

L'extension sur la mer de l'aéroport de Nice Côte d'Azur

Par Claude Pradon
Ingénieur en chef
des Ponts et Chaussées

Préambule de M. Paul Ollivier,
directeur des Bases aériennes.

« L'opération présentée par M. Pradon dans l'article qui suit sera le plus important investissement aéroportuaire à réaliser pendant la durée du VII^e Plan et elle méritait, à ce titre, que soit retracée dans cette revue la longue histoire de sa préparation. Celle-ci illustre par ailleurs de façon exemplaire l'importance grandissante des rapports entre l'aéroport et son environnement local. Pour aboutir, il était indispensable que soient abordés, discutés puis résolus des problèmes aussi variés que les techniques de consolidation et compactage de remblais de grande hauteur en mer, la desserte routière et ferroviaire de tout l'Ouest de Nice, la préservation de la faune sous-marine du littoral, la bonne intégration dans le paysage et les projets urbains d'un prélèvement de 18 millions de m³ de matériaux, l'évaluation des incidences du bruit sur l'Ouest de la ville dans différentes configurations de l'aéroport et de son mode d'exploitation, la coordination d'un transport exceptionnel de matériaux sur 8 à 10 km avec la programmation d'un chantier auto routier, l'incidence d'un remodelage du littoral sur la stabilité de celui-ci et les courants marins, l'aménagement des déversements d'eaux usées, etc. Ceci n'a été possible dans un délai finalement assez court que par une implantation territoriale

très marquée du service compétent, par une bonne planification des nombreuses études nécessaires, et par un esprit d'équipe remarquable chez tous ceux qui y ont coopéré. M. Pradon a été depuis le début l'artisan essentiel de cette préparation et il était sans conteste le mieux qualifié pour la présenter; le cadre restreint de cet article — et peut-être aussi la discrétion de l'auteur... — ne lui a pas permis d'évoquer les très nombreux obstacles ou difficultés de toute nature qui ont parsemé la route. Que le lecteur sache seulement qu'il lui a fallu une volonté et une opiniâtreté peu communes pour réussir là où beaucoup, peut-être, se seraient découragés ».

M. Claude Pradon



Photo : Nadine Spira.

LE 24 décembre 1974, répondant à la volonté unanime, clairement affirmée par tous les responsables politiques, économiques et administratifs locaux, le ministre de l'Équipement et le secrétaire d'État aux Transports agissant en accord avec le ministre des Finances, signaient l'un et l'autre des dépêches ministérielles autorisant le démarrage des travaux d'extension Sud de l'aéroport de Nice-Côte d'Azur.

Ces décisions constituaient l'aboutissement d'un long travail d'études et de mises au point commencé dès 1969. Il avait comporté trois étapes essentielles :

- une phase d'études préliminaires de 1969 à 1972;
- une phase de prise en considération du projet, successivement par le secrétaire général à l'Aviation civile, par le ministre des Transports et par le Gouvernement (Comité interministériel d'Aménagement du Territoire), qui s'était étendue de mars 1972 à juillet 1973;
- enfin, une phase de lancement des appels d'offres et d'élaboration d'un premier ensemble de marchés, entre juillet 1973 et fin 1974, phase qui s'est conclue par l'accord définitif du Gouvernement.

En outre, au cours de chacune de ces phases, l'accord complet des compagnies aériennes tant françaises qu'étrangères sur les dispositions techniques, puis sur les programmes de réalisation et sur les conditions financières a été obtenu soit au sein de la Commission consultative économique de l'aéroport (où sont représentées les compagnies françaises), soit au sein d'un Comité consultatif de l'IATA créé spécialement à la demande de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Nice et des Alpes-Maritimes pour la mise au point de cette opération. Le secrétariat de ce Comité consultatif était assuré par des représentants de la compagnie Air France.

L'accord ainsi obtenu concerne un programme de travaux d'infrastructure à réaliser d'ici fin 1978, dont le montant (valeur juillet 1974) est de près de 270 millions de francs. Une deuxième phase de travaux d'infrastructure, d'un montant très inférieur et qui ne devrait pas dépasser 30 à 50 millions de francs, sera réalisée ultérieurement. Parallèlement, un programme de travaux de superstructure (aérogare, VRD bâtiments divers) viendra compléter le programme de développement de l'aéroport de Nice-Côte d'Azur. On l'évalue, pour les 10 années à venir, à plus de 300 millions de francs.

Cet ensemble d'investissements permet d'envisager la poursuite de la croissance des trafics de l'aéroport de Nice jusqu'en 1985 et, même, 1990 et au-delà. Désormais, ni les dimensions de l'aéroport, ni ses réactions sur l'environnement ne devraient constituer des entraves à son développement futur.

Et pourtant, lorsque furent entamées, fin 1968, les premières réflexions qui devaient conduire à l'élaboration de ce projet, la situation était bien différente. En effet, depuis l'apparition des appareils commer-

ciaux à réaction, le trafic de l'aéroport générerait des nuisances de bruit de plus en plus graves sur les agglomérations environnantes, et plus particulièrement sur les quartiers Ouest de la ville de Nice. Vers 1965, le problème avait paru suffisamment grave pour qu'on envisage alors de limiter volontairement le trafic de l'aéroport à un niveau très bas, puisque des chiffres de l'ordre de 2 millions à 2 millions et demi de passagers par an avaient été avancés comme plafond à ne pas dépasser.

Par ailleurs, des études prospectives de développement des trafics avaient conduit à la conclusion que si l'on faisait abstraction des problèmes d'environnement, la croissance du trafic conduirait inévitablement à la saturation de l'infrastructure aéronautique peu après 1980. En tout état de cause, la piste principale, en service à l'époque, présentait des caractéristiques tant de longueur que de dégagements latéraux tout à fait insuffisantes car elle n'avait pas été, à l'origine, conçue pour les mouvements aux instruments d'appareils modernes (gros porteurs notamment).

C'est dans un tel contexte que des études techniques et économiques très poussées, sur la conduite desquelles on reviendra plus loin, menées entre 1969 et 1972, permirent d'élaborer un projet consistant à utiliser les possibilités offertes par la plateforme du delta sous-marin du Var, pour porter la surface d'emprise de l'aéroport de 200 à 400 hectares. Sur une telle plateforme, il devient alors possible de construire une première piste de 3 200 m de long située à 480 m au Sud de la piste actuelle (longue de 3 000 m) et décalée, par rapport à celle-ci, d'environ 700 m vers l'Ouest. (Voir photo page 51.)

La mise en service de cette nouvelle piste aura pour effet de supprimer, en grande partie, les nuisances de bruit auxquelles sont soumis, quotidiennement, près de 30 000 Niçois habitant dans 8 000 logements situés en zone de bruit intense. Cette importante amélioration permettra également à l'agglomération niçoise de poursuivre son développement vers l'Ouest.

En outre, le jour où la poursuite de la croissance du trafic le rendra nécessaire, il sera possible de construire une nouvelle piste Nord qui, longue de 3 000 m, sera située à 130 m au Sud de la piste actuelle et ne sera utilisée par les appareils bruyants qu'en heures de pointe et, exclusivement, pour les opérations d'atterrissage.

Le remblaiement du delta sous-marin du Var implique le déversement de 18 millions de m³ de matériaux de terrassement, la protection de ces derniers contre l'action de la mer par des ouvrages en enrochements et, enfin, le compactage par consolidation dynamique tant des sols en place constitutifs du delta sous-marin que des remblais. On verra plus loin que la technique de consolidation dynamique consiste à pilonner les remblais au moyen de masses de 10 à 200 tonnes lâchées de 10 à 30 m de haut (1).

Les ingénieurs qui eurent à concevoir ce projet relevèrent trois grands défis :

— un défi en matière de capacité des installations aéronautiques, qui consista à fournir

la preuve que, sur un aéroport aussi exigü que l'aéroport de Nice, il serait possible d'acheminer un trafic dépassant les 10 millions de passagers par an. On rappellera, à ce propos, qu'après extension, la plateforme de l'aéroport de Nice aura une superficie de 400 hectares, à comparer aux 1 100 hectares de Lyon-Satolas et aux 1 530 hectares d'Orly;

— un défi en matière d'environnement, qui consista à démontrer que la seule façon de réconcilier l'aéroport de Nice avec ses riverains était de le développer par emprise sur la mer, de façon à y construire un doublet de pistes parallèles décalé vers le Sud-Ouest par rapport à l'aire de manœuvre actuelle;

— un défi en matière de génie civil, qui consista à lancer un des plus importants chantiers de terrassement jamais conçu en France, dans des conditions telles qu'on obtienne des prix de remblais extrêmement bas, alors que les lieux d'emprunts étaient traités non pas comme des sites à défigurer par des carrières mais, au contraire, comme des zones qu'un remodelage conçu par l'homme rendrait plus accueillantes aux activités humaines, urbaines ou agricoles.

Pour en finir avec cette présentation générale, on indiquera enfin que, sur le projet d'extension Sud de l'aéroport de Nice, vient se greffer un autre projet lui aussi fort ambitieux, celui du transfert, au Sud de l'aéroport, du port de commerce de Nice. On ne s'étendra pas dans cet article sur cet autre projet. Indiquons, simplement, que sa nécessité paraît essentiellement résulter de trois grands objectifs, le premier étant, de loin, le plus déterminant :

— l'amélioration quantitative et qualitative de la desserte de la Corse au départ de Nice, port français maritime du continent le plus proche des ports corses;

— en liaison avec les projets de construction du tunnel du Mercantour et de réouverture (en 1978) de la ligne ferroviaire Nice-Coni, l'établissement d'un courant d'échanges avec l'Italie du Nord et, plus particulièrement, la région de Coni qui ferait du nouveau port de Nice un des exutoires portuaires de ces régions économiquement très actives;

— accessoirement, l'accroissement des exportations de ciment en provenance des usines de l'arrière-pays niçois à destination du continent africain.

Ce projet, dont les études sont maintenant elles aussi très avancées, est actuellement examiné par les instances gouvernementales en vue d'une décision, positive ou négative, à intervenir dans les prochains mois.

Les études d'extension de l'aéroport de Nice ne pouvaient, cependant, ignorer l'existence d'un tel projet, ne serait-ce que pour examiner sa compatibilité avec l'activité aéronautique.

(1) Cette technique a été mise au point récemment par un ingénieur-conseil français. Elle est, depuis quelques années, exportée dans le monde entier.

LES ETUDES PRELIMINAIRES

Organisation - Objectifs - Résultats.

Si les idées directrices du projet d'extension Sud émanent du service local des Bases aériennes, il n'en est pas moins certain que ces idées trouvèrent très rapidement un écho favorable, tant auprès des responsables de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Nice et des Alpes-Maritimes, dont la présidence était, en 1969, assurée par M. Viterbo, que des services tant régionaux que nationaux du secrétariat général à l'Aviation civile. Ce projet constitue donc le résultat d'un travail d'équipe auquel ont participé de nombreux services tant locaux que régionaux ou nationaux rattachés tant aux administrations de l'Etat qu'à la Chambre de Commerce et d'Industrie de Nice et des Alpes-Maritimes, ou qu'à la Ville de Nice. Avec l'accord de M. Meunier, alors directeur des Bases aériennes, ce travail d'équipe fut organisé sous l'égide d'un Comité de direction des études de l'Extension Sud présidé par le président de la Chambre de Commerce. Six grands domaines d'études furent abordés :

- les études de trafic et de capacité aéronautique,
- les études d'environnement,
- les études relatives aux conditions techniques de réalisation,
- les études de desserte de surface de l'aéroport,
- les études portuaires,
- les études économiques et financières.

Pour mener à bien le programme, on fut amené à créer des groupes de travail « ad hoc » auxquels participaient, de façon régulière ou occasionnelle, des représentants qualifiés de différents services techniques locaux, régionaux ou centraux. On citera :

— au plan local, les services de la direction générale des services techniques de la Ville de Nice, de la direction départementale de l'Équipement, de la Chambre de Commerce et d'Industrie et du commandement de l'aéroport;

— au plan régional, des représentants de la Région Sud-Est de l'Aviation civile, de la Société nationale des Chemins de Fer français et du service régional de l'Équipement;

— au plan central, des membres du service technique des Bases aériennes (STBA), de la direction des Transports aériens, du service technique de la Navigation aérienne (STNA), du centre d'Expérimentation de la Navigation aérienne, du service des Etudes économiques et du Plan (SEEP).

Pour l'exécution de ces études, il a été fait appel à divers bureaux d'études parmi lesquels il convient de citer : SOFREAVIA, Aéroport de Paris, la SETEC, le laboratoire de Chatou, le Cabinet d'ingénieurs conseils Ménard, le CERBOM, le CERUC, ainsi que divers services techniques rattachés à l'administration de l'Etat et qui sont intervenus comme bureaux d'études, tels que le STBA, le STNA, le SEEP, et l'Institut scientifique et technique des Pêches maritimes.

Enfin, notamment pour les études de trafic et de capacité et pour les études économiques et financières, il a été tenu le plus grand compte des avis fréquemment demandés aux usagers de l'aéroport, et en particulier aux pilotes et aux compagnies aériennes, qui ont joué un rôle très actif dans le recueil de nombreuses données et dans la genèse d'idées essentielles du projet.

Etudes des conditions techniques de réalisation :

Ces études très diverses, très complexes et très coûteuses ont permis de définir l'extension maximale de la superficie du delta sous-marin du Var susceptible d'être remblayée. Elles ont, également, mis en évidence les difficultés auxquelles se heurterait ce remblaiement, notamment en matière de tassements. Les études géotechniques entreprises avec la collaboration du Cabinet Louis Ménard avaient, en effet, mis en évidence la possibilité de tassements des sols en place dépassant, en certains points, 2 mètres.

Par ailleurs, au voisinage du talus du delta sous-marin du Var, se posent de graves problèmes de stabilité. Des remblais effectués sans précaution risqueraient de provoquer de grands glissements aux conséquences irrémédiables.

Enfin, la réalisation d'une plate-forme de cette importance pourrait avoir des conséquences importantes tant sur la stabilité du littoral avoisinant que sur les conditions du débouché en mer du fleuve Var et, plus généralement, sur la courantologie au voisinage de l'aéroport.

Toutes ces conséquences furent étudiées sur divers modèles réduits à trois dimensions, réalisés les uns par le laboratoire national hydraulique de Chatou, les autres par le centre d'Etudes et de Recherches de Biologie et d'Océanographie médicale de Nice (CERBOM), tandis que des études sédimentologiques, bathymétriques, etc. étaient entreprises par différents organismes d'études comme le centre de Recherches et d'Etudes océanographiques (CREO), la Société d'Etudes de Génie civil (SEGC), etc.

Enfin, les conséquences de la réalisation de ce remblai sur l'écoulement des nappes alluviales du fleuve Var furent examinées en collaboration avec le bureau de Recherches géologiques et minières (BRGM), tandis que les conséquences sur l'écologie marine de la réalisation de ce projet faisaient l'objet d'un examen attentif entrepris avec la collaboration du CERBOM et de l'Institut scientifique et technique des Pêches maritimes.

Diverses variantes furent, d'ailleurs, envisagées, qui diffèrent quant à l'allure générale des ouvrages aéroportuaires sur divers points importants. Deux grandes catégories de variantes furent essentiellement envisagées : des variantes comportant un doublet de pistes parallèles dont la distance entre-axes variait entre 250 et 350 m et des variantes comportant un doublet de pistes sécantes.

Les études de trafic et de capacité :

On ne s'étendra pas sur les études prévisionnelles de trafic qui ne présentent pas un caractère particulièrement original, hormis le fait qu'elles furent élaborées en collaboration étroite avec les services de programmation des principales compagnies aériennes qui fournirent, en distinguant les lignes et les types d'appareils, leurs prévisions de trafic pour 1975, 1980 et 1985, ainsi que des horaires types pour les journées de pointe. On indiquera d'ailleurs que, depuis 1970, les fluctuations de la conjoncture mondiale conduisirent, à diverses reprises, à reprendre ces études prévisionnelles et à en tirer les conséquences sur la programmation des ouvrages.

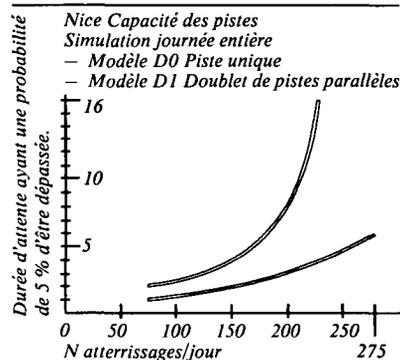
Il paraît, par contre, intéressant de s'étendre quelque peu sur les études de capacité. En effet, il était apparu très rapidement au groupe de travail compétent, que le problème essentiel à résoudre était celui de la détermination du nombre maximum de mouvements qui pourraient être traités sur l'aéroport de Nice dans les différentes configurations variantes envisagées. Pour répondre à ces questions, on eut l'idée de lancer un programme d'études de simulation en temps accéléré sur ordinateur qui constituait, à l'époque (fin 1969, début 1970), une véritable « première » mondiale. On observera, à ce propos, que la « Federal Aviation Administration » (FAA) américaine n'a lancé un programme visant des objectifs de même nature et utilisant, entre autres, des méthodes comparables, que plus de deux ans plus tard. Il est d'ailleurs également intéressant d'observer que les conclusions du programme de la FAA sont tout à fait convergentes avec les études entreprises pour l'aéroport de Nice, puisque la solution préconisée par la FAA pour accroître les capacités aéroportuaires en réduisant au minimum l'importance des nuisances sur l'environnement consiste, en général, dans la construction d'un doublet de deux pistes parallèles distantes de 350 m entre-axes.

L'élaboration des modèles de simulation fut confiée au bureau d'études SETEC. Il apparut tout d'abord nécessaire de mesurer, sur des aéroports existants, principalement Nice et Orly, les lois de distribution statistique des divers paramètres caractérisant les opérations successives, exécutées par les appareils au décollage et à l'atterrissage.

Parallèlement, les experts du groupe de travail compétent analysaient la nature et la formulation mathématique des contraintes séquentielles qui devaient être respectées, notamment pour des raisons de sécurité, par les mouvements successifs, ainsi que diverses stratégies possibles de régulation du trafic aérien.

Après ce travail préliminaire, on simula, sur ordinateur, un très grand nombre de mouvements (4 250 000) sur les différentes configurations variantes envisagées.

Le but de ces simulations était de déterminer, en fonction des niveaux de trafic horaires ou journaliers, soit la durée



moyenne d'attente à l'atterrissage ou au décollage, soit la probabilité pour un avion d'avoir à subir une attente dépassant une certaine durée. C'est ainsi que le graphique ci-dessus montre comment varie, en fonction du trafic journalier, la durée d'attente ayant une probabilité de 5 % d'être dépassée. On voit sur ce graphique que, pour que 5 % au plus des avions aient à supporter une attente de plus de 4 minutes, le nombre maximum d'atterrissages quotidiens passe de 150, sur une piste, à 235, sur un doublet de pistes parallèles, soit une augmentation de l'ordre de 60 %.

Parallèlement à ces études de simulation, il avait été demandé au service technique des Bases aériennes d'étudier les conditions dans lesquelles les plus gros appareils susceptibles d'être mis en service dans les prochaines années, pourraient utiliser la nouvelle infrastructure envisagée.

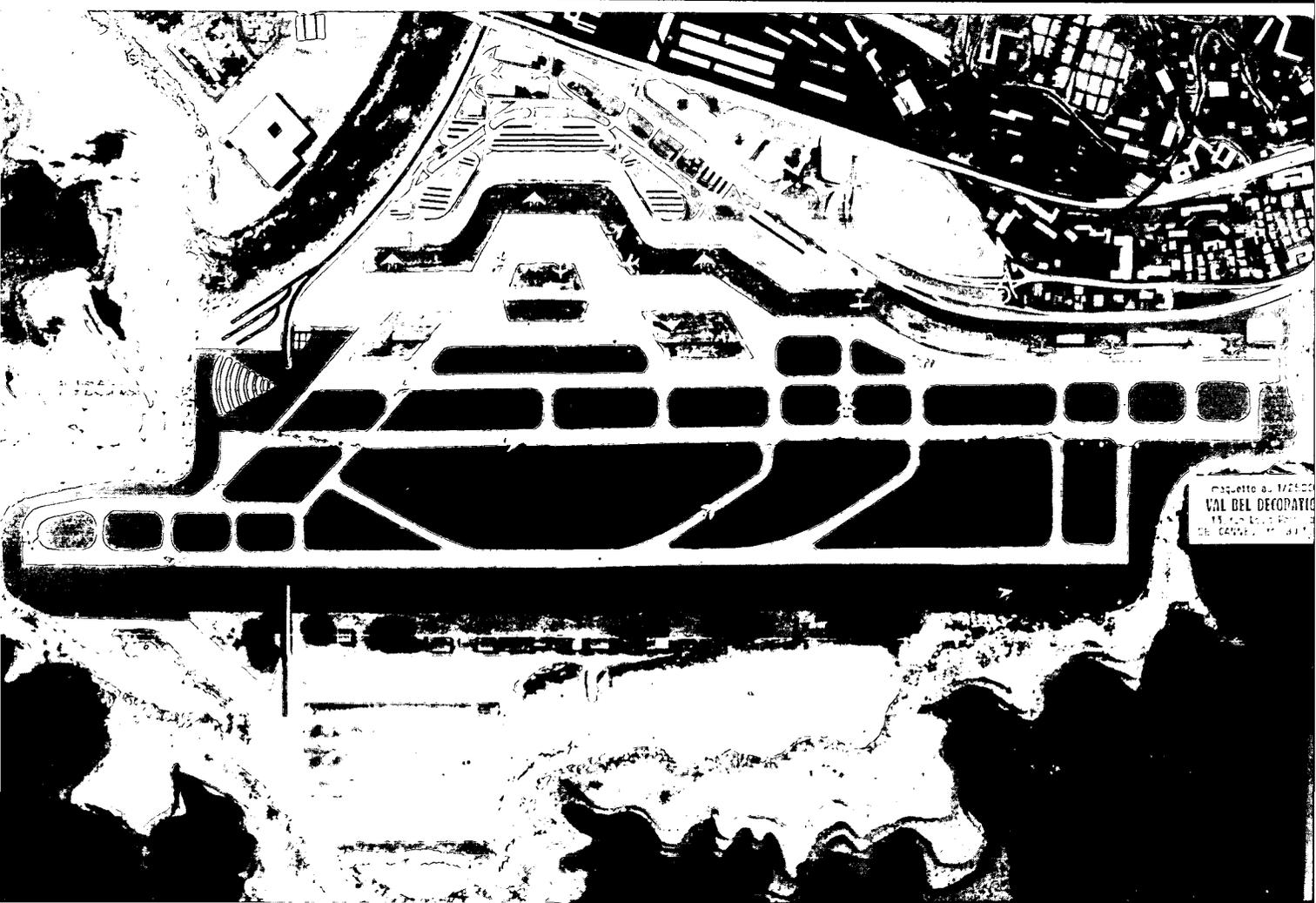
Ces études montrèrent que, moyennant la création de prolongements dégagés de 300 m de part et d'autre des extrémités de piste (zones en mer interdites à la navigation des navires de plus de 4 m de tirant d'air), il serait possible, en substituant, à la piste principale actuelle, longue de 3 000 m, une piste de 3 200 m, d'accroître, en moyenne, la charge des gros porteurs de 5 à 6 tonnes, les autorisant ainsi soit à améliorer leur remplissage commercial, soit à programmer des vols directs sur de plus longues étapes, amélioration particulièrement utile aux compagnies aériennes qui, comme U.T.A., programment des vols long-courriers au départ de Nice.

Les études d'environnement

Des aspects aussi divers que les conséquences de la réalisation du projet sur la stabilité des côtes, la sédimentologie, l'écologie (faune et flore marines) ou la courantologie furent abordés et seront suivis tout au long de la réalisation des travaux.

Néanmoins, l'aspect qui occasionna les développements les plus importants fut celui des nuisances de bruit.

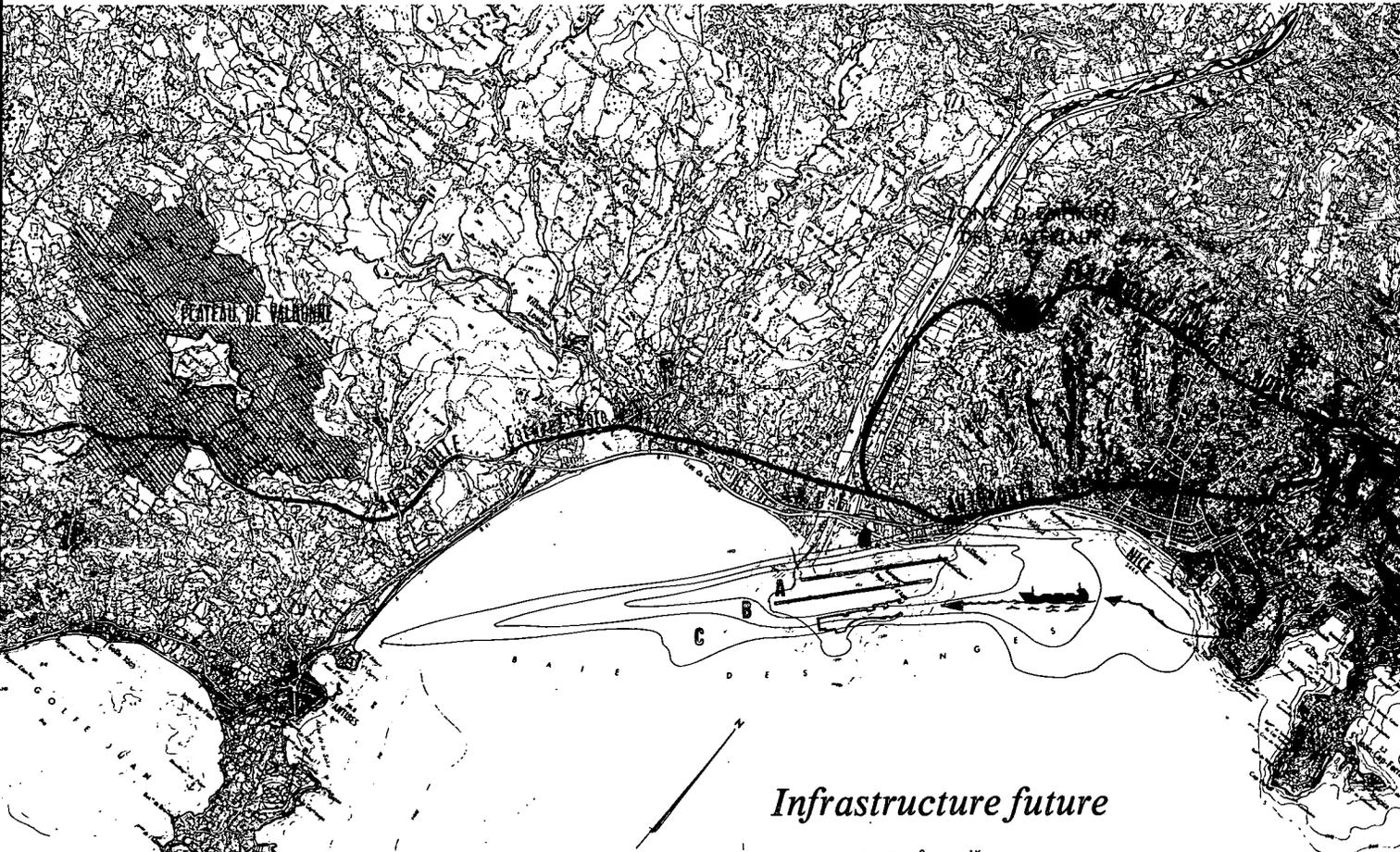
Là encore, les études menées par le groupe de travail compétent (en 1970) ont été en avance de 2 ou 3 ans sur l'évolution ultérieure des idées. En effet, les réseaux de courbes isopsophiques, qui permettent de délimiter les zones concentriques à l'intérieur desquelles l'environnement subit des nuisances de bruit d'importance décrois-





Infrastructure actuelle

Echelle: 0 1Km n° 62 Date: 2.6.1975



Infrastructure future

Echelle: 0 1Km n° 63 Date: 2.6.1975

sante, furent alors dressés par SOFREA-VIA en tenant compte :

— des trajectoires réelles des différentes catégories d'appareils dont les faisceaux avaient été statistiquement étudiés au radar,

— des niveaux de bruit réels des avions actuels mesurés sur place et des niveaux qui devaient résulter de la certification acoustique pour les appareils futurs,

— enfin, de campagnes de mesures de bruit, entreprises par le service technique de la Navigation aérienne, qui permirent, en comparant les résultats du modèle de calcul du réseau de courbes isopsoniques utilisé (en 1970) par le service technique des Bases aériennes aux niveaux sonores réellement observés en différents points du voisinage, de tenir compte des effets de sol.

Toutes ces dispositions, nouvelles à l'époque, sont aujourd'hui couramment utilisées. Elles permettent de dresser des réseaux de courbes isopsoniques dont le réalisme fut testé par des enquêtes d'opinion publique auprès des riverains de l'aéroport.

A l'occasion de ces études, il fut également demandé à SOFREA-VIA d'examiner l'atténuation des niveaux sonores que pourrait permettre une urbanisation conçue de façon à faire jouer au maximum aux immeubles le rôle d'écrans en s'opposant à la propagation du bruit et en évitant des réflexions intempestives.

Des études d'un tel niveau théorique n'avaient jamais, à notre connaissance, été entreprises en France, dans un tel esprit.

Elles ont fait apparaître que les nuisances de bruit, déjà extrêmement gênantes, à ce moment-là, avec l'infrastructure dont on disposait, prendraient, à l'avenir, une importance de plus en plus grande si l'on conservait cette infrastructure jusqu'à sa saturation. (Voir graphiques ci-contre.)

Dès que ces résultats furent connus, il fut possible, grâce aux liens très étroits qui, au sein de la direction départementale de l'Équipement, existaient entre le service des Bases aériennes et les services responsables de l'instruction des permis de construire, de surseoir à statuer à toutes les demandes de permis de construire présentées pour des immeubles à usage d'habitation qui se trouvaient avec l'infrastructure actuelle situés en zone de bruit intense. On observera que cette décision fut prise par le directeur départemental de l'Équipement bien avant que le Premier ministre n'ait signé la directive de juillet 1973 ayant rendu obligatoire de telles mesures.

Il est incontestable que cette fermeté joua un grand rôle dans les négociations financières qui furent ensuite entreprises avec la Ville de Nice et le Département des Alpes-Maritimes. En effet, il apparut que la réalisation de la variante retenue en définitive aurait pour effet de faire disparaître en grande partie les nuisances de bruit créées par l'aéroport sur la ville de Nice. En effet, avec la nouvelle infrastructure, il n'y aura plus de zone A de bruit, tandis que la zone B, qui apparaîtra au-delà de 1985, n'intéressera que des terrains

faisant partie de l'aéroport ou des terrains extérieurs à celui-ci destinés à recevoir exclusivement des bureaux. Seuls, quelques rares immeubles à usage d'habitation, de construction ancienne, se trouveront alors en zone B de bruit, alors que près de 10 000 logements seraient, en 1985, avec l'infrastructure actuelle, en zone A ou B.

Pour conclure sur ce chapitre, on mentionnera enfin l'existence d'études d'insertion dans le site ayant mis en évidence que l'extension constituerait un troisième cap entre le Cap Ferrat et le Cap d'Antibes, cap déjà esquissé par la nature sous la forme du delta esquisse par le Var. En outre, les études sur modèle réduit courantologique, effectuées par le CERBOM, montrèrent que la réalisation du projet, en permettant l'achèvement du programme d'assainissement de la ville de Nice, contribuerait à l'amélioration des conditions sanitaires d'utilisation des plages de cette ville. La réalisation au Sud de l'aéroport, de plages artificielles a d'ailleurs été envisagée.

Les études portuaires

Le groupe de travail compétent étudia la compatibilité d'une exploitation portuaire avec l'exploitation aéronautique. Ces études mirent en évidence que les trajectoires d'approche des navires seraient tracées sous le plan horizontal intermédiaire et qu'aucun des navires autorisés à fréquenter le port n'aurait de mâts s'élevant au-dessus du plan situé à 10 m en dessous de ce plan horizontal. Il semble de même que les outillages portuaires et les navires à quai convenablement signalés respectent les normes internationalement admises en matière de surface de dégagements aéronautiques, ainsi que les dégagements radio-électriques nécessaires aux aides à la navigation aérienne, pour autant qu'on puisse aujourd'hui les prévoir.

Signalons, enfin, qu'une extension possible au Sud du port pourrait éventuellement permettre la création d'une plate-forme pour avions à décollage court, compatible avec les premières études normatives diffusées par le service technique des Bases aériennes.

La desserte de surface du complexe de transport

Le problème posé par la desserte de surface du complexe de transport port-aéroport, paraissait d'autant plus important qu'il devint vite évident que la présence de ces deux infrastructures structurantes aurait très certainement pour effet de favoriser une forte densité de bureaux dans leur voisinage. Dès 1970, la Ville de Nice étudiait un projet de zone d'aménagement concerté constituée par des bureaux à implanter immédiatement au Nord de l'aéroport (ZAC de l'Arénas).

Dans ces conditions, un groupe de travail spécialisé fut chargé d'examiner les problèmes d'accessibilité. Les études ont porté :

— d'une part, sur la définition des caractéristiques des trafics qui seraient engendrés par le port et l'aéroport,

— d'autre part, sur la définition des schémas de raccordement aux réseaux routier, autoroutier et ferroviaire existants ou prévus au voisinage.

A l'issue de ces études, il apparaît que le complexe de transport de l'embouchure du Var bénéficiera de moyens de raccordement aux réseaux routier, autoroutier et ferroviaire tout à fait exceptionnels. Des branchements routiers et ferroviaires du port, passant sous les pistes de l'aéroport, sont envisagés.

On a également envisagé, d'une part la création d'une station de voyageurs qui serait située sur la ligne S N C F actuelle à moins de 400 m des aérogares d'autre part, le raccordement direct du complexe à l'échangeur reliant les principales autoroutes du département, point de convergence de l'autoroute de l'Estérel, de l'autoroute urbaine Sud et de l'autoroute de contournement Nord de la ville de Nice.

Ce vaste programme d'étude, dont les conclusions furent déposées en 1972, dut être entièrement réexaminé à la suite de la crise de l'énergie et de ses conséquences sur le développement du trafic aérien. Ce réexamen, entrepris au cours de l'année 1974, conduisit alors à scinder l'opération en deux phases :

— Une première, qui consiste en la création de la plate-forme de 200 hectares et en la construction de la nouvelle piste Sud de 3 200 m de long, a conservé, en dépit du ralentissement de la croissance du trafic, toute son urgence. En effet, seule sa réalisation, aussi rapide que possible, fera disparaître les nuisances de bruit que génère l'aéroport sur les quartiers Ouest de la ville de Nice et supprimera les entraves qu'apporte l'aéroport au développement de ces quartiers. Cette première phase présente d'ailleurs, un grand intérêt d'ordre strictement aéronautique. En effet, elle permettra, grâce à la substitution d'une piste de 3 200 m à une piste de 3 000 m de long, d'améliorer notablement la charge des avions gros porteurs, actuellement pénalisés par l'insuffisance de longueur de la piste.

D'autre part, la substitution de cette nouvelle piste à la piste actuelle améliorera énormément les dégagements aéronautiques et, par conséquent, la sécurité du trafic. Corrélativement, le développement des installations terminales concentrées au Nord des pistes pourra être poursuivi sans risque de détériorer les dégagements latéraux et dans des conditions économiques particulièrement favorables.

La présence de la piste actuelle, qui restera utilisable comme piste de secours, accroîtra la sécurité et la régularité du trafic aérien.

Enfin, l'éloignement de la nouvelle piste des bâtiments situés au voisinage de l'aéroport autorisera un allègement des procédures anti-bruit et apportera la seule véritable solution aux problèmes contentieux auxquels les compagnies aériennes se trouvent confrontées.

— La deuxième phase de réalisation du

projet, qui portera sur la construction de la nouvelle piste Nord, située à 130 m au Sud de la piste actuelle, paraît, par contre, pouvoir être différée jusqu'au jour où l'évolution du trafic aéronautique la rendra nécessaire. Alors qu'en 1972, on estimait que ce trafic serait atteint vers 1981, on pense maintenant que cette date sera reculée de deux ou plusieurs années, de façon à éviter la réalisation d'équipements prématurés, eu égard à l'importance des trafics.

Etudes économiques et financières

Synthèses des autres études, elles firent apparaître :

- d'une part, un taux de rentabilité économique élevé puisque les avantages résultant pour le transport aérien de la mise en service de la nouvelle piste Sud puis de la nouvelle piste Nord, dépasseront vraisemblablement 40 millions de francs par an, lors de cette dernière mise en service;
- d'autre part, que les 200 hectares gagnés sur la mer amènent un prix de revient très inférieur au prix de marché des terrains situés au voisinage de l'aéroport : moins de 80 F par m² à comparer à 150 F par m² (évaluation des services des Domaines);
- enfin, que grâce aux participations de l'Etat et des collectivités locales, la Chambre de Commerce pourrait assurer le financement à long terme des travaux, sans accroissement excessif des redevances payées par les usagers de l'aéroport. L'incidence de la réalisation du projet sur le taux des redevances n'excède pas 1,5 % d'accroissement par an.

ELABORATION DES PROJETS D'OUVRAGES

Problèmes de consolidation

Ainsi qu'on l'a évoqué plus haut, l'élaboration du projet a posé des problèmes géotechniques et hydrauliques extrêmement difficiles. Il n'est pas question, dans le cadre de cet article, de s'étendre démesurément sur ces problèmes et sur les solutions qui leur furent apportées. On se limitera donc à l'examen des deux plus importants d'entre eux : celui de la consolidation des remblais et celui de la recherche des lieux d'emprunt des 18 (pour l'aéroport seul) à 25 millions de m³ (y compris le port de commerce) nécessaires.

Lancement des travaux

Construire sur un terrain d'origine sédimentaire mal consolidé, comme un delta sous-marin, constitue une gageure. Les études géotechniques préliminaires menées en collaboration avec le Cabinet d'ingénieurs conseils Louis Ménard conduisaient, en effet, à la conclusion qu'en

certain points, des tassements supérieurs à 2 m étaient prévisibles. Le recours à des méthodes traditionnelles, comme la consolidation statique sous le poids des seuls matériaux d'apport, aurait impliqué des temps de consolidation longs de plusieurs années, ce qui aurait alors conduit à différer d'autant la construction des pistes proprement dites et, par conséquent, leur mise en service.

Il fallut donc recourir à des méthodes entièrement nouvelles et dont les premières expériences avaient été réalisées en 1969-1970 sur l'aéroport de Nice-Côte d'Azur. Il s'agit des méthodes de consolidation dynamique consistant à pilonner le remblai après sa réalisation au moyen de masses pouvant atteindre 200 T et lâchées de 10 à 20 m de haut.

L'expérience acquise depuis 1969 permet de penser que l'on obtiendra ainsi, de façon presque immédiate, la consolidation totale du sol en place et des remblais. On éviterait de la sorte tout tassement résiduel ultérieur.

L'autre problème majeur portait sur la fourniture, le transport et la mise en œuvre à des prix acceptables d'un volume extrêmement important de matériaux pour remblais.

De longues études furent entreprises pour dresser l'inventaire des sources possibles d'origines tant terrestres que maritimes.

A l'égard des sources maritimes, des campagnes de prospection des fonds méditerranéens entre Hyères et la frontière italienne furent entreprises, mais conduisirent à des résultats finalement décevants.

La prospection des sources terrestres s'orienta très rapidement vers les collines de poudingue bordant, en rive droite et en rive gauche, la basse vallée du Var. Les poudingues sont des alluvions quaternaires du Var, mélange de galets, de sable et de limon. Ce sont d'excellents matériaux pour remblais.

En collaboration étroite avec les services techniques de la Ville de Nice, des études furent entreprises sur un certain nombre de sites possibles. Néanmoins, à l'issue de ces études, on décida de lancer des concours en plusieurs étapes :

— Une première étape portait sur la fourniture, sur les lieux d'extraction, des matériaux pour remblais. Il était demandé aux entreprises candidates de proposer non seulement un prix de fourniture sur les lieux d'extraction, mais aussi un projet de remodelage des sites étudiés par elles, ainsi que des propositions pour l'utilisation ultérieure de ces sites. L'objectif recherché était donc d'éviter la détérioration des sites où seraient prélevés les matériaux, en réunissant tous les éléments permettant d'apprécier comment seraient remodelés ces paysages, parfois fort inhospitaliers, de façon à les rendre plus accueillants aux activités humaines, agricoles ou urbaines.

Ce souci de préservation de l'environnement se traduisit aussi, en pratique, dans la composition du jury chargé de comparer les offres présentées par les entreprises. En effet, participèrent aux travaux de ce jury, l'architecte départemental des Bâti-ments de France et les membres de la Mis-

sion Storelli chargés, par le ministre de l'Environnement, de la préservation du littoral méditerranéen.

— La deuxième étape du concours porta sur une consultation pour le transport et la mise en œuvre des matériaux pour remblais :

les gisements qui avaient, à l'issue de la première étape, été retenus comme acceptables au point de vue de la préservation de l'environnement, furent proposés à toutes les entreprises candidates pour le 2^e lot, avec possibilité, pour celles qui avaient déjà soumissionné au 1^{er} lot, de présenter une proposition unique pour l'ensemble des deux lots « Fourniture » d'une part, « Transport et Mise en Œuvre » d'autre part.

Grâce à une telle possibilité, on espérait, tout en ayant fait jouer au maximum la concurrence et l'imagination au niveau des propositions de sites d'emprunt, de l'aménagement de ces sites d'emprunt et des systèmes de transport des matériaux, inciter, en outre, les entreprises à se grouper pour n'avoir, en définitive, à passer qu'un marché unique, ce qui faciliterait le contrôle et la direction des travaux.

Les objectifs recherchés furent pleinement atteints et le groupement d'entreprises retenu proposa l'extraction, le transport et la mise en œuvre de 30 millions de tonnes de matériaux pour 100 millions de francs TTC (1). Les hypothèses faites deux ans plus tôt sur l'obtention de prix très bas pour les remblais, hypothèses que d'aucuns avaient pu juger quelque peu aventureuses, étaient donc pleinement confirmées. En effet, les prix proposés en juillet 1974 étaient, par rapport aux prix retenus en janvier 1972, en augmentation très sensiblement inférieure à l'évolution de l'indice des Travaux publics applicable aux marchés de terrassement.

Quant au projet de remodelage du site retenu (il s'agit de collines non visibles de la vallée du Var et situées à l'Est du village de Saint-Isidore, à 8 km au Nord de l'aéroport, en bordure du tracé de l'autoroute de contournement Nord de Nice), il fut pleinement approuvé par les membres de la Mission Storelli. En fait, ce site de près de 50 hectares, aujourd'hui occupé par deux collines escarpées et presque totalement incultes, deviendra ultérieurement urbanisable, ouvrant de la sorte des possibilités d'extension nouvelles à la ville de Nice et participant ainsi à l'apaisement d'un conflit qui opposait, dans la basse vallée du Var, activités agricoles et activités urbaines.

Quant au pari sur les capacités imaginatives des entreprises soumissionnaires, il a été, lui aussi, gagné, puisque les prix extrêmement intéressants obtenus ont été proposés par un groupement ayant eu l'idée de négocier avec l'ESCOTA (Société concessionnaire chargée de la construction de l'autoroute de contournement Nord de la ville de Nice) l'utilisation, jusqu'à fin 1979, de la plate-forme de la chaussée Nord de cette autoroute. Celle-ci, dès à présent

(1) Le reliquat est fourni par les excédents de produits de terrassement de chantiers voisins.

Tableau annexe à la convention

en date du 26 décembre 1974 (valeur juillet 1974)

Ouvrages	Estimation	Financement		Maîtrise d'ouvrage
		Etat	Participations locales	
A/ EXTENSION PLATE-FORME				
remblai 100,5				
digues 44,0				
compactage général 6,0		0	16,6 (1)	CCI
somme à valoir 16,2 (environ 11 %)				
B/ PISTE ET VOIES DE CIRCULATION				
compactage renforcé 6,6 (2)	166,7	45,7 (90 %)	5,1 (1)	CCI
chaussées, pistes et voies. 44,2 (2)				
C/ AUTRES OUVRAGES				
voie accès Sud 23,4 (2)	50,8	37,5	0	ETAT
équipement 14,1 (3)				
D/ ETUDES ET CONTROLES GENERAUX (environ 3,7 %)	37,5	9,3 (4)	0	ETAT
Total	269,3	92,5	171,8	

PRINCIPE DE REPARTITION GENERALE DU FINANCEMENT

Etat	92,5 (35 %)	
Participations locales		
— C.C.I..... 79,4 (30 %)	}	171,8 (65 %)
— Ville et département..... 92,4 (35 %)		
Total	264,3	

(1) Dont 92,4 MF, soit 55,5 % du montant, sont pris en charge par la Ville de Nice et le Département des Alpes-Maritimes.

(2) Sommes à valoir pour aléas et imprévus comprises.

(3) Somme à valoir pour aléas, imprévus, études et contrôles spécifiques comprise.

(4) Dont 3,8 MF en autorisation de programme au budget de 1974.

terrassée entre le lieu d'emprunt et le fleuve Var, ne sera, en fait, utilisée pour le trafic routier qu'après 1979. Seule la chaussée Sud sera mise en service avant cette date. En échange de cette mise à disposition, le groupement s'est d'ailleurs engagé à réaliser et à remettre gratuitement à la Société autoroutière la chaussée Nord du viaduc de Saint-Isidore. Grâce à la construction d'une chaussée lourde dans le lit du Var, le transport est assuré entièrement en site propre, sans gêne pour l'environnement. Les engins de transport, spécialement conçus pour ce chantier, ont été fabriqués en France.

MODALITES FINANCIERES

Dès 1972, les collectivités locales (Ville de Nice et Département des Alpes-Maritimes) avaient accepté le principe d'une participation au financement de l'opération d'extension Sud, à concurrence d'un peu

moins du tiers du coût de l'opération. Le schéma de financement finalement retenu, a donc été : 35 % du financement à la charge de l'Etat, 30 % à la charge de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Nice et des Alpes-Maritimes, concessionnaire de l'exploitation commerciale de l'aéroport, et 35 % à la charge des collectivités locales (Ville de Nice et Département).

Les compressions opérées, en 1974, lors de l'établissement du budget de l'Etat, pour 1975, n'ayant pas permis à celui-ci de retenir de crédits en 1975 pour cette opération, la Chambre de Commerce et d'Industrie de Nice et des Alpes-Maritimes et les collectivités locales décidèrent de concentrer leurs participations de 65 % sur les premiers marchés à passer, c'est-à-dire sur ceux qui permettaient la réalisation de la plate-forme proprement dite, à savoir :

- l'extraction, le transport et la mise en œuvre des matériaux pour remblais,
- les ouvrages de protection contre la mer et les travaux de consolidation dynamique.

Une telle prise de position permettait d'assurer l'intégralité du financement de

ces travaux sans qu'aucune inscription budgétaire ne figure, en 1975, sur le budget de l'Etat, à condition que soient mises à la disposition des participants locaux des autorisations d'emprunts suffisantes. Il en fut bien ainsi, puisque le Fonds de Développement économique et social décida d'attribuer à l'opération une autorisation de prêts de 25 millions de francs pour 1975, montant suffisant pour en assurer le démarrage, puis de 60 millions de francs en 1976.

Quant à la participation de l'Etat, elle sera essentiellement utilisée pour financer les autres ouvrages devant conduire à la mise en service de la piste Sud fin 1978, à savoir principalement, la construction d'une voie routière passant sous les pistes pour accéder au Sud de celles-ci et la construction de la nouvelle piste Sud proprement dite. Une première dotation de 24 M figure au budget 1976.

Le tableau ci-contre, qui est annexé à la convention du 26 décembre 1974, récapitule les principes de financement retenus en définitive.

Il est prévu d'ici fin 1976 de lancer les consultations concernant le passage sous les pistes et, d'ici fin 1977, les consultations concernant la chaussée aéronautique proprement dite.

CONCLUSION :

Ainsi donc, entre août 1969, date du rapport où, pour la première fois, avait été proposée au secrétariat général à l'Aviation civile, l'idée de l'extension Sud de l'aéroport de Nice-Côte d'Azur, et fin décembre 1974, soit en cinq ans et demi, ont été menés à bien les études préliminaires, la mise au point des projets, le lancement des consultations, le montage financier et la passation des marchés. On est entré, maintenant, dans une nouvelle phase, celle de la réalisation concrète. Deux grands défis devront donc, dans l'avenir, être relevés par les équipes qui concourent au fonctionnement et au développement de l'aéroport de Nice :

1° en matière d'équipements, réaliser des travaux respectant les enveloppes et les calendriers prévisionnels;

2° en matière d'exploitation, confirmer les prévisions d'évolution des trafics retenues lors des études, confirmation qui ne sera, en définitive, que le simple reflet du dynamisme nouveau dont semble faire preuve l'économie de la Côte d'Azur, à travers le démarrage d'opérations d'équipement comme l'aménagement du plateau de Valbonne qui devrait conduire, d'ici 15 ans, à la création de 35 000 emplois nouveaux essentiellement tournés vers les activités tertiaires supérieures. Un tel aménagement n'est d'ailleurs rendu possible que grâce à la présence de l'aéroport qui le reliera avec le reste du monde.

Conformément aux prévisions, les aménagements de chantier ont commencé au printemps 1975. Les premiers remblais ont été déversés en novembre. La consolidation dynamique débutera en septembre 1976. ©

La formation du personnel navigant professionnel

par Charles Boissonade

L'appellation de personnel navigant professionnel, recouvre :

- les pilotes professionnels,
- les pilotes professionnels qualifiés pour le vol aux instruments,
- les pilotes professionnels de 1ère classe,
- les pilotes de ligne,
- les mécaniciens navigants,
- les personnels commerciaux : stewards, hôtesses de l'air.

LE PILOTE PROFESSIONNEL

Le brevet de pilote professionnel est le titre aéronautique minimum exigé pour exercer les fonctions de pilote contre rémunération. Ce brevet confère à son titulaire la possibilité d'effectuer en vol à vue et en qualité de commandant de bord les opérations telles que : transport de passagers et de fret, traitements agricoles, enseignement du pilotage (s'il est instructeur), largage de parachutistes, remorquage de planeurs, publicité, photo aérienne, etc., avec les appareils sur lesquels il est qualifié.

Il peut être, à partir de 21 ans, commandant de bord dans le transport aérien commercial sur des appareils d'un poids maximum de 5,7 T. multimoteurs s'il est qualifié pour le vol aux instruments.

Il peut enfin exercer les fonctions de copilote dans le transport aérien commercial, dans les conditions et limites fixées par la réglementation relative à la composition des équipages.

Le candidat au brevet de pilote professionnel, dont le niveau scolaire doit être au minimum le BEPC, doit satisfaire à des épreuves théoriques et pratiques au sol et en vol.

Sa préparation théorique est personnelle et s'effectue par correspondance.

Sa préparation pratique aussi sera éventuellement personnelle. Elle peut être facilitée par un enseignement homologué au centre national de Challes-les-Eaux, ou dans une école privée agréée.

Une fois qu'il a satisfait aux épreuves théoriques, le candidat, ayant atteint 18 ans, totalisant 200 heures de vol — ou 150 s'il a suivi un enseignement homologué —, dont 100 en qualité de commandant de bord, 10 heures d'instruction de vol aux instruments, dont 5 sur simulateur de vol éventuel-

lement, titulaire du certificat de radio-téléphoniste, peut se présenter aux épreuves en vol.

En 1975, 471 brevets et licences de pilote professionnel ont été délivrés, dont 262 sur examen et 209 par équivalence (pilotes militaires de 2ème degré).

Sur les 262 « civils » :

- 28 % ont moins de 25 ans,
- 77 % moins de 30 ans,
- 23 % plus de 30 ans.
- 40 % ont moins de 300 heures de vol,
- 61 % moins de 500 heures,
- 16 % plus de 1 000 heures.

La moitié des candidats a reçu un enseignement homologué dans des écoles privées, l'autre moitié, dans les centres du Service de la Formation aéronautique et du Contrôle technique.

Au 1er janvier 1976, 638 pilotes professionnels sont en activité.

LE PILOTE PROFESSIONNEL QUALIFIÉ POUR LE VOL AUX INSTRUMENTS

La qualification de vol aux instruments permet au pilote professionnel d'exercer ses fonctions par tous temps.

Pour y prétendre, il doit avoir au minimum 19 ans, totaliser 150 heures de vol en qualité de commandant de bord, dont 50 en voyages, 50 heures de vol aux instruments, dont, au plus, 10 heures en simulateur, 5 heures de vol de nuit, comprenant 10 décollages et 10 atterrissages. Enfin, il doit avoir suivi un stage d'instruction homologué comportant un entraînement au vol de nuit, avant de se soumettre aux épreuves théoriques et pratiques en vol.

La préparation aux épreuves théoriques est personnelle, au moyen de cours par correspondance également.

En 1975, 178 pilotes professionnels ont obtenu leur qualification de vol aux instruments :

- 50 % ont moins de 30 ans,
- 76 % moins de 40 ans,
- 25 % ont moins de 500 heures de vol,
- 50 % moins de 1 000 heures.

La durée moyenne des stages de préparation a été, sur monomoteur, de 52 heures de vol et de 34 heures de simulateur, et, sur bimoteur, de 48 heures de vol et de 28 heures de simulateur.

Tous les candidats ont reçu un enseignement homologué dans des écoles privées. Le niveau scolaire souhaitable est celui du baccalauréat.

LE PILOTE PROFESSIONNEL DE PREMIERE CLASSE

Le pilote professionnel de 1re classe peut, outre les fonctions exercées par le pilote professionnel qualifié pour le vol aux instruments, remplir celles de copilote dans le transport aérien commercial, compatibles avec la réglementation relative à la composition des équipages, et celles de commandant de bord sur des avions ne dépassant pas 20 tonnes, lorsqu'il possède au moins 300 heures d'expérience sur appareils multimoteurs dans le transport aérien commercial.

Il doit avoir 21 ans révolus, totaliser 700 heures de vol dont 200 en qualité de commandant de bord, incluses 25 heures de nuit comprenant 10 atterrissages et 10 décollages; être titulaire de la qualification de radiotéléphonie internationale et justifier d'avoir suivi un stage d'instruction homologué, comprenant un entraînement au vol de nuit.

Toutefois, s'il a fait 1 000 heures de vol et 2 ans de service en qualité de commandant de bord, ou 2 000 heures et 4 ans de service en qualité de copilote sur multimoteurs du transport aérien commercial, il peut être admis à se présenter aux épreuves pratiques en vol sans stage homologué. Enfin, il doit satisfaire à des épreuves théoriques et pratiques.

Les épreuves théoriques se préparent par correspondance, dans des écoles privées. Toutefois l'école nationale de l'Aviation civile et l'institut aéronautique Amaury de la Grange organisent des cycles de préparation. Le niveau souhaitable est celui du baccalauréat (C, D, E).

La préparation aux épreuves pratiques, lorsqu'elle est nécessaire s'effectue au centre école de Saint-Yan. Elle comprend une instruction en vol sur appareils d'un poids supérieur à 5,7 T.

En 1975, 127 brevets de pilote professionnel de 1re classe ont été délivrés, dont 85 à des candidats civils, parmi lesquels 70 avaient suivi un stage homologué; exceptionnellement 15 pilotes expérimentés étaient directement présentés par leurs employeurs, des compagnies régionales de transport aérien commercial.

L'âge moyen des candidats était de 31 ans et leur expérience moyenne de 2 100 heures de vol, sauf pour les pilotes en provenance des compagnies dont l'âge moyen était de 35 ans et l'expérience de 5 200 heures de vol.

Au 1er janvier 1976, 1 109 pilotes professionnels de 1re classe sont en activité dont, principalement, 411 à Air France, 225 à Air Inter, 57 à l'Union des Transports aériens, 253 dans les compagnies régionales, 51 au service de la Formation aéronautique et du Contrôle technique.

LE PILOTE DE LIGNE

Le pilote de ligne peut, outre les fonctions exercées par le pilote professionnel de 1re classe, remplir celles de commandant de bord dans le transport aérien commercial sur tous avions et parcours pour lesquels il est qualifié.

Il doit avoir 21 ans révolus, totaliser 1 500 heures de vol dont 250 en qualité de commandant de bord, incluses 25 heures de vol de nuit, comportant 20 décollages et 20 atterrissages, 100 heures de vol de nuit en qualité de commandant de bord ou copilote, 75 heures aux instruments, dont, au plus, 25 heures sur simulateur et deux années de pratique dans une compagnie de transport aérien commercial. Enfin le candidat doit satisfaire à des épreuves théoriques et pratiques, les premières pouvant être préparées à l'aide de cours par correspondance.

LE RECRUTEMENT « AB INITIO » (1)

Les cycles de formation dits « ab initio » (A et A') s'adressent à des candidats ne possédant aucune expérience aéronautique. Ils constituent le recrutement de base des pilotes de ligne.

Le cycle de formation A, s'adresse aux candidats français de 18 à 21 ans, aptes physiquement, titulaires du baccalauréat.

Le concours comprend des épreuves écrites, des épreuves orales, un examen psychotechnique et un stage de sélection en vol. Les connaissances exigées sont celles du programme A1 des classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques, et se situent au niveau des mathématiques supérieures. C'est donc le baccalauréat de série C qui est conseillé.

Une bonne connaissance de la langue anglaise est nécessaire. La formation comporte plusieurs phases : un enseignement théorique d'une durée de 1 an à l'école nationale de l'Aviation civile,

— un enseignement pratique d'une durée de 2 ans, successivement dans les centres écoles de Montpellier et de Saint-Yan.

— une troisième phase enfin, de qualification et d'adaptation sur avion de ligne, dans les centres d'instruction des compagnies utilisatrices.

Le cycle de formation A' s'adresse aux jeunes ingénieurs en provenance des grandes écoles à vocation technique, âgés de moins de 28 ans, libérés de leurs obligations militaires, titulaires du certificat d'aptitude aux épreuves théoriques du brevet de pilote de ligne et pratiquant bien la langue anglaise. Ces candidats sont dispensés de la phase de formation théorique à l'ENAC.

Le cycle de formation A', recrutement additionnel, ne peut excéder 20 % de chaque promotion « ab initio ».

Les élèves des cycles de formation A et A' bénéficient de la gratuité de l'instruction au sol et en vol et perçoivent une allocation d'études. En contrepartie, ils s'engagent à exercer pendant 10 ans dans une compagnie agréée par la direction générale de l'Aviation civile.

LES RECRUTEMENTS COMPLEMENTAIRES

Le cycle de formation F est un complément aux cycles de formation A et A'. Il s'adresse à des jeunes pilotes français de moins de 25 ans, issus d'aéro-clubs, ayant à leur actif un minimum de 200 heures de vol, titulaires du brevet théorique de pilote professionnel de 1re classe et dégagés de leurs obligations militaires.

(1) L'attention est attirée sur le fait que la situation actuelle de l'emploi interdit pour l'instant le recrutement de pilotes de ligne.

Les épreuves de sélection comprennent une épreuve de mathématiques pour les non-titulaires du baccalauréat C, un entretien, une épreuve écrite et orale d'anglais, des tests d'aptitude au vol et des tests sportifs.

La formation dure 17 mois environ : formation de base sur monomoteur et bimoteur à piston, préparation aux épreuves pratiques du brevet de pilote professionnel de 1re classe, qualification et adaptation sur avion de ligne et mise en ligne.

L'instruction au sol et en vol est gratuite. Les candidats reçoivent un traitement de stage.

Le cycle de formation B s'adresse à des pilotes militaires ou professionnels français déjà confirmés, de moins de 30 ans, titulaires du brevet théorique de pilote professionnel de 1re classe, possédant au moins 700 heures de vol, dont 350 en qualité de commandant de bord et 25 heures de nuit. Les épreuves de recrutement sont celles du cycle F et la formation dure 10 mois environ pour la préparation aux épreuves pratiques du brevet de pilote professionnel de 1re classe, la qualification et l'adaptation sur avion de ligne et la mise en ligne.

Ces candidats perçoivent aussi un traitement de stage.

Au cours de l'année 1975, 97 pilotes professionnels de 1re classe ont obtenu le brevet de pilote de ligne à l'issue d'une instruction en ligne de plusieurs années dans différentes compagnies : 58 à Air France, 11 à Air Inter, 10 à l'UTA, etc.

Leur âge moyen était de 39 ans.

Au 1er janvier 1976, 1 349 pilotes de ligne français sont en activité, dont 904 à Air France, 157 à Air Inter, 138 à l'UTA, 29 dans les compagnies régionales, 93 dans des compagnies étrangères, 13 au service de la Formation aéronautique et du contrôle technique, etc.

La plupart des pilotes (2 914) sont employés dans le transport aérien en qualité de pilotes de ligne, de pilotes professionnels de 1re classe, et de pilotes professionnels qualifiés pour le vol aux instruments. La moitié d'entre eux, formés dans les centres-écoles du SFACT, ont moins de 40 ans.

LE MECANICIEN NAVIGANT

Le brevet et la licence de mécanicien navigant sont accompagnés de l'une des mentions suivantes, ou des deux : avions à turbines - avions à moteurs à pistons.

Comme tout personnel navigant, le candidat doit :

- être apte physiquement, être âgé de 21 ans,
- satisfaire à des épreuves théoriques,
- justifier d'avoir suivi un stage d'instruction homologué au sol et en vol,
- avoir suivi un entraînement comportant une initiation au vol aux instruments et à la radionavigation sur simulateur ainsi qu'à la pratique de la radiotéléphonie.

Il doit totaliser 100 heures de vol en qualité de mécanicien de bord ou de stagiaire et satisfaire à des épreuves de langue anglaise, de lecture au son, et à des exercices pratiques.

En 1975, 100 mécaniciens navigants se sont présentés avec succès aux examens théoriques et pratiques organisés par l'école nationale de l'Aviation civile. Ils provenaient du centre école de Saint-Yan (14) des centres de formation des compagnies Air France (37), Air Inter (20), UTA (13), Tunis Air (9), Air Maroc (2) et de l'Armée de l'Air (5).

Leur formation au sol avait été assurée par l'école nationale de l'Aviation civile et par l'institut Amaury de la Grange,

alors que leur formation pratique en vol avait été assumée par le centre de Saint-Yan et les compagnies elles-mêmes.

Dans la majorité des cas, ces nouveaux mécaniciens navigants étaient d'anciens navigateurs transformés ou des ingénieurs en provenance d'écoles techniques.

Le nombre des mécaniciens navigants exerçant leurs activités en France au 1er janvier 1976 s'élevait à 1 088.

L'HOTESSE - LE STEWARD

Elle ou il a 21 ans au minimum, un excellent équilibre physique et moral, une bonne pratique de la natation, une connaissance approfondie de la langue anglaise, et le certificat de sécurité et de sauvetage ou tout diplôme correspondant agréé : infirmière d'Etat, infirmière IPSA, etc.

Les hôtesses et stewards sont présentés par les compagnies qui les ont formés à l'examen du certificat de sécurité et de sauvetage organisé par l'école nationale de l'Aviation civile. Les certificats délivrés sont au nombre de 584 en 1974, et de 157 seulement en 1975.

Au 1er janvier 1976, 3 400 hôtesses et 1 600 stewards constituaient le personnel navigant commercial employé par les grandes compagnies : Air France (3 255), UTA (558) et Air Inter (403).

PRINCIPAUX ORGANISMES DE RENSEIGNEMENTS CONCERNANT L'AVIATION GENERALE ET LES PERSONNELS NAVIGANTS PROFESSIONNELS

SERVICE DE LA FORMATION AERONAUTIQUE
ET DU CONTROLE TECHNIQUE

246, rue Lecourbe 75732 Paris - Cédex 15.

Brevets et licences - Réglementation - Centres nationaux - Primes d'achat - Bourses aux jeunes - Personnel navigant professionnel - Ecoles privées.

ECOLE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE

Boîte postale 4005 - 31055 Toulouse-Cédex.

Préparation aux épreuves théoriques des brevets de pilotes professionnels.

FEDERATION NATIONALE AERONAUTIQUE

52, rue Galilée - 75008 Paris

Aéro-clubs de vol à moteur.

FEDERATION FRANÇAISE DE VOL A VOILE

29, rue de Sèvres - 75006 Paris.

Associations de vol à voile.

FEDERATION FRANÇAISE D'AEROMODELISME

52, rue Galilée - 75008 Paris.

Associations d'aéromodélisme.

ASSOCIATION DES PILOTES

PROPRIETAIRES D'AVIONS

Bâtiment Paul Bert - 93350 Aéroport-le-Bourget.

RESEAU DES SPORTS DE L'AIR

39, rue Sauffroy - 75017 Paris.

Construction amateur.

La météorologie au service du transport aérien



par Guy Larivière

Photo, Direction de la météorologie.

En 1930, Costes et Bellonte mirent près de 40 heures pour traverser l'Atlantique. Malgré leur courage et la robustesse de leur matériel, ce raid, comme d'autres qui l'avaient précédé, n'aurait pu avoir lieu sans la préparation météorologique, qui en assura le succès. Quarante ans plus tard, la météorologie a encore joué un rôle important dans la mise au point des vols de Concorde, puisque la température ou le vent, à l'altitude des vols supersoniques,

conditionnent toujours la sécurité, mais plus encore le déroulement du vol dans des conditions économiques satisfaisantes. Ainsi, depuis l'invention du radiosondage en 1927 ou la mise en œuvre des navires météorologiques sur l'Atlantique Nord, à l'issue de la dernière guerre, pour « protéger » les vols transatlantiques, jusqu'à l'utilisation des satellites ou des calculateurs au cours de ces dernières années, la météorologie a-t-elle été amenée à recher

cher sans cesse plus haut, plus loin et plus vite les renseignements dont l'aviation, et d'abord l'aviation commerciale avait besoin. Aujourd'hui, c'est une assistance de tous les instants que le transport aérien demande à la météorologie, aussi bien dans la phase qui précède la mise en service d'un appareil ou l'ouverture d'une ligne aérienne que dans le déroulement d'un vol régulier, depuis sa préparation jusqu'à l'atterrissage final.

Une météo nouvelle pour de nouveaux appareils

La conception et la mise au point d'un nouvel avion comme ce fut le cas pour les premiers avions à réaction. Comet ou Caravelle, et plus récemment pour Concorde, ou l'ouverture d'une route aérienne ou d'un nouvel aéroport se préparent de nombreuses années à l'avance. Les météorologistes sont immédiatement chargés de fournir, de manière aussi précise que possible, la climatologie, c'est-à-dire les conditions de vent (direction et vitesse), de température et d'humidité que les avions rencontreront tant en vol qu'au sol, lors du décollage ou de l'atterrissage, sans oublier naturellement la répartition des nuages, des mauvaises visibilitées et autres phénomènes dangereux aux différentes époques de l'année et pour les différents niveaux de vol possibles. Les performances de l'avion, sa capacité ou son rayon d'action en dépendent, de même naturellement que la sécurité ou le confort des passagers.

Mais il importe aussi aux météorologistes de savoir quels renseignements ils auront à fournir lorsque l'appareil entrera en service régulier, de manière à pouvoir les satisfaire en mettant en place, à temps, l'infrastructure, la densité de mesures et les sondages nécessaires. Ainsi, pour le vol supersonique, la température a un effet très important, non seulement pendant la phase de montée et d'accélération, mais aussi pendant toute la durée de vol de croisière. La consommation de carburant augmente rapidement lorsque la température dépasse la température de l'« atmosphère standard » (- 56,5° C au-dessus de 11 000 mètres); la charge marchande pourra s'en trouver diminuée, tandis que le pilote devra choisir une altitude de vol différente ou réduire la vitesse pour éviter un échauffement cinétique excessif. Or, la climatologie « fine » de la haute atmosphère a mis en évidence des variations quasi instantanées de température atteignant parfois une dizaine de degrés sur quelques kilomètres de distance horizontale ou sur quelques centaines de mètres de distance verticale.

La structure thermique de l'atmosphère sous-jacente, de même que le vent, conditionnent aussi la manière dont la détonation balistique sera perçue au sol.

Une fois dressé l'inventaire des besoins nouveaux, l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM) — et notamment leurs commissions de météorologie aéronautique — recommandent aux différents services météorologiques nationaux les moyens à mettre en œuvre pour obtenir les informations indispensables.

Pour sa part, la Météorologie nationale a apporté son concours à Concorde bien avant son premier vol, tandis qu'elle mettait en place à Roissy, plusieurs années avant la construction de la première piste, et ultérieurement à Lyon-Satolas dans les

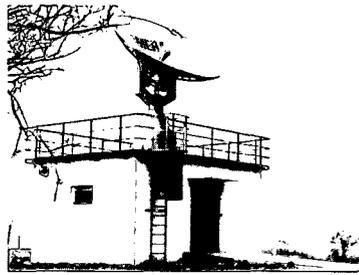
mêmes conditions, les ensembles instrumentaux de pointe qui lui ont permis de connaître, pour chacun de ces sites à une échelle très fine, le régime des vents et les différents seuils de visibilité et de hauteur des nuages qui en découlent.

LA METEO QUOTIDIENNE POUR DES VOLS REGULIERS

Pour un vol commercial de routine, l'assistance météorologique revêt plusieurs aspects, lors de la préparation du vol, puis pendant le décollage de celui-ci, depuis le décollage jusqu'à l'atterrissage.

Préparation du vol

Quelques heures avant le départ, le centre météorologique qui dessert l'aéroport fournit au représentant de la compagnie aérienne les renseignements qui lui sont nécessaires pour l'établissement du plan de vol et le chargement de l'appareil, c'est-à-dire essentiellement le vent et la température, tant au moment du décollage — pour



Radar météorologique à Dammartin,
près de Charles de Gaulle.

un quadriréacteur B 707, la charge maximale diminue de 600 kg par d°C lorsque la température dépasse 26° — que lors du vol. Compte tenu du coût de l'heure de vol, les compagnies ont en effet intérêt à utiliser la route la plus rapide, qui n'est pas forcément la route la plus courte, mais plutôt celle où les vents sont les plus favorables. On a calculé qu'en utilisant cette « route de temps minimum », un avion à réaction classique gagnait en moyenne une quinzaine de minutes par traversée, et parfois bien davantage, sur une traversée de l'Atlantique Nord (soit environ 3 % du temps normal). Comme les vents ne sont pas les mêmes d'un jour à l'autre, les routes utilisées varient; elles sont établies, chaque nuit, en commun par les services du contrôle aérien et par les représentants des compagnies. Pour sa part, Air France utilise cette méthode non seulement sur l'axe Europe-Amérique du Nord (Alaska inclus), mais également sur Paris-Antilles et Tokyo-Tahiti.

Il est également nécessaire de connaître les conditions prévues sur les aéroports d'arrivée, de manière à savoir si l'atterrissage aura lieu normalement ou si l'avion

risque de se dérouter (mauvaise visibilité, plafond plus bas, orages, etc.). Muni de tous ces renseignements, l'exploitant pourra déterminer la route à suivre, la durée du trajet, la quantité de carburant à emporter et, finalement, la charge marchande disponible. En dernier ressort toutefois, c'est le commandant de bord qui en décidera, après avoir pris connaissance du dossier de vol, généralement commenté par un météorologiste et parfois par l'intermédiaire d'un circuit de télévision fermé comme c'est le cas à Orly ou à Roissy.

Le dossier de vol comporte un ensemble de cartes présentant :

— la situation météorologique générale, où apparaissent les phénomènes significatifs que l'appareil rencontrera, compte tenu de son déplacement : base et sommet des couches nuageuses, fronts éventuels, hydrométéores, zones orageuses, conditions de givrage et de turbulence (notamment de turbulence en ciel clair).

— la distribution du vent (direction et vitesse) et de la température prévue pour les différents niveaux de vol possibles, représentée par des cartes aux altitudes standard courantes : 500 mb (5 600 m environ), 300 mb (9 000 m), etc. jusqu'au niveau 100 mb (16 000 m) pour Concorde.

— les prévisions détaillées relatives aux aéroports d'arrivée ou de déroutement.

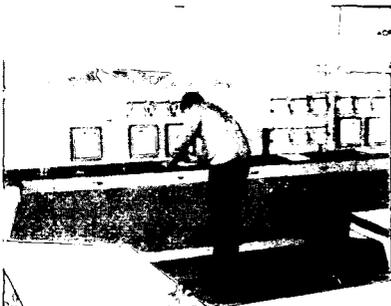
L'ensemble de ces documents, renouvelés toutes les 6 heures, sont élaborés sur place ou reçus par fac-similé de centres météorologiques nationaux ou étrangers. C'est en effet à la suite d'accords internationaux conclus par l'OMM et l'OACI que la charge d'établir et de diffuser les documents couvrant les besoins dans une zone déterminée a été confiée à quelques grands centres en nombre limité. Ainsi, le centre météorologique d'Orly a la responsabilité des vols partant d'Europe en direction de l'Afrique de l'Ouest, celui de Londres celle des vols vers les Etats-Unis et le Canada, etc.

En outre et depuis 1974, les données relatives aux prévisions d'aéroports, aux observations du temps et aux phénomènes dangereux pour l'aéronautique, sur telle ou telle route ou portion de route aérienne, peuvent être communiquées à distance de manière automatique grâce au système « IRA » (interrogation - réponse - aéronautique), mis en place dans la région parisienne par la météorologie et les services de la navigation aérienne. Le fichier central géré par un ordinateur (banque de données) peut ainsi être interrogé à tout moment par les compagnies aériennes.

Informations en vol

En vol, les équipages obtiennent des informations météorologiques par l'écoute d'émissions spécialisées sol-air en radiotéléphonie (émissions « Volmet », qui contiennent des observations et des prévisions renouvelées toutes les demi-heures pour un certain nombre d'aéroports. Ces émissions sont diffusées de manière à

Photo. Direction de la météorologie.



La station d'observation météo de Roissy-Charles de Gaulle.

Photo, Direction de la météorologie.

pouvoir être entendues par les appareils en vol de croisière ou en approche finale.

Les équipages peuvent également interroger un centre de « veille météorologique » par l'intermédiaire des centres de circulation aérienne appropriés, sur tel ou tel aspect de la situation météorologique : prévision de vent ou de température pour un secteur donné, dernières observations effectuées par radar au voisinage des orages, donnant la position et l'extension des zones de fortes précipitations, génératrices de courants verticaux intenses et de turbulence dangereuse, etc. A l'inverse, les centres de veille avertissent les appareils en vol lorsqu'ils risquent de rencontrer de tels phénomènes.

L'AUTOMATISATION DES MESURES AU SOL

L'ensemble des moyens dont dispose la météorologie concourent évidemment à la fourniture de ces renseignements, mais les stations météorologiques situées sur les aérodromes exécutent en permanence ou sur demande les mesures locales indispensables au bon déroulement des atterrissages ou des décollages : vent en surface (vent moyen sur quelques minutes et rafales), visibilité horizontale, altitude de la base des nuages, température et point de rosée (ou humidité), pression atmosphérique, phénomènes dangereux.

Sur les aérodromes importants, toutes ces observations sont effectuées par télémesures, grâce à des ensembles instrumentaux installés le long des pistes, l'enregistrement ou l'affichage numérique des données étant reportés dans la station météorologique ou la tour de contrôle. Il en est ainsi, par exemple, des mesures de plafond ou visibilité par temps de brouillard ou de nuages bas. Les premières, assurées à l'aide de télémètres de nuages — sorte de radars d'axe vertical à longueur d'onde lumineuse — permettent de mesurer l'altitude de la base des nuages au voisinage du point de percée. Les secondes reposent sur l'absorption d'un faisceau lumineux par l'atmosphère. La mesure est effectuée par des transmissomètres disposés le long de la piste; elle est convertie en « portée visuelle de piste » par l'intermédiaire d'un calculateur programmé selon les conditions de luminosité ambiante (jour, nuit, intensité lumineuse des balises...).

Par ailleurs, vent, température et pression au niveau des pistes font l'objet de prévisions à courte échéance — quelques heures — pour le calcul de la charge au décollage. Ainsi, l'ensemble des mesures météorologiques de surface, de même que les prévisions d'atterrissage, toujours indispensables pour les besoins du transport aérien, le deviennent-elles de plus en plus, à l'ère de l'aviation supersonique, la procédure de descente doit être aussi courte que possible. Régularité, sécurité et rentabilité constituent les objectifs prioritaires des transporteurs aériens, et les services météorologiques y contribuent plus que jamais.

Il leur reste cependant à perfectionner la mesure d'un certain nombre de paramètres, qui contribuent au confort des passagers, sinon à leur sécurité. La turbulence à l'atterrissage ou au décollage est encore mal connue. Causée par le cisaillement du vent près du sol, c'est-à-dire par de brusques variations de la direction et de la vitesse du vent dans l'axe de la piste, ou par de forts gradients de température, qui peuvent provoquer des atterrissages « trop courts » ou « trop longs », elle reste difficilement mesurable, si ce n'est par des procédés de sondages acoustiques, lents à mettre en œuvre. Par ailleurs, l'information radar, qui signale la violence des orages dans un rayon d'une centaine de kilomètres autour de l'aérodrome, et qui est par elle-même en continuë transformation, devient très vite périmée et ne parvient pas encore dans les meilleures conditions aux centres ou aux tours de contrôle de la circulation aérienne. Mais il s'agit là d'une difficulté concernant surtout la transmission de l'information, car la mesure des échos radar sur les fortes précipitations est parfaitement fiable, surtout depuis l'utilisation de radars de 10 cm, en cours de généralisation.

LA METEO ET L'AVIATION LEGERE

La communication de l'information météorologique cause également d'assez grandes difficultés en ce qui concerne l'aviation générale, dont il n'a pas encore été question jusqu'ici, et qui assure une part de plus en plus importante du transport aérien, du moins sur le plan national. Si l'aviation d'affaires ou de troisième niveau, équipée de moyens de navigation aux instruments (vols IFR) et qui dispose d'avions déjà importants, bénéficie de la même assistance météorologique que l'aviation commerciale traditionnelle, il n'en va pas de même des appareils de tourisme qui volent à vue (vols VFR) dans les basses couches de l'atmosphère, et utilisent des terrains où il n'existe pas de station météorologique. De plus, ils ne sont généralement pas équipés de moyens de télécommunications air-sol. Les pilotes ne peuvent donc bénéficier que d'une information météorologique par téléphone, avant le départ.

Pour leur donner satisfaction, dans les meilleures conditions, la météorologie

française vient de mettre en place, sur le territoire national, un système qui permet d'obtenir par répondeurs téléphoniques automatiques des renseignements complets sur la météo aéronautique, pour telle ou telle zone géographique ou pour une route aérienne déterminée (actuellement Paris-Marseille; Nice-la Corse). Les bulletins, rédigés en langage codé par une vingtaine de stations météorologiques, sont renouvelés quatre à cinq fois par jour. Ils contiennent tous les renseignements nécessaires sur la visibilité et le plafond nuageux, le vent en surface, et jusqu'à 1 500 m, l'altitude de l'isotherme 0° et les phénomènes dangereux, par zones ou groupes de zones géographiques découpées selon les conditions de climatologie aéronautique et d'orographie. Pour inscrire ces rensei-



Stagiaires africains à l'Ecole de Météorologie.

Photo, Direction de la météorologie.

gnements, les pilotes doivent disposer de cartes comportant le découpage des zones et la signification du code utilisé. Ces documents, distribués par les services météorologiques, font partie de l'équipement de bord réglementaire.

Ainsi, comme par le passé, la Météorologie continue à veiller sur la sécurité du transport aérien, qu'il s'agisse de l'aviation légère ou de l'aviation commerciale, tout en contribuant, comme on l'a vu, à assurer au mieux la régularité et la rentabilité du trafic.

Il ne faut pas oublier que les météorologistes apportent aussi leur concours aux recherches qui se développent constamment en vue d'éliminer des aérodromes les phénomènes qui entravent le plus la navigation aérienne, comme par exemple le brouillard et les nuages bas. Il est ainsi possible de dissiper, au moins partiellement, les brouillards, soit par ensemençement à l'iodure d'argent ou par projection de propane sous pression dans le cas des brouillards « froids » (à température négative), qui sont alors précipités au sol sous forme de faibles chutes de neige, soit par évaporation à l'aide de réacteurs enfouis dans le sol, dans le cas des brouillards « chauds ». Ces techniques, maintenant opérationnelles, sont mises en œuvre sur les aérodromes de la Région parisienne par Aéroport de Paris.

Il reste en tout cas aux chercheurs, et par conséquent aux météorologistes, beaucoup à faire pour tenter d'atténuer, sinon de maîtriser, d'autres phénomènes dangereux, comme par exemple les nuages orageux. Il semble pourtant que tout espoir de supprimer un jour la foudre ne soit pas abandonné. ☉



L'espace aérien civil et le contrôle

par J.Y. Savina

*Positions de contrôle
au Centre de Contrôle régional
de Paris*

La circulation aérienne

Le contrôle du trafic aérien a pour mission de garantir la sécurité des vols en évitant les abordages et les collisions, et il doit aussi assurer la régularité et la ponctualité de ces vols, en procédant à l'optimisation de l'espace et de ses routes aériennes. Ce contrôle s'exerce à trois niveaux : le contrôle d'aérodrome, le contrôle d'appro-

che et le contrôle de la circulation aérienne « en route », lequel constitue la tâche essentielle des quatre centres de contrôle régionaux français. Le taux de progression annuel du trafic aérien a connu des dimensions spectaculaires en France entre les années soixante et la crise économique de 1973 : bon an mal an, il était de 12 %, ce qui revient à dire qu'il doublait approximativement tous les cinq ans. Depuis, il s'est stabilisé autour de 5 %. La position géographique de la France en Europe fait d'elle le grand carrefour de plusieurs courants importants de circulation aérienne :

celui qui relie l'Amérique du Nord à nombre de pays du « vieux continent », celui qui relie l'Allemagne, les pays scandinaves aux « pays de soleil » (Espagne, Canaries, Afrique du Nord, etc.).

En 1975, plus de 1 500 000 mouvements, dont un tiers a été contrôlé par les soins des services de contrôle de la direction de la Navigation aérienne (direction de la Direction générale de l'Aviation civile, Secrétariat d'Etat aux Transports), dans quatre centres de contrôle : Paris

vence), Bordeaux-Mérignac et Brest. Ceci représente une moyenne de 1 000 mouvements contrôlés environ par centre et par jour : calcul déraisonnable s'il en est, puisque le propre de la circulation aérienne est de connaître des variations très importantes et très irrégulières dans le temps, des pointes, saisonnières, journalières et horaires.

L'automatisation du contrôle

C'est pour répondre à ces besoins, ainsi qu'à la diversité croissante des performances des avions (vitesse, rayon d'action, niveau de croisière), que l'Administration a développé depuis une quinzaine d'années un système informatique d'assistance automatisée au contrôle, le CAUTRA (coordonnateur automatique de trafic aérien), dont la mise en place progressive n'a jamais perturbé les méthodes de travail des contrôleurs de la circulation aérienne.

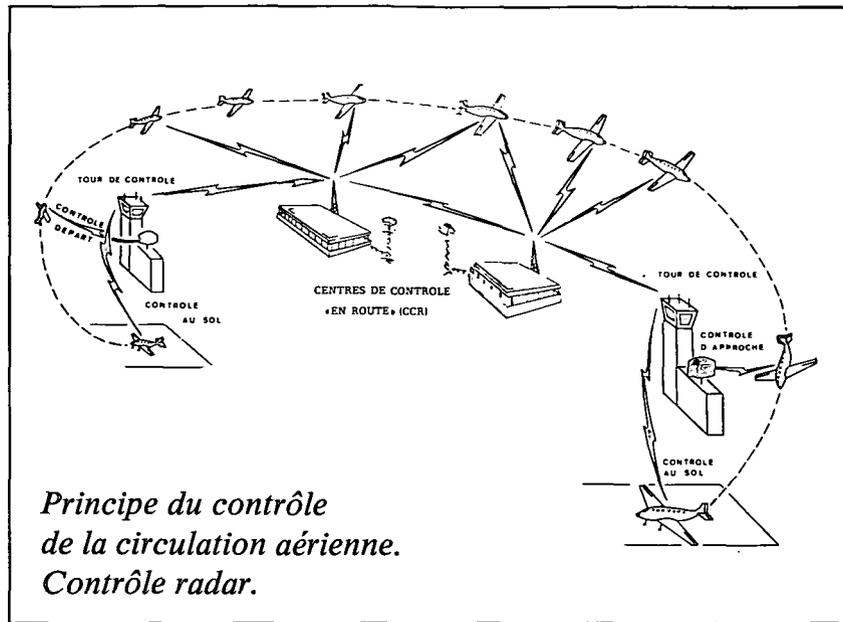
L'importance de l'investissement que représente le développement et l'entretien d'un tel système se justifie par comparaison avec les lourdes pénalisations qu'inflige aux compagnies aériennes toute irrégularité dans l'écoulement du trafic. Si la France ne disposait pas aujourd'hui de ce système, plus de 30 % du trafic serait économiquement handicapé par des attentes au départ ou à l'arrivée. Au contraire, une compagnie telle qu'Air Inter peut se flatter aujourd'hui de détenir le record mondial de régularité : le système de contrôle français constitue une des raisons de ce succès.

La fiabilité de ce système doit évidemment être à la mesure de la qualité que l'on attend du service de contrôle. Dans le souci de l'améliorer en permanence, l'Administration et les entreprises qui concourent à sa conception tendent vers un système « maillé », à chaînes indépendantes.

Le but du CAUTRA est d'offrir des facilités de présentation des informations sur les avions aux contrôleurs pour accroître l'efficacité de leur travail, c'est-à-dire pour leur permettre d'être plus à l'aise dans leur tâche en se consacrant à l'essentiel, élément de grande importance sur le plan professionnel comme sur le plan social.

La conception et la programmation de l'ensemble ont été faites par les services de l'Administration en accordant une grande importance aux relations « homme-machine » et en définissant chaque phase du système en fonction des réactions des contrôleurs eux-mêmes.

Le résultat a été de bien faire accepter cette évolution par les personnels qui, maintenant, ne pourraient plus s'en passer, et l'on estime à un pourcentage compris entre 30 et 40 % le surcroît de capacité en trafic aérien que la présence de ce système apporte aux centres de contrôle.



Principe du contrôle de la circulation aérienne. Contrôle radar.

Les principes du contrôle et le travail des contrôleurs

Une salle de contrôle comprend des « positions » ou « secteurs de contrôle », servis par des contrôleurs. En 1976, les quatre centres métropolitains emploient près de 1 500 agents des corps de la navigation aérienne, dont le travail concourt au contrôle d'un espace aérien découpé en quelque 40 secteurs, dimensionnés de telle sorte qu'un secteur traite en moyenne une quinzaine d'avions par heure.

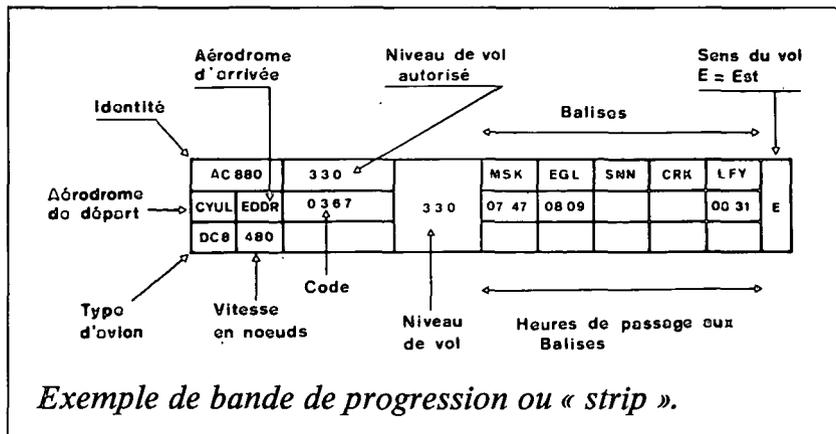
Il est important de rappeler que, quel que soit le type de contrôle en usage, un contrôleur dispose d'un certain volume d'informations, de données, sur les positions actuelles et futures des avions dont il assure la sécurité.

Les données dont dispose le contrôleur proviennent de plusieurs sources. La première est le plan de vol, rédigé et déposé

par le pilote avant son départ et transmis par un réseau de télécommunications, qui utilise des procédures standardisées, à tous les centres de contrôle et aéroports intéressés à ce vol. Ce réseau est intégré dans un réseau mondial, appelé Réseau du Service fixe des Télécommunications, et son point nodal, pour la France, est situé à Orléans-Bricy.

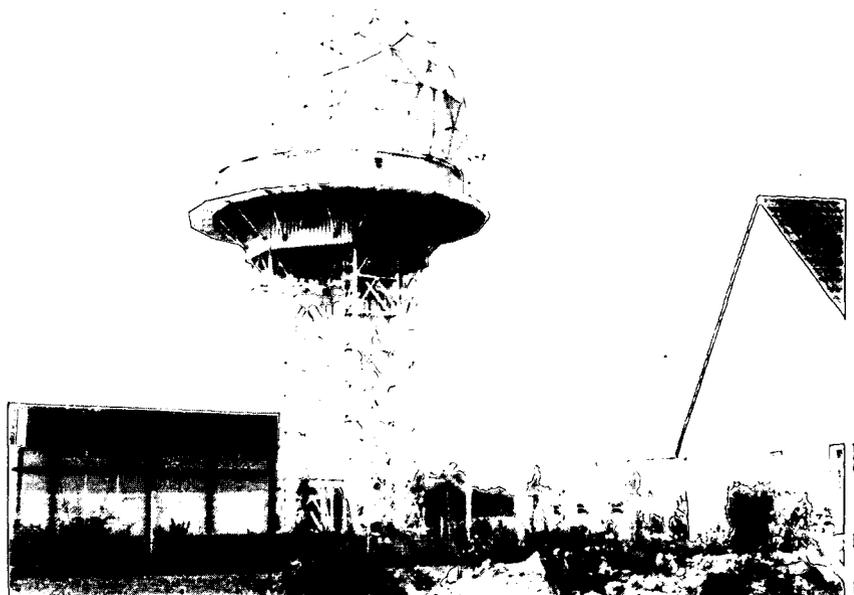
Le plan de vol comprend les renseignements liés à l'avion (identité, type d'appareil, équipement) et les intentions du pilote sur son trajet (départ, destination, vitesse, altitude et route). Ce sont ces indications qui sont retransmises aux contrôleurs sous forme de bandes de progression de vol en papier, appelées « strips ».

Une deuxième source de données provient des « reports de position » effectués par les pilotes au passage par des points ou des niveaux spécifiés et transmis au sol sur la voie radiophonique bilatérale qui relie en permanence un contrôleur et l'ensemble des avions dont il assure le contrôle à l'intérieur d'un secteur. Chaque secteur dispose de sa propre fréquence radio.



Exemple de bande de progression ou « strip ».

L'organisation de l'espace aérien



La station radar de la Châtre, dans l'Indre.

C'est de cette façon que le pilote indique sa position ou demande une autorisation ou, inversement, que le contrôleur lui donne des ordres de modification de trajectoire ou répond à ses demandes d'autorisations. Ce système repose sur une infrastructure de centres émission-réception, dits « d'antennes avancées », disséminés sur tout le territoire français et reliés aux centres de contrôle par des liaisons filaires ou hertziennes louées aux PTT.

La troisième source de données résulte des avis de mouvement entre contrôleurs responsables de zones adjacentes : ils précèdent les transferts d'avions qui nécessitent une *bonne coordination* entre contrôleurs responsables de secteurs différents, soit dans un même centre, soit dans deux centres différents.

Enfin, la *quatrième source de données*, et non la moindre, est fournie par les images radar : le radar *primaire* donne au contrôleur la position actuelle des avions par un écho engendré par réflexion purement passive d'ondes incidentes; le radar *secondaire* demande à l'avion de participer activement à sa détection et « renseigne » ainsi l'écho par affichage d'étiquettes sur l'écran du contrôleur.

Chaque centre reçoit les images déportées de plusieurs radars à grande portée qui chevauchent leurs « couvertures » pour des raisons de fiabilité évidentes.

Très schématiquement, le système CAUTRA traite les plans de vol, les met à jour, les imprime, les distribue à chaque secteur de contrôle au moment voulu (chaque secteur correspondant à un volume d'espace aérien géographiquement bien délimité); il traite par ailleurs toutes les informations des radars, effectue la corrélation entre les plans de vol et les images radar, et présente, en finale, sur les écrans

radar, une image claire où chaque « plot » d'avion porte son « étiquette », comportant les informations explicites de base sur cet avion.

Ce système étant en évolution constante, l'effort est actuellement mené pour une fiabilité de fonctionnement toujours accrue et pour demander au système d'assurer lui-même la coordination entre les différents contrôleurs ainsi que de détecter et, par la suite, d'aider à résoudre les conflits potentiels de trajectoires, dès que les séparations en altitude et en distance entre avions ne sont plus respectées à l'intérieur des voies aériennes.

Schématiquement, l'espace aérien est organisé suivant deux systèmes différents selon qu'il s'agit de l'espace inférieur (en dessous de l'altitude 6 000 mètres environ) ou de l'espace supérieur (au-dessus de cette altitude).

En espace inférieur, les diverses circulations aériennes (circulation civile aux instruments, vols civils en bonne visibilité, vols militaires) utilisent, le plus souvent pour des raisons de sécurité, des espaces aériens séparés géographiquement.

Ces vols ne sont pas, la plupart du temps, contrôlés depuis le sol.

En espace supérieur, où seuls sont admis les vols aux instruments, les vols civils sont contrôlés par les centres civils, les vols militaires par les centres militaires, avec un dispositif de coordination réciproque.

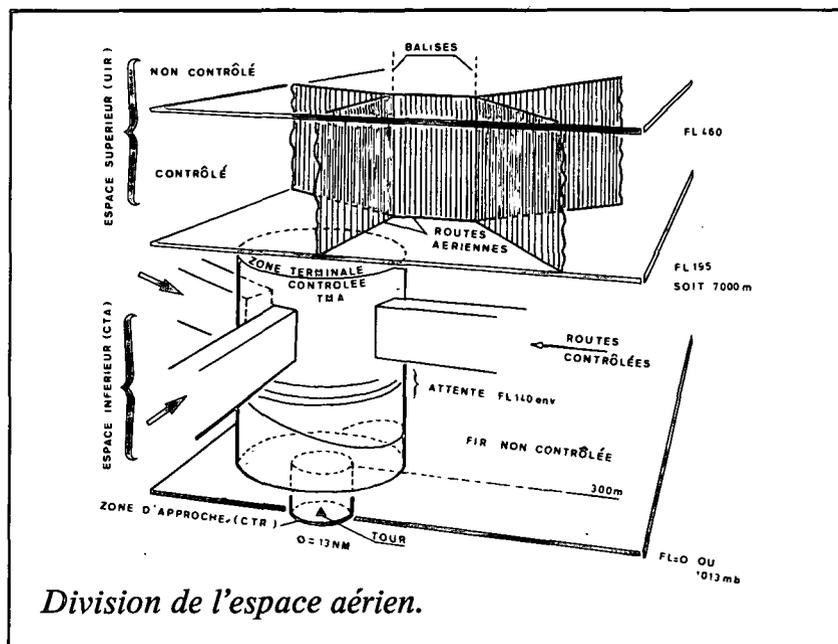
La circulation aérienne s'accommodant mal des frontières, le système est standardisé dans le monde entier. C'est le rôle de l'OACI, qui établit des recommandations en matière de règles de l'air et de standards pour tous les moyens de communication, radio-navigation, etc.

Les itinéraires suivis par les avions comportent :

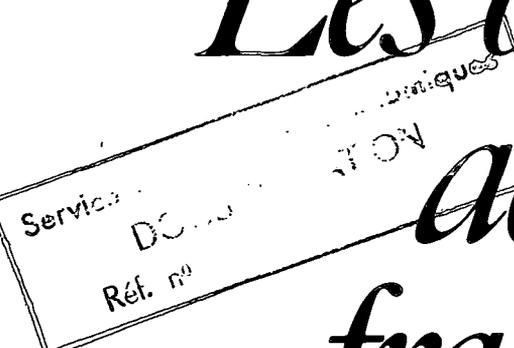
- les routes aériennes, suites de tronçons joignant des points de repère équipés de balises radio-électriques et dont la largeur dans le plan horizontal est en général de plus 4 milles nautiques de part et d'autre de l'axe théorique.

- les circuits de décollage et d'atterrissage, y compris les circuits d'attente, également repérés par des aides radio-électriques.

- les trajectoires d'approche finale, axées sur les pistes et définies en direction et en pente par les systèmes d'atterrissage aux instruments.



Division de l'espace aérien.



Les compagnies aériennes françaises et leur place dans le monde

par Danielle BENADON
Administrateur civil

Le transport aérien français est organisé autour de trois grandes compagnies dont deux – Air France et UTA – ont vocation à exploiter des lignes internationales alors que la troisième – Air Inter – est spécialisée dans la desserte intérieure du territoire. A côté de ces entreprises, se sont créées depuis quelques années une dizaine de compagnies de dimensions beaucoup plus modestes, dites compagnies régionales, qui assurent l'exploitation des lignes intérieures ou internationales à faible trafic.

(1975) AIR FRANCE ET UTA EN CHIFFRES

	Air France	UTA
Etape moyenne passagers	2 230 km	5 465 km
Chiffre d'affaires (en francs) hors taxes	6 590 millions	1 690 millions
Effectifs au 31 décembre	29 920	6 075
Trafic total (TKT)	2 425 millions	577 millions
Passagers transportés	8,039 millions	625 925

COMPOSITION DE LA FLOTTE DES COMPAGNIES INTERNATIONALES FRANÇAISES (au 31 mars 1976)

Air France	UTA
15 B 747	5 DC 10
1 B 747 cargo	6 DC 8
25 B 707	3 DC 8 - cargo
9 B 707 cargo	2 Fokker 27
20 B 727	1 Caravelle
2 B 737	2 Britten Norman
29 Caravelle III	
7 Airbus	
1 Concorde	

La compagnie nationale Air France

Statut

A la suite de l'ordonnance du 26 juin 1945 portant nationalisation des transports aériens, une société nationale Air France est constituée à partir de trois entreprises préexistantes : la première société Air France créée en 1933, Air Bleu et Air France transatlantique. Ce n'est toutefois qu'en 1948 que cette nouvelle compagnie reçoit son statut définitif. Aux termes de la Loi du 16 juin 1948, qui la régit encore actuellement, la compagnie nationale Air France est une entreprise dont l'Etat est actionnaire largement majoritaire : la participation de l'Etat au capital d'Air France, qui ne peut être inférieure à 70 %, se situe actuellement à 99 %.

L'emprise de l'Etat au niveau du capital de la compagnie se reflète dans le régime juridique auquel elle est soumise, régime dérogatoire au droit commun des entreprises de transport aérien à plusieurs titres :

- Sa gestion est confiée à un conseil d'administration « quadripartite » dont les membres sont nommés par décret :
5 fonctionnaires,
5 personnalités non fonctionnaires,
4 représentants du personnel,
2 représentants des actionnaires autres que l'Etat.

- Les divers textes relatifs aux entreprises publiques lui sont applicables.

- Son programme d'investissement annuel, et en particulier ses investissements en matériel volant, font l'objet d'une approbation par le ministre de l'Economie et des Finances et le ministre chargé de l'Aviation civile (secrétaire d'Etat aux Transports).

L'évolution d'Air France depuis 1948

Depuis 1948, le réseau d'Air France a considérablement évolué, dans ses dimensions comme dans sa structure :

- Dans une première période, la compagnie s'est efforcée de reconstruire progressivement un réseau ramené à des dimensions modestes au sortir de la guerre; de 212 000 km en 1947, le réseau d'Air France est ainsi passé à 325 000 km en 1960.

Cette extension du réseau s'est accompagnée d'un développement très sensible des moyens utilisés (1) et du trafic : 764 600 passagers transportés en 1950, 2,98 millions en 1960.

- L'accession à l'indépendance des Etats africains en 1960, puis de l'Algérie en 1962, devait modifier profondément la configuration de ce réseau : Air France dut en effet transférer les lignes locales et long-courriers qu'elle exploitait aux compagnies nationales qui se constituèrent alors dans ces nouveaux Etats.

Désormais, l'essentiel de son activité devait ainsi s'exercer sur le marché international.

Au cours des années 1960, l'expansion d'Air France s'est donc poursuivie par l'intensification des dessertes avec l'étranger et l'ouverture de nouvelles relations, notamment au départ des grandes métropoles régionales françaises. Le trafic a continué de progresser à un rythme soutenu (6,1 millions de passagers transportés en 1970; 7,6 millions en 1974) tandis que la flotte était modernisée : mise en service des jets, Caravelle et Boeing 707, au début des années 1960; introduction des Boeing 727 en 1968; des Boeing 747 à partir de 1970.

Air France aujourd'hui

Aujourd'hui, le domaine d'activité de la compagnie nationale s'étend à l'Amérique du nord, l'Amérique du sud, l'Afrique du nord, une partie de l'Afrique noire (Dakar, Afrique de l'est), Madagascar, l'Asie, le Proche-Orient et l'Europe : Air France dessert en outre les Antilles, la Guyane, la Réunion et Djibouti.

En 1974, Air France desservait 147 escales dans 78 pays et possédait l'un des réseaux les plus longs du monde (491 500 km).

Trafic .

Au cours de ces dernières années, l'accroissement du trafic de la compagnie a été du même ordre que celui du trafic mondial (10 à 12 % par an).

En 1975, Air France a transporté 8 millions de passagers, correspondant à près de 18 milliards de PKT.

Ce trafic se répartit pour plus des deux tiers sur les secteurs long-courriers et pour moins du tiers sur les secteurs moyen-courriers. En nombre de PKT, les principaux réseaux de la compagnie sont les suivants :

Amérique du nord, (24 %), Asie (15 %), Europe (13 %) et Antilles (12 %).

(1) Mise en service de la première Caravelle le 6 mai 1959 sur la relation Paris-Rome-Athènes-Istanbul.

Si le transport de passagers constitue son activité principale, Air France est aussi de plus en plus présente sur le marché du transport de fret.

Ainsi le secteur messageries, en expansion très rapide, représente-t-il une part croissante de son trafic (31 % en 1975).

Moyens

Pour faire face à cette expansion, la flotte a été renouvelée à une large échelle depuis le début des années 70, tout particulièrement par l'acquisition d'appareils gros porteurs (Boeing 747, Airbus, Boeing 747 tout cargo).

En outre Air France a commencé, en janvier 1976, l'exploitation du supersonique Concorde dont elle a passé commande de 4 exemplaires.

Cet effort de modernisation doit se poursuivre au cours des prochaines années par le remplacement progressif des Caravelle et le retrait des Boeing 707 de la première génération, dont l'exploitation s'avère, depuis la crise des carburants, particulièrement coûteuse.

Avec un chiffre d'affaires de transport de l'ordre de 5,6 MF en 1975 dont près des 2/3 sont réalisés en devises et un effectif de près de 30 000 personnes, Air France est l'une des principales entreprises en France et se classe parmi les tout premiers exportateurs français.

Son rôle économique déborde d'ailleurs le seul cadre du transport aérien puisque la compagnie nationale a créé de nombreuses filiales dans des domaines annexes : hôtellerie (chaîne des hôtels Méridien), tourisme (Jet Tour...).

Elle possède en outre, avec Air Charter International, une filiale spécialisée dans le transport à la demande sur les destinations moyen-courriers.

La compagnie nationale Air France est l'un des principaux transporteurs aériens dans le monde. En 1974, elle se classait au 9^e rang des compagnies aériennes mondiales, mais au 5^e rang des compagnies internationales, derrière la Panam, TWA, British Airways et Japan Airlines.

UTA

(Union des Transports aériens)

Née en 1963 de la fusion des compagnies TAI et UAT, la compagnie UTA est une société à capitaux entièrement privés, ce qui la distingue à la fois d'Air France et d'Air Inter.

Le réseau

Lors de sa création, la compagnie a hérité les réseaux de ses deux cofondateurs : l'Extrême-Orient et le Pacifique dont l'exploitation était assurée par la TAI, et l'Afrique australe qu'exploitait l'UAT.

Ces zones devaient être complétées par celle de l'Afrique de l'ouest, à la suite de la répartition des activités d'Air France et des compagnies privées en Afrique, à laquelle procédèrent les pouvoirs publics en 1963.

C'est l'UTA qui dessert les territoires d'outre-mer du Pacifique : Nouvelle-Calédonie, Polynésie, Wallis et Futuna.

Depuis 1963, le réseau de la compagnie n'a pas connu de modifications substantielles; toutefois, de nouvelles escales ont été ouvertes notamment en Afrique et au Proche-Orient.

Les moyens

Spécialisée dans la desserte de lignes longues, UTA possède essentiellement une flotte d'appareils long-courriers; la compagnie a été amenée, au cours de ces toutes dernières années, à renouveler son matériel par l'acquisition d'appareils gros-porteurs (DC 10).

Le trafic

Exprimé en passagers-kilomètres transportés, le trafic de la compagnie a presque triplé au cours des dix dernières années : 1,260 milliard de PKT en 1966, 3,42 milliards de PKT en 1975.

Actuellement, son trafic de passagers se répartit pour près de 45 % sur le secteur Afrique, et pour plus de 55 % sur le secteur Extrême-Orient Pacifique.

Fait notable, l'étape moyenne parcourue par les passagers UTA (5 500 km) est l'une des plus longue du monde.

Depuis quelques années, la compagnie mène un effort important pour développer le trafic de fret, qui représente aujourd'hui 44 % de son trafic total et 30 % de ses recettes commerciales.

Comme Air France, la compagnie UTA a été conduite à créer une filiale spécialisée dans le transport à la demande : la compagnie aéromaritime d'affrètement, et à prendre des participations dans des activités annexes au transport aérien, en particulier dans le domaine du tourisme — Société Euro 7.

Quoique de dimensions nettement inférieures à celles d'Air France, UTA joue un rôle important dans le transport aérien mondial : elle est la plus importante compagnie privée en Europe, et se situait, de par son trafic, au 31^e rang mondial en 1974.

Air Inter

(1975) AIR INTER EN CHIFFRES

Etape moyenne :	510 km
Passagers transportés :	4 583 000
Trafic total (TKT)	198 millions
Effectifs au 31 décembre 1975 :	4268
Chiffre d'affaires hors taxes :	1 140 millions de francs

COMPOSITION DE LA FLOTTE (AU 31 MARS 1976)

15 Caravelle III	9 Fokker 27	(en commande
5 Caravelle XII	10 Mercure	3 Airbus)

La société Air Inter, dont la création remonte, sur le plan juridique, à 1954, n'a véritablement commencé son activité de transporteur aérien qu'en 1960.

Depuis cette date, elle est l'instrument privilégié du transport aérien intérieur français qu'elle a, dans une très large mesure, contribué à créer.

Statut

Air Inter est organisée sous la forme d'une société anonyme à capitaux publics majoritaires; son capital est réparti entre Air France (24,95 %), la SNCF (24,95 %), la Caisse des Dépôts et Consignations (4 %), et divers intérêts privés (UTA, banques d'affaires...).

UN DEVELOPPEMENT RAPIDE

Les débuts

— Exploitant initialement ses lignes au moyen d'appareils affrétés à Air France et à d'autres compagnies françaises, Air Inter s'est rapidement dotée d'une flotte et d'un personnel navigant lui appartenant en propre. Dès 1964, ses moyens propres lui permettent d'assurer l'exploitation de la quasi-totalité de son réseau.

Sur le plan financier, la compagnie a démarré son exploitation en bénéficiant d'un soutien important des collectivités locales et, à partir de 1962, de l'Etat.

La réussite d'Air Inter dans le développement de la desserte aérienne du territoire ne devait pas se faire attendre :

— De 1962 à 1967, 43 lignes permanentes sont ouvertes; le trafic passe de 203 000 à 1,540 million de passagers; dans le même temps, la compagnie renforce considérablement ses moyens (24 appareils en 1967 au lieu de 5 en 1962).

La première Convention avec l'Etat

Cette évolution favorable devait conduire à la conclusion, en octobre 1967, d'une Convention avec l'Etat aux termes de laquelle celui-ci :

- reconnaissait à la compagnie une « vocation privilégiée » à la desserte aérienne du territoire, en lui accordant un droit de préférence dans l'attribution des lignes intérieures;
- renonçait à aider la compagnie parvenue à une suffisante maturité sur le plan financier.

Parallèlement, étaient redéfinies les modalités du concours des collectivités locales à la société : concours limité désormais aux lignes nouvelles et à certaines lignes particulièrement déficitaires, le reste du réseau étant exploité par la compagnie à ses risques et périls.

— De 1968 à 1973, Air Inter devait poursuivre son expansion à un rythme rapide : création de dix-sept nouvelles lignes permanentes et acquisition de nouveaux appareils (Caravelle, Fokker 27) pour faire face à la croissance toujours vive du trafic (1,7 million de passagers en 1968; 3,8 en 1973).

Cependant l'émergence de compagnies régionales de transport aérien au cours de cette période devait amener à redéfinir le rôle d'Air Inter dans le transport aérien intérieur français.

AIR INTER AUJOURD'HUI

La Convention du 8 mai 1974

Une nouvelle Convention, conclue en 1974 entre l'Etat et Air Inter, définit les droits et obligations actuels de la compagnie :

— Air Inter a une obligation de desserte sur les lignes de son réseau (2) pour lesquelles il lui est reconnu un privilège d'exploitation, à l'exception des dessertes de Nice et de la Corse, assurées conjointement avec Air France;

— en contrepartie, la compagnie est tenue d'assurer une qualité de service satisfaisante.

Sur le plan financier, la Convention de 1974 ne prévoit pas expressément de mécanisme de subvention, à la différence de celle de 1967.

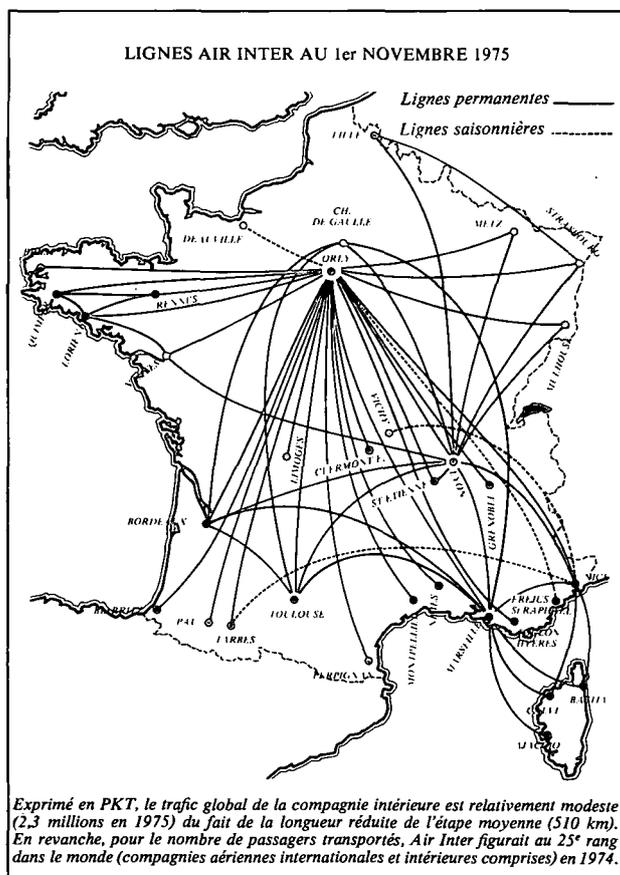
Au 31 mars 1976, Air Inter exploite quelque quarante-six lignes permanentes dont neuf entre le continent et la Corse, ainsi que plusieurs lignes saisonnières.

Cette exploitation est assurée au moyen d'une flotte largement modernisée depuis la mise en service, en 1974 et en 1975, de dix appareils Mercure.

Le trafic

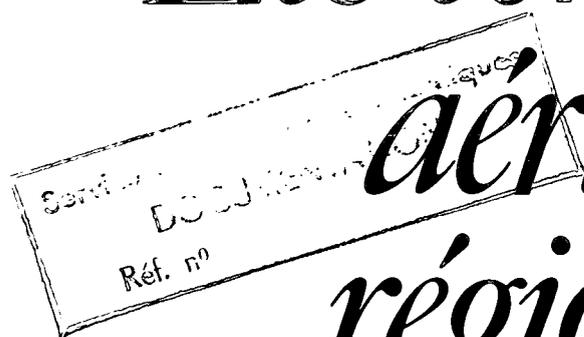
Au cours de ces dernières années, le trafic de la compagnie intérieure a continué à se développer à un rythme soutenu. Cependant, la clientèle d'Air Inter demeure essentiellement une clientèle d'hommes d'affaires.

Après une pause relative en 1974, du fait d'une conjoncture particulièrement défavorable, le trafic a repris en 1975 (+ 13 %) et devrait continuer à progresser au rythme de 7 % à 9 % par an d'ici la fin de la décennie.



(2) Ce réseau ne peut être réduit que dans des conditions définies restrictivement. Il est susceptible d'extension par l'ouverture de nouvelles lignes.

Les compagnies aériennes régionales



par
Jean-François GRASSINEAU
Administrateur civil

Si Touraine Air Transport, Air Alpes, ou Air Alsace sont moins connues du grand public qu'Air France ou Air Inter, il n'en demeure pas moins que les compagnies régionales sont devenues une composante importante du système de transport aérien français.

Leur apparition remonte à la fin des années 1960 : un certain nombre de petites sociétés d'avions-taxis, fortes de l'expérience acquise dans le transport à la demande, soutenues en outre par les collectivités locales laissées à l'écart du réseau que constitue Air Inter, obtiennent des pouvoirs publics l'autorisation d'ouvrir des lignes régulières.

En 1968, Air Alpes, jusqu'ici cantonnée dans l'aviation de montagne, ouvre la ligne Chambéry-Lyon et Avia Taxi France relie la capitale à Saint-Nazaire.

Dès l'année suivante, huit compagnies exploitent quinze lignes régulières.

Le « créneau » des compagnies régionales était trouvé : l'exploitation des lignes à faible et moyen trafic, par des appareils petits porteurs, court-courriers.

Une croissance rapide

Deux éléments expliquent le développement de la desserte aérienne régionale : l'apport des liaisons aériennes à l'aménagement du territoire, l'adaptation des compagnies régionales aux faibles et moyens trafics.

Les liaisons aériennes jouent un rôle essentiel dans le désenclavement des centres de province. L'appréciation « quantitative » de son impact sur le développement des échanges et sur l'activité économique des régions desservies ne peut être mesurée en raison de l'imbrication étroite de tous les paramètres économiques. Toutefois, un certain nombre de témoignages illustrent le rôle du transport aérien dans la localisation des entreprises : (IBM à Montpellier, Goodyear à Rennes, Ford à Bordeaux).

A cet égard, l'atout des compagnies régionales est de pouvoir s'adapter aux villes moyennes, et aux liaisons entre la province et l'étranger, qui génèrent un trafic moins important que les grands centres desservis par Air Inter.

Leur contribution à l'aménagement du territoire explique le soutien qu'elles reçoivent : elles ont bénéficié dès l'origine de l'aide des collectivités locales, notamment des Chambres de Commerce et de l'Industrie, dont la proximité avec les milieux d'affaires et la familiarisation avec les problèmes d'implantations industrielles ont favorisé la prise de conscience de l'importance de la desserte aérienne régionale. Leur appui a été renforcé, à partir de 1972, par celui de la Délégation à l'Aménagement du Territoire, qui apporte une aide de trois ans au défrichage des lignes, pouvant atteindre, pour les liaisons transversales, 40 % du déficit.

Les subventions versées aux compagnies régionales ont évolué comme suit :

ANNEES	Subventions (en millions de francs)	ANNEES	Subventions (en millions de francs)
1968	0,6	1972	12
1969	2,3	1973	16
1970	7,3	1974	14,5
1971	10,2	1975	10,1

L'adaptation de ces compagnies aux faibles et moyens trafics résulte avant tout de la présence, sur le marché, d'appareils de petite capacité et qui furent conçus à l'origine pour les compagnies américaines de « troisième niveau », dont les coûts permettent une exploitation équilibrée : le Beech 99, le Twin Otter.

Les compagnies régionales ont su en outre conserver une structure de coûts plus favorable qu'Air Inter, plus proche des grandes compagnies en ce qui concerne notamment les frais généraux et la rémunération du personnel.

Air France et Air Inter ont donc eu recours aux compagnies de troisième niveau pour exploiter leurs lignes à trafic moyen. A l'heure actuelle, les affrètements d'Air France, pour les liaisons province-étranger, prennent le relais de ceux d'Air Inter, en diminution constante.

Les compagnies régionales ont ainsi pu constituer un réseau dont l'importance s'accroît chaque année.

Le nombre de passagers transportés sous leur propre pavillon a évolué comme suit : (1)

1968 : 25 000	1971 : 180 000	1974 : 405 000
1969 : 40 000	1972 : 230 000	1975 : 510 000
1970 : 100 000	1973 : 370 000	

Cette progression s'explique autant par la croissance du trafic, particulièrement forte les premières années d'exploitation d'une ligne, que par l'augmentation du nombre de villes desservies. On compte actuellement plus de 70 lignes permanentes. Toutes les villes de plus de 50 000 habitants et situées à plus de 300 km de Paris sont maintenant desservies par avion.

La croissance du trafic a entraîné, sur le plan des appareils, un glissement vers les fortes capacités (aux avions de moins de 20 places tend à se substituer à partir de 1973, le Fokker 27) et une modernisation de la flotte, marquée par l'apparition des jets : tout d'abord la Corvette en 1974, pour le défrichage des lignes, puis en 1976 le VFW 614 sur les liaisons à plus fort trafic.

Principaux appareils des compagnies régionales	Désignation	Nombre de passagers	Vitesse (km/h)
Moins de 5.7 T.	Cessna 402	8 - 10	390
	Britten-Norman Islander	10	260
Plus de 5.7 T.	Beech 99	14 - 16	420
	Twin Otter	19 - 20	340
	Corvette	12 - 14	750
	Nord 262	29	375
Plus de 5.7 T.	Fokker 27	44 - 48	470
	VFW 614	44 - 48	700
	Fokker 28	65	840

Ainsi, en 8 ans, s'est constitué un réseau sensiblement différent de celui que le « modèle » américain attribue au troisième niveau : la transposition des « commuter airlines » (2) aurait abouti à l'établissement de lignes de rabattement des villes moyennes vers les métropoles d'équilibre desservies par Air Inter.

En réalité, les compagnies régionales ont construit, à une moindre échelle qu'Air Inter, un réseau en étoile autour de Paris et de Lyon. Les lignes d'apport, en effet, sont peu prises des passagers, en raison de la perte de temps et de la rupture de charge, comme des compagnies, pour lesquelles des trajets courts se traduisent par des coûts fixes plus élevés à l'heure de vol, ce qui rend plus aléatoire leur rentabilité. Les liaisons de rabattement ne sont considérées par les compagnies que comme une solution transitoire, permettant de tester un marché avant l'ouverture d'une ligne directe, généralement sur Paris, qui offre des possibilités de trafic plus importantes. Ce fut hier le cas d'Aurillac, demain peut-être celui d'Agen.

Les compagnies

La structure du secteur des compagnies régionales fait apparaître trois types d'entreprises :

— Une compagnie « complémentaire » : Touraine Air Transport. La compagnie qui assurait la desserte de Tours a en effet acquis une importance nationale, et joue un rôle com-

(1) Estimations, y compris vols à la demande.

(2) Aux Etats-Unis, on distingue les lignes à très fort trafic (« trunk lines ») reliées aux « local airlines », qui bénéficient elles-mêmes de lignes d'apport (« commuter lines ») exploitées par des compagnies dites de troisième niveau.

LES PRINCIPALES COMPAGNIES REGIONALES (3)

Compagnies	Siège social	Effectifs	Passagers	Appareils de base
Touraine Air Transport	Tours	600	608 000	2 VFW 614, 2 Fokker 28,9 Fokker 27
Europe Aéro Service	Perpignan	220	90 000	7 Vanguard, 2 Dart Herald
Air Alpes	Chambéry	260	180 000	10 Beech 99, 1 Fokker 27, 2 Corvette
Air Alsace	Colmar	113	56 000	4 Corvette, 2 Nord 262
Air Rouergue	Rodez	42	22 000	2 Beech 99, 1 Fokker 27

plémentaire à celui d'Air Inter en assurant les liaisons à moyen trafic. Elle a transporté sous son pavillon en 1975 autant de passagers que les autres compagnies régionales réunies; son chiffre d'affaires global est deux fois plus élevé que celui de l'ensemble de ses concurrentes. Son succès est dû à trois causes : la prise de conscience de l'importance des radiales pour l'équilibre d'une exploitation, l'absorption de Rousseau Aviation en 1973, qui était alors la compagnie la plus importante par son parc d'avions et le nombre de ses passagers, une collaboration étroite avec Air France et surtout Air Inter, qui se traduit par un réseau commercial commun, l'intégration des horaires, des affrètements (4).

— Des compagnies « régionales » proprement dites, dont l'ambition est de relier une région aux principaux centres économiques et aux métropoles étrangères proches. On en dénombre trois :

- Air Alpes, « la Compagnie régionale du Sud-Est », qui vient d'absorber Air Limousin et Air Champagne Ardennes. Cantonnée à l'origine à la desserte des Alpes, son champ d'action s'est notamment étendu aux liaisons sur Lyon et Saint-Etienne avant de devenir peut-être, au sein de l'Europe, la grande compagnie alpine.

- Air Alsace, de création récente, qui exploite la ligne Colmar-Paris et la desserte de Strasbourg vers les capitales européennes.

- Air Rouergue, créée pour assurer la desserte de Rodez, qui étoffe son réseau dans le Massif Central, et dont la participation récente au capital d'Air Littoral, de Pyrénéen et de Sud Air Transport atteste son ambition de devenir la grande compagnie du Sud-Ouest de la France.

— Des compagnies pour lesquelles l'exploitation de lignes régulières ne constitue qu'une activité annexe aux charters ou au taxi aérien :

- Le groupe Air Languedoc - Continental Air Service, qui assure la desserte de Béziers mais qui se consacre avant tout au transport à la demande avec des Corvette.

- Europe Aéro Service, qui exploite notamment Valence-Lyon mais dont l'activité essentielle est le charter.

- Uni Air et Lucas Air Transport, qui assurent certaines liaisons avec l'Angleterre.

- Air Aquitaine, qui se cantonne pour le moment à l'exploitation de Cognac-Lyon.

Malgré leur diversité, le trait commun de ces compagnies est d'être rentables mais fragiles :

Le « cash flow » dégagé par les compagnies régionales est par rapport au chiffre d'affaires important et même supérieur à celui des autres compagnies aériennes.

Toutefois, la faiblesse de leurs fonds propres, malgré des augmentations de capital récentes leur impose généralement, pour financer leurs investissements, de recourir au leasing ou aux prêts hypothécaires. Il en résulte une structure de

bilan déséquilibrée : endettement lourd, fonds de roulement parfois négatif.

En outre, les compagnies ont été amenées à se lancer dans une « course » à l'investissement. Leurs appareils sont en effet rapidement atteints par l'obsolescence. Le Nord 262 paraît boudé par une clientèle toujours plus exigeante en matière de confort et de rapidité; il n'est pas exclu que le Beech 99, appareil non pressurisé, connaisse bientôt le même phénomène de désaffection. En outre, plus la capacité d'un appareil est petite, plus le coût au siège/km offert est élevé, ce qui rend l'équilibre difficile à atteindre. D'où la politique des compagnies de passer à un appareil de niveau supérieur, Fokker 27 par exemple, dès que le développement du trafic permet d'espérer un remplissage satisfaisant. Il faut également tenir compte du fait qu'Air France n'affrète sur ses lignes que des avions à réaction.

Dans ces conditions, le non-renouvellement des contrats d'affrètement, un ralentissement notable de la progression du trafic pourraient mettre ces compagnies dans une situation délicate.

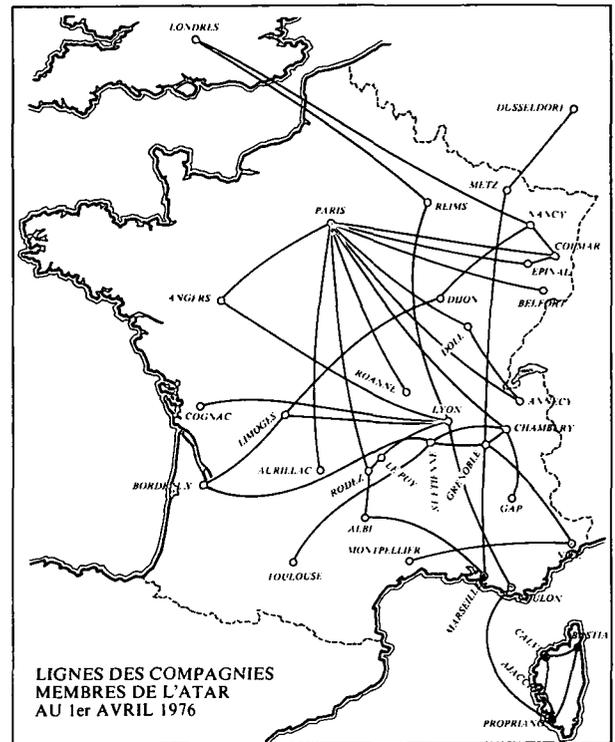
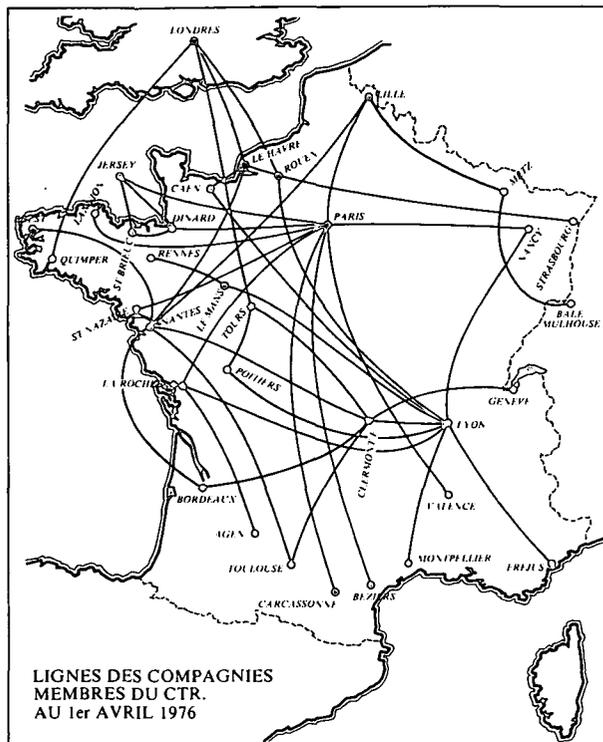
Perspectives d'avenir

Après un développement rapide mais fragile, il est nécessaire qu'une consolidation intervienne, ce qui nécessite une certaine réorientation de la politique des compagnies comme de celle de l'Etat.

— Les compagnies vont certainement être conduites à réaménager leurs réseaux : leur équipement en avions de moyenne capacité (40 - 60 places) et la nécessité d'avoir une flotte homogène vont les amener à se cantonner dans les lignes à trafic moyen (10 000 passagers par an et plus). Un problème de desserte de bas de gamme va se trouver posé : il est vraisemblable qu'un « quatrième niveau » va se constituer, composé de compagnies restées plus proches du taxi aérien et qui pourraient reprendre un certain nombre des lignes assurées actuellement par des compagnies régionales. Ces entreprises vont adopter vis-à-vis d'Air Inter une stratégie combinant la concurrence et la collaboration : concurrence pour l'obtention des droits de trafic des lignes à fort potentiel et non encore attribuées (c'est le cas d'Avignon-Paris), collaboration pour s'intégrer au réseau attribué à Air Inter (desserte de Paris par des lignes sur Roissy).

(3) Y compris affrètements Air Inter - Air France, et vols à la demande.

(4) 340 000 passagers transportés en 1975 sous affrètement.



— L'Etat devra donc développer son intervention vis-à-vis d'un secteur dont l'importance est croissante.

A cet égard, la direction générale de l'Aviation civile s'est assigné trois objectifs :

- La consolidation des entreprises pour arriver à terme à la constitution d'unités viables sans subvention, dont les lignes rentables compenseraient les liaisons à faible potentiel. Ceci suppose la mise en place d'un « suivi » économique, éventuellement une modification des règles de tarification, une certaine prudence dans les autorisations d'investissements.

- La recherche d'un moindre coût pour la collectivité, en n'autorisant les ouvertures de lignes que pour une période probatoire d'un an, afin de ne pas prolonger, sans examen

sérieux de leur utilité, l'exploitation de celles qui risqueraient d'être subventionnées.

- Le respect d'une qualité de service minimum offerte aux usagers, portant sur le type d'avion et les fréquences, particulièrement nécessaire à l'issue de la période de défrichage. Ces trois objectifs se retrouvent dans la nouvelle procédure d'attribution des droits de trafic : une ligne nouvelle ne pourra être accordée qu'après qu'un « appel d'offres » auprès de l'ensemble des entreprises ait permis de dégager celle qui répond le mieux à ces trois critères.

En définitive, le tournant qu'amorcent les compagnies régionales devrait permettre de renforcer la capacité concurrentielle d'un secteur qui constitue, pour la France, un atout privilégié au sein de l'Europe.

ORGANISMES REPRESENTATIFS DU TRANSPORT AERIEN REGIONAL

CTR (5) *Comité des transporteurs aériens régionaux.* Membre du Syndicat national des transporteurs aériens
Compagnies adhérentes : Touraine Air Transport - Air Paris - Europe Aéro Service - Air Djibouti - Air Guadeloupe - Air Polynésie - Air Calédonie.

ATAR (5) *Association des transporteurs aériens régionaux.* Syndicat professionnel régi par la loi de 1884.
Compagnies adhérentes : Air Alpes - Air Alsace - Air Aquitaine - Air Languedoc - Pyrénéen - Air Rouergue - Air Antilles - Air Martinique - Guyane Air Transport.

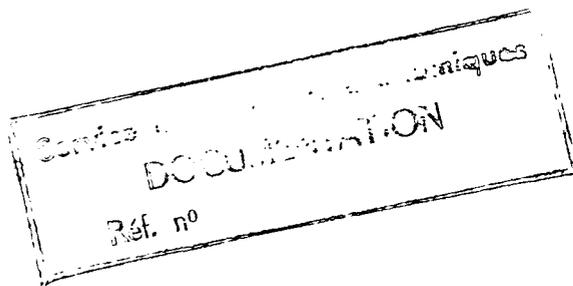
GIECAR *Groupement d'intérêt économique des compagnies aériennes régionales.*
 Met à disposition des membres de l'ATAR : un bureau à Paris et des services techniques au Bourget.

UCCEGA *Union des Chambres de Commerce et établissements gestionnaires d'aéroports*
 — Association de la loi de 1901, regroupant la quasi-totalité des Chambres de Commerce et d'Industrie et Aéroport de Paris
 — Double mission :
 - information et conseil auprès de ses adhérents
 - représentation des intérêts communs de ses membres auprès des pouvoirs publics.

(5) Y compris les Cies des DOM TOM.

Les charters

par François COLLET
Ingénieur de l'Aviation civile



Le phénomène « charter » a pris dans le transport aérien des années 1970 une place considérable. Cette notice tente d'en préciser les principaux traits, d'en indiquer l'importance économique, et d'en discerner, dans la mesure du possible, les perspectives d'évolution.

Le développement du transport aérien non régulier ayant suscité commentaires et controverses variés, il a paru utile de fonder l'exposé sur des définitions explicites.

Définition

Le contexte juridique international

La définition juridique du charter est très imprécise, du moins au plan international.

Le transport « régulier » constitue une activité réglementée pour laquelle les droits de trafic sont négociés d'Etat à Etat et concédés par ceux-ci à leurs compagnies exploitantes en contrepartie de l'assurance d'un service bien défini, caractérisé par les fréquences, les horaires, les capacités offertes et les tarifs.

A l'opposé, le transport « non régulier » n'est réglementé par aucun accord international précis. Comme l'indique sa dénomination, il est en fait constitué de tout ce qui n'appartient pas au domaine du « régulier ».

Le texte de référence est l'article 5 de la Convention de Chicago, signée en 1944, cet article stipulant que sont autorisés l'embarquement et le débarquement de passagers, marchandises ou courrier transportés contre rémunération ou en vertu d'un contrat de location en dehors des services aériens internationaux réguliers, sous réserve du droit, pour les Etats, d'y imposer « telles réglementations, conditions ou restrictions » qu'ils pourront « juger souhaitables ».

Dans les faits, ce texte est interprété dans un esprit plus ou moins libéral en fonction des intérêts nationaux tels qu'ils sont perçus par les administrations, chaque Etat délivrant des autorisations de transport aérien en fonction de critères plus ou moins codifiés, qui lui sont propres.

Transporteur et affréteur

« To charter » signifie, en anglais, affréter, c'est-à-dire louer, par contrat, pour un parcours ou une durée déterminée.

Le transporteur est un pur tractionnaire qui met à la disposition de l'affréteur un avion vide ou un nombre donné de places à bord d'un vol, facturant l'ensemble de ses propres frais et son éventuel profit.

L'affréteur supporte les frais de distribution et s'efforce de vendre la totalité des sièges mis à sa disposition, qu'il a achetés à ses propres risques.

Principaux types de vols non réguliers

Deux types de vols non réguliers constituent l'essentiel du trafic.

— Les vols d'affrètement pour voyages tout compris (ou ITC, c'est-à-dire « Inclusive Tour Charters »), pour lesquels la prestation vendue au passager comporte à la fois un séjour hôtelier et le voyage en avion.

Les vols ITC constituent 90 % des charters dans la zone Europe-Méditerranée.

— Les vols d'affrètement avec réservation à l'avance désignés par les spécialistes sous le signe VARA ou ABC (« Advanced Booking Charters »).

Cette formule a remplacé, sur l'Atlantique Nord, le système de « l'affinité » qui était fondé sur l'appartenance du voyageur à une association.

Historique

Evolution à l'échelle nationale

Apparu au début des années 50, le « phénomène charter » s'est développé à un rythme rapide dans la zone Europe-Méditerranée, notamment à partir de la Grande-Bretagne, l'Allemagne et la Scandinavie vers les pays du soleil (Italie, Espagne, puis Grèce, Afrique du Nord...). Sur l'Atlantique Nord, les vols charters aux tarifs très attractifs se sont popularisés au cours des années 60. Au total, le trafic charter, lié au tourisme international, notamment aux voyages de groupe et à la formule tout compris, a, dans 90 % des

cas, l'Europe ou l'Amérique du Nord pour origine. Son taux de croissance au cours des années 60 a été de 37 % par an, contre 15 % au trafic régulier.

Le développement en volume de cette activité, s'est accompagné d'une évolution technique que l'on peut suivre en analysant, de 1965 à 1975, la composition des flottes.

Quatre phases apparaissent :

- 1) — Utilisation d'avions déclassés rachetés à des compagnies régulières (DC 4, DC 6, DC 7, Constellation).
- 2) — Diminution du décalage; mise en service des jets (Caravelle, Boeing 707, DC 8).

3) — Achat d'appareils à grande capacité (Boeing 747, DC 10, Lockheed 1 011).

4) — Accession au niveau de pointe en matière d'équipement; participation de certaines compagnies à la définition de l'Airbus A 300, commande et mise en service de l'appareil.

Le charter tient aujourd'hui une place importante dans le transport aérien mondial.

Les compagnies régulières, ressentant l'effet d'une concurrence de plus en plus forte, ont réagi par la création de filiales et la mise sur pied de tarifs promotionnels, tentant de poursuivre leur propre expansion après s'être équipées d'avions gros porteurs.

Dans un contexte de concurrence acharnée et de fuite en avant, la hausse du carburant et la récession économique en 1974-1975 ont durement touché les transporteurs non réguliers comme les réguliers, et la situation au début de 1976 semble fort confuse.

Le cas de la France

La France n'a pas connu un développement du vol à la demande comparable à celui de ses grands voisins : la Grande-Bretagne et l'Allemagne.

La raison essentielle tient à la structure du marché des voyages à forfait : les Français éprouvent peu le besoin de partir en voyages organisés, et l'automobile suffit pour gagner les plages ensoleillées.

D'autre part, l'Administration et Air Charter International, filiale d'Air France et principale compagnie française de charters, ont adopté une stratégie prudente, recherchant dans ce domaine une raisonnable rentabilité plutôt qu'une expansion hasardeuse.

Environ 600 000 Français sont partis en 1974 en voyages organisés, ce qui représente 15 % du chiffre britannique.

Economie

L'image de marque du charter se caractérise par trois éléments : bas tarifs, frais généraux peu importants, remplissages élevés. Ce sont là, en effet, les éléments déterminants du système charter.

Cependant, la réalité économique prend en compte un autre objectif essentiel : l'utilisation optimale des appareils, c'est-à-dire la réalisation d'un nombre annuel d'heures de vol suffisamment élevé pour rentabiliser l'achat des avions et les frais liés aux salaires du personnel navigant. Examinons, dans le cas des Inclusive Tours européens, les mécanismes tarifaires et la structure des coûts.

Mécanismes tarifaires

Ces mécanismes mettent en jeu trois partenaires : le voyageur, l'affréteur, le transporteur.

Les voyageurs, qui constituent le marché, déterminent la

demande finale qui, outre sa sensibilité au tarif, est en général saisonnière ou concentrée sur les week-ends dans la zone Europe-Méditerranée (exemple type : les Baléares).

L'affréteur est au centre du système puisqu'il achète en bloc et revend des places d'avion.

Pour les Inclusive Tours, cet affréteur est le « Tour Operator ». Placé sur un marché concurrentiel, il doit d'une part calculer au plus juste les capacités offertes et d'autre part pratiquer des tarifs attractifs. La structure du marché le conduit à moduler ses prix en fonction de la période de l'année ou du jour de la semaine. Enfin il doit, pour être compétitif, traiter des quantités importantes : il y a « économie d'échelle ». Le transporteur est lui aussi placé sur un marché concurrentiel. Il doit donc pratiquer des tarifs compétitifs pour capter la demande des Tour-Operators. Son problème est d'autre part d'étaler son activité dans le temps, ce qui le conduit à proposer des tarifs promotionnels pour les jours creux de la semaine ou les périodes creuses de l'année.

Signalons qu'il existe une formule d'affrètement à l'année, le « time charter », que seuls peuvent pratiquer les très gros Tour-Operators.

Le système que nous avons décrit conduit à des pratiques tarifaires à la limite du dumping (vente au-dessous du prix de revient) car, globalement, l'offre est surabondante, le transport aérien mondial se trouvant depuis le début des années 1970 en situation de surcapacité.

Structure des coûts

Les compagnies de charters ont des prix de revient inférieurs à ceux des compagnies régulières. Contrairement à une idée reçue, la structure des frais généraux et des frais de vente n'explique que pour une faible part les écarts tarifaires constatés entre le non régulier et le régulier, le renchérissement du carburant n'ayant qu'accentué ce fait.

Dans le cas des IT, le Tour-Operator supporte les frais de publicité, de réservation, et prend une marge bénéficiaire, ce qui rend la différence pratiquement nulle au niveau du voyageur.

Pour les VARA, la différence de prix de revient du billet peut sans doute être attribuée pour 20 % aux frais généraux et frais de vente.

En fait, la différence essentielle tient au remplissage des avions puisque le coût direct d'exploitation (y compris l'amortissement de l'appareil) ne dépend pratiquement pas du nombre de passagers transportés (carburant, frais d'équipage, entretien des avions). Le nombre de passagers transportés est doublement plus élevé : resserrement des sièges (jusqu'à 20 % de sièges supplémentaires) et réalisation de coefficients de remplissage compris en général entre 80 % et 100 % (contre 50 à 65 % aux compagnies régulières).

La combinaison de ces divers éléments permet d'obtenir des écarts de 50 % entre prix de revient du régulier et du non régulier.

Perspectives

Quel est l'avenir des charters ?

Les rares prévisions que ce domaine particulier a pu connaître ne se sont jamais réalisées avec précision. Dans le contexte actuel, deux thèses divisent les experts, les uns considérant que l'activité charter peut être complètement dissociée du transport régulier, les autres considérant au contraire qu'il n'existe qu'un seul système de transport aérien.

La situation est confuse. L'opinion publique américaine, frappée par l'abaissement des tarifs aériens, croit aux vertus d'une libéralisation générale du système.

Celui-ci ne saurait cependant s'affranchir d'exigences économiques.

Exigences économiques

Nous ne formulerons que quelques remarques :

- 1) Indépendamment des difficultés liées au renchérissement du carburant, le système que nous avons décrit n'a pu être rentable que dans une situation de très forte expansion.
- 2) Malgré l'extension du marché, les compagnies de charters ont été et restent fragiles. Nombre d'entre elles, en Europe, ont fait faillite moins de dix ans après leur création.
- 3) Le marché n'est pas indéfiniment extensible. Le voyage aérien touristique, entré dans les mœurs, ne fascine plus, et perd de son charme lorsque les hordes de touristes deviennent trop nombreuses.
- 4) Si l'activité se stabilise, l'organisation deviendra nécessairement plus rationnelle : les plus solides s'imposant, ils exigeront rentabilité et sécurité financière.
- 5) L'exigence de rentabilité touche le système de transport aérien dans son ensemble.

Nous avons déjà indiqué qu'il y avait actuellement surcapacité globale.

Les affaires sont devenues difficiles et les transporteurs réguliers sont contraints de rechercher un remplissage maximum de leurs appareils, au prix de formules assouplies, concurrençant ainsi les charters sur leur terrain

Rapprochement et intégration

Les conditions paraissent réunies pour que s'opère, à terme, un rapprochement des conditions d'exploitation des compagnies régulières et charters.

Certains signes en sont déjà apparus :

— Discussions entre réguliers et non réguliers sur l'établissement de tarifs minimaux pour les charters.

— Mise sur pied de formules de réservation à l'avance sur les compagnies régulières (APEX).

Il n'est donc pas impossible d'envisager une limitation de la diversité des formules, supposant un aménagement des réglementations internationales.

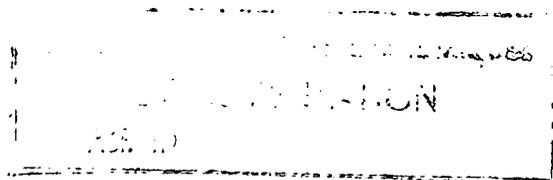
Signalons enfin que la tendance actuelle est à l'intégration des activités d'organisation touristique et de transport aérien.

Aucune gestion prévisionnelle sérieuse n'étant possible pour le transporteur s'il n'est assuré de contrôler une certaine part du marché, la poursuite de l'intégration paraît probable.

Au total, le voyage touristique en groupes ou avec réservation à l'avance devrait croître d'ici 1985 à un rythme proche de celui du transport aérien de passagers dans son ensemble, soit environ 10 % par an, le système s'ordonnant progressivement vers une structure plus stable que la structure actuelle.

Le fret aérien

par Jean AUDOIN
Administrateur civil



En 30 ans, le fret aérien a profondément évolué. Considéré à l'origine comme un transport marginal, rapide mais coûteux, réservé aux marchandises de prix élevé ou aux cas urgents (pièces détachées pour dépannage), il occupe maintenant une place importante auprès des moyens de transport de surface et il est compétitif en bien des points avec ces derniers.

En 1975, le trafic mondial de fret aérien a dépassé 19 milliards de tonnes-kilomètres (170 fois plus qu'en 1945). Son développement a été nettement ralenti après 1973 par la crise économique mondiale (cf. graphique ci-après); mais dès que les échanges internationaux reprendront leur rythme normal le fret aérien devrait retrouver les taux de développement annuels de l'ordre de 10 à 30 % qu'il a connus au cours de la dernière décennie.

Actuellement, la voie aérienne transporte environ le dixième, en valeur, des marchandises transportées dans le monde, et l'activité fret des compagnies, négligeable il y a 30 ans, représente 12 % du chiffre d'affaires global des compagnies mondiales (Air-France 15 %, UTA 30 %).

SPECIFICITE DU TRANSPORT AERIEN DE MARCHANDISES

Ce transport a des caractéristiques particulières qui le démarquent des moyens de transport de surface :

— Contrairement au transport maritime, le transport aérien international n'est pas libre, mais repose sur un système d'accords bilatéraux entre Etats, tout au moins pour le transport effectué sur les lignes régulières. Le transport non régulier (chartérisé) connaît un régime plus libéral, mais reste soumis à la réglementation des Etats.

— C'est un transport intégré, dans la mesure où les auxiliaires de transport n'interviennent que dans la phase de commercialisation du transport. Pour le reste, de la réception des marchandises à leur livraison, toutes les opérations de chargement, déchargement, transport proprement dit, passage en douane, entreposage, approche ou éclatement des envois, sont effectuées par les compagnies aériennes (ou, dans quelques cas, en leur nom, par des sous-traitants).

— Les tarifs aériens pour le fret ne sont pas « ad valorem » c'est-à-dire proportionnels à la valeur du produit transporté, comme la plupart des tarifs maritimes.

TECHNIQUE DU TRANSPORT AERIEN DES MARCHANDISES

Les appareils

Le trafic de fret peut être assuré soit en soutes sur les appareils de transport de passagers (transport mixte), soit dans le pont principal et les soutes des appareils réservés au transport de fret (transport tout cargo). La répartition entre ces deux modes d'exploitation est à l'heure actuelle sensiblement égale.

Les appareils mixtes comportent des soutes pressurisées, dans leur partie inférieure, le fret étant généralement chargé dans des conteneurs spéciaux épousant la forme de ces soutes. Certains appareils mixtes comportent aussi un compartiment spécial destiné au fret dans le pont principal, à la suite de la cabine réservée aux passagers. La capacité d'emport des appareils mixtes, de l'ordre de 4 tonnes pour les appareils du type Boeing 707, atteint 10 tonnes pour l'Airbus et 18 tonnes pour le Douglas DC 10 et le Boeing 747.

Les appareils tout cargo sont de même type que les appareils mixtes, mais ont un plancher de cabine renforcé et doté de rouleaux de chargement. Ils comportent des portes spéciales de grandes dimensions (2 m à 2,40 m sur 3,50 m, des points d'amarrage pour les chargements et un filet anti-crash à l'avant, protégeant le poste de pilotage.

La capacité d'emport des appareils tout cargo actuels est comprise entre 35 à 40 tonnes pour les appareils à réaction de la première génération, Boeing 707 et Douglas DC 8 F (250 à 260 m³ de volume utilisable), et de l'ordre de 90 à 100 tonnes pour le Boeing 747 (670 m³ de volume utilisable).

Conditionnement du fret

Les emballages sont réduits au strict minimum, en raison de l'absence de chocs pendant le transport et des précautions prises dans les manipulations au sol. Le fret n'est plus chargé en vrac que très occasionnellement et, dans la quasi-totalité des cas, il est constitué en unités de charge.

L'unité de charge de base, en transport aérien, est la palette

type « aviation », panneau de contreplaqué renforcé par un cadre métallique comportant des points d'arrimage pour le filet ou la structure en fibre plastique (baptisée igloo) destinés à maintenir la charge en cours de transport et de manipulation. Les dimensions types en sont 2,24 m × 2,74 m et 2,94 m × 3,18 m : la charge maximale de 3,6 à 4,5 T selon le type, pour une tare de l'ordre de 100 à 120 kg.

Dans les soutes ventrales des appareils mixtes ou tout cargo, on utilise ainsi des conteneurs métalliques épousant la forme des soutes. Sur le Boeing 747, certains transporteurs utilisent des conteneurs de 8' × 8' × 20' (2,4 × 2,4 × 6 m) d'un gabarit analogue à celui des conteneurs maritimes ou terrestres.

Les conteneurs type IATA, qui répondent à des normes de volume et de poids fixées par l'Association des transporteurs aériens internationaux (IATA), sont de simples emballages légers, conçus pour faciliter la confection des palettes ou le remplissage des conteneurs, et bénéficiant, de ce fait, de conditions tarifaires particulières.

Nature des marchandises transportées par air

A l'exception des pondéreux (encore que ciment et fers à béton aient pu être transportés par avion), toutes les marchandises sont justiciables du transport aérien (sous certaines conditions pour les matières dangereuses), des diamants à l'ensemble mécanique, en charge indivisible de 20 tonnes. Les principaux envois sont constitués de produits industriels élaborés et de denrées alimentaires (fruits, légumes) ou même d'animaux vivants. En général, ce sont des marchandises légères, puisque la densité moyenne du fret aérien est de l'ordre de 250 kg/m³.

COMMERCIALISATION DU TRANSPORT AERIEN

Une proportion de 85 à 90 % de la commercialisation du fret aérien est assurée par les auxiliaires de transports ou transitaires, agréés par l'IATA, et rémunérés à la commission par le transporteur (et non par l'expéditeur). Ce sont en général des auxiliaires de transports non spécialisés, opérant pour tous les modes de transport. De plus en plus, ils traitent avec les compagnies sur la base d'unités de charge, constituées par eux après groupage de la marchandise par destination.

Les compagnies conservent une fonction essentielle : la réservation qui garantit le départ du fret, au jour dit, dans un avion déterminé.

Le document de base du transport est la lettre de transport aérien (LTA), qui porte toutes indications utiles sur la nature des marchandises et leur destination. La LTA est non négociable, contrairement au connaissement maritime.

En transport aérien, la responsabilité du transporteur est limitée par les dispositions de la Convention de Varsovie de 1929, amendée par des protocoles additionnels. La limitation est actuellement de 81,50 F par kilogramme. Bien entendu, l'expéditeur peut souscrire une assurance, au taux très modéré, si la valeur de sa marchandise excède cette limite.

Les tarifs aériens sont établis en fonction du poids et de la distance. S'il est tenu compte, pour certains tarifs, de la nature de la marchandise, la notion de valeur de cette marchandise

n'intervient pas : les appareils électroniques, par exemple, peuvent être moins taxés que les fruits ou légumes.

Ces tarifs sont directionnels, c'est-à-dire fixés selon le sens du parcours, selon le volume des échanges sur l'un ou l'autre sens (la différence peut être du double au triple).

Les tarifs internationaux sont fixés par l'IATA, par régions ou par axes de transports, par consensus général des compagnies aériennes intéressées. Les tarifs des pays de la zone franc sont fixés de la même manière par l'Association des transporteurs aériens de la zone franc (ATAF).

Il existe quatre types de tarifs :

— les tarifs généraux ou tarifs de base, auxquels peuvent s'appliquer des réductions pour les expéditions de plus de 45 kg, 100, 300, 500 kg, réductions allant de 25 à 70 % du tarif de base;

— les tarifs de classification (« class-rates ») s'appliquent entre zones géographiques, pour des marchandises désignées de façon stricte;

— les tarifs spéciaux (« specific commodity rates ») applicables à des marchandises bien déterminées, entre deux aéroports spécifiés, et pour des envois d'au moins 100 kg;

— les tarifs à l'unité de chargement, valables pour certains axes seulement (l'Atlantique Nord par exemple). L'expéditeur paye un prix minimal forfaitaire pour un poids donné (dit « poids pivot ») de la palette ou du conteneur chargé par ses soins. Pour chaque kilogramme en sus du poids pivot, un tarif spécial réduit est appliqué.

Les frais annexes au transport : ils sont relativement réduits en transport aérien, et font l'objet de barèmes publiés. Ils comprennent la *taxation forfaitaire* au départ et à l'arrivée qui couvre la prise en charge, l'établissement de la LTA et autres documents administratifs, et la présentation en douane, les *honoraires en douane*, les *frais de camionnage* domicile-aéroport, les *frais de magasinage*, et l'*assurance* (facultative).

Quelques exemples de tarifs (au 1-4-76)

PARIS-NEW YORK

tarif normal	Tarifs spécifiques
18,95 F par kg (envois inférieurs à 45 kg)	pour 66 produits différents dont :
14,60 F par kg (envois supérieurs à 45 kg)	— fromages : 4,50 F par kg (envois supérieurs à 500 kg)
6,60 F par kg (envois supérieurs à 500 kg)	— postes de télévision : 5,35 F par kg (envois supérieurs à 1 000 kg)

PARIS-TOKYO

tarif normal	Tarifs spécifiques
55,95 F par kg (moins de 45 kg)	— fromages : 12,20 F par kg (plus de 250 kg)
41,95 F par kg (plus de 45 kg)	— machines à écrire : 13,10 F par kg (plus de 1 000 kg)

ELEMENTS A PRENDRE EN COMPTE DANS LE CHOIX D'UN MODE DE TRANSPORT POUR LES MARCHANDISES

Les tarifs (et les frais annexes) ne doivent pas être le seul élément d'appréciation lorsqu'on compare le coût de la voie aérienne et celui des moyens de surface.

On doit également prendre en compte :

- les économies d'emballage;
- la rapidité du transport qui entraîne la réduction des intérêts sur le capital immobilisé, représenté par la marchandise en cours de transport;
- la sécurité et la régularité de la voie aérienne, la fréquence des dessertes et la possibilité de fractionner les envois qui entraînent une diminution des stocks;
- la rotation accélérée de ces derniers, qui évite leur obsolescence;
- l'adaptation rapide aux conditions du marché, qui est essentielle pour certains produits spéculatifs comme les primeurs, ou les articles soumis à la mode.

Si l'on retient l'ensemble de ces éléments, il est souvent plus économique de recourir à la voie aérienne, malgré des tarifs plus élevés, pour des produits élaborés à forte valeur marchande.

LA FONCTION DU TRANSPORT AERIEN VA AU-DELA DU TRANSPORT PROPREMENT DIT

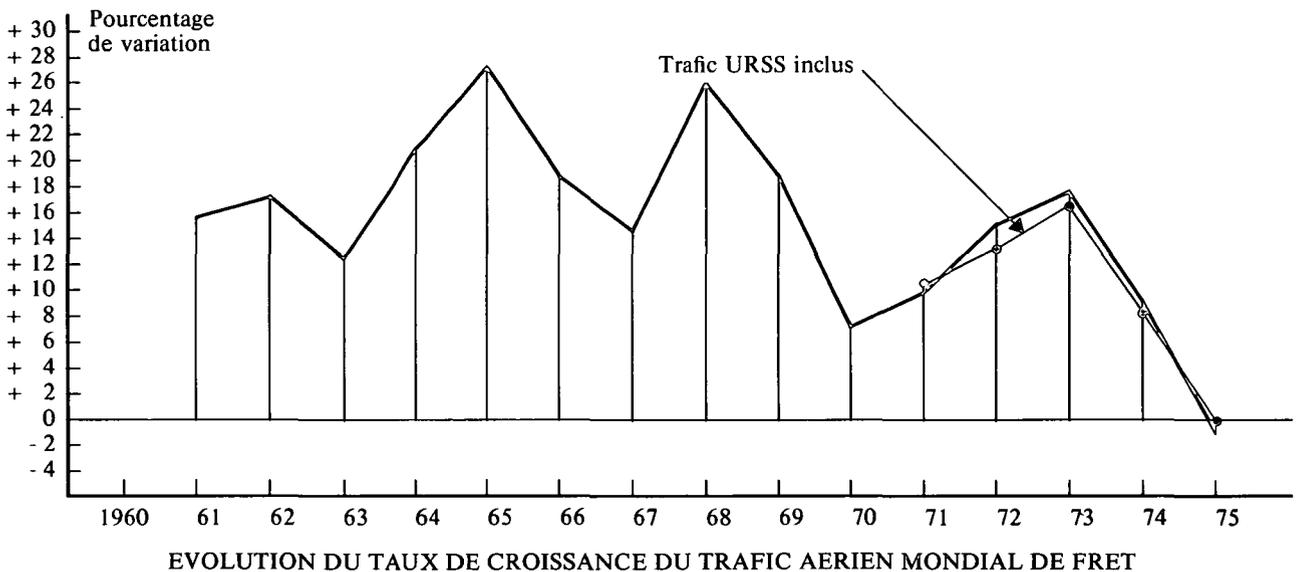
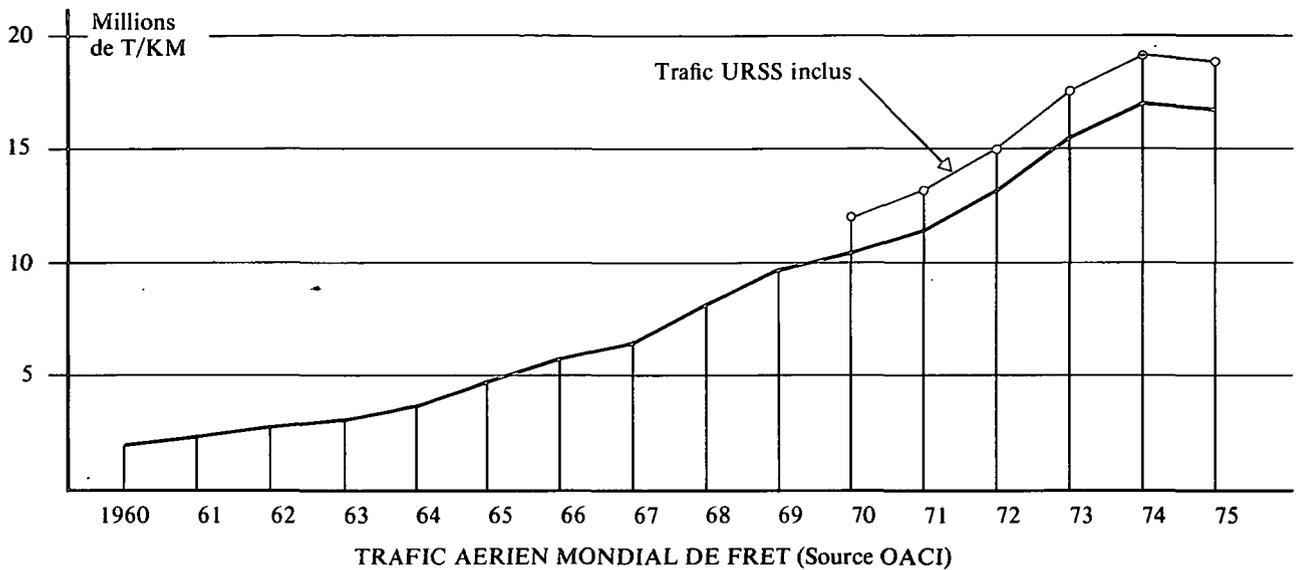
Le transport aérien intervient de plus en plus dans le processus de fabrication et de distribution des produits.

Pour certaines industries, comme l'industrie textile, il sert de relais entre centres de confection et centres de consommation : la matière première est exportée dans les pays à main-d'œuvre abondante, les produits finis étant réimportés au fur et à mesure des fabrications.

Dans la construction automobile, il intervient entre les ateliers de production des pièces et les ateliers de montage. Un véritable pont aérien (avec bientôt 2 avions par jour) relie les usines Peugeot de Sochaux et l'usine de montage de Kaduna au Nigéria, par l'intermédiaire des aéroports de Lyon-Satolas et de Kano. Les trajets Sochaux-Satolas et Kano-Kaduna sont effectués par route. Les pièces détachées sont conditionnées à Sochaux sur palettes-avion et transportées à terre par des camions équipés de planchers à rouleaux. On évite ainsi des manutentions intermédiaires et les attentes portuaires très importantes au Nigéria.

Pour la distribution, les entrepôts sous douane des aéroports constituent de véritables zones franches permettant des opérations de conditionnement et de commercialisation de la marchandise analogues à celles réalisées dans les zones franches des ports maritimes.

Des firmes comme IBM ont implanté en un seul aéroport leur centre de distribution en Europe. Celui-ci peut desservir en pièces détachées et petits matériels tous les pays européens, après réception des envois en masse, stockage et tri dans l'entrepôt central.



PERSPECTIVES DU TRANSPORT AERIEN DE FRET

La cassure intervenue en 1974-1975 dans le développement spectaculaire du fret aérien doit-elle être considérée comme un accident passager ? L'évolution du transport aérien est conditionnée par la rentabilité de l'activité fret pour les compagnies aériennes et par les avantages qu'en retirent les expéditeurs.

L'activité fret est, pour les compagnies spécialisées dans le fret, à la limite de la rentabilité. Pour les compagnies de transport mixtes, le fret est un sous-produit de l'activité principale qui est le transport de passagers : la tarification s'en ressent et s'établit à un niveau assez bas au regard du service rendu. Le recours à des appareils tout cargo de plus en plus gros permet de réduire les coûts. Le passage à des appareils spécialement conçus pour le transport de fret (et non plus simplement dérivés des appareils à passagers) permettrait d'abaisser encore les coûts, mais la

demande de ces appareils n'est pas encore suffisante pour que leur construction soit lancée avant plusieurs années. En attendant, les compagnies aériennes, plutôt que de réduire les tarifs, s'appliquent à consolider leur marché, en développant et différenciant les services rendus aux expéditeurs.

Ceux-ci seront d'autant plus motivés à employer la voie aérienne que les avantages additionnels que leur apporte le transport aérien prendront une importance croissante dans la fonction production-commercialisation. L'attrait de la formule du conteneur maritime est maintenant contrebalancé par les difficultés croissantes qu'ont les ports maritimes, notamment en Afrique et au Moyen-Orient, à écouler le trafic maritime sans perte de temps.

Mais avant tout, la croissance du transport aérien est fonction de la stagnation ou du développement des échanges économiques internationaux. Lorsque la reprise de l'activité économique sera effective, le trafic aérien reprendra son évolution, comme par le passé, à un rythme de croissance annuel sensiblement double du taux de croissance des échanges mondiaux de marchandises.

Modèles de prévision du trafic aérien

par François COLLET
Ingénieur de l'Aviation civile

Connaître l'avenir est un vieux rêve de l'homme. Rêve impossible, certes : la prospective est un exercice hasardeux !

Pourtant, le transport aérien, dont l'importance économique s'accroît sans cesse, contraint ses responsables à s'engager longtemps à l'avance. Pour ouvrir Roissy-Charles de Gaulle en 1974, il a fallu prendre les premières décisions en 1959. Ce délai est considéré, dans le monde des très grands aéroports, comme rapide ! En fait, la prévision, nécessaire malgré les aléas, vouée à n'être jamais parfaite, est multiforme. Aujourd'hui, il faut prévoir l'an 2000, mais aussi le résultat d'exploitation de telle ou telle ligne pour l'année en cours.

Une notice sur la prévision du trafic aérien se doit donc d'en présenter les différents aspects; ce sera l'objet de notre première partie.

En France, les méthodes économétriques ont connu un développement particulier. Notre seconde partie y sera consacrée au travers d'une présentation du raisonnement économique qui sous-tend le modèle de trafic intérieur de la direction générale de l'Aviation civile.

La prévision

OBJECTIFS ET METHODES

Disposer de prévisions sur le trafic aérien est une nécessité pour tous les responsables de l'aéronautique civile.

Plusieurs types de décisions sont en jeu; l'horizon des estimations demandées, leur degré de finesse, le choix des méthodes en dépendent.

Les objectifs

Nous distinguerons, en fonction des objectifs, trois classes de prévisions.

A LONG TERME (10 - 25 ANS)

Des prévisions de trafic aérien à long terme sont nécessaires pour le lancement et le suivi des programmes de *construction aéronautique*, et d'autre part, pour les décisions stratégiques d'*investissements aéroportuaires*.

Les prévisions en cause reposent sur des estimations globales du trafic de passagers et de fret pour le monde entier ou par régions du monde.

Le trafic des grands aéroports est reconstitué par sommation des différents courants y aboutissant.

A MOYEN TERME (5 ANS)

Des prévisions à 5 ans sont nécessaires aux planificateurs des économies nationales (cas des plans quinquennaux français), aux responsables de la programmation financière des aéroports et des grandes compagnies. Notons que l'horizon de 5 ans est stratégique pour les compagnies aériennes, tandis qu'il constitue plutôt un horizon de gestion prévisionnelle pour les grands aéroports.

A COURT TERME (1 AN)

Les prévisions à court terme sont nécessaires à la gestion prévisionnelle des compagnies aériennes, mais entrent aussi en jeu lorsque se pose aux pouvoirs publics le problème de la création de nouvelles lignes, dont l'exploitation est parfois subventionnée.

Les méthodes

Le manuel de prévision de l'OACI (Organisation de l'Aviation civile internationale) distingue trois types de méthodes : l'extrapolation des tendances, les méthodes économétriques, les autres méthodes.

a) *L'extrapolation des tendances* consiste à supposer que la courbe des variations passées se prolongera dans l'avenir. La méthode nécessite donc de tracer une courbe simple représentant de façon approchée les variations du trafic suivant une série chronologique, éventuellement désaisonnalisée.

Les méthodes mathématiques (régression, lissage exponentiel) permettent que le travail soit réalisé par ordinateur, mais il serait illusoire de penser que la fiabilité du résultat s'en trouve améliorée. Tracer des courbes à la main reste une méthode d'extrapolation précieuse.

L'extrapolation des tendances est au fond la méthode de prévision la plus simple et la plus naturelle.

En réalité, elle est rarement employée de façon pure et simple car l'analyse des résultats passés fait intervenir de façon consciente ou inconsciente certains paramètres explicatifs.

b) *Les méthodes économétriques* tentent d'expliquer le niveau du trafic aérien par d'autres variables économiques.

La dépendance du trafic par rapport aux facteurs en cause est exprimée par des relations mathématiques qui constituent des modèles. La validité des relations établies doit être vérifiée par des analyses statistiques. La seconde partie de cette notice présente de façon détaillée un modèle économétrique.

c) *Autres méthodes*. La prévision du trafic aérien fait parfois appel à la récapitulation d'opinions d'experts, connue sous le nom de technique « Delphi ».

La méthode comporte deux phases : questions puis récapitulation des réponses et envoi de la synthèse aux experts qui formulent alors leurs opinions définitives, et enfin synthèse définitive.

Le choix des méthodes

L'extrapolation des tendances constitue la base des prévisions à court et moyen terme.

Les résultats obtenus sont en fait modulés par l'intervention de l'« intuition » des experts, qui n'est autre qu'une connaissance non formalisée de certains paramètres explicatifs.

Cependant, les méthodes économétriques ont un triple intérêt.

— Elles sont irremplaçables lorsqu'il n'existe aucune série statistique à extrapoler. C'est le cas lorsque se pose le problème de l'ouverture d'une ligne nouvelle.

— Elles mettent en lumière les mécanismes fondamentaux qu'il importe de comprendre pour déceler les évolutions à moyen et long terme.

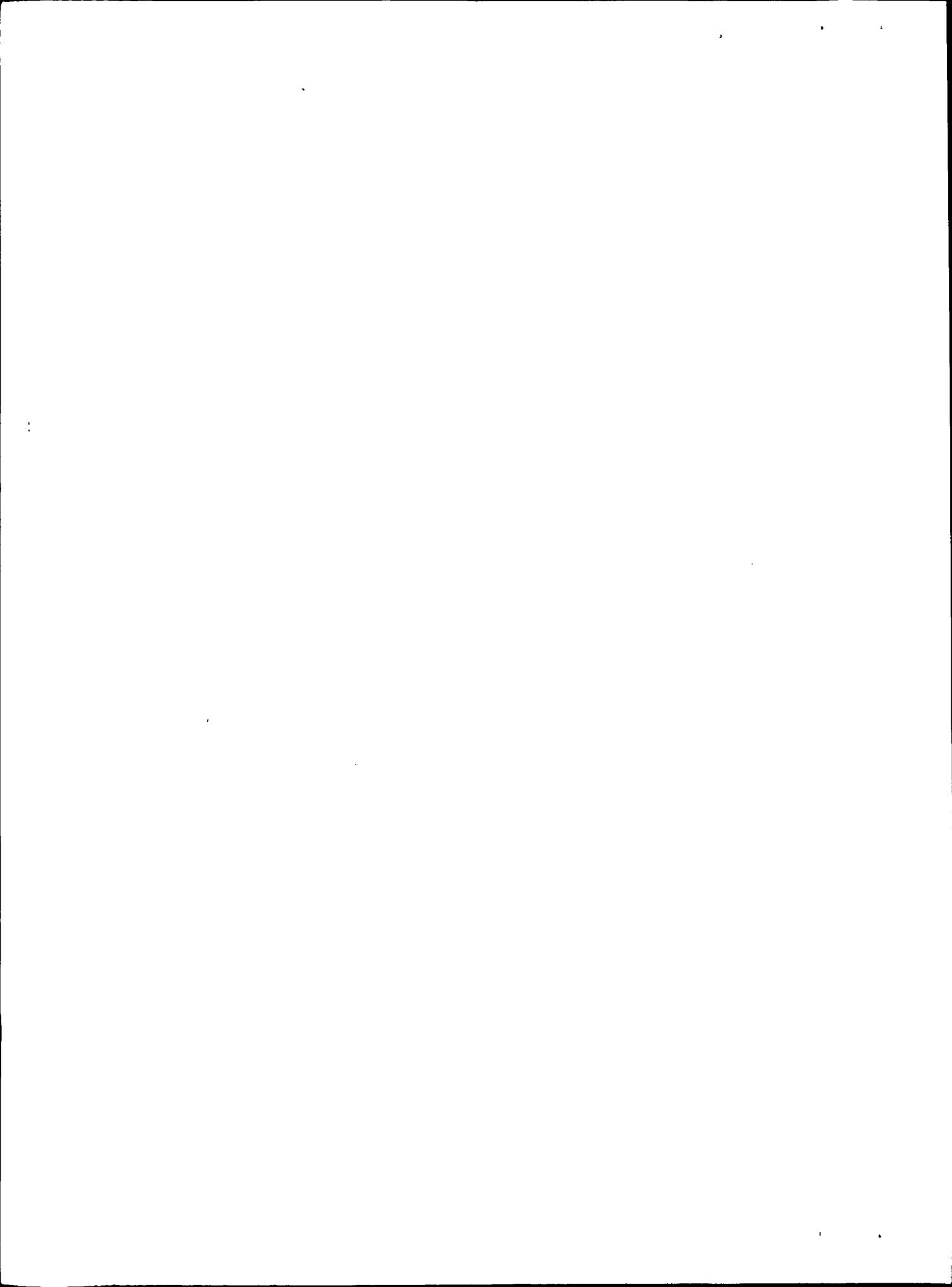
— Elles permettent de vérifier la cohérence des prévisions de trafic aérien avec d'autres projections économiques.

Quant à la technique « Delphi », qui n'est pas employée systématiquement en France, elle a permis aux grands constructeurs américains d'établir des prévisions à long terme, sans que pour autant soient rejetés les modèles économétriques.

Il est en effet sain d'envisager les différentes méthodes comme des moyens complémentaires d'appréhender un avenir incertain.

Quelques résultats

La crise économique de 1974-1975 a provoqué une revue en baisse de toutes les prévisions. Signalons, pour la France, que le taux de croissance du trafic intérieur au cours du 7^e Plan devrait être de 8 à 10 % par an, que le trafic d'Aéroport de Paris (18 millions de passagers en 1975) a été évalué à 43 millions de passagers en 1985, que d'une façon générale, les experts prévoient, au moins dans les pays industrialisés, un ralentissement de la croissance du trafic après 1985.



Le modèle

DE TRAFIC AERIEN INTERIEUR
DE LA DIRECTION GENERALE
DE L'AVIATION CIVILE

Après avoir survolé l'ensemble du domaine des prévisions de trafic aérien, nous nous proposons de décrire un modèle de façon plus précise.

Bien que les méthodes économétriques puissent être employées à moyen et long terme, le modèle que nous présentons ne permet pas de projections éloignées dans le temps.

Son application est donc, sur ce plan, limitée. Ses auteurs l'ont voulu ainsi, de sorte que les résultats qu'il permet d'obtenir puissent être testés à partir de résultats réels.

Ce modèle permet de calculer le niveau de trafic que l'on obtiendrait sur telle ou telle ligne dont la création est envisagée. Il permet en outre d'évaluer l'effet de variations tarifaires, de l'introduction de nouvelles fréquences de desserte...

Les équations qui constituent le modèle sont la traduction mathématique d'un raisonnement micro-économique que nous décrivons après avoir défini l'objet du problème.

Définition

Le modèle permet de calculer le volume du trafic entre deux villes françaises, A et B, connaissant les caractéristiques socio-économiques de ces villes, les paramètres de l'offre (type d'avion, tarif, fréquence) et du principal mode de transport concurrent (en général, le rail).

Le raisonnement micro-économique

Le trafic intérieur est à 80 % un trafic d'affaires. C'est donc le comportement des hommes d'affaires qui détermine son niveau.

Les hypothèses du modèle sont les suivantes :

— La propension à voyager dépend de l'appartenance à telle ou telle catégorie socio-professionnelle. Le trafic total (air + fer) entre deux villes sera donc supposé proportionnel au nombre des représentants des catégories socio-professionnelles supérieures (source INSEE) de ces villes et des zones d'influence de leurs aéroports.

— Le choix du mode de transport, pour des hommes d'affaires, repose sur une évaluation économique plus ou moins explicite conduisant chaque individu à choisir le mode lui offrant le coût généralisé le moins élevé, ce coût généralisé prenant en compte sa propre valeur du temps.

— La valeur du temps n'étant pas la même pour tous les voyageurs, on peut considérer qu'elle est distribuée parmi eux selon une certaine loi statistique, comparable à la loi de distribution des revenus.

— Le niveau du trafic est sensible aux conditions de l'offre (type d'avion, fréquence) et au degré de maturité de la ligne (d'où un coefficient « d'âge de ligne » inférieur à 1 pour les premières années d'exploitation).

Le modèle °

Soit P_A le prix du voyage par air (billet et dépenses d'accès aux aéroports), P_F le prix du voyage par fer (billet et dépenses d'accès), t_A le temps total du voyage par air, t_F le temps

total du voyage par fer, V la valeur du temps, φ la densité de la distribution de la valeur du temps parmi les voyageurs. Soit $CSPA$ et $CSPB$ les nombres de représentants des catégories socio-professionnelles supérieures des villes A et B et des zones d'accès de leurs aéroports (ces coefficients tenant compte de l'indice de richesse des villes A et B).

On a : $Cg_A = P_A = vt_A$ (coût généralisé air)

$Cg_F = P_F + Vt_F$ (coût généralisé fer)

$V_L = \frac{P_A - P_F}{t_F - t_A}$ (valeur limite du temps)

Pour $V > V_L$, le voyageur choisit l'avion.

Le potentiel total (air + fer) est :

$$T = K (CSPA)(CSP_B)$$

(K constante calculée d'après les trafics observés.)

La part de voyageurs prenant l'avion est :

$$\int_{V_L}^{\infty} \varphi(V) dV \text{ avec } V_L = \frac{P_A - P_F}{t_F - t_A}$$

Le trafic standard air est :

$$T_s = K (CSPA)(CSP_B) \int_{V_L}^{\infty} \varphi(V) dV$$

En introduisant :

- l'effet fréquence caractérisé par un coefficient α (f)
- l'effet type d'avion caractérisé par un coefficient β (égal à 1 pour un jet)
- l'effet âge de ligne caractérisé par un coefficient γ (égal à 1 lorsque la ligne a atteint sa maturité).

Le trafic air est :

$$T = K (CSPA)(CSP_B) \int_{V_L}^{\infty} \varphi(V)(dV) \alpha(f) \beta \gamma$$

$$\text{avec } V_L = \frac{P_A - P_F}{t_F - t_A}$$

Résultats et fiabilité

Par sa nature, un tel modèle repose sur des hypothèses simplificatrices, et il est normal que les résultats observés, influencés par d'innombrables éléments oubliés par le modélisateur, diffèrent sensiblement de la prévision.

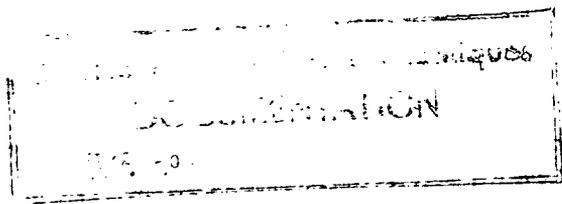
Cependant, l'expérience accumulée sur un grand nombre de lignes révèle que pour les liaisons Paris-province, le trafic réel correspond au trafic calculé avec une erreur inférieure à 40 % dans 95 % des cas.

Employé avec rigueur, le modèle que nous avons brièvement décrit fournit donc une estimation fiable du trafic aérien entre deux villes françaises quelconques.

(°) Ce paragraphe à caractère mathématique peut être omis par les non-spécialistes.

La régulation du trafic aérien

par Jean-Yves SAVINA



L'optimisation du fonctionnement de l'ensemble constitué par les avions et le système de contrôle, par adaptation de la capacité disponible à la demande et/ ou de la demande à la capacité disponible, constitue la *régulation de trafic*. Les faits qui ont amené à introduire cette notion se sont, comme il arrive souvent dans le domaine de l'aviation, manifestés tout d'abord aux Etats-Unis, où, dès 1965, apparurent les premiers symptômes d'une saturation croissante du système de contrôle de la circulation aérienne, essentiellement d'ailleurs dans certaines zones terminales : les raisons en étaient essentiellement un évident problème de croissance de l'aviation intérieure des USA comme de l'aviation de troisième niveau et l'aviation générale.

Face à cette situation, dès 1970, deux séries de mesures furent prises :

— au niveau des cinq grands aéroports américains, de New York-Kennedy, de New York-La Guardia, de Washington National, de Chicago-O'Hare et de Miami International : les capacités maximales d'utilisation des aéroports furent définies avec précision et ces capacités furent réparties entre les différents utilisateurs avec des pourcentages d'ailleurs variables suivant les heures. Le résultat en fut très efficace, en diminuant considérablement les délais au niveau des aéroports et donc en améliorant, par voie de conséquence, la fluidité du trafic en route;

— création d'un organisme central destiné à entretenir la fluidité du trafic aérien en route, le « Central Flow Control Facility ». Cet organisme, chargé d'harmoniser les mesures de régulation prises localement, s'équipe progressivement en moyens et en personnel, avec cependant encore des méthodes manuelles : néanmoins, il intervint déjà de façon fort efficace lors de certaines perturbations importantes du système de contrôle américain.

En Europe, le même phénomène apparut quelques années plus tard avec des caractéristiques propres. Le développement rapide des charters inter-européens, notamment entre l'Europe du Nord d'une part, et l'Europe du Sud et l'Afrique du Nord d'autre part, a introduit des contraintes quantitatives et qualitatives particulières, notamment en France, quantitatives par leur aspect saisonnier et les « pointes » journalières que ce trafic accuse, qualitatives parce que dirigé, à l'aller comme au retour, suivant une direction qui croise le flux classique et relativement constant tout au long de l'année, qui, d'Irlande et d'Angleterre, traverse la France, la Suisse et l'Italie, vers la Grèce, le Moyen-Orient ou les horizons plus lointains.

Au niveau des aéroports, en revanche, en Europe le problème se révèle moins aigu, probablement par la mise en place plus précoce d'outils de régulation (tel le comité des horaires qui fonctionne à Orly), et sans doute aussi par un respect moins rigide du principe de l'égalité des droits de tout avion à l'accès à tout aéroport ouvert à la circulation aérienne publique.

Par contre, les problèmes de régulation du trafic aérien y semblaient plus difficiles à maîtriser, pour deux raisons :

— d'une part, la multiplicité des aéroports d'importance moyenne, proches les uns des autres, et non coordonnés;

— d'autre part, la carte politique de l'Europe et l'enchevêtrement des responsabilités, notamment économiques,

car toute régulation du trafic débouche fatalement sur des problèmes économiques, où la concurrence entre les transporteurs risque alors d'intervenir.

En France, dès 1970, il fut nécessaire de mettre en œuvre un système fondé sur la définition de capacités maximales d'utilisation des divers secteurs de contrôle, notamment en espace supérieur, et de répartir cette capacité entre les flux de trafic : ce système, repris avec quelques retouches en 1971, se révéla certes efficace mais insuffisamment adapté à l'optimisation des possibilités du contrôle en route dans un environnement manuel. Il était donc indispensable de reprendre la question de la régulation du trafic sur des bases rationnellement établies et permettant une évolution progressive en rapport étroit avec les utilisateurs-clients, et pour cela se doter de l'outil de réflexion et d'action correspondant.

Ces considérations amenèrent ainsi à créer, à partir du 1er janvier 1972, au sein de la direction de la Navigation aérienne, un organe d'une nature particulière, à la fois groupe d'étude et organisme opérationnel : la cellule d'organisation et de régulation du trafic aérien (CORTA).

1° en tant que groupe d'étude, la cellule a pour mission :

— de recueillir et d'exploiter les informations concernant la *prévision* de la demande future de trafic;

— d'estimer la capacité actuelle et future du système de contrôle et de ses différents éléments;

— d'étudier les méthodes propres à permettre la régulation du trafic dans le cas où celui-ci dépasse la capacité;

— de participer à toutes les études et expérimentations concernant l'optimisation du système de contrôle.

2° en tant qu'organisme opérationnel, elle a pour mission :

— de procéder en *temps réel* à l'estimation de l'état du système (français et étranger) et notamment de la capacité effective de chacun de ses éléments;

— de prévoir l'évolution de la demande à court terme;

— de coordonner et de faire mettre en œuvre les mesures de régulation du trafic jugées nécessaires;

— de suivre les mesures prises par les centres étrangers et d'en déterminer les répercussions sur le système national;

— d'assurer l'information permanente des autorités responsables du contrôle, des aéroports et des compagnies aériennes;

— de procéder, a posteriori, à l'étude de l'efficacité des mesures de régulation ainsi mises en œuvre.

Pour remplir sa mission, cette cellule doit normalement être informée de tout événement national, ou étranger, ayant une incidence sur la capacité du système;

— doit mettre au point avec chaque centre les mesures de régulation nécessaires, contrôler leur application et coordonner les diverses mesures prises;

— constitue, enfin, l'interlocuteur privilégié des exploitants d'aéroports et des compagnies aériennes pour leur fournir les renseignements les plus complets sur l'état global du système de contrôle et sur la cadence d'écoulement du trafic.

L'état actuel des réglementations internationales ne permet pas d'envisager une véritable optimisation économique du fonctionnement du système : le seul choix actuellement possible réside donc dans des délais en l'air et au sol. Or, à cet égard, des divergences se manifestent entre les points de vue de l'exploitant et ceux du service de contrôle; les premiers recherchent un système de gestion des flots de trafic qui permette de répartir équitablement la pénalisation entre les avions au sol et les avions déjà en vol, alors que le service du contrôle tend à préférer systématiquement les attentes au sol, les attentes en vol amenant très rapidement une saturation des secteurs de contrôle, et l'on sait que les phénomènes de saturation ne sont pas des phénomènes à évolution brutale comparables à des réactions en chaîne.

Donc, la régulation du trafic aérien doit avoir pour objet, toute planification nécessaire ayant été effectuée, d'adapter la demande à la capacité en :

— minimisant le retard global pour les divers exploitants;

— répartissant la pénalisation d'une façon équitable entre les divers usagers, en particulier entre les aéronefs au sol et en vol.

Ses possibilités d'action sur le trafic peuvent être énumérées de la façon suivante :

1) changements d'itinéraires, ou orientation de trafic, soit en vol, à l'intérieur d'un secteur de contrôle ou intéressant plusieurs secteurs ou mieux plusieurs centres, soit avant le décollage, au coup par coup, ou sur une base préétablie;

2) changement de niveau de vol, classique dans un système de contrôle, soit au coup par coup, soit sur une base préétablie en réservant certains niveaux de vol à certains axes de trafic, remplaçant en quelque sorte des problèmes de croisements aléatoires par des problèmes d'espacements systématiques;

3) créations d'attentes en l'air et au sol : en l'air (celles-ci doivent rester dans des limites assez strictes, en volume), ou évidemment au sol, qui constituent le moyen le plus économique mais dont la possibilité de réalisation dépend du rapport entre le trafic engendré par l'aéroport et le trafic total dans la zone considérée.

Les moyens à mettre en œuvre enfin sont essentiellement des moyens de recueil, de traitement et de diffusion de l'information, qui devraient logiquement s'articuler au sein d'un *système centralisé* (complexe de calcul), pour lequel le taux de fiabilité nécessaire pourrait d'ailleurs être inférieur à celui exigé pour les systèmes de contrôle.

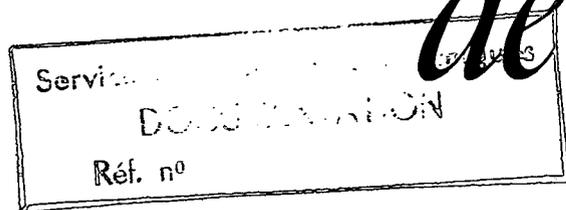
L'information à fournir sera destinée aux aéroports, aux centres de contrôle et aux exploitants; aux *aéroports*, les autorisations de mise en route, de décollage, les prévisions de trafic à l'arrivée, avec volume et durée de l'attente; aux *centres de contrôle*, les prévisions de trafic, les mesures de régulation en cours ou à prévoir, les conséquences des mesures prises ou à prendre en terme de retards et d'attentes; aux *exploitants* les retards prévus à l'arrivée et au départ, ainsi que les mesures éventuelles d'orientation du trafic.

Cet ensemble de moyens en matériel et en personnel, cet effort de réflexion et de développement orienté vers la meilleure utilisation de l'espace aérien disponible, permettent d'améliorer progressivement l'efficacité du système de contrôle du trafic aérien français; ils permettent aussi à l'Administration française d'acquérir rapidement une expérience et un savoir-faire en ce domaine, dont elle peut éventuellement faire profiter d'autres services ou administrations responsables. En Angleterre, une réflexion similaire est menée, ainsi qu'en Allemagne; les instances internationales en ont été également saisies pour accélérer et promouvoir une réflexion commune, telles Eurocontrol et l'OACI, cette dernière organisation ayant créé un organisme spécial regroupant tous les Etats européens pour étudier notamment cette question.

Il est certain que, parallèlement au développement de son système propre, la France est intéressée au plus haut point par le devenir de la régulation du trafic en Europe : par sa position géographique en effet, vis-à-vis du schéma actuel des lignes aériennes tant régulières que charters, les services français sont au nœud du problème, situation certes passionnante mais pas toujours enviable; par nature enfin, ce problème se répercute de centre en centre, de pays en pays, et une coordination étroite, de proche en proche, devra se développer sur ce thème. Pour sa part, l'Administration française entend jouer un rôle d'animateur européen dans ce domaine, tant par conviction que par nécessité.



L'automne de l'ILS



par Olivier CAREL
Ingénieur en Chef de
l'Aviation civile

L'ILS : Instrument Landing System, inventé dans son principe un peu avant la guerre, en service opérationnel un peu après, vainqueur du GCA (le radar d'atterrissage) chez les civils, a guidé gentiment les avions jusqu'à trois ou quatre cents pieds du sol pendant une vingtaine d'années; puis dans les années 60, l'ILS a su s'adapter au problème de l'atterrissage tout temps grâce à diverses astuces techniques («localizers» directifs puis à deux fréquences, « glide-paths » de type M et à guides d'ondes). L'ILS permet aujourd'hui aux Caravelle d'Air Inter de descendre à 50 pieds, aux Trident britanniques à 12 pieds. Sa mort est prévue pour 1985, dans neuf ans.

Le but de cette notice est d'essayer de préciser le futur des systèmes d'atterrissage au moment où l'ILS est menacé par divers successeurs, depuis les innombrables petits systèmes intérimaires jusqu'au formidable MLS (Microwave Landing System), mais aussi au moment où le même ILS n'a jamais fait l'objet de mises en œuvre aussi nombreuses à travers le monde.

Les limites de l'ILS

Les limites de l'utilisation de l'ILS en opération tout temps ne sont pas la cause de son éventuel déclin. La précision des localizers sur les terrains équipés pour la catégorie III (hauteurs de décision inférieures à cent pieds) est suffisante, ce n'est pas elle qui empêche les utilisateurs de faire du zéro-zéro (si j'ose utiliser cette expression désuète). Le monitor vérifie à quelques mètres d'indication près la stabilité du faisceau. En y mettant le prix, qui ne sera jamais qu'une fraction du coût du balisage lumineux adéquat, l'axe sera suffisamment droit pour un pilotage automatique de la qualité requise. Et que feront de mieux les autres systèmes : leur électronique sera-t-elle moins sujette aux pannes ? La propagation des ondes leur sera-t-elle plus clémente ? Il n'y a aucune raison pour cela.

Ce sont les difficultés de son implantation qui font le plus mauvais de la réputation de l'ILS. Les longueurs d'ondes, utilisées (1 m pour le glide-path, trois pour le localizer) obligent à dégager autour des antennes un espace considérable qui doit avoir dans certains cas l'horizontalité du billard. Le dégagement de ces surfaces entraîne un déplacement de fonds considérable en direction des entrepreneurs de travaux publics, ce qui n'arrange pas toujours le gestionnaire du budget de l'aérodrome.

Autre ennui pour le planificateur : suivant le nombre d'obstacles susceptibles de re-rayonner le signal radio, suivant leur

position et la possibilité de les faire disparaître, l'expert pourra choisir le type d'ILS et l'emplacement de ces éléments qui constitueront le meilleur compromis entre le coût et les performances. Or, bien que nous ayons en France, soit au STNA (1), soit chez le fournisseur, une poignée d'experts que le monde nous envie (comme on disait quand j'étais petit) - et il est sûr que dans les autres pays, il doit y en avoir bien moins -, bref malgré ces vedettes, on se trompe de temps en temps et il faut remplacer la parabole déjà installée par une autre plus grande, le glide de type G par un autre de type M (deux fois plus cher).

On peut donc concevoir qu'un changement de système facilitera les installations futures et les rendra plus économiques. En échange, il est clair que les propriétaires d'avion devront avancer un investissement considérable pour changer de matériel de bord, ou plutôt pour ajouter un nouvel équipement de bord puisqu'on n'a jamais vu d'équipement disparaître des avions. Entre le coût des boîtes noires et l'installation des antennes en bande C, il y en aura vite pour 20 000 dollars par avion de ligne.

(1) Service technique de la Navigation aérienne.

Les nécessités américaines

C'est aux Etats-Unis que la nécessité de désigner un successeur à l'ILS a semblé évidente. Et c'est dans un grand mouvement que civils et militaires, concurrents industriels, représentants des compagnies aériennes et de l'Administration donnaient en 1970 la description du MLS; la première description, s'entend, car le MLS allait changer un peu. Enfin, cette première description n'était pas si mauvaise.

Les objectifs du MLS étaient les suivants :

— Il fallait définir un système permettant de faire se poser des avions sur des pistes parallèles très voisines, parce qu'aux Etats-Unis on ne trouvait plus de communes où exproprier un nouvel aérodrome et qu'il faudrait multiplier les pistes sur les aérodromes existants.

— Il fallait permettre aux avions de faire des approches anti-bruit sans visibilité : par exemple arriver à New York-La Guardia face à l'Ouest en survolant les sinuosités de l'auto-route à travers Brooklyn et Queens. Il fallait un système

commun à l'US Air Force et à l'Aviation civile qui sont appelés à utiliser les mêmes longues pistes.

— Il fallait aussi un système qui soit si possible plus économique que l'ILS, en coût d'installation notamment.

Ces raisons sont toutes plus ou moins valables. Ainsi je ne vois pas bien quel équipement simple et sûr permettra de survoler Brooklyn dans ces conditions. Rien n'est impossible à qui a su poser un module sur la Lune, mais le budget des compagnies n'est pas celui de la NASA.

Mais la grande et forte raison n'était pas là, elle était dans le manque d'ILS aux Etats-Unis. Des erreurs diverses avaient fait que l'installation d'ILS aux Etats-Unis présentait autant de difficultés que l'installation du téléphone dans d'autres pays. Et parmi les ILS installés, plus de 10 % étaient (et sont toujours) trop mauvais pour le plus amorti des pilotes automatiques. Le besoin d'un fonctionnement sûr et régulier de leurs liaisons aériennes obligeait les

administrations locales (celles du Minnesota et du Michigan en tête) et les compagnies aériennes intérieures à acheter, si j'ose dire, n'importe quoi qui permette de poser un avion. Devant la prolifération anarchique de systèmes incompatibles entre eux, Talar, Coscan, Tull System, Système de Boeing Electronics, la FAA (2) et les compagnies aériennes

qui fréquentent plus d'un Etat se sont alarmées : il fallait à tout prix et vite un système facile à mettre en œuvre : le MLS. La décision d'entreprendre son développement était prise en 1971.

(2) FAA : Federal Aviation Authority.

Le MLS

Le MLS a fait l'objet aux Etats-Unis d'un plan de cinq ans, et de cent millions de dollars, qui se termine à la mi-76. On peut discuter le choix du moment : à part aux Etats-Unis, on vit très bien avec l'ILS. On peut discuter la façon dont le problème a été pris aux Etats-Unis : puisqu'il va falloir forcément modifier le radar secondaire, lancer les communications de données air-sol, apporter à bord des avions les moyens des calculateurs, ne devrait-on pas essayer de reconstruire l'ensemble de la radiocommunication et du radioguidage de demain ? On a préféré, aux Etats-Unis, remplacer une pièce par une autre, l'ILS par le MLS.

Tant qu'à faire, le MLS proposé a de multiples avantages sur l'ILS, c'est bien la moindre des choses. Mais aucun de ces avantages ne va, semble-t-il, apporter une vraie mutation aux opérations aériennes.

Ce qui me semble digne d'admiration, par contre, dans ce développement du MLS par la FAA, c'est la gestion du programme. Malgré tous les à-coups dus aux questions budgétaires, aux oppositions entre administrations, aux pressions de diverses origines, le programme a suivi son cours, les fonds ont suffi, les essais en vol se sont à peu près passés comme prévu et dans des conditions de justice remarquables vis-à-vis des divers prototypes essayés. Et le choix difficile d'un gagnant s'est fait pour le système qui, parmi les candidats en présence, est vraisemblablement le meilleur (j'entends par là que la FAA a choisi le système pour lequel j'avais voté au groupe où l'on nous avait invité).

A la suggestion des Américains, l'OACI a décidé de désigner, elle aussi, un successeur de l'ILS. La décision doit être prise en 1976. Divers Etats ont proposé des candidats à cette succession. Qu'on s'en réjouisse ou non, le MLS américain aura de fortes chances de l'emporter. La FAA a accumulé un nombre de mesures, d'essais, d'études, d'avis d'experts considérable qu'il sera difficile de repousser. On ne peut guère imaginer qu'une autre issue à ces efforts : l'écroulement du programme par refus de l'OACI de se décider. Qu'est-ce que la majorité des Etats pensera de ce nouveau système qui pourra lui sembler surtout une nouvelle source de dépenses ? Mais faut-il souhaiter une issue pareille ? L'Administration française, en ce domaine, s'est contentée de montrer dans une expérimentation en cours à Brétigny que le problème de la gestion des communications, de la navigation et de la surveillance pouvait être abordé de bien d'autres façons. Il faudra reparler ici de ces systèmes dits multi-fonctions.

Revenons au MLS qui a les plus grandes chances de l'emporter. Qu'apportera-t-il à l'Aviation civile ?

Techniquement, le système, marchant en bande C (5 GHz), aura des antennes plus petites que celles de l'ILS. Il sera plus facile à installer, ce qui ne veut pas dire qu'il s'installera sans étude (quand la piste sera en dos d'âne, on aura quelques difficultés à couvrir le seuil opposé).

La couverture angulaire sera bien plus grande que celle de l'ILS : $\pm 40^\circ$ ou même 360° pour le système d'azimut. Ceci facilitera la capture et permettra peut-être des approches courbes. La couverture en site sera aussi meilleure. Le choix d'un codage astucieux (faisceau battant à code temporel), la directivité de l'antenne (lobe de 1°) diminueront fortement les multi-trajets auxquels l'ILS nous a habitués.

Le système sera accompagné d'un DME (3) sur les terrains riches. Les markers à 75 MHz (4) resteront le lot des terrains pauvres (mais l'ILS peut aussi s'enrichir d'un DME, nous y reviendrons).

D'autres sous-systèmes pourront être ajoutés : guidage de remise de gaz (c'est-à-dire guidage d'azimut vers l'arrière), peut-être des guidages en site spéciaux pour sites très bas (il s'agit de guider l'arrondi à la place de la radiosonde : nous n'y croyons pas beaucoup).

Bref, une installation plus simple, donc moins coûteuse et une couverture angulaire considérable. Un axe bien droit.

Tout ceci n'est pas négligeable. Tout ceci ne sera pas gratuit non plus. Nous passons de l'ILS au MLS, soit de $+ 2^\circ$ de couverture en azimut à $\pm 40^\circ$, alors que la précision reste la même (quelques centièmes de degré). La « classe » de l'instrument de mesure sera donc vingt fois meilleure avec le MLS. Cela se paiera.

Quand aurons-nous droit à ces avantages ? les premiers MLS, si tout se passe sans surprise, seront commandés à la mi-76 aux Etats-Unis et commenceront à sortir d'usine en 77. Les avions civils s'équiperont avec un peu de retard par rapport aux aérodromes. Vers 1980, il y aura, aux Etats-Unis, un usage opérationnel du MLS. Dans les autres pays, où il n'y a pas urgence, il faudra attendre davantage : 1985 peut-être, la date limite de protection de l'ILS par l'Annexe 10 à la convention relative à l'Aviation civile internationale.

(3) DME : Distance Measuring Equipment.

(4) MHz : Mégahertz.

Le système intérimaire: le SYDAC

Il semble que chaque armée ait développé dans les années 60 un système d'atterrissage tactique (c'est-à-dire facile à transporter et pouvant être installé en une fraction de journée par des électroniciens amateurs). Aucune armée n'a placé le besoin de normalisation assez haut pour abandonner son système au profit de celui du voisin.

Parmi ces systèmes, il en est un, français, qui vaut bien les autres, le Sydac.

Il semblait y avoir en France une application civile pour ce genre de technique. En effet il est des terrains sur lesquels il est impossible de prévoir un ILS, les altiports par exemple; or ces systèmes intérimaires, fonctionnant en bande C, sont d'installation bien plus facile (voir le MLS). Ces systèmes peuvent donc servir chez nous à résoudre un problème technique et non, comme aux Etats-Unis, à remédier rapidement au sous-équipement des aérodromes (le sous-équipement des aérodromes aux Etats-Unis est dû, si l'on peut dire, à leur suréquipement en avions : trente fois la flotte française).

On a donc reconnu en France la nécessité d'équiper ces aérodromes difficiles et on a admis d'y installer le Sydac, lorsque le défaut du Sydac, qui est de ne pas être normalisé à l'OACI, est compensé par les points suivants : d'abord il est reconnu que l'installation d'un ILS ne serait pas rai-

sonnable, ensuite il y a un besoin de trafic régulier qui justifie cette installation, enfin ce trafic est constitué d'avions qui sont toujours les mêmes et il est donc possible d'équiper en Sydac de bord une flotte limitée, c'est-à-dire sans coût excessif.

Ce genre de cas se rencontre dans les zones difficiles : Massif Central et Alpes. Mais parfois aussi dans des pays plus plats mais où l'aérodrome se trouve, pour des raisons historiques, dans un site vraiment peu favorable. Le Sydac seul a eu quelques difficultés à commencer sa vie opérationnelle. Il était aussi difficile de trouver un premier client courageux que de sortir la première olive d'un bocal. La décision d'en installer un au Puy débloquera, je l'espère, la situation.

Quel est l'avenir de ces systèmes ? Ils seront rendus caducs par le MLS qui ne se répandra vraiment en Europe qu'en 1985 ou même plus tard. Le Sydac a donc une dizaine d'années devant lui, le temps d'user les matériels au sol ou à bord des avions.

Il est donc tout à fait sain de se lancer dans le Sydac, a condition de le faire tout de suite. La régularité du trafic de troisième niveau est à ce prix sur un nombre appréciable de plates-formes.

Et l'ILS ?

L'ILS reste donc la base des systèmes d'atterrissage pour longtemps encore; lui aussi a une génération de matériel à vivre encore. Le rythme des installations ne faiblit pas, ni en France où de nouvelles générations de matériels sont sorties récemment, ni ailleurs. En 1975 le STNA s'occupe de seize installations nouvelles en Métropole, trois Outre-Mer plus quelques renouvellements de vieux matériels.

Aux Etats-Unis, où la pression pour un nouveau système a été la plus forte, l'ILS reprend aussi de la vigueur. L'industrie américaine sort des ILS régulièrement (sous licence française chez Texas Instrument). Il y a un peu moins de 500 ILS aux Etats-Unis. 23 ILS de catégorie I, et 9 de catégorie III devaient être achetés en 75; des plans existent pour amener le nombre total d'ILS à près de 650. Les choses vont mieux qu'elles n'ont été et les compagnies aériennes qui avaient poussé si fort pour voir lancer le programme MLS commencent à prendre un certain virage, demandant par exemple à la FAA de leur prouver que ce MLS sera bien aussi rentable qu'on le prétend, que ce ne sera pas une occasion de plus de leur faire dépenser de l'argent dans une époque où elles en manquent tellement.

Dans le reste du monde, il semble en aller à peu près de même. Le fabricant français d'ILS, Thomson-CSF, semble exporter sans trop de difficulté deux fois plus qu'il ne vend en France. En URSS, où le besoin d'un système nouveau de mise en œuvre facile est vivement ressenti, il y a cependant

une production nationale d'ILS qui se lance et qui supprime le système non-OACI qui était jusqu'ici en usage.

L'ILS garde ses défauts, ses difficultés d'implantation, ses réglages délicats. Mais l'adjonction d'un DME d'atterrissage, autorisé par l'OACI, permet d'ajouter une nouvelle dimension au guidage et d'améliorer encore la sécurité (vérification de la distance au passage des balises MF (5) ou des markers VHF (6) qui sont de bien mauvais moyens de guidage).

Une variété de solutions techniques aux divers problèmes locaux est maintenant disponible et permet de régler à peu près tous les cas d'aérodromes où la piste est assez longue (les petits aérodromes peuvent ne trouver de solutions que dans le Sydac).

Bref, l'ILS ne va pas si mal. L'automne de l'ILS commence mais ce sera un long et brillant automne. Les avions resteront équipés du récepteur pour très, très longtemps : puisque ce récepteur est commun au VOR et qu'il n'est pas question d'abandonner le VOR (7).

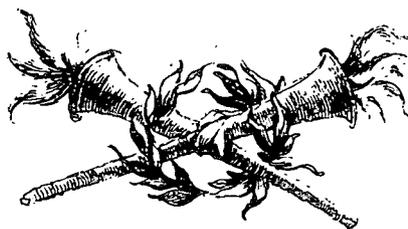
Enfin, c'est un signe, la subdivision ILS, au STNA manque de personnel.

(5) MF : Moyenne fréquence.

(6) VHF : Very high frequency.

(7) VOR : VHF Omni Range (omnidirectionnel).

Les écoles:
l'ENAC
et l'École
de la
Météorologie



Service d'Affaires Économiques
DOCUMENTATION
Réf. n°

L'École nationale de l'Aviation civile

par Jean-Claude DEFORGES

Créée en 1948 et installée depuis lors à Orly, l'École nationale de l'Aviation civile a été transférée en 1968 au sein du complexe aérospatial de Toulouse-Lespinet, où sont regroupés, sur une aire de 20 ha, l'ensemble de ses moyens d'enseignement et la plus grande partie de son ensemble résidentiel (l'ENAC dispose d'un échelon parisien en limite Nord de l'aéroport d'Orly, entre la RN 7 et le hangar N 6). La caractéristique de l'École, en même temps que son originalité, est de ne pas être une école au sens classique du terme. C'est plutôt un établissement polyvalent, où se rencontrent chaque année des populations très diverses d'élèves, tant par l'origine ethnique que par le niveau initial de recrutement. L'étendue et la complexité des fonctions assurées par les départements de l'École sont à la mesure d'un établissement :

— où ont été formés durant l'année scolaire 1974-1975, 751 élèves et 1 236 stagiaires, répartis en 21 cycles réguliers et 82 stages,

— et qui utilise les services de 300 examinateurs au sol, 108 examinateurs en vol et 260 professeurs extérieurs.

Voilà une idée de la taille, de la nature et du niveau d'activité de l'ENAC. Passons maintenant en revue les cycles de formation initiale qu'elle offre (ceux qui nous intéressent dans le présent exposé) et qui se situent à quatre niveaux différents.

Au niveau des classes terminales scientifiques de l'enseignement secondaire

L'ENAC forme :

— Des Techniciens de l'Aviation civile (TAC). Recrutés en qualité de fonctionnaires (1), ils reçoivent une formation à caractère professionnel, comportant deux volets : culture générale aéronautique et travaux dirigés les préparant aux fonctions qu'ils auront à assurer : information aéronautique, bureau de piste, exploitation des télécommunications, information des aéronefs en vol, contrôle d'aérodrome, représentant de la direction générale de l'Aviation civile (DGAC) sur les petits aérodromes (durée de la scolarité : 3 mois).

— Des Officiers contrôleurs de la circulation aérienne (OCCA). Recrutés dans les mêmes conditions que les TAC (1), mais à un niveau plus sélectif, ils suivent un cycle de formation de 9 mois et reçoivent une affectation comme OCCA stagiaires. Cette formation initiale, comportant une large part de culture générale aéronautique, comprend également un entraînement au contrôle aérien, pour lequel est utilisée une méthode originale d'enseignement dite méthode « MICUP » (méthode par interaction constante d'unités programmées), et mis en œuvre un simulateur de trafic aérien à grande capacité. Cet entraînement est complété par une formation au contrôle d'approche.

— Des Electroniciens de la sécurité aérienne (ESA). Si vous êtes en classe terminale F2, la carrière d'ESA vous est offerte. Chargés, dans les services d'exploitation de la DGAC de l'installation, de la mise en œuvre, du contrôle et de l'entretien des équipements radio-électriques et radio-électroniques, les élèves ESA bénéficient, après concours, d'une année de formation à l'ENAC (1). Ils peuvent être

recrutés au niveau du DUT ou du BTS d'électronique. La durée du cycle de formation est ramenée dans ce cas à 2 mois.

Au niveau des classes de mathématiques supérieures

L'ENAC assure traditionnellement la formation théorique des pilotes de ligne (2).

Au niveau des classes de mathématiques spéciales ou niveaux correspondants dans l'enseignement supérieur

L'ENAC forme des Ingénieurs spécialisés dont la durée de formation s'étend sur trois ans :

— une année de tronc commun;

— une année de spécialisation dans les domaines de l'électronique ou de l'exploitation (cette dernière spécialisation comprenant deux filières : contrôle du trafic aérien et transport aérien);

— la troisième année est consacrée à des stages en entreprise, à la réalisation de projets ou à la rédaction de mémoires.

Les ingénieurs fonctionnaires français issus de ce recrutement sont chargés de diriger les services de maintenance ou d'exploitation des aéroports importants ou des centres de contrôle régionaux de la navigation aérienne. Ils participent aux études et travaux de réalisation d'équipements dans les services techniques de l'Aviation civile.

Ils appartiennent au corps des Ingénieurs des études et de l'exploitation de l'Aviation civile (1). Des élèves titulaires (c'est-à-dire ayant renoncé à la qualité de fonctionnaire) sont admis dans ce cycle de formation et, dans ce dernier cas, destinés au secteur privé.

Au niveau de sortie de l'École Polytechnique

L'ENAC forme des Ingénieurs de l'Aviation civile (élèves fonctionnaires français (1), élèves titulaires destinés au secteur privé, élèves étrangers). Les ingénieurs-élèves fonctionnaires français (recrutés pour 3/4 à la sortie de l'École Polytechnique et pour 1/4 par concours intérieur) sont chargés de diriger les principaux services extérieurs de la DGAC, et exercent des fonctions d'études et de prospective dans les directions de l'Administration centrale.

La durée totale de la formation est de deux années. L'admission sur titre dans ce cycle se fait au niveau de la maîtrise.

L'ENAC assure, par ailleurs, l'organisation de nombreux stages de spécialisation, qualification et recyclage en cours de carrière des agents de la DGAC. Elle participe à la promotion interne en organisant des stages de préparation aux concours intérieurs. Elle contribue enfin à la formation de techniciens et de cadres pour l'Aviation de nombreux pays étrangers.

(1) Rémunérés dès leur entrée à l'ENAC et bénéficiant des garanties afférentes à la qualité de fonctionnaire.

(2) Nous rappelons que le recrutement d'élèves-pilotes de ligne est momentanément interrompu.

La Météorologie et la carrière de météorologiste

Le temps qu'il faisait, le temps qu'il fait, le temps qu'il fera...

Telles sont, exprimées sous une forme très condensée, les préoccupations de la Météorologie, science de l'atmosphère.

Dans le monde entier, des météorologistes relèvent les caractéristiques de l'atmosphère et mesurent, en surface et en altitude, les paramètres météorologiques, à intervalles réguliers, de jour et de nuit.

D'autres météorologistes assurent la gestion de ces informations : transmission, traitement, stockage et diffusion. D'autres encore analysent la situation météorologique sur des domaines très variés : de l'échelle locale d'un aéroport ou d'une ville, à l'échelle régionale d'une nation, d'un continent, puis d'un hémisphère. A partir de ces analyses, des prévisions sont élaborées, puis diffusées sous la forme appropriée, au public, à des usagers ou à des groupes d'usagers spécialisés. Pour accomplir ces tâches, les météorologistes disposent de moyens techniques très modernes.

Les domaines d'application de la Météorologie

Si l'homme de la rue ne connaît la météorologie que sous l'aspect d'information du grand public véhiculée par la presse, la radio et la télévision, il ignore généralement les prestations essentielles que les services météorologiques assurent dans les nombreux domaines de l'activité économique d'un pays :

Les Transports

— l'aéronautique, avec les renseignements indispensables pour le décollage, le vol et l'atterrissage — les transports routiers et par voie ferrée (acheminement des denrées périssables, état des routes,...);

La Marine

— où les informations météorologiques permettent d'assurer la sécurité des hommes et des biens (pêche, plaisance) et d'améliorer la rentabilité des transports maritimes;

L'Agriculture

— qu'il s'agisse de stratégie à long terme (choix des cultures), de planification des travaux agricoles ou de protection des végétaux (prévisions de gel, de pluie, de sécheresse, des conditions favorables aux traitements de ces végétaux...).

L'Aménagement du territoire

— implantation rationnelle des zones industrielles et des zones d'habitation en fonction du microclimat local et de la pollution atmosphérique;

La Protection civile

— prévision des phénomènes dangereux : crues, conditions atmosphériques favorables aux avalanches et aux incendies de forêts, tempêtes...

Le tourisme

— offices de tourisme, agences, syndicats d'initiative, sociétés nautiques, stations thermales ou de sport d'hiver utilisent couramment l'information météorologique;

La Santé publique

— ressources en eau, travaux publics, industries;

La Défense nationale,...

Cette liste succincte des applications actuelles ne couvre qu'une partie de l'assistance météorologique en pleine expansion.

Simultanément, les domaines de la recherche et de l'exploitation ne cessent de s'étendre. Citons notamment, au cours de la dernière décennie, les activités nouvelles en météorologie spatiale, l'étude des interactions océan-atmosphère, le développement spectaculaire de l'informatique, l'assistance aux plates-formes de forages pétroliers en mer ...

Aux météorologistes s'ouvrent donc, chaque jour, de nouveaux secteurs d'activités. La Météorologie constitue une carrière d'avenir, couvrant de nombreux domaines depuis la physique de l'atmosphère jusqu'aux statistiques climatologiques, en passant par la prévision numérique sur ordinateur et à l'interprétation des renseignements obtenus par les satellites.

La Météorologie a la charge, en France, de satisfaire les besoins exprimés par les ministères, les organismes publics et privés et les instances internationales de la Météorologie (Organisation météorologique mondiale).

Plus de 2 000 météorologistes assurent, en Métropole et Outre-Mer, des fonctions très variées. Elles peuvent s'étendre :

— de l'observateur affecté dans l'une des 150 stations météorologiques de la Métropole et d'Outre-Mer ou à bord d'un des navires stationnaires,

— jusqu'au chercheur, étudiant dans son bureau ou dans un laboratoire de nouvelles méthodes, des procédés originaux, une instrumentation spécifique ou plus précise,

— en passant par le prévisionniste d'un centre régional, le technicien en instruments de mesure, le professeur ou l'instructeur chargé des cours à l'Ecole, le technicien délivrant des renseignements à des clients spécialisés,

— le programmeur ou l'analyse attaché au centre de traitement de l'information disposant de calculateurs puissants,

— le spécialiste en instrumentation ou équipements de télécommunication chargé de l'installation et du maintien en bon état de fonctionnement des installations techniques indispensables à l'exécution et à la diffusion des observations.

Les tâches peuvent comporter aussi bien le bref passage devant les caméras de télévision, qu'un long séjour auprès d'un pays en voie de développement, une mission de plusieurs mois dans les Terres australes ou de quelques semaines sur une région du globe où se déroule un programme de recherche mondial, un stage complémentaire de formation dans une Université étrangère ou dans une Ecole française.

Malgré cette diversification de fonctions, tous ont suivi un enseignement spécialisé à l'Ecole nationale de la Météorologie, puis accompli des stages pratiques les amenant à divers niveaux de formation professionnelle.

Les carrières

Au sein de la fonction publique, les différents corps de la Météorologie nationale comprennent :

- le corps des Ingénieurs de la Météorologie,
- le corps des Ingénieurs des Travaux de la Météorologie,

— le corps des Techniciens de la Météorologie.
 Les Ingénieurs de la Météorologie et les Ingénieurs des Travaux forment des corps classés dans la catégorie A.
 Les Techniciens de la Météorologie forment un corps de catégorie B comportant trois grades correspondant à trois degrés de qualification : Technicien, Technicien supérieur et Chef Technicien.

Le recrutement

Chaque année, des concours sont ouverts aux candidats et candidates de nationalité française. Durant leurs études les élèves perçoivent une rémunération correspondant à leur grade. Le régime de l'Ecole est l'externat.

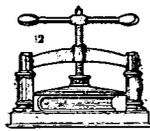
Les cours sont professés soit à Bois-d'Arcy (Yvelines), où l'Ecole possède la plupart de ses installations, soit à Paris (particulièrement pour une phase importante de la formation des Ingénieurs). Cet enseignement est complété par des stages pratiques dans divers services de la Météorologie.
 Un tableau résume, ci-dessous, les conditions d'admission aux concours, la durée des études et les possibilités d'accès au grade supérieur. Des renseignements complémentaires peuvent être fournis sur demande en s'adressant à :

DIRECTION DE LA METEOROLOGIE
 Bureau des concours, 73-77, rue de Sèvres 92100 Boulogne
 Tél. 604.91.51 Poste 347

RECRUTEMENT, ETUDES, CARRIERE ET PROMOTION.

Corps technique	Conditions d'admission		Durée des études	Grades	Possibilité d'accès au grade supérieur
	âge	diplôme et niveau du concours			
Ingénieur de la Météorologie	30 ans au plus	- Les élèves sortant directement de l'Ecole Polytechnique, sont admis sur titre. Concours * ouvert aux : - Diplômés d'une des Ecoles nationales d'Ingénieurs, - Titulaires d'une maîtrise ès-Sciences de mathématiques ou de physique, ou d'informatique ou de mécanique...	2 ans	Ingénieur général ▲ Ingénieur en chef ▲ Ingénieur	Ingénieurs ▲ Concours intérieur et examen professionnel
Ingénieur des Travaux de la Météorologie	18-30 ans	Concours du <i>niveau</i> des classes M et P (classes de Mathématiques supérieures et Mathématiques spéciales).	3 ans	Ingénieur Divisionnaire des Travaux ▲ Ingénieur des Travaux	Ingénieurs des Travaux ▲ Concours intérieur et examen professionnel
Technicien de la Météorologie	18-45 ans	Concours du <i>niveau</i> du Baccalauréat Mathématiques ou Technique.	2 ans	Chef Technicien ▲ Technicien supérieur ▲ Technicien	Techniciens

* : Ce concours n'est pas ouvert tous les ans



Sous presse

LA NOUVELLE DONNE MONÉTAIRE INTERNATIONALE

N° 177

juillet-septembre 1976

On s'était habitué au *statu quo* après les affres monétaires des années 1971 à 1973. Certes, on savait bien qu'une crise était latente, que des gouffres de déficit s'étaient ouverts après le quadruplement du prix du pétrole, que des pétrodollars apparaissaient par milliards, mais chacun et tous semblaient s'en accommoder. Des réunions internationales rassurantes se tenaient de par le monde. Seuls s'inquiétaient les spécialistes, mais leur mission n'est-elle pas d'être toujours sur le qui-vive?

Et puis voici qu'au début 1975 le Nigeria arrive à faire chuter la livre sterling; elle tombe au plus bas - record historique par rapport au dollar. La lire suit et le franc français sort brusquement du serpent européen.

Le moment est donc venu de donner aux lecteurs une explication simple des événements et des acteurs du jeu monétaire international actuel, car ni les cartes, ni les joueurs, ni les règles du jeu ne sont les mêmes que pendant la période 1971-1973.

Ce nouveau numéro, qui consacre plus de place à l'explication des stratégies qu'aux techniques, est le complément normal du cahier *La crise du système monétaire international* (n° 153, édition de juillet 1974).



Les Cahiers Français

Revue périodique de l'actualité politique, économique, sociale et culturelle de la France : 5 numéros par an de 96 pages (dont 32 pages de notices)

Le n° : 12 F

Abonnement : 40 F
(France et étranger)

Supplément
pour envoi recommandé
France : 10,40 F
Etranger : 20,80 F

Service des abonnements
tél. : 834-92-75

Versements
à M. le Régisseur des recettes
C.C.P. : Paris 9060-98

BON DE COMMANDE

(à découper)

Je désire m'abonner pour un an aux « Cahiers Français » (5 numéros 40 F) (1)

Nom :

Prénom :

Adresse :

.....

.....

Profession :

Date : Signature :

Je désire recevoir.....
exemplaire(s) des numéros suivants
(voir liste à la page suivante) (1)

.....

.....

A retourner à :
LA DOCUMENTATION
FRANÇAISE, 31, quai Voltaire
75340 Paris-Cédex 07.

Paiement à la réception de la
facture.

(1) Mettre une croix dans la case correspondante.



Votre collection de Cahiers Français :

- N° 152 Bilan 1971
 N° 153 La crise du système monétaire international (*nouvelle édition juillet-août 1974*)
 N° 154-5 Travail et condition ouvrière
 N° 156-7 La Justice
 N° 158-9 La Région
 N° 160 Au seuil de 1973
 N° 161 La croissance économique
 N° 162 Pour une croissance civilisée
 N° 163 Environnement et pollution
 N° 164 Au seuil de 1974
 N° 165 La montée des consommateurs
 N° 166 L'Europe agricole
 N° 167 Le Tiers Monde et nous
 N° 168 Le Tiers Monde face à lui-même
 N° 169 La Banque
 N° 171 Vivre au féminin
 N° 173 Emploi-Chômage 1
 N° 174 Les Parlements aujourd'hui
 N° 175 Emploi-Chômage 2

A paraître :

- N° 177 La nouvelle donne monétaire internationale

LES CAHIERS FRANÇAIS

une revue éditée par :

La Documentation Française

Secrétariat général du Gouvernement
 Direction de la Documentation
 31, Quai Voltaire - 75340 Paris
 Cédex 07.

Tél. : 261-50-10

Télex DOCFRAN Paris 204826

Directeur de la publication :

J.-L. CREMIEUX-BRILHAC

Rédaction en chef :

A.-E. NIVOLLET, M. BOUCHER

Secrétaire de rédaction :

M. DJEBNOUN

Conception graphique :

Ph. MEYRIER

Dépôt légal : 2^e trimestre 1976

N° 2262

Imprimé en France par :

Imprimerie LANDAIS

84, rue d'Hauteville, 75010 Paris

Couverture : Photo GIFAS

Traitée par P. Leclerc

CPPP 789 AD

le transport aérien

Numéro 176 - mai-juin 1976

Sommaire

LE CAHIER

Editorial (Claude Abraham, directeur général de l'Aviation civile).....	2
LE TRANSPORT AERIEN : EVOLUTION ET PERSPECTIVES	
L'évolution du transport aérien (Danielle Bénadon).....	5
Les perspectives du transport aérien.....	9
Le transport aérien et la coopération internationale (Jean-François Terral).....	12
L'aviation générale en France (Charles Boissonade).....	16
LES AVIONS DE TRANSPORT CIVIL	
Les constructeurs français (Jean-Yves Delhayé).....	20
La vie d'un avion (Michel Pognonec).....	22
L'Airbus (Jean-Paul Perrais).....	24
Le Concorde (Michel Lagorce).....	27
Fiche d'avion.....	28
Le Mercure et le Boeing 737 (fiches d'avions).....	30
Avions et écologie (Vital Ferry).....	33
POUR LE TRANSPORT AERIEN	
Le rôle civil de la direction des Bases aériennes (Paul Ollivier)...	40
Roissy-CDG, deux ans après (interview du directeur général d'Aéroport de Paris).....	41
L'extension sur la mer de l'aéroport de Nice-Côte d'Azur (Claude Pradon).....	48
La formation du personnel navigant professionnel (Charles Boissonade).....	56
La météorologie au service du transport aérien.....	59
L'espace aérien civil et le contrôle (Jean-Yves Savina).....	62

LES NOTICES

- N° 1 Les compagnies aériennes françaises et leur place dans le monde (Danielle Bénadon)
 N° 2 Les compagnies aériennes régionales (Jean-François Grassineau)
 N° 3 Les charters (François Collet)
 N° 4 Le fret aérien (Jean Audoin)
 N° 5 Modèles de prévision du trafic aérien (François Collet)
 N° 6 La régulation du trafic aérien (Jean-Yves Savina)
 N° 7 L'automne de l'ILS (Olivier Carel)
 N° 8 Les écoles : l'ENAC et l'Ecole de la Météorologie

Ce cahier a été réalisé sous la direction de Nadine Spira.