

P15

**EVALUATION DES POTENTIALITES AGROPASTORALES
DU DOMAINE DE TERRE DESERTE DE L'ILE DE NUKU-HIVA
(ARCHIPEL DES MARQUISES - POLYNESIE FRANÇAISE)**

**ASSESSMENT OF POTENTIAL OF TERRE DESERTE AREA IN NUKU HIVA
ISLAND (MARQUESAS, FRENCH POLYNESIA)**

**G. DE WISPELAERE(1), S. JOURDAN (1), B. TOUTAIN (2)
Avec la collaboration de la Station Polynésienne de
Télétection**

(1) CIRAD : IEMVT
Délégation Télétection 10, rue Pierre Curie
94 704 Maison-Alfort Cedex FRANCE
(2) CIRAD/IEMVT
Centre de Port Laguerre
BP 186 Nouméa NOUVELLE-CALEDONIE

RESUME

Cette communication présente une application d'exploitation des données SPOT pour la cartographie de l'utilisation des sols du domaine de TERRE DESERTE de l'île de NUKU-HIVA dans l'archipel des Marquises. Ces travaux sont orientés pour une mise en valeur des terres et la gestion de l'environnement.

L'analyse et le traitement des données satellitaires s'appuient sur une campagne d'observations et de mesures sur le terrain synchrone à l'acquisition des données SPOT enregistrées en modes panchromatique et multispectral.

L'enquête sur le terrain a montré que la végétation est étagée suivant l'altitude et fluctue suivant la pente.

19 FEV. 1996

ORSTOM Documentation



010003883

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire 469

N° : 43078

La classification a donc été réalisée en utilisant des "plans hypsométriques" issus de la numérisation des courbes de niveau de la carte topographique à 1/50 000 de l'île.

L'accent est mis sur la nécessité d'introduire, en milieu insulaire d'altitude, la modélisation de l'altimétrie pour discriminer certaines classes d'utilisation des sols totalement mélangés dans une classification basée uniquement sur les caractères spectraux.

ABSTRACT

This communication presents an application of the SPOT data exploitation for the cartography of the land use in the Terre Deserte domain, island of Nuku Hiva, Marquesas archipelago. These works are focused on the ground exploitation and the management of the environment.

The analysis and processing of satellite data are based on an observation and measuring campaign on a ground that is synchronous to the acquiring of SPOT data recorded in panchromatic and multispectral modes.

The ground investigation has shown that vegetation is in levels according to the altitude and varies with the steepness.

So, classification was lead by using "hypsothetic plans" resulting from the digitization of contour lines of the island's topographic map at 1/50 000.

We emphasize the need for the introduction of altimetric modelling in high altitude insular environments so as to discriminate certain types of land use that are totally mixed in a classification which is solely based on spectral features.

INTRODUCTION

Ce travail s'intègre dans une étude intitulée : Utilisation d'images satellitaires SPOT pour la mise en valeur agricole des terres en Polynésie française.

L'étude a été réalisée à la demande et pour le compte du Service de l'Economie Rurale du Territoire. Elle comporte deux volets, le premier porte sur la presque-île de TAIARAPU à TAHITI et le second sur l'île de NUKU-HIVA dans l'archipel des MARQUISES

Les objectifs de ces deux projets d'applications sont méthodologiques et thématiques. En ce qui concerne NUKU-HIVA, il s'agit d'évaluer les potentialités agropastorales du

domaine de Terre Deserte en développant une application d'utilisation des données SPOT adaptée aux caractéristiques des milieux insulaires du Pacifique Sud.

LA ZONE D'ETUDE

Généralités

L'archipel des Marquises (140° de longitude ouest et 10° de latitude sud) est le plus équatorial de Polynésie française. L'île de Nuku-Hiva est la plus grande de l'archipel avec 33 000ha et TERRE DESERTE désigne un domaine territorial de 9 000ha.

Edifice volcanique, l'île de Nuku-Hiva a subi des effondrements massifs entraînant la disparition de parties importantes de l'île, tandis qu'un volcanisme secondaire est responsable de la mise en place de dykes et de cones adventices. Les parties extérieures du volcan entaillées par l'érosion sont réduites à des reliquats nommés "planèzes", entourées de profondes vallées.

La Terre Déserte de Nuku-Hiva illustre ces caractéristiques. Elle est formée de nombreuses planèzes séparées par d'importants "barrancos" et limitée, côté océan, par des falaises de 50 à 200m et en altitude par la crête d'Ivipakeka qui culmine à 1 227m, vestige d'une immense caldeira d'environ 17 km de diamètre.

Le climat est caractérisé par une grande stabilité de toutes les grandeurs climatiques. Les précipitations moyennes enregistrées à l'aérodrome de Nuku A Taha sont de 1 288 mm par an tandis que celles de Toovi contrastent fortement avec 3.010mm.

Terre Déserte jouit donc d'un climat particulier, nettement moins humide que le reste de l'île avec une forte évaporation.

Les principaux facteurs discriminants de la végétation sont l'altitude, le bilan hydrique, fonction des sols, de la pente et des précipitations et la structure des peuplements.

Typologie des unités cartographiques

La mise en valeur du domaine de Terre Déserte peut être organisée à partir de l'inventaire et de l'analyse des potentialités de cette région. Ceux-ci seront ici effectués à l'aide d'enregistrements satellitaires SPOT et d'observations sur le terrain pour définir la nature et la définition des thèmes à cartographier et les relations entre ces thèmes et leur représentation sur l'image enregistrée par le satellite.

Les unités cartographiques sont des classes d'états de surface regroupant les différents type de végétation à un stade phénologique et un recouvrement donnés (BRUNEAU M. GALTIER B., KILIAN. ; MUSIGASARN V., ROCA P.J., THOMAS Y.F. 1988).

Thème 1 Forêt de lande naturelle d'altitude

Végétation boisée primaire de la zone sommitale et de la pente sous le vent de la crête. Altitude supérieure à 900m.

Thème 2 Forêt d'altitude partiellement modifiée

Mosaïque de lambeaux forestiers et lande à fougères. Altitude supérieure à 900 m.

Thème 3 Prairie d'altitude

Végétation basse des crêtes latérales en contrefort et des vallées d'altitude. Pentes parfois fortes. Altitude généralement comprise entre 700 et 900.

Thème 4 Zones érodées d'altitude

Mosaïque de terrains en pente très érodés, sans végétation, et plages couvertes de fougères. Altitude comprise entre 700 et 900m.

Thème 5 Forêt naturelle ou modifiée des planèzes

Végétation arborée plus ou moins dense des planèzes de moyenne altitude et bosquets des versants ou des fonds de vallées et de barrancos.

Thème 6 Forêt naturelle ou modifiée des vallées et barrancos

Végétation arborée dense des vallées et de leur versants.

Thème 7 Brousse modifiée des planèzes

Végétation secondaire à dominante arbustive associée couvert herbacé. Arbres ou boqueteaux disséminés.

Thème 8 Prairie des hauts de planèzes

Végétation basse des hauts de planèzes et des versants située entre 400 et 900m d'altitude.

Thème 9 Landes modifiées des bas de planèzes

Végétation herbacée annuelle ou suffrutescente avec de petits arbres disséminés. Altitude inférieure à 400 m.

Faciès 9.1 - Végétation dominée par les malvales absence de tapis graminéen continu.

Faciès 9.2 - Lande à Sidastrum marquant.

Faciès 9.3 - Strate herbacée dominée par les graminées annuelles.

Faciès 9.4 - Bas de planèzes à faible couverture végétale blocs de rochers affleurants plus ou moins abondants.

METHODOLOGIE

Elle repose sur l'utilisation des données satellitaires SPOT à partir d'observations au sol indispensable à l'établissement de la réalité terrain.

Ces observations ont été réalisées entre le 15 juillet et le 11 août 1989 soit quelques jours seulement avant l'enregistrement des données SPOT acquises en modes panchromatique et multispectral le 14 août 1989.

Cet enregistrement programmé dès mai 1988 a nécessité de nombreuses tentatives infructueuses avant d'obtenir une image avec une couverture nuageuse inférieure à 10 p.100 sur l'île proprement dite.

Les observations sur le terrain

Elles ont été réalisées sur 21 sites d'enquête sélectionnés d'après une composition colorée de la seule image SPOT disponible à la date de la mission et déjà exploitée, en partie, par l'un des membres de l'équipe de recherche (JOURDAN S. 1988). Cette image du 15 mai 1986, acquise en mode multispectral uniquement, a été traitée par la Station Polynésienne de Télédétection à Papeete afin de préparer un document d'enquête de terrain à 1/25 000 dans le même référentiel cartographique que la carte topographique à 1/50 000 et présentant le maximum de contraste entre les différents éléments du paysage.

Ces observations comportaient pour chaque site :

- un inventaire floristique complet de la végétation ligneuse et herbacée ;
- une estimation des densités et des taux de recouvrement ;
- une description des principaux caractères morphopédologiques ;
- un relevé altimétrique ;

- un relevé des coordonnées géographiques du site à l'aide d'un localisateur satellitaire récepteur du système GPS (Global Positioning System) ou sa localisation sur photographies aériennes à 1/25 000 de 1982.
- des mesures radiométriques "in situ" pour la calibration des images et l'étude des signatures spectrales des principaux thèmes.

Les traitements de télédétection

Ils se composent des prétraitements (corrections radiométriques et géométriques) et des traitements spécifiques d'analyse et de classification thématique.

Les prétraitements

Le mixage des données multispectrales à 20m de résolution avec celles du mode panchromatique à 10m a été effectué par la division Traitement d'Images du CNES et les données résultantes commercialisées par SPOT IMAGE sous la rubrique de P + XS cf. planche P15A).

Le sable HAAHOPU et le revêtement en bitume de la piste de l'aéroport ont été considérés comme des "objets radiométriquement invariants" et les mesures radiométriques "in situ" de ces sites, effectuées avec un radiomètre CIMEL SPOT, utilisées pour la calibration des canaux SPOT et la transformation de la radiométrie brute en réflectance.

Les corrections géométriques ont été réalisées par prise de points d'amers sur la carte topographique à 1/50 000 de l'IGN et du SAT de 1985. Cependant, ces corrections de niveau 2 n'éliminent pas les déformations provoquées par l'altitude et l'obliquité de la prise de vue (l'image ayant été enregistrée avec un dépointé de 16°8 à droite).

Ainsi, l'image de travail obtenue ne se superpose qu'imparfaitement à la carte. Il eut été nécessaire dans l'idéal, de procéder à des corrections, dites de niveau 3, à l'aide d'un modèle numérique de terrain (LE MEN H. 1988).

Les traitements spécifiques

A partir des réflectances des canaux XS3 (proche infrarouge) et XS2 (rouge), ont été calculés les indices de végétation (ROUSE J.W. et col., 1973) et de brillance (SAINT G. ; PODAIRE A. ; ANGLADE I. 1981), selon les formules classiques suivantes :

$$IV = \frac{XS3 - XS2}{XS3 + XS2}$$

$$IB = \sqrt{XS3^2 + XS2^2}$$

Ces néo-canaux ont la particularité d'être parfaitement décorrélés entre eux (le coefficient de corrélation est de 0,1150) et ils représentent à eux deux l'essentiel de l'information.

La classification a donc été réalisée à partir de ces deux néo-canaux en utilisant la méthode du "maximum de vraisemblance".

Son principe consiste à calculer pour un certain nombre de zones d'entraînement de thématique connue, la matrice de covariance et le vecteur de coordonnées du centre d'une image de points (ellipse avec deux canaux, ellipsoïde avec trois, etc). Le travail de classification revient donc à rechercher l'appartenance de chaque pixel de l'image à analyser à une classe donnée préalablement définie.

Après plusieurs tentatives, il est apparu qu'un certain nombre de thèmes différents avaient des caractères spectraux très voisins et que la seule radiométrie était insuffisante pour les discriminer. C'est le cas notamment des différents types de forêts, qu'elles soient naturelles d'altitude ou modifiées de barrancos.

Il a donc été nécessaire d'utiliser des éléments d'un Système d'Information Géographie (SIG) pour avoir accès à des informations exogènes à la télédétection telles que les courbes de niveau et la pente, informations qui ont été obtenues par numérisation de la carte topographique à 1/50 000.

La zone d'étude a ensuite été "découpée" en trois classes d'altitude à l'aide de certaines courbes de niveau caractéristiques :

- 0 à 400m
- 400 à 900m
- plus de 900m

La classification par "tranche" d'altitude puis le regroupement des résultats a permis d'obtenir la CARTE DES ETATS DE SURFACES DU DOMAINE DE TERRE DESERTE (planche P15B).

Cette cartographie descriptive des éléments composant le paysage est précieuse pour une évaluation qualitative et quantitative des ressources du milieu naturel. Cependant les facteurs limitants, liés en particulier à la pente, ne sont pas identifiés avec suffisamment de netteté pour un programme de mise en valeur.

Ainsi, partant de la carte des états de surfaces et de celle des classes de pente, une cartographie synthétique des potentialités d'aménagements est proposée (planche P15C).

RESULTATS

Les résultats sont principalement représentés par la cartographie des ETATS DE SURFACE dont l'échelle originale est à 1/50 000 puis par celle des POTENTIALITES D'AMENAGEMENT.

LEGENDE DE LA CARTE DES ETATS DE SURFACE (planche P15B) ET STATISTIQUES CORRESPONDANTES

Thèmes	Superficies
	ha p.100
Thème 1 <u>Forêt et lande naturelles d'altitude</u>	262 2,4
Thème 2 <u>Forêt d'altitude partiellement modifiée</u>	560 5,1
Thème 3 <u>Prairie d'altitude</u>	845 7,7
Thème 4 <u>Zones érodées d'altitude</u>	690 6,3
Thème 5 <u>Forêt naturelle ou modifiée des planèzes</u>	1 333 12,2
Thème 6 <u>Forêt naturelle ou modifiée des vallées</u>	285 2,6
Thème 7 <u>Brousse modifiée des planèzes</u>	1 283 11,8
Thème 8 <u>Prairie des hauts de planèzes</u>	1 439 13,2
Thèmes 9 <u>Landes modifiées des bas de Planèzes</u>	
Thème 9.1 - faciès typique à Malvales	2 862 26,2
Thème 9.2 - faciès typique, forme à sidastrum	302 2,8
Thème 9.3 - faciès à Graminées	79 0,7
Thème 9.4 - faciès à blocs rocheux abondants.	772 7,2
<u>Ombres et objets non classés.</u>	184 1,7
<u>Nuages</u>	26 0,26
TOTAUX	10 922 100,0

L'examen de la carte des Etats de surface traduit l'étagement de la végétation depuis les formations forestières naturelles peu remaniées d'altitude jusqu'à la lande clairsemée des bas de planèzes.

L'érosion est importante puisque les zones érodées représentent plus de 6 p.100 (690ha). Elles sont principalement localisées entre 700 à 900m d'altitude au

niveau de la lande à fougères et des mesures de DRS (Défense et Restauration des Sols) doivent être prises dans ces secteurs.

Lorsque les vallées sont très profondes, les ombres des reliefs ont des réflectances nulles ou très basses qui masquent une végétation de rocaille clairsemée. Les ombres des nuages, au demeurant rares sur Terre Déserte ont le même effet et masquent eux aussi une partie de brousse et de lande à Malvales.

**LEGENDE DE LA CARTE DES POTENTIALITES D'AMENAGEMENT
(planche P15C)
ET STATISTIQUES CORRESPONDANTES**

Thèmes	Superficies
	ha p.100
ZONES EXPLOITABLES	
Secteurs à vocation pastorale	5 476 50,1
Vocation forestière et agricole	924 8,5
Absence de vocation spécifique	200 1,8
ZONES NON EXPLOITABLES	
Réserve forestière	952 8,7
Zone à restaurer et à reforester	1 196 11,0
Pentes fortes et bas de planèzes rocheux	2 174 19,9
TOTAUX	10 922 100,0

Sur les 10 000ha étudiés, plus de la moitié ont une vocation pastorale susceptible d'être valorisée par un élevage extensif de cerfs. Un essai d'implantation pourrait être envisagé sur une des planèzes entourées de barrancos utilisés comme une sorte de barrière naturelle.

La partie sommitale au dessus de 900m d'altitude où se développe une forêt sempervirente sclérophylle (SHAFER P.A. 1977) qui couvre 9 p.100, semble mériter un statut de réserve forestière ou de parc naturel.

Un effort de restauration et de reforestation paraît nécessaire sur la frange des 600 à 900 m particulièrement érodée et vulnérable.

Les forêts sèches de moyenne et basse altitude avec environ 9 p.100, et notamment celle de PUUA, sont déjà en

cours d'exploitation. Un statut de forêt classée pourrait être proposé afin d'en gérer l'exploitation.

Enfin, les pentes supérieures à 50 p.100 et les bas de planèzes à blocs rocheux qui occupent près de 20 p.100 ne semblent pas exploitables.

CONCLUSION ET DISCUSSION

Le traitement des données spatiales SPOT à 10m de résolution a permis d'établir, à partir d'une enquête restreinte sur le terrain, un inventaire des potentialités d'aménagement pour la mise en valeur du domaine de Terre Déserte à NUKU-HIVA.

Cependant, ces résultats font apparaître un certain nombre de facteurs contraignants pour une généralisation en mode opérationnel d'une telle méthodologie.

Facteurs liés à l'acquisition des données

L'enregistrement d'images sans nuages dans cette partie du monde semble très difficile à réaliser et des programmes de suivi temporel avec un rythme régulier semblent exclus dans les conditions actuelles.

Facteurs liés aux caractéristiques du milieu

Dans les paysages à fort relief, celui-ci entraîne des déformations qu'il faut corriger pour obtenir une véritable carte spatiale permettant un éventuel suivi des dynamiques d'utilisation des sols. Ce type de correction géométrique ne peut être réalisée qu'en utilisant des modèles numériques de terrain précis.

Ces modèles sont rarement disponibles et souvent il faut les créer. Lorsque il existe des cartes topographiques régulières, il est possible de concevoir ces MNT à partir de la numérisation des courbes de niveau. Les données SPOT stéréoscopiques en mode panchromatique peuvent être également utilisées pour en établir. Mais ces données, enregistrées avec le maximum d'inclinaison (-27° , $+27^\circ$) ne sont guère exploitables pour une cartographie des ressources du milieu naturel pour laquelle il est préférable d'utiliser des vues verticales ou faiblement inclinées en mode multispectral ou panchromatique et multispectral.

REFERENCES

BRUNEAU M., B. GALTIER, J. KILIAN, V. MUSIGASARN, P.J. ROCA, R. SRIPUMIN, Y.F. THOMAS, 1988. Cartographie agro-écologique et littorale à partir des données SPOT dans le sud de la Thaïlande. *Bordeaux (FRA) CNRS/CEGET* 11p.

JOURDAN S., 1988. Utilisation des données SPOT pour l'étude de la végétation de la Terre Déserte de NUKU-HIVA (Iles Marquises). *DEA d'Ecologie expérimentale - Univ. PAU (FRA)*, 68 p.

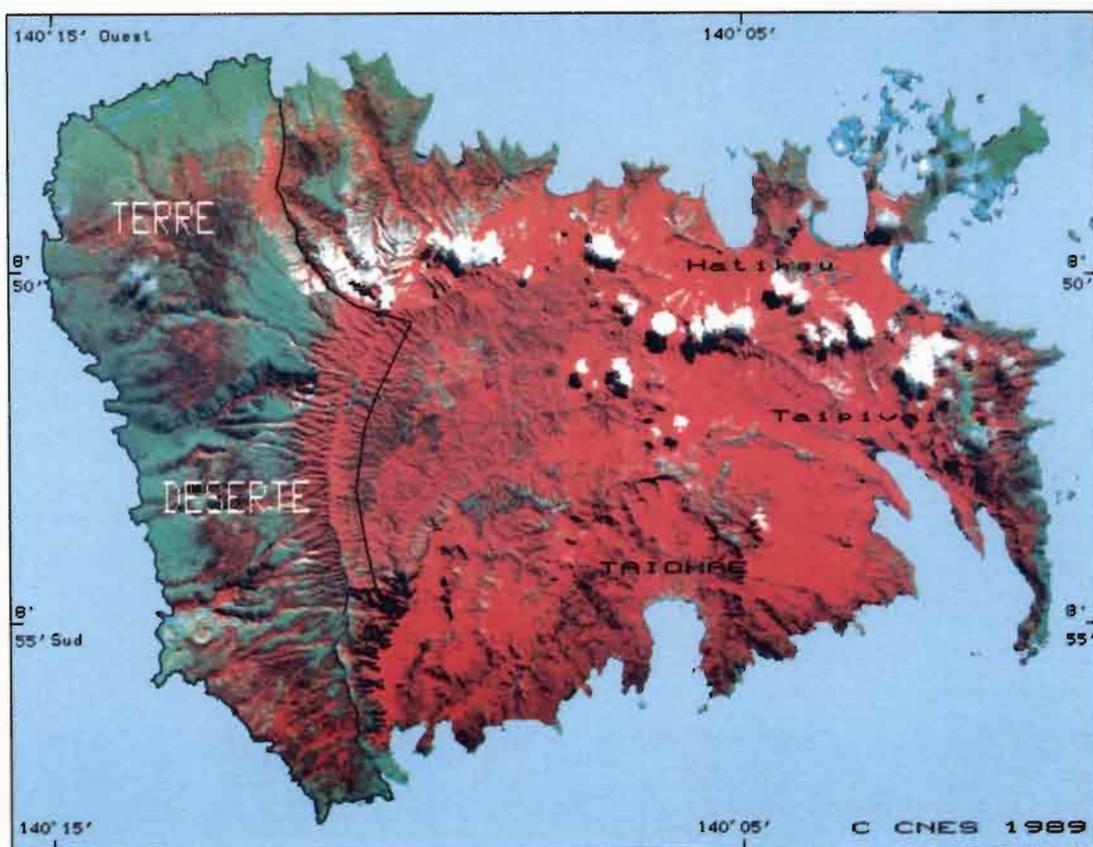
LE MEN H., 1988. Corrections d'éclairément et calibration absolue des images SPOT ; effets de stéréoradiométrie. In : actes "Images satellite et milieux terrestres en régions arides et tropicales" 14-17 novembre 1988 Bondy (FRA) - Paris ORSTOM pp.51-55.

ROUSE J.W., R. HAAS, J.A. SCHELL, D.W. DEERING, 1973. Monitoring vegetation system in the great plains with ERTS. In : *Ressources technology satellite 1 symposium, 3 : 1973 proceedings*. Washington (USA) V.1. - sec. A, pp. 309-317.

SHAFER P.A., 1977. La végétation et l'influence humaine aux îles Marquises. *DEA de Botanique tropicale : USTL Montpellier (FRA)*.

SAINT G., A. PODAIRE, I. ANGLADE, 1981. Simulation radiométrique de SPOT : Résultats d'expérimentation sur la végétation et les sols - 1er Colloque sur les signatures spectrales d'objets en télédétection Avignon 08-11 sept. 1981. In actes : *Les colloques de l'INRA, 5*, pp. 73-83.

P15



Composition colorée des canaux SPOT

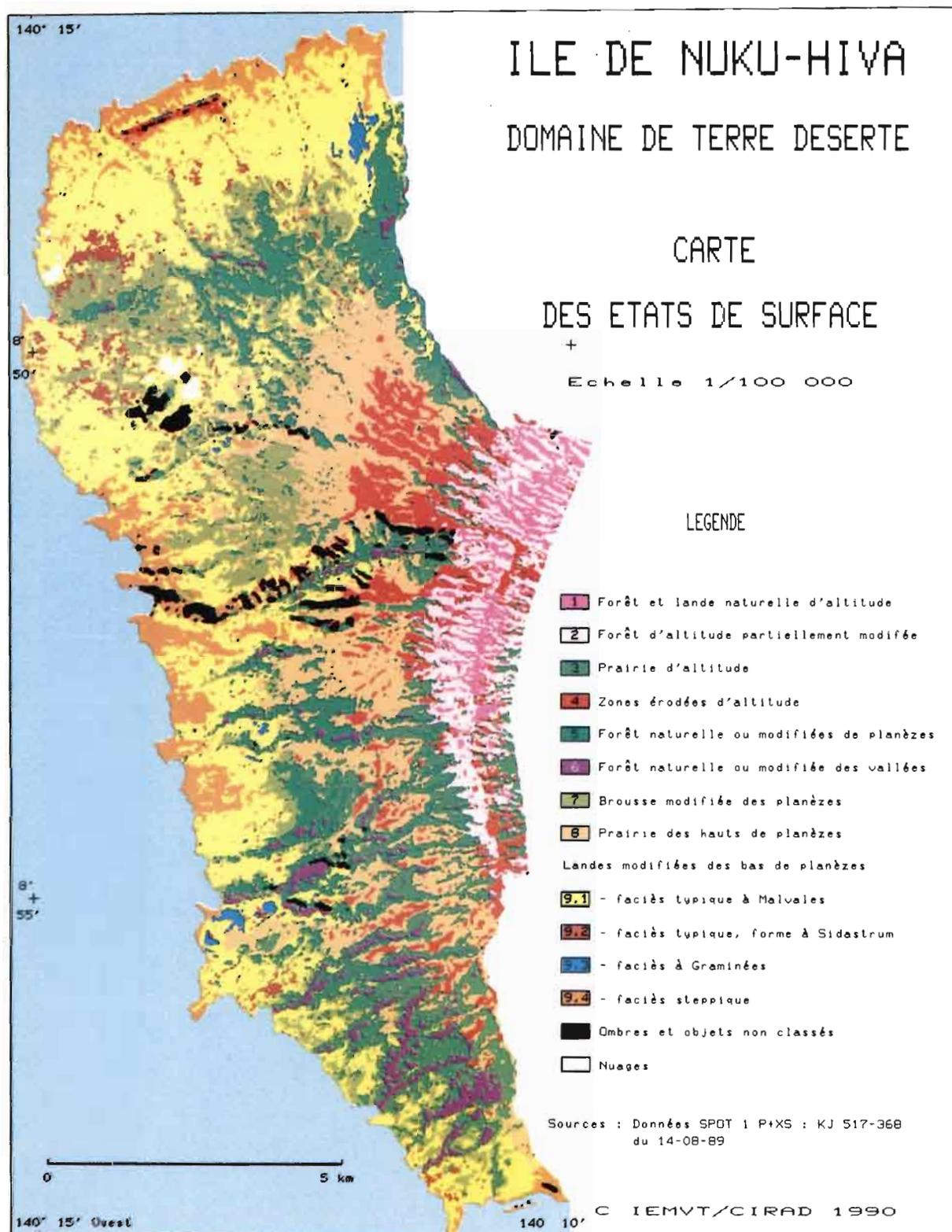
Scène KJ 512-368 du 14-08-89 mode P+XS

Echelle 1/200 000

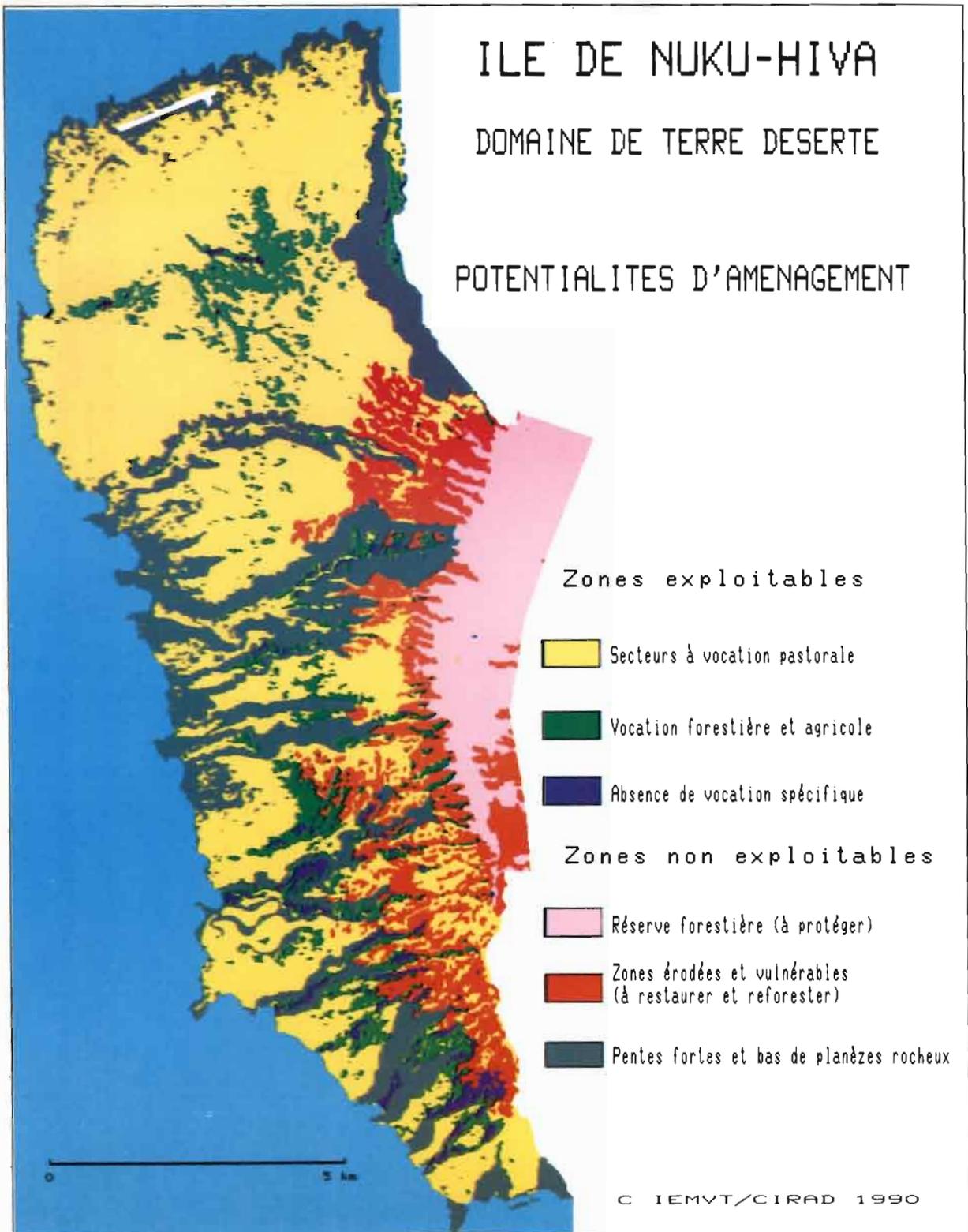


Délégation Télédétection (DETEC) - Laboratoire IEMVT de Maisons-Alfort (France)

P15A : Archipel des Marquises, Ile de Nuku-Hiva.
Composition colorée des canaux SPOT Scène KJ 512-368 du 14-08-89 mode P+XS. C CNES 89 dist/SPOT IMAGE.



P15B : Ile de Nuku-Hiva, Domaine de Terre Deserte, carte des états de surface.



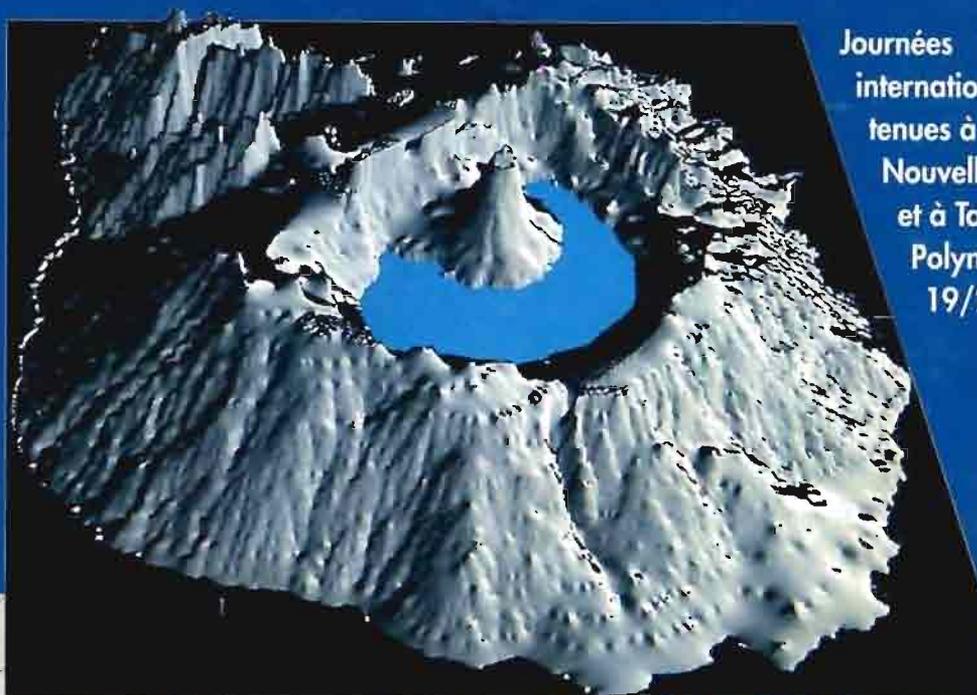
P15C : Ile de Nuku-Hiva, Domaine de Terre Deserte, potentialités d'aménagement.

"PIX'ILES 90"

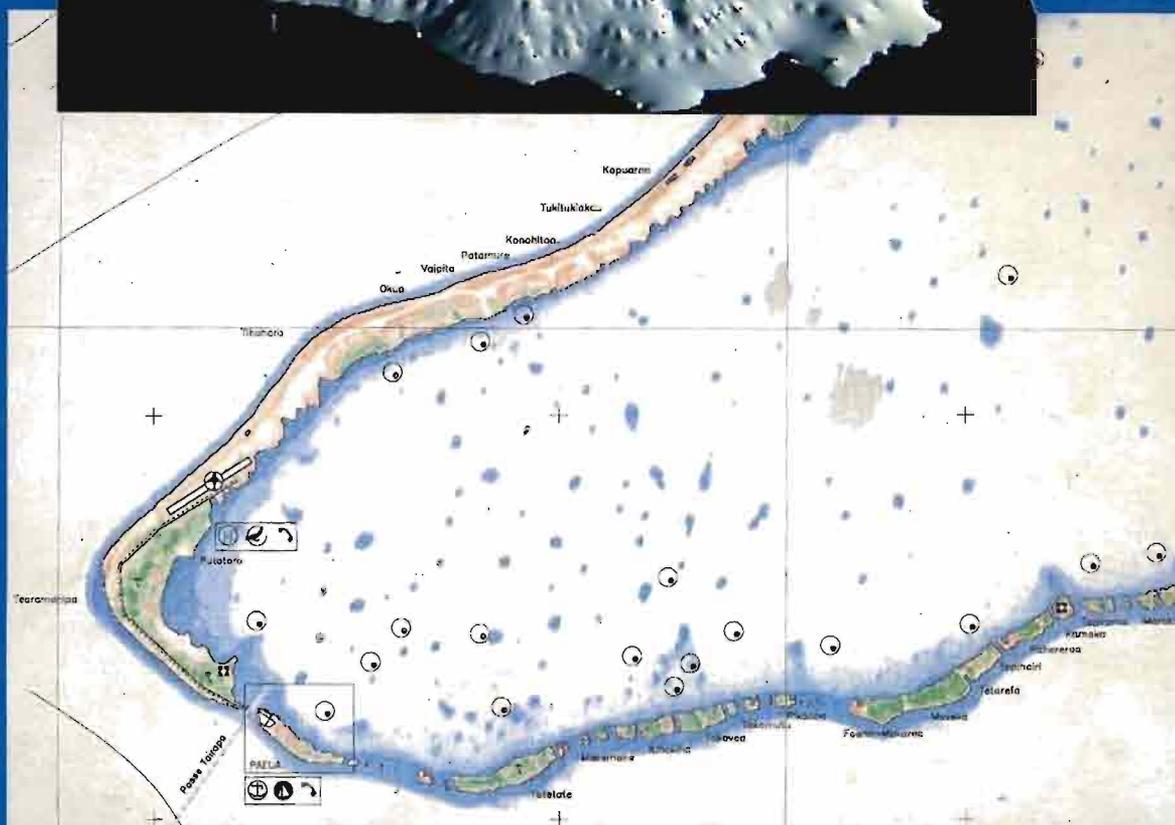
TELEDETECTION ET MILIEUX INSULAIRES DU PACIFIQUE : APPROCHES INTEGRES

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

