

PYF/2



Institut de Recherches Agronomiques Tropicales
et des cultures vivrières

Département du Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)

Ministère des Départements
et Territoires d'Outre-Mer

Territoire de
Polynésie française

FIDES - Section générale

**UTILISATION D'IMAGES SATELLITAIRES SPOT
POUR LA MISE EN VALEUR AGRICOLE DE TERRES
(TARAVAO, NUKU-HIVA)**

VOLET I

ILE DE TAHITI

PRESQU'ILE DE TAIARAPU (TARAVAO)

*C. FEAU - IRAT/DRN/CCER
P. FOL - IRAT/DRN/CCER*

Décembre 1990



7/3/1991

P4F/2

Ministère des Départements
et Territoires d'Outre-Mer

Territoire de
Polynésie française

FIDES - Section générale

**UTILISATION D'IMAGES SATELLITAIRES SPOT
POUR LA MISE EN VALEUR AGRICOLE DE TERRES
(TARAVAO, NUKU-HIVA)**

VOLET I

ILE DE TAHITI

PRESQU'ILE DE TAIARAPU (TARAVAO)

*C. FEAU - IRAT/DRN/CCER
P. FOL - IRAT/DRN/CCER*

Décembre 1990



7/3/1991

AT910007 (+ 1 carte)

P4F/2

TABLE DES MATIERES



7/3/1991

| | |
|--|----|
| I. Objectifs de l'étude..... | 1 |
| II. La presqu'île de Taravao - Présentation générale | 1 |
| A. Les grandes structures du paysage : mise en place..... | 1 |
| B. Les sols..... | 2 |
| C. La pluviométrie | 3 |
| D. Le paysage végétal | 5 |
| E. Occupation agropastorale | 7 |
| Conclusions | 8 |
| III. Méthodologie générale | 9 |
| 1. Choix des scènes | 10 |
| 2. Préclassification de l'image seuillée | 10 |
| 3. Vérité-terrain..... | 10 |
| 4. Elaboration de la carte des états de surface | 10 |
| IV. Cartographie de la presqu'île de Taravao. Méthodes..... | 10 |
| A. Choix des scènes SPOT | 10 |
| B. Préclassification, confusions radiométriques..... | 13 |
| C. Modèle numérique de terrain | 13 |
| 1. Création d'un modèle numérique de terrain (MNT) et de ses fichiers dérivés | 13 |
| 2. Exploitation des données issues des MNT | 13 |
| D. Vérité-terrain | 14 |
| E. Classification | 15 |
| V. Résultats | 16 |
| A. Organisation de la légende | 16 |
| B. Les principales unités cartographiées..... | 17 |
| 1. La végétation naturelle..... | 17 |
| 2. L'occupation agricole | 18 |
| C. Quantification des résultats | 20 |
| 1. Superficie des unités cartographiques | 20 |
| 2. Apport du MNT | 22 |
| Conclusion | 24 |
| Bibliographie..... | 26 |

AT910007

Nous tenons à remercier les responsables du Service de l'Economie Rurale, de la Recherche Agronomique, tous les agents de ces organismes, ainsi que de la Chambre d'Agriculture de Taravao, qui ont contribué à la réalisation de cette étude par leur soutien matériel, leur participation active aux tournées de vérité-terrain et l'intérêt qu'ils ont manifesté pour ce travail.

I. OBJECTIFS DE L'ETUDE

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-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 ;
- La seconde, réalisée par le CIRAD-IEMVT, consistait en une évaluation des potentialités agro-pastorales du domaine de "Terre déserte" dans l'île de Nuku-Hiva (Marquises).

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 .

Les images satellitaires, par la disponibilité permanente et totale du satellite, sont évidemment plus faciles à programmer qu'une mission aérienne et offrent, en outre, l'avantage d'une vision synoptique sans assemblage de nombreuses photographies très déformées par le relief.

II. LA PRESQU'ILE DE TARAVAO - PRESENTATION GENERALE

A. LES GRANDES STRUCTURES DU PAYSAGE : MISE EN PLACE

Deux édifices volcaniques de type hawaïen ont donné naissance aux deux parties de l'île de Tahiti :

- au nord-ouest : Tahiti Nui, subcirculaire, d'un diamètre de 30 km, il y a 800 000 ans ;
- au sud-est : la presqu'île de Tairapu, ayant la forme d'une ellipse de 22 km sur 13, date de 400 000 ans.

Ces deux parties sont réunies par l'isthme de Taravao, large de deux kilomètres.

La structure et la géologie des deux édifices sont voisines. Nous ne décrirons donc que celui de la presqu'île de Tairapu dont une partie constitue l'objet de cette étude.

1. LA CALDEIRA CENTRALE

On y trouve des coulées d'une lave andésitique compacte, gris-bleu. La cheminée centrale est un culot de roches grenues (syénite, diorite, gabbro). La caldeira est drainée vers le nord-est par la VAITEPIHA. Le relief particulièrement chaotique, tourné vers le centre du volcan, interdit toute utilisation agricole.

2. LES PENTES ET VALLEES

La plus grande partie de l'île est constituée de l'empilement de coulées de laves basaltiques de puissance métrique, au pendage de 6 à 11° tourné vers la mer ; cette zone est parfois appelée "façade maritime" (R. JAMET) en raison de cette exposition, par opposition à celle de la zone montagneuse centrale tournée vers l'intérieur. Les géologues y distinguent :

- les laves d'épanchement principal, issues du cratère central ;
- les laves d'épanchement terminal, ne se distinguant des précédentes que par leur âge (Pléistocène) et leur origine, certaines pouvant provenir de bouches à feu secondaires, telles que les trois cônes de RAUVAU (alt. : 200 m), de PUUNUI (400 m) et VAIUFAUFA (650 m). Un quatrième cône latéral, le Mont FAAREI près de TOAHUTU, est constitué de tufs bréchiques volcaniques, apparus en fin d'épanchement principal au voisinage d'un ancien littoral.

Plusieurs phases de creusement, liées à des variations du niveau de base, ont abouti à la formation de vallées profondes, isolant des témoins de la surface primitive, sous la forme de "planèzes" couramment appelées "plateaux", surfaces triangulaires de largeur variable, la "base" se trouvant à l'aval et le sommet vers l'amont : dans certaines zones d'altitude, à partir de 650 m environ, ces plateaux se réduisent presque à des crêtes entre les vallées contiguës, elles-mêmes étroites. Cette zone ne se distingue des planèzes que par son mode de formation, mais les conséquences de cette dissection (associée à l'altitude et à l'accentuation des pentes longitudinales) sur le traitement des images nous amènera à en reparler.

Les grandes vallées sont formées de versants abrupts de pente supérieure à 50 voire 100% (cf. carte des pentes). Des petits vallons incisant peu profondément les plateaux en constituent l'amorce.

3. LA PLAINE LITTORALE

Une régression marine récente (niveau O₄, J. SERVANT, 1974) a conduit à l'émergence de la plate-forme détritique issue du démantèlement de la falaise périphérique de l'édifice volcanique. L'ancienne *falaise*, séparant maintenant la plaine littorale des plateaux, est un élément important du paysage. Les voies d'accès aux plateaux, à partir de la plaine littorale habitée, doivent souvent en emprunter le flanc.

B. LES SOLS

Les sols et leurs aptitudes culturales et forestières ont été étudiés par R. JAMET (1987) : la topographie étant le premier facteur de zonalité des sols dans le paysage, leur cartographie fait une large part à l'altitude et aux pentes.

L'altitude intervient de façon marquée au-delà de 900-1 000 m, donc à la limite de notre zone d'étude, par l'accumulation de la matière organique et ses conséquences sur l'acidolyse des minéraux.

Aux basses altitudes, qui nous concernent directement, "le degré d'évolution du sol est fonction de la pente" : en fait, les grandes catégories de sols distinguées sont définies par le bilan entre érosion (morphogénèse) et évolution du sol (pédogénèse) :

- les "sols d'érosion", dominant sur les pentes supérieures à 100%. La morphogénèse l'emporte largement sur la pédogénèse ;
- les "sols d'altération et d'érosion" se rencontrent sur les pentes de 50 à 100%. La morphogénèse y est au moins aussi importante que la pédogénèse ;
- les "sols d'altération", sur les pentes de 5 à 50%, résultent d'une évolution sur place des produits de l'altération. L'érosion y est actuellement peu visible.

Il s'agit essentiellement de sols ferrallitiques fortement désaturés, humifères, gibbsitiques, à accumulation ferrititanique modérée au-delà de 150 m d'altitude environ, plus marquée en deçà.

Les sols occupant l'ensemble des "plateaux" ont une structure fine très stable, et une forte perméabilité (donc peu de ruissellement), ce qui explique l'absence d'érosion. Leur réserve hydrique est toujours faible (inférieure à 10%) : au niveau mensuel, les besoins en eau sont globalement satisfaits, mais les effets d'un épisode sec de 10 jours peuvent être sensibles sur une végétation à enracinement insuffisant. Les pâturages sont sensibles à une surexploitation en saison "sèche" (juillet à septembre).

C. LA PLUVIOMETRIE

Postes pluviométriques de la presqu'île (voir tableau page suivante)

Ce tableau montre que la "saison sèche" est toute relative. Le poste de Teahupoo II est situé au sud de Vairao, en dehors de la zone d'étude.

PRECIPITATIONS
HAUTEURS MOYENNES MENSUELLES
MINIMUMS, MOYENNES ET MAXIMUMS ANNUELS

| Station <i>Période</i> Altitude | janvier | février | mars | avril | mai | juin | juillet | août | sept. | oct. | nov. | déc. | Maximum (<i>année</i>) Moyenne Minimum (<i>année</i>) |
|--|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Taravao I <i>1960-1981</i> 19 m | 408,2 | 338,5 | 328,0 | 253,0 | 211,0 | 151,2 | 136,9 | 125,0 | 161,5 | 249,8 | 361,8 | 483,0 | 4658,0 (<i>1979</i>) 3207,9 1836,2 (<i>1972</i>) |
| Teahupoo II <i>1969-1981</i> 4 m | 289,4 | 267,2 | 214,2 | 231,5 | 318,4 | 357,1 | 207,4 | 230,6 | 222,4 | 381,4 | 416,1 | 345,7 | 5006,0 (<i>1978</i>) 3481,2 1683,7 (<i>1976</i>) |
| Pueu <i>1968-1981</i> 4 m | 466,5 | 410,3 | 364,9 | 280,1 | 202,7 | 207,5 | 117,7 | 126,4 | 146,2 | 262,2 | 350,4 | 486,0 | 4743,6 (<i>1981</i>) 3420,9 1955,6 (<i>1972</i>) |
| Afaahiti II (Economie Rurale) <i>1969-1981</i> 450 m | 459,3 | 373,2 | 354,1 | 234,7 | 202,2 | 228,6 | 144,7 | 128,5 | 177,1 | 297,9 | 341,8 | 498,7 | 4758,0 (<i>1970</i>) 3440,8 2139,6 (<i>1972</i>) |

D. LE PAYSAGE VEGETAL

Les deux facteurs influant le plus sur la répartition des plantes : la pluviosité et la température, sont fortement liés à la topographie de la presqu'île :

- la température décroît naturellement quand l'altitude augmente : la diminution est d'environ $0,6^{\circ}\text{C}$ par 100 m, soit 6°C sur la zone d'étude (0 à 1 030 m) ;

- la pluviosité : les versants est, plus accidentés et exposés aux alizés, sont plus arrosés que la zone des plateaux. Cette dissymétrie se retrouve probablement au niveau des vallées, à une échelle plus petite. Les précipitations augmentent par ailleurs très rapidement avec l'altitude.

D'autres facteurs climatiques liés à la topographie peuvent jouer un rôle dans la composition des formations végétales :

- la nébulosité, dont les effets sont sensibles à partir de 700 m sur la presqu'île, où apparaissent des "forêts de nuages", marquées par la présence d'épiphytes (mousses, fougères, orchidées) ;

- la ventilation, liée à l'orientation des vallées, se traduisant par ses effets desséchants ou simplement mécaniques, par une modification de la composition des groupements et de l'aspect (taille, forme) des arbres et des arbustes.

Par sa relative homogénéité, la couverture pédologique semble avoir peu d'influence sur la végétation naturelle.

En dehors des zones agricoles et urbanisées, l'action de l'homme peut se manifester par les feux de brousse qui entraînent rapidement une modification du couvert végétal : disparition de la forêt et son remplacement par *Gleichenia*, comme on peut le constater à l'aval de la rive droite de la VAITEHORO (entre 1977 et 1989), et remplacement de *Gleichenia* par *Melinis minutiflora* sur certains plateaux.

J. FLORENCE (1984) distingue cinq grands types de paysages végétaux, dont la dénomination est liée à la topographie. Cette classification a guidé notre propre stratification du milieu pour l'exploitation du modèle numérique de terrain et l'élaboration de la légende de la carte des états de surface.

1. LES FORMATIONS LITTORALES

La pression humaine sur la plaine côtière modifie sans cesse les formations végétales de cette zone : quelques bosquets d'*Hibiscus tiliaceus* (Purau) se rencontrent encore au milieu d'une végétation très morcelée de pelouses, de cocoteraies plus ou moins étendues et entretenues, de vergers, et d'un "bocage" constitué d'espèces ornementales diverses et d'arbres fruitiers (dont *Artocarpus* sp. "URU", l'arbre à pain). Le Hotu (*Barringtonia asiatica*) et le Tamanu (*Calophyllum inophyllum*), ainsi que quelques Fara (*Pandanus tectorius*), témoins de la végétation primaire, se retrouvent à l'entrée des grandes vallées.

2. LES GRANDES VALLEES

On peut y distinguer les formations du lit majeur des grandes rivières et celles des versants.

Les formations les plus spécifiques du lit majeur sont les forêts climaciques d'*Inocarpus fagifer* (mape) et les formations herbacées à *Commelina diffusa* (maa pape), *Ludwigia octovalvis*, *Crotalaria pallida* et *Stachytarpheta urticifolia* des berges des rivières au cours changeant selon les crues.

De nombreuses espèces de la strate arborescente se retrouvent également sur les versants :

- le purau tout d'abord, qui peut occuper des versants entiers jusqu'à 400 à 500 m d'altitude (vallée de AHAAVINI, rivière VAITEREMU, à l'est du relais de télévision de PUEU) ;
- *Eugenia jambos*, *Aleurites moluccana* (tiari, bancoulier), *Neonauclea forsteri* (mara), *Cerbera manghas* ;
- on rencontre sur certains versants des bosquets de parasoliers (*Musanga smithii*) ;
- *Spathodea campanulata* (pisse-pisse, Tulipier du Gabon) s'est étendu à partir des basses vallées sur les versants et les plateaux.

3. LES GROUPEMENTS DES PREMIERS RELIEFS

Sur ces pentes situées à moins de 300 à 400 m, recevant annuellement de 3 à 4 m de pluies, la dégradation des formations naturelles a quasiment fait disparaître les espèces caractéristiques comme *Serianthes myriadena* (faifai), *Planchonella grayana*, *Colubrina asiatica* (tutu) ou *Canavalia cathartica*.

Les landes à fougères (*Gleichenia linearis* : anuhe) ou graminées (*Melinis minutiflora*, d'introduction récente) sont probablement liées aux feux de brousse. Le GERSAR (1990) en fait sa classe B : "végétation naturelle basse", qui peut comprendre de jeunes peuplements de goyaviers, ainsi que des pieds dispersés de *Metrosideros collina*.

Des espèces arbustives ou arborées introduites se sont largement diffusées, comme le goyavier jaune (*Psidium guajava*, introduction 1815, *Lantana camara*, introduction 1853).

4. LES FORMATIONS DE MOYENNE ALTITUDE (de 400-500 m à 1.000 - 1.200 m)

J. FLORENCE y distingue :

- les landes à *Gleichenia linearis*, sur les plateaux, localement enrichies d'espèces ligneuses de la forêt voisine : *Metrosideros collina* (en pieds isolés ou en bosquets), *Hibiscus tiliaceus* (en bosquets), etc. ;

- la forêt à *Metrosideros collina* (pua rata), à la partie supérieure des pentes exposées au vent et sous les crêtes abritées du vent. S'y ajoutent *Pandanus tectorius* (fara), *Dodonea viscosa*, *Commersonia bertramia*, *Hibiscus tiliaceus*, dans

la strate arborescente. La strate herbacée est constituée de diverses fougères dont *Gleichenia* ;

- les pentes des vallées d'altitude moyenne : on y trouve les espèces déjà vues à l'aval : *Hibiscus tiliaceus*, *Aleurites moluccana*, *Neonauclea forsteri* ; mais aussi *Spondias dulcis* (vi tahiti : pomme cythère), *Cordyline terminalis* (auti). *Rhus tahitensis* (apape) dans les vallées et pentes au vent, *Weinmannia parviflora* en situation plus arrosée.

Dans ces vallées humides, et sur les crêtes qui les séparent, on trouve également des espèces introduites comme *Tecoma stans*, *Eugenia jambos* (ahia popaa), *Spathodeum campanulata*. Une place particulière doit être faite à *Miconia calvescens*, plante ornementale introduite en 1930, qui, grâce à la dissémination éolienne de ses semences, finit par former des peuplements monospécifiques sans strate herbacée. On attribue parfois à cette absence de strate herbacée sous *Miconia* un ruissellement accru, entraînant reprise de l'érosion et tarissement des sources. Son extension au détriment de formations botaniquement plus riches et plus utiles justifie en tout état de cause les études entreprises par l'ORSTOM et les services de l'environnement pour sa cartographie et son éradication ;

- Les "forêts de nuages" situées en zone très arrosée, à plus de 900 m d'altitude, dont les espèces caractéristiques sont une fougère arborescente : *Cyathea affinis* (mamau), une liane : *Freycinetia impavida*, ainsi que *Weinmannia parviflora* et *Alstonea costata* pour la strate arborée, aux troncs couverts de manchons d'épiphytes (mousses, fougères), se rencontrent peu sur la zone étudiée. Un lambeau entre les plateaux de TARAVAO et de PUNUI est en partie envahi par *Miconia calvescens* dont l'extension aurait été particulièrement préjudiciable à cette formation.

5. LES FORMATIONS DES HAUTS SOMMETS

Au-dessus de 1 500 m, dans un milieu venté et ensoleillé, mais plus froid et sec, pour lequel les plantes ont dû développer certaines adaptations (réduction de la taille des feuilles, pubescence, port prostré et tortueux), ne sont pas représentées dans la zone d'étude.

E. OCCUPATION AGROPASTORALE

Une grande partie de l'activité agricole de Tahiti (en dehors du sud-ouest de la plaine côtière de Tahiti-Nui) se trouve concentrée sur l'isthme et les plateaux de Taravao.

Les études disponibles sont difficilement comparables, car elles ne portent pas sur les mêmes plateaux.

L'étude agro-économique du Service de l'Economie rurale recense les surfaces agricoles des plateaux suivants :

- plateau central de TARAVAO
- plateau de PUEU (ouest de la VAITEHORO)
- plateau MARUMARUTUA
- plateau TERIITAHU
- plateau PUUNUI.

Celle du GERSAR englobe en plus les plateaux situés à l'est de la Vaitehoro, et entre PUUNUI et VAIRAO, mais sans détailler les plateaux : central, de PUEU-ouest et de PUUNUI.

Le Service de l'Economie rurale évalue de la façon suivante l'occupation agricole des "plateaux de Taravao :

| | |
|---|--------|
| Prairies | 555 ha |
| Agrumes | 50 ha |
| Cultures maraîchères, vivrières et florales | 170 ha |
| Friches et forêt naturelle | 475 ha |
| Lotissements | 85 ha |

Pour le GERSAR (sur une zone plus étendue, donc), on trouve :

| | |
|----------------------------|--------|
| Prairies | 922 ha |
| Arboriculture fruitière | 197 ha |
| Ananas | 71 ha |
| Cultures annuelles | 138 ha |
| Végétation naturelle basse | 350 ha |
| Végétation naturelle haute | 673 ha |

La nébulosité et l'humidité en altitude, ainsi que les difficultés d'accès à des lanières de planèzes étroites et pentues, constituent les limitations naturelles à l'extension de l'exploitation agro-pastorale.

Le bas de versants des vallées est parfois cultivé en vivriers, dans leur partie aval.

CONCLUSIONS

L'ensemble des études déjà réalisées sur le milieu physique montrent que les facteurs principaux de zonalité (des sols, des formations végétales, de l'aptitude à la mise en valeur agro-pastorale) sont la pente et l'altitude. L'orientation, par rapport aux vents dominants, est un autre facteur important, par son incidence sur la pluviométrie et l'exposition éventuelle à des vents "desséchants".

III. 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 :

1. CHOIX DES SCENES

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 utilisateurs¹. 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.

La qualité technique des scènes dépend essentiellement de la nébulosité : on peut être amené à accepter un compromis entre qualité et date d'acquisition. Nous verrons plus loin comment s'est posée la question dans le cas de Taravao.

2. PRECLASSIFICATION DE L'IMAGE SEUILLEE (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 préclassification multidimensionnelle (hypercube), fournissant un document de même nature que le produit final.

3. VERITE-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, composition colorée améliorée et préclassification) et inventorier ainsi les principaux états de surface. Ils s'attachent à vérifier les informations de la préclassification :

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

4. ELABORATION DE LA CARTE DES ETATS 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

¹ Si aucune image ne correspond aux besoins, une nouvelle acquisition sera programmée.

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 microsysteme.

IV. CARTOGRAPHIE DE LA PRESQU'ILE DE TARAVAO. METHODES

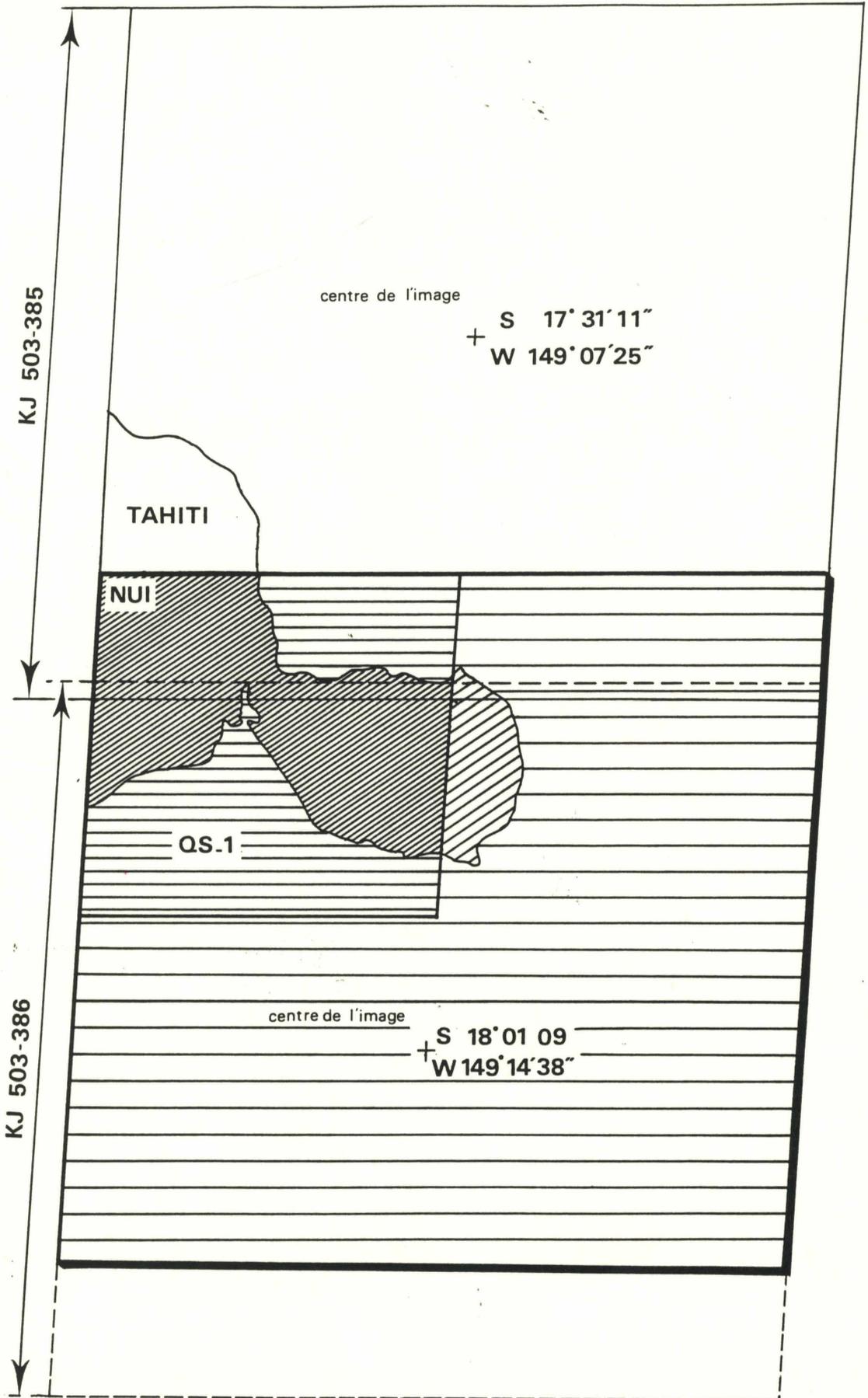
A. CHOIX DES SCENES SPOT

Nous avons dit qu'on pouvait 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 conséquences 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.

Il était initialement prévu l'acquisition d'un couple de scènes SPOT en stéréoscopie, et l'élaboration par l'IGN d'une "base de données géocodée", en niveau 2 de correction géométrique. Une demande de programmation avait été, à cet effet, lancée auprès de SPOT-IMAGE fin 1988. SPOT survole les îles de la Société vers 10 h 15 (heure locale). A cette heure, des nuages se forment sur les reliefs ; la nébulosité augmente rapidement sur la presqu'île de Taravao au-delà de 500 à 600 m.

Cette nébulosité constitue naturellement un obstacle majeur à l'enregistrement de données satellitaires. Par ailleurs la notation de nébulosité par SPOT-IMAGE ne prend en compte que la couverture nuageuse moyenne par quart de scène. Une cotation faible peut ainsi correspondre à une couverture très gênante pour l'utilisateur car concentrée sur les îles hautes : il est donc essentiel, avant l'achat d'une scène, d'en examiner en détail le "quick look". L'examen de plusieurs de ces "quick looks" nous a permis de retenir les scènes multispectrales acquises le 24 octobre 1989, dont les caractéristiques détaillées suivent. Malgré des cotations de nébulosité élevées, la zone d'étude ne comporte que des nuages isolés et peu étendus, du moins en dessous de 700 m d'altitude.

La presqu'île de Taravao figure pour sa plus grande partie sur la scène KJ 503-386. Toutefois, la côte nord figure sur la scène 503-385. Nous avons pu obtenir le redécoupage des deux scènes le long de la trace, en gardant les 2/10 sud de la scène 503-385 et les 8/10 nord de la scène 503-386. La bande magnétique achetée correspond à cette nouvelle image (entière). La visualisation au 1/50.000 utilisée pour le travail de terrain correspond au premier quart (nord-ouest) de cette scène (QS1, cf. schéma).



CARACTERISTIQUES DES SCENES

| K-J | 503-385 | 503-386 |
|-------------------------------------|---|---|
| n° d'identification | 0646016 M | 0646017 N |
| coordonnés du centre mode | S 17.31.11-W 149.07.25 multispectral | S 18.01.09-W 149.14.38 multispectral |
| date de prise de vue | 24 octobre 1989 | 24 octobre 1989 |
| heure de prise de vue (GMT) | 20 h 14' 31" | 20 h 14' 40" |
| angle de prise de vue | 1,6° W | 1,6° W |
| nébulosites (par quart de scène) | 2.2.1.0 | 1.2.1.1 |
| orientation / incidence | + 09.3 / - 01.9 | + 09.3 / - 01.9 |
| azimut / site | 077.1 / 068.3 | 075.9 / 068.1 |

PRECIPITATIONS AVANT ACQUISITION DE LA SCENE

| | Tautira | Elevage | Croisié | Pueu | Teahupoo PK16 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | 2,2 | 46,4 | 40,0 | 27,4 | 20,7 |
| 3 | 49,6 | 5,5 | 6,4 | 4,5 | 0,7 |
| 4 | 27,2 | 10,0 | 3,0 | 4,6 | 11,5 |
| 5 | 3,5 | 48,2 | 50,0 | 57,4 | 14,7 |
| 6 | 9,5 | 0,9 | 1,0 | 0,1 | 6,8 |
| 7 | 0,6 | 9,9 | - | 0,7 | - |
| 8 | 0,6 | 0,7 | 3,5 | 11,0 | - |
| 9 | 2,7 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | - |
| 10 | 4,8 | 4,2 | 0,5 | 0,6 | - |
| Total | 100,7 | 126,6 | 104,9 | 106,6 | 54,4 |
| 11 | 2,4 | 0,9 | - | 11,9 | - |
| 12 | - | - | - | 12,0 | 1,0 |
| 13 | 1,0 | - | - | - | - |
| 14 | 21,1 | 0,7 | 1,6 | 1,2 | 8,5 |
| 15 | 9,2 | 9,1 | 3,8 | 8,1 | 1,7 |
| 16 | 0,9 | 40,7 | 36,5 | 45,8 | 6,7 |
| 17 | - | 0,5 | 3,5 | 5,3 | 0,1 |
| 18 | 0,7 | 1,4 | 1,0 | 0,7 | 4,0 |
| 19 | 17,6 | 28,9 | - | 9,9 | 45,1 |
| 20 | 1,5 | 14,8 | 17,4 | 20,3 | 12,4 |
| Total | 54,4 | 97,0 | 63,8 | 115,2 | 79,5 |
| 21 | 7,5 | 0,0 | 0,3 | 0,7 | 0,9 |
| 22 | - | 1,1 | - | 8,0 | - |
| 23 | 2,3 | 1,3 | 1,4 | 0,1 | - |
| 24 | 2,2 | 1,5 | 2,6 | 4,8 | 1,2 |
| Total | 12,0 | 3,9 | 4,3 | 13,6 | 2,1 |

B. PRECLASSIFICATION, CONFUSIONS RADIOMETRIQUES

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 végétation 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).

C. MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN

1. CREATION D'UN MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN (MNT) ET DE SES FICHIERS DERIVES

- *Définition*

Un modèle numérique de terrain, au sens large, est la représentation numérique d'un champ d'altitudes connu en un certain nombre de points (points cotés ou courbes de niveau d'une carte topographique par exemple). En pratique, il s'agit généralement d'un **fichier** contenant des cotes d'altitude d'une partie de la surface terrestre, rapportées aux noeuds d'une grille régulière. La distance entre les noeuds sera ici appelée "pas".

- *Production du MNT*

N'ayant pas pu attendre, pour la réalisation de l'étude, l'acquisition du couple stéréoscopique SPOT qui aurait permis le calcul direct d'un MNT, nous avons choisi d'en simuler l'utilisation en produisant ce MNT par numérisation d'une carte topographique existante : la carte au 1/20.000 établie par le Service de l'Aménagement du Territoire qui couvre la plus grande partie des plateaux exploitables, à l'exception de ceux situés en rive droite de la Vaitehoru.

Pour les zones les plus accidentées, les courbes maîtresses, équidistantes de 100 m, ont été numérisées sur une table à digitaliser A₃ (logiciel MULTISCOPE), ainsi que les courbes interpolées (50 m). Sur la plaine littorale, l'isthme et les plateaux, toutes les courbes de niveau (20 m) ont été saisies. L'interpolation de ces données pour la création du fichier MNT a été réalisée par le laboratoire d'hydrologie de l'ORSTOM grâce au logiciel OROLOG, en cours de développement. Le MNT a été calculé au pas de 20 m. Un fichier au pas de 40 m a ensuite été créé par sous-échantillonnage.

- *Fichiers dérivés*

Le logiciel LAMONT mis au point par l'ORSTOM (C. DEPRAETERE, 1989) nous a permis de calculer un certain nombre de fichiers dérivés du MNT, au pas de 20 et de 40 m :

- fichier "altitudes" permettant l'habillage d'une vue perspective par des classes de données issues d'autres fichiers dérivés ;
- fichier "pentes" ;
- fichier "exposition" ;

- fichier "convexités".

2. EXPLOITATION DES DONNEES ISSUES DU MNT

Nous pouvons distinguer trois utilisations de ces données :

- Traitement des données et édition de documents en deux dimensions (2D) : carte des pentes, délimitation de classes d'altitude, etc. La production de documents 2D peut être réalisée grâce à LAMONT ; le nombre de classes représentables est limité à 15 ainsi que le nombre de couleurs. Le choix des couleurs et les possibilités graphiques sont notablement améliorés par l'adjonction d'un logiciel de capture d'écran tel que PIZAZZ. L'exploitation de ces fichiers par DIDACTIM permet de définir jusqu'à 64 classes et d'imprimer des documents de qualité supérieure sur imprimante CANON FJ 510.

- Réalisation de vues en perspective (3D), et leur habillage manuel (redessin d'éléments caractéristiques du paysage) ou automatique (habillage par des classes d'altitude, pente, exposition ou classes des états de surface). Les vues perspectives présentées avec la carte ont été réalisées grâce à LAMONT.

- Utilisation des données numériques issues du MNT dans la classification des états de surface.

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.

D. VERITE-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.

La principale difficulté est venue du nombre limité de voies d'accès à certains plateaux ; la convexité d'ensemble du paysage, dans un plan radial comme dans un plan horizontal limite en effet la portée du regard. Par ailleurs, pour les vallées, l'importance des pentes ne permet pas de "se mettre à la place du satellite" : la vision est en effet tangentielle pour le versant au sommet duquel on se trouve et presque perpendiculaire pour le versant opposé. Cela s'est avéré particulièrement gênant pour l'observation de zones-test destinées à la localisation du *Miconia*. Le survol en hélicoptère, qui aurait permis de lever cet obstacle, n'a pu être effectué en raison de mauvaises conditions météorologiques.

Malgré ces difficultés, 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, positions relatives (par exemple peuplements d'*Albizzia*, de parasoliers, au sein de la végétation arborée).

E. 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 nuls 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 :
0-36 m
37-316 m
317-539 m
540-1.030 m

Le seuillage a été effectué en fonction des observations de terrain, de l'interprétation de photographies aériennes, et de la visualisation sur écran de classes de pente et d'altitude en superposition avec la composition colorée améliorée.

- 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 36 m, 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 316 m se concentre l'essentiel de l'activité agricole ;
- de 317 à 539 m subsistent quelques pâturages et de rares vergers et apparaissent des formations arborées sur les plateaux étroits ;
- au-delà, l'activité agropastorale disparaît. Les crêtes et lanières de plateau sont occupées par des taillis spécifiques (de *Miconia calvescens* en particulier).

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

V. 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 à des difficultés de représentation cartographique ; erreurs de classification car de nombreux critères d'identification des unités, discernés par l'il 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. 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.

A. ORGANISATION DE LA LEGENDE

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.

On distingue à ce niveau l'appartenance à la plaine côtière (pentes faibles et première classe d'altitude), aux plateaux (pentes faibles et les trois autres classes d'altitude), aux vallées enfin (pentes fortes et trois altitudes supérieures).

La légende comporte, **en colonnes**, les quatre 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 mixte de la plaine côtière 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 "faciès" : c'est le cas en particulier des sols nus, dont la destination varie selon leur position dans le paysage.

B. LES PRINCIPALES UNITES CARTOGRAPHIQUES

1. LA VEGETATION NATURELLE

- La plaine côtière (formations arborées mixtes)

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 VAITEHORO, évolution récente due aux feux de brousse. En haute altitude, on a pu cartographier l'envahissement de certains versants par *Miconia calvescens*.

- 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 à grande échelle majeure 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 naturelle basse plurispécifique regroupe des prairies naturelles à graminées et cypéracées, et des jachères à graminées et dicotylédones qu'il n'a pas été possible de séparer les unes des autres. Il n'y a toutefois pas de confusion avec les prairies artificielles, quel que soit leur niveau d'exploitation.

La végétation haute de plateau a été scindée en trois formations :

- la forêt de plateau, en dessous du seuil d'altitude de 540 m, constituée de taillis de *Metrosideros* et de *Miconia* localement, et d'espèces de plus grande taille dont *Pandanus* est la plus visible. On y note fréquemment la présence d'épiphytes ;
- les taillis d'altitude, au-dessus de 540 m : ils sont situés en amont de landes à *Gleichenia* semées de pieds isolés de *Metrosideros* de petite taille : la densité de ces buissons augmente avec l'altitude, ainsi que leur taille, pour former des taillis très denses mêlés de *Miconia* et de *Psidium sinensis* ;

- lorsque le *Miconia* domine largement dans ces taillis, il constitue une unité à part.

Pour ces deux dernières unités, on remarque un pourcentage élevé de pixels non classés : cette imperfection de la classification a trois causes :

- la mise en coïncidence du MNT et de l'image SPOT, excellente dans la zone agropastorale, trouve ses limites à cette altitude ; l'imprécision de la correction géométrique est accentuée par l'extrême dissection des planèzes. Dans ce cas particulier, il est probable que l'introduction des canaux "morphologiques" a été une entrave à la classification ;
- les difficultés d'accès liées à la dissection du modelé, le champ de vision réduit par la végétation haute, n'ont pas permis d'effectuer assez de zones-test par rapport à la complexité du milieu.

En effet, l'envahissement par le *Miconia* semble lié à l'exposition : les versants sous le vent seraient totalement envahis alors que cette occupation se limiterait à la partie basse des versants au vent. La vérification de ces hypothèses nécessiterait une étude particulière ;

- dernière conséquence de la dissection des plateaux : l'ombrage important des nombreux petits versants. Compte tenu de l'incidence, dans ce milieu, de l'exposition sur la pluviométrie, l'hygrométrie, l'érosion et la composition floristique, il est délicat d'extrapoler la classification d'un versant au versant opposé sans un nombre suffisant de zones-test.

Il apparaît donc qu'une cartographie de l'envahissement des hautes terres par *Miconia* ne peut se faire sans une correction géométrique très précise de l'image et une vérité-terrain incluant des survols en hélicoptère, seul moyen de vérifier la logique d'implantation du *Miconia* en fonction de l'exposition des versants, et l'introduction dans la classification d'un fichier des expositions dérivé du MNT.

- *Les feux de brousse* sont facilement identifiables. Leur radiométrie résulte de celles du sol nu (dans le rouge), des cendres et de la végétation noircie, soit une teinte d'un vert très assombri sur la visualisation.

2. 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). Ils se traduisent 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'essentiels 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 cypéracées 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.

Des confusions radiométriques ont introduit dans cette classe des éléments peu étendus de la végétation naturelle, essentiellement en rebord de plateau : cette situation topographique, caractérisée par un changement de pente, des expositions variables, porte une végétation de *Gleichenia* le plus souvent (avec localement *Miscanthus* sp.) aux radiométries très modifiées par l'éclaircissement. L'étroitesse de cet élément de paysage fait que les radiométries enregistrées sont influencées par celles des unités voisines. Une fois classés, ces pixels forment des unités trop étendues (le long des crêtes) pour être éliminées par le lissage effectué avant impression, qui n'a éliminé que les pixels isolés. Une précision supérieure dans les corrections géométriques et l'introduction de fichiers "convexités" dans la classification aurait peut-être permis de les éliminer, mais on doit se souvenir que l'on travaillerait ici au niveau du pixel, soit 20 m sur le terrain.

- 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 *Killinga* n'ont pas pu être distinguées des autres, en raison vraisemblablement de la forte fertilisation des pâturages qui homogénéise la couleur et l'activité chlorophyllienne des plantes, cultivées ou adventices.

La classification adoptée reflète donc l'état instantané des pâturages au moment de la prise de vue : elle traduit la couverture du sol et l'activité chlorophyllienne de la végétation, décroissants selon les unités :

- pâturages denses
- modérément exploités
- exploités
- secs.

Une place à part a été faite aux pâturages non entretenus du plateau MARUMARUTUA, auxquels l'envahissement par les cypéracées et les dicotylédones donne une signature spectrale caractéristique.

C. QUANTIFICATION DES RESULTATS

1. SUPERFICIE DES UNITES CARTOGRAPHIQUES

La légende de la carte fait apparaître la superficie (en hectares) occupée par chacune des unités cartographiées, dans le domaine terrestre, ainsi que le pourcentage de la surface classée qu'elles occupent.

La superficie totale de la zone étudiée est de 5 600 hectares. Déduction faite des nuages et du non-classé, 4 356 hectares ont été affectés aux unités cartographiques (Voir tableau page suivante).

| | Formations naturelles | | | Domaine agropastoral | |
|--|-----------------------|------|--|----------------------|-----|
| | surface (ha) | % | | surface (ha) | % |
| Végétation basse et sèche de la plaine côtière | 94 | 2,2 | Cocoteraie entretenue | 102 | 2,3 |
| Végétation naturelle active | 45 | 1,0 | Arboré mixte de la plaine côtière | 280 | 6,4 |
| Marais | 13 | 0,3 | Prairie naturelle (végétation plurispécifique basse) | 157 | 3,6 |
| Forêt de vallée | 1 198 | 27,5 | Pâturages denses | 222 | 5,1 |
| Feux de brousse | 74 | 1,7 | Pâturages modérément exploités | 207 | 4,7 |
| Végétation basse de plateau | 736 | 16,9 | Pâturages exploités | 75 | 1,7 |
| Forêt de plateau | 195 | 4,5 | Pâturages secs | 17 | 0,4 |
| Taillis à <i>Miconia</i> | 114 | 2,6 | Pâturages non entretenus | 53 | 1,2 |
| Taillis d'altitude | 141 | 3,2 | Reboisements | 16 | 0,4 |

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

| Occupation | Surface (hectares) | % de la surface classée | % du domaine cultivable |
|---|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| - Cocoteraie entretenue | 102 | 2,3 | 4,0 |
| - Formations arborées mixtes de la plaine côtière | 280 | 6,4 | 11,0 |
| - 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 feux de brousse | 810 | 18,6 | 31,9 |
| TOTAL | 2 540 ha | | |

2. APPORT DU MNT

En dehors de l'amélioration de la classification qui a permis d'obtenir les données précédentes, en dehors de la possibilité (qualitative) de réaliser des vues perspectives habillées des différents fichiers issus du MNT (pentes, expositions) ou de l'image classée, le MNT a permis d'évaluer les superficies par tranche d'altitude et par classe de pente.

Les statistiques qui suivent ont été obtenues par seuillage des altitudes et pentes dans DIDACTIM (après transfert des fichiers LAMONT).

Les superficies découlent du comptage (automatique) des pixels, chaque pixel représentant 400 m² (en projection horizontale).

Pour les pentes de 0 à 50% nous donnons les surfaces corrigées en fonction de la pente moyenne (a) de la classe :

$$\text{surface réelle moyenne} = \frac{\text{surface en projection}}{\cos \alpha}$$

ALTITUDE

| Altitudes | Nombre de pixels | Surface (ha) en projection | Surfaces cumulées | Altitudes |
|-------------|------------------|----------------------------|-------------------|-----------|
| 0 - 100 | 47 368 | 1 895 | 1 895 | 0 - 100 |
| 100 - 200 | 5 940 | 1 038 | 2 933 | 0 - 200 |
| 200 - 300 | 19 843 | 794 | 3 727 | 0 - 300 |
| 300 - 400 | 12 806 | 512 | 4 239 | 0 - 400 |
| 400 - 500 | 13 043 | 513 | 4 752 | 0 - 500 |
| 500 - 600 | 8 317 | 333 | 5 085 | 0 - 600 |
| 600 - 700 | 5 933 | 237 | 5 322 | 0 - 700 |
| 700 - 800 | 4 223 | 169 | 5 491 | 0 - 800 |
| 900 - 1 000 | 1 661 | 66 | 5 557 | 0 - 1 000 |
| > 1 000 | 1 070 | 43 | 5 600 | 0 - 1 030 |

PENTES

| Classes de pente | Nombre de pixels | Surface (ha) en projection | Surface cumulée | Classes de pente | Surface réelle moyenne | Surface cumulée |
|------------------|------------------|----------------------------|-----------------|------------------|------------------------|-----------------|
| 0 - 2,5% | 20 348 | 814 | 814 | 0 - 2,5 | 814 | 814 |
| 2,5 - 5 | 7 653 | 306 | 1 120 | 2,5 - 5 | 307 | 1 121 |
| 5 - 7,5 | 10 927 | 437 | 1 557 | 5 - 7,5 | 440 | 1 561 |
| 7,5 - 10 | 2 856 | 114 | 1 671 | 7,5 - 10 | 118 | 1 679 |
| 10 - 12,5 | 7 310 | 292 | 1 963 | 10 - 12,5 | 304 | 1 983 |
| 12,5 - 15 | 5 248 | 210 | 2 173 | 12,5 - 15 | 223 | 2 206 |
| 15 - 17,5 | 7 373 | 295 | 2 468 | 15 - 17,5 | 322 | 2 528 |
| 17,5 - 20 | 8 038 | 322 | 2 790 | 17,5 - 20 | 363 | 2 891 |
| 20 - 25 | 7 825 | 313 | 5 103 | 20 - 25 | 339 | 3 230 |
| 25 - 30 | 6 075 | 243 | 3 346 | 25 - 30 | 274 | 3 504 |
| 30 - 35 | 6 058 | 242 | 3 588 | 30 - 35 | 287 | 3 791 |
| 35 - 40 | 4 787 | 191 | 3 799 | 35 - 40 | 241 | 4 032 |
| 40 - 45 | 3 929 | 157 | 3 936 | 40 - 45 | 213 | 4 245 |
| 45 - 50 | 8 200 | 328 | 4 164 | 45 - 50 | 485 | 4 730 |
| 50 - 60 | 6 569 | 263 | 4 527 | | | |
| 60 - 70 | 5 976 | 239 | 4 766 | | | |
| 70 - 80 | 5 049 | 202 | 4 968 | | | |
| 80 - 90 | 3 963 | 159 | 5 127 | | | |
| 90 - 100 | 9 872 | 395 | 5 522 | | | |
| 100 - 150 | 1 651 | 66 | 5 588 | | | |
| 150 - 200 | 250 | 10 | 5 598 | | | |
| 200 - 250 | 38 | 2 | 5 600 | | | |
| 250 - 300 | 3 | ≈ 0 | 5 600 | | | |

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.

La carte des états de surface au 1/20.000 a été éditée à partir des sorties imprimante, sur lesquelles a été faite une sélection des couleurs ; l'intervention manuelle des cartographes s'est limitée à la réalisation de surcharges et au montage des écritures. Cette carte reste un document classique, synthétique, irremplaçable car facile à consulter, mais figé.

On dispose parallèlement de données numériques, sur support informatique, exploitables à l'infini en fonction des demandes des utilisateurs. L'informatisation croissante de ces derniers les amènera dans un avenir proche à exploiter eux-mêmes ces données, et à demander l'information sous les deux formes, imprimée et numérique.

L'étude de Taravao a montré la possibilité de fournir ces résultats avec des logiciels d'accès facile, fonctionnant sur micro-systèmes de coût modéré, ce qui facilite le transfert de la technologie mise au point.

BIBLIOGRAPHIE

- BRUNEAU M., KILIAN J., 1986 - L'apport des données satellitaires dans l'établissement de cartes utilisé par le développement rural. V. CNES. SPOT IMAGE. Colloque international SPOT-1. Premiers résultats en vol., 17-19 décembre 1986
- DENEUFBOURG C., 1965 - Carte géologique à l'échelle du 1/40.000. Notice explicative sur la feuille Tahiti. BRGM
- DEPRAETERE C. - Notices OVNIH. Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM :
n° 4. LAMONT : logiciel d'application des MNT (décembre 1989)
n° 6. OROLOG : logiciel de calcul de MNT à partir des courbes de niveau (juillet 1990)
- 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
- GERSAR, 1989 - Mise en valeur agricole des plateaux de Tahiti et Moarea, 2^{ème} phase. 1989
- JAMET R., 1987 - Les sols et leurs aptitudes culturales et forestières. Tahiti. ORSTOM, notice explicative n° 107, 1987
- SERVANT J., 1974 - Un problème de géographie physique en Polynésie Française : l'érosion. Exemple de Tahiti. Cah. ORSTOM, sér. Sci. Hum., vol. XI, n° 3/4-1974 : 203-209.
- SERVICE DE L'ECONOMIE RURALE, - Plateau de Taravao. Etude agroéconomique
- SOROQUERE G., MONDON G., 1979 - Liste des principaux végétaux ligneux de la Polynésie française