

P23

**SIGMA POERAVA**

**SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE DU SERVICE DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE. UN OUTIL DE GESTION DU DOMAINE PUBLIC MARITIME POUR LA PERLICULTURE**

**SIGMA POE RAVA**

**A GIS OF THE FISHERIES AND AQUACULTURE TERRITORIAL DEPARTMENT. A TOOL FOR A BETTER MONITORING OF PUBLIC MARINE OWNERSHIPS AND PEARL OYSTER CULTURE**

**F. CHENON (1), H. VARET (1), L. LOUBERSAC (1), S. GRAND (2), A. HAUTI (2).**

*(1) Station Polynésienne de Télédétection  
Tahiti POLYNESIE FRANCAISE.*

*(2) Service de la Mer Territoire de Polynésie  
Tahiti POLYNESIE FRANCAISE.*

**RESUME**

*Le développement extrêmement rapide des activités de perliculture dans les lagons d'atolls entraîne une véritable "ruée vers l'or". Cette ruée induit nombre de problèmes dans l'occupation de l'espace maritime et nécessite que des solutions soient trouvées pour une meilleure gestion administrative et technique des activités.*

*Après une présentation de la mise au point des documents de travail de base qui sont sous forme cartographique et qui sont des spatiochartes dérivées de données satellite de haute résolution on définit les caractéristiques techniques d'un outil de manipulation de données localisées mis au point par la S.P.T. à la demande du Service gestionnaire de la ressource. Cet outil qui est un Système d'Information Géographique*



19 FEV. 1996

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire 561  
N° : 43086  
Cote : A

associe une base de données géographiques dérivée de données de télédétection à une base de données graphiques et alphanumériques constituée des résultats des enquêtes et contrôles menés sur le terrain. On décrit les fonctionnalités du système et notamment les solutions adoptées pour associer les deux bases et on précise en conclusion les modes d'exploitation des résultats et les bénéfices tirés de l'utilisation opérationnelle d'un tel outil en Polynésie française.

#### ABSTRACT

The extremely fast development of pearl culture activities in atoll lagoons results in a real "gold rush". Such a rush leads to numerous conflicts in the lagoon space occupancy and requires solutions to be found for a better administrative and technical management of activities. The technical characteristics of an integrated tool which handles processed data and has been set up by S.P.T. on request of the technical service in charge of the management of the resource are described after a presentation of the basic inventory documents which are space-map derived from high resolution satellite data. The final tool which is a Geographic Information System links a geographic data base elaborated from remote sensed data to a graphic and an alphanumeric data base elaborated from the data acquired in situ. The functionalities of the system, and more precisely the solutions adopted to associate the two data bases are described. In conclusion the utilisation modes of the GIS are displayed and the benefits resulting from the operational uses of such a tool are argued.

#### INTRODUCTION

L'élevage de la nacre et la perliculture occupent une place prépondérante dans l'économie du territoire de Polynésie française. C'est un secteur en pleine croissance qui contribue à revitaliser les archipels en fixant les populations et en offrant aux îliens une source de revenus non négligeables.

Le développement de ce type d'aquaculture intéresse en premier lieu les atolls des Tuamotu-Gambier : 33 atolls sont actuellement touchés par cette activité.

Depuis 1983, la perle est devenue la première exportation du Territoire et plus de 35 millions de dollars US de perles exportées ont été enregistrés en 1989.

Ce secteur emploie près de 1 800 personnes aux Tuamotu-Gambier auxquelles viennent s'ajouter les emplois créés par les activités annexes à Tahiti (bijouterie, artisanat).

En 1988, le Service de la Mer et de l'Aquaculture a reçu 339 demandes d'ouverture de concessions maritimes (contre 291 en 1987) pour les activités liées à la perliculture (collectage de naissains, élevage, greffe) et l'on approche en 1990 le chiffre de 600.

Cette situation de croissance s'accompagne toutefois de difficultés rencontrées par les professionnels du secteur :

- Depuis 1985 , des mortalités massives sont apparues dans certains lagons et les causes exactes ne sont pas encore identifiées.

- La technique de greffe n'est pas encore maîtrisée par les Polynésiens. Un centre des Métiers de la Nacre mis en place dans le courant de cette année dispensera une formation pratique et théorique aux insulaires désirant se lancer dans l'activité.

- L'assistance technique et administrative aux professionnels n'a pu être assurée convenablement, les techniques d'élevage et les conseils de maintenance et de soins des nacres n'ayant pas été suffisamment vulgarisés.

Le service de la Mer et de l'Aquaculture de Polynésie française est chargé de la gestion à la fois technique et administrative de cette activité.

Les missions de ce service dans ce domaine sont les suivantes :

- Le recensement des exploitations nacrières.
- Le report des informations recensées sur des fonds cartographiques.
- La régularisation administrative des exploitations
- La gestion administrative de l'espace lagonaire toutes activités confondues (perliculture, aquaculture, tourisme...).
- La vulgarisation des techniques d'élevage, de maintenance, de soins des nacres auprès des exploitants.

#### **QUEL EST L'ETAT D'OCCUPATION DES LAGONS ?**

Afin de gérer au mieux le domaine public maritime de Polynésie française et pour essentiellement éviter les conflits d'utilisation de l'espace dans les lagons, le S.M.A s'est donné pour but de recenser l'état d'occupation réelle du lagon .

Le principal problème rencontré est lié à la disponibilité d'une donnée cartographique de base. En effet, seuls sept atolls des Tuamotu ont été cartographiés par le Service de l'Urbanisme de Polynésie française et encore seule la topographie terrestre a été indiquée. Le lagon est représenté par un grand masque blanc et en particulier les karena

(pinacles de Corail) présentes à l'intérieur du lagon, zones de vie autour desquelles les perliculteurs installent leurs filières, ne sont pas localisées et répertoriées.

## ETAPES DE MISE EN PLACE DES DOCUMENTS DE TRAVAIL

### Définition des documents de travail

L'étape première pour les agents du S.M.A est donc de trouver un document (concernant l'île où le contrôle doit avoir lieu) destiné d'une part au report des concessions attribuées par une commission et d'autre part au report des structures recensées par ces agents lors des contrôles sur le terrain.

La Station Polynésienne de Télédétection proposait au départ l'image SPOT de l'île ou atoll (cf. planche P23A) avec un simple rehaussement de chaque canal, éditée sur une imprimante électrostatique. Ce nouveau produit bien que esthétique ne correspondait pas exactement au type de document recherché par les agents du S.M.A. pour plusieurs raisons : les informations telles que les limites de bathymétrie, les limites de karena, étaient mal définies. Il était difficilement possible de reporter des informations de terrain sur le document papier. Le document proposé souffrait de deux défauts majeurs. Il était trop chargé (aucune partie réservée pour des annotations), et il se froissait rapidement en raison des conditions de travail sur le terrain (mer, pluie, vent..)

Après concertation avec les agents du S.M.A un second document de travail a été élaboré :

Ce document édité sur du calque pour faciliter la manipulation est obtenu à partir d'une image SPOT. Du fait que l'image SPOT de base est du niveau 1B, le document fourni n'est pas dans un plan de projection cartographique et ne peut être considéré comme document de positionnement précis. Sur ce document la partie terrestre a été conservée ainsi que la zone peu profonde (inférieure à 5m) déterminée par un seuillage sur le canal XS2. Un masque blanc couvre la mer profonde et la partie profonde du lagon. A cet ensemble on ajoute la limite de perception du fond obtenu sur le canal XS1. On distingue donc ainsi plusieurs ensembles :

- La couronne émergée de l'atoll.
- Une zone située entre 0-5m de profondeur.
- Une limite de bathymétrie située, selon la transparence de l'eau, entre 10 et 15m.
- Les contours des karéna.

Les agents du S.M.A ont testé la qualité de ce document et l'ont exploité sur une île des TUAMOTU : ARUTUA. Au retour de mission plusieurs remarques ont été faites dont la principale était que le positionnement au compas magnétique était

erronée. De plus, le document était peu adapté à un positionnement précis dans le lagon de l'île .

C'est ainsi qu'un troisième type de document a été défini. La même représentation de l'île a été conservée. La donnée a été corrigée de façon à obtenir un document conforme à une projection cartographique. Deux grilles ont été placées pour une utilisation plus adaptée : l'une correspondant à une grille géographique, l'autre, partageant l'île en secteurs représentant des carrés de 1km de côté. (Cf. planche P23B). Ce document a été intitulé "spatiocarte concessions-maritimes".

### Définition de l'outil de travail

Outre la fourniture de cartes ou spatiocartes, il était demandé à la Station Polynésienne de Télédétection d'étudier la possibilité d'améliorer le traitement des données recueillies sur le terrain et la gestion administrative des dossiers de demandes de concessions, en effet :

D'une part, les agents du S.M.A reportaient les données de terrain retraçant l'emplacement exact des structures sur des fonds de cartes (à l'échelle du 1/10 000) qui pouvaient mesurer deux mètres de long sur quatre mètres de large dans certains cas. Ce travail fastidieux pouvait durer entre deux à trois mois. La plupart des contrôleurs participaient à ce travail et ce temps ne pouvait pas être destiné pour un autre contrôle sur le terrain compte tenu du nombre d'îles à recenser.

D'autre part, la gestion administrative du domaine public maritime a vu le nombre de dossiers déposés tripler en 1989, ce chiffre ne cessant d'augmenter depuis. Or toutes ces demandes sont gérées manuellement.

Il était donc nécessaire de trouver une solution. C'est ainsi que fut décidé le lancement du projet SIGMA POE RAVA. (Système d'Information Géographique de la Mer et de l'Aquaculture. POE RAVA signifiant PERLE NOIRE en tahitien), pour chercher à remédier aux deux problèmes majeurs posés au S.M.A, le report rapide et précis des informations de terrain, l'optimisation de la gestion du domaine public maritime.

Le Système d'Information Géographique adopté pour le problème de la gestion de la perliculture comprend deux bases principales.

- la base graphique : constituée des fonds de carte des îles à recenser fournies par la SPT, et des outils informatiques développés par la même structure sur un cahier des charges défini par le S.M.A.

- La base alphanumérique : constituée des données relatives à la perliculture obtenues par le S.M.A , et des logiciels de gestion de ces données. L'ensemble de l'outil devant à terme être transféré au S.M.A.

Pour faciliter ce transfert vers le S.M.A, il a été décidé de développer le S.I.G sur un poste de travail de type PC (de capacité suffisante et de coût accessible), avec la possibilité d'étendre la configuration. Dans un premier temps, un poste de travail principal est installé dans les locaux du S.M.A puis des postes secondaires pourront être mis à la disposition des contrôleurs sur le terrain. Pour éviter de redévelopper l'ensemble des logiciels de SIGMA POERAVA, il est fait appel au logiciel de DAO MICROSTATION de INTERGRAPH. Ce logiciel permet la génération des fonds graphiques, le lien entre les éléments graphiques et les informations alphanumériques.

De chaque fond graphique SPOT, les contours utiles (contour des terres émergées, contour de végétation, contour des karéna, lignes de bathymétrie entre 0,20m) (Loubersac et al., 1990) sont extraits et intégrés dans le S.I.G. Les structures attribuées et les emplacements réellement occupés sont représentés. L'ensemble de la gestion des concessions sera intégrée au système.

## INTEGRATION DES ELEMENTS DANS S.I.G.M.A

### Intégration des données alpha-numériques

Ces données comme nous l'avons vu plus haut sont recueillies par les agents du S.M.A.

On distingue les données administratives de gestion des concessions et les données de terrain. Les données administratives sont constituées par les informations propres à chaque perliculteur (Etat-civil), les informations régies par le règlement définissant l'autorisation d'occupation d'un emplacement, les demandes d'occupation (cf. planche P23C), les résultats de la commission, les positions et les superficies théoriques des emplacements demandés...

Les données de terrain recueillies par les contrôleurs sont diverses :

- Ce sont les données sur les structures obtenues par un contrôle systématique. La position et les dimensions de chaque emplacement sont notées (cf. planche P23D), le nombre et la taille des nacres sont comptabilisés, les types de matériaux utilisés répertoriés...

- Ce sont les données extérieures utiles telles que le nombre d'habitants, les voies de communication, la toponymie, la position des points de repères.

## Intégration des données graphiques

### **Mise en projection de la donnée**

La donnée de départ est l'image SPOT. Cette donnée existe en archive à la Station Polynésienne de Télédétection pour la plupart des îles de la zone étudiée et est pour le moment la plus précise (cf. Varet et al., 1990). Pour la mise en conformité géographique, l'image de départ est rectifiée grâce à un logiciel du SHOM SYRIAC (cf. Dubois, 1990). Une correction géométrique, à partir des paramètres d'orbite, est appliquée à l'image brute SPOT de niveau 1A ou 1B de façon à obtenir une image rectifiée et rapportée à un plan de projection (en l'occurrence le plan de projection UTM). Si des points d'appui existent (des pixels localisés dans la projection considérée), ils sont intégrés comme paramètres permettant de caler en absolu l'image résultante.

### **Extraction des différents zones**

Sur l'image SPOT rectifiée 3 grandes zones sont définies :

La zone émergée, la zone lagonaire et la zone océan qui sera représentée par un masque blanc puisque qu'elle n'est pas utilisée.

L'opération suivante consiste à extraire les contours utiles délimitant les différentes zones par une méthode de segmentation de l'image SPOT (cf. Loubersac et al., 1990).

De la zone lagonaire, on définit par la méthode développée par (Loubersac et al., 1989) :

- Les limites des différentes tranches d'eau comprises entre 0 et 20m (les structures destinées à l'élevage de la perle et à la greffe se trouvent dans ces zones).

- Les limites des karéna. Ces karéna ou pinacles de corail sont importants car ils tiennent plusieurs rôles : ce sont des zones favorables à l'implantation des fermes aquacoles et ce sont en quelque sorte des panneaux indicateurs de position dans le lagon pour les îliens.

Les superficies des terres émergées, du lagon sont alors déterminées à partir de l'image et constituent les toutes premières données du G.I.S. L'ensemble de ces données étant de nature numérique, l'intégration dans le GIS est facilitée. Les différents contours définis en mode raster par des pixels sont vectorisés et intégrés automatiquement dans SIGMA POE RAVA. L'information pixel de l'image disparaît et seules les limites des différentes zones sont conservées. Ces contours ainsi que tous les éléments graphiques du GIS ne seront constitués que par des éléments simples (ligne, point, polygone, rectangles...) facilement manipulables.

## Des données de recensements

Les contrôleurs sur le terrain repèrent les structures existantes, mesurent les dimensions de chaque emplacement, conservent les résultats sur des fiches. De retour à terre, ces données (position géographique des repères, nombre de nacres, nom du contrôleur...) sont saisies sur ordinateur. SIGMA POE RAVA permet alors de retracer automatiquement à partir de ces différents paramètres les différentes structures recensées qui sont représentées par des lignes de couleurs différentes (lignes de collectage, lignes d'élevage ou de greffe) ou par des polygones (les plate formes d'élevage ou de greffe).

Chaque structure est liée à une information dans la base de données. Ainsi, il est possible de connaître à un instant donné toutes les structures placées par un exploitant et donc de définir l'emplacement qu'il occupe réellement sur le terrain. Une étude comparative entre l'espace théorique correspondant à la demande de concession et l'espace réellement occupé est alors possible. Ce qui permet au S.M.A d'attribuer sur des critères objectifs un emplacement à un perliculteur. (Cf. planche P23E).

## Description de l'outil informatique

S.I.G.M.A manipule des éléments graphiques. A partir des outils de base de MICROSTATION : possibilité de tracer sur 63 niveaux de dessins, appels de fichiers dessins externes..., les éléments graphiques concernant la perliculture ont été hiérarchisés de façon à faciliter leur manipulation et leur recherche. On peut ainsi visualiser l'environnement de travail correspondant à une île ou à un atoll, les différents contours, les lignes de collectage, les emplacements demandés par un exploitant...

L'opérateur peut également utiliser les outils de visualisation classiques tels que faire un agrandissement d'une zone, déplacer une zone de visualisation, déplacer une concession etc...

Des modules de gestion ont été développés et adaptés au problème posé par la perliculture : saisir des dossiers de demande de concessions, placer et attribuer graphiquement une concession, accéder aux informations relatives à un exploitant, placer des repères de localisation, évaluer des statistiques diverses, éditer les états d'une situation donnée etc...

En plus de l'information morphocartographique, des éléments de positionnement externes sont ajoutés et facilitent le travail de l'opérateur. On adjoint ainsi une grille géographique et une grille sectorielle (carrés de 1km par 1km), chaque secteur étant défini par une lettre et un chiffre (ex A1,J10...), la toponymie. Cet ensemble permet le positionnement dans une zone de l'atoll (visualisation et recherche par zone, par toponymie). Ainsi l'opérateur

manipule-t-il uniquement les éléments graphiques qui correspondent aux structures perlicoles, aux lignes de collectage, d'élevage, de greffe, aux emplacements théoriques, aux emplacements occupés sur site et peut accéder rapidement aux informations liées à ces structures : caractéristiques de la propriété d'une structure, superficies octroyées, nombres de nacres recensées etc... (Cf. planche P23F).

### **Exploitation des résultats**

SIGMA POERAVA a été conçu pour manipuler des données à caractère administratif et technique sur la perliculture dans une base géographique homogène. Les résultats attendus de l'outil sont :

- D'apporter des solutions aux problèmes d'attribution de concessions maritimes et d'éviter des conflits dus aux erreurs de positionnement de sorte à optimiser l'occupation du domaine public maritime.

- D'optimiser le travail de gestion que doit assurer le Service de la Mer et de l'Aquaculture en lui permettant de fournir des réponses sur des critères fiables dans les délais brefs.

- Améliorer le travail des agents chargés du contrôle et du recensement sur le terrain.

Il découle de ces résultats que SIGMA POERAVA permettra indirectement :

- d'aider les perliculteurs à mieux s'implanter et mieux localiser leurs structures d'élevage ou de collectage,

- d'optimiser les techniques d'élevage en fournissant des résultats dans le temps et dans l'espace.

Signalons enfin que les données de ce GIS peuvent être utilisées à l'estimation des stocks et à la quantification de ceux-ci par tranche d'eau et que par couplage à des données biologiques et d'environnement SIGMA POERAVA peut contribuer à une meilleure gestion des stocks.

Un atoll test (TAKAPOTO) a été choisi pour valider les différents modules : l'ensemble des données administratives et techniques de cet atoll ont été saisies pour la mise au point de l'outil. Il est prévu que l'ensemble de la plateforme informatique soit transféré dans les locaux du S.M.A., la Station Polynésienne de Télédétection assurant la formation des agents utilisateurs de l'outil, la fourniture de fonds cartographiques des autres îles concernées par le développement de la perliculture et la poursuite du soutien informatique dans le projet.

## CONCLUSION

Le développement de cet outil numérique a contribué à optimiser les méthodes de recensement (utilisation du GPS, génération automatique de cartes) incitant les agents du S.M.A à s'adapter à un autre genre d'outil et à maîtriser des techniques nouvelles. Sa mise en place a également contribué à soulever le problème de l'évolution de la législation. Ainsi par exemple l'unité d'attribution qui était de 1 000m<sup>2</sup> va telle être transformée à l'hectare, unité de surface beaucoup mieux adaptée au problème de repérage et d'occupation réelle.

SIGMA POE RAVA a été défini en prenant pour thème la perliculture qui est une des activités en plein essor pour le moment. Il existe d'autres activités touchant le domaine public maritime tels que les parcs à poisson, l'élevage de burgaux, l'élevage de trocas, la plaisance, le tourisme, l'exploitation d'agrégats marins, etc... Il est donc envisagé que SIGMA POE RAVA s'étende aux autres couches d'activité complémentaires à la perliculture de sorte à devenir un véritable outil d'administration, de gestion et d'économie de l'espace dans le cadre de l'élaboration de Plans de Gestion des Espaces Maritimes.

## BIBLIOGRAPHIE

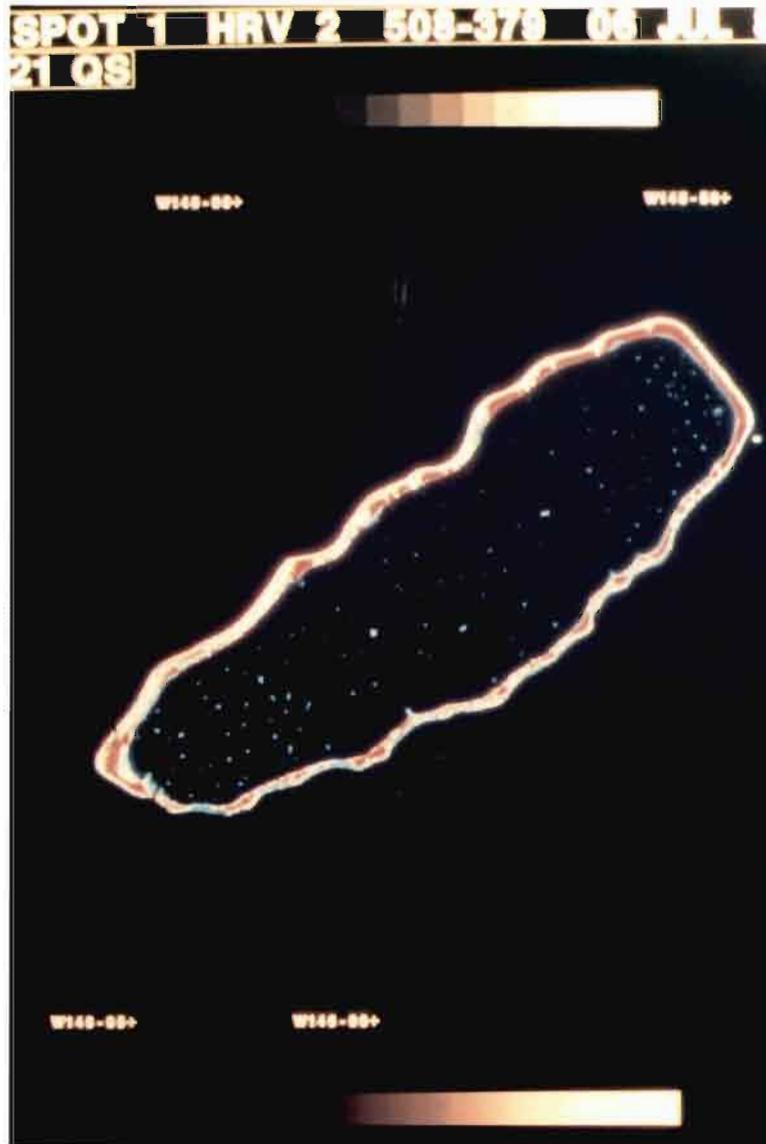
DUBOIS M., 1990. SYRIAC, Système de Rectification d'Images Adapté à la Cartographie : logiciel de rectification d'images SPOT au niveau 2. *Note Technique EPSHOM n°233.*

LOUBERSAC L., B. WIBAUX, VARET H., F. CHENON, 1990. Proposition d'une méthode de segmentation d'images SPOT : Application à l'identification de contours morphologiques en milieu d'atolls. in *Actes du Coloque "PIX'ILES 90"*, Nouméa, Tahiti 19-24 nov. 1990.

VARET H., F. CHENON, G. BELBEOCH, A. RUE, 1990. Intérêt d'une archive numérique régionale de données satellitaires. Le projet d'archivage et base de données de télédétection de la Station Polynésienne de Télédétection in *Actes du Colloque "PIX'ILES 90"* Nouméa, Tahiti 19 - 24 nov. 1990.

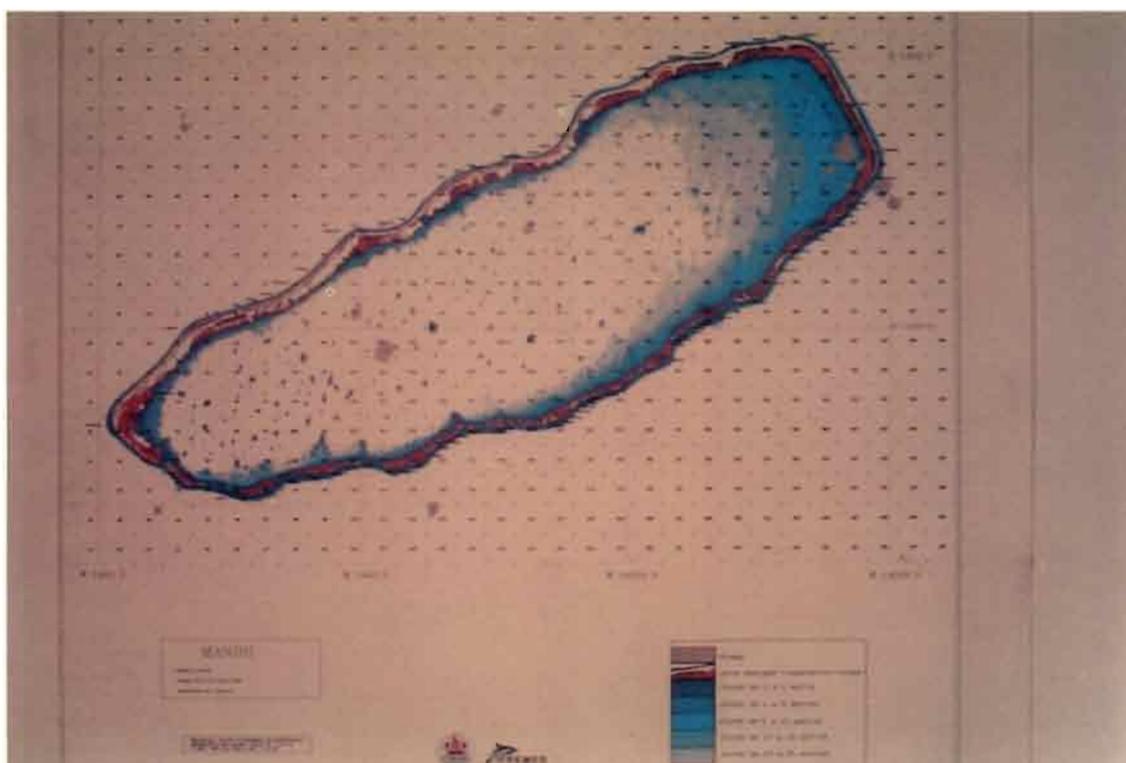
LOUBERSAC L., P.Y. BURBAN, O. LEMAIRE, F. CHENON, H. VARET, 1989. Nature des fonds et bathymétrie du lagon de l'atoll d'Aitutaki (île des Cook) d'après des données SPOT-1. *Photo-Interprétation 89-5 et 6 fascicule 4 pp. 29-40.*

P23



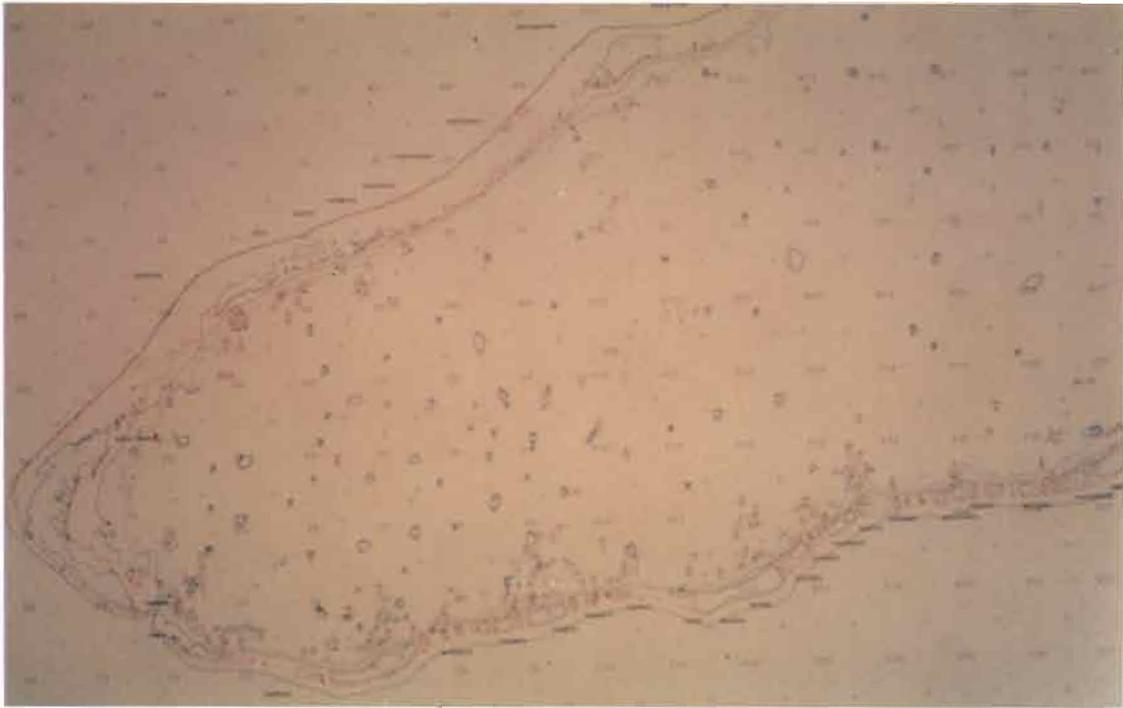
P23A : Image SPOT niveau 1B XS de l'île de Manihi C CNES  
86/dist SPOT IMAGE.

P23



P23B : Atoll de Manihi Tuamotu. Spatiocarte dite "concessions maritimes" avec grille par secteur, projection UTM, original 1/50 000e et modélisation bathymétrique entre 0 et 20m.

P23



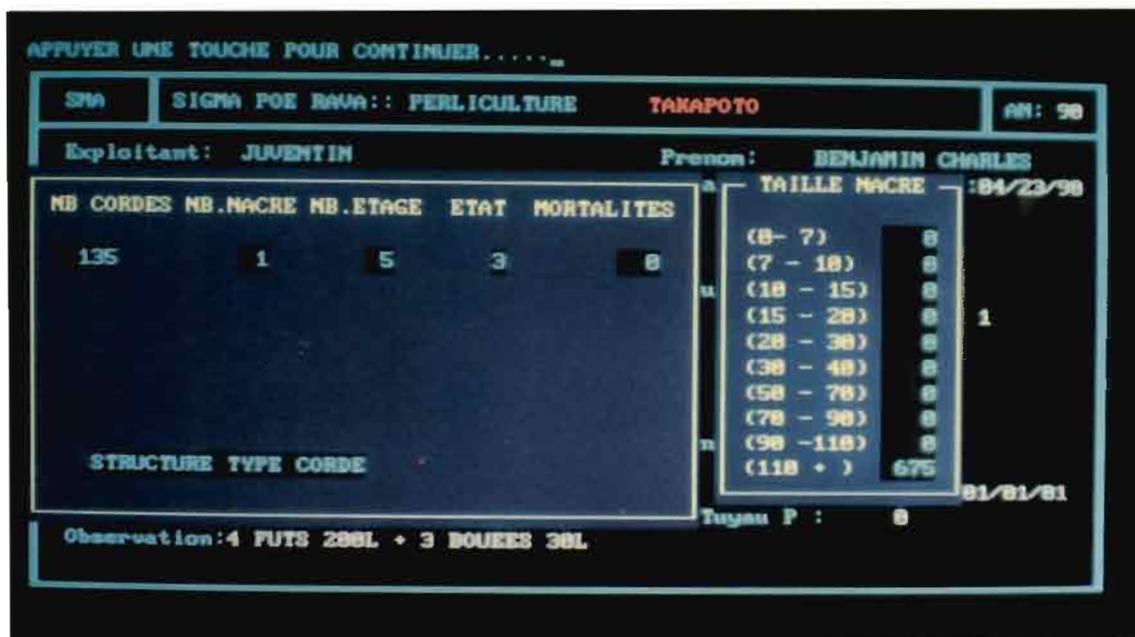
P23C : Atoll de Manihi partie ouest positionnement des demandes d'occupation en rouge sur le fond de carte réduit à ses contours (contours végétation, ligne de rivage, contour têtes de corail...) avec positionnement des secteurs.



P23D : Exemple de report des infrastructures de collectage (rouge) élevage (vert) et greffe (orange) d'une ferme perlière dans la base géographique de SIGMA POE RAVA.



P23E : Comparaison entre l'occupation théorique correspondant à la demande de concession (polygone et hachures verticale jaune) et l'occupation réelle des infrastructures d'une ferme perlière (lignes d'élevage en orange et lignes de collectage en rouge).



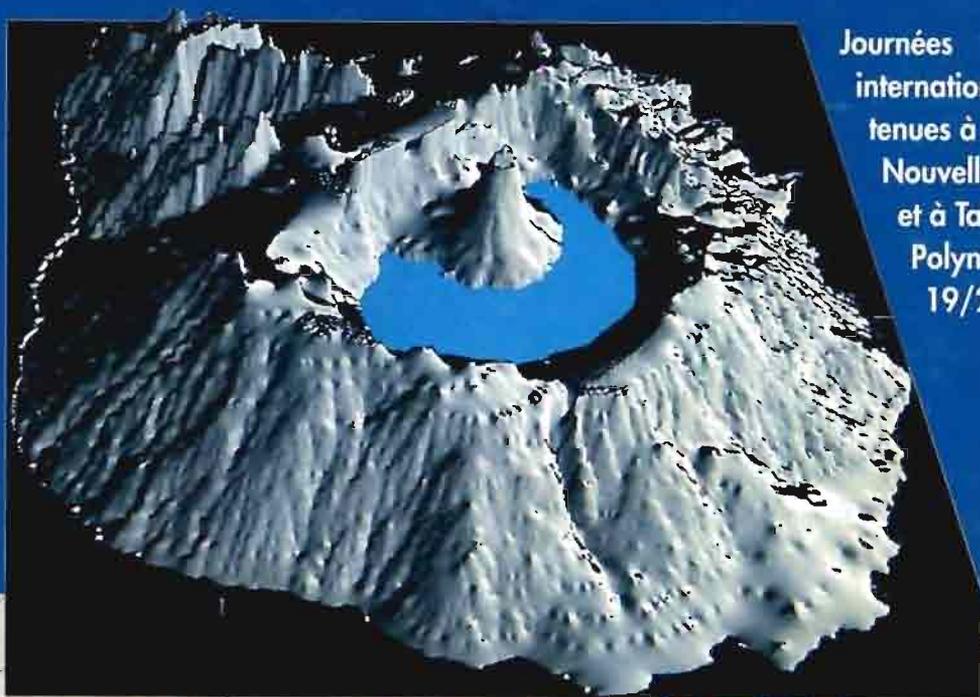
P23F : Exemple de résultats de l'interrogation des données de la base alphanumérique liée à la base graphique. Ici l'information relative à un nombre de cordes, un nombre de nacres, leur taille, leur état de santé, correspond à une ligne d'élevage définie dans la base graphique.

# "PIX'ILES 90"

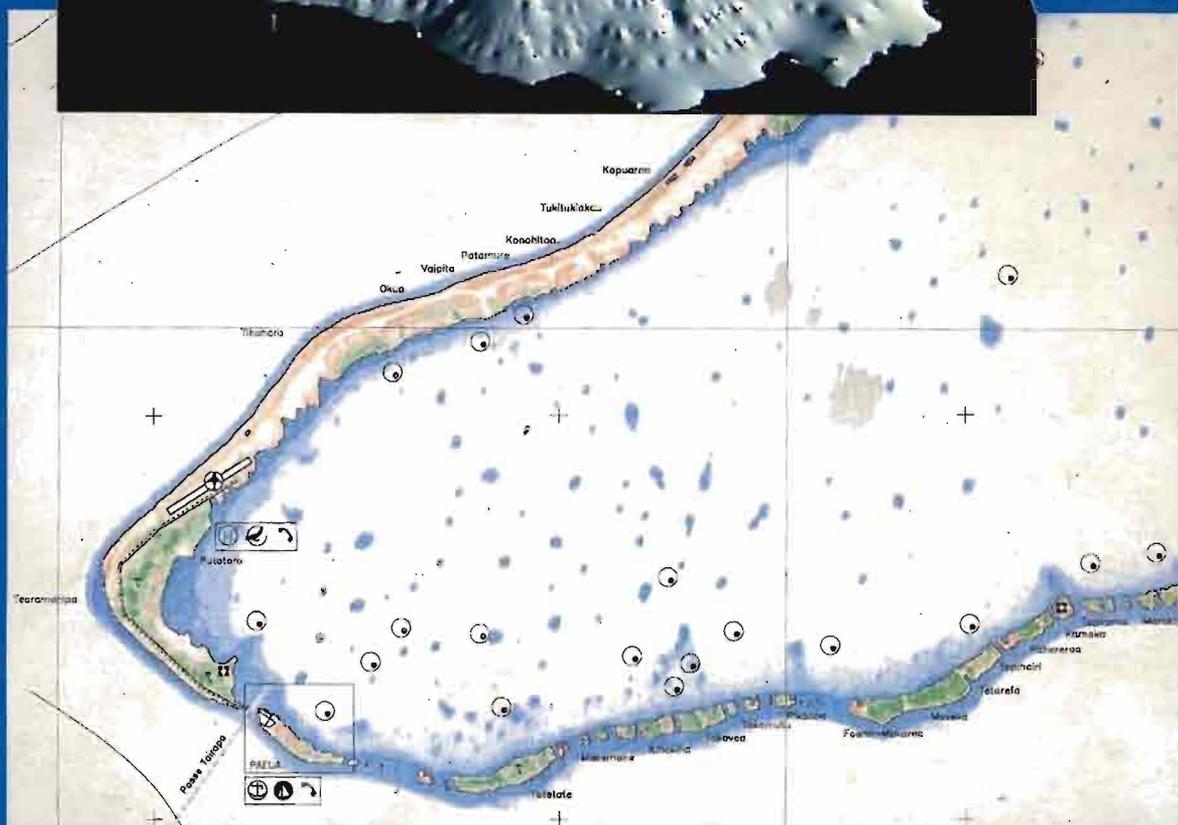
TELEDETECTION ET MILIEUX INSULAIRES DU PACIFIQUE : APPROCHES INTEGRES

REMOTE SENSING AND INSULAR ENVIRONMENTS IN THE PACIFIC :  
INTEGRATED APPROACHES

International  
workshop  
held at Noumea  
New Caledonia  
and Tahiti  
French Polynesia  
Nov. 19/24 1990



Journées  
internationales  
tenues à Nouméa  
Nouvelle-Calédonie  
et à Tahiti  
Polynésie Française  
19/24 nov. 1990



ORSTOM



TERRITOIRE DE  
POLYNESIE FRANÇAISE

# "PIX'ILES 90"

**Journées internationales tenues à Nouméa - Nouvelle-Calédonie  
et à Tahiti - Polynésie Française  
19 / 24 novembre 1990**

**International workshop held at Noumea - New Caledonia  
and Tahiti French - Polynesia  
November 19 / 24 1990**



© ORSTOM, Nouméa, 1992

Imprimé par le Centre ORSTOM  
de Nouméa  
Septembre 1992

