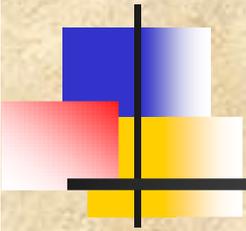
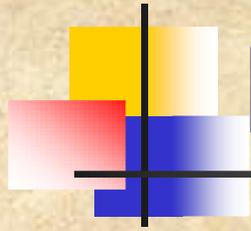


# Téledétection et Traitement d'Images des Iles de Polynésie Française





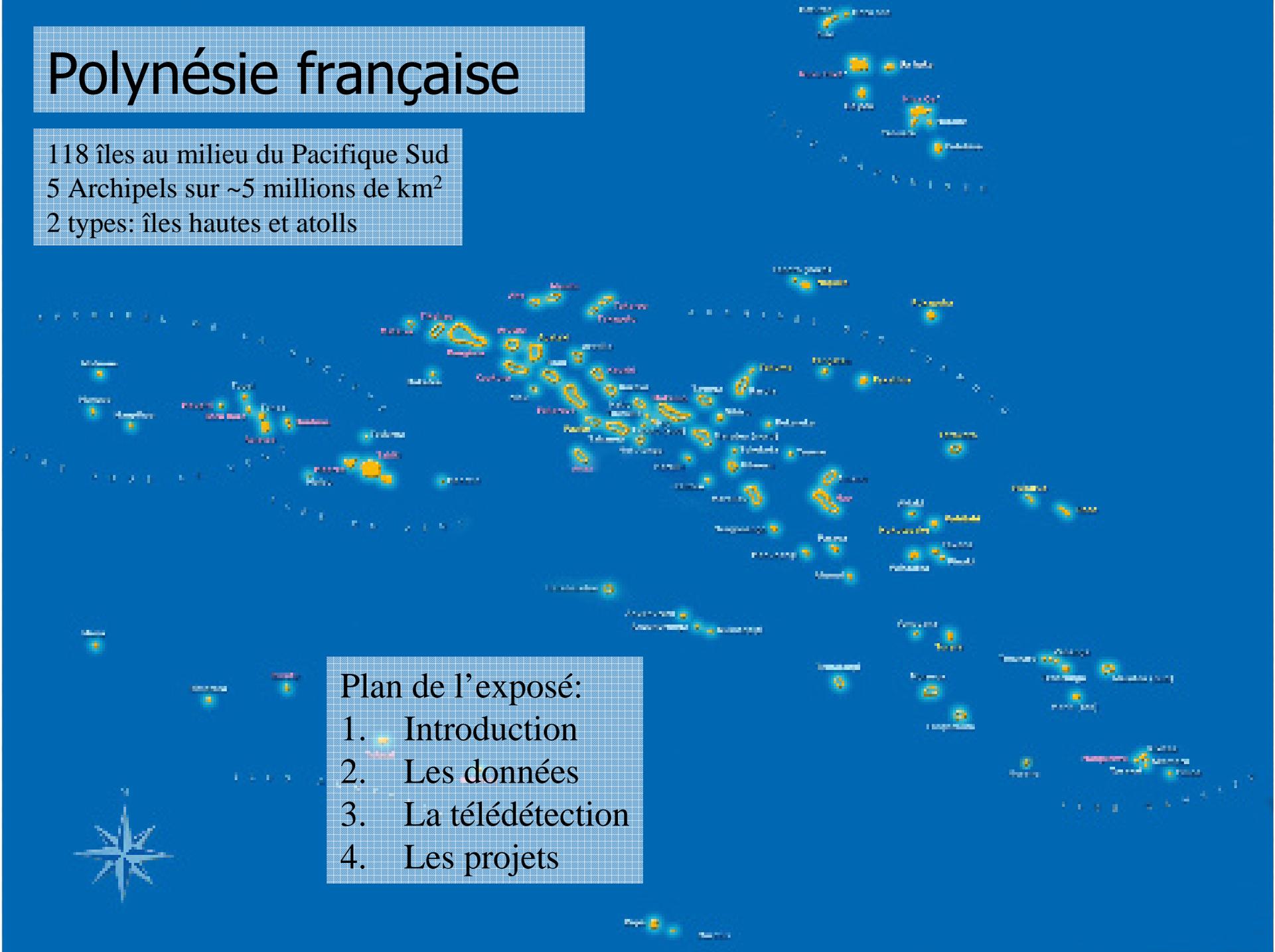
# Equipe télédétection

---

- Benoît Stoll
  - MCF 61 à l'UPF depuis sept 2001
  
- Sébastien Chabrier
  - MCF 27/61 à l'UPF depuis sept 2007
  
- Patrick Capolsini
  - MCF 27 à l'UPF depuis sept 1994
  
- Robin Pouteau
  - Doctorant depuis octobre 2008

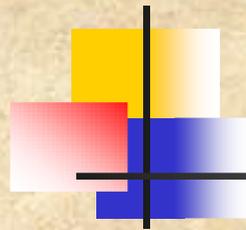
# Polynésie française

118 îles au milieu du Pacifique Sud  
5 Archipels sur ~5 millions de km<sup>2</sup>  
2 types: îles hautes et atolls



Plan de l'exposé:

1. Introduction
2. Les données
3. La télédétection
4. Les projets



# Objectifs globaux

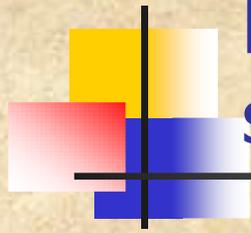
---

Objectifs principaux:

- Identification du couvert végétal et urbain
- Evolution du couvert végétal entre 2 périodes

Les données qui seront exploitées sont de 3 types:

- **les images " multi-spectrales à haute résolution spatiale "**
- **les images " radar " polarimétrique ou interférométrique**
- **la donnée terrain ou "vérité terrain"**



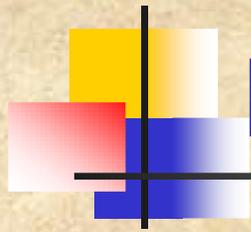
## Les images " multi-spectrales à haute résolution spatiale "

---

- **Quickbird** (4 bandes et 1,5m de résolution) sur certaines îles
- **Ikonos** (3 bandes et 0,8m de résolution, en stéréo sur les îles hautes)
- **Spot5** (4 bandes R,V,NIR,MIR en 10m ou Panchromatique en 2,5m)

### **La donnée satellite**

- Remplace les campagnes de photo aériennes
- Permet d'obtenir des classifications de la végétation selon des paramètres fréquentiels de celle ci (couleur RVB + IR, Panchromatique)



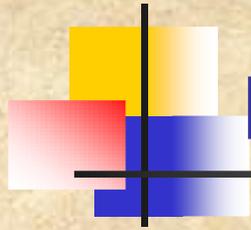
# Les images " radar "

---

- **AirSAR** (bande C\_TOPSAR, L et P\_POLSAR, 5m de résolution)
- tout autre satellite radar haute définition (donnée à programmer)

## **La donnée radar**

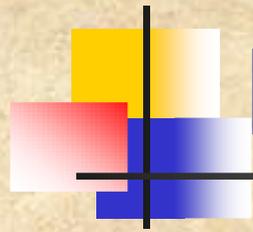
- Permet d'obtenir des classifications de la végétation selon des paramètres structurels de celle ci (physiologie des troncs et branches, taux d'humidité, quantité de feuillage, etc...)
- Mission PACRIM2 de JPL AirSAR a eu lieu en 2000
- Donnée Full Polarimétrique en bande L et P
- Donnée TopSAR en bande C (dont le MNT qui en est tiré)



# La donnée terrain

---

- Nécessaire pour toute étude en télédétection
- Recueil sur le terrain d'informations géo-référencées sur l'état de la végétation
- Base d'apprentissage pour les algorithmes de Classification-Segmentation
- Validation des traitements par quantification des résultats
- Appuis du SDR au niveau Humain et matériel sur place, et partage de résultats d'études terrain (Nuku Hiva) par signature de convention d'échange de donnée
- Mission terrain spécifiques



# Exemples de couvert végétal

## *Différent types de forêts*



Purau



Falcata



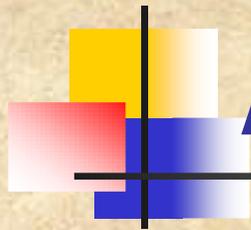
Guava



Pinus

## *Différent types de végétation basse*





# Acquisition satellite

Résolution de l'acquisition du satellite

=

Taille de la zone représentée par un pixel

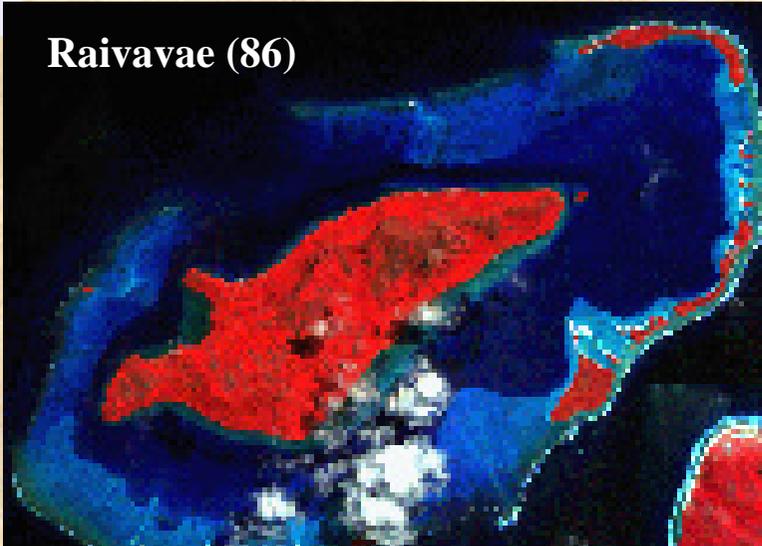


2,5m

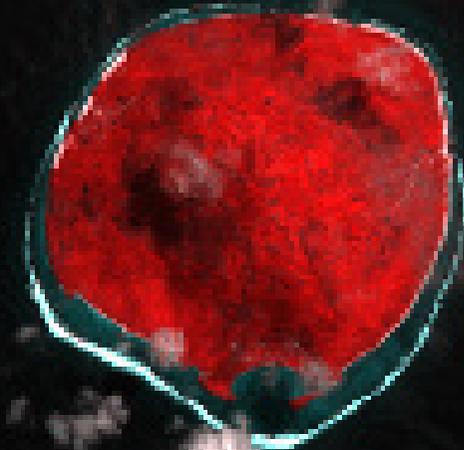
2,5m

# Images SPOT Low Res

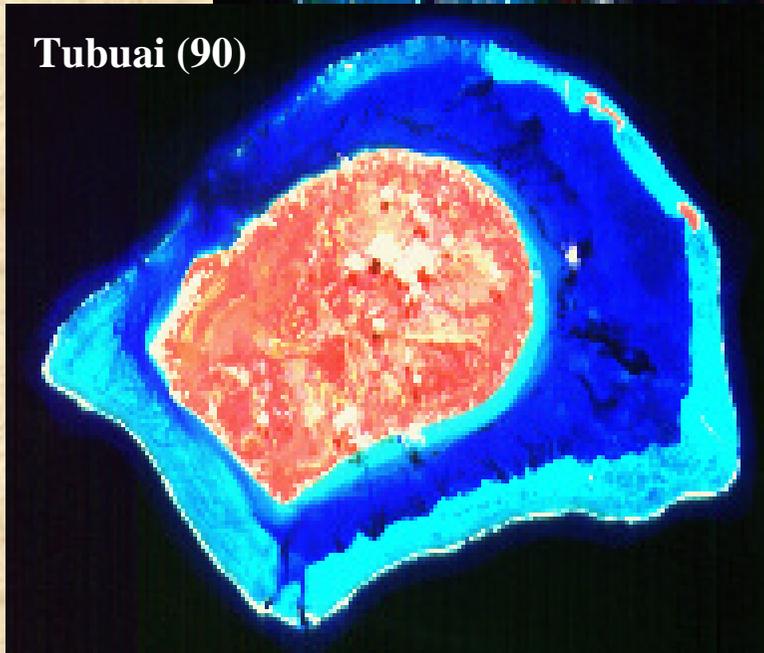
Raivavae (86)



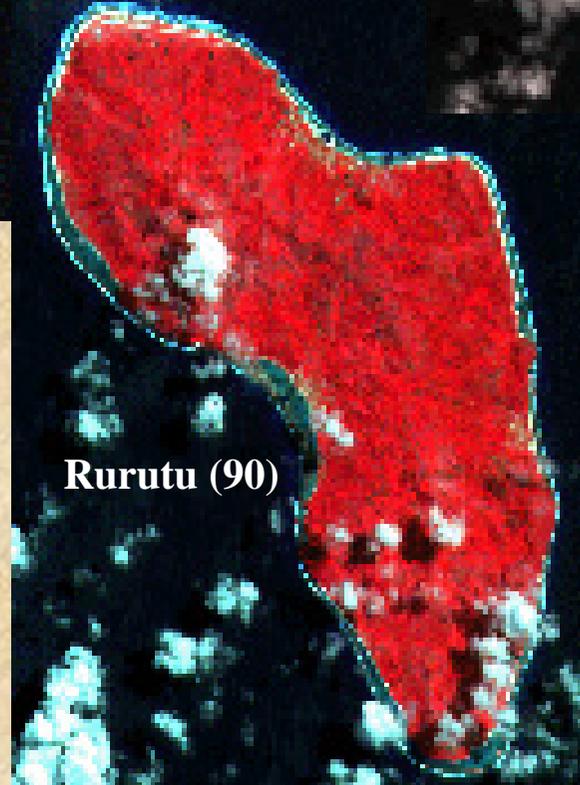
Rimatara (86)



Tubuaitai (90)

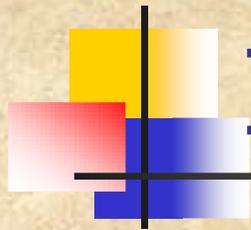


Rurutu (90)

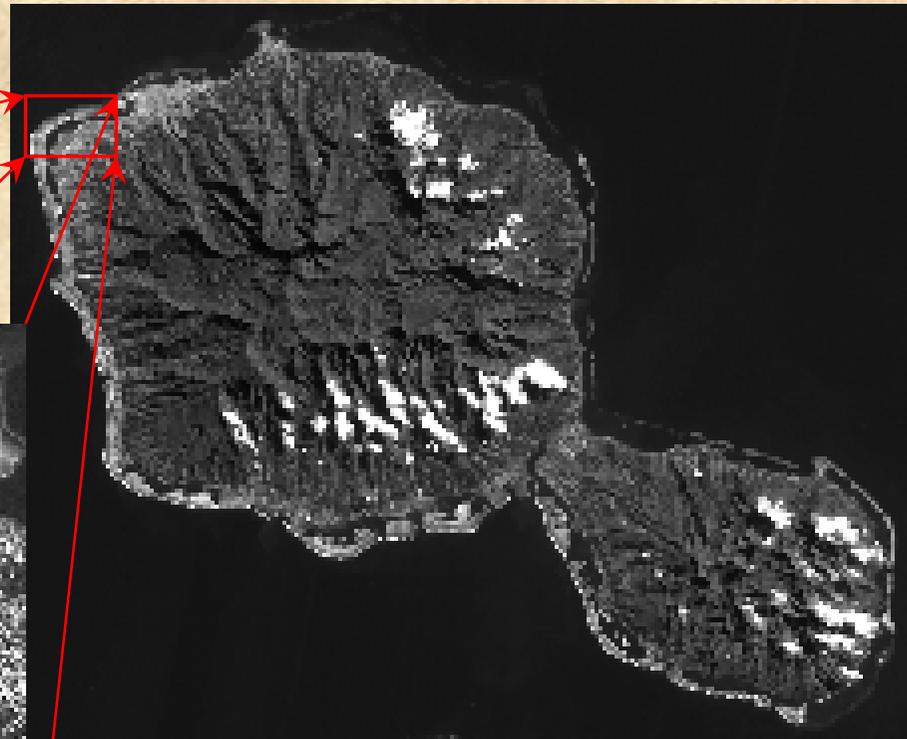


Spot:

- 3 bandes: B,V,IR
- Résolution: 30 mètres



# Images SPOT5 High Res



## Spot5:

- 2 bandes: B,V
- Résolution: 10 mètres
- 1 bande: IR
- Résolution: 2.5 mètres

# Quickbird Raivavae

## Quickbird:

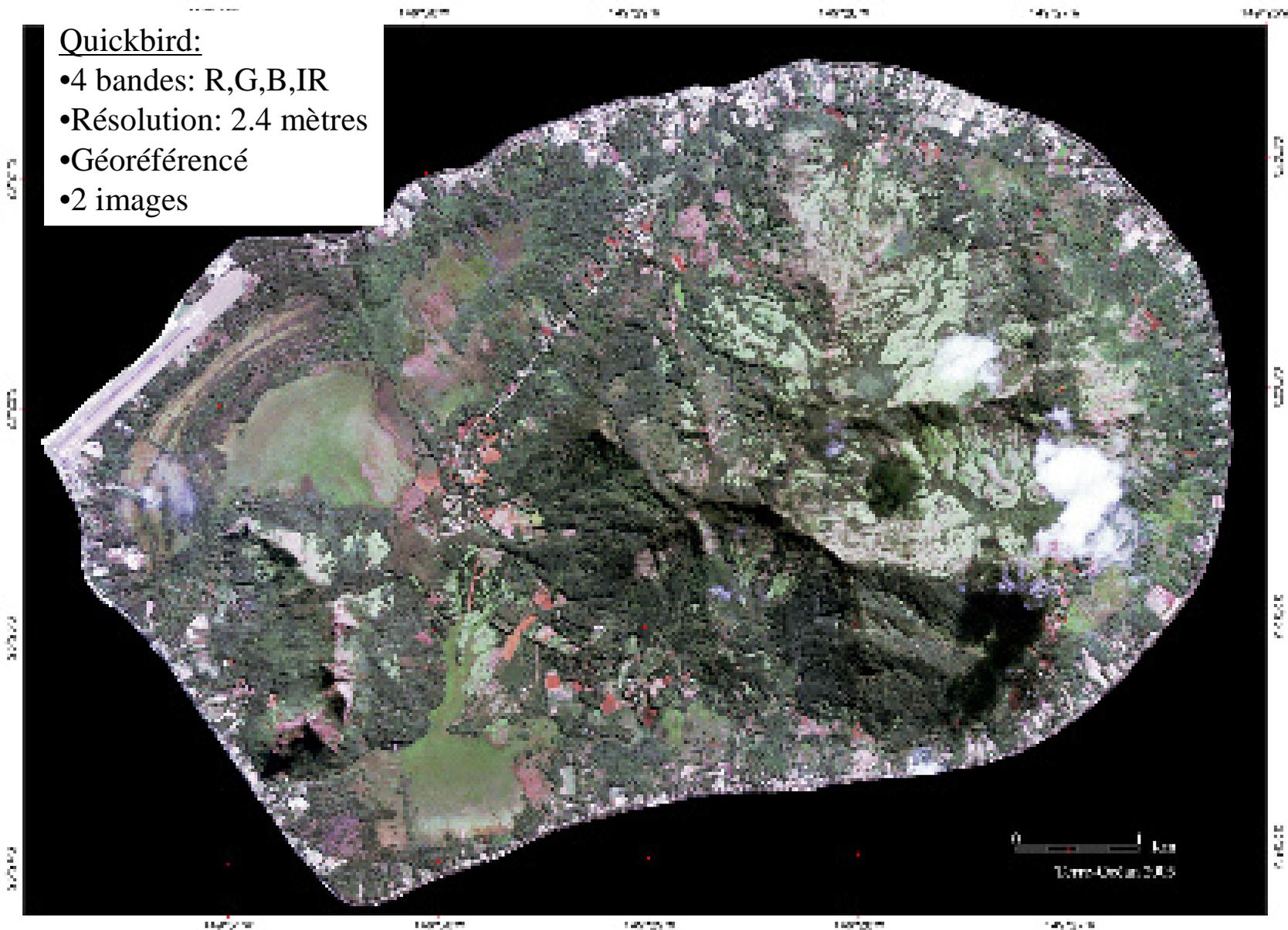
- 4 bandes: R,G,B,IR
- Résolution: 2.4 mètres
- Géoréférencé

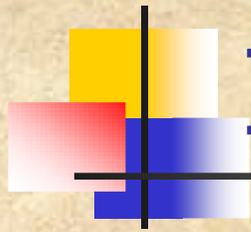


# Quickbird Tubuai

## Quickbird:

- 4 bandes: R,G,B,IR
- Résolution: 2.4 mètres
- Géoréférencé
- 2 images

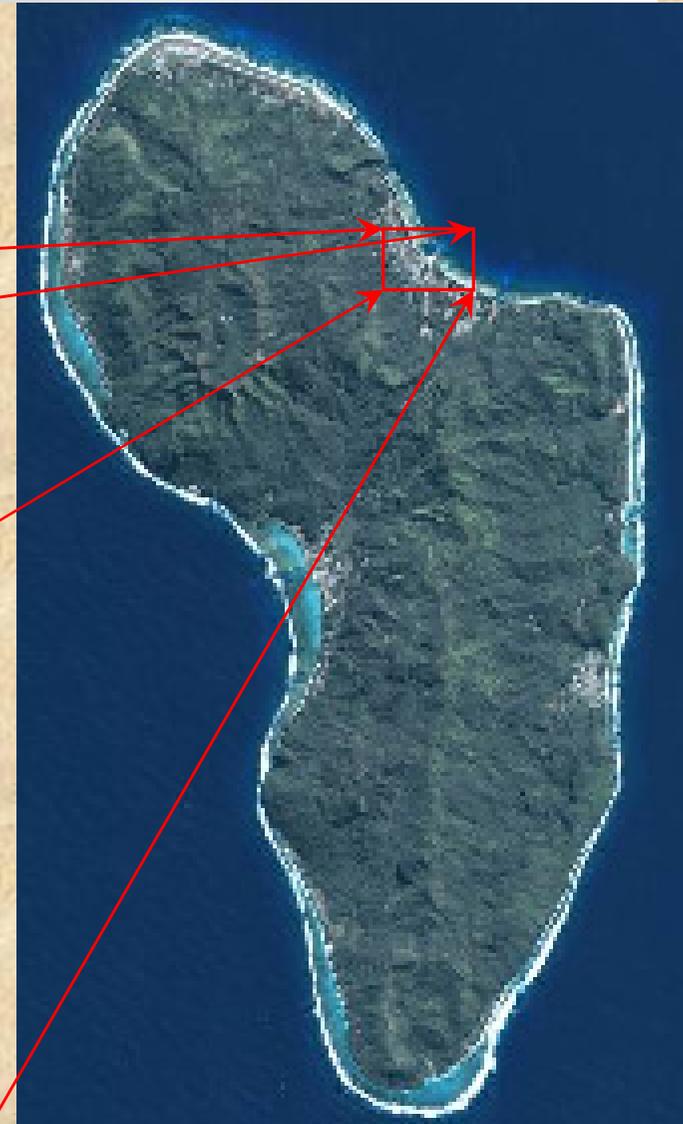


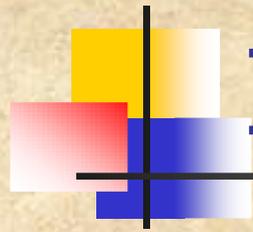


# IKONOS Rurutu

## Ikonos:

- 3 bandes: R,G,B
- Résolution: 0.8 mètres
- Géoréférencée
- Stéréo



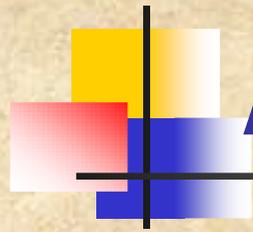


# IKONOS Rimatara

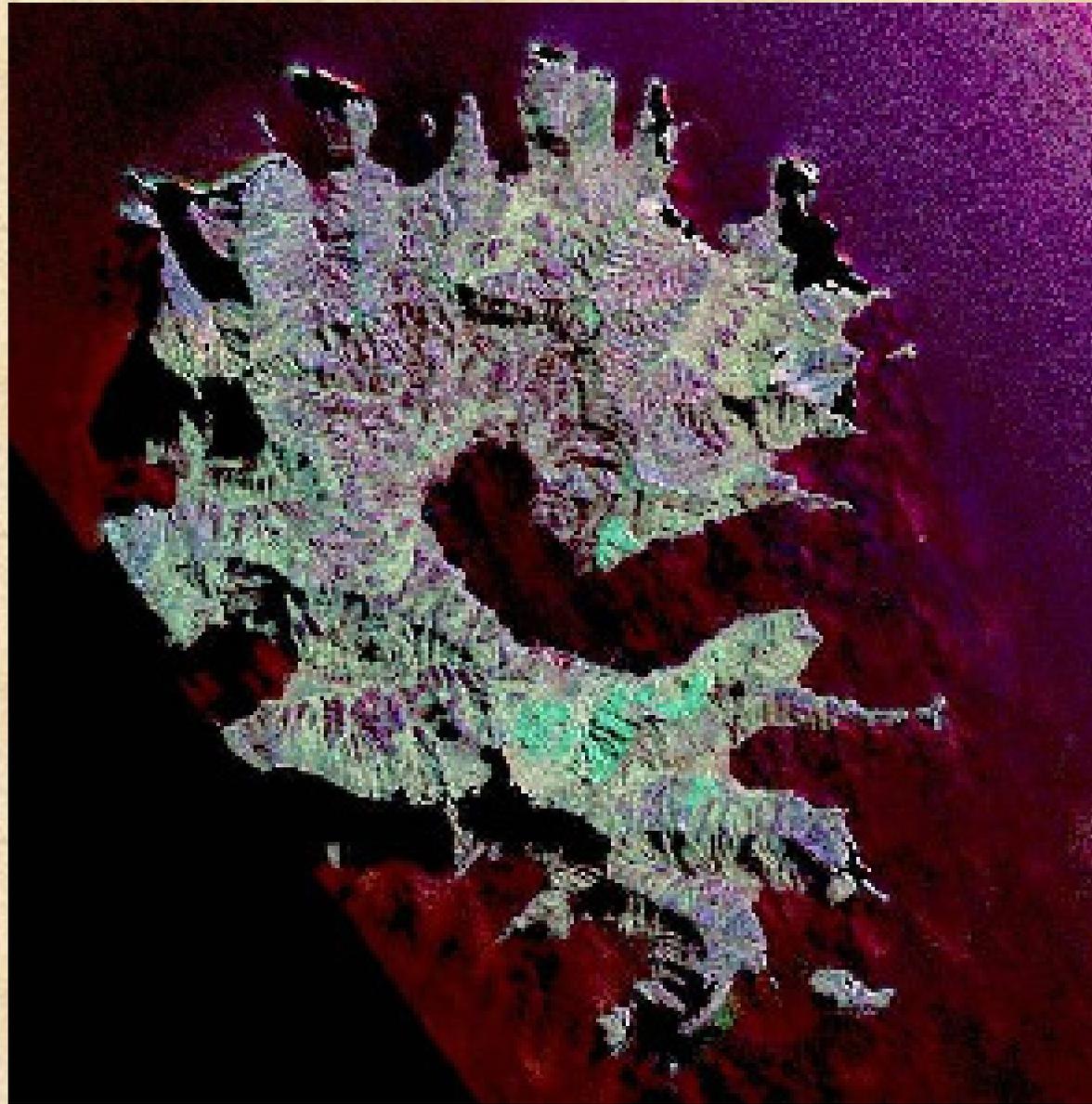
Ikonos:

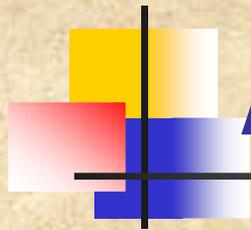
- 3 bandes: R,G,B
- Résolution: 0.8 mètres
- Géoréférencée
- Stéréo





# AirSAR Rapa 5m

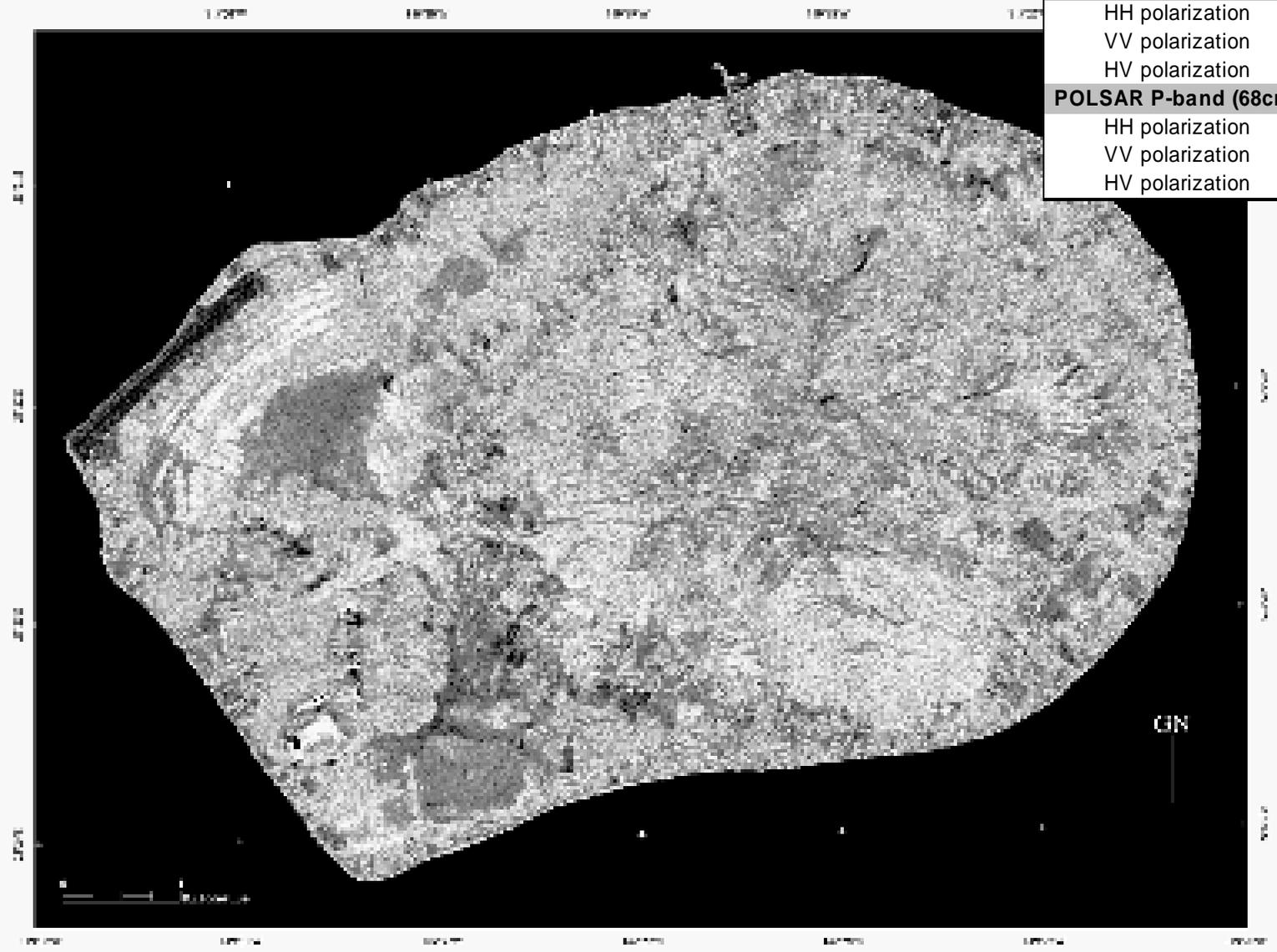




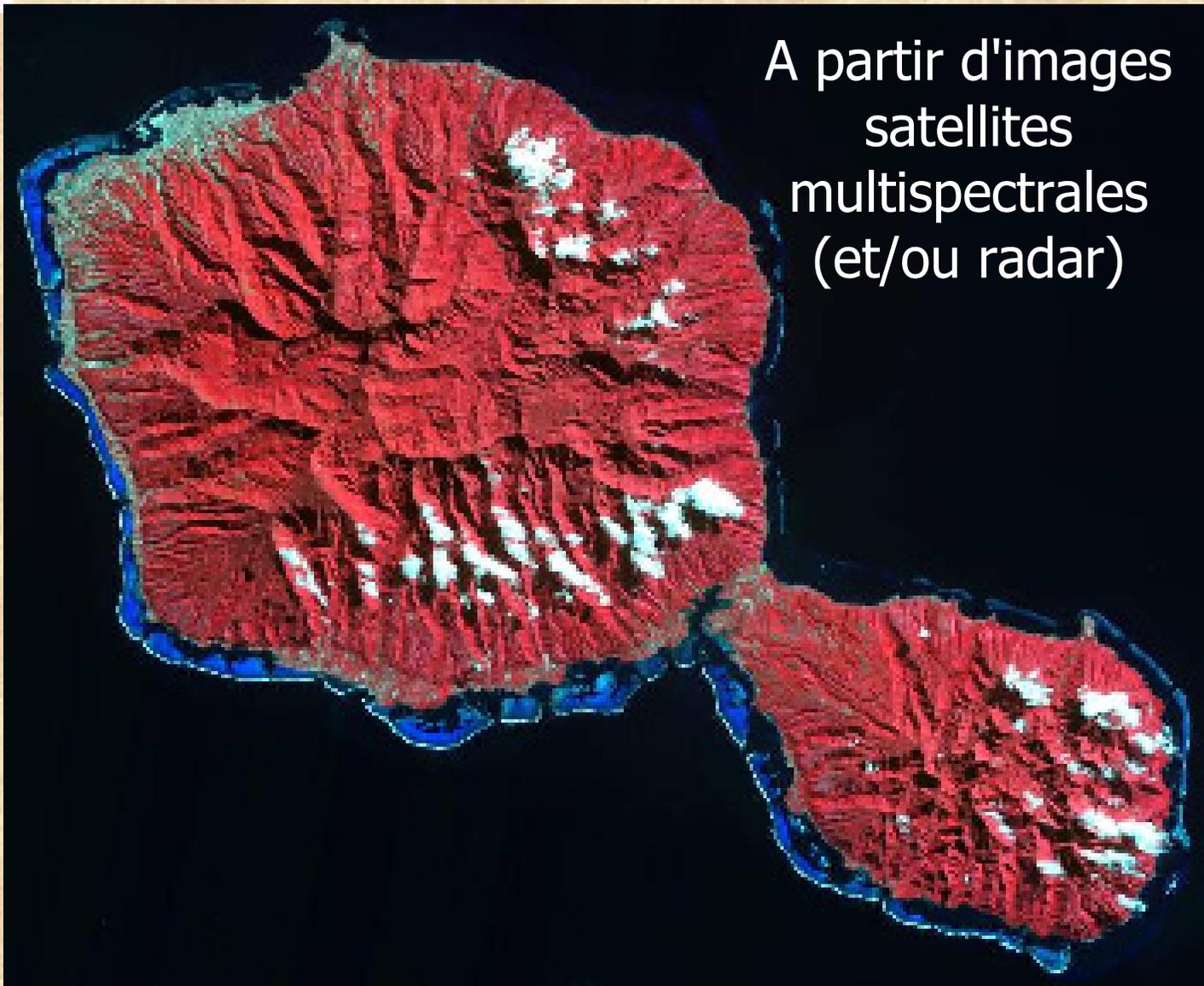
# AirSAR Tubuai 5m

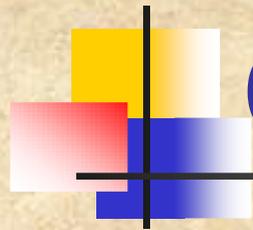
- C-VV
- Inc.Angle
- Corr. Coef.
- MNT
- L-HH
- L-HV
- L-VV
- P-HH
- P-HV
- P-VV

<b>TOPSAR C-band (5.6cm)</b>
VV polarization
Correlation
Incidence Angle
DEM
<b>POLSAR L-band (25cm)</b>
HH polarization
VV polarization
HV polarization
<b>POLSAR P-band (68cm)</b>
HH polarization
VV polarization
HV polarization

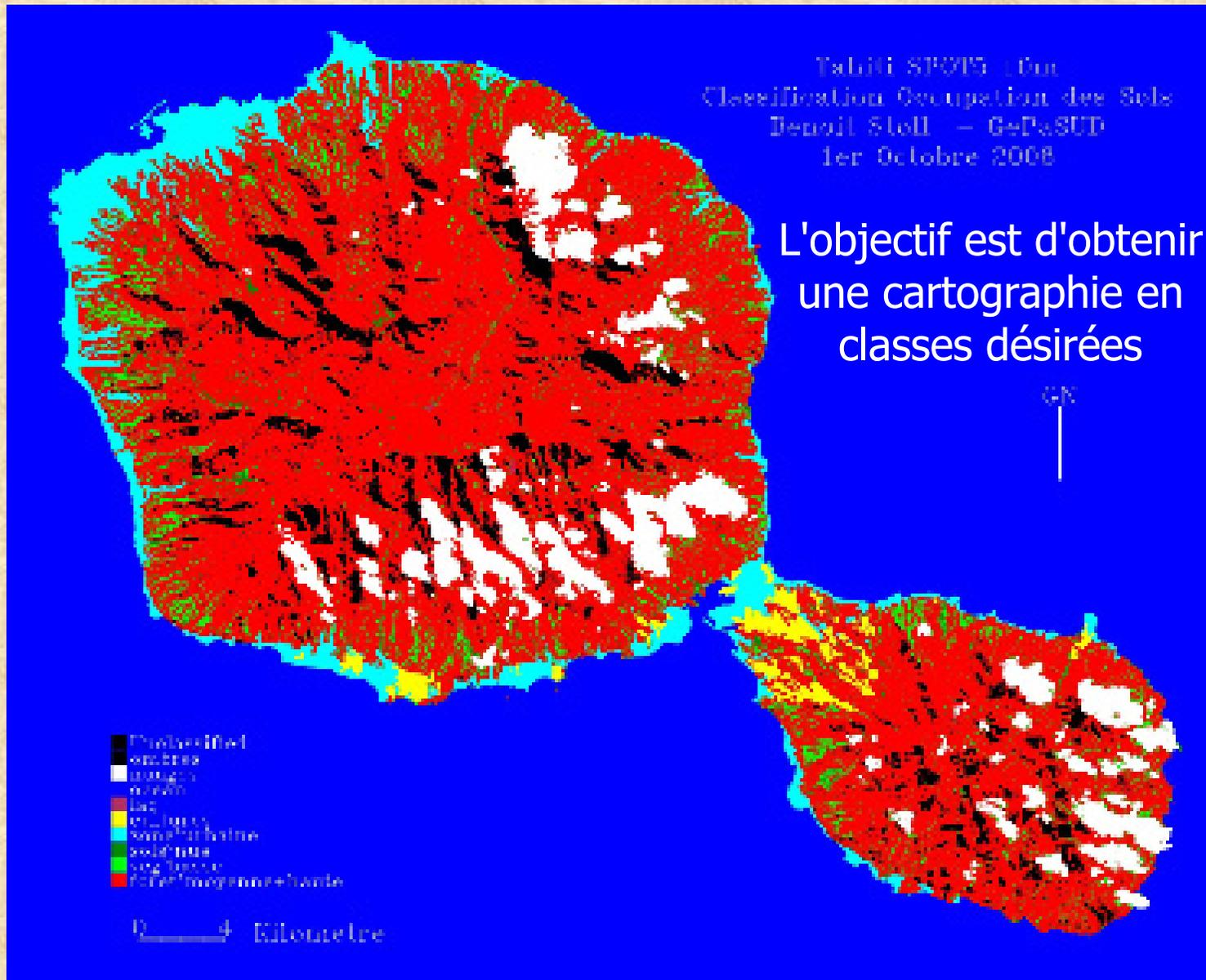


# Objectifs de la télédétection





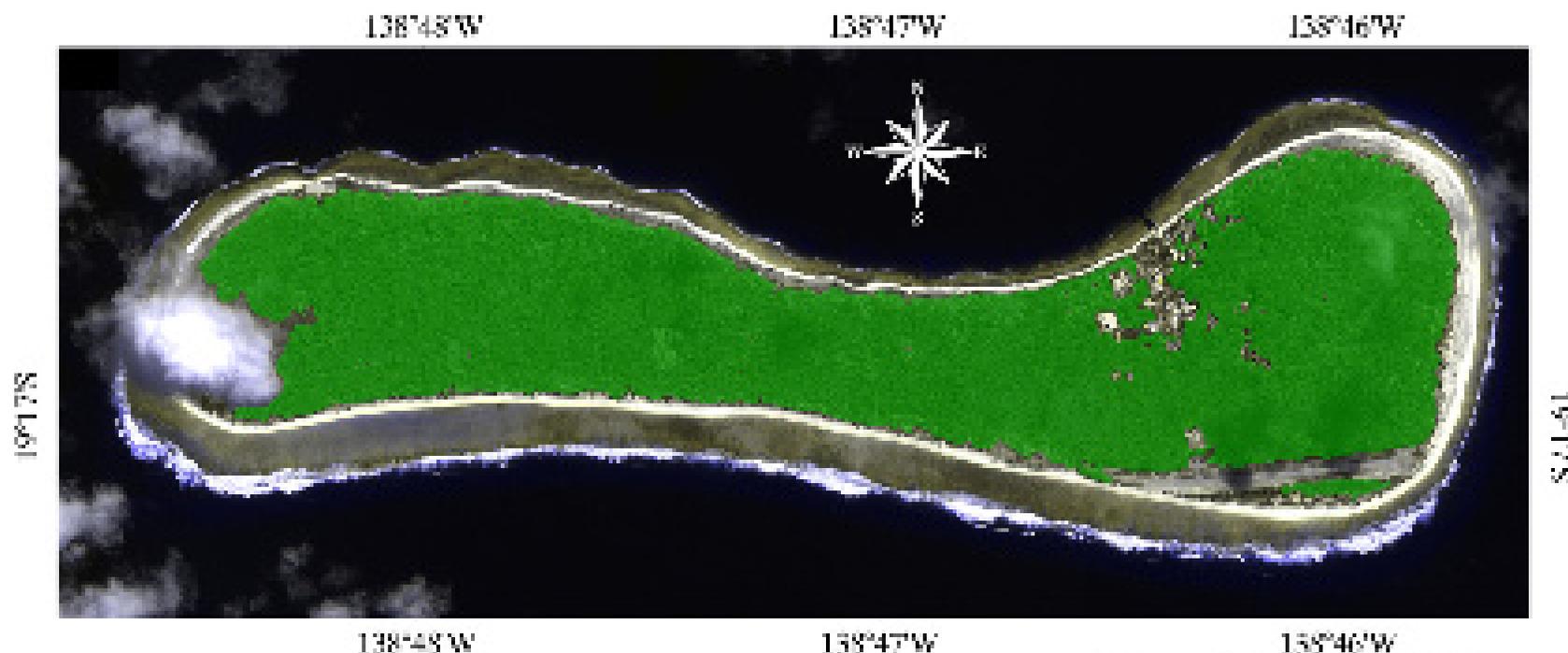
# Objectifs de la télédétection



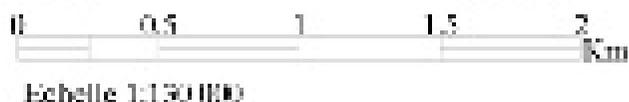
# Objectifs de la télédétection



## Atoll de Nukutavake Estimation de la surface de la cocoteraie



Projection: UTM, Zone: 75  
Pixel Size: 0.8 Metres  
Datum: WGS-84  
Ellipsoïde: WGS 84



Surface estimée par télédétection

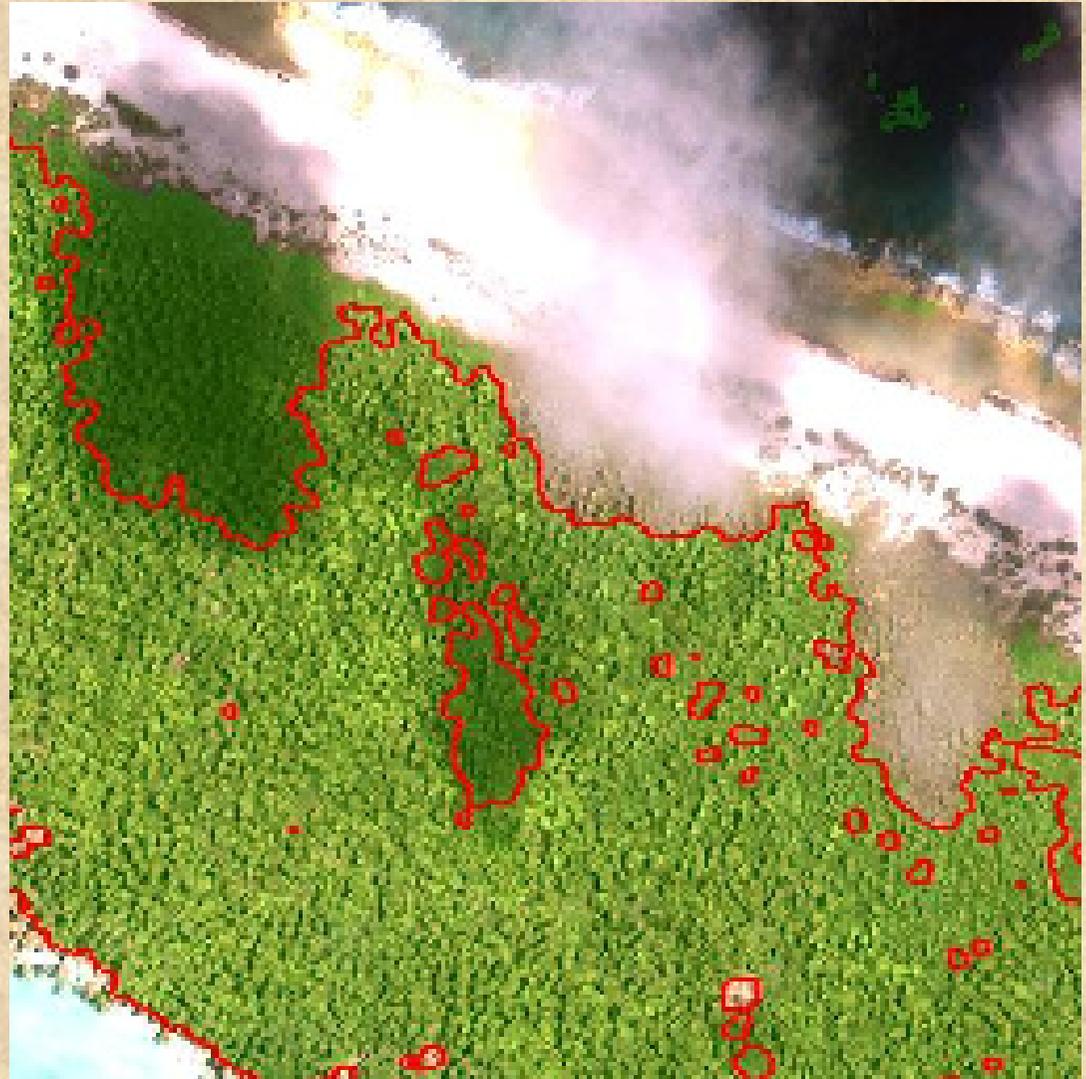
■ Cocoteraie (>IIIa): 331,576 Hectares

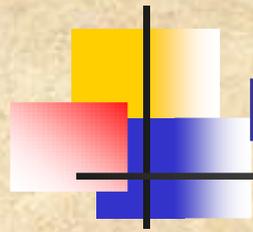
**Et éventuellement  
d'effectuer des calculs sur  
ces résultats**

Copyrights GePaSud & LIP6 - 6 Février 2005

# Problèmes importants en télédétection

- Gestion des nuages et de leurs ombres

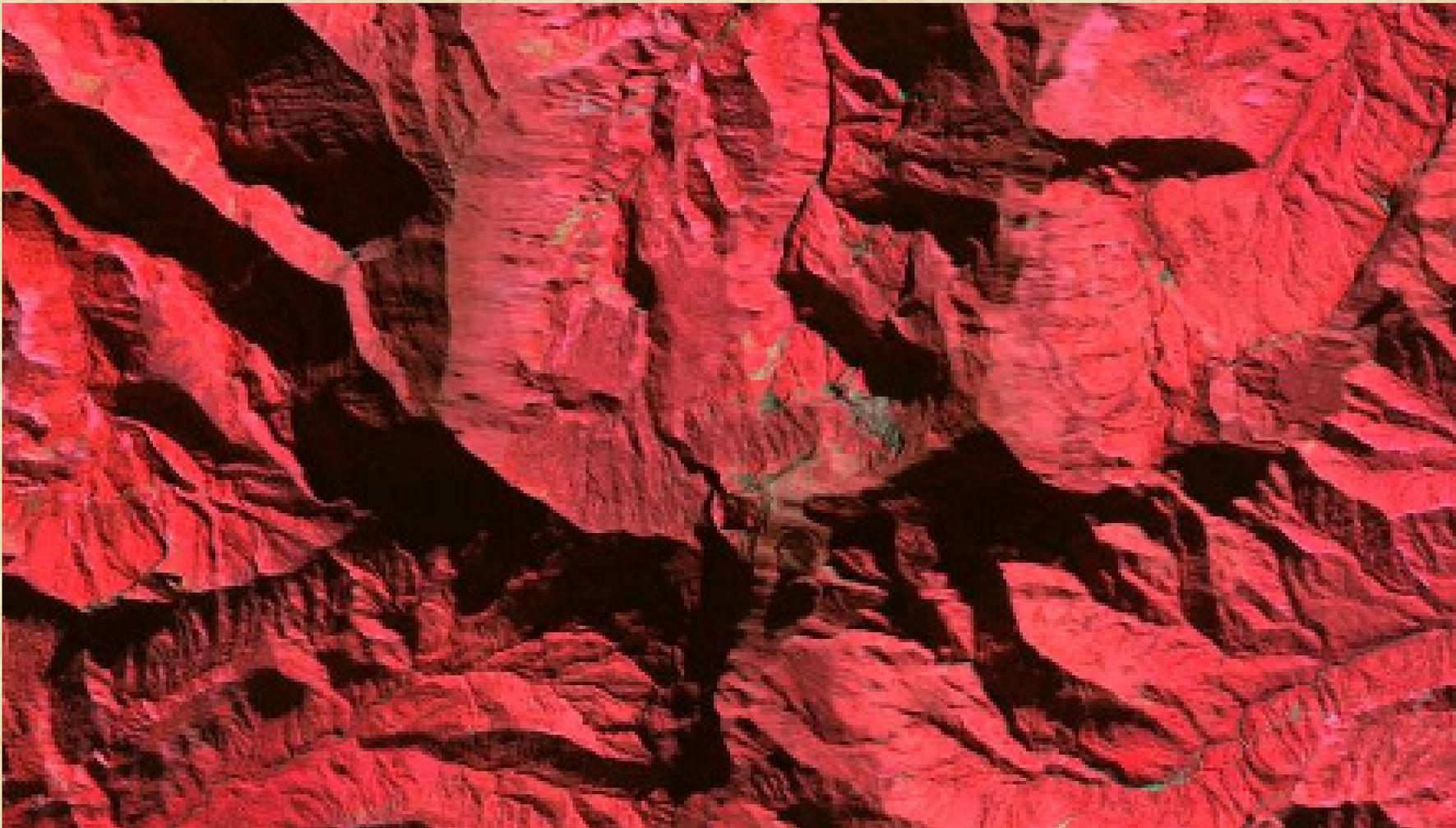


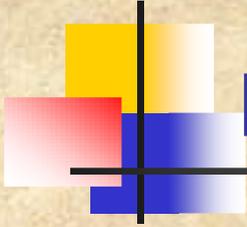


# Problèmes importants en télédétection

---

- Gestion des pentes des montagnes

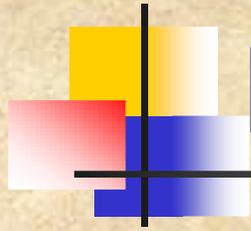




# Problèmes importants en télédétection

---

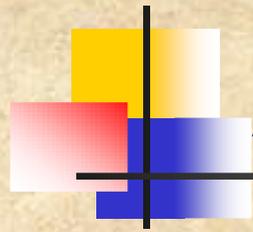
- Pansharpening
- Choix des classes
- Taille des données
- Masquage ? Nouvelle classe à apprendre ?
- Géoréférencement, recalage, mosaïque, ...
- Validation des résultats sur le terrain
- ...



# Projets du pôle télédétection

---

- 1. Moorea – AirSAR – MASTER**
- 2. Tubuai – Australes – AirSAR + Quickbird**
- 3. Tikehau – Tuamotu – Ikonos**
- 4. Nuku Hiva – Marquises – AirSAR + Ikonos**
- 5. Tahiti – Société – AirSAR + SPOT5**



# ***Moorea – AirSAR – MASTER***

---

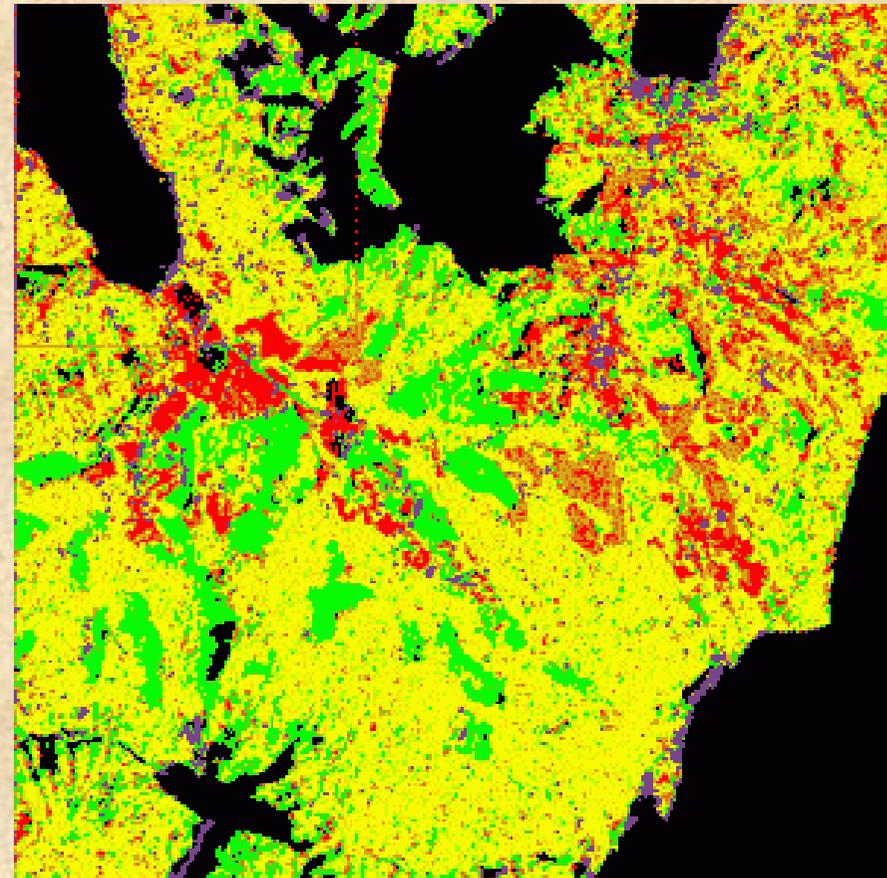
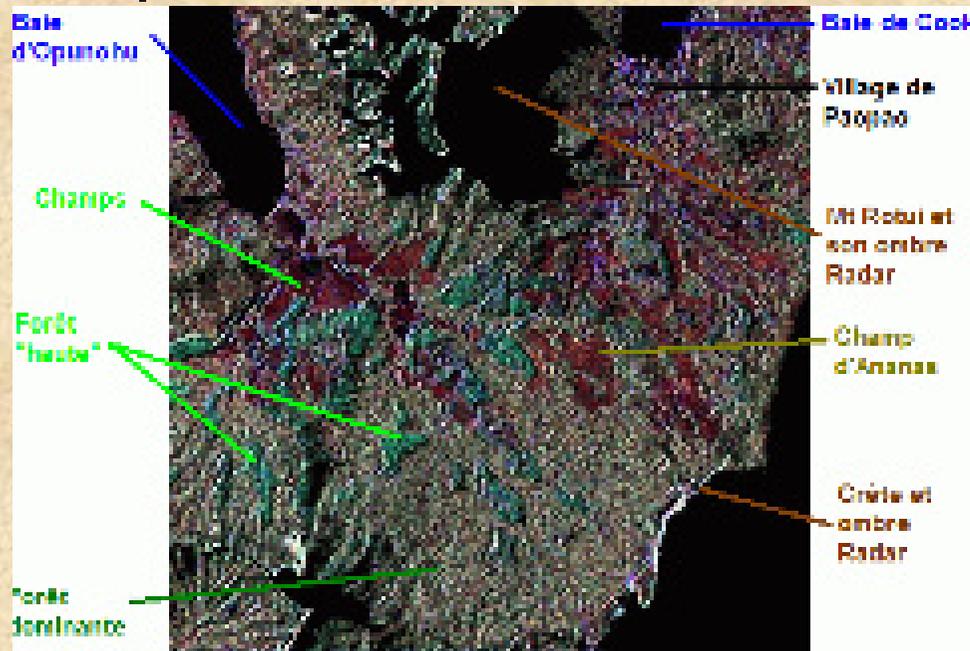
## **Encadrement:**

- Johan Thomas, Stagiaire école d'ingénieur (2003).  
Etude de la Cartographie du Couvert Végétal des Iles Hautes Polynésiennes.

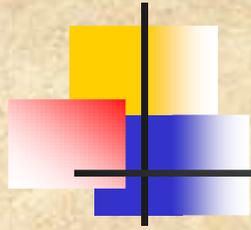
## **Collaborations :**

- JPL AirSAR - NASA
- Service de l'Urbanisme

# Moorea – AirSAR – MASTER



- forêt haute
- forêt moyenne
- champs d'ananas
- champs à paturage
- zone hurbaine



## ***Tubuai – Australes – AirSAR + Quickbird***

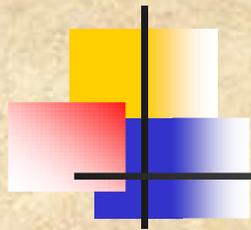
---

### **Encadrements :**

- Rémy Provin, Stagiaire école d'ingénieur (2004). Cartographie de la végétation des îles Australes à partir d'images AirSAR ou MASTER.
- Cédric Lardeux, Stagiaire MASTER2 (2005) puis Doctorant (2006). Apport de la Polarimétrie Radar à la Cartographie Thématique en Polynésie française.

### **Collaborations :**

- Laboratoire G2I Université de Paris Est - Marnes – La – Vallée
- CNES - Toulouse
- Service de l'Urbanisme

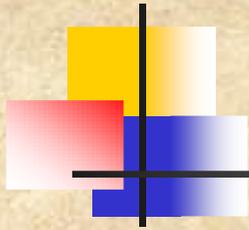


## *Tubuai – Australes – AirSAR + Quickbird*

---

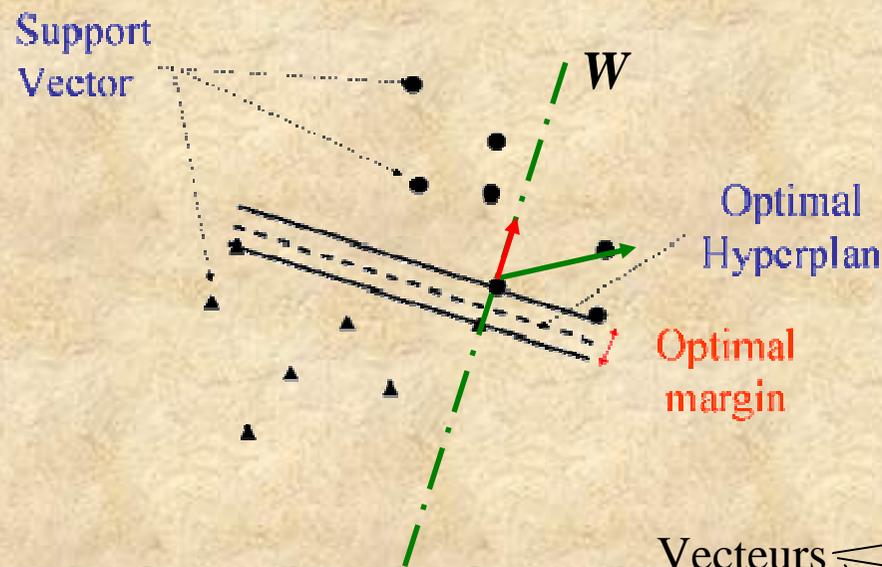
### Principe proposé

- De nombreuses bandes d'indicateurs polarimétriques radar sont à disposition (17)
- Des indices reposant sur ces différentes bandes ou sur les bandes R/G/B/IR existent pour détecter la végétation plus ou moins dense.
  - Ces indices sont très limités.
- L'objectif de cette étude a alors été de proposer une nouvelle méthode pour mieux détecter différentes catégories d'arbres grâce à une combinaison des bandes radar en utilisant une méthode d'apprentissage : les SVM.

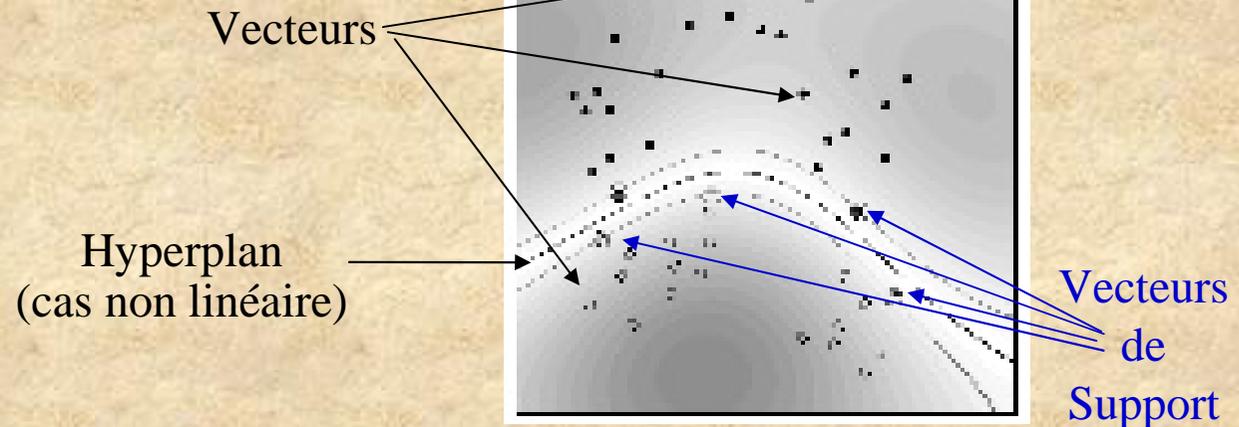


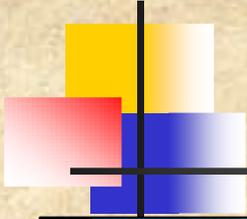
# *Tubuai – Australes – AirSAR + Quickbird*

- Principe des Séparateurs à vaste marge (Support Vector Machine)



Apprentissage  
puis  
Reconnaissance





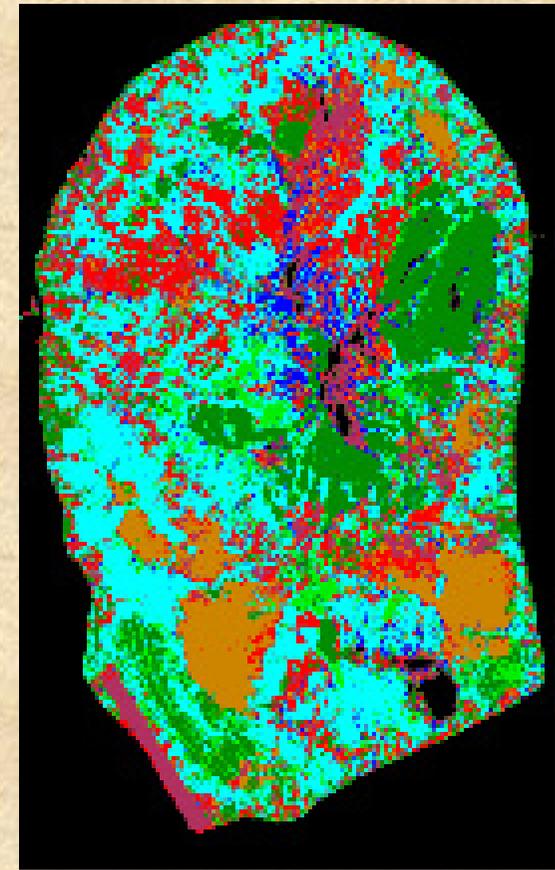
# *Tubuai – Australes – AirSAR + Quickbird*



Quickbird

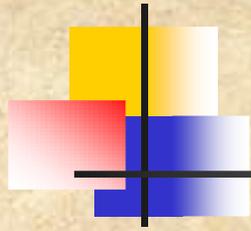


Bande L AirSAR



Résultat de  
classification  
Sur C+L+P

 Pinus	 Falcata	 Purau	 Guava
 Fern lands	 Swamp	 Bare soils	 No data



# *Tikehau – Tuamotu – Ikonos*

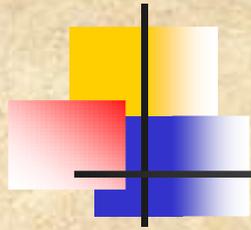
---

## **Encadrement:**

- Raimana Teina Doctorant (2006). Etude pilote de la cocoteraie des Tuamotu sur des images Ikonos - Tikehau.

## **Collaborations :**

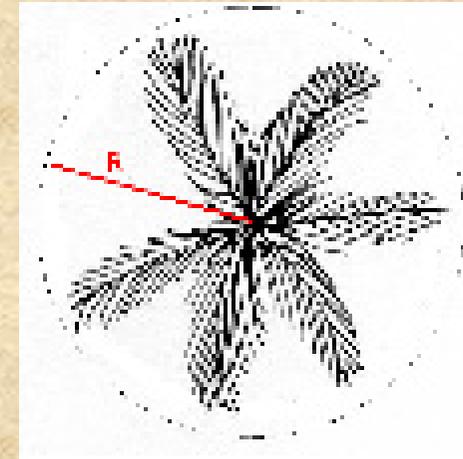
- Laboratoire LIP6 – Université Pierre et Marie Curie - Paris VI
- SDR
- Service de l'Urbanisme



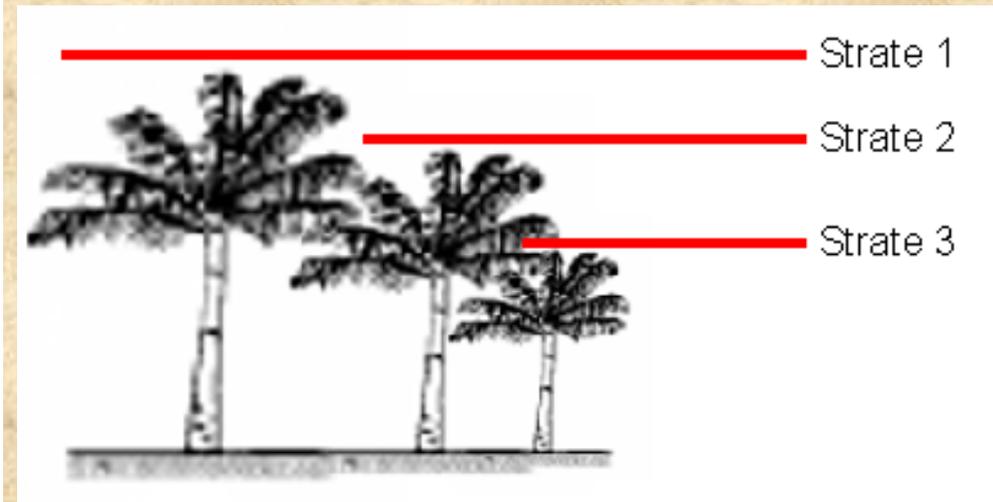
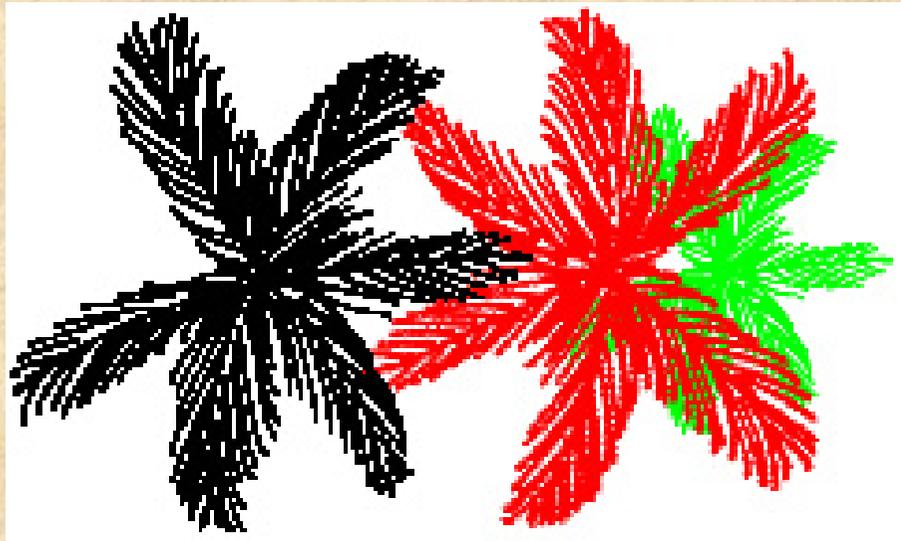
# *Tikehau – Tuamotu – Ikonos*

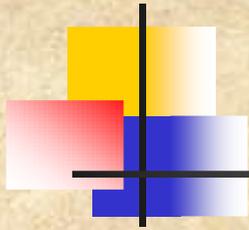
Problématique:

- Compter le nombre de cocotiers
- Estimer la surface de cocoteraie
- ...



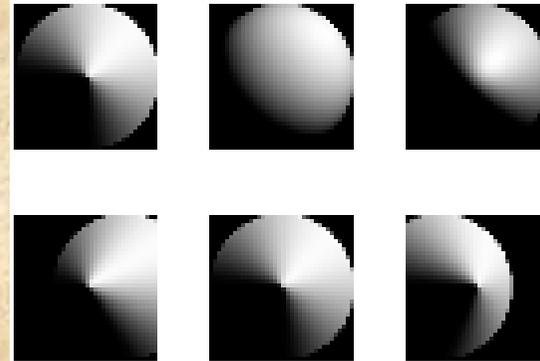
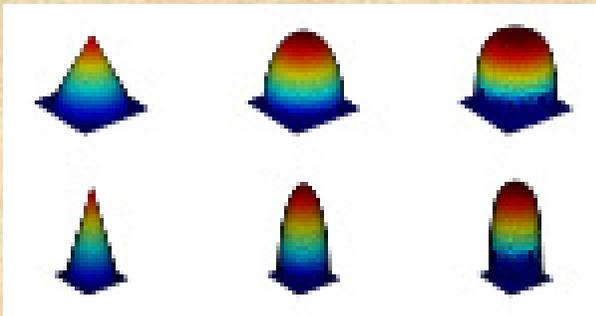
Modélisation du problème



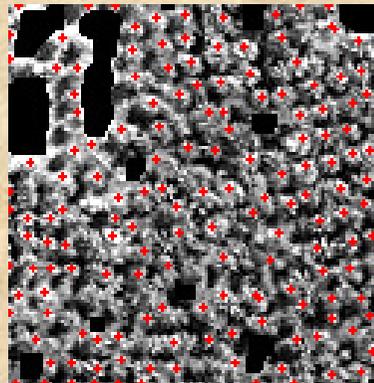


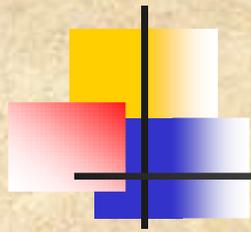
# *Tikehau – Tuamotu – Ikonos*

- Segmentation
  - Génération de marqueurs: maxima locaux près du centre des houppiers
    - Modèles synthétiques de couronne (Pollock)



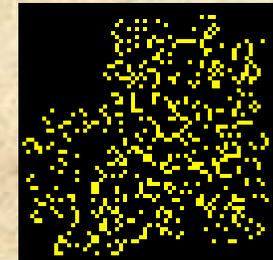
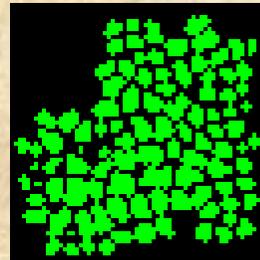
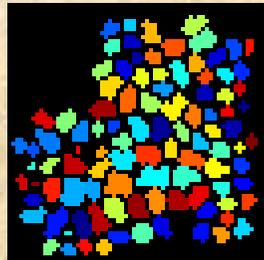
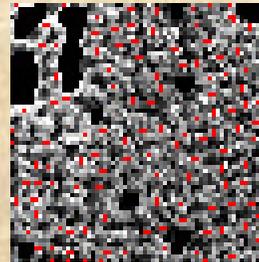
- Marqueurs générés

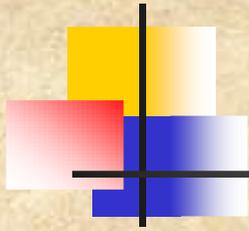




# *Tikehau – Tuamotu – Ikonos*

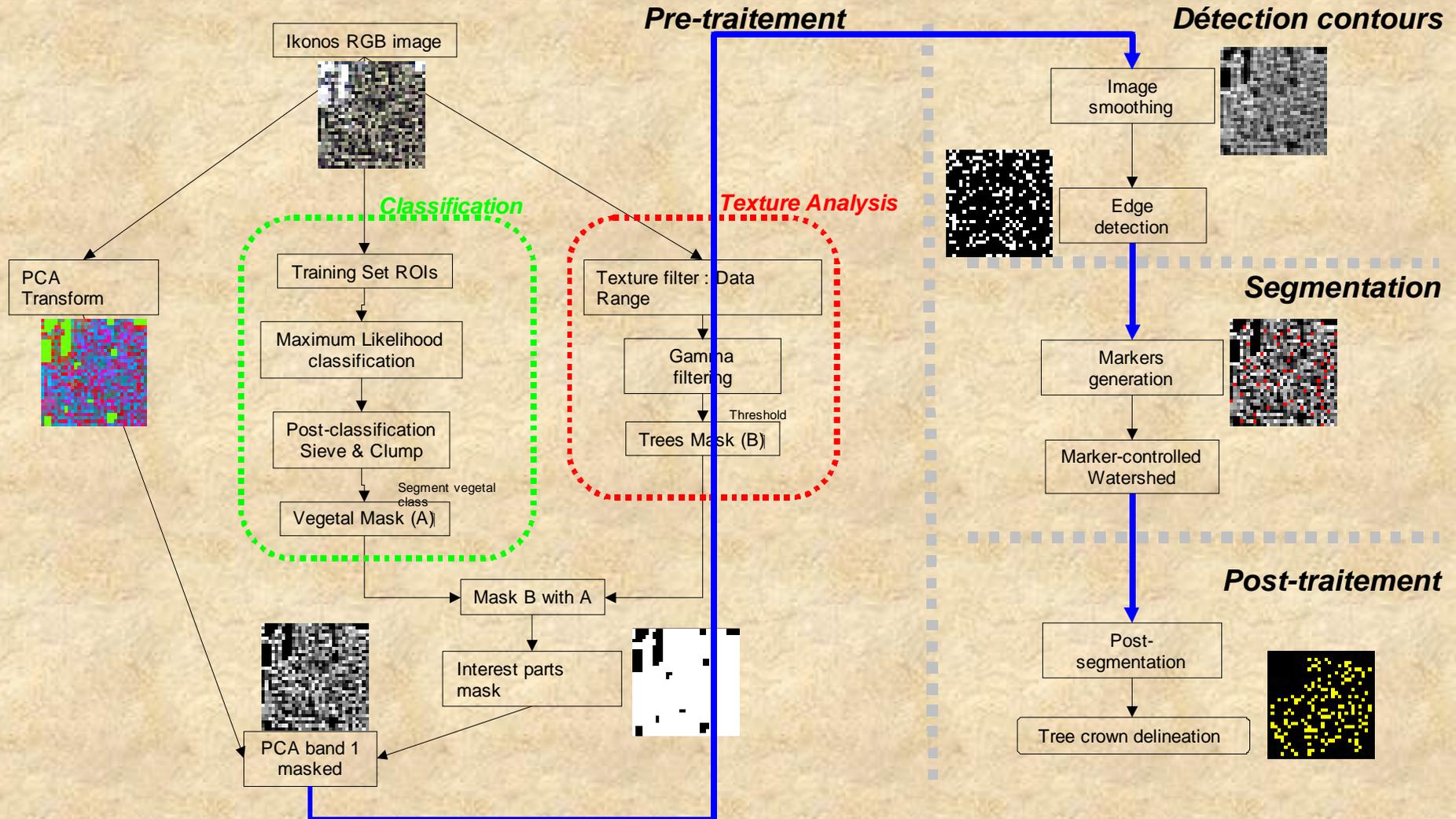
- Post-traitement
  - Discriminer en fonction de la surface

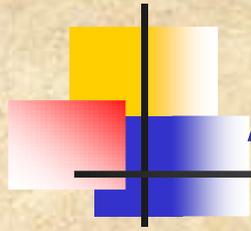




# Tikehau – Tuamotu – Ikonos

## Chaîne de traitement





## *Nuku Hiva – Marquises – AirSAR + Ikonos*

---

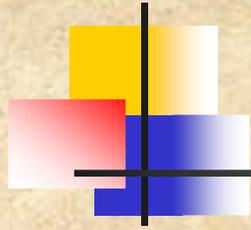
### Objectifs:

- Traiter l'intégralité de la donnée satellitaire disponible sur les Marquises et fournir des cartes thématiques de la végétation statiques et dynamiques à destination de la communauté scientifique, et du grand public.
  - Cartographies statiques en 2000 (radar)
  - Cartographies statiques en 2005-2008 (optique)
  - Cartographie dynamique: Évolution de la végétation (2000/2008) en dehors de toutes contrainte de réserve naturelle

 Thèse de Robin

### **Collaborations :**

- Délégation à l'environnement
- SDR
- DIREN
- Service de l'Urbanisme



# *Tahiti – Société – AirSAR + SPOT5*

---

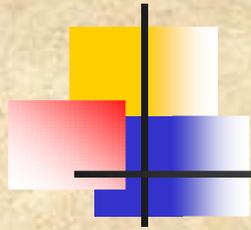
## **Problématique**

- L'étude du récif corallien et son évolution / dégradation par l'activité humaine (pollution, apports terrigène au lagon, etc...)
- L'étude de la zone urbaine et de son accroissement
- L'étude du couvert végétal et de son évolution (espèces envahissantes, déboisement, dégradation des sols, etc..)
- L'étude de l'érosion liée au couvert végétal entre autre.

 **Projet CRISP**

## **Collaborations :**

- US-ESPACE, IRD Nouméa
- DIREN
- Service de l'Urbanisme



# *Tahiti – Société – AirSAR + SPOT5*

---

Le projet CRISP : Coral Reef InitiativeS for the Pacific



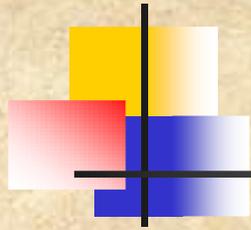
[www.crisponline.net](http://www.crisponline.net)

La démarche :

- Approche pluridisciplinaire (biologie, écologie, géographie, sociologie...)
- Approche multi scalaire (terrestre et marin)

Les objectifs:

- Compréhension des écosystèmes
- Définition d'une échelle d'étude pertinente
- Apport d'outil d'aide à la gestion
- Création d'un réseau de transfert des connaissances



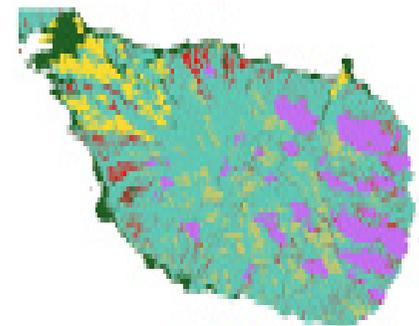
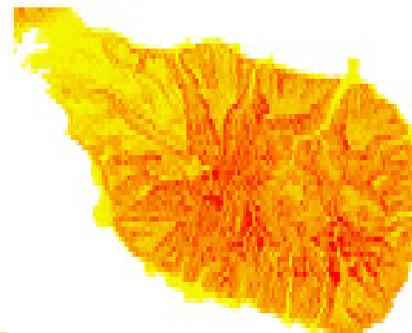
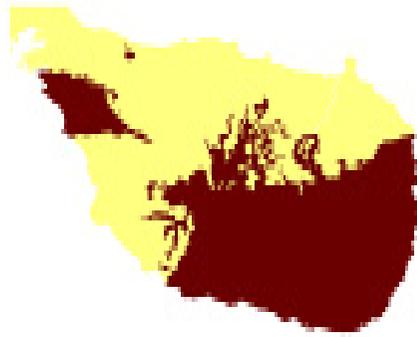
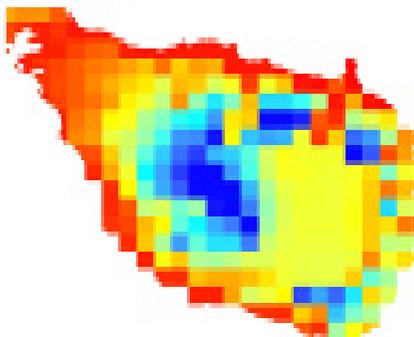
# *Tahiti – Société – AirSAR + SPOT5*

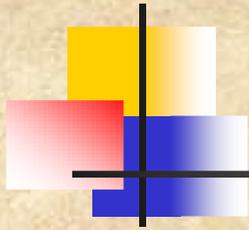
Le risque érosif...

- USLE, Equation Universelle de Perte en Sol (Wischmeier et Smith, 1978)
- $A = R * K * LS * C * P$

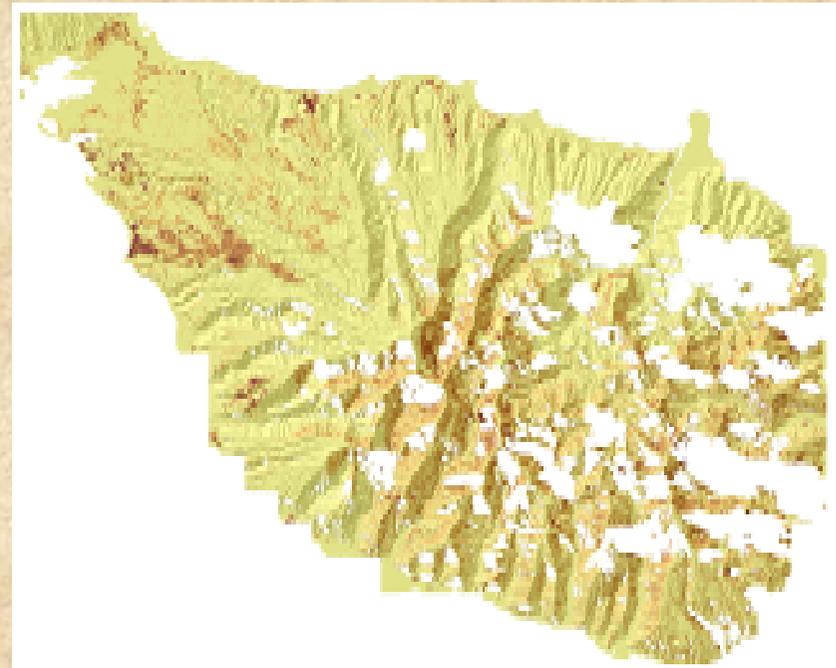
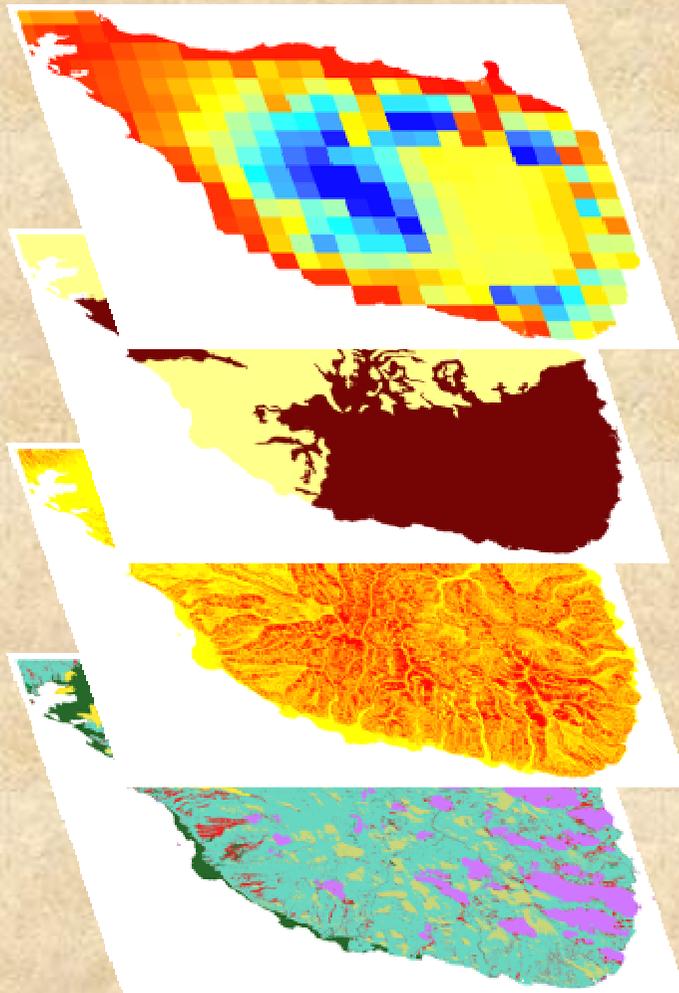
Avec R, érosivité des pluies  
K, érodibilité des sols  
LS, facteur de pente  
C, facteur de végétation  
(P, *facteur de pratique de soutien*)

...spatialisé



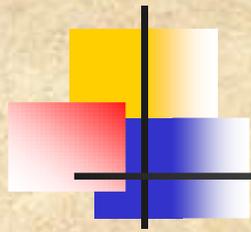


# *Tahiti – Société – AirSAR + SPOT5*



Perte en sol

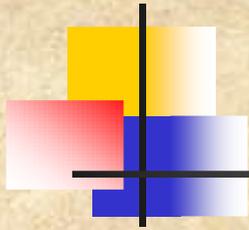
Presqu'île de Tahiti



## *Tahiti – Société – AirSAR + SPOT5*

- Mise en place de prétraitements nécessaires au traitement des données SPOT5 et tests de validation
  - Gestion des ombres dues aux reliefs et aux nuages (masquage? Classe à part? autre ? ...)
  - Gestion des nuages (masquage? Classe à part? autre ? ...)
  - Calcul et étude de la pertinence du Pansharpening sur la donnée 10m couleur (interpolation des données 10m 4 bandes couleur en 2m50 pour pouvoir les utiliser avec la donnée panchromatique en 2m50)

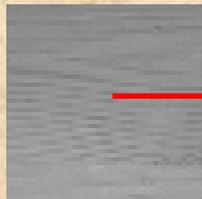




## Tahiti – Société – AirSAR + SPOT5

- Analyse et détermination des attributs de description de texture les plus performants
  - Qu'est-ce qu'un attribut de texture ?
    - Il s'agit d'une formule mathématique donnant une valeur représentant une certaine caractéristique d'une texture pour un voisinage donné d'un pixel.

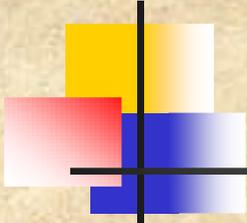
Exemple



Calcul pour  
chaque pixel

$$\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N |f(x_i, y_j) - \bar{f}|^2}{\sqrt{N(N-1)}}$$

Valeur décrivant la  
texture présente dans  
la zone du calcul



# Tahiti – Société – AirSAR + SPOT5



Pour tous les pixels de l'image  
Calcul d'attributs de texture au voisinage  
3x3 à 15x15 en général

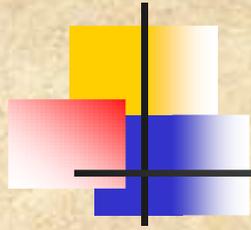
AttributTexture<sub>1</sub>=0.23  
AttributTexture<sub>2</sub>=0.54  
AttributTexture<sub>3</sub>=0.12  
AttributTexture<sub>4</sub>=0.78

⋮

(AttributTexture<sub>1</sub>,  
AttributTexture<sub>2</sub>,  
⋯,  
AttributTexture<sub>n</sub>)



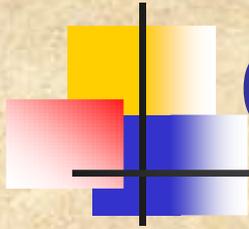
Classe d'appartenance



## *Tahiti – Société – AirSAR + SPOT5*

---

- Classification de la donnée SPOT5 de 2002 et 2008
  - Classification par mesure de distance classique des attributs de texture
  - Classification par SVM
  - Classification par SCRM (Size-constrained region merging).
  - Détermination de la meilleure méthode
- Mesure de l'évolution du couvert végétal et de l'occupation des sols entre ces 2 dates : Application de différentes approches (empiriques, SVM, ACP...).
- Production de cartes thématiques de couvert végétal, d'occupation des sols et d'évolution.



# Collaborations

---

- **Collaborations Locales**
  - Service de l'Urbanisme
  - Service du Développement Rural
  - Direction à la Recherche
  - Direction à l'Environnement
  
- **Collaborations Nationales**
  - IRD Nouméa
  - Marnes La Vallée
  - Grenoble
  - CNES Toulouse
  - Université Pierre et Marie Curie
  - ...
  
- **Collaborations Internationales**
  - JPL AirSAR (NASA)