

N21

**ETABLISSEMENT D'UN INDICE "MADREPORES VIVANTS", OU INDICE
CORALLIEN, PAR TELEDETECTION POUR LA CARTOGRAPHIE BIONOMIQUE
RECIFALE.**

**THE SETTING UP OF A LIVING MADREPORA OR CORAL INDEX THROUGH
REMOTE SENSING FOR REEF BIONOMIC MAPPING**

W. BOUR (1), P. NOSMAS (1), P. JOANNOT (2).

(1) ORSTOM, B.P. A5, NOUMEA, NOUVELLE CALEDONIE

(2) Aquarium de Nouméa, NOUVELLE CALEDONIE

RESUME

Les récifs coralliens présentent un double intérêt dans le sens où ils protègent les côtes d'îles habitées et offrent de nombreuses ressources marines comestibles et commercialisables. Ces gigantesques formations récifales sont connues pour être très sensibles aux modifications naturelles ou artificielles de l'environnement. L'état de "santé" d'un récif peut être appréhendé par l'étude des surfaces couvertes de madrépores vivants répartis sur la zone apicale favorable à leur croissance.

La présente étude cherche à élaborer une méthode de traitement de données SPOT acquises sur un récif de sorte à cartographier et quantifier ses zones vivantes et par conséquent d'établir un indice "madrépores vivants". Un tel indice corallien par analogie avec l'indice de végétation des milieux terrestres permet d'effectuer une analyse rapide de l'activité biologique d'un récif.

Les difficultés d'établissement d'un tel index sont mises en évidence par l'analyse des images d'un récif barrière du lagon Sud-Ouest de Nouvelle Calédonie.

19 FEV. 1996



O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

247

N° : 43059

Date :

La valeur essentielle de cet indice réside dans la possibilité d'établir un état de santé de n'importe quel récif du globe et par conséquent de diagnostiquer son état de croissance dans le cadre de recherches scientifiques et économiques (aménagement, pêcheries, tourisme...).

ABSTRACT

Coral reefs present a dual interest since they preserve the coasts of inhabited islands and offer numerous edible and marketable marine resources. These gigantic reefs have a living apical part, and they are known to be very sensitive to the natural or anthropic change of the environment. The "health" state of a reef can be assessed by studying the surfaces covered with living madrepora spreading over that apical zone favourable to its growing.

The present survey tries to elaborate a method of SPOT data processing about a reef in order to map and quantify its living areas and then set up a "living madrepora" index. Such a coral index by analogy with the vegetation index of the ground milieu, allows to make a quick analysis of the biological activity of the reefs.

The difficulties of setting up such an index are made clear with the analysis of the reef barrier images of the South-West lagoon of New Caledonia.

Much of the importance of this coral index lies in the creation of a health file of any reef of the globe that will help to make a diagnosis of its being and follow its growing in the framework of scientific and economical researches (land development, fishery, tourism).

INTRODUCTION.

L'importance des gigantesques formations bioconstruites que constituent les récifs coralliens n'est plus à démontrer tant est grande leur importance pour les îles et atolls du Pacifique. Ces montagnes sous-marines, lorsqu'elles délimitent des zones lagonaires, jouent un rôle de protection du littoral et constituent une réserve importante de nourriture ; un rôle moins connu des récifs coralliens est celui qu'ils exercent sur l'équilibre du CO₂ de l'atmosphère en piégeant de grandes quantités de ce gaz. Mais les récifs coralliens sont également "des colosses à la tête fragile" ; ils forment un écosystème complexe, très sensible aux conditions du milieu. La partie apicale vivante, constituée par les polypes des madrépores, peut être détruite à la suite de causes naturelles (cyclones, élévation de la température, variations du niveau marin, attaque de prédateurs comme les Acanthasters...) ou par les activités humaines du monde moderne (pesticides, tourisme...).

La cartographie des zones vivantes d'un platier récifal, modulée par les pourcentages de couverture en madrépores, revêt donc un intérêt primordial pour les études s'attachant à connaître et à suivre l'état d'un récif corallien.

GENERALITES SUR LA CARTOGRAPHIE THEMATIQUE DES RECIFS CORALLIENS

Les images SPOT ont, depuis les premières simulations, montré leur intérêt pour la cartographie thématique des récifs faiblement immergés (BOUR et al., 1986). Ces études avaient mis en évidence la décoorellation des canaux XS1 et XS2 lorsqu'ils traversent la lame d'eau claire recouvrant un récif peu profond d'où la forme particulière, dite en " boomerang", de l'histogramme bi-dimensionnel qui se divise en deux nuages principaux (fig. 1). Le canal XS3 (PIR) ne pénètre pratiquement pas la masse liquide ; il est donc laissé de côté dans cette étude.

Une autre constatation, issue de l'analyse des histogrammes bi-dimensionnels de plusieurs récifs ayant fait l'objet de contrôles de terrain, est la suivante : la région des pixels représentatifs des madrépores vivants est une bande étroite et allongée de l'une des branches du boomerang (fig. 1). Un axe, que l'on dénommera "axe corallien" peut donc être tracé au travers de cette région.

Dernier fait important : la densité de couverture en madrépores est élevée pour les points de cet axe proche de l'origine ; elle décroît lorsque les coordonnées des pixels de l'axe se déplacent vers les valeurs élevées de XS1 et XS2. Cette relation linéaire, apparaissant entre la densité en madrépores et les valeurs XS1 et XS2, peut trouver une explication physique : les coraux vivants ont une réponse marquée dans le rouge/brun, probablement en raison des zooxanthelles symbiotiques qui pigmentent leurs polypes, d'où une couleur d'autant plus sombre que la couverture en colonies vivantes est importante.

MODELISATION DU COUVERT RECIFAL EN MADREPORES VIVANTS L'EXEMPLE DU RECIF KUE

Données utilisées

Le récif KUE représente un élément situé entre deux passes de la barrière récifale qui délimite le lagon de Nouvelle-Calédonie. Il a été possible de réaliser des contrôles de terrain sous formes de radiales localisées par un G.P.S. portable (MAGELLAN 1000). Les données SPOT du récif KUE ont été acquises en 1987.

Méthode de calcul de l'indice corallien

La première étape à effectuer sur l'histogramme bi-dimensionnel des canaux XS1 et XS2 est une translation de l'origine vers le point limite "eaux profondes" défini sur l'image. A partir de cette nouvelle origine, une rotation des axes est réalisée pour amener XS2 en coïncidence avec l'axe corallien. L'angle α de la rotation est déterminé par la position de l'axe corallien sur la première branche du "boomerang" ; cette position a également un caractère empirique puisqu'elle provient de l'analyse des zones-test observées sur le terrain.

Les nouveaux axes X et Y obtenus constituent deux néo-canaux et peuvent à ce titre fournir une image du récif où l'information Y (indice corallien) est amplifiée mais reste brouillée par les valeurs de X correspondant aux autres biotopes.

Dans le but de résoudre cette difficulté, un paramètre D_m = densité en madrépores est calculé pour chaque pixel. La fonction présente les caractéristiques suivantes :

- Si Y augmente, D_m décroît linéairement,
- Si valeur absolue de X augmente, D_m décroît exponentiellement de part et d'autre de l'origine.

Analyse des limites de cette fonction :

- Pour $Y < 20$, D_m est mis à zéro.

C'est la zone de l'axe corallien où le signal "bathymétrie" est prépondérant. Pour le récif KUE, la profondeur moyenne où D_m commence à perdre toute signification est de l'ordre de 3 mètres.

- Pour $Y > 20$, D_m suit une loi linéaire décroissante. L'intersection de la droite avec l'axe Y est telle que $Y = F'(X)$ (valeur de Y pour très faible densité des coraux sur fond clair).

$$D_m(X,Y) = \text{Max}(0, \text{Max}(0, Y-20) * (\frac{40}{Y-20} - 1)) * e^{\text{val abs}(X)}$$

La planche N21A illustre de manière schématique en vue perspective le calcul de D_m .

L'image obtenue par la fonction D_m et une LUT arc-en-ciel indique les positions des coraux vivants, en particulier celles des hautes densités de couverture, sur le platier de profondeur inférieure à trois mètres (N21B).

L'étalonnage de D_m en valeurs réelles des densités de coraux vivants ne peut, à ce stade de l'étude, être établi qu'à partir des contrôles de terrain. Une étape ultérieure

cherchera à vérifier si l'échelle obtenue pour un récif est exportable sur un autre récif de la même image SPOT.

RESULTATS.

La modélisation précédente offre l'opportunité de deux types de cartographie :

- la carte des Dm traduite par une palette de couleurs ou une gamme de gris (N21B).

Elle permet de localiser les zones de madrépores vivants avec indication en échelle relative des pourcentages de couverture. Elle constitue un outil de travail pour la poursuite des contrôles de terrains ; c'est par conséquent un "état des lieux" qui peut se révéler très précieux si le récif est soumis à une catastrophe naturelle ou accidentelle. Sur le long terme, c'est également un moyen de suivre l'état de santé du récif.

- la carte de bionomie générale du récif (planche N21C).

L'identification des zones du platier récifal couverts de madrépores vivants va contribuer à affiner la thématique obtenue par classification supervisée. La segmentation du domaine des coraux vivants devient possible ; quelques radiales d'observation sur le terrain permettent généralement un étalonnage en densités de couverture.

La carte thématique du récif KUE (N21C) présente l'exemple d'un tel produit. Les milieux sont identifiés avec leur surfaces respectives. Pour cette étude, nous avons limité l'échelle des densités à trois niveaux : haute densité (>70% de couverture), moyenne densité (comprise entre 70 % et 30 % de couverture), faible densité (<30 %) ; une échelle plus précise nécessite des moyens techniques de quantification des densités.

Généralement cette segmentation à trois niveaux est suffisante :

a) pour des estimations de surfaces occupées par les madrépores vivants.

b) pour des évaluations de biomasses si des échantillonnages faunistiques ont été réalisés.

c) pour le suivi diachronique du récif si des images SPOT sont obtenues avec une périodicité pluriannuelle.

Cette première approche a démontré que les pixels de l'image SPOT d'un récif contenant des madrépores vivants fournissent une signature relativement bien localisée sur l'histogramme XS1, XS2 ; les transformations mathématiques visant à extraire ce signal particulier sont donc fondées. Les

bornes du modèle (limite des eaux profondes, effet bathymétrie, faible densité de couverture) gardent un caractère empirique basé sur l'analyse visuelle des images, et les observations de terrain.

CONCLUSION

La présente tentative de cartographier les zones recouvertes de madrépores vivants d'un récif garde un caractère exploratoire dans la mesure où un seul récif a été soumis à la modélisation ; un travail de généralisation est en cours ; il vise à confirmer sur l'histogramme bi-dimensionnel la présence constante de l'axe corallien, à étudier la variation de l'angle α et les bornes de validité du modèle. Si une statistique des paramètres est observée, le traitement semi-automatique des images de récifs peu connus peut alors être envisagé.

REFERENCES

BOUR W., L. LOUBERSAC, P. RUAL, 1986. Thematic mapping of reefs by processing of simulated SPOT satellite data : application to the *trochus niloticus* biotope on Tetembia reef (New Caledonia). *Marine Ecology - Prog. Ser.*, 34, 243 - 249.

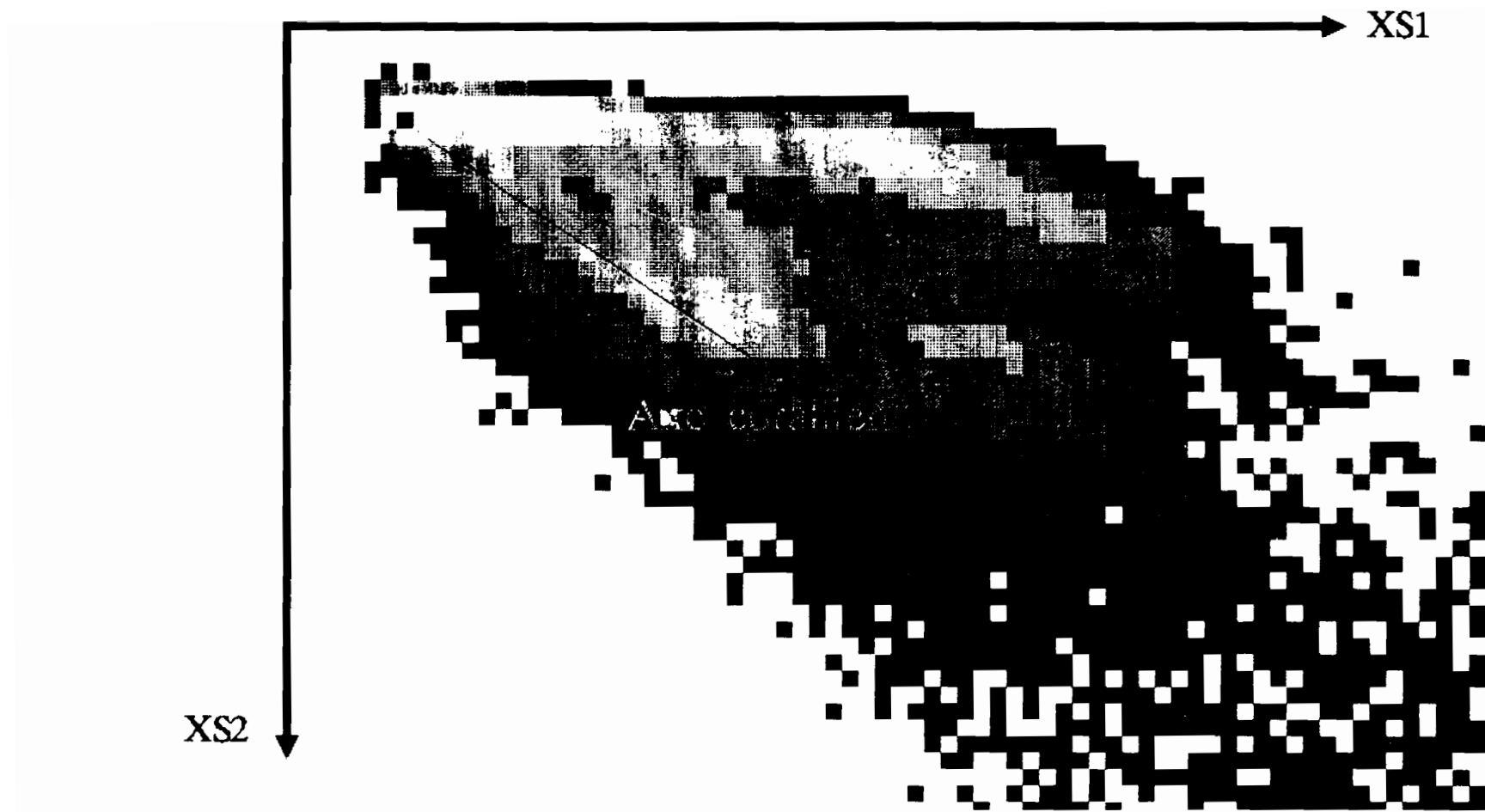
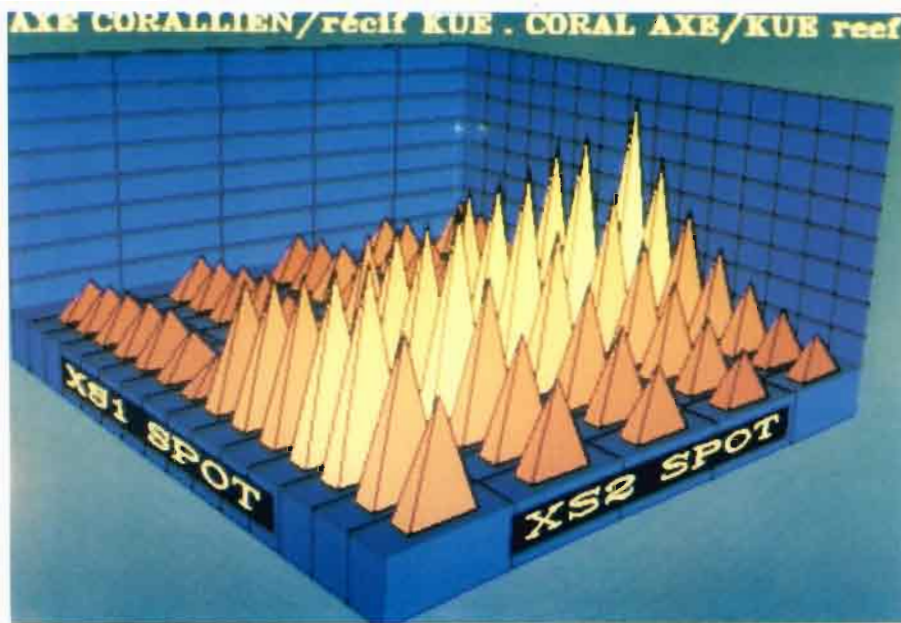


Figure 1 : Histogramme bi-dimensionnel des canaux XS1 et XS2 de l'image SPOT d'un récif corallien.



N21A : Répartition des valeurs D_m selon l'axe corallien du plan XS1-XS2.



N21B : Visualisation du néo-canal Dm par une palette arc-en-ciel.

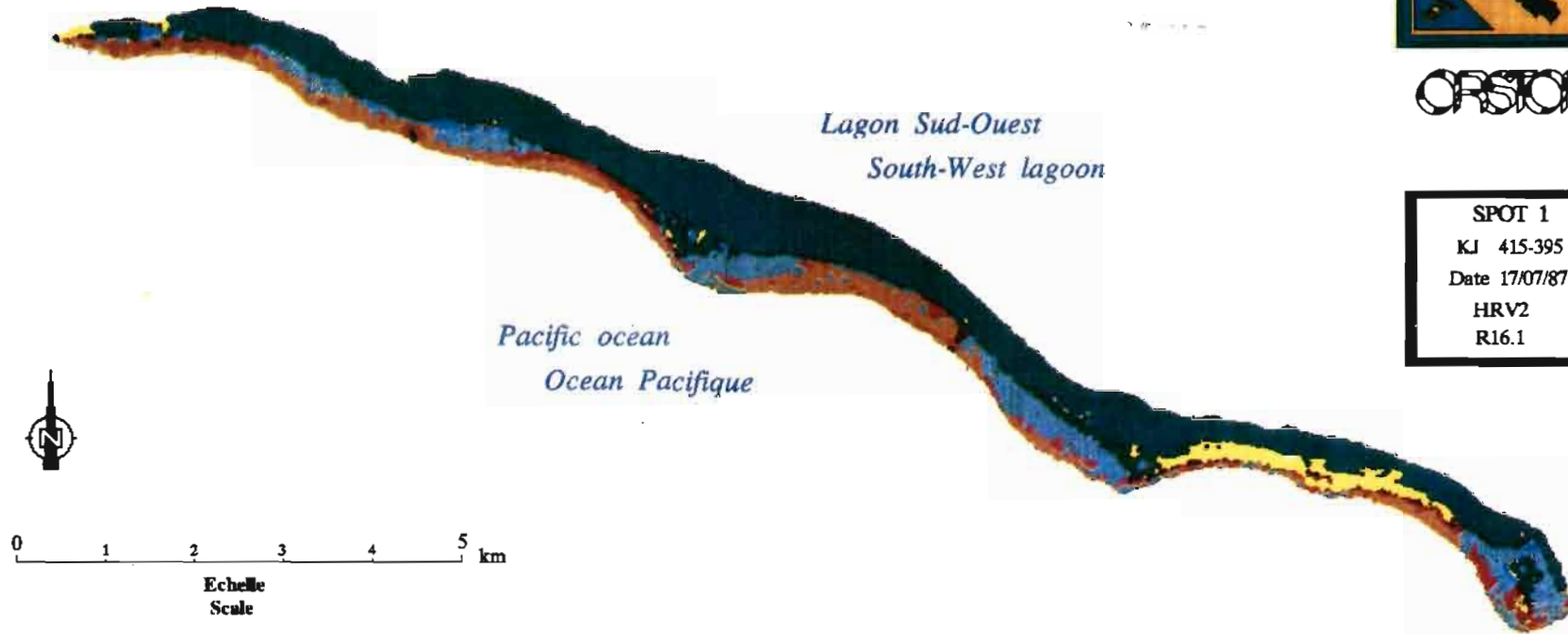
Carte thematique du recif de KUE (Nouvelle Calédonie)
 Thematic map of KUE reef (New Caledonia)

Planche N21C

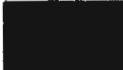
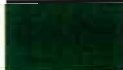









ORSTOM

SPOT 1
 KJ 415-395
 Date 17/07/87
 HRV2
 R16.1



N 21

	Madrepores vivants, haute densite (>70%) Living corals, high density (>70%)	21.4 ha		Detris coralliens Rubble reef flat	113 ha		sable superficiel Shallow sandy areas	22.9 ha
	Madrepores vivants, moyenne densite (>30% et <70%) Living corals, mean density (>30% and <70%)	111.4 ha		Dalle cavernieuse concretionnee Reef flat flagstone	201.8 ha		Sable profond Deep sandy areas	635.8 ha
	Madrepores vivants, faible densite (<30%) Living corals, low density (<30%)	164.5 ha		Eaux profondes Deep waters				
				Chenaux coralliens (pente interne) Coral grooves (inner slope)	71.4 ha			

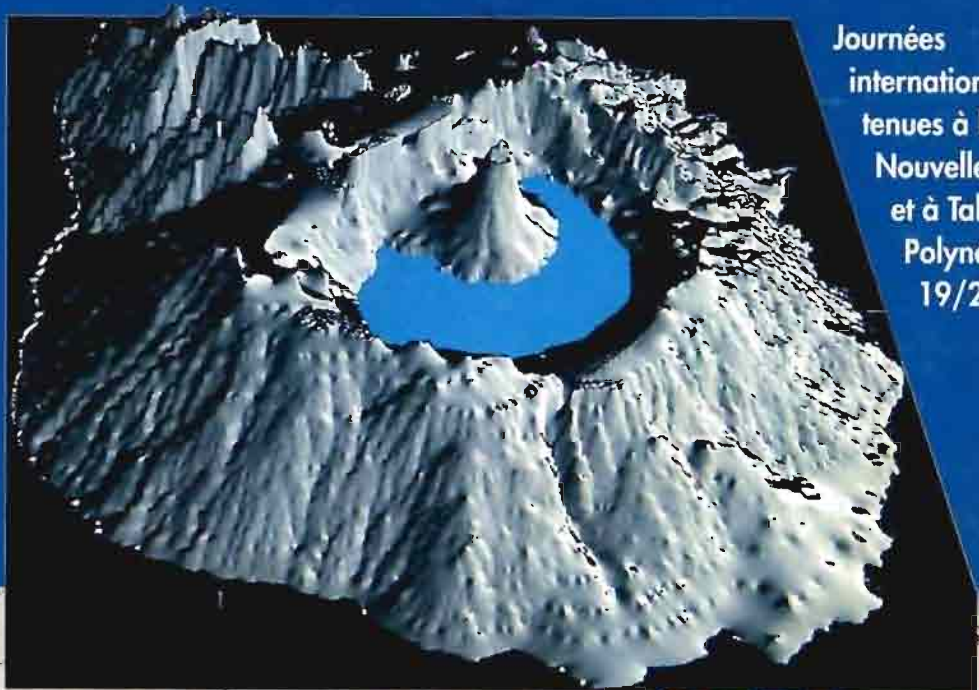
635

"PIX'ILES 90"

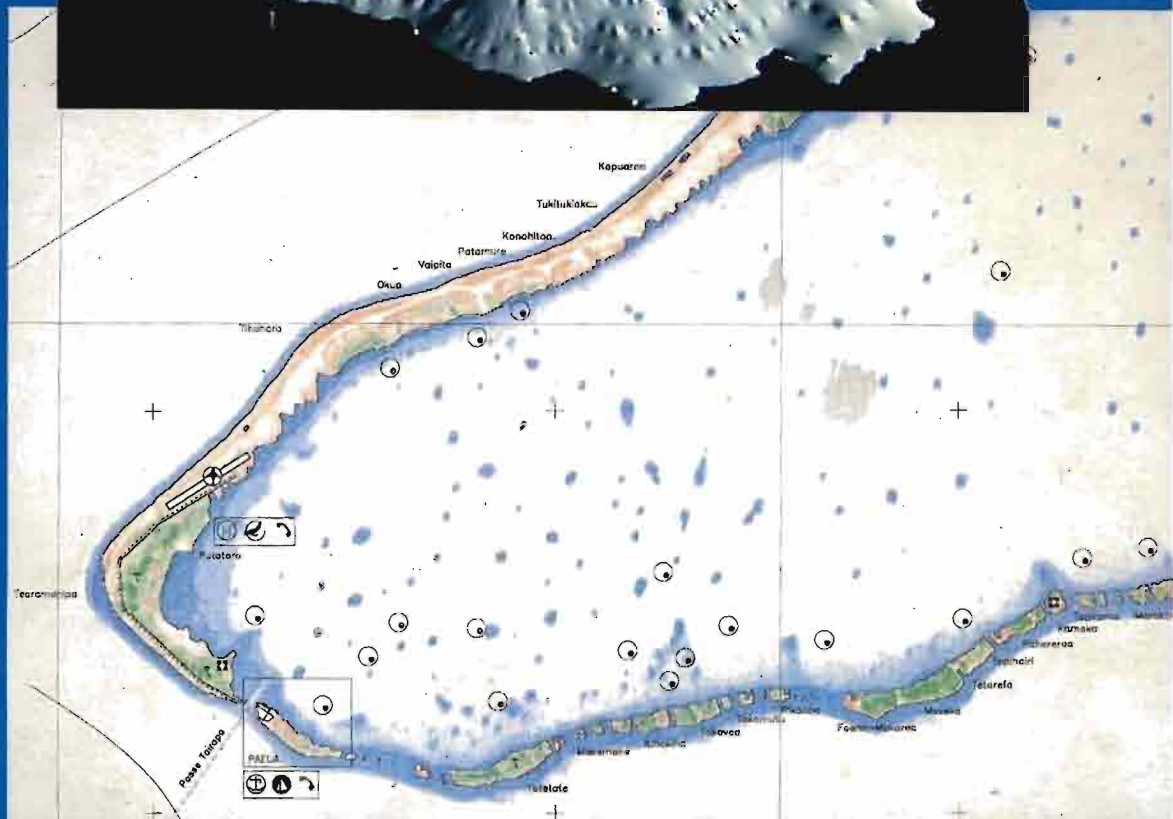
TELEDETECTION ET MILIEUX INSULAIRES DU PACIFIQUE : APPROCHES INTEGRES

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
POLYNÉSIE 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

