

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

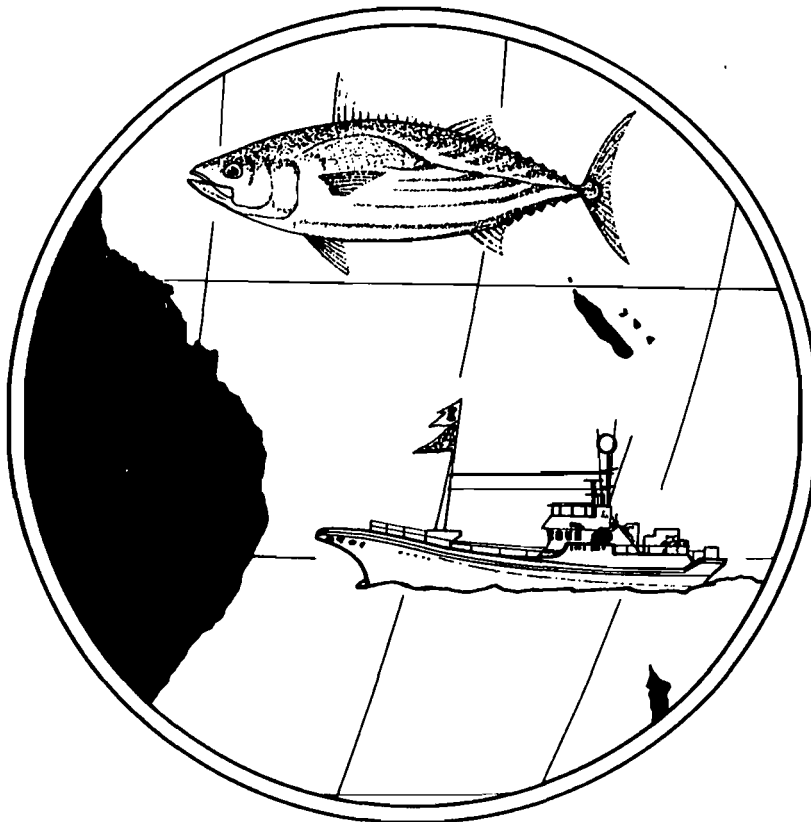
**CENTRE DE NOUMÉA
OCÉANOGRAPHIE**

PROSPECTION THONIERE AVEC TELEDETECTION A L'INFRAROUGE

(Contrat No 1 ORSTOM/DOMTOM du 12 mai 1978)

Avenant No 3

**Etude des possibilites d'obtention et d'utilisation des données
satellites dans le cadre du développement de la pêche
thonière en Nouvelle Calédonie**



MARS 1983

**CENTRE ORSTOM — B.P. A 5 — NOUMÉA
NOUVELLE-CALÉDONIE**



PROSPECTION THONIERE AVEC TELÉDÉTECTION À L'INFRAROUGE

(Contrat n° 1 ORSTOM/DOM-TOM du 12 mai 1978 - Avenant n° 3)

Etude des possibilités d'obtention et d'utilisation des données
satellites dans le cadre du développement de la pêche thonière
en Nouvelle-Calédonie

MARS 1 9 8 3

M. PETIT*
A. MORLIERE*
P. HAZANE *
M. KULBICKI*

* Centre ORSTOM de Nouméa, B.P. A5 NOUMEA, Nouvelle-Calédonie

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Pages</u>
AVANT-PROPOS	3
I - Généralités	4
II - Exemples d'intervention des techniques de télédétection dans la pêche des thonidés de surface.....	8
III - Informations recueillies par satellites disponibles dans la région centrée sur Nouméa :	
<i>III.1. - Informations potentielles</i>	<i>13</i>
<i>III.2. - Intérêts de ces informations</i>	<i>17</i>
<i>III.3. - Estimation de la qualité de ces informations.</i>	<i>19</i>
IV - Conclusion : Proposition d'un système pour l'acquisition en temps réel de données satellites à Nouméa. Perspectives	21
<u>ANNEXE I</u> - Etude comparative des données GOSSTCOMP et des observations issues de la radiométrie aérienne....	24
<u>ANNEXE II</u> - Exposé de M. DION présenté au Colloque de l'Asteo (Janvier 82).	30

FIGURES ET TABLEAUX

FIGURES

- Fig. 1 - Caractéristiques du programme américain "d'observations satellitaires pour les pêcheries commerciales".
- Fig. 2 - Exemple du bulletin prévisionnel de pêche du Bureau d'Aide à la pêche ORSTOM/INTERTHON (Abidjan).
- Fig. 3 - Zones couvertes par des stations primaires installées à Wellington, Hobart et Nouméa.
- Fig. 4 - Thermographie de surface obtenue à partir des données GAC (canal 4) pour le 17 octobre 1982.
- Fig. 5 - Carte GOSSTCOMP (NOAA/NESS) de la semaine du 13 au 19 octobre 1982.
- Fig. A1 - Densité des mesures Avion/Satellites (voir texte).
- Fig. A2 - Histogramme des différences TA-TS en 1980 et 1981.
- Fig. A3 - Histogramme des différences TA-TS selon les zones 1 à 5.

o
o o

TABLEAUX

- Tab. 1 - Principales applications de la télédétection en océanographie.
- Tab. 2 - Contraintes opérationnelles de la télédétection en océanographie.
- Tab. 3 - Comparaison des caractéristiques des satellites géostationnaires et à défilement.
- Tab. 4 - Satellites géostationnaires.
- Tab. 5 - Satellites à défilement de la série Tiros N.
- Tab. 6 - Evaluation financière de la solution proposée.
- Tab. A1 - Table de contingence. Présence de fronts thermiques / différences TA-TS.

AVANT - PROPOS

Rappel

("Prospection thonière avec télédétection à l'infrarouge".

Contrat n° 1 ORSTOM/DOM-TOM du 12 mai 1978, Avenant n° 3).

" ARTICLE 3 - CONDITIONS DE L'ETUDE DES POSSIBILITES D'OBTENTION ET D'UTILISATION DES DONNEES SATELLITES

L'ORSTOM affecte le personnel scientifique et technique nécessaire à cette étude, qui consistera principalement à recueillir le maximum d'informations techniques relatives, d'une part à l'existence et à la disponibilité de cartes quotidiennes couvrant la zone économique de la Nouvelle - Calédonie, et à la possibilité d'obtention en temps quasi réel, d'autre part aux divers équipements et logiciels informatiques qui constituent les chaînes de réalisation autonomes de cartes satellites.

A cet effet, des missions seront effectuées auprès des laboratoires ou services suivants, qui possèdent le plus d'expérience en ce domaine, ou dont la proximité permet d'envisager des relations futures ".

Les centres de réception et/ou de traitement de données satellites qui ont été visités* sont les suivants :

- Bureau de Télédétection (ORSTOM) Bondy.
- Centre de Météorologie Spatiale (C.M.E.S.), Lannion.
- Centre Océanographique de Bretagne (C.O.B.), Brest.
- Scripps Institution of Oceanography La Jolla, Californie.
- New Zealand Meteorological Service, Wellington.
- Department of Scientific and Industrial Research (D.S.I.R.), Wellington.
- C.S.I.R.O. (Cronulla, North-Ryde, Canberra, Melbourne).
- University of New South Wales.
- Macquarie University (Sydney).
- Australian National University (Canberra).
- Landsat Receiving Station (Canberra).
- Weather Bureau (Melbourne).

* Au fur et à mesure de chaque mission, un rapport partiel a été remis aux autorités compétentes.

Avant de proposer une solution pour l'acquisition rapide de données satellites à Nouméa, il nous a paru bon de faire la synthèse des informations recueillies au cours des visites des différents centres et d'essayer de juger la valeur des quelques données que nous possédons sur la Nouvelle-Calédonie. En tout premier lieu, nous allons donner quelques définitions et généralités. En effet, la télédétection fait la plupart du temps appel à des technologies nouvelles évoluant rapidement. Il en résulte un vocabulaire souvent hermétique et utilisant de nombreux sigles.

I - Généralités

- a) Le terme de télédétection s'applique à tout processus permettant d'acquérir des informations sur un objet, sans que le capteur soit en contact avec cet objet.

Par exemple, l'appareil photo ou le sonar sont des instruments de télédétection. De façon plus précise, le but que l'on se propose d'atteindre par la télédétection aérospatiale est d'analyser les variations spatio-temporelles et spectrales du champ électromagnétique, de développer les outils nécessaires pour cela, et de traduire les informations recueillies en termes assimilables par l'utilisateur. La télédétection par satellite permet l'acquisition régulière d'informations diverses sur de vastes régions. Mais son champ d'investigation se trouve limité par l'absorption de certaines radiations dans la couche atmosphérique.

b) On démontre ainsi, en physique, que les "fenêtres" de longueurs d'onde du champ électromagnétique qu'un satellite peut recevoir sont les suivantes, compte tenu de la présence de l'atmosphère :

- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| - 0.3 μ à 3 μ | : visible et proche infrarouge |
| - 3 à 20 μ | : infrarouge thermique |
| - 6 mm à 2 m | : ondes radar et micro-ondes |

Ces dernières n'ont été utilisées qu'à titre expérimental et les premiers résultats sont très prometteurs.

Tableau 1. - PRINCIPALES APPLICATIONS DE LA TELEDETECTION EN OCEANOGRAPHIE. (d'après ESRO 1973)

Phénomène observable (paramètre à mesurer)	Appareillage de télédétection à utiliser	Objet étudié (objectif)	Applications
1) <u>Variation d'intensité</u> de réflexion de polarisation	- Laser - Diffractomètre - Caméra photographique (NetB)	- Hauteur des vagues - Etat de la mer - Limites des masses d'eau et des courants	- Routes de navigation - Trajet des courants - Cartographie courantologique
2) <u>Variation des caractéristiques spectrales</u>	- Caméra photographique (films couleurs) - Spectromètres - Scanners multispectraux - Radar multifréquentiels	- <u>Couleur de l'eau</u> - <u>Pollution</u> - Répartition des algues - Répartition des sédiments (dans certains cas) - Cartographie de certains fonds	- <u>Contrôle de la pollution</u> - <u>Processus côtiers</u>
3) Température	- Radiomètres I.R. - Radiomètres à micro ondes	- <u>T. superficielle de la mer</u> - Distribution des courants	- <u>Détermination du bilan d'énergie</u> - <u>Prédiction du temps</u> - <u>Localisation des bancs de poissons</u>
4) <u>Evolution temporelle</u> a) des intensités b) des spectres c) des températures	Tout appareil précédent utilisé de façon répétitive	- Evolution de l'état de la mer - Mesure de la vitesse du vent et des courants - <u>Evolution de la courbe de température de l'eau</u> - Evolution de la sédimentation et des fonds - <u>Déplacements des fronts océaniques</u>	- <u>Inventaire et contrôle des effluents côtiers naturels ou artificiels et de leur pollution</u> - <u>Délimitation des enneigements et des glaciers</u> - <u>Contrôle et prévision en navigation</u> - <u>Productivité biologique</u> (évolution des biomasses marines) - <u>Déplacements des bancs de poissons</u> - <u>Etude de la genèse et de l'évolution des cyclones et ouragans</u> - <u>Sédimentogenèse</u> - Evolution des courants - Dispersion des produits apportés par les effluents côtiers naturels ou artificiels (polluants)
7) Absorption (avion)	- Spectromètres simples ou différentiels - Senseurs Géochimiques	- Détection des émissions de gaz	- Etude quantitative des biomasses planctoniques Mesure des productivités - Pêche
8) Bioluminescence provoquée (avion)	- Appareil de T.V. pour faibles intensités lumineuses	- Migration et localisation des bancs de poissons - Déplacement des masses planctoniques	- Industrie de la pêche - Ecologie marine.

Tableau 2. - CONTRAINTES OPERATIONNELLES DE LA TELEDETECTION EN OCEANOGRAPHIE. (Visible et Infrarouge)

Objectifs	Paramètre à mesurer ou à estimer	Précision	Résolution spatiale	Fréquence de la mesure	Région du spectre utilisée	Largeur des bandes à utiliser
<u>T. superficielle de la mer :</u>						
1) Fronts thermiques	Gradients de T (g)	0,2°C/km	100 m		Thermique (t)	large
2) Divergences et convergences		1°C	100m à 10km	Mensuelle	t	large
3) Localisation bancs de poissons	Contours thermiques	0,5°C	100 m		t	large
4) Etude des effluents côtiers	" "	0,1°C	10 m	4fois/jour	t	
5) Echange de chaleur air- eau	t à travers 2 plans horizontaux près de la surface	0,03°C	10 km	Horaire	t	étroite
<u>Hydrographie côtière :</u>						
1) Profondeur de l'eau	Réflexion sur le fond	± 0,5 m	2 m		0.5-0.6 µm	étroite
2) Cartographie de la ligne de côte	Interface eau- terre	± 10 m	10 m		t	large
<u>Sédimentologie :</u>						
1) Teneur en sédiment	Réflectance absolue	± 20 mg/l	300 m		Visible et thermique	étroite
2) Type de sédiment	Signature spectrale		300 m		Thermique	large
<u>Biomasse :</u>						
1) Teneur en chlorophylle	Réflectance	0,1 mg/m ³	300 m	Mensuelle	0,45-0,60µm	étroite
<u>Glace :</u>						
1) Cartographie	Limites des banquises	± 100 m	100 m	Mensuelle	t	large
2) Recherche	Epaisseur et topo- graphie		10 m		Visuelle et thermique	étroite
<u>Taches d'hydrocarbures :</u>						
1) Détection	Contraste thermique	50 m		Fréquente	I.R. proche et lointain	moyenne
2) Quantification et identification	Signature spectrale	300 m			Visible et thermique	étroite

Les tableaux 1 et 2 essaient de faire l'inventaire complet des applications et des contraintes opérationnelles de la télédétection en océanographie. (Les applications les plus couramment pratiquées sont soulignées).

c) D'autre part, il faut savoir que les informations peuvent être recueillies par deux types de satellites :

- . les satellites géostationnaires, qui sont placés de façon à se trouver toujours au-dessus du même lieu géographique situé sur l'équateur
 - . les satellites à défilement, qui ont une orbite polaire.
- Il en résulte les caractéristiques suivantes :

Tableau 3 - COMPARAISON DES CARACTERISTIQUES DES SATELLITES GEOSTATIONNAIRES ET A DEFILEMENT

	S a t e l l i t e s	
	Géostationnaires	à défilement
Surface observée	presque la moitié de la terre	toute la terre
Résolution spatiale	1 à 10 km	10 m - 100 m - 1 km
Calibration géographique de l'information.	facile	difficile
Altitude d'orbite	36.000 km	700 à 1.100 km
Temps entre vues d'un même lieu	une demi-heure à quelques heures	0.5 à 30 jours
Poursuite depuis la terre pour la réception des informations	facile	contraignante
Visibilité depuis les stations de réception	constante	de l'ordre de 15 minutes par période de 12 h. → nécessite un réseau de stations
Rediffusion de l'information	facile	très difficile
Enregistreur embarqué	minime voire inutile	indispensable
Vocation	météorologie	météorologie et observation de la terre

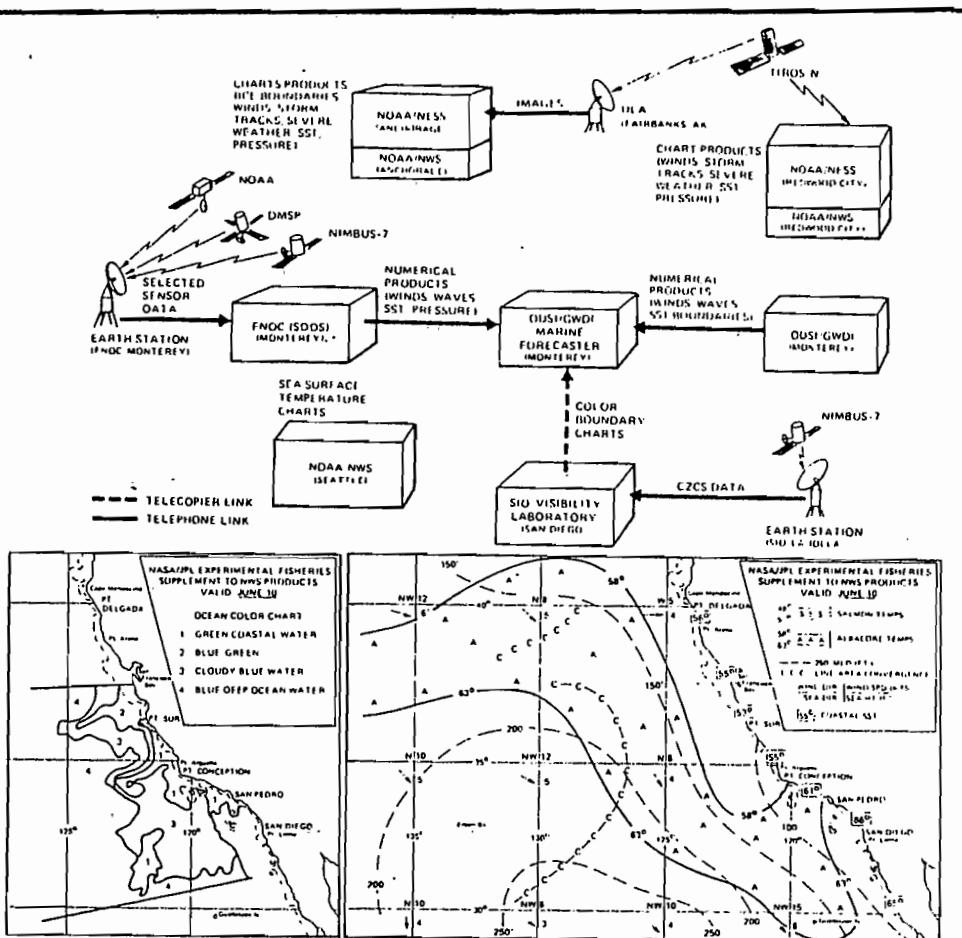
d) Il faut se rappeler que le système qui analyse une "image" à bord d'un satellite est linéaire et que la transmission se fait point par point, ligne par ligne, d'où l'énorme quantité d'informations élémentaires ("bits") à transmettre. Ainsi, lorsque la répétitivité des images ou leur résolution spatiale augmente, les mémoires embarquées et/ou les stations de réception (et de stockage) doivent croître en proportion si l'on ne veut pas perdre d'informations. Ceci constitue l'un des facteurs les plus limitants des possibilités de la télédétection. Des systèmes de dégradation de l'information ont été mis en place. Par exemple, on réduit la résolution spatiale, spectrale ou temporelle en moyennant les informations sur une zone géographique donnée ou sur plusieurs canaux ou sur plusieurs images. Cette réduction peut se faire à bord du satellite directement ou à la station principale de réception et de contrôle qui retransmet l'information dégradée au satellite, utilisé en l'occurrence comme relai de télécommunication.

- Lorsque l'information est gardée intégralement, on parle d'information "haute résolution" et de "réception primaire".
- Lorsque l'information est réduite (dégradée), il s'agit d'information "basse résolution" et de "réception secondaire".

e) Enfin, une acquisition en temps réel correspond actuellement à l'acquisition de données par une station de réception lorsque le satellite est à portée optique de cette station. Le traitement peut alors s'effectuer là encore en temps réel ou en temps différé. Remarquons que, dans le cadre de l'aide à la pêche, l'acquisition et le traitement doivent se faire en temps quasi réel afin de pouvoir avertir les pêcheurs des changements hydrologiques constatés.

II - Exemples d'intervention des techniques de télédétection dans la pêche des thonidés de surface

Dans le domaine des pêches, la télédétection a un double rôle à jouer :



INTRODUCTION

Commercial fishermen are interested in the safety of their crews, boats, and gear, and in making the best catch for their time and money. Rising fuel costs, increased competition from foreign fisheries, improved knowledge about fish habits, and the new 200-mile economic zone have all had an impact on the U.S. fishing industry. Accordingly, the modern fisherman more than ever requires reliable environmental information.

PURPOSE

To meet this need, the Jet Propulsion Laboratory, with the cooperation of the Ocean Services Division of the National Weather Service (NWS), is sponsoring an experimental program involving fisheries-aid products for the West Coast fishing industry, prepared with the aid of satellite observations of the ocean surface.

BACKGROUND

In June 1978 the Seasat satellite was launched by the United States as a "proof-of-concept" mission to obtain measurements of ocean-surface conditions from satellite altitudes. This mission proved conclusively that

Data Sources

The experimental fisheries-aid products are prepared by a marine forecaster using a variety of conventional and satellite observations of the ocean surface.

- Conventional Observations:* Fleet Numerical Oceanography Center (Navy) and the NWS.
- Satellite Observations:* ocean color (Nimbus-7), sea-surface temperature (NOAA-6), and weather circulation features (GOES).

Products

Products for the fisheries program are both experimental and operational. Operational products produced by the NWS are necessary to fully utilize the information contained within the experimental products.

- Experimental Products**
- Fisheries charts* depicting key isotherms (from a line-mesh sea-surface

wave heights, surface-wind velocity, and sea-surface temperature measurements can be obtained from space.

Scientific and commercial studies of Seasat data, along with investigations of a Coastal Zone Color Scanner (CZCS) currently in orbit on the Nimbus-7 satellite, have identified promising techniques that may be used to improve the analyses and forecasts of ocean-surface features (i.e., winds, waves, sea-surface temperatures, and color boundaries). These studies have shown that such techniques may be applicable to commercial fishing activities.

IMPLEMENTATION

Specially prepared fisheries-aid analysis and forecast products are generated on a daily basis and broadcast by single-sideband radio-facsimile to commercial fishing vessels operating in waters off the West Coast. A 5-day outlook designed for fisheries applications is broadcast twice weekly by high-frequency voice radio. The experimental products are supplemented by a full suite of operational marine and general user analysis and forecast products distributed by the NWS that depict general marine and sensible weather conditions. All operational and experimental products cover the same ocean regions at the same scales.

temperature analysis) for selected fish species, color boundaries, convergence and upwelling areas (wind derivatives), and mixed-layer depths.

- Five-Day Outlook* in a voice message format summarizing fisheries-related environmental conditions, departures from normal, and interpretations with respect to fishing operations

Operational Products

- General weather charts* depicting sensible weather conditions (pressure fields, frontal boundaries, storm tracks, precipitation and wind and wave fields), sea-surface temperature measurements, ice analyses, and severe-storm warnings.

- Five-day outlook* for general users.

Figure 1 - Caractéristiques du programme américain "d'observations satellitaires pour les pêcheries commerciales".

économique, en permettant d'optimiser les conditions d'exploitation des flottilles de pêche (prévisions de la météo, de l'état de la mer, du vent, de la houle, des glaces etc...) et en rendant possible une stratégie d'exploitation à partir de renseignements concernant l'environnement ou d'observations directes ;

scientifique, par le biais d'une meilleure connaissance des interactions entre les variations du milieu et l'évolution des processus biologiques fondamentaux, tels que la production primaire, la croissance, la reproduction ou la répartition spatiale des espèces.

Ces résultats pourront être utilisés pour estimer l'abondance des espèces directement à partir de l'observation et de l'identification de bancs de poissons (avion), ou pour repérer des zones favorables par le biais de paramètres physiques ou biologiques connus comme ayant une influence sur l'espèce (avion et satellites).

Parmi les nombreuses applications de la télédétection dans le domaine de la pêche thonière, il faut avant tout citer le travail pionnier de l'équipe M.R. STEVENSON (La Jolla, Californie) qui a établi dès 1972 des corrélations entre les prises de germons du Pacifique Est et les températures relevées par satellites, ainsi qu'un modèle d'utilisation des données satellites à plusieurs niveaux pour la pêche et son aménagement. Actuellement, le programme américain le plus au point et le plus intégré dans ce domaine est celui du "Jet Propulsion Laboratory", subventionné par de nombreux organismes officiels (US coast guard, NOAA, NMFS, NESS, Scripps, etc...). Comme on peut le voir sur la figure 1, il couvre différentes pêcheries et transmet aux pêcheurs, après analyse des données satellites, des cartes de températures de surface, de couleur de l'eau, de paramètres météorologiques. Il est opérationnel depuis le 2ème semestre 1981. Au cours du 1er semestre 1983, si les résultats sont considérés comme bons, le programme devrait être poursuivi et la distribution des cartes devrait être faite sur une base commerciale...

En France, les thermographies de surface sont utilisées par les germoniers depuis 1972, le CEMS de Lannion diffusant chaque jour une carte thermique de l'Atlantique N.E. par facsimilé. Les thoniers senneurs de la flotte F I S (Franco-Ivoir-Sénégalaise) utilisent indirectement

les données des satellites par le biais du Bureau d'Aide à la pêche d'ABIDJAN (ORSTOM/INTERTHON) créé en 1977 et dirigé depuis par J.M. STRETTA. Les objectifs de ce bureau sont de :

" . *Collecter les informations concernant la pêche et les conditions hydrologiques en Atlantique intertropical,*

. *Tenir à jour les fichiers concernant ces données (pêche, température de surface, profondeur de la thermocline, courants, paramètres associés aux bancs de thons),*

. *Fournir à la flottille thonière cotisant à Interthon des analyses sur les conditions hydrologiques,*

. *Définir des zones favorables pour la pêche dès la réception de cartes satellitaires de température de surface en provenance des U.S.A., d'URSS ou des satellites européens METEOSAT. Depuis février 1982 les pêcheurs reçoivent régulièrement par télex des bulletins prévisionnels (fig.2)."*

(J.M. Stretta et M. Slepoukha, La Pêche Maritime, février 1983).

Le Japon a développé également plusieurs programmes d'application de la télédétection aux pêches, mais il n'est pas très facile de connaître à quel stade opérationnel ou commercial en sont ces programmes. En Australie, de 1973 à 1977, le CSIRO a utilisé la radiométrie aérienne pour établir des cartes de températures utilisées par les pêcheurs de thons rouges. Cependant, ce programme a été repris par le privé et le CSIRO ne fait plus que deux à trois vols par an. A Perth existe une station de réception des satellites NOAA et, à l'heure actuelle, des cartes de températures de surface sont fournies à titre expérimental aux pêcheurs de l'Australie de l'ouest. Le CSIRO doit terminer une deuxième station à Hobart fin 1983. Une équipe sera spécialement chargée de diffuser des cartes de température, des photos satellite ou tout autre produit pouvant intéresser les pêcheurs de cette région (essentiellement pêche au thon rouge).

CENTRE DE RECHERCHES OCEANOGRAPHIQUES
BP 0 18 ABIDJAN COTE D'IVOIRE

BUREAU D'AIDE A LA PECHE ORSTOM/INTERTHON
BULLETIN N: 2 DU: 18/02/1982

*
* PROBABILITES DE PECHE THONIERE *
*
* EN ATLANTIQUE INTERTROPICAL *
*

Ref. 262/JMS/hp

PROBABILITES VALABLE POUR
LA PERIODE DU:17/02 AU 2/03/1982

ZONES TRES FAVORABLES :

99 107 118

ZONES FAVORABLES :

62 73 76 77 84 97

ZONES PEU FAVORABLES :

33 34 35 36 40 45 46 51 53 54 55 56 57 63 64
65 66 67 68 74 75 78 79 85 87 88 89 95 100 101
103 105 106 109 110 111 113 116 117 119 121 122 123

ZONES DEFAVORABLES :

41 42 43 44 52 58 69 80 86 90 91 96 98 102 108
112 120

PAS D'INFORMATION POUR LES AUTRES ZONES

PREVISIONS FAITES PAR J.M.STRETTA ET M. SLEPOUKHA
Sur ordinateur HP/1000 avec le logiciel PREVI-PECHE
A partir des cartes thermiques de la: NOAA (USA)

ABIDJAN LE:18/02/1982

Figure 2 - Exemple de bulletin prévisionnel de pêche du Bureau d'Aide à la Pêche. ORSTOM/INTERTHON (Abidjan).

Ainsi, bien que quelques collaborations aient lieu épisodiquement entre compagnies de pêche et institut de recherche (CSIRO) en Australie de l'est, aucun programme d'aide à la pêche thonière à partir d'images satellites, n'a encore été développé. Il en est de même en Nouvelle-Zélande. Cependant il est probable que l'implantation de stations de réception satellite météorologique à Wellington et à Hobbart devrait susciter ce genre de programme (Fig.3).

III - Informations recueillies par satellites disponibles dans la région centrée sur la Nouvelle-Calédonie

Dans un premier temps, nous allons faire l'inventaire exhaustif de ces informations d'après la position géographique de Nouméa, sans tenir compte des limitations dues à la station de réception (primaire ou secondaire). En effet, n'oublions pas qu'un système de télédétection comprend deux parties : la réception et le traitement, et que la chaîne de traitement peut être utilisée en différé, quel que soit le type de réception et l'origine des images.

III.1. - Informations potentielles

Deux types d'informations satellites sont disponibles : celles des satellites à défilement et celles des satellites géostationnaires.

- Satellites géostationnaires (tableau 4) : Deux satellites météorologiques géostationnaires peuvent être captés depuis la Nouvelle Calédonie. Il s'agit du japonais G M S placé sur 140°E et de l'américain GOES-West placé sur 135°W ; tous les deux observent la terre depuis 36.000 km dans le visible avec une résolution de 1.25 km sous le satellite, et dans l'infrarouge thermique (résolution : 5 km). Les données peuvent être obtenues toutes les trente minutes ; elles sont disséminées soit en haute résolution soit en basse résolution (4 km pour visible, 7 km pour infrarouge). Pour la région, les services de la Météorologie de Nouvelle-Calédonie et de Nouvelle-Zélande ont choisi de recevoir les données "basse résolution" (WEFAX) du satellite japonais G M S, à la cadence d'une image toutes les trois heures.

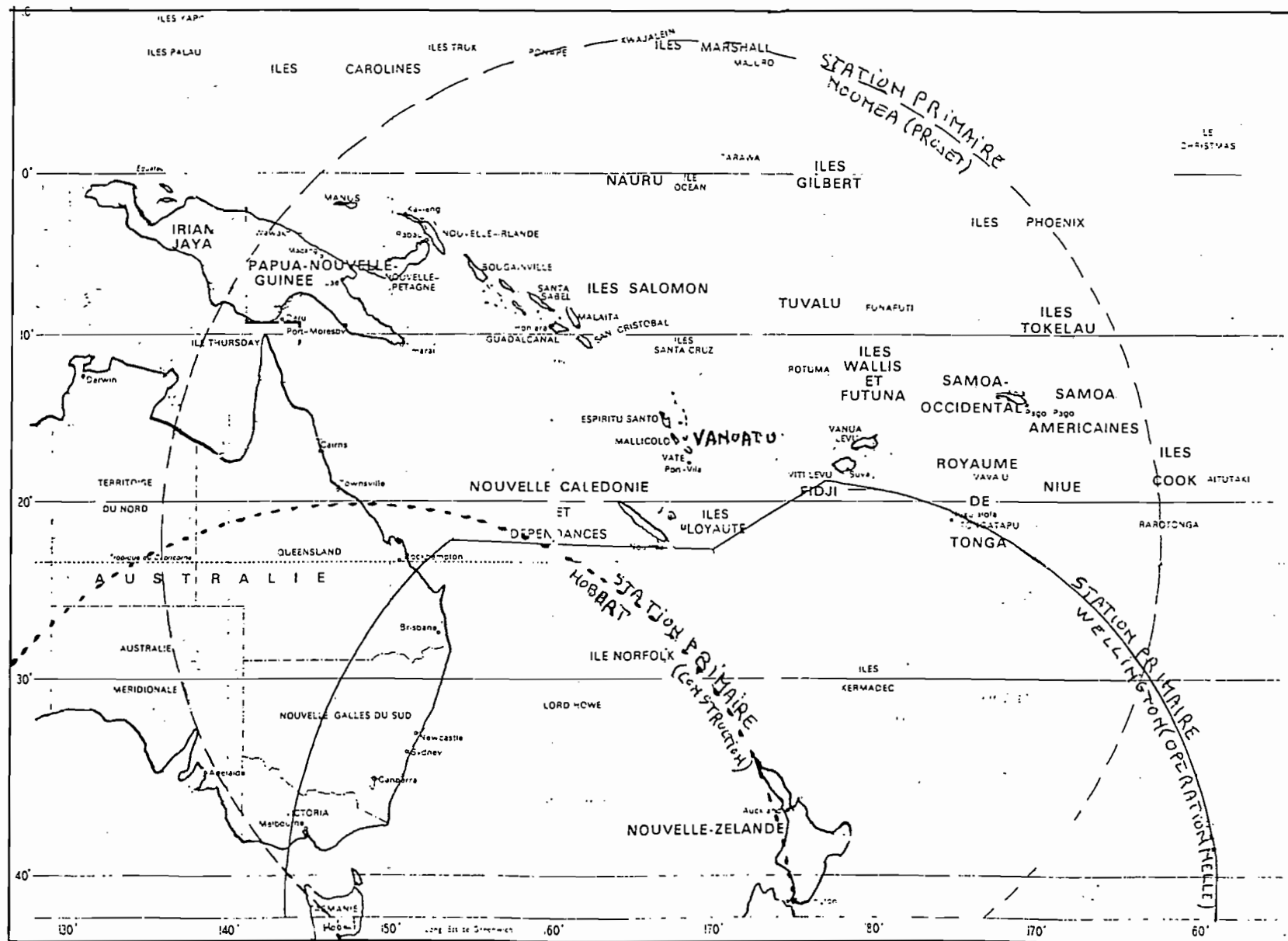


Figure 3 - Zones couvertes par des stations primaires installées à Wellington, Hobart et Nouméa.

Tableau 4 - SATELLITES GEOSTATIONNAIRES

Position	GMS 140°E, équateur GOES-West 135°W, équateur
Altitude	36.000 km
Capteur	VISSR (Visible Infrared Spir Scan Radiometer)
Longueurs d'onde	Visible : 0.5 - 0.75 µm Infrarouge : 10.5 - 12.5 µm
Résolution VISSR	Visible : 1.25 km sous satellite Infrarouge : 5 km sous satellite
Informations transmises	HR - FAX (High Resolution Fac-Simile) 1687.1 MHz LR - FAX, WEFAX (Low Resolution, Weather Fac-Simile) 1691.0 MHz
HR - FAX	400 lignes/minute densité 10.42 lignes/millimètre
LR - FAX	240 lignes/minute densité 3.83 lignes/millimètre

- Satellites à défilement : Parmi les satellites susceptibles d'être utilisés dans le Pacifique Ouest, il faut distinguer trois types :

1) Les satellites météorologiques de la série TIROS/NOAA

(tableau 5) : les premiers ont été lancés en 1960, et la série devrait durer jusqu'en 1987 et sûrement au-delà ; depuis 1978 ils utilisent un radiomètre très perfectionné (AVHRR = Advanced Very High Resolution Radiometer) qui fournit des informations utilisables en météorologie et en océanographie. En combinant les différents canaux spectraux, l'ambiguïté, introduite par les nuages dans la mesure de la température de surface, peut être levée. On obtient ainsi une évaluation plus précise de cette température.

Les informations collectées par ces satellites sont transmises vers le sol en temps réel en haute résolution (HRPT) et en basse résolution (APT). Comme nous l'avons déjà vu, la haute résolution est reçue sous forme numérique par les stations primaires, alors que la basse résolution qui est une information dégradée de la précédente est reçue sous forme analogique par des stations secondaires beaucoup plus simples et moins onéreuses que les précédentes.

Dans le Pacifique Ouest il existe des stations primaires en Indonésie, en Australie et en Nouvelle-Zélande ; par contre il y a de très nombreuses stations secondaires dans les différents services météorologiques. La Nouvelle-Calédonie dispose d'une station secondaire. La partie sud de la zone économique de Nouvelle-Calédonie fait partie de l'aire de réception de la station primaire de Wellington.

Ces satellites stockent à bord, pour une transmission en différé, l'information accumulée au cours d'une orbite complète mais sous une forme réduite géographiquement (G A C = Global Area Coverage). Ces données sont transmises à chaque orbite vers les stations de commande d'acquisition (Wallops Islands en Virginie, Gilmore Creek en Alaska et Lannion en France) ; ces données servent, à la NOAA, à élaborer les cartes de température de surface de l'Océan à l'échelle mondiale en utilisant le logiciel GOSSTCOMP. Elles peuvent être obtenues en différé par n'importe quel utilisateur à travers le monde.

Tableau 5 - SATELLITE A DEFILEMENT DE LA SERIE TIROS N (NOAA 5-6-7).

Orbite Altitude	102 minutes, héliosynchrone, 99 degrés d'inclinaison TIROS N 854 km, NOAA 6 833 km
Capteurs	<p>1) AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) balayage : $\pm 55^\circ$ de part et d'autre de la route du satellite</p> <p>5 canaux spectraux de 0.58 à 12.5 μm Résolution sous satellite 1.1 km</p> <p>2) TOVS (Tiros Operational Vertical Sounder) correspond à trois scanners (radiomètres à balayage) a) HIRS/2 (High resolution Infra-red radiation Sounder) b) SSU (Stratospheric Sounding Unit) c) MSU (Microwave Sounding Unit)</p> <p>3) divers appareils d'étude de l'environnement spatial.</p>
Informations diffusées	<p>1. - HRPT (High Resolution Picture Transmission) en temps réel pour tous les capteurs sur 1698 ou 1707 MHz</p> <p>2. - VHF beacon Telemetrie du satellite (137.77 - 136.77 MHz).</p> <p>3. - APT (Automatic Picture Transmission) 4 fois par jour. Basse résolution dérivée du AVHRR 137.50 ou 137.63 MHz, AM/FM. Aire couverte par image : plus de 4.500 km de diamètre.</p>

2) Parmi les satellites météorologiques expérimentaux de la série NIMBUS, le satellite NIMBUS-7 est opérationnel depuis octobre 1983. La principale originalité de ce satellite est d'être équipé d'un instrument appelé Coastal Zone Color Scanner (CZCS), permettant l'analyse de la couleur des eaux. Les données de ce satellite pour la Nouvelle-Calédonie pourraient être obtenues soit à partir des USA, soit à partir de l'Australie (Orroral Valley). Dans le premier cas, les images seraient corrigées mais les délais d'obtention longs et inversement dans le second.

3) Les satellites d'observation des ressources terrestres de la série LANDSAT. Le radiomètre des satellites Landsat balaie la terre sur une largeur de 185 km à la verticale du satellite. Cet instrument utilise quatre canaux (deux dans le visible, deux dans le proche infra-rouge). La résolution au sol est de 80 m pour Landsat 1, 2 et 3 et 30 m pour Landsat 4. Sur Landsat 1, 2 et 3, les données étaient soit émises directement vers une station, soit conservées à bord jusqu'à ce que le satellite soit dans le rayon de captage d'une station. Les seules images Landsat 3 de la Nouvelle-Calédonie disponibles ont été captées au USA (soit une vingtaine de vues, dont 10 exploitables). Landsat 4 ne dispose pas de mémoire permettant de conserver des données à bord. Il est prévu dans 2 ans un satellite relais stationné sur le Pacifique central qui permettra de rediffuser les données de la région calédonienne sur la station d'Alice Springs (Australie).

III.2. - Intérêt de ces informations

Nous nous limiterons au seul domaine océanographique sans oublier cependant que l'intérêt de ces informations puisse être primordial en ce qui concerne l'étude des ressources terrestres (Agriculture, Géologie, etc...) et les observations météorologiques (trajet des cyclones, etc...).

a) les données de type LANDSAT peuvent être utilisées pour tenter d'établir une cartographie thématique des différents biotopes du lagon calédonien. Divers procédés de combinaison des informations des différents canaux peuvent permettre de caractériser des milieux côtiers différents. De nombreuses vérités-terrain seront alors indispensables, au fur et à mesure de l'élaboration des résultats, d'où la

nécessité de réaliser ce travail sur place. Des études de ce genre ont déjà été menées dans la mangrove de Nouvelle-Guinée. Les Australiens mènent une étude approfondie de la Grande Barrière par les images Landsat. Outre une cartographie assez fine (1/100 000) des récifs, cette étude permet de connaître la profondeur, la structure et, dans de nombreux cas, la nature (cartes thématiques) des récifs jusqu'à une profondeur de 15 à 25 m.

b) les données issues du Color Scanner (CZCS) de NIMBUS-7 présentent beaucoup d'intérêt pour les études de distribution et de ressources biologiques. Par exemple, au large de la côte californienne, ces informations se sont révélées pertinentes (fig.1) pour des études de répartition de plancton. Ces informations devraient permettre par le biais d'algorithmes complexes de disposer de vues synoptiques de la répartition en chlorophylle sur les zones libres de nuages, si l'on arrive à éliminer le "bruit" atmosphérique. On obtiendrait alors une estimation des potentialités biologiques d'une région océanique. Par les données CZCS, il est possible également de suivre une masse d'eau et les courants de surface.

c) les données issues de l'infrarouge thermique des satellites géostationnaires et à défilement permettent d'établir des cartes de champs thermiques de l'océan, à condition toutefois de disposer d'observations auxiliaires suffisantes pour identifier les contaminations éventuelles du signal thermique par les phénomènes atmosphériques. Le nombre des erreurs peut être réduit en augmentant la résolution et la quantité des observations. Cependant, dans le cas d'applications aux pêches, l'intérêt se porte davantage sur les gradients thermiques que sur la précision de la mesure de température. C'est pourquoi il paraît possible, dans ce cas, d'utiliser les informations thermiques en basse résolution issues des satellites du type TIROS/NOAA. Cependant, le contraste thermique relatif des eaux de la zone calédonienne peuvent faire craindre de travailler aux limites des possibilités du signal basse résolution APT ; un essai sur un ensemble de situations variées permettra seul de lever cette ambiguïté.

III.3. - Estimation de la qualité de ces informations

a) Haute résolution

A l'équateur, les températures obtenues par les données satellites haute résolution ne sont pas très bien corrélées aux températures mesurées sur le terrain. Cette mauvaise corrélation est due à la haute teneur en vapeur d'eau à cette latitude. Afin de vérifier si dans notre région de tels problèmes se posent, on a comparé les températures estimées par GOSSTCOMP (programme utilisant les données haute résolution des satellites NOAA) avec les températures obtenues par radiométrie aérienne.

Cette étude (Annexe I) montre que les données satellites sous-estiment en moyenne de 0.2°C la température de surface. Cette erreur est d'autant plus forte que le gradient thermique est élevé. Cependant, en ayant une estimation du gradient, il doit être possible de corriger ce type d'erreur. Ainsi, l'erreur commise en assimilant la température issue des données GOSSTCOMP à la température issue des observations de radiométrie aérienne, est relativement faible et toujours dans le même sens. Les cartes GOSSTCOMP sont élaborées à partir d'un modèle mathématique alimenté par les données des satellites et par quelques données de surface. On peut penser que le décalage entre l'observation aérienne et le calcul GOSSTCOMP provient d'un temps de réponse du modèle et d'un lissage des données d'autant plus marqué que les phénomènes observés présentent des variations plus rapides dans le temps et dans l'espace. Cependant, ce type d'information apparaît comme un excellent outil de travail pour l'aide à la pêche, à condition de pouvoir en disposer en temps quasi réel et de lui apporter de légères corrections dans les zones frontales.

Les Australiens (Legeckis & Crosswell) ont utilisé des données haute résolution non corrigées pour la vapeur d'eau dans l'étude de courants de l'ouest et sud Australie. Ces données, bien qu'éloignées de la température absolue, n'en donnent pas moins une très bonne image des courants étudiés. L'utilisation des températures relatives (C. Nilson) permet de visualiser les masses d'eau beaucoup plus aisément que les températures absolues, et serait d'une grande aide à la pêche. La précision de ces températures relatives est de l'ordre de 0.2°C entre 20° et 30°S , ce qui est proche de la précision théorique (0.2°C).

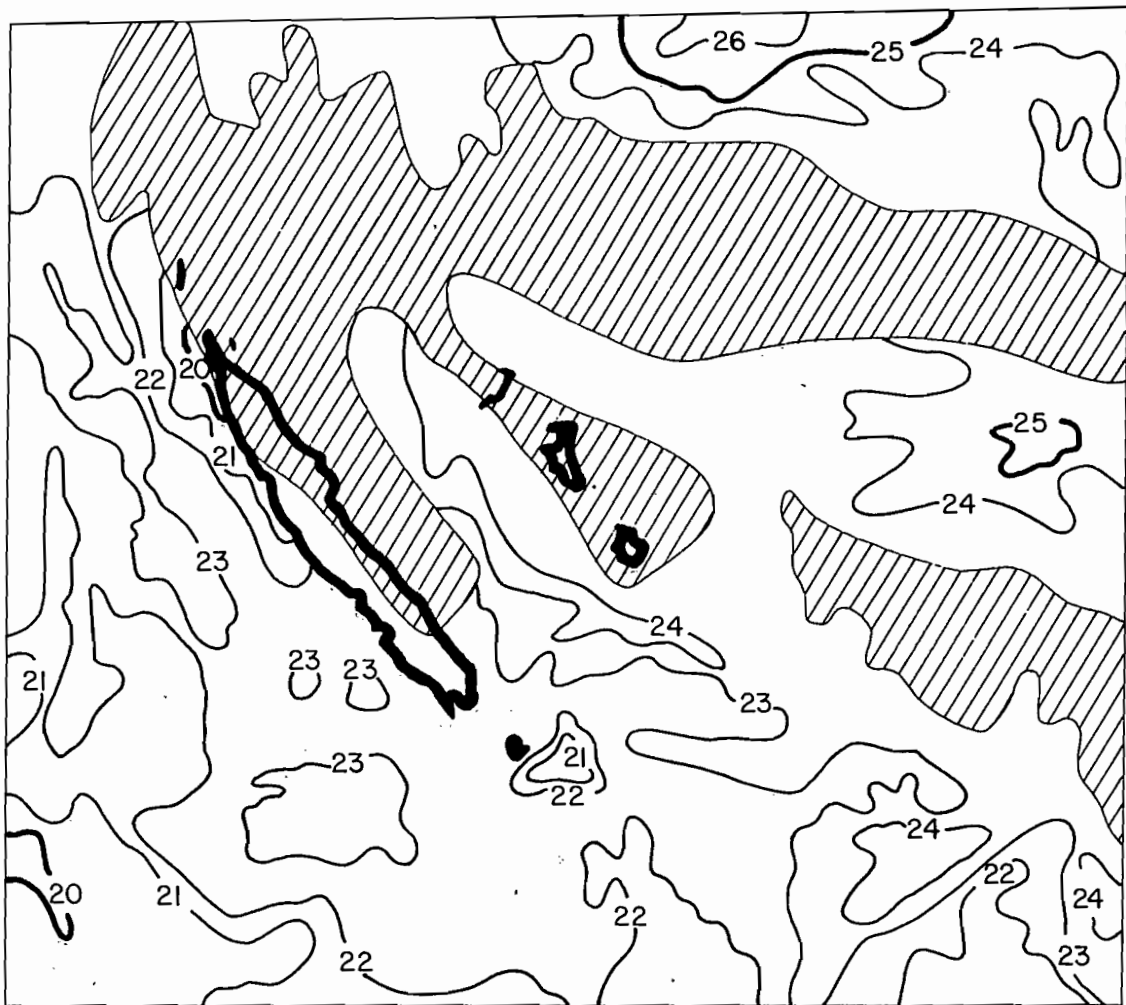


Fig. 4 : Thermographie de surface obtenue à partir des données GAC (canal 4) pour le 17 Octobre 1982

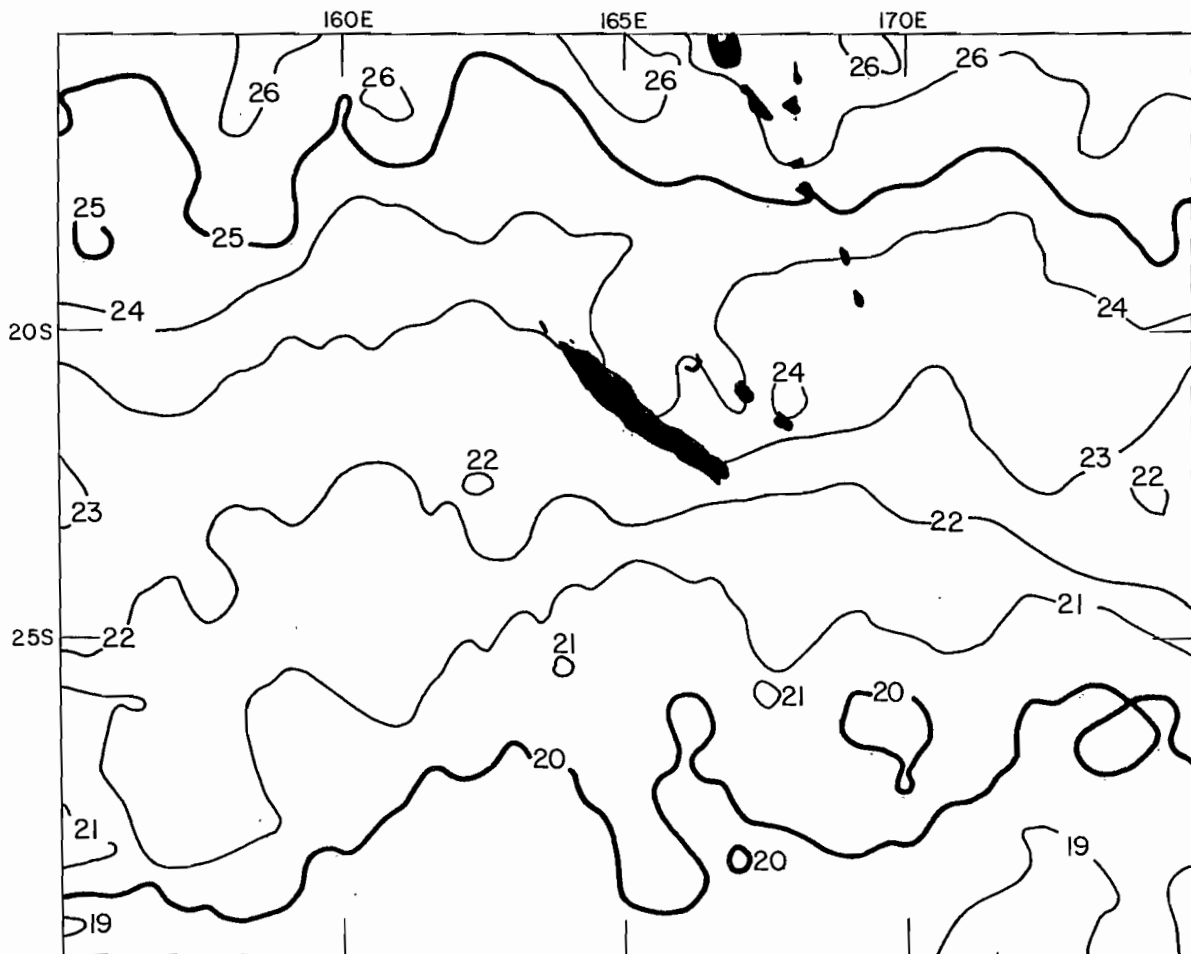


Fig. 5 : Carte GOSSTCOMP (NOAA/NESS) de la semaine du 13 au 19 Octobre 1982

En résumé, il n'y a pas lieu de craindre une mauvaise qualité des données haute résolution.

b) Basse résolution

En second lieu, pour tenter de lever l'ambiguïté concernant le signal basse résolution, nous avons essayé de traiter une image de la région ; nous avons pu nous procurer auprès de la NOAA, les images enregistrées les 16 et 17 octobre 1982 au format GAC, car les données APT numériques ne sont pas disponibles (défaillance du numériseur de la station de Météorologie de Nouméa). Pour conserver l'analogie entre données GAC et APT, nous n'avons considéré que le seul canal 4 ; un traitement élémentaire a permis de mettre en évidence une avancée d'eau plus chaude (fig.4) sur la côte Est, ainsi qu'un certain nombre de traits océanographiques vraisemblables mais qui demanderaient à être vérifiés par d'autres traitements multiples et plus élaborés. La comparaison avec la carte GOSSTCOMP de la semaine du 13 au 19 octobre 1982 est encourageante (fig.5). Le CEMS de Lannion a effectué, sur cette même image, un traitement multispectral qui a amélioré le recalage thermique et la précision des structures thermiques ; par exemple, le refroidissement constaté sur le récif Ouest semble plus dû à des perturbations atmosphériques qu'à une réalité hydrologique.

Ces premiers résultats extrêmement partiels laissent augurer d'une possibilité d'utiliser l'information basse résolution pour des études de gradients thermiques marqués (zones frontales), dans le cadre d'une opération d'aide à la pêche.

IV - Conclusion : Proposition d'un système pour l'acquisition en temps réel de données satellites à Nouméa. Perspectives.

Dans le cadre d'applications à l'halieutique, le premier objectif d'une utilisation des données satellites est l'obtention en temps réel de la description du champ des températures de surface de la zone maritime concernée ; ceci doit être fait avec une résolution

spatiale et thermique suffisante pour permettre le repérage des zones potentiellement favorables à la pêche hauturière. Ces informations sont appelées à compléter, et à s'y substituer en partie, celles obtenues par les opérations de radiométrie aérienne .

A l'heure actuelle, les seules informations susceptibles d'être captées sur le Territoire et qui permettraient de réaliser des thermographies de surface en temps réel sont celles issues des satellites à défilement de la série TIROS/NOAA et celles issues du géostationnaire GMS. Seule la basse résolution est disponible au Service de la Météorologie. Nous proposons donc, dans un premier temps, de récupérer cette information sous forme numérique et de la traiter pour élaborer les documents souhaités. Pour cela :

Il faut équiper la station de réception (STRI 2000) de la Météorologie d'un enregistreur numérique sur bande magnétique ; une sortie numérique existe sur cette station, mais elle n'est pas utilisée actuellement et un contrôle a fait apparaître une défaillance provisoire des circuits de numérisation.

Pour traiter cette information numérique, il est nécessaire de disposer d'un certain nombre d'appareils spécialisés :

- un processeur d'image qui permet le traitement et la visualisation sur écran coloré des informations traitées.
- un restituteur d'image qui permet l'impression sur papier du document élaboré précédemment.
- des liaisons entre les appareils précédents et l'ordinateur HP 1000 de l'ORSTOM qui servira en l'occurrence à lire l'information originale et à la distribuer sur les appareils concernés aux diverses étapes du traitement.

En plus de ces matériels, il est nécessaire de disposer d'un certain nombre de logiciels informatiques ainsi que du personnel apte à les mettre en place et à les utiliser.

Le matériel de traitement, tel qu'il est proposé, permet de travailler sur d'autres informations satellites (LANDSAT, NIMBUS 7, etc...) moyennant une implantation des logiciels adéquats ; il serait

donc possible d'aborder d'autres études à caractères thématiques (biotopes du lagon, agriculture, géologie...). Rappelons également que l'étude des données thermiques de surface intéresse au plus haut point les météorologues, notamment pour les prévisions du trajet des cyclones.

Si l'on envisage la réception haute résolution (Station de réception primaire), celle-ci prendra un aspect pluridisciplinaire qui obligera à revoir en hausse les moyens calculs nécessaires. Toutefois, il est possible d'envisager alors que ces moyens calculs plus importants demandés soient utilisables dans le système APT et mis en place à Nouméa avant la station de réception primaire.

Tableau 6. - EVALUATION FINANCIERE DE LA SOLUTION APT

- Contribution financière de l'ORSTOM (pour mémoire) :
 - . mise à disposition du personnel du Centre (équivalent à 24 mois d'un chercheur et 12 mois d'un V.A.T.)
 - . prestations de traitement de données sur ordinateur et gestion des fichiers.
- Dépenses à couvrir sur crédits FIDES - Section Générale :
Elles s'élèvent à 18.700.000 FCFP selon le détail estimatif suivant :

I. - Equipements :

en millions CFP

- 1 unité d'enregistrement sur bande magnétique (à connecter sur la station de réception du Service Météorologique)	1.8
- Chaîne de traitement d'image à connecter sur HP 1000 (ORSTOM) :	
. processeur d'image	7.3
. unité bande magnétique	1.8
. terminal ordinateur	0.55
. cartes interfaces.....	0.36
. imprimante couleur	2.8
. carte mémoire complémentaire pour HP 1000 ...	0.9

II. - Personnel :

- Indemnités de déplacement (mission d'implantation du logiciel, mission d'experts)	0.3
- Technicien (niveau ingénieur) 6 mois	1.4

III. - Fontionnement :

- Voyages d'experts.....	0.4
- Traitement des données (support informatique, Software).....	0.9
- Maintenance des divers équipements et achat de données, temps calcul, divers	0.2

18.71

Arrondi à 18.700.000 Francs CFP.

ANNEXE I

Etude comparative des données GOSSTCOMP et des observations
issues de la radiométrie aérienne

Les températures "avion" sont considérées comme "vérité-terrain" compte tenu de leur précision absolue ($\pm 0.20^{\circ}\text{C}$ par rapport température réelle mesurée depuis un bateau). La méthode de comparaison est détaillée dans une publication en cours et nous ne retiendrons ici que les résultats. Du fait de problèmes survenus aux satellites NOAA en 1979, nous ne retiendrons que les comparaisons faites en 80 et 81 et portant sur 818 couples Températures Avion (TA) / Températures Satellites (TS) (fig. A1). Le nombre de mesures est suffisamment important pour élaborer des traitements statistiques.

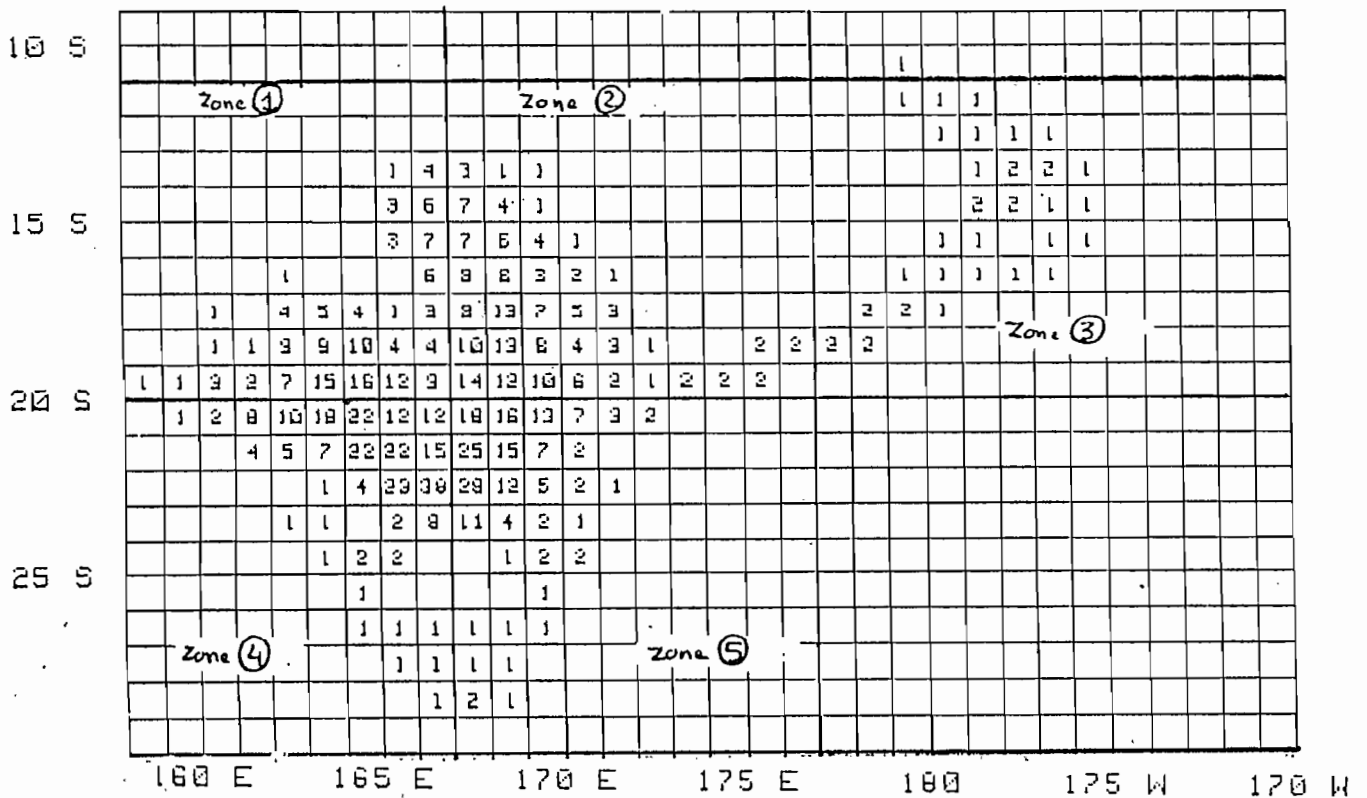


Figure A1 - Densité des mesures avion/satellites (N = 818) dans la région de Nouvelle-Calédonie (voir texte).

Il apparaît que les données satellites sous-estiment en moyenne la température de surface. Les histogrammes (fig.A2) montrent une répartition gaussienne des différences TA-TS pour les 2 années 1980 et 81 et l'on constate que la moyenne de ces différences est significative, bien que proche de 0 (+ 0.18 en 80, + 0.24 en 81, + 0.19 pour 80-81 confondues).

Au vu de ces résultats, il nous a semblé utile de s'intéresser à la qualité des observations satellites sur les différentes zones géographiques de la région.

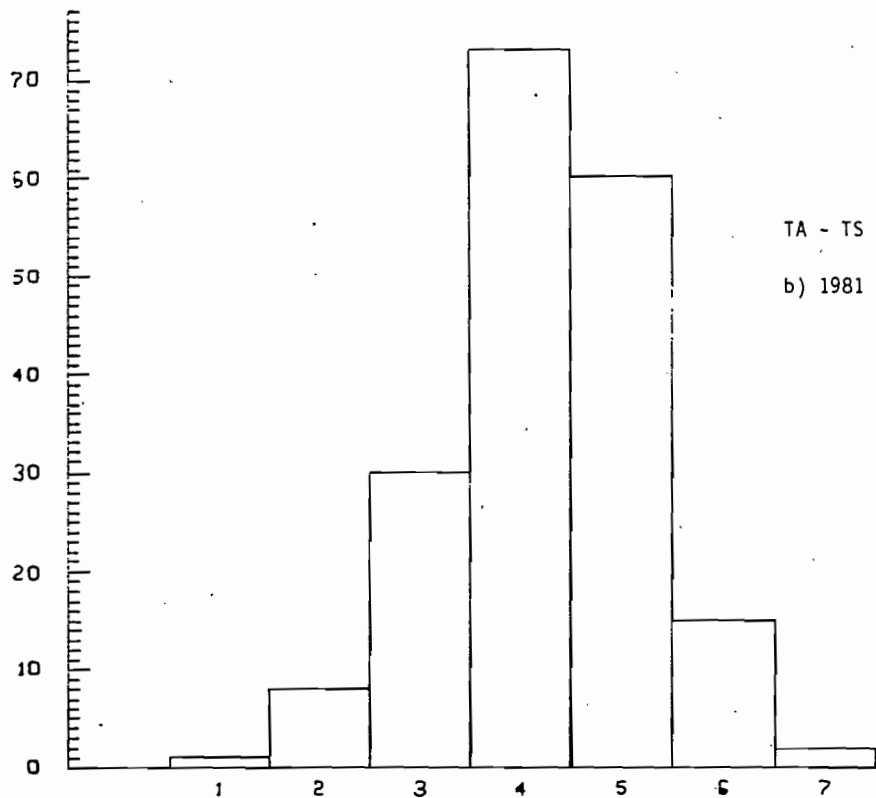
Pour cela, la zone globale (fig.A1) a été décomposée en 5 "sous-zones" de la manière suivante :

- zone 1 :	20 S → 9 S	158 E → 167 E
- zone 2 :	20 S → 9 S	167 E → 177 E
- zone 3 :	20 S → 9 S	177 E → 170 W
- zone 4 :	37 S → 20 S	158 E → 167 E
- zone 5 :	37 S → 20 S	167 E → 170 W

Ce découpage permet de séparer les différents groupes d'îles (Nouvelle-Calédonie, Vanuatu, Fidji) tout en conservant, par zone, un nombre d'observations suffisant.

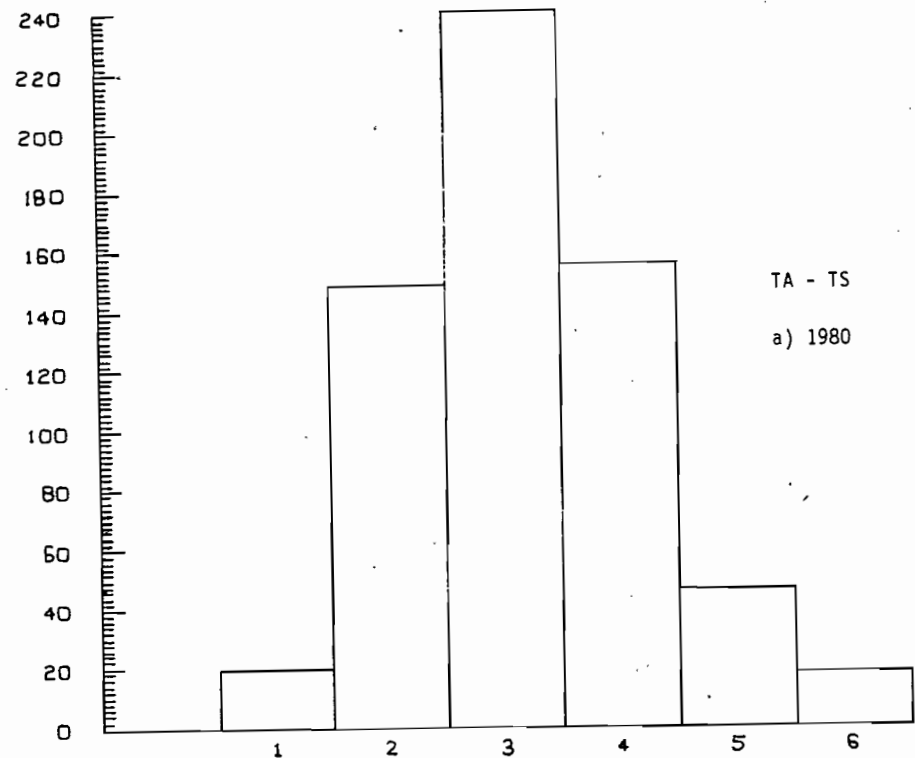
Une analyse rapide des nouvelles répartitions ainsi obtenues (fig.A3) montre que pour les zones 1 et 4, on peut assimiler les températures de surface issues des cartes satellites avec celles provenant de la radiométrie aérienne. Quant aux trois autres zones, elles présentent la même caractéristique que l'ensemble des données, c'est-à-dire une légère anomalie négative pour TS. Nous ne tenterons pas d'expliquer cette anomalie, notre étude se limitant principalement à un simple étalonnage des données satellites. Cependant, il semble logique de penser que la qualité des observations satellites est fonction de la configuration des isothermes.

Sans chercher à déterminer la relation exacte qui lie ces deux paramètres, on peut estimer qualitativement ce lien en étudiant la répartition des différences (TA - TS) selon le gradient thermique. Pour cela nous avons défini la notion de front thermique de la manière suivante : nous considérons qu'il y a front lorsque trois isothermes ou plus traversent une surface de 5° de longitude sur 2,5° de latitude. Nous parlerons alors de "fronts de type 3 ou supérieur à 3".



Classe	Binf	Bsup	Nbre d'elements
1	-3.00	-2.00	1
2	-2.00	-1.00	3
3	-1.00	0.00	30
4	0.00	1.00	73
5	1.00	2.00	60
6	2.00	3.00	15
7	3.00	4.00	2
			189

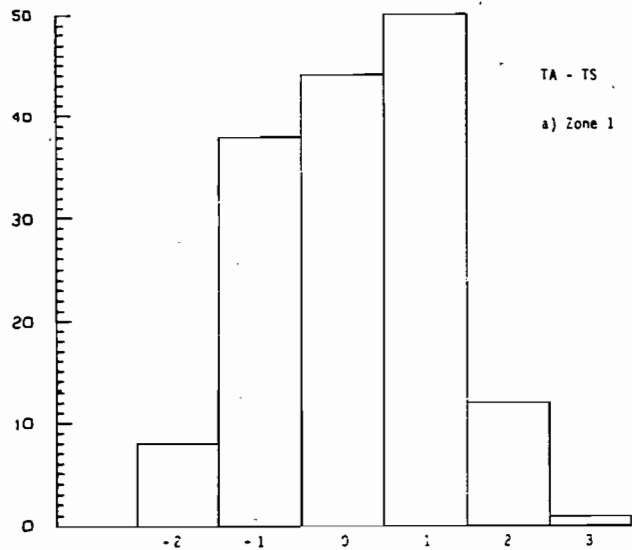
MOYENNE : 0.25
 VARIANCE : 1.05
 ECART-TYPE : 1.02



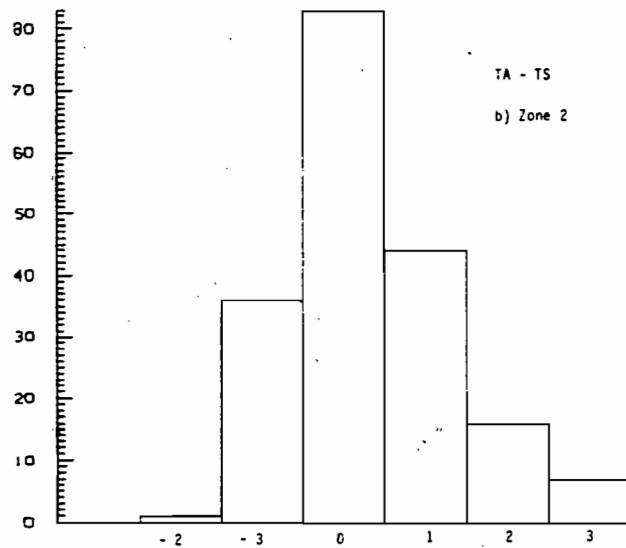
Classe	Binf	Bsup	Nbre d'elements
1	-2.00	-1.00	19
2	-1.00	0.00	149
3	0.00	1.00	242
4	1.00	2.00	156
5	2.00	3.00	46
6	3.00	4.00	17
			629

MOYENNE : 0.18
 VARIANCE : 1.11
 ECART-TYPE : 1.05

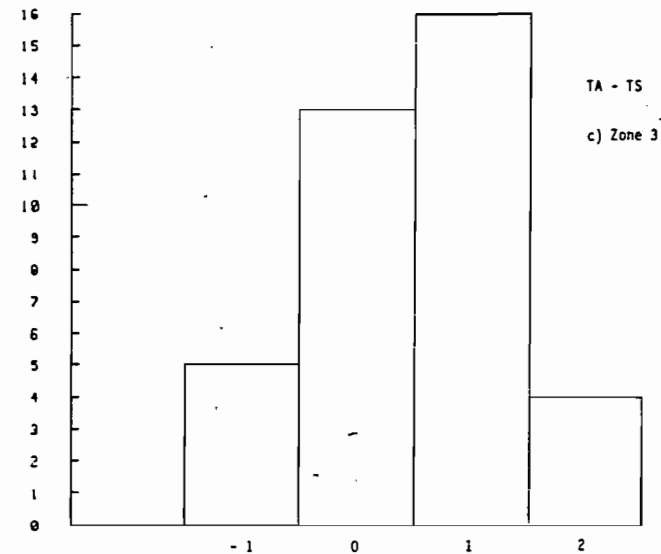
Figure A2 : Histogrammes des différences TA-TS en 1980 et 1981



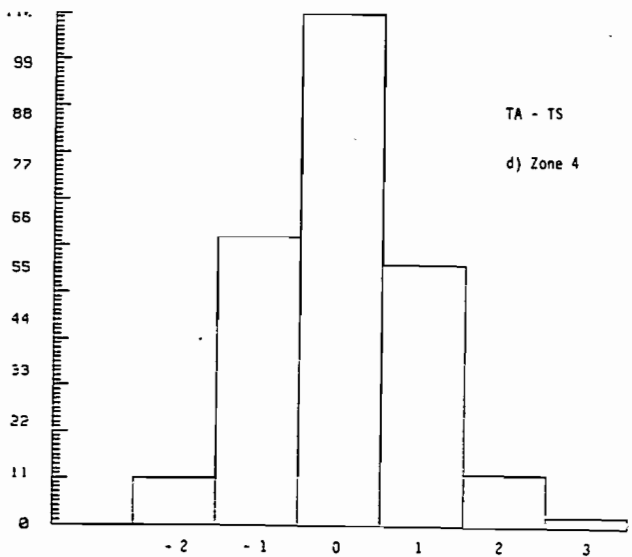
MOYENNE : 0.15
VARIANCE : 1.14
ECART-TYPE : 1.07



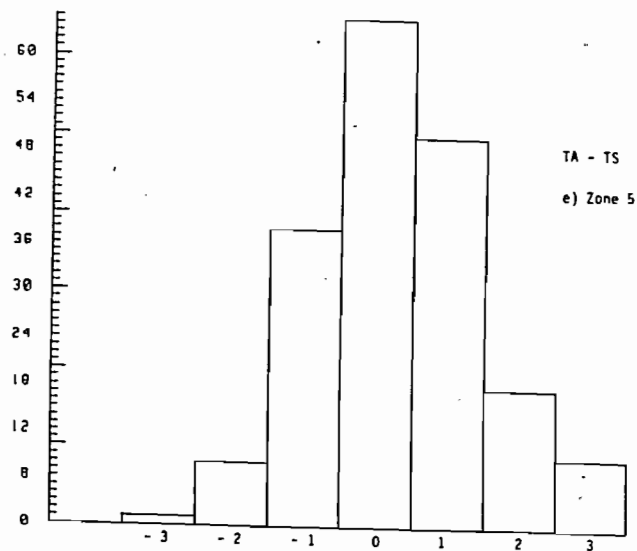
MOYENNE : 0.32
VARIANCE : 1.03
ECART-TYPE : 1.02



MOYENNE : 0.50
VARIANCE : 1.74
ECART-TYPE : 0.86



MOYENNE : 0.01
VARIANCE : 0.88
ECART-TYPE : 0.04



MOYENNE : 0.30
VARIANCE : 1.41
ECART-TYPE : 1.19

Figure A3: Histogrammes des différences TA - TS selon les zones 1 à 5.

A partir de cette définition, nous avons dressé la table de contingence reliant la présence (ou l'absence) de fronts thermiques avec les différences TA - TS (tabl. A1). Le test statistique du χ^2 , appliqué à ces deux paramètres, montre qu'il existe une liaison faible, mais significative entre gradient thermique et qualité des données satellitaires.

Un rapide examen de cette table de contingence où figurent les éléments de calcul du χ^2 montre que fort gradient (front de type > 3) et forte sous estimation (2 ou 3°) des données satellitaires sont bien corrélées.

Tableau A1 - TABLE DE CONTINGENCE - A = Type de fronts thermiques
B = Différences TA-TS, en degrés

B \ A	Absence	Type 3	Type > 3	TOTAL
- 4 à - 2	9 * (5.3)** 2.51***	5 (7.7) .97	14 (14.9) .06	28 (28) 253
- 1	45 (34.1) 3.46	49 (49.5) 0	85 (95.4) 1.14	179 (179) 4.6
0	65 (60.1) .4	80 (8.7) .57	170 (167.9) .03	315 (315) 1
1	30 (40.2) 3.04	76 (59.7) 4.46	110 (115.1) .23	216 (216) 7.73
2 ou 3	7 (15.3) 4.47	16 (22.1) 1.68	57 (42.6) 4.84	80 (80) 10.99
TOTAL	156 (156) 13.88	226 (226) 7.69	436 (436) 6.28	818 (818) 27.85

* 9 nombre observé

** (5.3) nombre théorique issu de l'indépendance

*** 2.51 χ^2 .

ANNEXE II

Exposé présenté au cours du dixième colloque sur l'exploitation
des océans (ASTE0, Hôtel Georges V Paris, 20-22 Janvier 1982) par

Mr. Michel DION

Syndicat National des Armateurs Thoniers - Congélateurs.

SYSTEME DE PROSPECTION DE ZONES DE PECHE DU THON TROPICAL

Michel DION
Syndicat National des Armateurs
Thoniers - Congélateurs

--

La mise en évidence de l'importance du facteur température

Dès l'origine de la pêche thonière tropicale dans l'Atlantique, la prospection était déjà une phase essentielle de la pêche.

Dans son rapport de mission sur le thonier clipper "YOLANDE BERTIN" en octobre et novembre 1954, Monsieur J. ARNOUX, du Centre d'Etudes des Pêches de Guet N'DAR, au Sénégal, note déjà l'influence positive ou négative de certains facteurs, comme la houle, la qualité de l'eau, le relief sous-marin, le vent...

Mais Monsieur ARNOUX insiste très fortement sur l'importance de la température de la mer, tant en surface qu'en profondeur.

Je me permets de citer un passage de ce rapport, qui est maintenant un document historique :

" Le facteur de la température est déterminant et doit être considéré comme d'une importance capitale lors de la recherche du thon.

Si nous nous retournons en effet sur les pêches exceptionnelles du "YOLANDE BERTIN", nous voyons généralement une relation entre cet accident (sic) et une espèce d'anomalie thermique, sans variation significative d'aucun autre facteur climatérique.

Citons des exemples :

- le 7 décembre, 19 tonnes pêchées dans une zone de 23°C, contre 20-22° alentour -*
- le 27 décembre, 21 tonnes capturées dans une zone thermiquement à 22°5 entourée d'eau à 21°C.*

Il s'agit dans les deux cas d'enclaves chaudes en surface, ayant attiré un appât abondant (...) "

Plus loin, l'observateur scientifique embarqué sur le premier thonier canneur congélateur ayant fréquenté l'Atlantique poursuit :

" Il sera très instructif également de considérer le graphique des coupes thermiques réalisé sur les accores du plateau. Il met en valeur qu'une turbulence marquée par une irrégularité plus ou moins prononcée de la courbe coïncide généralement avec la présence de mattes de thon en surface, et ce, pour des raisons de richesse planctonique.

Sans vouloir insister outre mesure sur l'opportunité de la pêche au thermomètre (c'est moi qui le souligne), il y a dans cet exemple une raison supplémentaire de croire en la collaboration fructueuse du technicien et du praticien " .

Ne voulant pas déclencher une querelle de chapelles entre scientifiques, je me garderai bien, dans l'ignorance de ces sujets qui est la mienne, de prétendre que Monsieur ARNOUX est le premier scientifique français qui a mis en évidence les corrélations existant entre les conditions du milieu et la présence du thon. Quoiqu'il en soit, il est certainement le premier scientifique à avoir pu les vérifier pour le thon tropical, "in situ" et en vraie grandeur, dans les conditions ordinaires d'une exploitation commerciale.

Certes, si les marins de l'époque n'ont jamais pêché avec une canne dans une main et un thermomètre dans l'autre, les patrons des thoniers senneurs actuels n'ont pas, non plus, l'oeil rivé sur le cadran du thermomètre, qui donne en permanence à la passerelle la température de surface.

Néanmoins, chaque pêcheur connaît bien l'importance souvent déterminante de ce facteur température et les patrons ne négligent pas de l'incorporer dans l'ensemble des paramètres qui leur servent à orienter la recherche.

L'importance de la prospection

Mais cette recherche, quelle est-elle ? Pour quoi et comment est-elle effectuée ?

Pour se convaincre de l'importance de cette recherche, il faut se rappeler :

- 1°/ que le thon suit des voies de migration de plusieurs milliers de miles nautiques, qui ne sont pas aussi immuables que la ligne de métro Bastille-Nation,
- 2°/ que le thon est un poisson pélagique faisant de courtes apparitions en surface, généralement pour chasser sa nourriture.

Dès lors, le jeu (si l'on peut dire) va consister :

- 1°/ à découvrir les voies de migration donc, les conditions de l'environnement favorables à la présence du thon,
- 2°/ à découvrir les signes annonciateurs de la présence du thon (groupes d'oiseaux, cétacés), sans parler des autres thoniers concurrents,
- 3°/ à découvrir le banc de thon lui-même (la matre),
- 4°/ à l'encercler dans la senne déployée par le thonier quand cette matre vient, ou est, en surface.

Seule, cette dernière opération constitue la pêche en elle-même, les trois premières étant des opérations de prospection.

La majeure partie du temps de mer d'un thonier est donc consacrée à la recherche.

Les moyens de recherche

Les moyens de chaque thonier

Les thoniers sennkurs congélateurs modernes sont tous dotés de deux radars, de deux sondeurs, d'un thermomètre, d'une vigie située entre 20 et 25 mètres au-dessus de la ligne de flottaison, de 3 puissantes paires de jumelles à très longue portée, de jumelles marines individuelles.

Certains thoniers ont en plus un hélicoptère Alouette III embarqué.

Quelques-uns ont un sonar. Certains ont aussi des récepteurs de fac-similés de cartes météo.

Les moyens collectifs

- La flottille des 22 thoniers senneurs congélateurs français et des 8 thoniers ivoiriens bénéficie du service d'un avion de prospection à long rayon d'action "Volpar Turboliner II", de la Société Coopérative INTERTHON.
- Par ailleurs, l'ORSTOM a affecté un chercheur et un technicien à Abidjan, chargés d'analyser les données thermiques et de conseiller la profession pour l'orientation de la prospection.

La mise en oeuvre de ces moyens

Le patron de pêche étant le seul maître à bord et étant responsable de la conduite du navire et de la pêche, c'est lui et lui seul qui décide de la zone qu'il va prospecter.

A chaque sortie du port, un véritable cas de conscience se pose donc au patron : "Où faut-il aller ? Au nord, au sud, à l'ouest ? Où se trouve le thon ?

Cette question angoissante se pose en fait chaque jour et à tout moment .

Si la décision est solitaire, le patron bénéficie heureusement d'un ensemble de données :

- son expérience tout d'abord,
- ses cartes de pêche des années passées,
- la localisation plus ou moins bien connue du reste de la flottille et des flottilles concurrentes par l'écoute radio permanente,
- les renseignements donnés par l'avion,
- et, depuis peu, les cartes des isothermes de surface de tout l'Atlantique central, envoyées par le Centre de Météorologie Spatiale de Lannion, via Dakar.

Les cartes satellites des températures de surface

Les intervenants précédents ayant décrit cette "manip", je n'y reviendrai pas en détail.

Toutefois, je veux ici témoigner de l'utilité de ces cartes qui indiquent les zones de contrastes thermiques.

Certes, si l'on n'a jamais "pêché au thermomètre", on ne pêchera pas non plus "au radiomètre", fût-il monté sur un satellite.

Mais quand on sait l'importance que présente pour la pêche thonière la localisation des zones de contrastes thermiques (fronts, bulles, upwellings), on peut imaginer le progrès que peut entraîner la fourniture de ces cartes qui donnent une partie des informations que le pêcheur recherche avidement.

C'est pourquoi, les armateurs et les patrons suivent très attentivement l'expérience relancée dans le cadre de l'année listao et forment des vœux pour qu'elle soit concluante.

Pour l'instant, les cartes envoyées par Lannion, grâce au chercheur de l'ORSTOM qui est sur place, sont reçues à bord des trop rares thoniers qui sont dotés de récepteurs de fac-similé de cartes météo et la transmission n'est pas toujours excellente (cartes tronquées), sans doute à cause des relais.

Par ailleurs, ces cartes sont également reçues par le bureau d'aide à la pêche d'Abidjan.

Le chercheur de l'ORSTOM qui reçoit ces cartes les analyse et met en évidence les zones présumées intéressantes et celles qui ne le sont vraisemblablement pas. Il peut alors faire part de cette information aux thoniers à quai (qui peuvent relayer à ceux qui sont en mer) et la communiquer à l'équipage de l'avion qui peut alors décider d'aller vérifier les données satellites à l'aide de son radiomètre à infra-rouge.

Comme je l'ai déjà dit, il ne s'agit encore que d'une expérience et ce genre de suivi est encore rare. Mais elle laisse présager de ce que pourrait être demain l'organisation de la prospection au niveau professionnel.

Le Bureau d'aide à la pêche jouerait dans cette prospective un rôle de centrale d'analyse des données de toutes provenances :

- satellite
- avion
- bateaux
- données historiques sur l'hydrologie, etc...

et pourrait, au jour le jour, fournir des informations et des suggestions à la flottille et à l'avion.

Néanmoins, il ne serait pas réaliste, pour autant, de penser que ce bureau pourrait se transformer en centre opérationnel dirigeant la flottille et les opérations.

Tout en restant donc modeste et réaliste, le Bureau d'aide à la pêche pourrait vraiment jouer le rôle que j'ai décrit et apporter, ce faisant, un appui, une aide à la flottille, comme c'est son objet, aide non négligeable.

En effet, grâce aux informations que ce Bureau diffuserait, les patrons de pêche pourraient orienter leurs recherches sur les zones potentiellement favorables et éviter les zones qui, de toute évidence, sont nettement défavorables à la présence du thon.

En plus de l'assistance morale qui serait fournie aux décideurs, il y aurait sans conteste, économie de temps et de carburant, donc d'argent.

Enfin, et c'est normalement le but poursuivi, il y aurait également amélioration de la production, donc, gain d'argent.

Pour ces raisons, il est indispensable que cette expérience soit poursuivie et améliorée.

En effet, les patrons seront d'autant plus sensibilisés qu'ils pourront vérifier, par la vérité mer, les informations données, et qu'ils pourront par exemple, trouver au point indiqué par la carte, le front thermique qui y figure.

Pour ce faire, il faudrait pouvoir améliorer la périodicité de la fourniture des cartes et s'assurer de leur bonne transmission tout au long de la chaîne.

Il serait également utile de pouvoir sensibiliser directement les futurs utilisateurs, en mettant, par exemple, en évidence les corrélations qui ont pu, sur une période récente, exister entre les structures thermiques de surface indiquées par les cartes satellites et les pêches réalisées.

Un double effort doit donc être poursuivi, sur le plan scientifique tout d'abord, sur le plan psychologique et sur celui de l'information ensuite.

C'est à ce prix que la très intéressante expérience entreprise par les chercheurs de l'ORSTOM et de la Météorologie Nationale pourra être poursuivie et couronnée du succès qu'elle mérite.

