

**IDEES et INTERETS RELATIFS AUX APPLICATIONS DE LA
TELEDETECTION SATELLITAIRE A L'OCEAN PACIFIQUE**

Lionel LOUBERSAC

Centre National pour l'Exploitation des Océans

FRANCE

Commission n° VII

Résumé : L'étude globale de l'océanographie du Pacifique est en grande partie à réaliser. D'énormes lacunes existent, principalement en raison des dimensions de la zone. Des idées relatives aux applications des données d'observation satellitaire sont exposées et l'intérêt de la mise en place d'une structure pluridisciplinaire de réception, de prétraitement et de traitement de la donnée satellite dans la région est souligné.

The global oceanographical study of the Pacific Ocean is largely to be realised. Large blanks are still existing particularly owing to the great extent of the zone. Some ideas linked to the applications of spatial imagery are exposed so as the interest of building up a pluridisciplinary receiving, preprocessing and processing structure of satellite data in the region.

I. INTRODUCTION

L'Océan Pacifique s'étale d'Ouest (Singapour) en Est (Panama), sur près de 180°. L'étude globale de cet océan est, en grande partie, à réaliser. Une dizaine d'années après la mise en place de programmes spatiaux d'observation opérationnels, la recherche et la technique (plateformes, capteurs, systèmes de réception, systèmes informatiques de traitement, logiciels, méthodologies d'exploitation des données) ont considérablement évolué. D'autre part, de nouveaux programmes spatiaux arrivent en phase opérationnelle ou sont en cours de préparation et offrent des perspectives non négligeables quant à leurs applications au domaine marin, qu'il soit côtier (LANDSAT-4, SPOT, MOS-1, IRS-1) ou du large (ERS-1, TOPEX-POSEIDON, etc...). Enfin, il apparaît vraisemblable que les stations orbitales habitées offriront, dans un avenir assez proche, un outil complémentaire d'observation et de connaissance. Sur un terrain tel que celui qu'offre l'Océan Pacifique, nombre d'applications de l'observation satellitaire peuvent d'ores et déjà voir des développements. Nous en discuterons un certain nombre ci-après.

.../...

II. BASES DE CONNAISSANCES - APPORTS DE L'OBSERVATION SATELLITAIRE

Ainsi que rappelé en introduction, les dimensions de l'Océan Pacifique font qu'il représente à lui seul la moitié de la surface océanique mondiale totale, soit 179.700.000 km² contre 360.700.000 km² couverts par les océans sur notre planète. Le Pacifique est, d'autre part, particulièrement développé le long de la ceinture équatoriale et tropicale (voir figure 1).

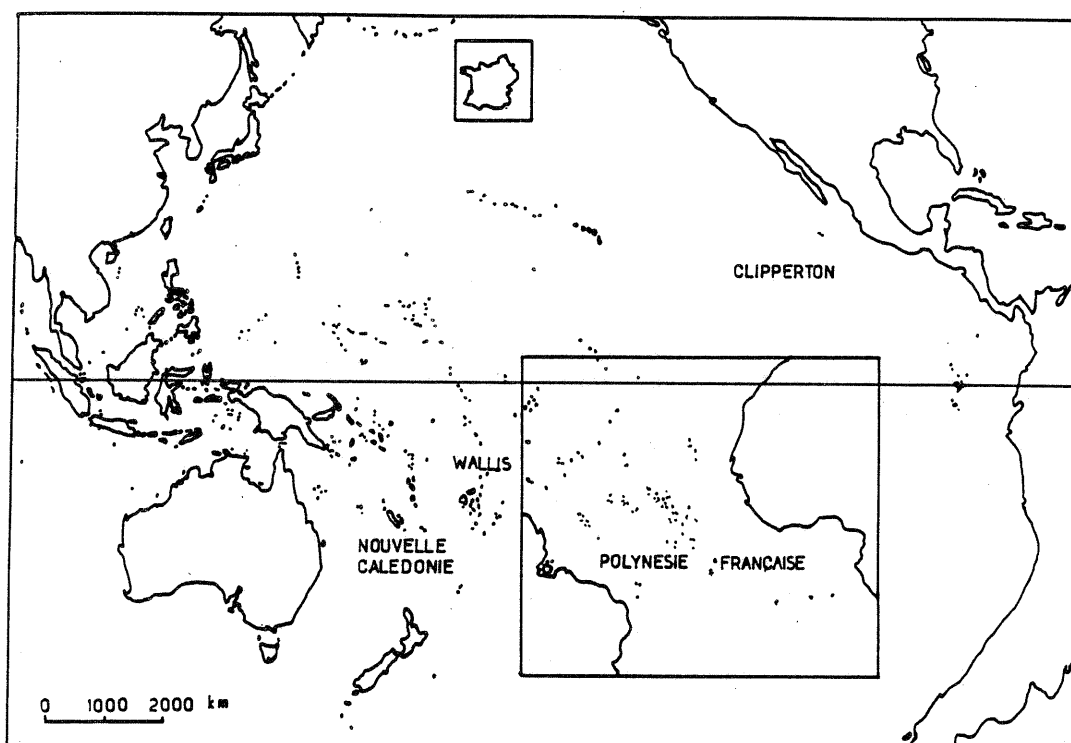


Fig. 1 : Comparaison, à la même échelle, du bassin du Pacifique et de l'Atlantique tropical.

La "découverte" du Pacifique, sa pénétration par la civilisation occidentale et les premières observations scientifiques sont récentes (Bougainville 1766-1769, Cook 1768-1771 et 1772-1775, La Pérouse 1785-1788). A l'heure actuelle, les connaissances restent fragmentaires ou tout du moins limitées géographiquement ; aussi, en raison des caractéristiques générales de la télédétection, divers arguments peuvent-ils être avancés dans le sens d'un développement des applications éventuelles de l'outil d'observation satellitaire. Ces arguments intéressent plus particulièrement, dans un premier temps, les points suivants :

.../...

- La cartographie au sens général du terme avec, pour finalité, une meilleure connaissance et une meilleure gestion des milieux côtiers et insulaires.
- La météorologie avec pour buts l'amélioration des prévisions et le renforcement des études d'hydroclimatologie globale.
- L'halieutique avec amélioration des prévisions et de la gestion des stocks pélagiques exploitables et études de la productivité globale ou régionale du milieu.

2.1. - Cartographie, connaissance et gestion des milieux côtiers

Le Pacifique est caractérisé, principalement dans sa partie Centre et Sud Ouest, par la présence d'un très grand nombre d'îles et hauts fonds le plus souvent d'origine coralliennes. Ces formations sont les plus importantes du monde (Mer de Corail, Grande Barrière, récifs de Nouvelle Calédonie). Nombre d'îles et hauts fonds sont imparfaitement localisés, imparfaitement dénommés, voire parfois totalement inconnus.

D'autre part, c'est dans le Pacifique tropical que les faciès côtiers tropicaux présentent vraisemblablement le plus de variété, voire "d'exhubérance" ; l'Indonésie et les Philippines paraissent, à ce titre, réaliser, le long de leurs côtes, la synthèse de cette multiplicité. Ces faciès sont, pour les pays du Pacifique, à la base même d'une exploitation, que ce soit les lagons pour les îles du Centre et de l'Ouest Pacifique (pêche artisanale au poisson, à la tortue, au trocas, au bénitier ; exploitation de matériaux de construction) ou les mangroves pour les pays d'Asie du Sud-Est (matériaux de construction, ressource énergétique, textile, pêche, aquaculture) (réf. n° 1). Or, ces milieux sont difficilement pénétrables par les moyens conventionnels (pénétration des mangroves, des estuaires ou navigation au milieu des récifs).

Les fonctions de base nécessaires à une bonne gestion de ces milieux (exploitation ou protection), à savoir les fonctions de repérage, d'inventaire et de prévision sont très souvent imparfaitement remplies, voire totalement inexistantes. Or, la résolution des satellites d'observation de la terre dits de deuxième génération (LANDSAT-4, SPOT...) est bien adaptée à l'observation de ces milieux. Les premiers résultats basés sur des images LANDSAT-4 ou des simulations d'image SPOT (réf. n° 2) montrent que les trois fonctions de base requises et citées précédemment peuvent être remplies, voire même que des schémas d'aménagement côtiers peuvent être envisagés à partir de données satellite et grâce, par exemple, à des systèmes d'informations géocodées littorales. Il ne faut pas perdre de vue, toutefois, qu'il existe un manque relatif de stations de réception des données de satellites d'observation de la terre dans la région Pacifique et qu'en l'absence de ces stations, l'avantage sera donné aux satellites susceptibles d'effectuer une programmation de leurs acquisitions.

.../...

2.2. - Prévisions météorologiques et hydroclimatologie globale

Trois phénomènes météorologiques principaux ont des conséquences sur la vie des habitants du Pacifique : les cyclones, les moussons et les sécheresses.

En complément des méthodes classiques de prévision et de suivi du premier phénomène, la donnée image numérique et répétitive autorise la mise en oeuvre de méthodes empiriques et semi-empiriques telles que déjà utilisées au Japon ou aux Etats Unis, de façon à pouvoir estimer :

- la force des cyclones,
- les changements dans la force et la trajectoire de ceux-ci.

La prévision de mise en place des deux autres phénomènes est moins évidente. Cependant, l'Océan Pacifique et la partie Est de l'Océan Indien sont reconnues comme les deux régions du globe qui conditionnent en grande partie le climat mondial. En fait, ces régions sont le siège de variations climatiques dont l'anomalie majeure ayant le nom de El Niño Southern Oscillation (ENSO) se produit tous les 4-5 ans et a des conséquences socio-économiques non négligeables sur tous les pays du Pacifique, du pourtour comme du Centre. Des anomalies climatiques importantes constatées aux latitudes tempérées trouvent leur origine dans les anomalies de température de surface de la mer affectant l'Océan Pacifique et liées au phénomène ENSO. Il est admis que le déclenchement du réchauffement de la température de surface de la mer le long des côtes d'Amérique du Sud puis vers le Pacifique équatorial en années El Niño, voit son origine dans l'Ouest Pacifique, dans la région dite du "Hot Spot" à l'Ouest de la ligne de changement de date, lorsque les alizés s'affaiblissent, voire s'inversent. Il y a alors reflux de la masse océanique vers l'Est Pacifique avec abaissement de la thermocline et anomalies de vents et de précipitations.

Plusieurs hypothèses sont établies sur les causes probables du phénomène. Des réseaux de données ont été mis en place, soit à base de stations météo, soit à base de la flotte de bateaux marchands (XBT, salinité, chlorophylle de surface...), qui relie Nouméa au Japon, aux USA, à Tahiti et Panama à la Nouvelle Zélande (réf. n° 3), de façon à étudier à long terme la variabilité des conditions de surface, de la structure thermique et de la dynamique des eaux du Pacifique intertropical en relation avec le climat. Un monitoring global de la région Pacifique et Est Indien, seul possible par observations satellitaires, s'avère impératif et complémentaire des réseaux d'observation existants. On notera que ce monitoring global pourrait s'inscrire dans le cadre du programme international TOGA (Tropical Oceans and Global Atmosphere), intégré au programme international d'étude de la dynamique du climat, en cours de définition actuellement.

.../...

2.3. - Productivité du milieu, prévision et gestion des stocks pélagiques exploitables

Les résultats récents montrent que les mers tropicales ont une productivité plus importante que celle soupçonnée auparavant. D'autre part (cf. fig. n° 2), le Pacifique est le siège de la pêche pélagique la plus importante. deux aspects doivent être considérés :

- la recherche qui concerne la prospection et la délimitation des relations entre milieu et espèces ;
- l'aide opérationnelle à la pêche par télédétection satellitaire.

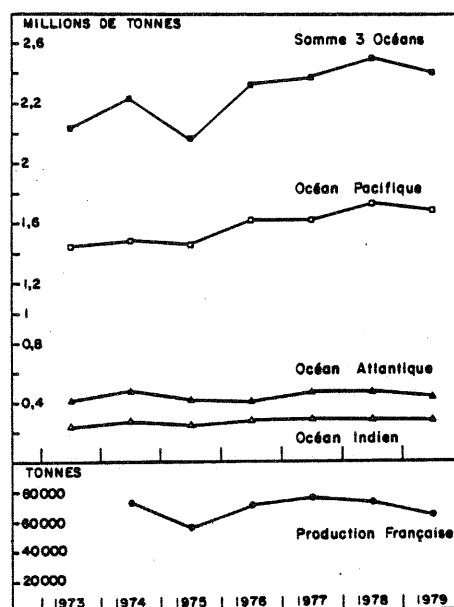


Fig. 2 : La pêche mondiale de thonidés par océans (d'après FAO)

Le premier aspect voit des résultats basés sur des campagnes océanographiques, des observations à partir de navires de pêche ou de navires marchands, des campagnes aériennes, etc... Deux pôles principaux de développement sont situés à l'Est en Californie (NOAA et SIO), au Sud-Ouest en Nouvelle Calédonie (ORSTOM). La connaissance de base acquise (réf. n° 4) se prête à la mise en place d'études ayant comme point de départ la télédétection satellitaire, ce qui est déjà réalisé à la Scripps Institution of Oceanography (SIO) (réf. n° 5) pour la région Est Pacifique. Cette dernière technique permet, en effet, d'observer et de mesurer, sur la base la plus permanente possible, une part des éléments externes de l'environnement océanique qui influent sur l'évolution des stocks exploitables. Bien que l'application de la télédétection satellitaire à l'aide à la pêche soit encore à ses débuts (réf. n° 6), des propositions d'étude visant les aspects gestion et exploitation sont envisageables, plus particulièrement :

- des études liées aux inventaires et à la variabilité des zones favorables à l'exploitation ;
- des études liées à la prévision de recrutement des thonidés.

.../...

Dans l'un et l'autre cas, le suivi des champs thermiques de surface et des gradients de température est nécessaire. Il paraît toutefois important d'élargir cette notion de fronts à d'autres paramètres tels que la couleur de l'eau (c'est-à-dire sa richesse biologique) et les vents de surface (turbulence de la couche supérieure) par exemple.

III. TYPES de DONNÉES - SYSTEMES d'ACCÈS

La réalisation des objectifs exposés au paragraphe précédent passe par la mise en place d'une structure de réception, de prétraitement et de traitement de données satellite située géographiquement en position suffisamment centrale de sorte que puisse s'effectuer une veille de l'océan dans sa totalité. D'autre part, il s'agit d'utiliser la donnée de programmes satellitaires opérationnels reçue en temps réel à la station mère et il s'agit d'y introduire, en temps différé, tous types de donnée dont l'application ne requière pas nécessairement l'acquisition temps réel. Ces dernières données proviendront soit de satellites d'observation de la terre (LANDSAT-4, SPOT...), soit de satellites ou missions expérimentales. On trouvera en figure n° 3 les champs couverts par les satellites géostationnaires GMS et GOES-West et par les satellites à défilement de la série NOAA dans le cas de l'implantation de la station à Nouméa.

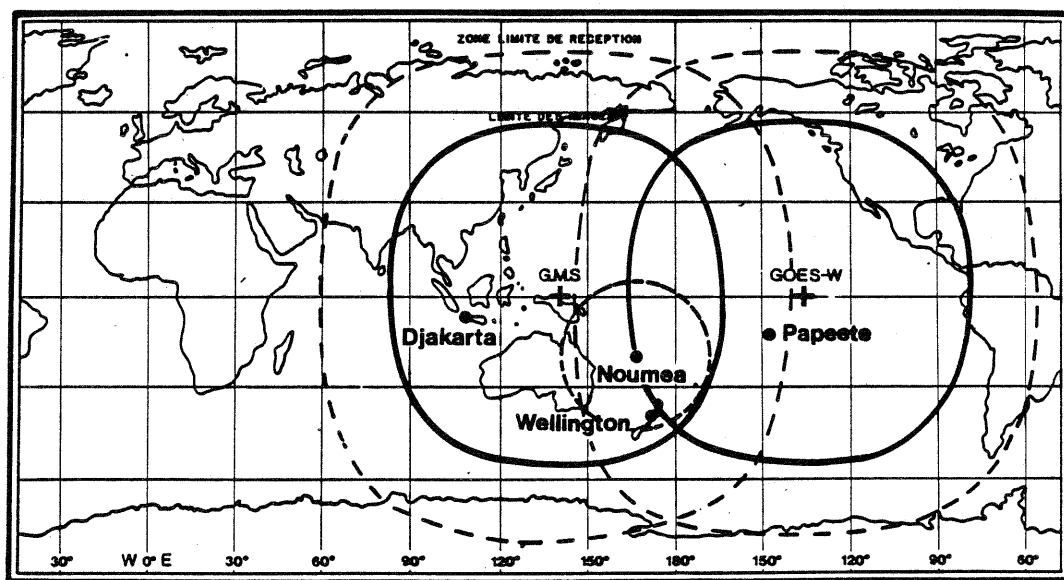


Fig. 3 : Champs d'observation des satellites géostationnaires GMS et GOES-West et des satellites à défilement de la série NOAA dans le cas de l'implantation d'une station de réception à Nouméa.

.../...

Sur la base actuelle de l'état de l'art relatif aux systèmes satellitaires et de l'état d'avancement de la recherche et de la technologie liés à la réception, au prétraitement et à l'exploitation de la donnée, on peut envisager l'utilisation de la structure en vue de la délivrance des produits suivants, à partir de la donnée haute résolution :

- Pour les satellites de type météorologiques :
 - . les champs de vent de surface,
 - . la nébulosité et l'estimation des précipitations,
 - . la température de surface de l'océan (localisation et évolution des fronts),
 - . le rayonnement solaire,
 - . l'estimation du contenu de vapeur d'eau de l'atmosphère,
 - . la prévision et le suivi des phénomènes météorologiques dans le cadre de la prévention des risques naturels.

- Pour les satellites de type observation de la terre :
 - . la mise à jour d'une cartographie générale et de l'hydrographie (positionnement d'îles et récifs),
 - . l'établissement de bases d'aménagement côtiers (mangroves, lagons) et terrestres (occupation du sol, hydrologie, géologie...).

En raison des types de données et des systèmes d'accès qui sont envisagés, deux contraintes majeures dimensionnent le prétraitement et le traitement de celles-ci.

La première concerne l'aspect temps réel et s'attache donc aux prétraitements (calibrations, corrections et rectifications géométriques) des données de type météorologique : GMS, GOES-W, TIROS-N) et à l'introduction des données de type DCP et ARGOS.

La seconde est relative à la masse des données de type observation de la terre à considérer, soit dans le cadre de l'aide à la cartographie générale, soit dans le cadre de la mise en forme de systèmes d'informations géocodées nécessaires à tout aménagement.

A un central radioélectrique intégrant les systèmes de réception et d'acquisition, on adjoindra un central informatique où s'assureront les prétraitements et les traitements de donnée et sur lequel se connecteront des ateliers utilisateurs.

IV. PERSPECTIVES - CONCLUSION

Il paraît concevable que se crée, via l'installation d'une structure de réception de prétraitement et de traitement de données satellitaires pour le Pacifique, et plus particulièrement la région Sud-Ouest Pacifique dans le cas d'une installation à Nouméa, un effet d'entraînement dont les directions majeures pourraient être les suivantes :

.../...

- l'aide au développement de pays de la région (connaissances de base, protection ou exploitation des milieux insulaires et côtiers, gestion des stocks exploitables) ;
- le renforcement d'un pôle de développement scientifique par l'intermédiaire des résultats obtenus et de la mise en place de structures de formation en télédétection, à ses techniques, ses méthodes et ses applications.
- L'établissement de systèmes de protection et de sauvegarde humanitaires qui s'effectuerait par le biais de l'amélioration des prévisions liées aux phénomènes de type catastrophes naturelles (cyclones, séismes, éruptions volcaniques), comme par le biais de la mise en place de systèmes opérationnels de sauvetage par satellite (SARGOS).

La présence de bassins maritimes lieux d'échange et la maîtrise des systèmes vecteurs de l'information sont à l'origine de l'épanouissement d'ensembles civilisateurs. Les systèmes satellitaires, complémentaires des autres vecteurs de connaissance se placent, et se placeront très vraisemblablement de manière préférentielle, comme les outils nécessaires au développement du bassin du Pacifique qui semble de plus en plus se placer comme le nouveau centre de gravité de la planète.

REFERENCES

1. IUCN. 1983. Global status of mangrove ecosystems. The environmentalist vol. 3 (1983) - supp. n° 3 ISSN 0251-1088.
2. LOUBERSAC L. 1983. Coastal zones inventory by high resolution satellites. Remote sensing : Proc. Alpbach Summer School, 27 July/5 August 1983 (ESA SP-205, spt. 83) pp. 87-94.
3. DONGUY J.R., HENIN C. 1980. Climatic teleconnections in the Western South Pacific with el Niño phenomenon. Journal of physical oceanography 10, 12. pp. 1952-1958.
4. MARCILLE J., BOUR W. 1981. La pêche des thons dans l'Océan Pacifique tropical. Travaux et documents de l'ORSTOM n° 134 - Paris 259 p.
5. EVANS R.M., KENT SS, SEIDMAN J.B. 1980. Satellite remote sensing facility for oceanographic applications. JPL Publication 80-40 Pasadena Calif.
6. CRACKWELL A.P. 1983. Application for fisheries. Remote sensing. Proc. Alpbach summer school, 27 July-5 August 1983. (ESA SP-205 Sept. 83) pp. 101-114.