

P16

**CARTOGRAPHIE DES ETATS DE SURFACE : PRESQU'ILE DE TARAFAO
(TAHITI, POLYNESIE FRANCAISE)**

LAND USE CARTOGRAPHY : TARAFAO (TAHITI, FRENCH POLYNESIA)

C. FEAU - P. FOL

CIRAD-IRAT, av. du Val de Montferrand, 34 032 - Montpellier.
FRANCE

RESUME

En Polynésie française, l'espace agricole utile est limité.

Les "plateaux" de la presqu'île de Taravao offrent à la colonisation agricole des surfaces relativement étendues, aux pentes modérées ; pour aider le Territoire dans ses projets de développement agricole de la presqu'île, un inventaire actualisé des états de surface (ressources du milieu naturel et occupation des terres), a été réalisé grâce à l'imagerie satellitaire SPOT.

Un traitement numérique préalable a fait apparaître d'importantes confusions dans l'analyse des radiométries. Les activités humaines comme la végétation naturelle étant fortement liées à la topographie, des fichiers altitude et pente, issus d'un modèle numérique de terrain, ont été intégrés aux données satellitaires SPOT. Les principales "confusions radiométriques" ont pu ainsi être levées. Vingt classes d'états de surface ont été cartographiées à l'échelle de 1/20 000.

Scènes SPOT : KJ 503-385 et 503-386 du 24/10/1989.

Traitement numérique et cartographique au 1/20 000 des états de surface : CIRAD/IRAT Montpellier ; édition des cartes : Laboratoire de Cartographie/IRAT.

19 FEV. 1996



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

481

N° : 43079

Modèle numérique de terrain : Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier.

Corrections géométriques des scènes SPOT : Station Polynésienne de Télédétection.

ABSTRACT

The usable agricultural space is restricted in French Polynesia.

The "plateaus" in the Taravao peninsula provide the agricultural settlement with quite extensive surfaces of moderate slopes : so as to help the Territory in its project to develop agriculture in the peninsula, we made an updated inventory of the land uses (resources of the natural environment and land occupancy) thanks to the SPOT satellite imagery.

A previous digital processing has brought to light significant mistakes in the analysis of the radiometries. Since the human activities and natural vegetation are highly related to topography, we have integrated altitude and steepness files -resulting from a digital terrain model- into SPOT satellite data. This is how we have managed to rectify the main "radiometric mistakes". Twenty land use classes have been cartographed at 1/20 000.

SPOT data : KJ 503-386, date : 24.10.1989.

Digital and cartographic processing at 1/20 000 of the land uses : CIRAD/IRAT Montpellier ; map editing : Laboratoire de Cartographie/IRAT.

Digital terrain model : Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, Montpellier.

Geometric corrections on SPOT data : Polynesian Remote-Sensing Station.

INTRODUCTION

A la demande du Ministère des Départements et Territoires d'Outre-Mer, le CIRAD a mené deux études destinées à compléter et préciser les acquis actuels des inventaires du milieu naturel et de l'emprise humaine sur le paysage. Les deux zones retenues offrent des surfaces propices à l'agriculture et à l'élevage, dans une région où l'espace agricole est limité par le relief accidenté.

- La première étude, réalisée par le CIRAD-IEMVT, consistait en une évaluation des potentialités agropastorales du domaine de "terre déserte" dans l'île de Nuku-Hiva (Marquises). (Voir texte précédent dans le même ouvrage).
- La seconde étude, réalisée par le CIRAD-IRAT sur la presqu'île de Taravao, sera présentée en détail ci-après. Elle doit contribuer à l'élaboration d'un schéma directeur de l'aménagement de la zone des "plateaux" de Taravao, à Tahiti, grâce à la cartographie actualisée des ressources, des caractéristiques du milieu naturel et de l'occupation des sols.

Ces deux études devaient, par ailleurs, fournir au Ministère de l'Agriculture du Territoire, une démonstration des applications potentielles de la télédétection spatiale, dans un milieu où l'éloignement et les difficultés d'accès rendent difficiles les inventaires de terrain comme l'organisation de missions de photographie aérienne.

METHODOLOGIE GENERALE

La méthode adoptée par l'IRAT pour la connaissance des milieux agricoles et de leur insertion dans le paysage grâce à l'imagerie satellitaire comporte les étapes suivantes :

Choix des scènes

Une scène existante est retenue pour sa qualité technique (angle de prise de vue et nébulosité) et pour son aptitude à répondre au mieux aux questions posées par les utilisateurs -si aucune image ne correspond aux besoins, une nouvelle acquisition sera programmée-. Par leur connaissance des systèmes agro-sylvo-pastoraux de nombreuses régions du globe, d'écologies variées, les thématiciens du CIRAD peuvent définir a priori ces dates optimum.

On peut être amené à accepter un compromis entre qualité technique et date d'acquisition : à Tahiti, la nébulosité fréquente en altitude à l'heure de passage du satellite a été déterminante dans le choix des scènes utilisées, sans conséquence pour l'exploitation thématique des images. En effet, les contrastes climatiques saisonniers sont peu marqués et les cultures principales (pâturages, ananas, maraîchage), par leur nature comme par ce climat, ne sont pas soumises à des calendriers culturels stricts. Les images utilisées ont été acquises le 24 octobre 1989.

Préclassification de l'image seuillée (P. FOL, 1989)

Outre la visualisation photographique de la région, le thématicien utilise pour sa campagne de "vérité-terrain" une

"composition colorée améliorée" obtenue par un seuillage des valeurs radiométriques. Les bornes de ce seuillage sont déterminées par l'examen des histogrammes des radiométries des trois canaux bruts, en fonction des thèmes susceptibles d'être étudiés. Le contraste entre les différents domaines ainsi mis en évidence est accentué par un étalement de dynamique (équipopulation).

Cette composition colorée améliorée fait alors l'objet d'une pré-classification multidimensionnelle (hypercube), fournissant un document de même nature que le produit final.

Vérité-terrain

Le (ou les) thématicien (s) se rend(ent) sur le terrain pour rechercher, de manière systématique et rigoureuse, les clés d'interprétation des visualisations (visualisation photographique et composition colorée améliorée et pré-classification) et inventorier ainsi les principaux états de surface. Il s'attache à vérifier les informations de la pré-classification :

- validation des résultats, identification de confusions dans l'analyse des radiométries, caractérisation précise des différents états de surface.

Elaboration de la carte des états de surface

A la suite de cette mission de vérité-terrain, on réalise une classification supervisée des états de surface grâce aux zones-test (ou zones d'entraînement) précisément décrites et localisées. La maquette du document final est confiée au laboratoire de cartographie de l'IRAT qui en assure la mise en forme et l'édition.

Ces traitements numériques de données satellitaires font appel au logiciel DIDACTIM d'AES IMAGE, installé sur micro-système.

CARTOGRAPHIE DE LA PRESQU'ILE DE TARAVAO - METHODES

Documents de base

La région étudiée se trouve à cheval sur les deux scènes SPOT de KJ 503-385 et 503-386. Un fichier numérique et une visualisation quart de scène au 1/50 000 couvrant la totalité de la zone de travail ont été fournis par SPOT-IMAGE par redécoupage des deux scènes le long de la trace du satellite, (planche P16A).

Préclassification, confusions radiométriques

Les traitements préalables des données et l'interprétation visuelle de la composition colorée ont montré la possibilité de cartographier des situations parfois peu discernables sur la visualisation brute, mais aussi mis en évidence un certain nombre de confusions radiométriques. Les confusions principales avaient lieu entre végétation naturelle et cultivée. La structuration du milieu naturel par le relief et le modelé (J. FLORENCE, P. JAMET), ainsi que leurs conséquences sur les microclimats, la limitation à l'activité agricole et forestière entraînée par la nébulosité, la température, les difficultés d'accès aux zones d'altitude, ont amené, pour lever les confusions, à ajouter aux canaux radiométriques SPOT, des plans-image supplémentaires issus d'un modèle numérique de terrain (MNT).

Modèle numérique

Le satellite SPOT permet l'obtention de couples stéréoscopiques à partir desquels il est possible de faire de la photogrammétrie et de constituer des modèles numériques de terrain. La faible fréquence d'acquisition d'images sans nuages ne permettant pas d'obtenir, avec certitude, ces produits dans un délai compatible avec l'exécution de la convention du financement, un MNT a été créé par numérisation des courbes de niveau de la carte topographique de la presqu'île au 1/20 000. Les logiciels OROLOG et LAMONT (mis au point par le laboratoire d'hydrologie de l'ORSTOM à Montpellier) ont été utilisés respectivement pour le calcul du MNT et son exploitation : calcul des fichiers dérivés, pentes en particulier, (planches P16B et P16C).

La superposition de l'image satellitaire avec le MNT a été réalisée à Papeete par la Station Polynésienne de Télédétection par mise en coïncidence d'éléments caractéristiques du paysage (ligne de côte, crêtes, réseau hydrographique) saisis sur la carte topographique au 1/40 000) et sur la visualisation à l'écran de la scène SPOT.

Vérité-terrain

La mission de vérité-terrain s'est déroulée du 15 janvier au 15 février 1990, trois mois après la prise de vue. La végétation permanente a pu être observée directement. L'état des cultures lors de la prise de vue a été reconstitué grâce aux informations des agriculteurs et celles des agents et responsables du service de l'Economie Rurale, de la Recherche Agronomique du Territoire et de la Chambre d'Agriculture de Taravao qui se sont étroitement associés à cette mission.

Malgré les difficultés d'accès, la convexité générale du relief et la végétation limitant souvent le champ de vision, les informations recueillies ont permis de distinguer de très nombreuses classes d'état de surface sur les visualisations par des critères complémentaires de leur couleur, tels que texture, dimension des variétés, position relatives (par

exemple peuplements d'Albizzia, de parasoliers au sein de la végétation arborée).

Classification

Les états de surface ont été classés par la méthode supervisée de classification multidimensionnelle "hypercube" avec saisie des zones d'entraînement. Aux canaux bruts XS1, XS2, XS3 ont été ajoutés par une première approche, les canaux "indice de végétation" et "indice de brillance" calculés à partir de XS2 et XS3. L'indice de végétation apportant des améliorations de détail dans la représentation des sols nus a été conservé et l'indice de brillance supprimé.

Les premières classifications ont confirmé les confusions radiométriques observées sur la préclassification, en particulier, entre pâturages denses de basse altitude et certaines formations arbustives d'altitude.

Un programme de conversion de format de fichiers a permis d'intégrer à l'image de format DIDACTIM les fichiers "pentes" et "altitudes" issus de "LAMONT".

Le seuillage de ces valeurs a été fait selon les bornes suivantes :

- pour les pentes : 2 classes : - 0-50 %,
 - > 50 %

- pour les altitudes : - 0-36m
 37-316m
 317-539m
 540-1030m

Les raisons de ce choix seront expliquées lors de la présentation des résultats.

La segmentation de l'image impose, pour une unité se retrouvant dans plusieurs segments, des zones-tests dans chacun de ces segments.

RESULTATS

La classification est une réduction volontaire de l'information, puisque l'on passe des 16 millions de couleurs théoriques (1 à 2 millions en pratique) à un nombre de classes excédant rarement la vingtaine.

Un nombre trop élevé de classes expose à des erreurs de classification et des difficultés de représentation cartographique ; erreurs de classification car de nombreux critères d'identification des unités, discernés par l'oeil et pris en compte par le cerveau humain, ne le sont pas (pas

encore) par le logiciel de traitement numérique ; difficultés de cartographie, le nombre de couleurs utilisables étant limité si l'on cherche à joindre esthétique et lisibilité.

Dans le cas de la presqu'île de Taravao, 26 classes ont été distinguées dans le domaine terrestre, représentées par 21 couleurs, (planche P16D).

Bien qu'échappant, en principe, à la thématique de l'étude, le domaine maritime a été représenté en 4 classes. On notera que le système de houle de la côte nord se prolonge à l'ouest de l'isthme jusqu'à la pointe Poriro et se perd plus au sud en traînées d'orientation nord-est-sud-ouest, ce qui montre l'effet des reliefs (d'altitude croissante) sur l'exposition au vent.

Organisation de la légende

Les "pavés" de légende, en lignes, correspondent aux états de surface principaux distingués par leur radiométrie, la nature de la végétation (anthropique ou naturelle) et leur position dans le paysage en fonction des pentes et de l'altitude.

- pour les pentes, la limite de 50° ‰ permet de distinguer l'ensemble plaine côtière et "plateaux" d'une part et les vallées principales d'autre part. L'appartenance à l'un ou l'autre de ces ensembles apparaît dans la définition des classes d'état de surface.
- pour les altitudes.
 - . en dessous de 36m, on fait apparaître la plaine côtière, la partie aval des vallées et le pied de la falaise périphérique, très marqués par l'activité humaine,
 - . de 37 à 316m se concentre l'essentiel de l'activité agricole,
 - . de 317 à 539m subsistent quelques pâturages et de rares vergers et apparaissent des formations arborées sur les plateaux étroits,
 - . au-delà, l'activité agro-pastorale disparaît. Les crêtes et lanières de plateau sont occupées par des taillis spécifiques (de *Miconia calvescens* en particulier).

La légende comporte, en colonnes, les 4 classes d'altitude dont la désignation cherche à se rapprocher de celle adoptée par J. FLORENCE pour sa classification des formations végétales naturelles. A l'intersection de ces colonnes et des lignes, on trouvera la description des unités cartographiques. Trois cas peuvent se présenter :

- a) Unités présentes dans une seule classe d'altitude (par exemple formation arborée mixtes de la plaine côtières ou taillis d'altitude à Miconia).
- b) Unités présentes dans plusieurs classes d'altitude, sans variations sensibles de leur description (comme la végétation naturelle basse de plateau).
- c) Unités présentes dans plusieurs classes d'altitude avec des variations de "facies" : c'est le cas en particulier des sols nus, dont la destination varie selon leur position dans le paysage.

Les principales unités cartographiées

a) la végétation naturelle

- La plaine côtière : la végétation naturelle y est représentée par des bosquets d'*Hibiscus tiliaceus*. Quelques jachères herbacées très denses et très vertes n'ont pu en être distinguées. Une grande partie de la plaine côtière est occupée par des formations arborées mêlant essences spontanées et essences fruitières, ornementales ainsi que cocotiers. Cette végétation passe graduellement à la forêt de vallée par disparition des essences anthropiques.

- Les forêts de vallées : ces formations homogènes en apparence voient leur composition floristique modifiée par l'altitude et l'exposition (éclairage, vents dominants, pluviométrie). L'ombrage important sur les versants exposés au sud-ouest n'a pas permis de s'attarder sur cette variabilité, dans un domaine par ailleurs peu apte à la mise en valeur agricole. On notera le remplacement de cette forêt par *Gleichenia* (végétation basse de plateau) au sommet du versant est de la vallée de la Vaitehoru, évolution récente due aux feux de brousse.

- Les formations de plateau : on y a distingué la végétation naturelle basse constituée essentiellement de landes à *Gleichenia linearis* des formations arbustives et arborées. Cette végétation basse comporte toutefois une densité variable de buissons de *Metrosideros collina* sans effet significatif sur les radiométries mais pouvant avoir une incidence sur les techniques de mise en valeur. L'étude du GERSAR, réalisée à partir de photographies aériennes, majore ainsi la végétation haute de plateau par rapport à notre étude.

A la suite de feux de brousse, *Gleichenia* peut se voir supplantée par *Melinis minutiflora*, dont les radiométries tendent, du fait d'une moindre couverture au sol et de tiges et feuilles inférieures rougeâtres, à se confondre avec celles des sols nus. Cette situation se rencontre peu sur la zone étudiée mais sur les plateaux au sud et à l'est de PUEU (extrême nord-est de la carte).

La végétation haute a été scindée en trois formations. On retiendra surtout la localisation des taillis de *Miconia*. La répartition de cette plante semble liée à l'orientation des versants.

Dans cette partie très disséquée de l'amont des plateaux, l'ombrage des pentes est là encore une limitation à la classification des formations végétales, d'où une proportion élevée de pixels non classés.

b) l'occupation agricole

- **La cocoteraie** : elle s'est avérée difficile à classer : les cocotiers en mélange avec d'autres essences n'ont pu être individualisés au sein de la formation arborée de la plaine côtière. En plantation pure, même dense, la faible couverture et l'activité chlorophyllienne réduite de la cime font que la cocoteraie s'identifie plus par l'ombre portée sur la strate inférieure que par sa propre signature spectrale. Cela permet de distinguer les cocoteraies entretenues où la strate inférieure est constituée d'une pelouse graminéenne, mais pas celles envahies de buissons et de lianes.

- **Les sols nus** : Ont été classés en sols nus tous les pixels où la couverture végétale est insuffisamment dense et/ou active pour influencer notablement les radiométries, où domine la réflectance dans le rouge (couleur moyenne Munsell des sols : 10 ou 5 YR 4/4) se traduisant par des teintes vertes sur la composition colorée. On y trouve aussi bien :

- Des cultures maraîchères en planches espacées, en rotation rapide sans calendrier marqué, donc une forte proportion de planches travaillées ou récemment semées. Elles constituent l'essentiel des "sols nus" de la plaine côtière.

- Des pâturages retournés pour resemis, des parcelles d'ananas fraîchement replantées, des vergers de plantation récente ou à faible couverture herbacée, des parcelles de grande culture juste semées (maïs), des cultures maraîchères enfin.

- Le lotissement de Puunui, mal recolonisé par une pelouse de graminées et cyperacées sèches, y compris sur les toits-terrasses des villas en constitue un cas particulier.

- **Les cultures denses** : elles correspondent en majorité aux plantations d'ananas très couvrants, ainsi qu'à un certain nombre de parcelles de manioc ou taros en plateau.

- **Les pâturages** : le mode d'exploitation (date et intensité du pâturage) et l'état hydrique de la parcelle semblent plus discriminants que la composition floristique. Les parcelles envahies par *Killingia* n'ont pas pu être distinguées des autres.

Après regroupement, les surfaces occupées par les unités du domaine cultivable cartographié (plaine côtière et plateaux jusqu'à 540 mètres) peuvent être évaluées, ainsi que le pourcentage correspondant de la surface classée sur le domaine terrestre (habitat exclu).

	Surface (hectares)	% de la surface	% du domaine cultivable
Cocoteraie entretenue	102	2,3	4,0
Formations arborées	280	6,4	11,0
Mixtes de la plaine côtière			
Cultures denses	211	4,8	8,3
Sols nus, cultures	406	9,3	16,0
Pâturages et prairies naturelles	731	16,7	28,8
Végétation basse de plateau et feu de brousse	810	18,6	31,9
TOTAL	----- 2 540 ha		

CONCLUSION

L'intégration aux données satellitaires de données exogènes issues d'un Modèle Numérique de Terrain a permis de réaliser un inventaire cartographique actualisé des états de surface dans un paysage accidenté en levant les principales confusions radiométriques.

Les techniques mises au point à l'occasion de cette étude, permettront désormais d'introduire en amont de la classification des informations issues de documents tels que cartes morphopédologiques, carte de végétation, etc... Cette approche intégrée ne peut qu'améliorer la production de documents cartographiques utilisables par le développement rural.

REFERENCES

BRUNEAU M., 1986. L'apport des données satellitaires dans l'établissement de cartes utilisées par le développement rural. V. CNES. SPOT IMAGE. *Colloque international SPOT 1. Premiers résultats en vol, 17-19 déc. 1986.*

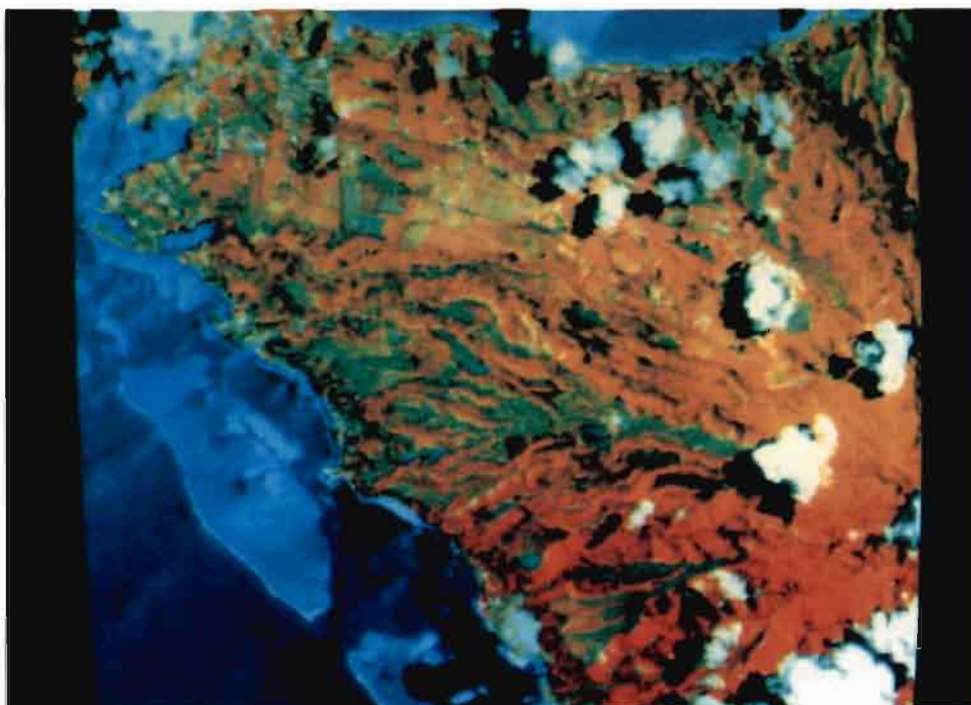
DEPRAETERE C., 1989 - **LAMONT.** Logiciel d'Application des Modèles Numériques de Terrain. *Notice OVNih du laboratoire d'Hydrologie. ORSTOM, décembre 1989.*

FLORENCE J., 1983. Esquisse du paysage botanique actuel. in G. CUZENT. *Archipel de Tahiti, édition revue et augmentée 1983 Ed. Haere Po No (Tahiti).*

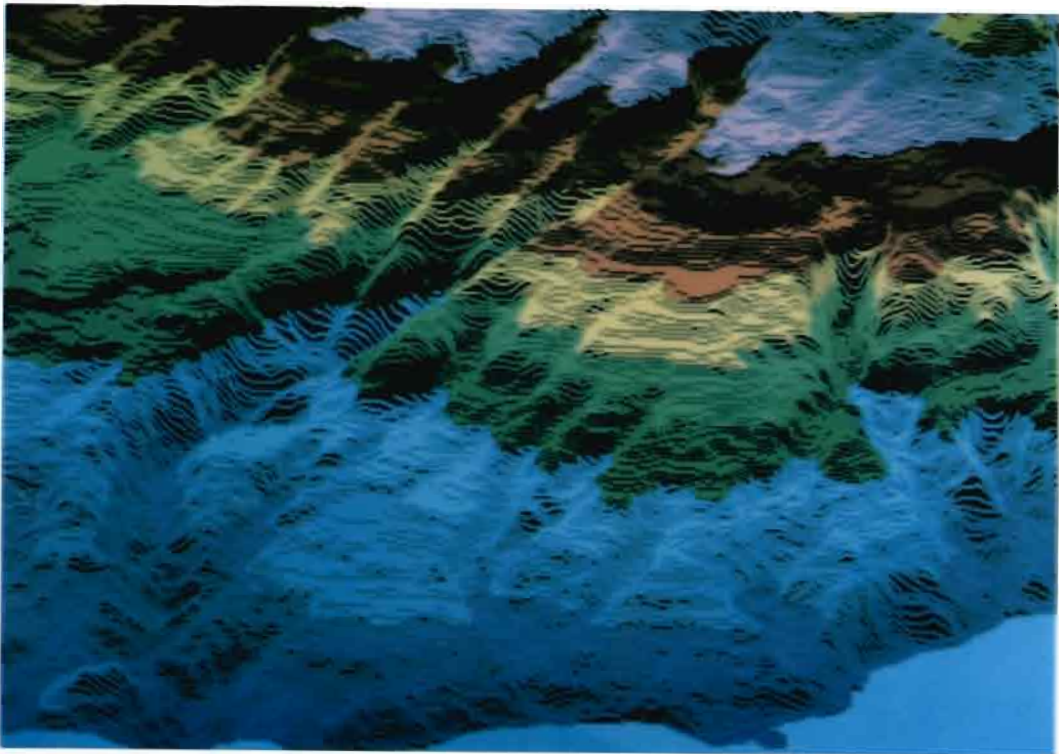
FOL P., 1989. Classification d'une image seuillée pour l'évaluation cartographique de l'emprise agricole. *CIRAD, décembre 1989.*

JAMET R., 1987. Les sols et leurs aptitudes culturales et forestières. Tahiti. *ORSTOM, notice explicative n° 107, 1987.*

GERSAR, 1989. Mise en valeur agricole des plateaux de Tahiti et Moorea, 2ème phase. 1989.



P16A : Scènes SPOT (redécoupage le long de la trace) du 24-10-1989 acquises sur la presqu'île de Taravao. c CNES 89/Dist. SPOT IMAGE.

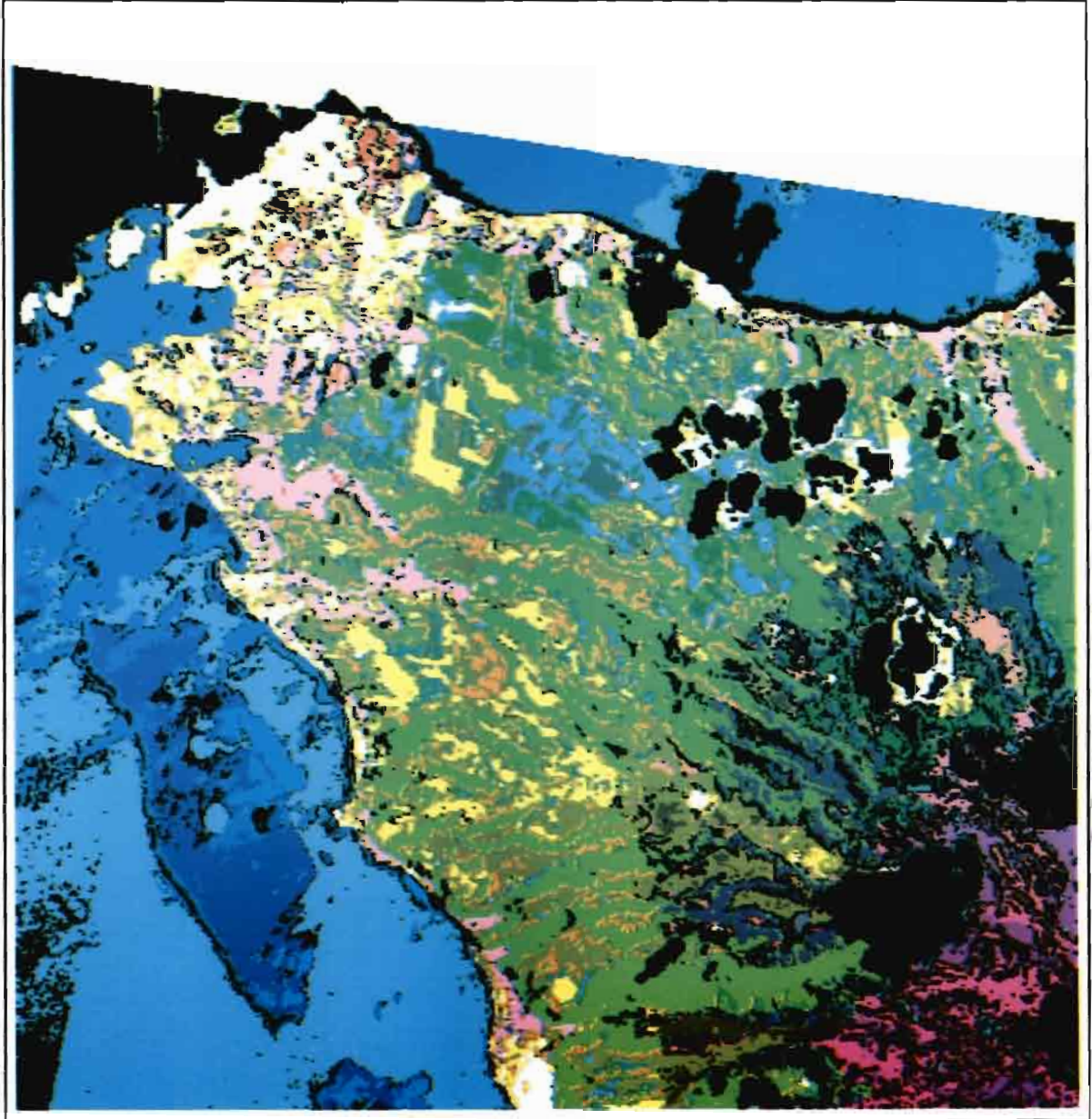


P16B : vue perspective du MNT à pas initial de 20m. correspondant à une vue de la presqu'île depuis l'ouest. Les affectation colorées des altitudes correspondent à des dénivelés de 100m.

P16




























P16C : Habillage de la vue perspective par la classe des pentes inférieure à 10% (jaune).



CARTE DES ETATS DE SURFACE
PRESQU'ILE DE TARAUAO

0 500

P16D : Carte des états de surface, presqu'île de Taravao.

	VEGETATION NATURELLE BASSE ET SECHE
	SOLS NUS
	COCOTERAIE ENTRETENEE
	FORMATIONS ARBOREES MIXTES
	VEGETATION NATURELLE ACTIVE
	MARAIS
	FORETS DE VALLEE
	FELIX DE BROUSSE
	CULTURES DENSES
	PATURAGES DENSES
	PATURAGES EXPLOITES
	PATURAGES SECS
	VEGETATION NATURELLE BASSE PLURISPECIFIQUE
	PATURAGES MODEREMENT EXPLOITES
	VEGETATION NATURELLE BASSE DE PLATEAU
	REBOISEMENTS
	PATURAGE NON ENTRETENE
	FORET DE PLATEAU
	TAILLIS A NICONIA DOMINANT
	TAILLIS D'ALTITUDE
	MER AU VENT
	MER SOUS LE VENT
	HAUTE-FONDS SABLEUX
	HAUTE-FONDS CORALLIENS
	HABITAT

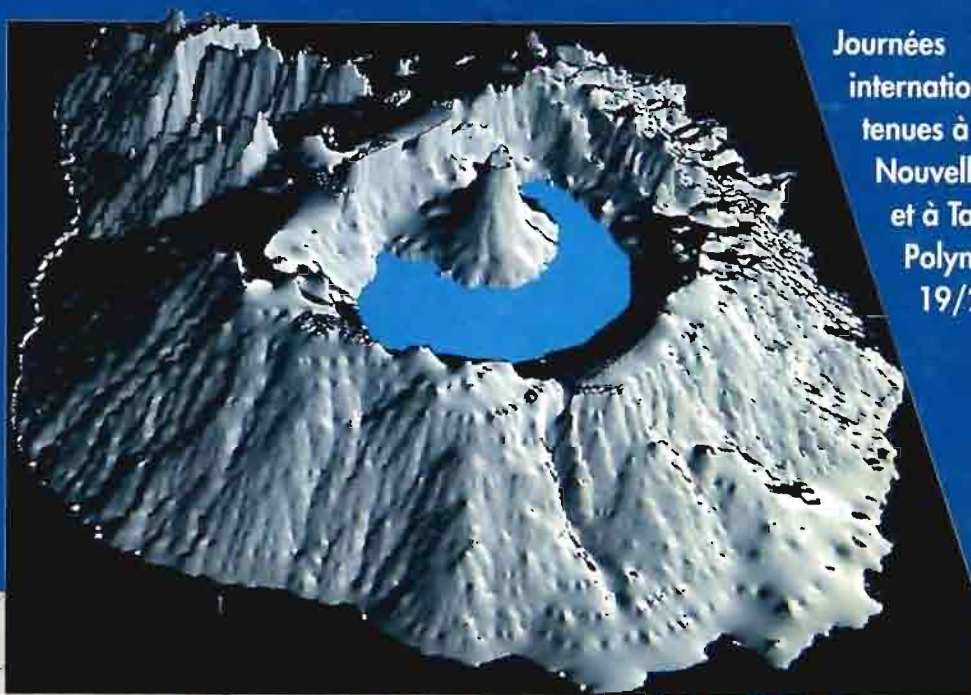
P16D : Table des couleurs par type de végétation.

"PIX'ILES 90"

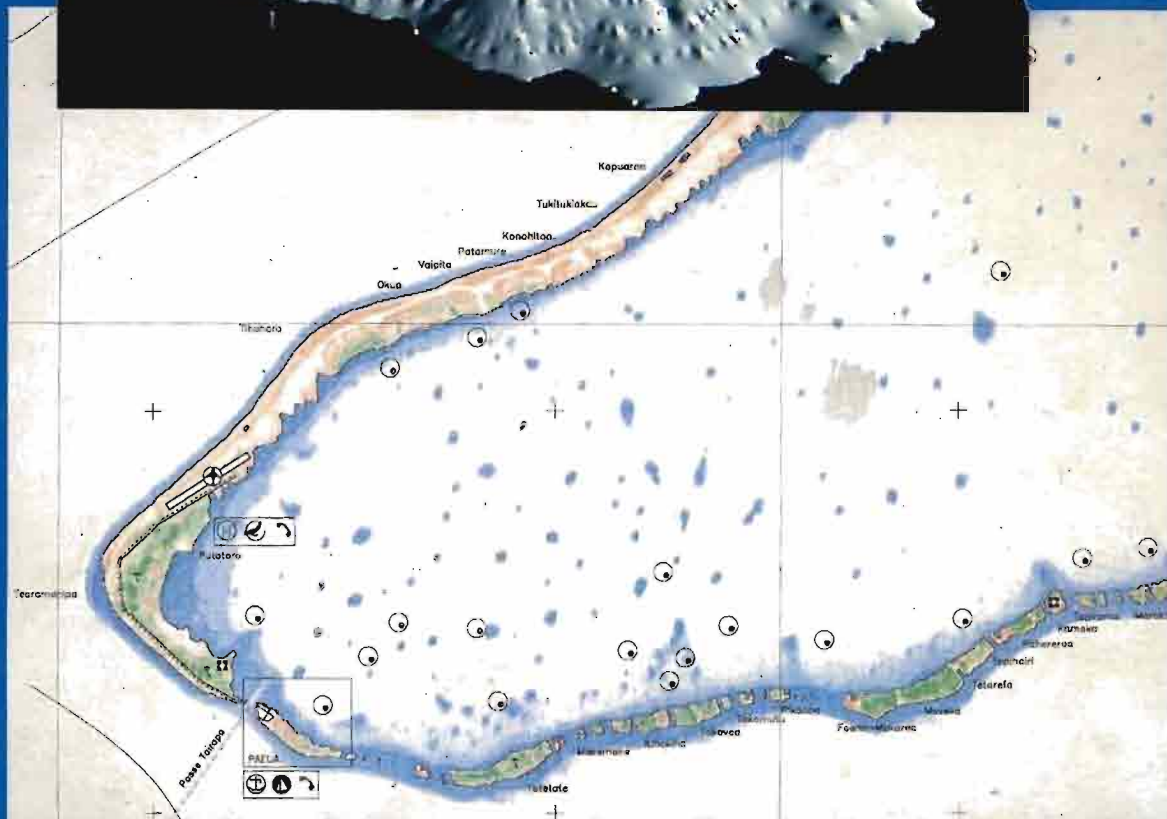
TELEDETECTION ET MILIEUX INSULAIRES DU PACIFIQUE : APPROCHES INTEGRES

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

