

Chaque Etat est souverain s'agissant de la gestion de l'espace situé au-dessus de son territoire. Pour les Etats côtiers, les limites de ce territoire sont fixées à une distance de 12 NM (miles marins) des côtes. Quant à l'espace international qui n'est soumis à aucune souveraineté, il est partagé en zones, dénommées FIR (Flight Information Region ou Région d'Information de Vol).

L'OACI, l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale, créée par l'ONU vers la fin de la seconde guerre mondiale, a réparti, avec leur accord, l'espace aérien entre les Etats.

Dans la région Pacifique, la France s'est vue octroyer et a accepté la gestion de l'espace aérien correspondant à la FIR Tahiti. En revanche, la FIR située au-dessus de la Nouvelle-Calédonie et de Wallis et Futuna n'a pas été confiée, pour ce qui relève de l'espace aérien international, par l'OACI à la France, mais à Fidji sous le nom de FIR Nandi qui englobe également le Vanuatu. Il est intéressant de noter qu'à l'Est de la FIR Tahiti se trouve un espace appelé « NO FIR », ce qui signifie qu'aucun Etat n'a accepté d'en assurer la gestion et les obligations qui en résultent. Cette attribution de l'espace international peut être remise en cause à Montréal (siège de l'OACI) selon une procédure complexe*. La zone régionale, FIR Tahiti recouvre une superficie de 12.5 millions de km², englobant la Polynésie française, supérieure à la superficie de l'Europe, de l'Atlantique à l'Oural. Elle comprend également une partie du territoire de l'Etat voisin du Kiribati avec les îles de la Ligne sud (Flint, Vostok, Caroline) qui sont dépourvues d'aérodromes.

Les FIR sont, pour la plupart, sous le contrôle d'Etats qui en assurent les prestations de service d'information, de contrôle, d'alerte et de sauvetage.

Il est donc proposé au lecteur de s'intéresser aux caractéristiques de la FIR Tahiti, afin de mieux appréhender l'ensemble des responsabilités qu'implique la charge du contrôle de cet espace aérien.

*(cf îles Cook en 1975, ou Tonga et Samoa en 2002).

Liberté contrôlée hors de l'espace aérien territorial

Hors des limites de l'espace aérien territorial, sur la haute mer, le survol est donc entièrement libre. Cependant, pour garantir un niveau suffisant de sécurité du trafic aérien, il est nécessaire de fournir différents services aux navigateurs aériens en vol. Ainsi se déroulent au-delà des eaux territoriales, mais dans les limites de la FIR, plusieurs activités ayant un caractère dangereux pour la navigation aérienne, comme des tirs de fusées spatiales depuis des plates-formes positionnées sur l'équateur, ou bien des retombées de tout ou partie d'engins spatiaux. Il n'appartient pas aux organismes de la circulation aérienne d'autoriser ou d'interdire de telles activités, mais simplement de les prendre en compte pour assurer la sécurité des vols qui pourraient interférer avec ces activités.

Les limites « verticales » de l'espace aérien

C'est dans la partie basse de l'atmosphère entourant la Terre qu'évoluent les différents types d'aéronefs constituant ce qu'il est convenu d'appeler la circulation aérienne. Si on excepte le Concorde, aujourd'hui retiré de la circulation, et les avions militaires, l'espace aérien dont on parle communément s'étend de la surface du sol ou de l'eau jusqu'à une altitude d'environ 15 000 m. Cependant, si la limite inférieure de la FIR est constituée par la surface du sol ou de l'eau, la limite supérieure est donnée comme illimitée.

Les FIR voisines

La FIR Tahiti a des limites latérales communes avec la FIR Oakland (USA) au Nord, la FIR Auckland (Nouvelle Zélande) à l'Ouest et au Sud, le secteur Pâques de la FIR Santiago (Chili) à l'Est. Il existe également un volume dit « No FIR » à l'Est, au sein duquel aucun organisme n'a été désigné pour assurer les services de la circulation aérienne. Un espace No FIR est ainsi dénommé parce qu'aucun

LES RECETTES DE LA FIR

Il existe normalement deux redevances de circulation aérienne, la redevance de route et la redevance pour services terminaux de la circulation aérienne (RSTCA). Cette dernière qui correspond à « la rémunération des services rendu par l'Etat pour la sécurité de la circulation aérienne et pour la rapidité de ses mouvements à l'arrivée et au départ des aéroports » est applicable en Polynésie française et a rapporté en 2005 environ 5,6 M euros (> 668MCFP) au budget annexe de l'aviation civile.

En revanche, la redevance de route qui correspond à la « rémunération de l'usage des installations et services mis en oeuvre par l'Etat au-dessus du territoire français et dans son voisinage, pour la sécurité de la circulation

aérienne et la rapidité de ses mouvements, y compris les services de radiocommunications et de météorologie », n'a pas été étendue à la FIR confiée par l'ORCI à l'Etat français et placée sous la responsabilité du centre de contrôle en route de Tahiti-Faa'a.

Il convient de noter que dans la région du Pacifique, l'Etat de Fidji a déjà institué une redevance de route dans la FIR de Nandi. La question est posée de la création d'une redevance de route dans la FIR Tahiti.

A titre d'information, une estimation des recettes de redevances de route effectuée en 2004 sur la base de la formule utilisée par les Fidjiens donne un montant de 1,285 M euros (> 153MCFP) pour les vols commerciaux internationaux en mouvement (arrivée ou départ) ou en transit dans la FIR Tahiti.

organisme n'a accepté d'y fournir les services de la circulation aérienne au bénéfice des vols se déroulant dans ce volume. En particulier, le service d'alerte, dont le rôle est d'alerter les organismes de recherche et sauvetage, n'y est pas assuré. Dans les rares cas où un vol donné se trouve amené à pénétrer dans cet espace, il appartient à l'exploitant (compagnie et équipage) de prendre les dispositions qu'il juge nécessaire pour compenser l'absence de service. Certaines compagnies peuvent utiliser les moyens de communication satellitaire pour établir des contacts radio à intervalles réguliers entre l'appareil en vol et leur service Opérations. En cas de problème, c'est ce service qui sera chargé de prévenir les organismes appropriés de recherche et sauvetage. En pratique, en cas d'appel de détresse reçu d'un vol par le centre de contrôle de Tahiti Faa'a, l'alerte serait déclenchée quelle que soit la position de l'aéronef, même en No FIR.

La FIR Tahiti s'étend donc de 158°W à 120°W et de 3°N à 30°S.

Les communications peuvent se faire désormais par liaisons de données pilotes/contrôleurs via satellite : les pilotes et les contrôleurs ne se parlent plus, ils s'écrivent. Ils communiquent via un ensemble de messages informatisés de sorte que la HF bruyante est reléguée au rang de secours.



La gestion du trafic aérien dans la FIR Tahiti

Au début des années 1990, une démarche régionale, initiée au sein du groupe informel ISPACG, (voir encadré) a permis d'établir un constat de l'environnement opérationnel et technique dans le Pacifique sud.

Cette démarche a permis de mettre en relief que le système de routes fixes ne prenait pas en compte les paramètres météorologiques (forts vents entre les 30° et les 60° parallèles, phénomènes cycloniques...) pour des vols très long courrier. Ainsi, la longueur de ces vols (entre 12 et 15h) contraint à un emport carburant qui limite la charge marchande offerte au décollage. On a donc dû rechercher très activement tous les moyens susceptibles de réduire la quantité de carburant à embarquer de manière à offrir la charge marchande optimale. À l'évidence, optimiser la route en fonction des conditions météorologiques prévues sur le parcours s'est imposé. Surtout lorsque l'on sait qu'un B 747/400 consomme environ 12t/h, ou 200 kg/minute en vitesse de croisière. Autrement dit, un vol plus court de 10 minutes permet d'emporter 1200 kg de charge marchande (il faut du kérosène pour transporter ce fret). Cette instance de réflexion a également pu mettre en lumière que le moyen de communication vocale était de mauvaise qualité et dépendante de phénomènes de propagation liés à l'utilisation de fréquences HF (High Frequency) pouvant aller jusqu'à une perte totale de communication rendant la surveillance même du suivi des vols délicate pour les centres de contrôle. L'une des solutions possibles, celle du radar notamment est exclue pour des raisons physiques (espace océanique) et économiques (zone immense à couvrir, faible densité de trafic). Le Groupe a constaté que le contrôleur travaillait en quelque sorte en "aveugle", avec des « strips » (bande de progression de vols) et une carte papier visualisant les routes fixes.

Les trois objectifs de l'ISPACG :

- La mise en place d'un réseau de routes flexibles, qui prennent en compte les derniers paramètres météorologiques.
- L'amélioration des communications pilote contrôleur par l'utilisation des liaisons de données. Définition des procédures d'utilisation de ces nouveaux outils et la publication de celles-ci dans un premier temps dans le SPOM (South Pacific Operations Manual). Grâce à la coordination avec l'OACI et ses différents sous groupes, la prise en compte au niveau mondial de l'intégration de ces procédures sera effective avec le POM (Pacific Operations Manual), et enfin dans le FOM (Future Air Navigation System Operational Manual).
- La réduction des séparations par phases successives :
Les séparations, de 100 NM latéralement et 15 minutes longitudinalement, devraient être réduites par phases à 50 NM puis 30 NM.

Les réalisations déjà effectuées en matière de routes

Dans un premier temps, en 1995, cela a permis de mettre en service les routes flexibles (ou flextracks) au travers du système PACOTS (Pacific Oceanic Tracks Systems). Ces routes sont calculées pour une durée de 24 heures par le centre de contrôle d'Oakland aux Etats Unis à partir d'informations « météo » fournies par le centre météorologique de Bracknell en Angleterre qui s'occupe de les com-

L'ISPACG EN BREF

Emanation de l'OACI, l'ISPACG (Informal South Pacific ATS Coordinating Group) est un groupe informel créé au début des années 1990 qui s'est fixé pour objectif de développer et d'harmoniser les services de la circulation aérienne dans le Pacifique sud. A l'origine, le groupe se forme autour des autorités des aviations civiles américaines, australiennes et néo-zélandaises, particulièrement intéressées par l'amélioration des routes reliant Los Angeles à Sydney et Los Angeles à Auckland. La France, représentée par le SEAC.PF, y adhère en 1993. Les travaux de l'ISPACG ont permis d'introduire de nouvelles techniques, notamment basées sur l'utilisation du satellite, dans la gestion de la circulation aérienne.

DÉCALAGE LATÉRAL DE ROUTES

L'emploi de systèmes de navigation de haute précision comme le système de navigation par satellite (GNSS) permet aux avions de suivre avec une extrême précision leur route. S'en trouve augmentée la probabilité de collision entre deux aéronefs qui suivraient une même route ou des routes opposées et qui n'auraient pas été, par erreur, séparées verticalement ou latéralement. Aussi l'OACI, en coordination avec les Etats gérant l'espace océanique dans le Pacifique a donné comme directive qu'un décalage latéral pouvant aller jusqu'à 2NM à droite de la route soit appliqué par les pilotes pour tous les aéronefs convenablement équipés. Cette directive est bien sur en vigueur dans la FIR Tahiti et a été publiée par l'AIP (Aeronautical Information Publication).

muniquer aux compagnies et aux centres de contrôle intéressés. Cette première phase qui a permis de faire des économies, ne permettait cependant pas d'optimiser le vol car ces routes ne prenaient pas en compte les spécificités de chaque vol (type d'appareil, motorisation, prévision météorologique à 24 heures).

Une deuxième phase a ensuite été étudiée : l'optimisation de ces routes après le décollage, basée sur des informations météo plus récentes, c'était le DARP (Dynamic Airborne Route Planning). Officiellement en service en 1998, ce système n'a pratiquement jamais été utilisé, pour deux raisons au moins : cette procédure était très lourde pour tous les acteurs, en particulier pour les Opérations des compagnies aériennes, et ensuite elle ne permettait pas de prendre de charge marchande supplémentaire car cette gestion n'intervenait qu'après le décollage.

Une troisième phase a vu le jour : les UPR (User Preferred Route) ou route préférentielle personnalisée. Dans cette phase, ce n'est plus le centre américain d'Oakland qui calcule la route pour un vol « standard », mais la compagnie qui la calcule pour son vol, en fonction de ses propres paramètres (charge et type de motorisation qui déterminent le profil de montée) et sources météo parfois « rafraîchies » par des données transmises en temps réel par les avions déjà en vol. Cette notion de « free flight » n'a été possible que dans le contexte du Pacifique Sud à faible densité de trafic, et de la mise en œuvre du RVSM (Réduction des séparations verticales de 1000 ft au lieu de 2000 ft auparavant) en février 2000.

Une quatrième phase est actuellement en expérimentation entre le centre d'Oakland et Auckland, seuls centres limitrophes à utiliser les messages AIDC (air traffic system interfacility data communication) ayant la possibilité de transmettre les données permettant la mise à jour des profils de vol en temps réel. Cette phase permettra un changement de route pour des vols déjà sur UPR. Ainsi, la compagnie, en fonction des dernières évolutions météorologiques, peut être amenée à proposer à l'équipage déjà en vol de modifier sa route en la transmettant par data-link à l'aéronef. L'équipage peut également conserver la route en cours ou accepter d'en changer en faisant une demande au centre de contrôle avec lequel il est en compte. Et enfin, le contrôleur peut refuser le changement pour des raisons opérationnelles ou l'accepter. Dans ce dernier cas, la nouvelle route proposée devient la route active et les éléments de cette nouvelle route sont transmis au centre suivant.

Les avancées en matière de Communication/Navigation/Surveillance dans le Pacifique Sud

La Région Pacifique Sud est en pointe dans l'application du concept CNS / ATM défini par l'OACI (Communications, Navigation, Surveillance/Air Traffic Management) permise par l'avionique à bord des avions long courriers desservant la région (FANS 1/A : Future Air Navigation System, 1 pour Boeing et A pour Airbus). Ils utilisent l'environnement ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System) déjà opérationnel pour les besoins des compagnies aériennes. C'est l'avènement de l'utilisation de la technique satellite dans les trois domaines de cette application :

C : les communications peuvent se faire désormais par liaisons de données pilotes/contrôleurs CPDLC (Controller/Pilot DataLink Communications) via satel-

lite : les pilotes et les contrôleurs ne se parlent plus, ils s'écrivent. Ils communiquent via un ensemble de messages informatisés de sorte que la HF bruyante et souvent inaudible est reléguée au rang de secours. De plus, les liaisons SATCOM (téléphone satellite) sont utilisées en secours ultime.

N : La navigation est confiée à des centrales à inertie, recalées en permanence par des données GPS ; la précision de la navigation est stupéfiante même après dix heures de vol au milieu du Pacifique !

S : L'avionique FANS est dotée d'une application ADS-C (Automatic Dependent Surveillance-Contract) qui, sans intervention du pilote, envoie au contrôleur par liaison de données via satellite, à intervalles déterminés des reports de positions permettant un suivi de l'avion.

Les avancées en matière de réduction des séparations

Pour la réduction des séparations, cela s'est traduit par le passage de séparations latérales de 100 NM et longitudinales de 15 minutes à des séparations latérales et longitudinales de 50 NM, voire de 30 NM. Les réductions sont permises par



Le cockpit d'un avion Boeing 747 d'Air New Zealand équipé de boîtiers ACARS.

RNP (REQUIRED NAVIGATION PRECISION) : QUALITÉ DE NAVIGATION REQUISE

La combinaison actuelle de navigation par satellite, par centrale à inertie de bord et par moyens sol de radionavigation couplée à de puissants ordinateurs de gestion de vols embarqués permettent une très grande précision de navigation qui a pour conséquence notamment de donner la possibilité de réduire les séparations latérales entre les routes. La RNP est une expression de la précision de navigation qui est requise pour évoluer dans un espace aérien

donné. A titre d'exemple, l'exigence RNP-10 dans une partie de l'espace aérien Pacifique signifie que le système de navigation de bord doit maintenir l'aéronef le long de sa route avec un écart par rapport à sa position inférieur à 10 NM pendant 95% du temps. En conséquence, pour les aéronefs agréés RNP-10, les séparations latérales de route peuvent descendre jusqu'à 50 NM : ça sera le cas en FIR Tahiti en 2006 avec la publication de l'exigence RNP-10 dans l'espace océanique au dessus du FL 245. Certains Etats ont déjà franchi une nouvelle étape en exigeant une précision RNP-4 qui autorise à descendre à des séparations latérales allant jusqu'à 30 NM.

SIGMA

Ce système de gestion des plans de vol a été conçu initialement pour les besoins des aérodromes et des bureaux de piste des approches françaises. Dès son origine, il a intégré une version pour les besoins de contrôle outre-mer, mais pour répondre tout particulièrement aux besoins de Tahiti issus de la mise en œuvre des concepts définis par l'ISPACG, la version outre-mer de SIGMA a été modifiée profondément. Les principales caractéristiques fonctionnelles du système SIGMA dans l'environnement de Tahiti concernent :

- Dépôt, création, modification de plans de vol principalement utilisés par le bureau de piste,
- Visualisation d'informations générales (info météo, consignes d'exploitation, ATIS...),
- Gestion des mouvements, impression de strips.

la précision de navigation évoquée ci-dessus à la condition que l'avion soit doté d'équipements de bord adéquats (on parle d'exigence de précision de navigation RNP-10 voire RNP-4 . Voir l'encadré page 7).

VIVO, système informatisé de suivi des vols océaniques du centre de contrôle de Tahiti

Pour répondre aux objectifs régionaux fixés par l'ISPACG, la France s'est lancée dans la conception d'un nouveau système de visualisation des vols océaniques mis en œuvre en plusieurs phases à partir de 1995, appelé VIVO. Nos voisins ont suivi, à leur tour, avec la conception d'un système de contrôle océanique OCS (oceanic control system) par la Nouvelle Zélande et d'un système TAAATS (The Australian Advanced Air Traffic System) par Thomson/Thalès pour l'Australie à partir de 1996. Depuis, Fidji a acquis un Eurocat 2000 X et les Etats-Unis viennent de mettre en œuvre le système ATOP/OCEAN 21 pour ses centres de contrôle océaniques New York, de Oakland et Anchorage, système développé par Lockheed Martin sur la base du système OCS. Le système VIVO n'est pas un système complet et intégré mais seulement un moyen de communication et de visualisation. Il a fallu le relier au système SIGMA (Système Informatisé de Gestion des Mouvements Aéroportuaires) pour l'aspect traitement et gestion des vols. SIGMA et VIVO sont indissociables, mais chacun a ses propres fonctionnalités (voir encadrés).

VIVO

Ce système, de visualisation des vols océaniques, développé par Thalès a évolué régulièrement en 4 phases. Première phase, VIVO 1 en janvier 1995 : c'est le contrôleur qui introduit manuellement dans le système les reports de position communiqués par les pilotes sur la fréquence HF. Il dispose d'une visualisation des vols ainsi mis à jour. Deuxième phase, VIVO 2 en mars 1996 : c'est l'étape majeure avec la mise en œuvre des échanges de messages entre les systèmes sol-bord permettant les échanges pilotes-contrôleurs via satellite (CPDLC- Controller-Pilot Datalink Communications) les messages reçus du bord sur initiative du pilote mettent à jour automatiquement les positions de vols visualisées sur l'écran des contrôleurs. La phase 3, VIVO 3, en mars 1999, qui est une étape d'automatisation complémentaire puisque le système bord envoie automatiquement, à intervalles réguliers, définis par contrat, les reports de position utilisant l'application bord ADS-C (Automa-

tic Dependant Surveillance-Contract). Enfin, en 2004 le système VIVO a vu une évolution majeure portant sur un changement de système d'exploitation (de HP vers LINUX) et d'une modification de son architecture du point de vue technique pour devenir VIVO 4 permettant la réduction des normes de séparation.

Les principales caractéristiques fonctionnelles du système VIVO sont :

- L'exploitation des liaisons de données : acquisition et traitement de données de positions d'avion et prédiction de vol reçues par liaison de données avec les avions équipés FANS, gestion des liaisons Contrôleur-Pilote (CPDLC), gestion des télécommunications...
- Présentation des données de positions d'avions en communication HF sous forme de pistes ;
- Manipulation d'outils graphiques ;
- Supervision, enregistrement, « replay » ;
- Simulation des échanges air/sol.

Les moyens de la FIR

La FIR Tahiti est immense. Il s'agit de rester en contact avec tout avion volant dans cette zone. Dans les zones terrestres, la couverture radio est habituellement assurée au moyen de stations d'émission-réception VHF (Very High Frequency) disposées sur tout le territoire concerné, et reliés aux centre de contrôle par des liaisons téléphoniques, le plus souvent des lignes dites spécialisées, c'est-à-dire dédiées à cette tâche. On appelle ces stations des Antennes Avancées. Mais en Polynésie, le contexte maritime et les coûts élevés des lignes spécialisées ne permettent pas de réaliser une telle infrastructure. Il reste qu'il faut pouvoir communiquer sans relais avec des avions situés jusqu'à 3500 km de Tahiti.

Or il se trouve que les télécommunications radio se heurtent au problème suivant : plus les fréquences radio employées sont hautes, plus elles peuvent transporter d'informations, mais moins elles portent loin. Pour porter loin, il faut au contraire descendre le plus possible la fréquence des ondes. Alors pour porter le plus loin possible, on en arrive à la limite de ce qui est nécessaire pour transporter une voix humaine intelligible. Les pilotes et les contrôleurs de notre zone Pacifique en savent quelque chose.

C'est ainsi que la seule solution possible est l'emploi des ondes dites «Hautes Fréquences» (HF). Cela suppose des équipements lourds, encombrants, à la pointe de la technologie, mais qui offrent un avantage incomparable : ils sont indépendants de tout moyen de relais au sol comme par satellites et ils portent néanmoins incroyablement loin.

Les communications HF : une technique à part

Il faut donc que les contrôleurs du trafic aérien comme les personnels de maintenance de Tahiti-Faa'a sachent prendre en compte les particularités de cette technique. A ces fréquences, qui vont de 3 à 30 MHz, les ondes ne se propagent pas seulement en ligne droite, et c'est bien ce phénomène que nous utilisons pour porter à des distances qui vont très largement au-delà de l'horizon. Les ondes HF voyagent en se réfléchissant sur plusieurs couches invisibles de l'atmosphère. On appelle ce phénomène la propagation par «onde de ciel». Ces couches sont formées par la réaction de l'air atmosphérique aux particules solaires, elles dépendent donc de l'ensoleillement, et, pour simplifier, elles sont tour à tour réfléchissantes ce qui est bon pour la propagation et absorbantes, ce qui l'est nettement moins, bien sûr.

Le nombre de tâches solaires, ces zones plus sombres de la surface du soleil, permettent d'avoir une idée de la puissance de l'émission de particules ionisées. On les compte depuis 1750, et les scientifiques leur ont trouvé plusieurs cycles, dont un de 11 ans. Ces particules quittent le soleil pour venir, huit minutes plus tard, pénétrer profondément et ioniser l'atmosphère en formant une couche fortement selon les cas (niveau, heures) profondément absorbante ou réfléchissante. Ainsi, il arrive que plus aucune communication ne puisse passer, et au cours du temps, nous aurons toujours des «bonnes» et des «mauvaises» années de télécommunications HF. Ainsi l'année 2000 a marqué un pic, tandis que les conditions commençaient à se dégrader progressivement. Le point bas sera touché selon les prédictions actuelles en janvier 2007. Les techniciens que nous sommes auront, cette année là, très mauvaise réputation !

Ces conditions de propagation dépendantes du soleil varient donc aussi en fonction de l'heure de la journée et des directions choisies. Le vol de la Lan Airlines



On utilise la HF dans les communications air-sol, mais la HF souffre d'un défaut que tous les contrôleurs de Tahiti ne connaissent que trop bien : le bruit de fond.

(Lan Chile) qui joint Tahiti à l'île de Pâques et les contrôleurs qui le prennent en charge connaissent bien ce problème : perdu en contact la nuit, on le retrouve dès que le soleil se lève sur la zone entre l'avion et Tahiti.

Une carte mensuelle de propagation HF dans la FIR Tahiti pour les pilotes et contrôleurs

Pour gérer ce problème, que cet article n'a fait qu'effleurer car de nombreux autres phénomènes comme le bruit, ou le «fading» altèrent ces communications, la division technique du SEAC.PF élabore, grâce à des informations de base fournies par le Centre National d'Etude des Télécommunications, une carte mensuelle de la FIR Tahiti qui est mise à la disposition des contrôleurs et de pilotes qui le demandent. Sur cette carte de lecture facilitée, il suffit de regarder l'heure et la zone dans laquelle se trouve l'avion pour choisir la fréquence la plus adaptée parmi celles qui nous sont allouées : 3.467 kHz, 5.643 kHz, 8.867 kHz, 13.261 kHz et 17.904 kHz, en plus du 5.680 kHz laquelle est une fréquence de secours. Un nouveau programme informatique permettra dans l'avenir d'améliorer encore la présentation de ces données. Côté matériels, les télécommunications HF sont surtout spectaculaires par la taille des antennes que nous utilisons : de 12 mètres pour la plus petite (une antenne double de type Spiracône) aux grandes antennes de type Fuseau qui culminent à 32 mètres et pèsent deux tonnes. L'émission se fait actuellement depuis un site installé dès les années 1960 dans l'anse Ovini (baie de la rivière Piafau) et progressivement modifié au fur et à mesure de l'apparition de nouveaux émetteurs plus puissants, plus compacts et plus versatiles. Ce centre devra nécessairement être déplacé. L'émission comme la réception HF exigent de grands espaces au sol, et l'urbanisation croissante de la zone nous contraint à de nouveaux projets.

La réception HF, nécessite des précautions très particulières, car le moindre parasite radioélectrique sera perçu plus fort que les émissions des avions. Après de longues recherches, un site a été choisi dans la montagne à La Huna-Tepa (Pamatai) -loin du moins- à l'époque, de toute zone constructible. Il faut savoir que la moindre mobylette mal déparasitée, la moindre machine à laver émet des signaux qui vont réduire encore l'intelligibilité des communications HF. Des récepteurs numériques HF de marque I2 E de toute dernière génération équipent ce site, tandis que la chaîne d'émission actuellement équipée d'émetteurs Nardeux 1 kW sera bientôt encore modernisée, en même temps que la chaîne de commande qui les relie aux casques, micros et postes opérateurs des contrôleurs. Tahiti recevra alors des émetteurs Rohde & Schwarz XK 2900 d'une puissance identique de 1 kW.

Un « squelch intelligent »

Quels progrès reste-t-il à faire dans ces conditions, en dehors de l'installation de ces nouveaux émetteurs et chaîne de commande ? La HF, pour performante et nécessaire qu'elle soit, souffre d'un défaut que tous les contrôleurs et pilotes de Tahiti ne connaissent que trop bien : le bruit de fond. Même s'ils ont appris à le gérer, c'est peut-être là que les mathématiques et l'électronique auront encore un petit mot à dire. Dès 2006, Tahiti a été choisie pour tester un système de Squelch intelligent qui sera installé dans les chaînes de réception. Le squelch est cette fonction qui permet au récepteur de n'envoyer un signal dans la chaîne basse

LE SELCAL

Le SELCAL est un dispositif d'appel sélectif du centre de contrôle vers l'avion en vol. C'est un véritable outil de sécurité et de confort puisqu'il permet à l'équipage d'être appelé en tant que de besoin par le contrôle et par conséquent de baisser le volume de veille de la HF. Le SELCAL comporte un code de 4 lettres propre à chaque avion que le contrôleur compose pour faire retentir une sonnerie dans le cockpit de l'avion. En entrée de zone HF, un test SELCAL est exécuté pour vérifier si ce dispositif fonctionne et en particulier, si le code avion est le bon.

fréquence que quand il y a une émission intéressante à écouter. Mais voilà, il est très difficile de distinguer un signal utile d'un bruit de fond : il y faut le cerveau humain. Un équipement particulier nous promet de discerner automatiquement une communication d'un bruit et ainsi de couper la réception quand il n'y a rien à écouter que du bruit. Une belle expérimentation et un beau progrès en perspective.

LES UTILISATEURS DE LA HF

Au sein du SEAC.PF, il y a en réalité deux utilisateurs de fréquences HF : le Centre de Contrôle Régional (CCR) et le Bureau Régional d'Information Aéronautiques (BRIA). Le CCR gère le trafic aérien dans la FIR Tahiti (voir article dans ce dossier) et il dispose pour ce faire de cinq fréquences en Air-Sol (qui sont réglementairement attribuées au niveau mondial : statut ZLAMP - South Pacific 2). Le Contrôle va utiliser en permanence deux de ces fréquences opérationnelles simultanément l'une appelée «primaire» l'autre appelée «secondaire». Pour la petite histoire, ce sont souvent les fréquences 5643 kHz et 8867 kHz. Il y faut donc deux voies d'émission indépendantes l'une de l'autre. La chaîne radio actuelle ainsi que la future chaîne radio CARTOUM, tiennent compte de ce besoin. Il faut y ajouter la fréquence 5680 kHz dédiée au Search And Rescue (SAR) aéronautique et qui doit être

accessible depuis tous les postes opérateurs.

Le BRIA quant à lui communique avec les autres aéroports en utilisant la HF en liaisons Sol-Sol (statut ZLARN). Ces moyens montrent toute leur utilité quand le téléphone est indisponible, que ce soit pour les aéroports non pourvus de téléphonie par satellite, ou quand, lors des alertes cycloniques, les antennes satellites doivent être mises en position de protection, interrompant ainsi toute forme de communication autre que la HF. On voit que ce ne sont pas moins de trois émissions indépendantes et simultanées qui doivent être mises à la disposition du SEAC.PF : deux fréquences pour le contrôle, une pour les communications Sol-Sol. L'autre caractéristique est la nécessité d'avoir des installations totalement protégées des pannes. Perdre tout contact avec les avions en vol poserait un danger inacceptable.



Côté matériels, les télécommunications HF sont surtout spectaculaires par la taille des antennes que nous utilisons : de 12 mètres pour la plus petite aux grandes antennes qui culminent à 32 mètres et pèsent deux tonnes.

LA RADIONAVIGATION EN FIR TAHITI

La radionavigation dans la FIR de Tahiti est des plus classiques : elle est essentiellement basée sur les quatre VORs (radiophare omnidirectionnel VHF) : TAF - Tahiti-Faa'a, HHN - Huahine, RAN Rangiroa, HAO - Hao. Tous sont équipés de DME (Distance Measure Equipment ou dispositif de mesure de distance). Un certain nombre de radiobalises sont également implantées sur les aéroports (NDB : Non Directional Beacon) sur lesquels sont établies des procédures d'approche aux instruments autorisant les pilotes à conduire une approche même quand les conditions météo d'approche à vue ne sont pas remplies, au moins jusqu'à un certain point. C'est la maintenance de ces moyens très éloignés qui pose le problème le plus important : chaque panne est d'abord identifiée quand cela est possible au téléphone avec l'agent sur place sur l'aéroport, puis le cas échéant une mission est mise sur pied. Sur d'aussi grandes distances que celles qui concernent la FIR Tahiti, les moyens de radionavigation ont longtemps, avant l'arri-

vée des centrales à inertie à bord des avions et surtout des données fournies par les satellites, été basées sur les très basses fréquences radio: LORAN C et OMEGA. Ces systèmes sont aujourd'hui abandonnés

L'arrivée du GPS (Global Positioning System) a révolutionné la navigation. Très achevé du point de vue technique et commercial, le GPS reste à mettre en œuvre dans un cadre réglementaire qui garantisse son emploi et l'intégrité des signaux. Cependant, dès 1998, des procédures d'arrivée GPS sur les atolls de Polynésie ont été autorisées par la DGAC. A ce jour, l'ensemble des 30 aéroports situés sur un atoll dispose de telles procédures. L'année 2006 marquera une étape importante avec la publication des premières procédures d'approche aux instruments non plus basées sur les informations d'une balise implantée au sol mais dites satellitaires car basées sur les informations fournies par les satellites. Enfin l'installation à Faa'a, Bora-Bora et Rangiroa de stations AREOPAGE permettront d'enregistrer les données GPS destinées à être utilisées pour les enquêtes en cas d'incidents/accidents.

Les avions transmettent au centre de contrôle de Tahiti, à intervalle régulier, leurs messages de report de position. Les positions sont déterminées grâce aux moyens de navigation disponibles à bord des avions (récepteurs VOR-DME, GPS, centrales à inertie).



Le SAR, recherche et sauvetage

C'est le centre de contrôle de Tahiti qui, hors des espaces dévolus aux aérodromes, assure dans la FIR Tahiti les services de contrôle, d'information et d'alerte. En Polynésie française, le service SAR (Search And Rescue : Recherches et Sauvetage) est assuré dans les limites de la FIR Tahiti par le centre de coordination et sauvetage de Tahiti (ARCC Tahiti : Air Rescue Coordination Center).

La finalité du service SAR est d'assurer avec le maximum d'efficacité le sauvetage d'aéronefs en détresse en temps de paix et, sur demande, d'assurer une participation aéronautique à toutes opérations de sauvetage de vies humaines sur terre et en mer.

Le SAR dans le domaine aéronautique

Le SAR est un service dispensé à tous les aéronefs lorsque ceux-ci sont dans une situation critique ou en danger lors des différentes configurations de vol notamment dans les phases de décollage, d'atterrissage ou de croisière. Dès qu'une présomption d'incident ou d'accident relative à un aéronef est signalée, le service SAR, en complémentarité avec le contrôle, est assuré en fonction de l'évolution de la situation. L'organisation du service SAR au niveau national diffère de celui de l'Outre-Mer. Le SAR relève du Ministre des Transports avec une responsabilité assumée par la DGAC. Laquelle, par délégation, confie la mission SAR à l'Armée de l'Air. En Polynésie française, conformément au décret 84-26 du 11 janvier 1984, le service d'Etat de l'aviation civile assure le service SAR en plus du service de contrôle,

Au sein du service d'Etat de l'aviation civile, l'organisme responsable SAR est le centre de coordination et de sauvetage Air de Tahiti (ou ARCC Tahiti) situé dans les locaux de la Tour de contrôle de Tahiti-Faaa. Il a pour mission de :

- assurer les recherches et le sauvetage des occupants d'aéronefs en détresse ;
- participer, dans la mesure de ses moyens, à des opérations de recherches et de sauvetage de vies humaines sur terre et sur mer ;
- participer à la prévention des accidents aériens.

Il est responsable, conformément à l'arrêté n° 345/AEM du 15/07/99 du Haut-commissaire de la République française en Polynésie française, de la détermination de la zone probable d'accident, du déclenchement et de l'arrêt des recherches.

Situation géographique et zone de responsabilités

La Polynésie française se situe au milieu de l'océan Pacifique. Par rapport aux destinations environnantes desservies par les différentes compagnies aériennes internationales, il se trouve à plus de 2200 NM d'Auckland (Nouvelle Zélande), de Honolulu (Iles Hawaii) et de l'île de Pâques (Easter Island) ; de 3300 NM de Sydney (Australie) et de 3500 NM de Los Angeles (Californie, Amérique du Nord).

Le centre de coordination et de sauvetage Air de Tahiti (ou ARCC Tahiti) assure ses responsabilités en matière SAR dans la région de recherches et de sauvetage de Tahiti (ou SRR Tahiti) dont les limites correspondent à celles de la région d'information de vol de Tahiti (ou FIR Tahiti). Cette région de recherches et de sauvetage représente une superficie de 12.500.000 km².

MRCC (MARITIME RESCUE COORDINATION CENTER) OU CENTRE DE COORDINATION DU SAUVETAGE MARITIME

La zone de responsabilité en Polynésie française des autorités françaises en matière de secours et de sauvetage en mer représente quelques 10 millions de km² qu'il faut rapporter aux 4167 Km² de terres émergées. Cela revient à comparer la taille d'un carré de 2 mètres de coté à celle d'un terrain de football de 120 m de long et de 90 m de large .

La zone de responsabilité du MRCC de Papeete englobe la quasi-totalité de la zone économique exclusive de la Polynésie française mais aussi des eaux sous juridictions étrangères comme Pitcairn.

Cela montre que le sauvetage dépasse bien souvent les questions de souveraineté nationale et privilégie la coopération entre les Etats.

Le centre de coordination du sauvetage maritime de

Papeete assure 24h/24, 365 jours/an la permanence de la coordination non seulement des différents services de l'Etat intervenant en mer mais aussi des services de la Polynésie française et également de tous les moyens nautiques se trouvant en mer au moment du déclenchement de l'alerte. Il assure la réception et le traitement des alertes « sauvetage » au profit de la chaîne de commandement de service public responsable du sauvetage en mer.

L'aviation civile et le MRCC de Papeete sont en collaboration étroite lors de la réception conjointe d'une alerte transmise par satellite, notamment grâce à la réglementation récente (janvier 2004) d'obligation d'emport de radiobalises de détresse et de survie (balises dites 406) par les aéronefs (cf. chapitre sur moyens de signalisation et de localisation)

Ainsi, en cas de crash d'un aéronef en pleine mer, l'aviation civile coordonnerait les moyens aériens de recherche et de localisation du sinistre (SAR) et le MRCC de Papeete les moyens nautiques engagés.

Les moyens d'intervention

Par le biais des conventions signées entre la Direction Générale de l'Aviation Civile représentée par le service d'Etat de l'Aviation Civile et les divers organismes d'Etat (Armées) et du privé (Air Tahiti, Air Moorea, Polynesia Hélicoptères), l'ARCC de Tahiti peut disposer de moyens aériens d'intervention semi spécialisés et complémentaires. Ceux-ci sont composés d'une panoplie d'aéronefs biréacteurs (Gardian), bimoteurs (Dornier 228, Twin Otter) et d'hélicoptères mono et biturbine (Ecureuil, Twinstar).

Les moyens aériens Gardian, Dornier, Twin Otter et Ecureuil concentrés pour la plupart sur l'île de Tahiti peuvent intervenir à tout moment, en fonction de leur rayon d'action dans la SRR Tahiti ; par ailleurs, une politique de désenclavement des îles a été entamée avec la mise en place d'appareils Twin Otter et Twinstar sur les îles Marquises et Ecureuil sur les îles Sous Le Vent. Ces appareils étant conventionnés peuvent dorénavant contribuer aux opérations SAR se déroulant dans ces deux zones.

Quant aux opérations SAR requérant des moyens aériens plus performants, elles sont assurées par les Gardian de l'Aéronavale qui, à partir de l'un des terrains de redéploiement de Nuku Hiva ou Rikitea, peuvent étendre leur rayon d'action jusqu'à 800 NM à l'intérieur duquel ils peuvent effectuer des recherches pendant une quarantaine de minutes.

L'ARCC de Tahiti peut, par ailleurs, demander la contribution des centres de coordination et de sauvetage étrangers tels que le Pacific Rescue Coordination Center de Honolulu ou PRCC Honolulu (Etats-Unis) et le Wellington RCC de Wellington (Nouvelle Zélande) qui, tous deux, disposent de moyens d'intervention spécialisés comme les P3 Orion.

Moyens de signalisation et de localisation

La balise de détresse 406 Mhz, moyen de signalisation et de localisation, en cas de détresse, peut être activée manuellement ou automatiquement. Elle fournit un message numérique comprenant le pays d'enregistrement de la balise, un numéro d'identification ou l'immatriculation de l'aéronef, le type d'utilisateur et une position de l'aéronef en coordonnées géographiques.

En Polynésie française, les appareils évoluant à plus de 25 NM d'un aérodrome de départ dans la région d'information de vol de Tahiti ou FIR Tahiti doivent être équipés de balises de détresse fonctionnant sur les fréquences 406 Mhz et 121,5 Mhz. En ce qui concerne les aéronefs de transport public tels que les Airbus 340 d'Air Tahiti Nui, les ATR 72 et 42 d'Air Tahiti ; ceux-ci disposent de deux balises de détresse 406 Mhz de type ELT.

Dans le cas d'une alerte émise par une balise de détresse à 406 Mhz se rapportant à un aéronef évoluant dans la FIR Tahiti, cette émission est captée par un ou plusieurs satellites des systèmes LEOSAR/GEOSAR qui la transmettent aux stations de réception au sol LEOLUT/GEOLUT intéressant la zone. Celles-ci la traitent et l'acheminent vers les centres de contrôle de mission concernés dont le FMCC de Toulouse. Ce dernier alerte l'ARCC de Tahiti qui, à son tour, exploite l'alerte et, en fonction des éléments fournis, prend les décisions qui s'imposent voire décide du déclenchement de l'opération SAR.

Le délai d'acheminement relatif à une alerte c'est-à-dire le moment où l'alerte a été détectée par un ou plusieurs satellites des systèmes LEOSAR/GEOSAR et la réception du message d'alerte transmis par le FMCC de Toulouse à l'ARCC de Tahiti est de l'ordre de cinq à dix minutes. Ceci prouve que la balise de détresse à 406 Mhz représente un moyen de localisation performant et fiable.



Les Gardian de la flottille 25F sont équipés d'une trappe qui permet notamment le largage des canots de sauvetage lors des opérations SAR.

Les grands projets en cours : RADAR, TIARE, CED HF

Le radar de Tahiti

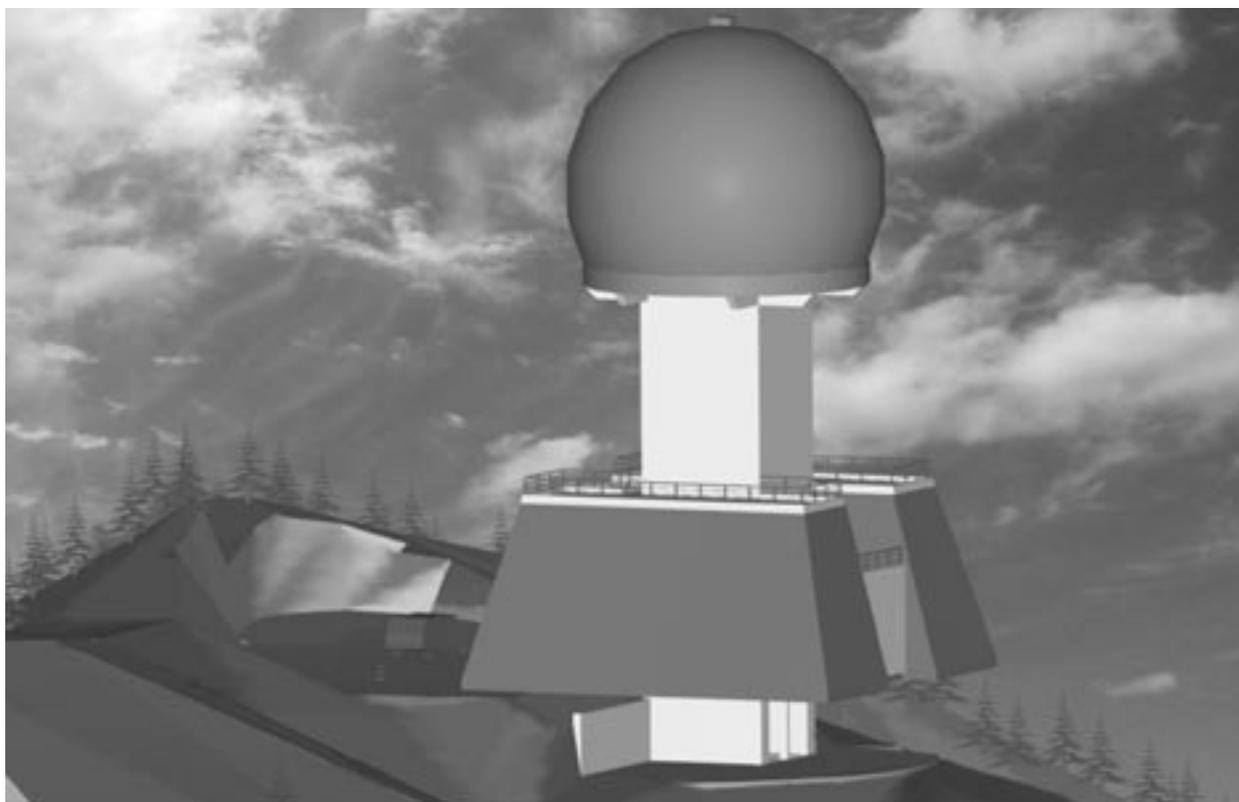
L'implantation d'un radar à Tahiti est motivée par l'amélioration des niveaux de service de la circulation aérienne, tout en assurant un haut niveau de sécurité tout particulièrement pour le contrôle d'approche de l'aéroport international de Tahiti-Faa'a et la zone dense de trafic sur les Iles sous le Vent.

Pour mettre en place un radar à Tahiti, les conditions suivantes doivent être réunies :

- Un terrain de 2000 à 2500 m² clôturé ;
- Répondre au mieux aux besoins opérationnels (vue sur les Iles-sous-le Vent et les points d'entrée de circulation aérienne de Faa'a : OVINI et MOANA) ;
- Vue directe sur le bloc technique de Faa'a pour acheminer l'image radar à l'aide d'un faisceau hertzien « propriétaire » ;
- Proximité d'une ligne HT pour l'alimentation en énergie de la station ;
- Proximité d'un « nœud » OPT pour l'acheminement secours de l'information radar ;
- Proximité d'une route d'accès.

Plusieurs sites ont été envisagés : Tahiti-Faa'a/Super Mahina/mont Marau ; Moorea ; Raiatea/Mont Tapioi ; Tetiaroa. C'est le site du mont Marau qui a été finalement retenu puisqu'il est proche des installations de TDF et de l'OPT et de l'antenne principale VHF de l'aviation civile.

La mise en service du radar est prévue fin 2007-début 2008.



Le service de l'infrastructure aéronautique du service d'Etat de l'aviation civile en Polynésie française assure la maîtrise d'œuvre de l'opération pour un coût de 2 millions d'euros (base juillet 2002), avec un fût estimé à 15 mètres de hauteur, hors fondations spéciales. Le montant global du projet est annoncé à environ 10 millions d'euros comprenant le génie civil, l'acquisition du radar, le déport et le traitement des données et les travaux d'extension du bâtiment technique au pied de la tour de contrôle.

Le programme de construction du radar est inspiré notamment du retour d'expérience du dossier du radar de Fort de France. Il est adapté à la situation spécifique de Polynésie française. L'accessibilité du site a été étudiée de manière précise pour maîtriser la réalisation du projet et ses coûts.

La mise en service du radar de Tahiti est prévue fin 2007- début 2008. Suivant cet échéancier, les travaux de génie civil relatifs au bâtiment radar et ses équipements doivent débuter en mai 2006 pour être livrés un an après en mai 2007.

Le projet TIARE

Le projet TIARE (Traitement des Informations ATM et Radar pour l'Exploitation) consiste à remplacer les systèmes ATM actuels VIVO et SIGMA (voir encadré page 8) par l'acquisition d'un produit commercial à même de satisfaire les besoins opérationnels actuels et des dix prochaines années, en particulier ceux de la circulation aérienne.

Les besoins opérationnels sont multiples et le système doit inclure :

- Une capacité de visualisation de pistes radar, ADS-C et plans de vols dans le futur ADS-B ;
- Une détection de conflit court terme utilisable en environnement radar ;
- Une fonction de détection conflit moyen terme (MTCD) ;
- Avoir connaissance des vols et adapter l'organisation de travail au trafic.

En terme de besoins techniques, le système devra disposer d'un moyen de supervision technique d'outils hors-ligne pour configuration du système, d'assistance à l'exploitation du système (sauvegardes, etc.)

L'objectif de mise en œuvre est fixé à fin 2007 pour la partie visualisation des pistes radar et à la fin du premier trimestre 2008 pour l'équipement avec le déroulement suivant :

- fin 2005 : accord sur le CCC (Cahier des Clauses Communes) et lancement de la procédure de marchés publics ;
- année 2006 : réponses des industriels à l'appel d'offres et période de négociation ;
- fin 2006 ; notification du marché
- 1^{er} semestre 2007 : mise en place du projet chez l'industriel ;
- 2^{ème} semestre 2007 : activités d'installation et de validation du système pour une réception du système à la fin 2007, mise en service visualisation radar ;
- premier semestre 2008 : formation des personnels et processus de mise en service.

Le Centre d'Emission Déporté HF (CED)

Les télécommunications HF sont essentielles pour le contrôle du trafic aérien en Polynésie française : sans elles, pas de télécommunications possibles avec les avions dont le Centre a la responsabilité. Aussi, cette partie de nos équipe-

OBLIGATION D'EMPORT DE TRANSPONDEUR

L'emport d'un système anti abordage embarqué répondant aux normes de ACASII est exigé en Polynésie française pour tout aéronef civil dont la masse certifiée au décollage est supérieure à 7,5 tonnes ou dont la configuration maximale approuvée en siège passagers est supérieure à 19. Pour tirer tout le bénéfice de ce système anti abordage, l'emport d'un transpondeur mode C avec alticodeur est exigé pour tout aéronef en vol IFR en Polynésie française depuis le 1^{er} janvier 2003.

Cette exigence sera étendue aux aéronefs en vol VFR en 2007. Au-delà de l'utilisation de réponses d'un transpondeur pour l'anti abordage avec les aéronefs équipés ACAS, cet équipement permettra la visualisation par le centre de Tahiti-Faa'a à la mise en service du radar de Tahiti, de l'ensemble des aéronefs IFR et VFR dans les limites de la portée radar.

ments fait-elle l'objet d'un soin particulier. Hélas, les moyens mis en œuvre se marient mal à l'urbanisation galopante que connaît l'île de Tahiti. Les antennes sont très hautes, jusqu'à 32 mètres, et de plus certaines comportent une partie enterrée, un immense plan de sol fait de longs brins de cuivre. Et il y a, si l'on peut dire, pire : les antennes HF, comme d'ailleurs toutes les antennes, forment leurs ondes à l'extérieur de ce qui est visible, très précisément par l'addition de champs élémentaires émis par chaque brin, chaque surface métallique, qui la compose. On parle de formation du diagramme. Et dans le cas des antennes HF, il y faut de grandes distances sous peine de perdre les caractéristiques d'origine et donc la portée.

Pour «protéger» ces antennes, les règles prévoient des volumes de protection importants. Ainsi la zone dite primaire, où toute construction est interdite fait-elle 200 mètres de rayon autour du pied de l'antenne, et la zone dite secondaire avec un cône qui part de la zone primaire avec une pente de 5,5% jusqu'à 400 mètres de rayon. Si les antennes de réception doivent être installées hors de toute zone parasitée électriquement par des installations urbaines, les antennes d'émission elles peuvent être placées près de routes ou d'habitations, à la condition de respecter les volumes de protection. Aussi, est-il venu tout naturellement à l'idée de réaliser des champs d'antennes près de l'eau : on y gagnait doublement : une bonne moitié de la surface de protection, la partie maritime existait sans problème et l'eau qui est un excellent plan de réflexion pour les ondes HF favorise la formation du diagramme final de l'antenne. Ainsi a été choisi le centre d'émission déporté de la baie de Vaitupa, dans l'anse Ovini. Mais cette zone s'est progressivement urbanisée et il a fallu rechercher une nouvelle installation. Un premier projet de très grande ampleur a été exploré qui consistait à installer les antennes presque entièrement sur le lagon derrière le Motu Tahiri, la Zone Nord de l'aéroport. Mais là aussi, le projet a subi les contraintes des autres installations et plus particulièrement celles des réservoirs de carburant. Une longue recherche de sites qualifiés a donc commencé fin 2003 et en 2004 un projet nouveau a commencé à prendre forme.



Les télécommunications HF sont essentielles pour le contrôle du trafic aérien en Polynésie française. Hélas, les moyens mis en œuvre se marient mal à l'urbanisation galopante que connaît l'île de Tahiti. Les antennes sont très hautes. L'émission se fait actuellement depuis un site installé dès les années 1960 dans l'anse Ovini (baie de la rivière Piafau) et progressivement modifié au fur et à mesure de l'apparition de nouveaux émetteurs. Ce centre devra nécessairement être déplacé.

Papenoo et Motu Tahiri

Le site le plus propice à l'implantation du nouveau Centre d'Emission Déporté est celui de Tahiti Nui Telecom qui recentre ses moyens vers des paraboles satellites, en libérant sur son site de La Papenoo une place suffisante pour y placer les antennes aéronautiques.

Idéal du point de vue de l'émission HF, ce site a malheureusement la caractéristique d'être situé très loin de Faa'a. Pour l'exploiter, il faudra donc faire communiquer les deux au moyen de liaisons téléphoniques ultra sécurisées. Mais il reste qu'il n'est pas imaginable qu'une simple coupure du téléphone puisse laisser tous les avions dans le silence radio. Ce projet sera donc précédé d'un mini-projet consistant à créer un petit centre d'émission déporté sur le Motu Tahiri, près de la tour de contrôle.

Les grands projets à venir : VSAT et ADS-B

L'espace contrôlé par le centre de Tahiti-Faa'a est immense et les terres émergées où sont implantées des stations radio VHF supportant des fréquences de contrôle en route sont actuellement au nombre de deux (Tahiti et Bora-Bora). Une station couvre un cercle d'environ 200 à 250 miles nautiques de rayon (330 à 420 km), selon son altitude, celle de l'avion contrôlé et les masques éventuels dus au relief. On comprend que la couverture radio VHF en route apparaît satisfaisante autour de Tahiti et dans l'archipel des Îles Sous-Le-Vent, zone où se concentre l'essentiel du trafic aérien. Ailleurs, la solution, comme on l'a vu, repose sur l'utilisation de la HF. Une amélioration de la situation ne peut provenir que d'une amélioration de la couverture VHF. Or, la possibilité d'implanter des stations VHF sur les îles de Polynésie existe ; elle est d'ailleurs largement utilisée pour les besoins des aérodromes par le contrôle local, les AFIS (Air Flight Information Service) ou les services SSIS (service de sécurité et sauvetage). La difficulté réside essentiellement dans l'acheminement des conversations pilote – contrôleur entre les antennes isolées et le centre de contrôle de Tahiti. Les liaisons téléphoniques assurées par l'OPT (Office des Postes et Télécommunications) sont, lorsqu'elles existent, d'un coût élevé. Leur fiabilité, suffisante pour des conversations grand public ou de la transmission de données, peut poser problème dans le cas d'activité de contrôle où la sécurité des vols est à assurer en permanence.

La technologie VSAT

Les services techniques de l'Aviation Civile ont donc étudié la possibilité d'utiliser la technologie VSAT pour acheminer les dialogues de contrôle entre toutes ces stations et Tahiti. Il ne s'agit pas de liaisons satellitaires avec les avions : la partie air-sol est classique avec une antenne déportée VHF standard. Ce sont les liaisons déportées vers le centre de contrôle qui seraient couvertes par le canal satellite. L'espace aérien peut être découpé en 4 secteurs de contrôle : Zone terminale de Tahiti, Archipel de la Société, Tuamotu Nord et Marquises, et Gambier - Australes. Une dizaine d'antennes paraboliques serait suffisante avec une antenne maîtresse sur le site de Faa'a, appelée «Hub».

Ce réseau, bâti pour résoudre ce problème de couverture radio VHF, sera également à même de supporter l'acheminement des données RSFTA (Réseau du Service Fixe des Télécommunications Aéronautiques de téléphonie opérationnelle), et surtout des données numériques dans le cadre du développement à venir du système ADS-B de liaisons sol - bord actuellement en cours d'expérimentation à l'île de La Réunion. Il pourra être interconnecté avec les systèmes des centres de contrôle voisins du Pacifique Sud. Ses coûts d'installation et de maintenance, sa fiabilité et sa grande souplesse de reconfiguration en font un système particulièrement intéressant et adapté à la satisfaction du besoin en couverture VHF.

Compte tenu de l'étendue de l'espace FIR géré par le centre de contrôle de Tahiti, et de la rareté des terres émergées où implanter des antennes dans certaines zones, il apparaît illusoire de prétendre disposer d'une couverture complète VHF comme c'est le cas dans les pays continentaux non désertiques. Le contrôle aérien de Tahiti ne pourra donc jamais éliminer l'usage du moyen HF, mais en revanche il peut placer ses espoirs dans le déploiement d'une couverture VHF

LES COÛTS DES PROJETS FINANCÉS PAR L'AVIATION CIVILE

- Radar avec extension du bâtiment technique : 10 M euros
- CED HF : 2 M euros (repli Faa'a et Papeete)
- VSAT : 3,6 M euros (station modale Faa'a + 10 stations îles et atolls)
- ADS-B : 4,8 M euros

largement dimensionnée grâce aux liaisons satellitaires, et dans une volonté d'amélioration de la qualité HF pour le reliquat de l'espace, à jamais inaccessible à la VHF.

L'ADS-B

Les opérations de contrôle de la circulation aérienne s'appuient d'une manière générale sur des présentations graphiques de la situation aérienne élaborées à partir de senseurs radar. Quand aucune image radar n'est disponible, ce qui est le cas dans les espaces océaniques ou désertiques, il est possible de reconstituer une image de la situation grâce à l'ADS-B (Automatic Dependent Surveillance Broadcast). La différence entre l'ADS-B et la technologie « Radar » réside dans le fait que c'est l'avion qui donne sa position alors que le radar calcule la position de l'appareil, les avioniques modernes permettant un positionnement fiable (basé la plupart du temps sur le GPS).

Nous avons vu que le FANS 1/A a permis une application ADS avec des contrats établis entre le sol et le bord (ADS-C), réservée aux appareils long courrier car elle nécessite une avionique sophistiquée et une transmission des communications par satellite coûteuse. La périodicité des envois de reports répondant à des contrats fixés par le sol ne permet pas une représentation graphique suffisamment renouvelée pour être utilisée comme un radar. Une deuxième application, l'ADS-B (B comme Broadcasting) semble par contre promise à un bel avenir. En effet, contrairement à l'ADS-C, le principe de l'ADS-B est de transmettre automatiquement, par le biais d'une liaison de données vers des destinataires non désignés (aéronefs, stations sols, véhicules au sol...) différents paramètres telles que l'identification de l'avion, sa position, sa route, sa vitesse.. toutes les demi- secondes.

Ces émissions pouvant ainsi être reçues par les stations sol sous forme de récepteurs simples permettraient d'établir une image sur des écrans de visualisation de même nature que celle établie par la technologie radar pour un coût bien inférieur : l'ADS-B « OUT »

Par ailleurs, ces émissions peuvent être reçues également par d'autres appareils (voire des véhicules au sol) qui évoluent dans une zone et permettre la représentation de la position de cet appareil sur des indicateurs adaptés dans le but d'anticollision ou d'anti abordage : l'ADS-B « IN ».

L'Australie qui a fait le constat que cette technologie pourrait remplacer avantageusement celle du « Radar » (coût, simplicité des équipements sols, multifonctionnalités), est leader dans ce projet. La France chargée d'assurer le contrôle d'un vaste espace océanique autour de Tahiti a élaboré un projet semblable qui permettrait une couverture «pseudo radar» associée à une couverture VHF basée sur des antennes avancées implantées sur certaines îles ou atolls de Polynésie.

L'assistance météorologique

Météo-France est l'autorité administrative désignée par l'Etat français pour la fourniture de l'assistance météorologique à la navigation aérienne nécessaire à la sécurité aérienne. Météo-France est un établissement public à caractère administratif créé par un décret du 18 juin 1993 placé sous la tutelle du ministre chargé des transports.

Les services rendus par Météo-France aux usagers des espaces aériens gérés par la France font donc partie des services mis en œuvre par l'Etat pour la sécurité de la navigation aérienne et l'écoulement du trafic aérien tels que définis dans les articles D 131- 11 à 14 du Code de l'aviation civile conformément aux engagements internationaux de la France et aux normes techniques de l'OACI et notamment de son annexe 3.

Assistance météo pour les usagers de l'espace aérien

Pour l'assistance météorologique à la navigation aérienne dans le territoire de la Polynésie française, la Direction de Météo-France dispose de la Direction Interrégionale pour la Polynésie française, qui est donc le seul service habilité à procurer, conformément aux procédures définies par l'OACI, l'assistance météorologique aux usagers de l'espace aérien avant le vol et en route dans la FIR Tahiti.

En Polynésie française, le service fourni à l'aviation commerciale est un service « sur mesure » pour un type d'usagers précis qui paient, au travers de redevances aéronautiques, l'assistance météorologique dont ils définissent eux-mêmes les caractéristiques. Les usagers de l'aviation générale ne sont pas assujettis aux redevances et bénéficient d'un service payé par une subvention d'Etat.

Aux usagers de l'aviation générale (pilotes privés) qui viennent consulter les prévisions météorologiques, Météo-France remet un dossier de base « papier » complété de l'image satellitaire. Ce dossier de base comporte une feuille regroupant la prévision sur l'aérodrome (TAF - Terminal Aerodrome Forecast) de Faa'a, les



Météo-France fournit au SEAC.PF toutes observations et prévisions sur l'aérodrome de Faa'a, qui apparaissent sur une console à la lecture directe des contrôleurs aux différents postes du Centre de contrôle de la circulation aérienne. D'autre part, les contrôleurs disposent d'indicateurs fournissant orientation et force du vent. Météo-France dispose de nombreuses stations météorologiques, comme celle-ci qui est implantée à Hereheretue.

aperçus établis pour les autres aérodromes, la carte du temps significatif (TEMSE) dans la FIR Tahiti, ainsi que les cartes des vents à différentes altitudes.

Aux compagnies qui assurent des vols domestiques ainsi qu'à la cellule chargée des opérations de l'ATR 42 de la Polynésie française, Météo-France transmet ce dossier de base complété par l'image satellite par messagerie électronique. Le même dossier est transmis par télécopie à la Base aérienne.

Météo-France délivre à Air Tahiti Nui et aux représentants locaux des compagnies étrangères qui assurent des vols internationaux, à leur demande, un dossier météorologique en fonction de la route prévue, qui comportent notamment les TAF et METAR (mesure d'observations météorologiques régulières pour l'aviation) de tous aérodromes susceptibles d'être utilisés (de destination, de décollage au décollage, en route et à destination), la carte TEMSE dans la FIR Tahiti et une carte TEMSE ainsi que des cartes des vents et températures à différents altitudes, pour l'ensemble de la route suivie.

Prévisions spécifiques délivrées par le météo pour le SEAC.PF

Par ailleurs, Météo-France fournit au SEAC.PF toutes observations et prévisions, notamment les dernières prévisions à l'atterrissage (QFZ) sur l'aérodrome de Faa'a, qui apparaissent sur une console à la lecture directe des contrôleurs aux différents postes du Centre de contrôle de la circulation aérienne. D'autre part, les contrôleurs disposent d'indicateurs fournissant orientation et force du vent instantané et du vent moyenné sur 10 mn en provenance du pylône anémométrique implanté sur l'aéroport, ainsi qu'une carte des QNH (pression relevée au niveau de la mer) transmise par télécopie sur l'ensemble de la FIR Tahiti. Ces informations peuvent être obtenues par les pilotes à l'écoute d'une émission en continue sur une fréquence aéronautique ou sur demande des pilotes aux contrôleurs.

Les METAR et TAF (Faa'a), TEMSE et messages SIGMET (messages relatifs à des observations ou prévisions de phénomènes particuliers, dangereux pour la navigation aérienne tels : cisaillement de vent, tempête, orage, givrage, etc.) font l'objet d'une diffusion internationale à laquelle a ainsi accès toute compagnie effectuant des vols en provenance de l'étranger. Les aperçus en revanche, qui concernent actuellement tous les aérodromes de la Polynésie autres que Faa'a, font l'objet d'une diffusion strictement interne à la Polynésie française.

Il est bon de rappeler que toutes ces informations météorologiques sont utilisées par les usagers dans un cadre réglementaire qui impose que les équipages prennent connaissance de tous les renseignements disponibles, en particulier les bulletins et prévisions météorologiques, avant d'entreprendre un vol en dehors des circuits d'aérodrome.

Pour les vols effectués aux instruments (régime IFR), la réglementation, plus exigeante, fixe les conditions météorologiques minimales qui doivent être respectées dans les prévisions sur les aérodromes de destination et de décollage, pour pouvoir entreprendre un vol.

Cette exigence nécessite, de la part des équipages, de disposer et de faire une étude précise du dossier des observations et prévisions météorologiques fournies par Météo-France, avant d'entreprendre un vol.

Le but de ce dossier était de montrer que derrière l'acronyme FIR qui semble ne faire référence qu'à une zone de compétence en matière d'information aéronautique, se cache une réelle complexité peu perceptible au regard des usagers du transport aérien.

Une complexité qui implique une répartition des rôles et des responsabilités associées au niveau international, que ce soit en terme de circulation aérienne ou des moyens mis en œuvre pour sauver des vies humaines. Cette complexité est présente également dans la coordination des organismes concernés ainsi que dans le domaine technique.

Complexité qui démontre bien que la sécurité est non seulement au cœur des métiers de l'aviation civile mais aussi au centre des préoccupations des Etats.

Quelques sigles

ACARS : Aircraft Communications Addressing and Reporting System	MRCC : Maritime Rescue Coordination Center
ACAS II : Airborne Collision Avoidance System II	MTCD : Moyen Term Conflict Detection
ADS-B : Automatic Dependent Surveillance Broadcast	NDB : Non-Directional Radiobeacon
ADS-C : Automatic Dependent Surveillance Contract	OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale
AFIS : Air Flight Information Service	OCS : Oceanic Control System
AIDC : Automatic Identification and Data Collection or Capture	OPT : Office des Postes et Télécommunications
AIP : Aeronautical Information Publication	PACOTS : Pacific Organised Track System
APP : Approche	POM : Pacific Operations Manual
AOP : Airline Operational Communications	PRCC Honolulu : Coordination Center Honolulu
ARCC : Air Rescue Coordination Center	GFZ :
ATOP/ OCEAN : Advanced Technologies and Oceanic Procedures	QNH :Minimum Pressure, General Aviation
ATR 42 : Avion de Transport régional 42	RNP : Required navigation Precision
BRIA : Bureau Régional d'Information Aéronautiques	RSTCA : Redevance pour Services Terminaux de la Circulation Aérienne
CCC : Cahier des Clauses Communes	RSTFA : Réseau du Service Fixe des télécommunications Aéronautiques de téléphonie opérationnelle
CCR : Centre de Contrôle Régional	SAR : Search And Rescue
CED : Centre d'Emission Déporté	SATCOM : Satellite Communication
CNS : Communications, Navigation, Surveillance	SATVOOICE : Satellite Voice Communication
CPDLC : Controller/Pilot DataLink Communications	SEAC.PF : Service d'Etat de l'Aviation civile en Polynésie française
DARP : Dynamic Airborne Route Planning	SIGMA : Système Informatisé de gestion des Mouvements Aéroportuaires
DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile	SIGMET : SIGnificant METeorological Information
DME : Distance Measurement Equipment	SSIS : Service de Sécurité Incendie et Sauvetage
ELT :Emergency Locator Transmitter	TAAATS : The Advanced Australian Air Traffic System
FANS : Future Air Navigation Systems	TAF : Terminal Aerodrome Forecast
FIR : Flight Information Region	TDF : Télédiffusion de France
FMCC : Force Movement Control Center	TIARE : Traitement des Informations ATM et Radar pour l'Exploitation
FOM : Future Air Navigation System Operational Manual	TEMSEI : Cartes de temps significatif
GNSS : Global Navigation Satellite Systems	UPR : User Preferred Route
GPS : Global Positioning System (USA)	UTA : Upper Traffic Area
HF : High Frequency (3-30 Mhz)	VFR : Visual Flight rules
HT : Hors Taxe	VHF : Very High Frequency (30-300 Mhz)
HZ : Hertz	VIVO : Visualisation des Vols Océaniques (Situation display & datalink system for the Tahiti FIR)
IFR : Instrument Flight Rules	VOR : Radiophares Omnidirectionnels VHF
ISPACG : Informal South Pacific ATS Coordinating Group	
KW : Kilo Watt	
METAR : Météorologiques Régulières pour l'Aviation	