

LE SYSTÈME DE RADIONAVIGATION OMEGA EN FRANCE

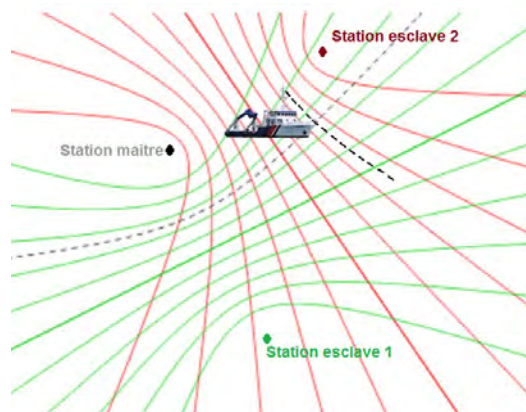
Résumé : Alors que les systèmes de positionnement satellitaires rendent obsolètes les systèmes à base terrestre, cette fiche retrace l'histoire du système de radionavigation Oméga dont la disponibilité opérationnelle a cessé le 30 septembre 1997, il y a tout juste 20 ans. Elle a été établie par Dominique Abadie, ingénieur civil des télécommunications, qui fut responsable de la division radionavigation du service technique des phares et balises durant la décennie 70. Il nous rappelle le caractère stratégique de ce projet, pour les États-Unis d'Amérique et six de leurs alliés, et la forte contribution de la France avec la réalisation de la station E de La Réunion et le développement du projet d'Oméga différentiel consistant en la diffusion automatique, par les radiophares, de corrections locales de position. Cette fiche a été relue et complétée par des membres de l'APSM-Pharbal, cités et remerciés in fine.

Mots clefs : Omega, radionavigation, La Réunion, Omega différentiel

Préambule : pourquoi l'APSM-PharBal s'intéresse-t-elle au système Oméga?

L'APSM a le mérite de rassembler des ingénieurs, des techniciens et des marins qui, du temps de leur vie professionnelle, ont participé au développement, à l'installation, à la maintenance ou à l'utilisation de divers systèmes de radionavigation maritime – souvent à plusieurs de ces activités à la fois. Dès 1911, André Blondel¹ – dont l'un de nos baliseurs porte le nom - installa quatre radiophares automatiques pour baliser l'entrée du port de Brest. Puis viendront des perfectionnements plus ou moins notables, à commencer par le système *Consol* en 1949 (ex- système *Sonne* développé par les Allemands pendant la guerre), et, de façon beaucoup plus significative, les premiers systèmes dits "hyperboliques", *Decca* et *Loran*.

Pour celles et ceux que la technique intéresse, un système de radionavigation hyperbolique donne une indication de position au récepteur par intersection de lieux géométriques en forme d'hyperboles sur la surface du globe terrestre. Les hyperboles ont pour foyers deux émetteurs radioélectriques. Il faut donc au moins trois stations d'émission pour obtenir l'intersection de deux lieux. Il faut ensuite disposer de cartes spéciales, sur lesquelles étaient tracées les hyperboles, pour en déduire une position géographique.



Localisation d'un navire à l'intersection des lieux de deux réseaux d'hyperboles.



un récepteur Decca Mk 12 (d'après Wikipedia).

Après la guerre, le Service des Phares et Balises avait la responsabilité de faire fonctionner les radiophares maritimes, le système *Consol* et le système *Decca*, ce dernier en sous-traitance à des sociétés privées². Puis, exploitant les outils de positionnement de sociétés de géophysique, le Service des Phares et Balises a contribué, de façon volontariste, au développement industriel et à l'installation de systèmes de conception française répondant mieux que les précédents aux besoins spécifiques d'utilisateurs tels que, les services portuaires, les pêcheurs, les chantiers navals ou les militaires : *Toran*, *Syledis*, *Oméga* différentiel et *Rana P17*. Plusieurs des membres actuels de l'APSM-PharBal ont eux-mêmes participé, à divers titres, à cette grande aventure.

1 Né en 1863, mort en 1938. Ingénieur attaché au Service des Phares et Balises de 1889 à 1927.

2 La société Decca jusqu'en 1975, puis par la société ERAAM de 1975 à 1984, date d'arrêt du système.

Mais à la fin du XXème siècle, l'arrivée du système américain à base de satellites *Global Positioning System* (GPS) a mis un terme assez brutal à presque tous les développements antérieurs. En l'espace d'une dizaine d'années, tous les ingénieurs dispositifs mis en place à grand peine dans les ports et sur le littoral perdirent leur raison d'être, car le GPS répondait à pratiquement tous les besoins en termes de navigation et de localisation, sur presque toute la surface du globe, avec des terminaux bien moins encombrants et bien plus faciles à utiliser. Et, du fait des très grandes quantités de terminaux fabriqués, ceux-ci pouvaient être produits à moindre coût. Aujourd'hui, le terminal GPS n'est en général plus qu'une application sur Smartphone parmi d'autres. Le système européen *Galileo* devrait pouvoir concurrencer dans l'avenir le système GPS. Ceci est une autre histoire qui n'entre pas dans le cadre de cet article qui se limite au système hyperbolique *Oméga* et aux raisons qui conduisirent le Service des Phares et Balises à s'y intéresser.

Quelques données de base sur le système Oméga

Il est nécessaire d'expliquer aux lecteurs qui n'ont pas pratiqué les systèmes de radionavigation à base terrestre pourquoi il a fallu installer autant de systèmes différents pour répondre à l'ensemble des besoins des navigateurs. Cela est dû aux différences de propriétés des ondes radioélectriques en fonction de leurs longueurs d'ondes. Sans entrer dans les détails techniques, plus la fréquence radioélectrique utilisée par un système de radionavigation est élevée, meilleure est la précision de la position, mais moins grande est la portée. Le tableau ci-après récapitule les gammes de fréquences, les précisions, les portées atteintes par quelques systèmes de radionavigation maritime à base terrestre, et leurs principaux utilisateurs en France :

Système	Fréquence	Précision ³	Portée diurne ⁴ nocturne ⁵	Mode ⁶	Utilisations principales
Syledis	430 à 440 MHz	0,5 à 10 m	20 à 200 km	Circulaire ou hyperbolique	Prospection pétrolière, sondages et dragages portuaires, chasse aux mines, mesure de vitesse des navires de pêche au chalut ou au casier
Toran	1,6 à 2,5 MHz	1 à 20 m	10 à 400 km ~ 50 km	Hyperbolique	Navigation maritime, pêche
Decca	70 à 127 kHz	100 à 300 m	400 à 800 km ~ 80 km	Hyperbolique	Navigation maritime, pêche
Loran-C	90 à 110 kHz	80 à 200 m	400 à 1000 km	Hyperbolique	Navigation maritime et aérienne
Rana P17	243 à 411 kHz	5 à 20 m	800 km ~ 90 km	Hyperbolique	Navigation maritime, pêche
Radiophares non directionnels	300 khz	1 à 5 km	100 à 200 km	Un lieu de position	Navigation maritime
Oméga	10 à 13 kHz	3 à 6 km (sans correction)	globale	Hyperbolique	Navigation maritime et aérienne au large des côtes, sous-marins

A titre de comparaison, les systèmes satellitaires comme le *GPS*, *Glonass* et *Galileo* fonctionnent à des fréquences encore plus élevées que le *Syledis*, de l'ordre de 1 200 à 1 600 MHz, ce qui leur permet d'être encore plus précis que les plus précis des systèmes à base terrestre mentionnés ci-dessus⁷.

L'américain John Pierce conçut le système *Oméga* vers 1947 pour profiter de deux propriétés particulièrement intéressantes des ondes à très basse fréquence (VLF ou Very Low Frequencies) :

- elles se propagent très loin entre la surface de la terre et une couche de l'ionosphère qui lui servent de guide d'onde, d'où la possibilité de couvrir l'ensemble du globe avec un nombre limité de stations d'émission : huit dans la phase ultime de développement du système, identifiées par les lettres A à H⁸ ;
- elles peuvent être captées sous l'eau par les sous-marins jusqu'à une profondeur de plusieurs mètres à plusieurs dizaines de mètres, ce qui permettait aux sous-marinières de recalculer leurs centrales inertielles de navigation sans remonter à la surface.

Les États-Unis installèrent le système à partir de 1968 en coopération avec six nations alliées, dont la France. Le système fonctionna de 1971 à 1997, date à laquelle il fut arrêté pour laisser la place au *GPS*.

En contrepartie des qualités de propagation des ondes VLF, le système *Oméga* n'était pas précis. En outre, il était sensible aux variations de la hauteur des couches réfléchissantes de l'ionosphère sur le parcours de l'onde entre chaque émetteur et chaque station mobile. La précision kilométrique de la position déterminée à l'aide d'un

3 Variable suivant la distance entre émetteurs et récepteur et position relative de celui-ci par rapport aux émetteurs

4 Portée diurne variable suivant la hauteur et la puissance des émetteurs, d'autant plus que la fréquence est élevée.

5 Selon Georges Nard, les systèmes *Toran*, *Decca*, *Rana* avaient des portées limitées la nuit, du fait de leur incapacité à savoir séparer la réception des ondes se propageant à la surface du sol (les seules utiles à ce type de radionavigation) de celles réfléchies par les couches basses de l'ionosphère, lesquelles deviennent prépondérantes la nuit à grande distance et faussent complètement les mesures.

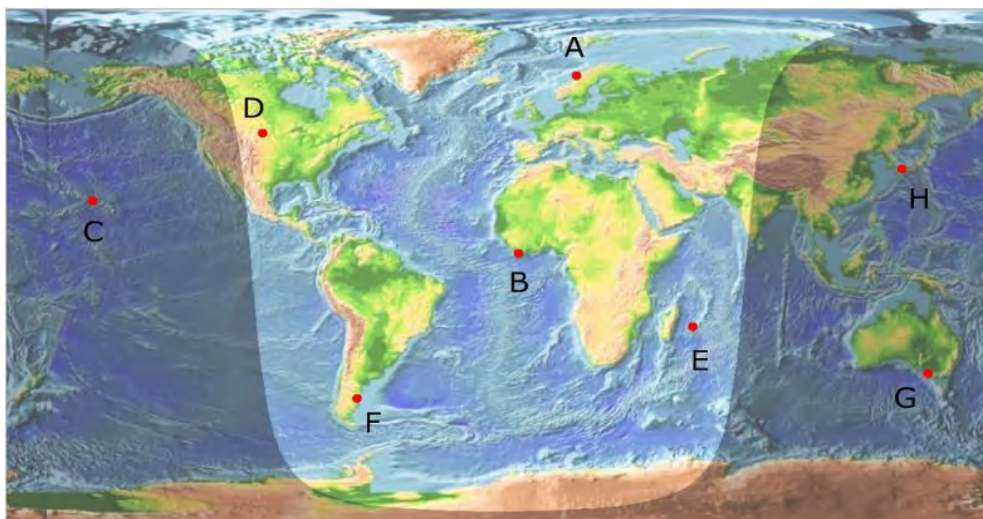
6 Un système de radionavigation à base terrestre peut ne fournir qu'un lieu de position (radiophares) ou une position. Dans ce dernier cas il fonctionne soit en mode circulaire avec un nombre limité de mobiles, soit en mode hyperbolique et sans limitation du nombre de mobiles.

7 Il a existé des systèmes à base terrestre et à fréquence très élevée pour les besoins de grande précision à courte portée, mais leur développement est resté confidentiel en France (systèmes *Trident* et *Motorola* par exemple).

8 Deux aux USA, une dans chacun des pays suivants : Argentine (F), Australie (G), France (E - île de la Réunion), Japon (H), Liberia (B), Norvège (A).

récepteur *Oméga* était donc insuffisante en navigation côtière. Les utilisateurs pouvaient toutefois consulter des tables de prédiction de propagation pour améliorer un peu la précision de leur position.

Enfin, comme tous les systèmes hyperboliques, basés sur des mesures de phase des porteuses, le système *Oméga* fournissait une position ambiguë, c'est-à-dire que la même valeur de phase hyperbolique entre deux stations fournissait plusieurs lieux de position possibles. Il fallait donc soit déjà savoir à peu près où l'on était pour obtenir sa position *Oméga*, ou bien, si le récepteur en était équipé, utiliser le lever automatique d'ambiguïté généré par le système.



Implantation des huit stations *Oméga* sur une carte mondiale, avec la station E à La Réunion (source Wikipedia)

Il résulte des qualités et des limitations du système *Oméga* que celui-ci a principalement été utilisé par les militaires américains et leurs alliés, à commencer par les bombardiers stratégiques puis par les sous-marins nucléaires. Une source américaine⁹ a évalué le nombre de récepteurs civils *Oméga* en 1978 à 7 200 dont 3 900 hors des États-Unis, ce qui est peu en comparaison du système *Decca* qui revendiquait plus de 15 000 récepteurs dans les années 1970.

S'agissant des émetteurs, s'ils étaient peu nombreux, ils exigeaient des aériens de grandes dimensions : antennes-vallée ou pylônes de plus de 400 m de hauteur munis d'une nappe terminale conductrice. Ils pouvaient de plus être considérés comme objectifs stratégiques, dans le cas d'une guerre nucléaire, ce qui éveilla l'opposition de certaines populations locales à leur installation. C'est ainsi qu'en Nouvelle-Zélande, où il avait été d'abord envisagé d'installer une station *Oméga*, des manifestations pacifistes contraignirent les États-Unis à abandonner cette implantation au profit de l'Australie.

En règle générale, les antennes construites dans le cadre du système étaient les plus grandes constructions humaines des régions dans lesquelles elles étaient implantées. Ainsi, du haut de ses 366 mètres, l'antenne argentine était la plus haute construction d'Amérique du Sud jusqu'à sa démolition en 1998. L'antenne australienne, la plus élevée, mesurait 432 mètres de haut.

Les raisons de l'intérêt de la France pour le système *Oméga*

La France du Général de Gaulle s'est intéressée très tôt au système *Oméga*, en signant dès 1966 un accord avec les États-Unis pour l'étude et la construction d'une station *Oméga* sur l'île de la Réunion¹⁰. La commission des Phares a été invitée à se prononcer quant à l'utilité du système *Oméga* lors de sa séance du 2 décembre 1966.

Les raisons de l'intérêt français pour ce projet étaient multiples. La Marine nationale, qui avait accédé à des essais démontrant, les qualités du système - précision, stabilité et simplicité d'exploitation des récepteurs -, convoitait la couverture de zones où les aides à la navigation étaient rares comme l'océan indien. Elle pensait qu'une contribution au système, via l'implantation d'une station sur le territoire français, offrirait de meilleures garanties techniques, industrielles et commerciales pour nos usagers civils et militaires. Enfin cette perspective entrait bien dans le cadre de la modernisation de l'île, voulue par le premier ministre de l'époque, Michel Debré. L'avenir du système, en matière d'usages civils, était cependant très incertain comparativement à d'autres systèmes d'aide à la navigation à longue portée (Inertie et satellites) dont les recherches en cours étaient très prometteuses.

Il s'agissait donc, en 1966, d'une décision éminemment politique et stratégique, l'*Oméga*, pouvant, grâce à sa propriété de pénétration sub-surface, être utile aux sous-marins stratégiques de la force de dissuasion nucléaire en construction. C'est pourquoi, dès 1966, la Direction des Moyens d'Essais (D.R.M.E.) sollicita la société française Sercel, filiale de la *Compagnie Générale de Géophysique* et disposant à ce titre d'une division radionavigation extrêmement innovante, pour développer des terminaux répondant aux besoins des Armées et notamment de la Marine Nationale. Les premiers terminaux *Oméga* ont été construits en 1970. La société CROUZET (à Valence) a

⁹ Wilkes, Owen, Nils Petter Gleditsch, et Ingvar Botnen. 1987. *Loran-C and Omega : a study of the military importance of radio navigation aids*.

¹⁰ Accord MWDDEA (n° N66F 66.23 selon Heloise Finch-Boyer) Mutual Weapons Development Data Exchange Agreement, une procédure instituée pas les États-Unis en 1963 afin d'échanger des informations techniques, scientifiques ou militaires avec des pays étrangers alliés.

également développé à la fin des années 1970 des récepteurs OMEGA adaptés à la navigation aérienne civile, ce en collaboration et en accord technique et commercial avec la SERCEL. Nombre de terminaux de ce type ont été utilisés par des compagnies européennes, notamment la compagnie U.T.A. pour ses liaisons avec l'Afrique, ce continent étant alors dépourvu de tout moyen de Radionavigation.

De fait, la France a été, après les États-Unis, le pays qui a le plus utilisé le système. Par exemple, tous les sous-marins français avaient à leur bord un récepteur *Oméga*. Enfin, le projet contribuait à la politique de rayonnement scientifique et technique de la métropole dans les DOM-TOM voulue par le gouvernement français¹¹.

Du côté américain, la politique de l'US Navy était de partager les frais avec chacun des pays d'accueil¹² des stations, afin de délocaliser la technologie et d'éviter les coûts et les difficultés entraînées par l'implantation d'une présence militaire permanente sur un sol étranger. Dans ce contexte, les États-Unis soulignaient les possibilités d'usage civil, maritime ou aéronautique, du système *Oméga*.

L'aventure de l'*Oméga* différentiel

J'ai souligné plus haut les problèmes que causaient les variations de la propagation des ondes VLF autour du globe terrestre ; prévisibles ou non, elles sont les mêmes sur une surface de quelques dizaines de milles marins ; leur mesure en un point fixe à terre est donc applicable autour du point de mesure, permettant ainsi de déterminer les

corrections locales, la précision se dégradant toutefois au fur et à mesure qu'on s'éloigne de ce point pris pour référence. Le bureau d'étude de Sercel imagina le moyen de transmettre automatiquement les corrections locales de positions Oméga sur les récepteurs de bord. Le projet, baptisé "Oméga différentiel", intéressa le Service des Phares et Balises qui voyait en lui l'opportunité de fournir un service aux navigateurs déjà équipés de récepteurs Oméga ; outre la position à quelques milles marins près dont ils bénéficiaient sur toute la surface du globe, ils pourraient disposer, au voisinage des côtes françaises, d'une précision hectométrique considérée suffisante par la majorité des navigateurs. C'est ainsi que le Service des Phares et Balises contribua, avec d'autres administrations, au développement du procédé.

Les expérimentations débutèrent en 1971 avec l'installation à l'île d'Yeu d'une station de transmission de corrections fonctionnant dans la bande des 2 MHz. en utilisant un format de transmission des corrections établi par la SERCEL selon les recommandations de Mr. Eric SWANSON l'un des grands théoriciens américains de l'Oméga de l'époque, avec qui Georges Nard entretenait d'excellentes relations.



Station embarquée Oméga différentiel Sercel
Clichés Sercel

Puis, en accord avec le Service des Phares et Balises, la station de transmission de corrections fut combinée au radiophare existant de l'île d'Yeu pour que les signaux de corrections soient émis dans la bande radioélectrique 285-315 kHz, attribuée aux radiophares.

En 1975 le Service des Phares et Balises mit en service une deuxième station Oméga différentiel, combinée comme à l'Île d'Yeu au radiophare existant du Cap Couronne, à proximité de Marseille.

Ainsi l'Oméga différentiel développé par Sercel couvrait les côtes ouest et sud de la France. Son procédé était conçu pour permettre l'exploitation automatique et permanente des corrections Oméga par le récepteur de bord, et ce, quels que soient les couples de stations d'émission sélectionnées par l'opérateur à bord.

Il consistait à moduler en phase la fréquence porteuse émise par le radiophare, sans nuire à l'identification et l'utilisation du radiophare par les radiogoniomètres embarqués. Les expérimentations conduites sur le littoral et en mer en Atlantique conduisirent aux conclusions suivantes :

- le gain de précision apporté par l'*Oméga* différentiel, par rapport à l'*Oméga* "naturel" (c'est-à-dire sans utilisation des tables de correction), pouvait atteindre et dépasser 10 à faible distance de la station de transmission. Il était encore de 6 environ jusqu'à 100 milles marins de cette station, et restait sensible au-delà de 300 milles marins ;
- l'*Oméga* différentiel simplifiait beaucoup l'emploi du récepteur de bord en évitant le recours aux tables de correction ;
- la protection apportée par la transmission automatique de corrections différentielles contre les effets des

11 C'est du moins l'opinion d'une historienne américaine, Heloise Finch-Boyer, dans l'article "Le rôle de l'antenne Oméga à La Réunion pendant la Guerre Froide" publié en 2005 dans la Revue Historique de l'Océan Indien.

12 Hormis le Japon qui a choisi d'assumer la totalité des coûts

perturbations ionosphériques soudaines accroissait la sécurité d'emploi de l'Oméga à proximité des côtes¹³.

Ces résultats faisaient de l'Oméga différentiel un substitut crédible au système Decca qui régnait alors en maître en Atlantique et dans la Mer du Nord. La France a donc cherché à faire adopter par l'OMI des normes internationales pour l'Oméga différentiel. Le Service des Phares et Balises a contribué à la promotion du dispositif auprès de l'Association Internationale de Signalisation Maritime (AISM/IALA). De son côté, l'U.S. Coast Guards et le *Radiotechnical Committee for Maritime use* (R.T.C.M.) se préoccupaient du développement national et international de l'Oméga différentiel. Ils créèrent donc, fin 1970, un groupe de travail chargé de définir un support et une forme de transmission des corrections utiles à la mise en œuvre de l'Oméga différentiel qui puissent être internationalement normalisés. Ce groupe comprenait, en plus de l'administration et de militaires américains, des constructeurs de récepteurs Oméga des pays alliés souhaitant participer aux travaux. Georges NARD y représenta la société SERCEL riche de ses premières expériences, pionnières à l'époque. Le groupe de travail se mit assez rapidement d'accord pour utiliser les porteuses des radiophares maritimes pour transmettre les corrections de l'Oméga en modulant ces porteuses en phase avec un faible indice. L'expérience française de Sercel et du Service des Phares et Balises contribua puissamment à ce choix.

En novembre 1971, Georges Nard présenta, à un symposium de navigation tenu à Washington, les premiers résultats tangibles dans le monde d'expériences pratiques de l'Oméga différentiel. L'exposé fit une forte impression sur l'assistance, essentiellement américaine.

Cependant l'obtention d'un accord, au sein du groupe de travail "RTCM", sur la nature et la forme des données à transmettre fut plus laborieuse. La majorité des membres du groupe finit par se prononcer sur une forme numérique de transmission des corrections. Ce format dit "RTCM" fut mondialement adopté au bout de quelques années. Mais entre-temps, la Sercel avait équipé, avec son procédé initial de transmission, deux radiophares dans les îles portugaises de l'Atlantique et quatre autres dans les îles indonésiennes pour les administrations de ces pays. De son côté, le Service des Phares et Balises, compléta la couverture Oméga différentiel en Manche et Mer du Nord en utilisant le radiophare du Cap Gris-Nez (1977) et celui intégré à la tour radar d'Ouessant (1981) ; des couvertures complémentaires virent le jour à la Guadeloupe et en Guyane (à l'aéroport de Cayenne-Rochambeau en 1985), avec le même format initial analogique.

Parallèlement, dans le cadre des accords de coopération conclus avec certains États africains, la France prit l'initiative, lorsque cela paraissait judicieux, de leur proposer d'équiper un de leurs radiophares de modules de transmission de corrections de l'Oméga de même type. La France offrait gratuitement les équipements, à charge pour les pays d'assumer les frais des travaux d'installation et les coûts d'exploitation et de maintenance.

La Tunisie, la Côte d'Ivoire et le Sénégal répondirent favorablement à cette proposition. C'est ainsi que le radiophare du Cap Bon, en Tunisie, débuta ses diffusions de corrections Oméga différentiel le 2 juin 1980, celui de Port Bouët, en Côte d'Ivoire, entra en service le 27 janvier 1981. Rien n'atteste que le radiophare de Dakar ait émis, un jour, des corrections Oméga. C'est ainsi qu'au milieu des années 80, la couverture mondiale des systèmes de diffusion Oméga différentiel de fabrication française comprenait pas moins de treize stations dont la mise en service est attestée comme l'illustre la carte ci-contre.



Fond de carte World Political Wall Map
Polar Projection by GRAPHI-OGRE (geoatlas.com)

13 Rapport 7.9.3 IALA-AISM Ottawa 1975, "Synthèse des résultats des expérimentations Oméga différentiel réalisées en France", D. Abadie.

La station Oméga de l'île de la Réunion

Nous revenons au début des années 1970 pour évoquer plus particulièrement l'histoire de la station d'émission Oméga de La Réunion. Une équipe mixte, composée d'ingénieurs français détachés par Thomson-CSF et d'experts américains, envisagea trois sites : deux avec antenne pylône "parapluie", c'est-à-dire surmontée d'une nappe conductrice sommitale, et une avec antenne de type "vallée", c'est-à-dire tendue entre deux sommets et surplombant la vallée¹⁴ de la rivière des galets au débouché du cirque de Mafate. C'est finalement la solution du pylône qui fut retenue, en même temps qu'un site, relativement plan, proche de Saint-Paul, au Nord-Ouest de l'île, et jugé moins exposé aux cyclones que les deux autres sites, la plaine Chabrier.



Emplacement du site de la plaine Chabrier

En juin 1973 les États-Unis et la France finalisèrent leur accord pour commencer la construction de la station. La France devait financer l'établissement de la station Oméga de la Réunion (études de sites, bâtiments, routes d'accès et montage de l'antenne), l'Amérique prenant en charge la quasi totalité des fournitures. La France a chiffré sa participation (base 1er octobre 1972) à 36,2 millions de francs, partagés entre les budgets des DOM-TOM (1,4 MF), de l'Équipement (5,6 MF) et de la Défense Nationale (29,2 MF) laquelle assumait seule la somme à valoir de 5,1 MF couvrant d'éventuels surcoûts. La France s'engageait à assumer les frais d'exploitation et d'entretien de la station, y compris sa reconstruction en cas de destruction accidentelle, notamment liée à des phénomènes d'origine naturelle.

Les expropriations suivirent sans trop d'opposition sur l'île, contrairement à d'autres implantations dans le monde, et ce malgré la présence d'un parti communiste local opposé au développement de la force de dissuasion nucléaire française. La presse locale n'évoquait en effet que l'utilisation civile du système Oméga, sans mentionner la navigation des sous-marins stratégiques américains et français. De plus les utilisateurs réunionnais n'étaient pas forcément prévenus de la difficulté d'exploiter les signaux de "leur" station d'émission à proximité de celle-ci. La station entra en service opérationnel le 1er mars 1976.

Le pylône métallique haubané, d'une hauteur de 427 mètres, pesait près de 800 tonnes. Il reposait sur une rotule isolante au centre d'un cercle d'environ 1,5 kilomètre de diamètre traversé par les brins rayonnants du plan de sol¹⁵. Douze brins rayonnants raccordés à une couronne de 16 m de diamètre constituaient le "parapluie" destiné à allonger la hauteur radioélectrique de l'antenne, encore très petite, malgré ses dimensions imposantes, vis-à-vis de la longueur d'onde d'émission, de l'ordre de 30 km.



Pylône Oméga de la plaine Chabrier – Cliché Chriss internet

Le dispositif d'accord de l'antenne, les deux émetteurs de 150 kW, dont un de secours, et les équipements

¹⁴ L'antenne de la station norvégienne était réalisée au-dessus d'un fjord

¹⁵ Si l'on teint compte de la force de compression exercée par les haubans, c'est un poids de 2 200 tonnes que la rotule devait supporter !

d'enregistrement et de génération des signaux émetteurs étaient placés dans un bâtiment de 350 mètres carrés bâti à 260 m du pied du pylône. Les locaux techniques abritaient aussi quatre horloges atomiques pour assurer la synchronisation des émissions.

Des marins français, principalement des radios, assuraient le fonctionnement 24h sur 24 de l'émetteur, aidés par quelques techniciens de la Direction des constructions et armes navales (DCAN) pour la maintenance.

Chaque année la station était arrêtée pendant trois à cinq semaines pour des travaux d'entretien majeur. Des sportifs réunionnais en profitaient pour grimper par l'échelle intérieure jusqu'au sommet du pylône... avec un record de durée d'ascension noté à 31 minutes en juillet 1981 !



La station d'émission vue du haut du pylône en 1982 - Cliché Chriss internet

Le pylône servait de point de repère pour les navires et les avions. Il fut le plus haut édifice de France, dépassant d'une fois et demi la hauteur de la tour Eiffel.

Mais dès 1984 des réunions techniques à Londres et Paris ont signalé les lancements des premiers satellites GPS et le fait que les premières applications allaient pouvoir commencer. Certains experts français sensibilisèrent la communauté des installateurs et utilisateurs de systèmes de radionavigation à l'imminence de l'avènement opérationnel du GPS, susceptible de remplacer la totalité des systèmes de navigation et de positionnement existants. En 1993, un élu de l'île, Pierre Lagourge, souligna que "l'utilisation de satellites pour déterminer le positionnement des appareils de navigation avait largement supplanté ce mode de détection (l'Oméga) et rendait la technique de l'antenne radioélectrique quelque peu obsolète". Prudent, le ministre lui répondit qu'il n'était pas envisagé d'abandonner le système Oméga "avant que d'autres systèmes de navigation présentent les mêmes garanties". Aussi n'était-il pas prévu "de désarmer la station de la Réunion (...) au moins avant l'an 2000".

En fait l'utilisation du système Oméga déclina très vite après 1990, au point que les coûts élevés d'exploitation et de maintenance des stations d'émission se justifiaient de moins en moins. Le système fut arrêté définitivement le 30 septembre 1997, entraînant le démantèlement rapide des stations d'émission.

La démolition de l'antenne de la Réunion eut lieu le 18 avril 1999 à sept heures du matin. Les artificiers n'utilisèrent que 92 grammes d'explosif pour abattre le monstre... Une riveraine de la plaine Chabrier écrivit dans son blog : "Cette antenne était notre tour Eiffel et sa démolition a été un déchirement".

Il ne reste aujourd'hui que la plateforme circulaire, bien visible d'avion, et les points d'ancrage des haubans.



Crédit photos : Chriss internet



Crédit photos : Chriss internet

Des projets furent évoqués pour l'occuper, hippodrome ou ville nouvelle, mais aucun n'a encore abouti à ce jour.

Épilogue : les systèmes de radionavigation hyperbolique, une espèce en voie d'extinction

La légende veut que John Pierce ait donné le nom d'*Oméga* au système qu'il avait conçu en pensant à la métaphore chrétienne "l'Alpha et l'*Oméga*" qui symbolise l'éternité du Christ. Cela aurait peut-être été un peu présomptueux de la part de l'inventeur car, en définitive, son "bébé" n'aura fonctionné que pendant un quart de siècle, de 1971 à 1997, au profit d'un nombre relativement restreint d'utilisateurs principalement militaires.

Mais pour nous, les ingénieurs passionnés de belle technique, ce fut une période stimulante pendant laquelle nous pouvions susciter et accompagner les progrès rapides de procédés de navigation tous plus ingénieux les uns que les autres. En outre, ces systèmes étonnants nous ramenaient à nos années d'étude de la géométrie conique, du fait de la projection harmonieuse des hyperboles sur l'ellipsoïde terrestre – cela aurait été trop simple si la Terre avait été une sphère parfaite !

Aujourd'hui, pratiquement tous les systèmes hyperboliques ont disparu, balayés par le *GPS* et ses terminaux bien plus performants, plus petits et moins coûteux que les encombrantes et complexes stations embarquées du XXème siècle. Seul subsiste encore dans certaines zones le système américain *Loran-C*, en attendant que le système *Galileo* soit assez opérationnel pour pallier d'éventuelles indisponibilités du *GPS*. La Société Sercel, autrefois leader français en matière de radionavigation, a quitté ce secteur¹⁶ et la revue *Navigation*, qui était la bible des experts français de l'époque¹⁷, s'est largement convertie à la veille technologique des systèmes satellitaires.

Raison de plus pour que l'APSM-PharBal entretienne le souvenir des brillants ingénieurs français et de leurs belles réalisations, qui étaient alors à la pointe du progrès mondial en matière de radionavigation et de radiolocalisation.

Principales sources

- *Synthèse des résultats des expérimentations Oméga différentiel réalisées en France*, D. Abadie - Rapport 7.9.3 IALA-AISM Ottawa 1975.
- Nard, G.P., 1980s *Differential Omega Navigation and Equipments, Proceedings of the Fourth Annual Meeting of the International Omega Association, San Diego, CA, September 1979.*
- *Omega navigation system :Memorandum of understanding between the United States of America and France signed at Washington June 24, 1981*
- *Loran-C and Omega : a study of the military importance of radio navigation aids* Wilkes, Owen, Nils Petter Gleditsch, et Ingvar Botnen. 1987.
- Résolution n° 602(Mob-87): *Transmission de données par des radiophares maritimes dans le cas de systèmes de radionavigation en mode différentiel.*
- Décret du 26 avril 1990 fixant l'étendue des zones de servitudes applicables au voisinage de la station de radionavigation Oméga à Saint-Paul (Réunion) pour la protection des réceptions radioélectriques
- *ues contre les perturbations radioélectriques – JORF n°103 du 3 mai 1990.*
- Bourasseau, S., *Differential Omega in Indonesia, Proceedings of the Fifteenth Annual Meeting of the International Omega Association, Sanur, Bali, Indonesia, September 1990*
- Décret du 9 avril 1998 portant abrogation du décret du 26 avril 1990 ci avant – JORF n°93 du 21 avril 1998
- *Over-blog iletdechriss, article antenne Oméga-64975211*
- *Blog anciens cols-bleus.net*
- Wikipédia : Système de navigation Oméga
- *Le rôle de l'antenne Oméga à La Réunion pendant la Guerre Froide*, par Heloise Finch-Boyer - Revue Historique de l'Océan Indien 2005.
- *A case of applied geodesy accuracy tests of the Omega differential system capt. Pedro Fiadeiro (Portugal) Retired ENSTA Engineer - International Hydrographic Review November 2015*
- Analyses APSM de dossiers déposés aux Archives nationales par la sous-direction de la sécurité maritime :
 - Cote 20060419/280 titrée : **La Réunion** Réalisation, financement de la station de radionavigation " Oméga " ; **Guyane** (P. PALUS)
 - Cote 20060419/273 titrée : Phare de l'île d'Yeu (P. PALUS)
 - Cote 20060419/281 titrée : Tunisie Phare du Cap Bon (Danielle et Patrick PALUS)
 - Cotes 20090296/69, /72, /75 titrées : Séances de la commission des phares des 4 décembre 1966, 18 mai 1973 et 30 mai 1975.

Remerciements : Je remercie très chaleureusement les personnes qui ont bien voulu relire, corriger ou enrichir mon texte initial, permettant d'améliorer la qualité de cette fiche-mémoire. Il en est ainsi de Jean-François LÉVY, Jean-François BEDIN et de Nicolas MAFFERT qui ont signalé des corrections de style, de rédaction ou de chronologie, de Georges NARD qui a apporté le point de vue de l'industriel impliqué dans la séquence des négociations des formats de diffusion de l'Oméga différentiel, et de Danielle et Patrick PALUS qui ont effectué des recherches documentaires et d'archives utiles au développement de cette fiche. Grand merci à Patrick pour son travail d'ajustement du texte, de mise en page et d'illustration. Ce document reste soumis à améliorations, pour autant que les lecteurs nous signaleront des erreurs ou matière à complément attestée par de nouveaux documents faisant référence. D. ABADIE

16 Mais elle est devenue le leader mondial des équipements pour l'exploitation pétrolière.

17 C'est la revue de l'Institut Français de Navigation, que Jean Pruniéras, ancien Directeur du Service des Phares et Balises, présida pendant plusieurs années.

L'association APSM-PharBal en bref (2017)

Président	Patrick PALUS
Trésorier	Jacques PERRIN
Secrétaire générale	Marie-Claude CASTEX
Rédacteur en chef (p.i.)	Patrick PALUS

Contactez l'association

mél : contact.apsm@laposte.net
courrier : APSM c/o Cérema
151, quai du Rancy
94381 Bonneuil-sur-Marne Cedex
internet : <https://www.apsm-pharbal.fr/>

Adhésion 2017 en ligne sur le site APSM

L'adhésion (16 €/an ; couple 24 €) permet :
- de participer aux assemblées générales
- d'accéder à la partie privée du site internet
- d'être informé des activités de l'association
- de recevoir par courriel **Le Courrier de l'APSM.**

IMPRIMÉ PAR NOUS-MÊMES