Le vol balistique effectué le 14 avril, grâce à une fusée Atlas-D, d'un engin destiné à pratiquer à une vitesse de 40.000 kilomètres-heure, le retour d'un engin militaire