# Connaître les images et choisir la méthode adaptée à ce qu'on souhaite observer.

Olivier de Joinville
IGN - ENSG
Olivier.de-joinville@ensg.eu

Jean-Paul Rudant
UPEMLV - GTMC
Jean-Paul.Rudant@univ-mlv.fr

# Plan

- Panorama des types de données de télédétection
- Les satellites actuels
- Méthodes d'exploitation des données
- Perspectives d'évolution

# Panorama des types de données de télédétection

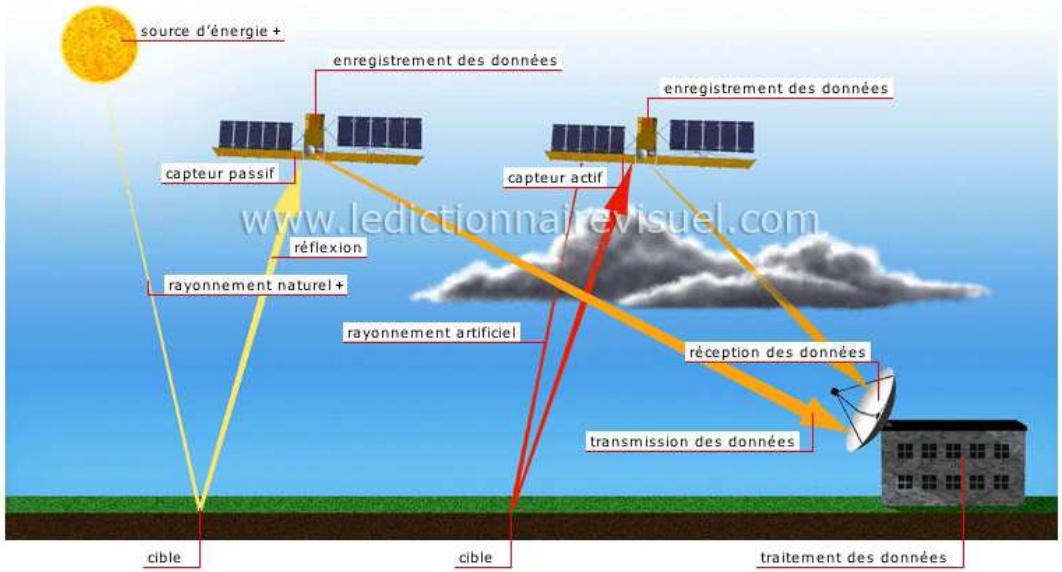
- Notions de base
- Images aériennes
- Images satellite
- Le Lidar

# Capteurs passifs et actifs

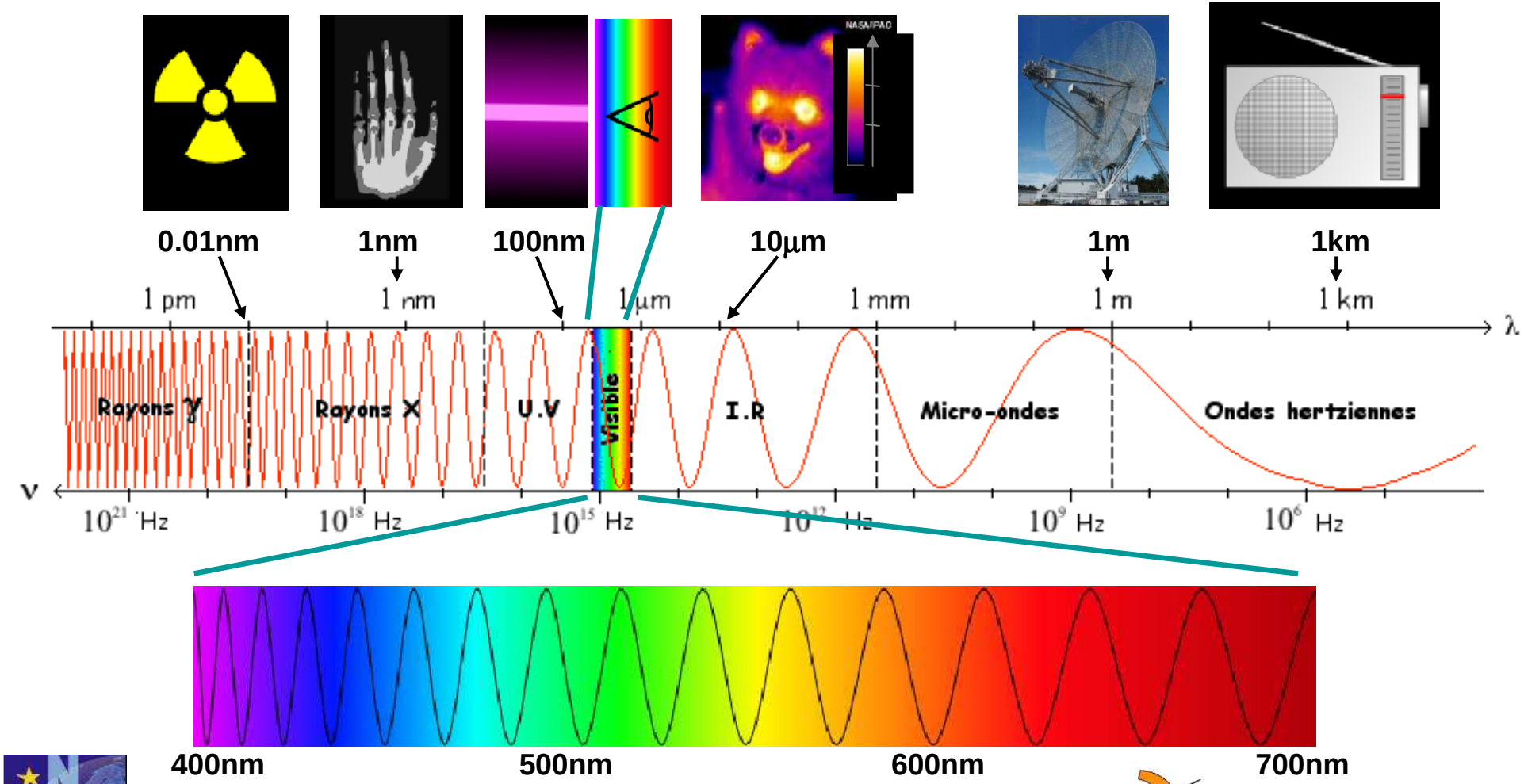
Actif (radar) : tout temps (traverse les nuages, jour – nuit), densité du couvert forestier, …

Passif (optique) : météo favorable de jour, état de vigueur, taux de couvert,…

Thermique : température de surface, évapotranspiration, feux de forêt, …



# Le spectre électromagnétique



# Notions de résolution

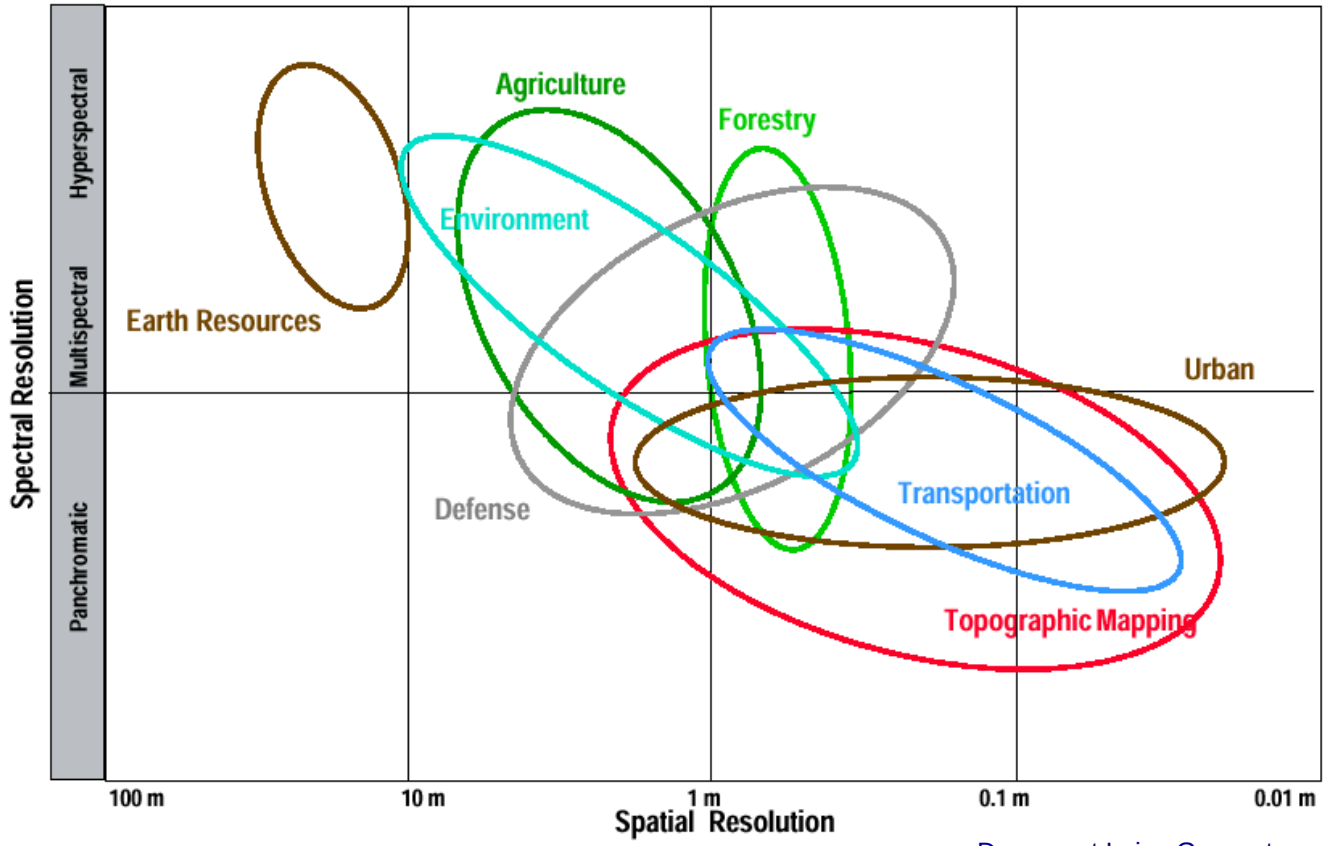
**Résolution spatiale :** La résolution spatiale ou géométrique est la distance la plus petite permettant de discriminer deux objets voisins.
Une image étant constituée de pixels, la résolution spatiale peut aussi être définie comme la taille du pixel au sol.

**Résolution spectrale** : Plus petit écart entre deux longueurs d'onde séparées que permet de distinguer le capteur utilisé.

Imageurs multispectraux (SPOT, Quickbird, …) : quelques bandes d'acquisition assez larges (B, V, R, PIR, MIR…).

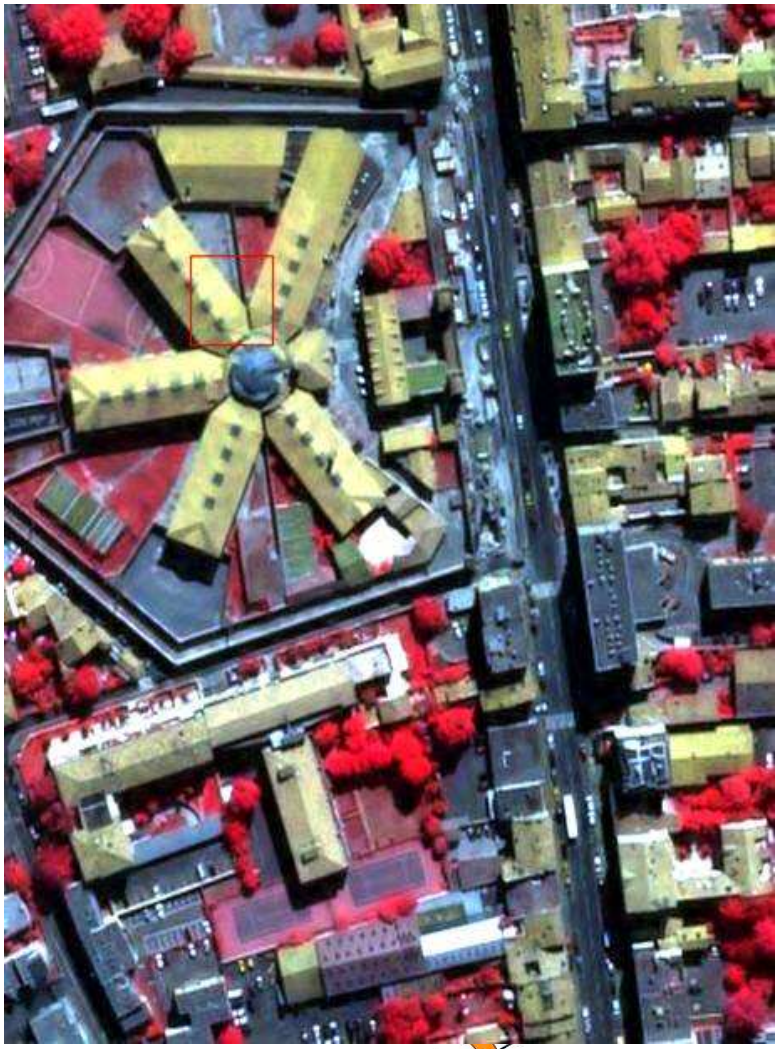
Imageurs hyperspectraux (MODIS, CASI, AVIRIS ) : des dizaines de bandes spectrales très fines dans le visible, le proche infrarouge, l'infrarouge moyen et l'infrarouge thermique.

# Résolutions en fonction des applications

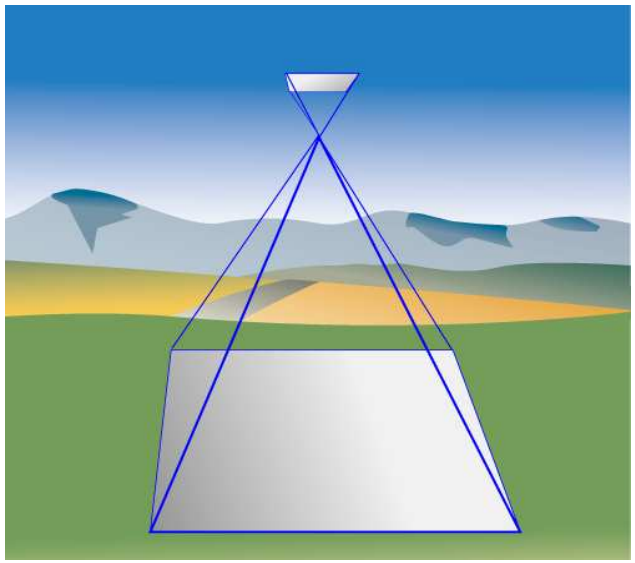


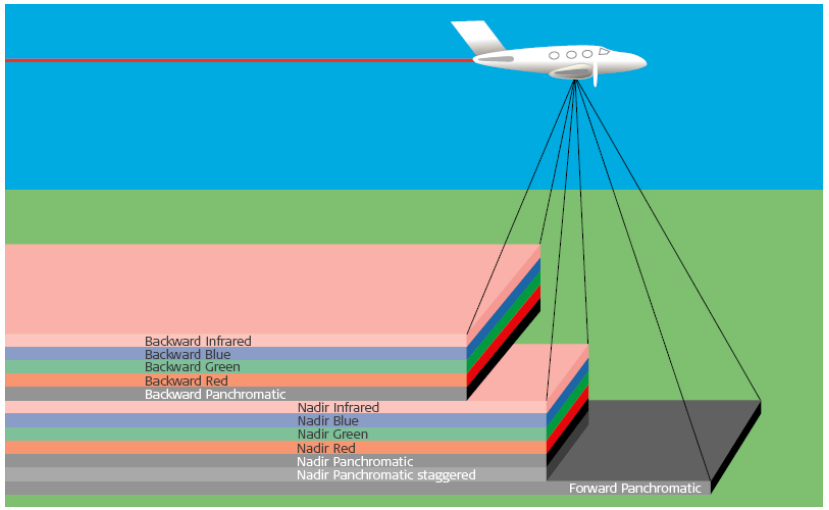

Document Leica Geosystems

# L'infrarouge : un apport d'information indiscutable

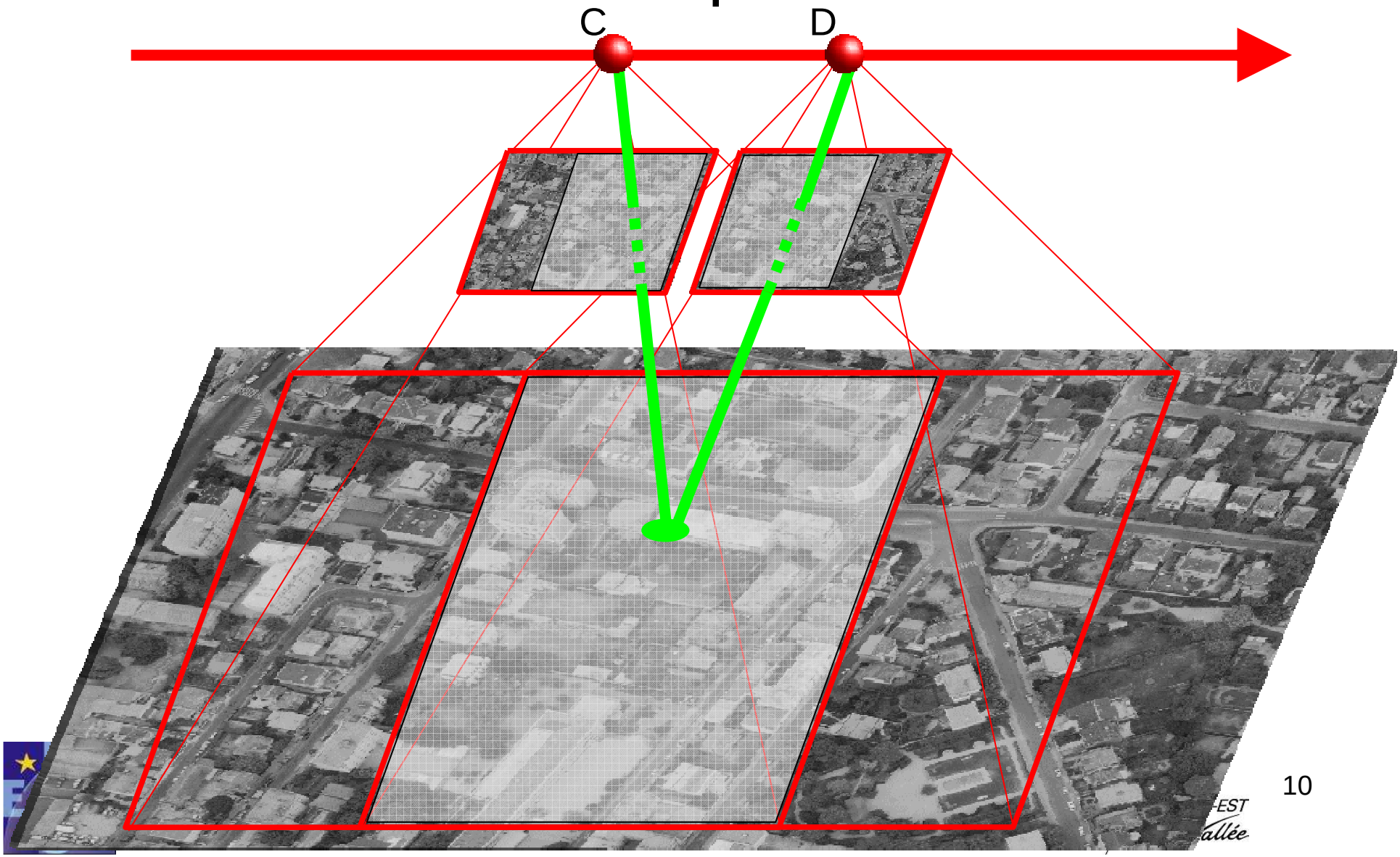


# 2 types de caméra : matricielles et à barrettes



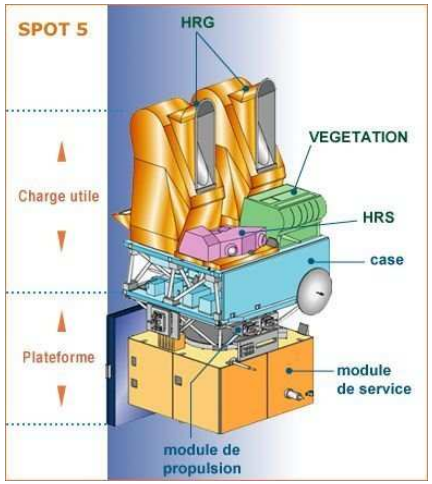


# La stéréoscopie aérienne



*Anaglyphe IRC, PVA juillet 2009*

# Optiques

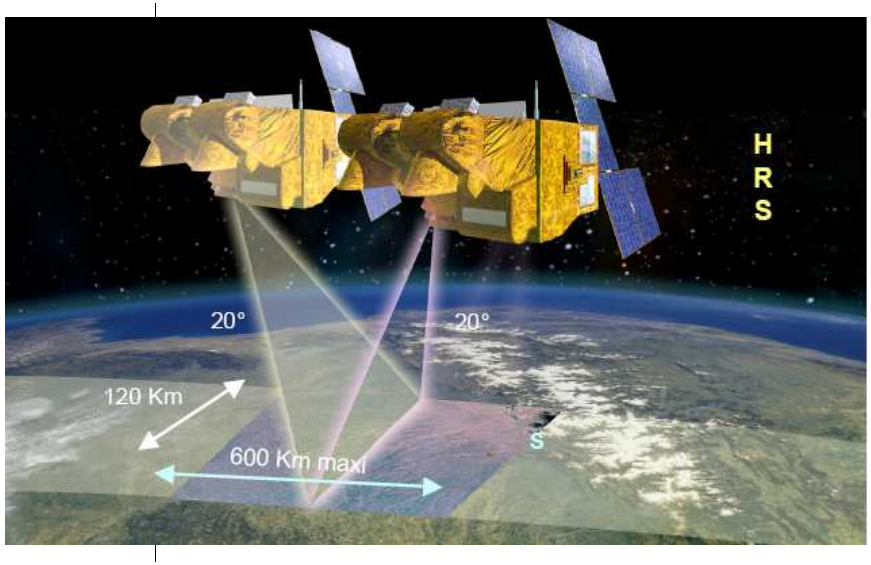


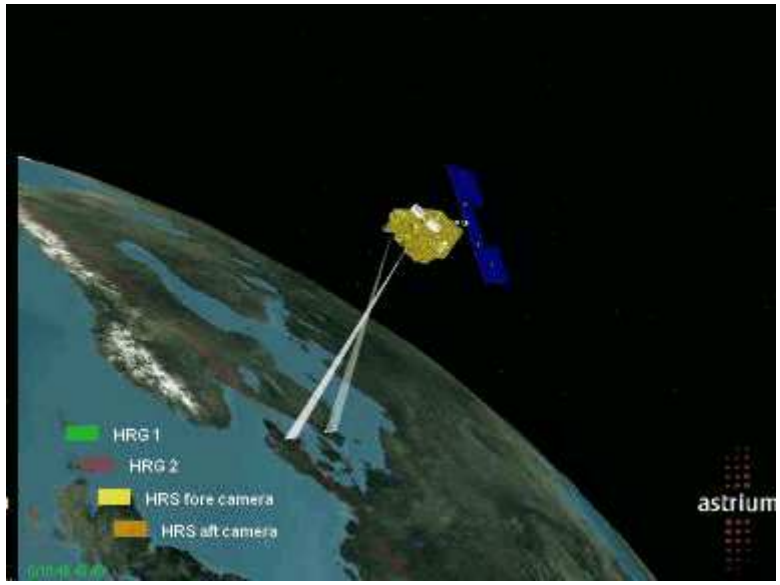
Spot 5

# Radar

Terrasar X

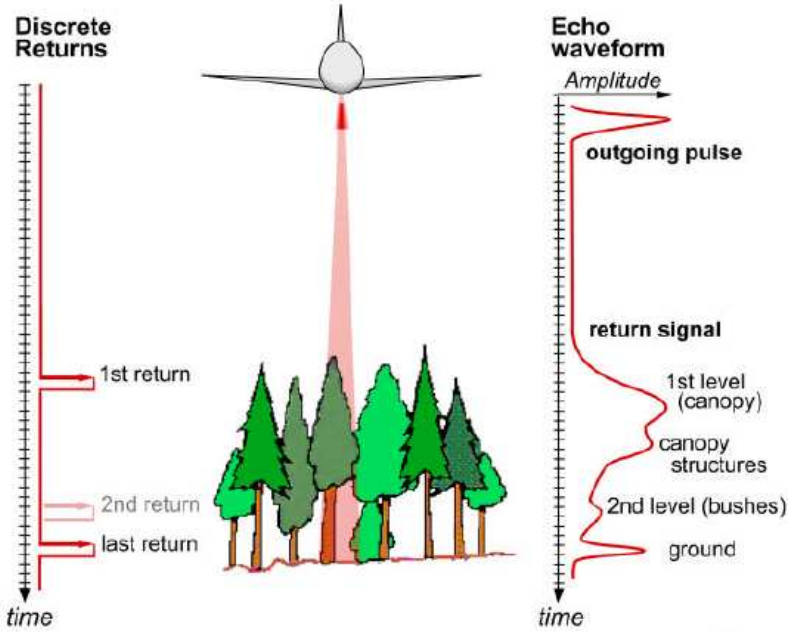
# La stéréoscopie satellite

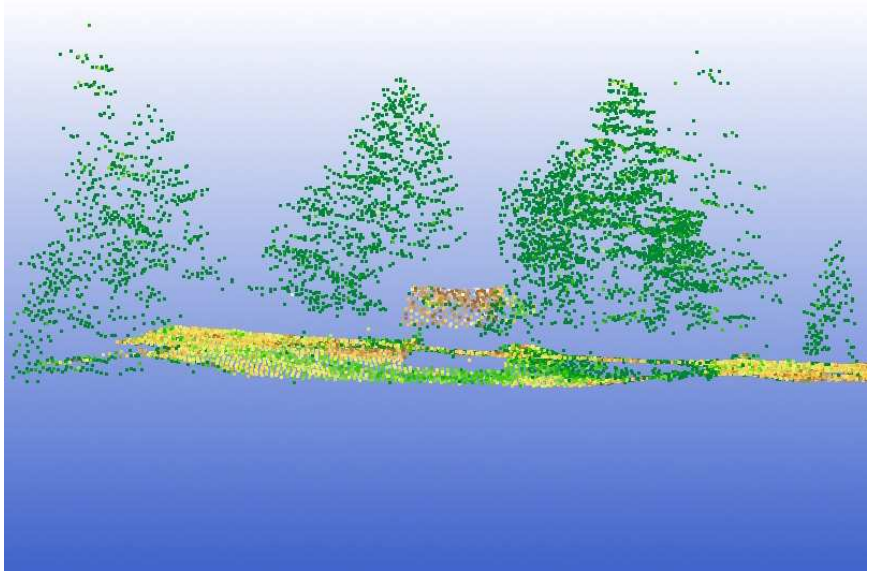



Instrument stéréoscopique SPOT 5

# Lidar


Discrete Returns
1st return
2nd return
last return
time
Echo waveform
Amplitude
outgoing pulse
return signal
1st level (canopy)
canopy structures
2nd level (bushes)
ground
time



- Avantages du spatial
  - Couverture mondiale, systématique
  - Logistique plus légère pour l'utilisateur
  - Large emprise couverte en une seule image

- Avantages de l'aérien
  - Choix de la résolution spatiale (très fine)
  - Effets atmosphériques moindres
  - Souplesse dans le choix de la date, en fonction des besoins du client et de la météo

# Comparaison aérien satellite

Quickbird 70cm / caméra numérique aérienne 20cm

L'augmentation de la résolution apporte énormément

# Satellites optiques

## Faible résolution spatiale

Pixel ~ 1 à 100 km : bilan radiatif, météorologie, atmosphère
Échelle globale ou continentale,
**Météosat, GOES, …**

## Moyenne résolution spatiale

Pixel ~ 100 à 1000 m : agriculture, forêt, océanographie, environnement
Échelle régionale ou continentale
**Instrument végétation de SPOT4 et SPOT5, MODIS, MERIS**

## Haute résolution spatiale

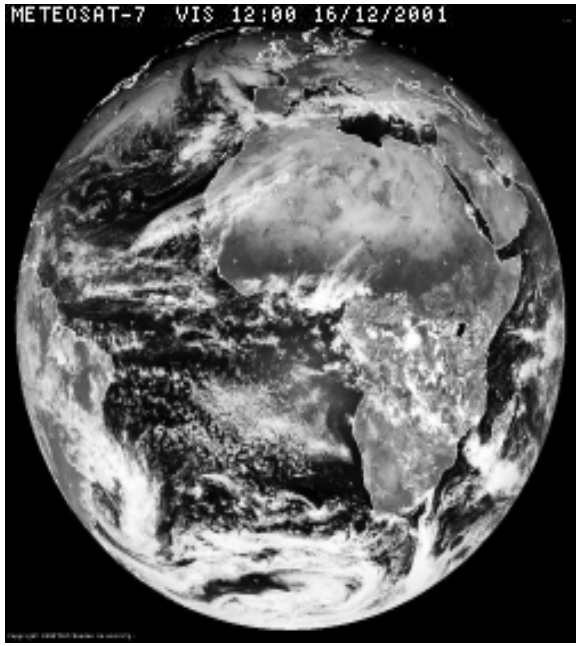
Pixel ~ 5 à 100 m : agriculture, cartographie, géologie, gestion des risques
Échelle régionale ou locale

**SPOT, ASTER, LANDSAT, IRS 1C, CBERS 1 et 2…**

## Très haute résolution spatiale

Pixel métrique et submétrique
Détection d'objets de dimension métrique et sub-métrique, permettant l'élaboration de documents cartographiques à très grande échelle (mieux que 1:5 000)
**Ikonos, Quickbird, Geoeye, Worldview, Orbview, Cartosat, Kompsat, Formosat, Satellites militaires, …et Pleiades…**

## Faible résolution




Images Météosat

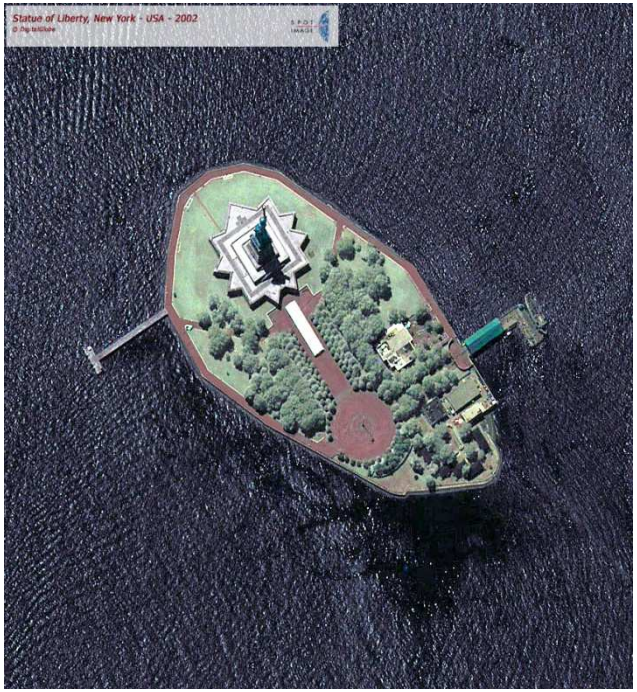
## Moyenne résolution

Instrument végétation SPOT4

## Haute résolution

Arcachon 5 m (SPOT5)

## Très haute résolution




La statue de la liberté vue par Quickbird (70 cm)

# Satellites Radar

Envisat
ERS 1&2
ALOS
Radarsat-1
Radarsat-2
RiSAT
Sentinel-1
CosmoSkymed
TerraSAR-X
SarLupe

Bande C
Bande X
**Bande X aéroporté**
Bande L

**ONERA/RAMSES (aéroporté)**

# Méthodes d'exploitation des données

- Acquisition des données par l'utilisateur
- Traitements usuels
- Acteurs majeurs

# Comment se procurer les données?

Images gratuites LANDSAT, MODIS, ASTER et MERIS
http://www.landcover.org/

Couches RGE gratuites pour les établissements d'enseignement et les organismes de recherche

Couverture de la France Geosud

Commandes auprès des producteurs et/ou diffuseurs d'images (SPOTIMAGE, GEOSYS, …)

Google Earth, Google Map, Géoportail : visualisation

# GEOSUD

## (« GEOInformation for SUstainable Development »)

http://geosud.teledetection.fr/

Couverture satellitaire haute résolution (5m.) acquise en été 2010 (mai-septembre) de la France mise en ligne pour accès gratuit par les acteurs publics.

Le satellite est Rapideye (6.5m Nadir, R,V,B,IR)

## Objectifs :

- Mener des recherches sur les méthodes et outils de maîtrise de l'information spatiale pour la gestion de l'environnement et des territoires
- Développer les formations dans le domaine de l'information spatiale
- Faciliter l'accès de la communauté scientifique à l'information spatiale

# GEOSUD

## (« GEOInformation for SUstainable Development »)

http://geosud.teledetection.fr/

# Prétraitements

## Géométriques

Prise en compte des corrections dues :

- A la rotation de la terre pendant la prise de vue
- A la courbure de la terre
- A la visée oblique
- Au relief

## Radiométriques

Prise en compte des corrections dues :

- Aux bruits liés au capteur

## Atmosphériques

Perturbations liées à la traversée du rayonnement électromagnétique dans l'atmosphère

# Photointerprétation

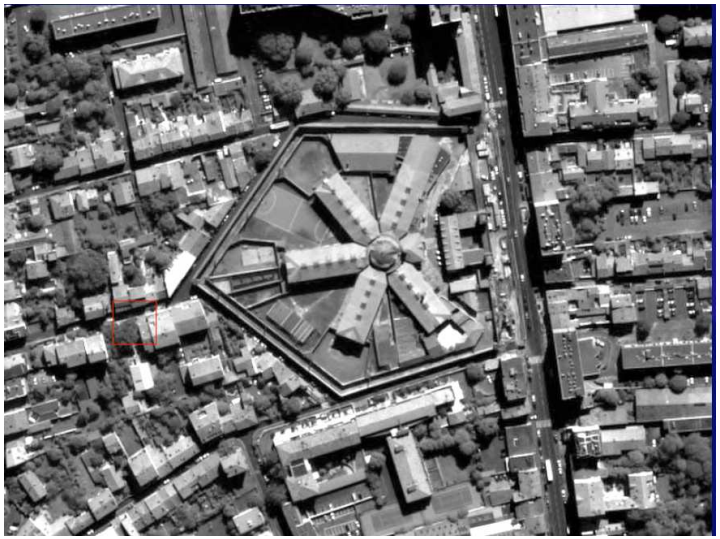
## Images papier

## Images numériques : PIAO

**Payants** :
- ENVI
- Erdas Imagine
- eCognition
- IDRISI
- Arcgis (SIG)
- Mapinfo (SIG)

**Gratuits** :
- ORFEO Toolbox (OTB)
- Monteverdi
- SPRING
- ImageJ
- ILWIS
- GRASS (SIG)
- QGIS (SIG)
- GVSIG (SIG)

# Pansharpening

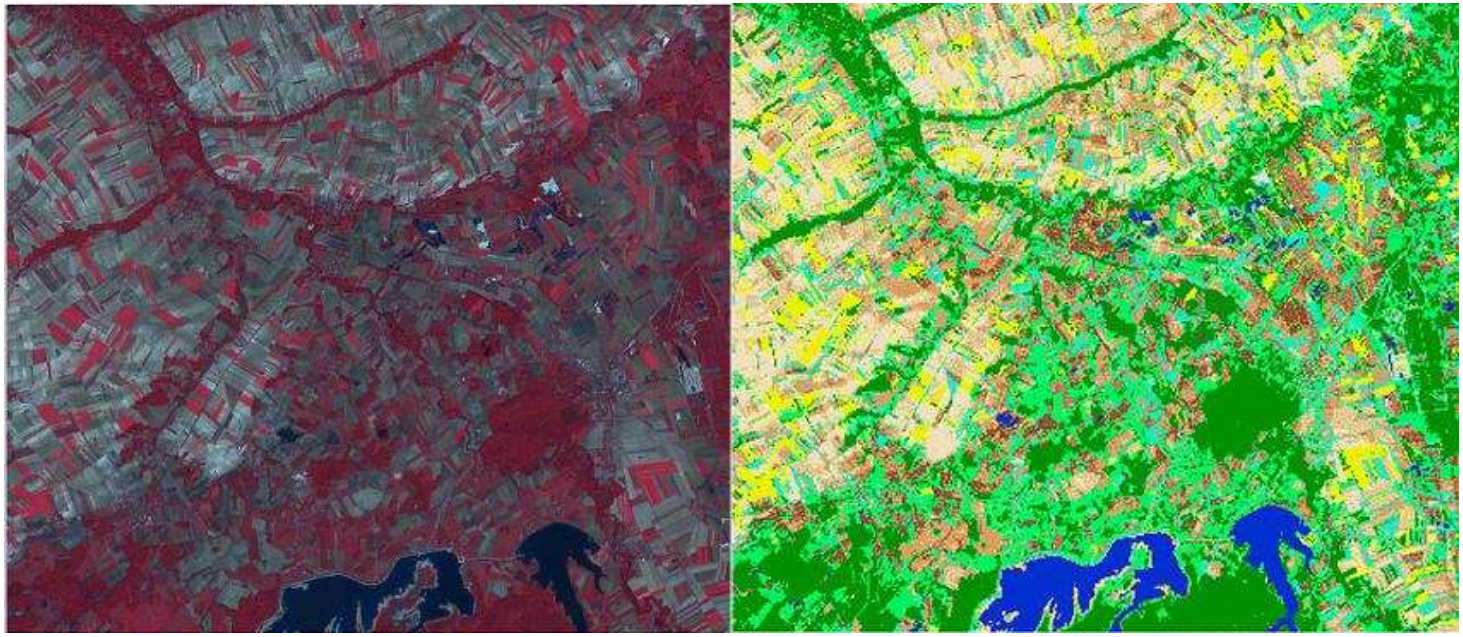


Panchro 2,5m

Couleurs 10m

Couleurs 2.5m

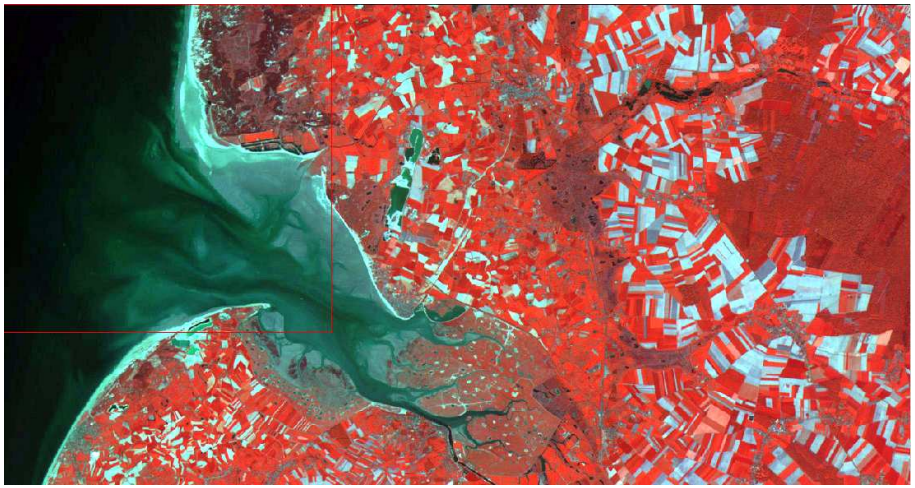
# Classifications (pixellaires, orientée objet)



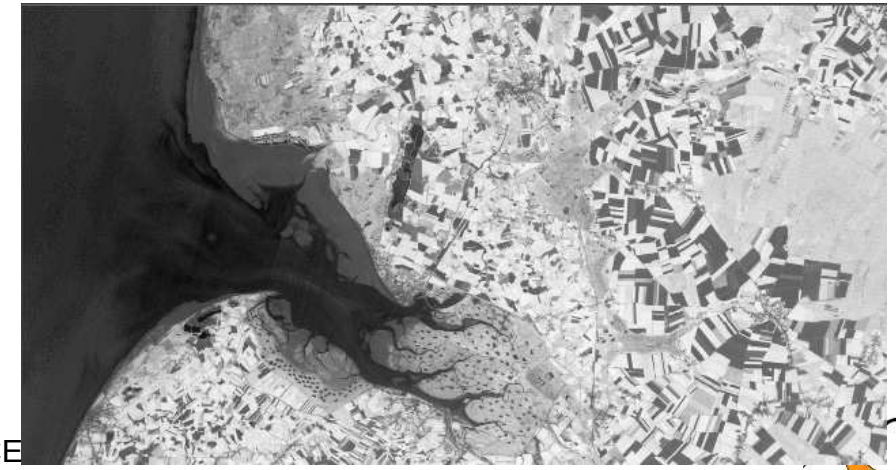
Evaluation sur bases de données existantes, échantillonnage terrain, portails

# Détection de changement

# Calculs d'indices

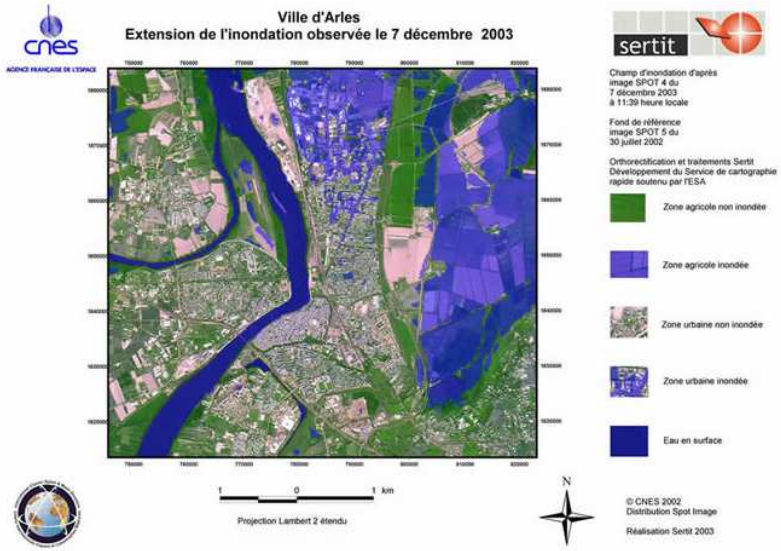


NDVI :
Séparation
Canaux rouge
et infrarouge



# Gestion des risques naturels

(feux de forêt, inondation, tremblement de terre, tsunami, volcan,…)



# Acteurs majeurs

## **Recherche Développement** :

- CNES, CETE, ONERA, CEMAGREF, Labos traitement d'images…

## **Applications opérationnelles** :

- Agriculture, Forêt (IFN, ONF, DRAAF, INRA, CEMAGREF, SERTIT, Infoterra, SIRS...)
- Aménagement du territoire, OCS (Collectivités territoriales, …)
- Défense (DGA, DGSE…)
- Applications maritimes (SHOM, IFREMER, CLS …)
- Cartographie 2D et 3D (IGN, …)
- Géologie, vulcanologie, glaciologie (BRGM, …)
- Gestion des risques naturels et industriels (SERTIT, Infoterra, …)

# Les grands principes

Plus grande agilité des satellites, résolution temporelle améliorée et donc grande disponibilité des images.

Amélioration de la résolution spatiale (capteurs civils de résolution 25cm).

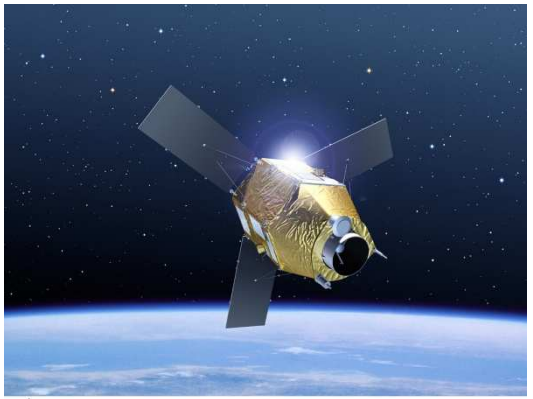
Amélioration de la résolution spectrale.

Amélioration de la complémentarité :
- Constellation de satellites qui se suivent (Aquatrain)
- Travaux de recherche en fusion optique-radar, radar-lidar, optique-lidar

# La constellation Pleiades

Deux satellites légers (<1 tonne) prévus pour fin 2011 et 2012 s'inscrivant dans le cadre d'un projet franco-italien s'appelant ORFEO.

- Fauchée au nadir : 20 kms
- Hauteur d'orbite : 694 kms
- Résolution
  - 0,7 m (panchro)
  - 2,8 m (4 bandes)
- Précision de localisation:
  - sans points d'appui 10 m
  - avec points d'appui 1 m
- Dépointage : -30° à +30° en 35 s
- Durée de vie 5 ans



Acquisition journalière de tout point au sol.

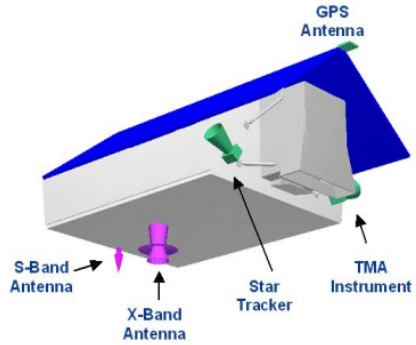
# GMES

Global Monitoring for Environment and Security

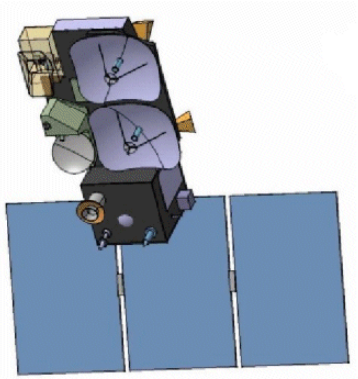
5 satellites :

- Sentinel 1 C-band SAR, successeur d'ENVISAT (2012)
- Sentinel 2 Multispectral, (13 canaux, résolution, 10m, 20m et 60m), 2012
- Sentinel 3 surveillance des océans (niveau, couleur et surface), 2012
- Sentinel 4 et 5, études de l'atmosphère, 2017

Sentinel 1




Sentinel 2

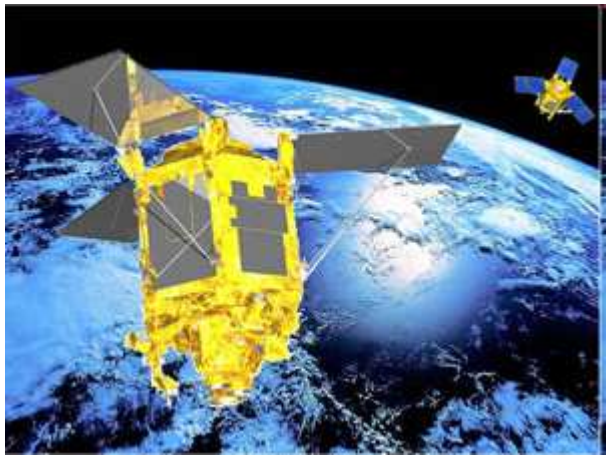


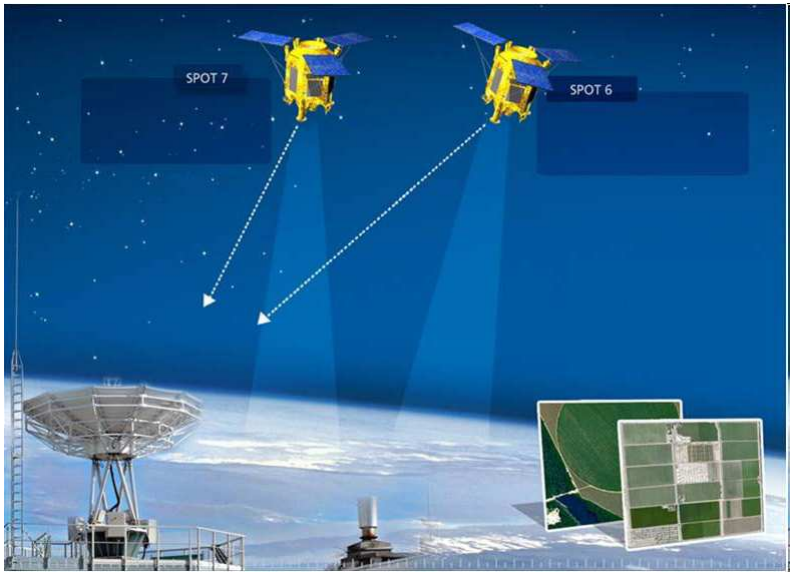
Sentinel 3

# Constellation Spot 6 et Spot 7

Panchromatique : 1.5 m
Multispectral : 6 m

Dates de lancement prévues : 2012 et 2013





# Illustrations Imagerie RADAR

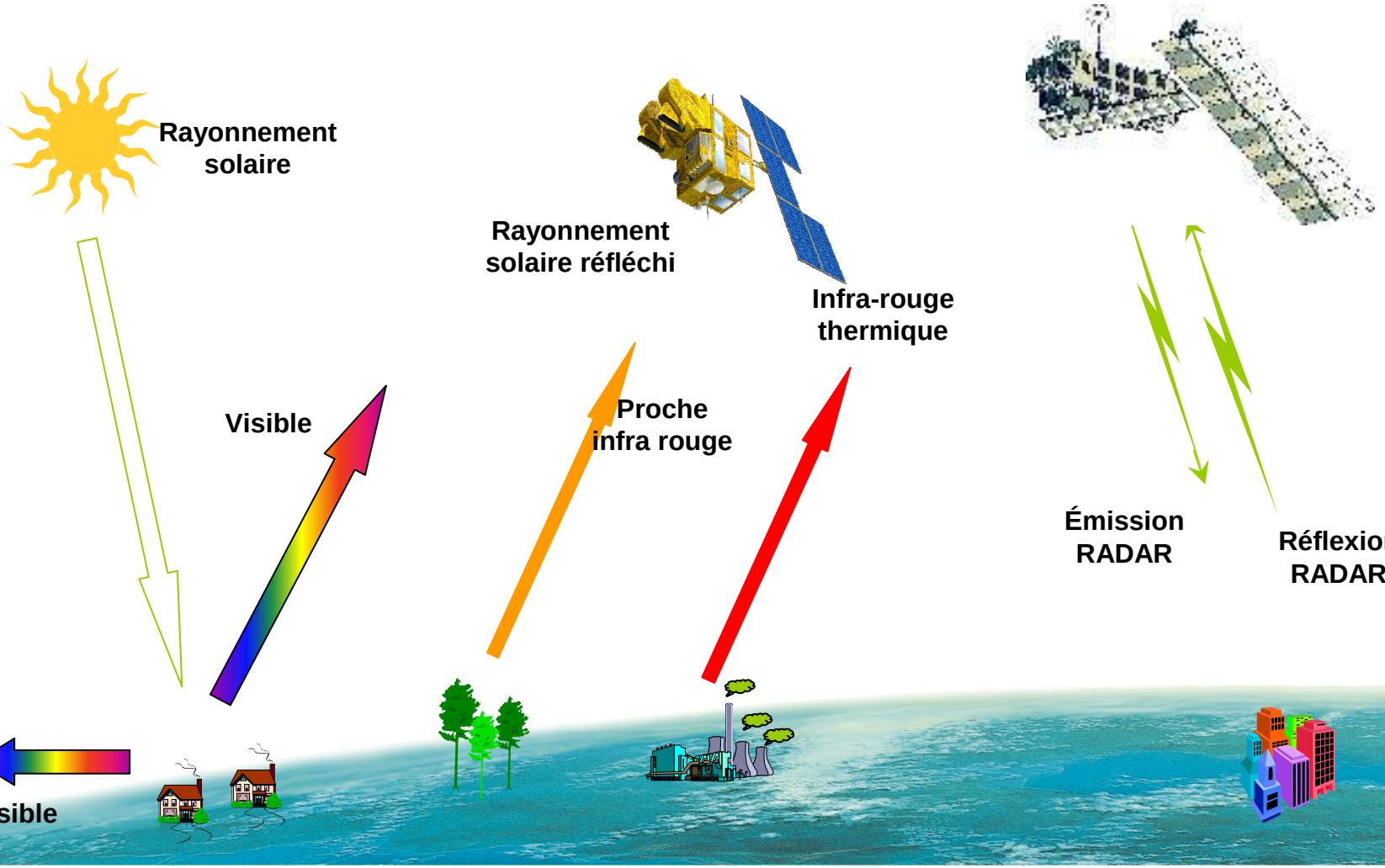
- **- domaine spectral**
- **- toutes conditions climatiques**
- **- perception du relief**
- **- déforestation (bande X)**
- **- forêts inondées (bande L)**
- **- complémentarité bandes C et L (carte végétation)**
- **- comparaison Polarimétrie bande L et image quickbird**
- **- Polarimetrie Bande C et carte végétation ONF Kourou**
- **- Cohérence Bande C**

**2007- mi 2011 dispo spatial Bandes X, C, L, aujourd'hui X, C**

# Les rayonnements utilisés en télédétection

$\lambda_{optique} = 0{,}5$ à 5 $\mu$

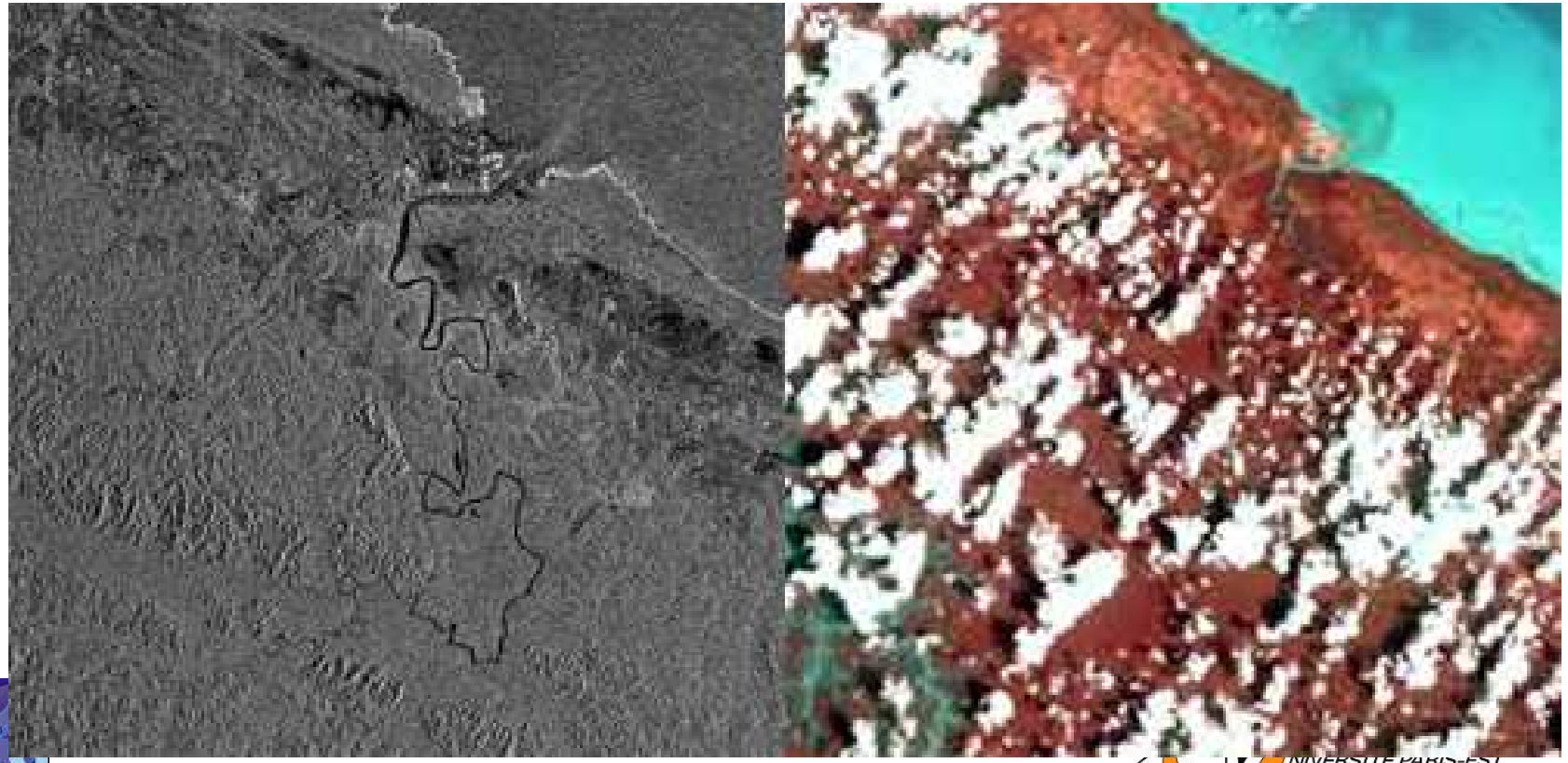
$\lambda_{radar} = 3$ à 20 cm

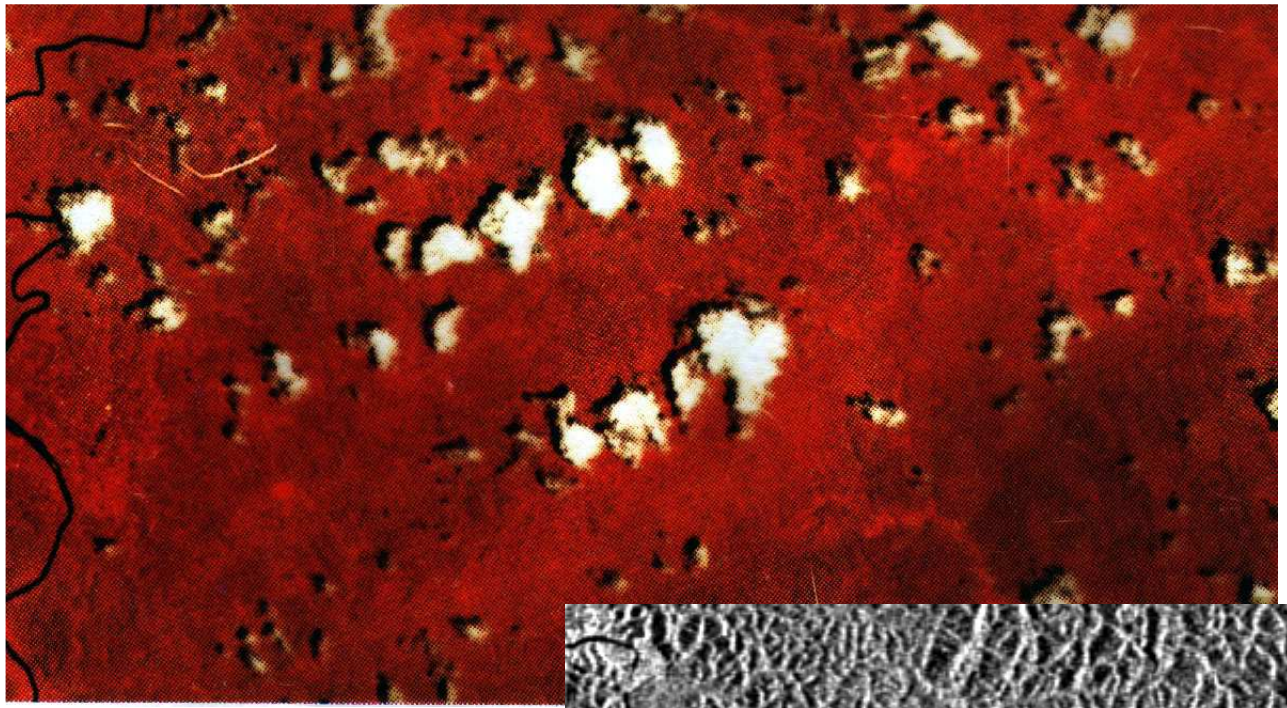


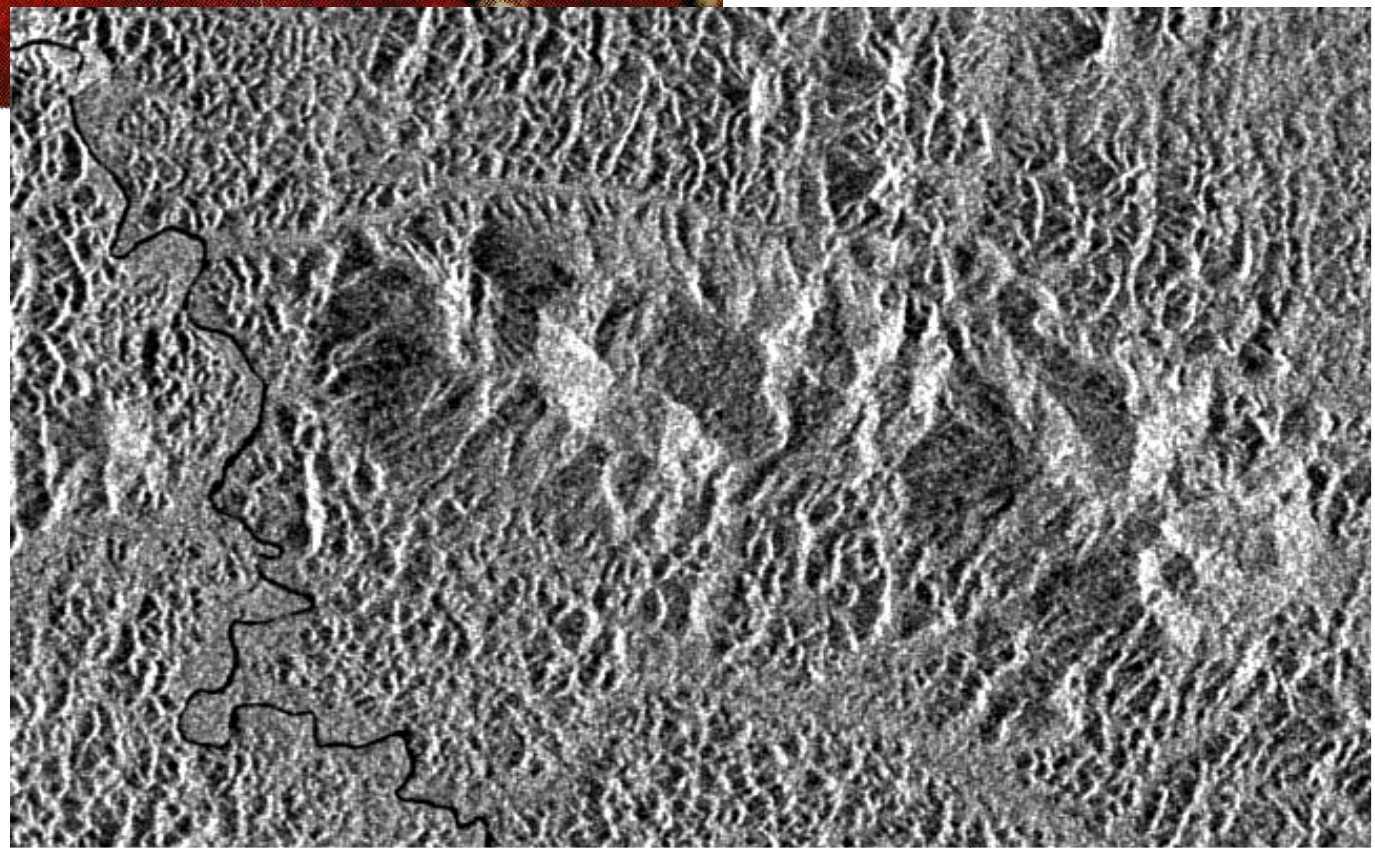
# All Weather

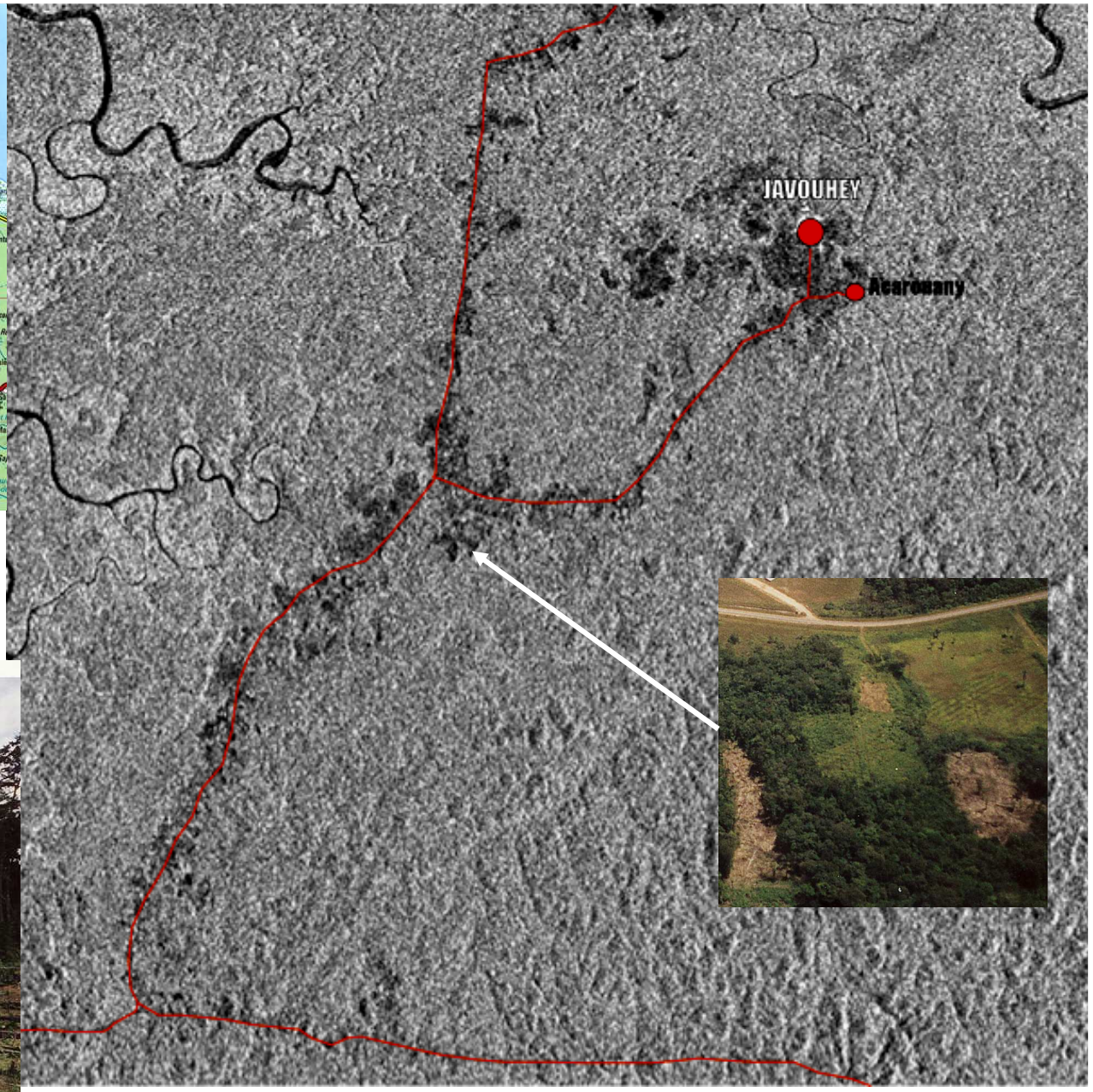
Radar ERS

SPOT, optical





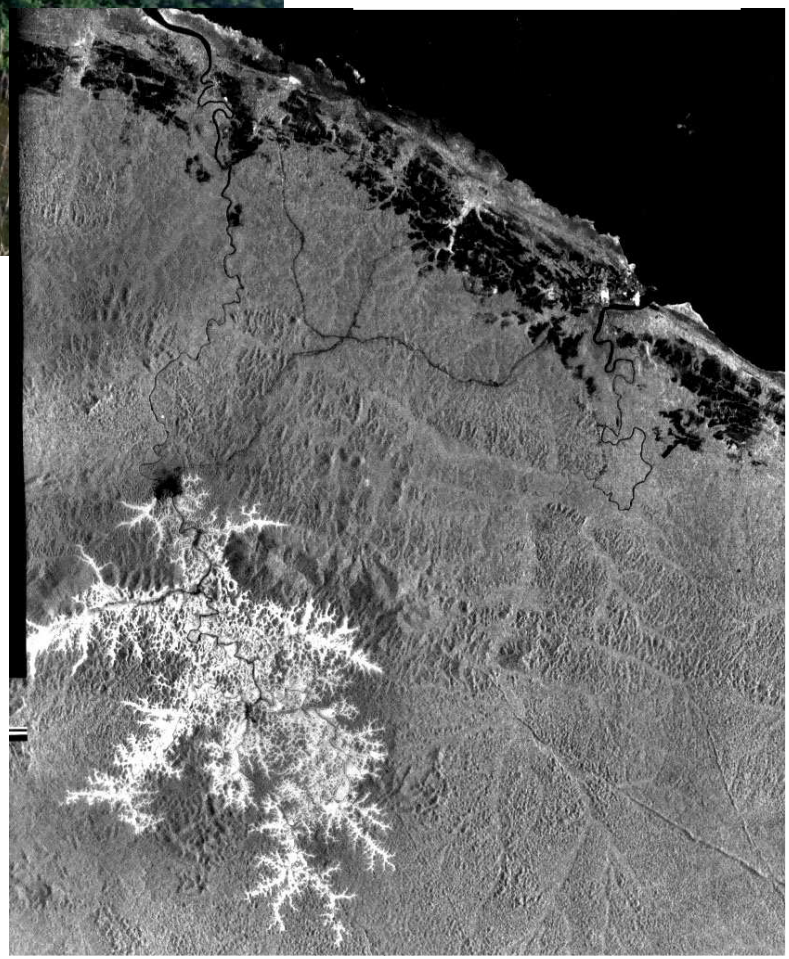


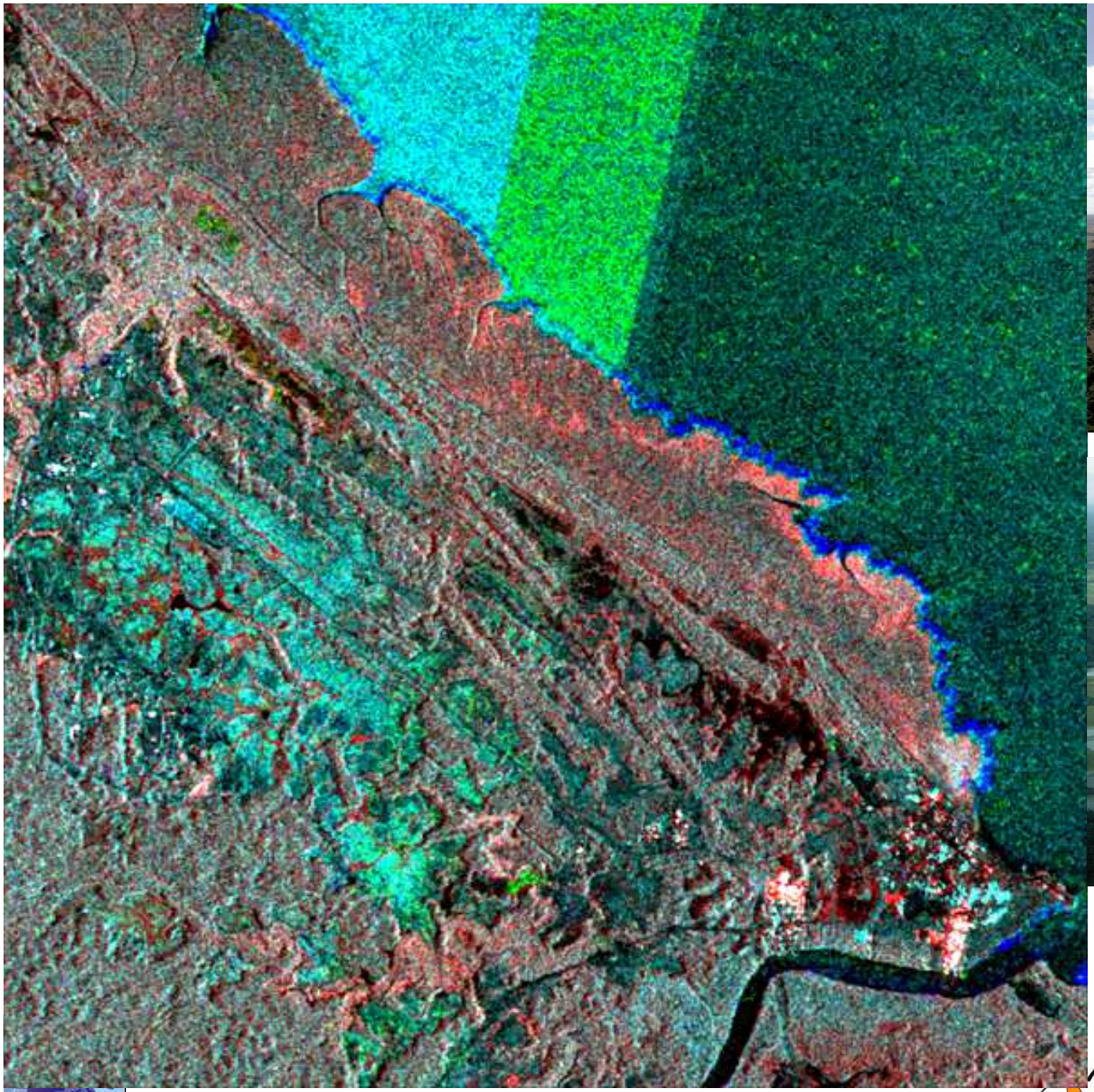


Ouest Guyane

UNIVERSITÉ PARIS-EST Marne-la-Vallée

JERS-Bande L

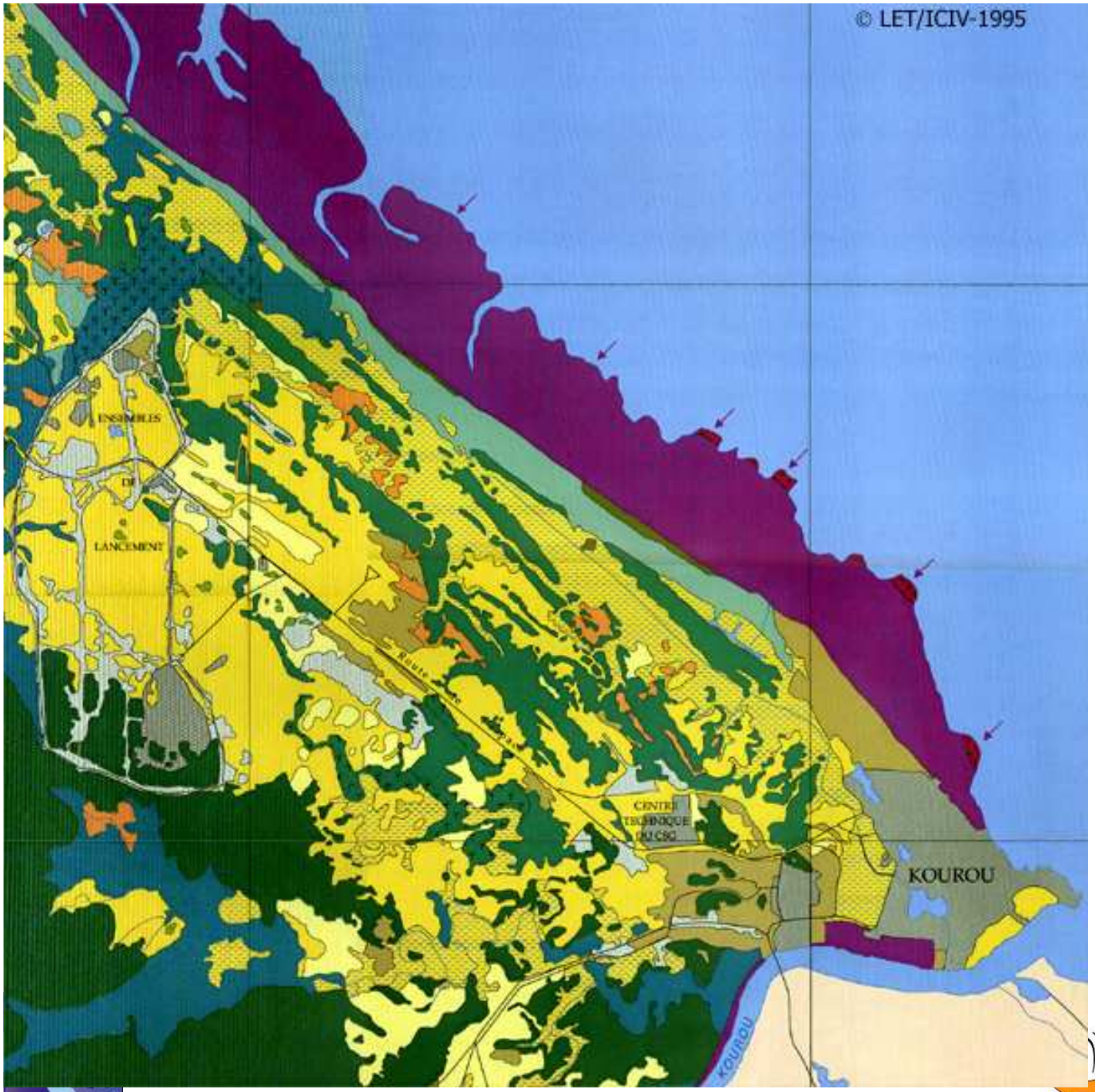




Color Composite

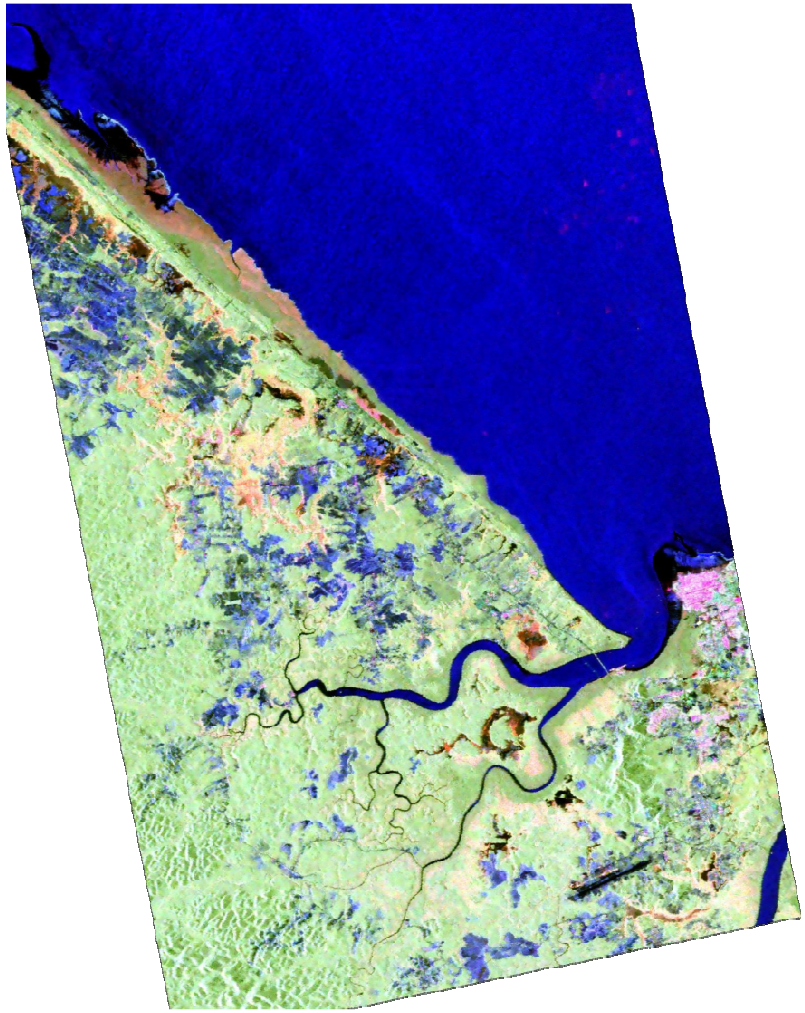
ERS and JERS

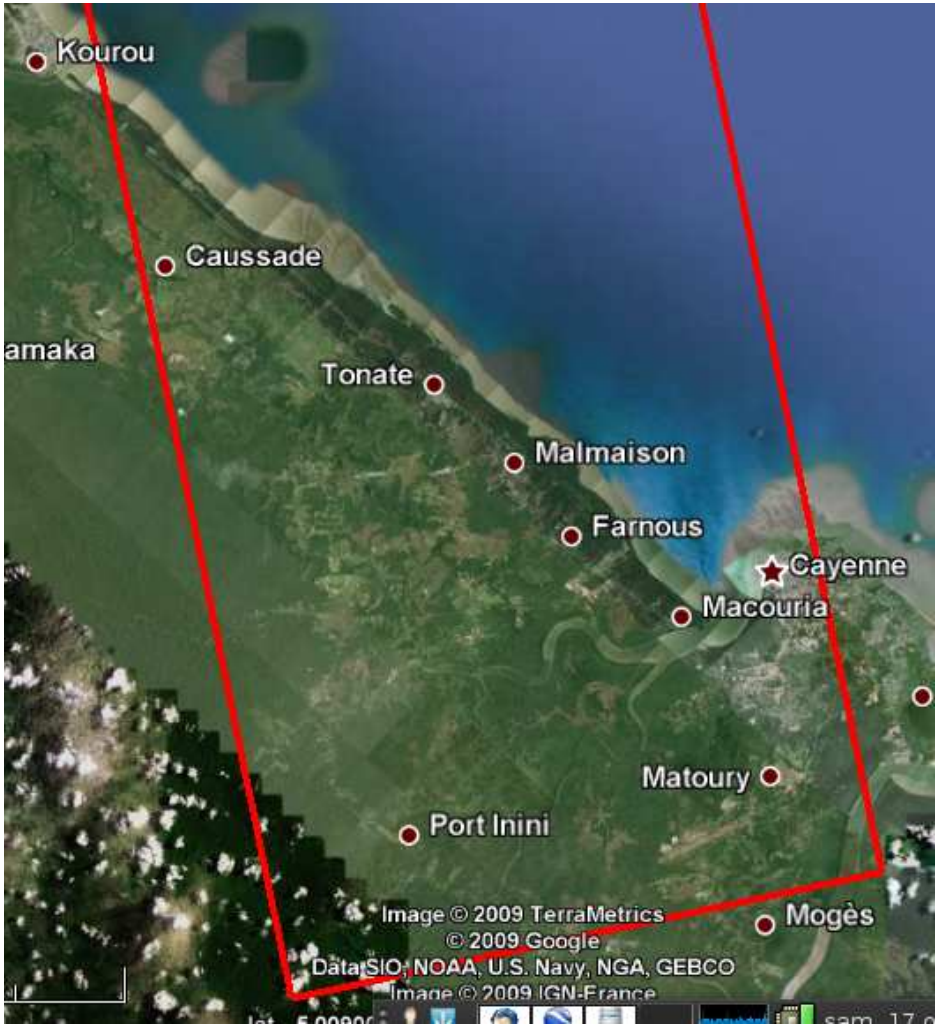
UNIVERSITÉ PARIS-EST
Marne-la-Vallée




UNIVERSITÉ PARIS-EST
Marne-la-Vallée

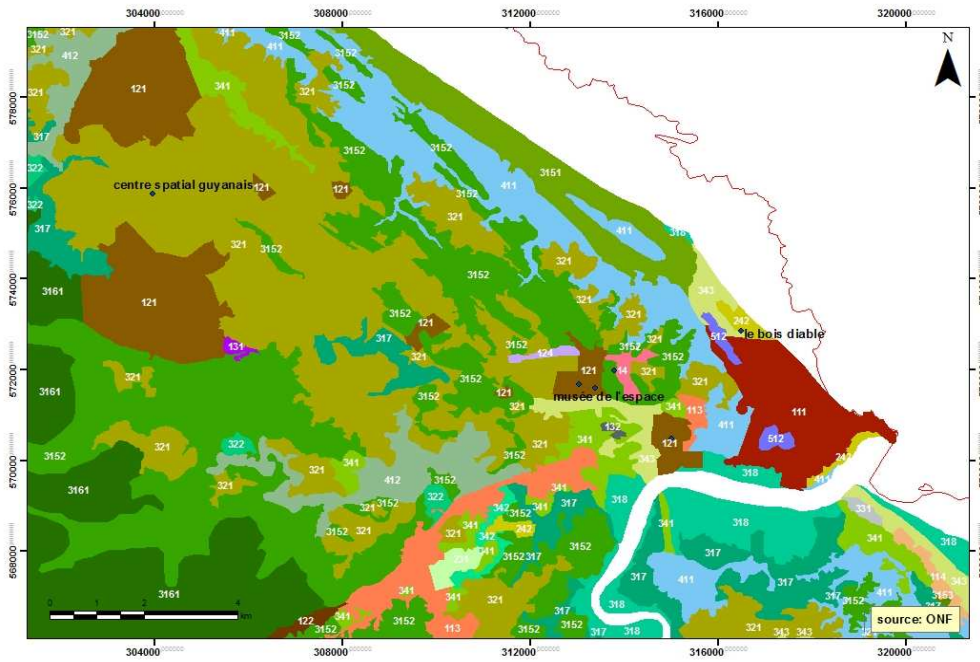
# Cayenne : Palsar Full Pol





UNIVERSITÉ PARIS-EST Marne-la-Vallée

## Carte de l'occupation du sol

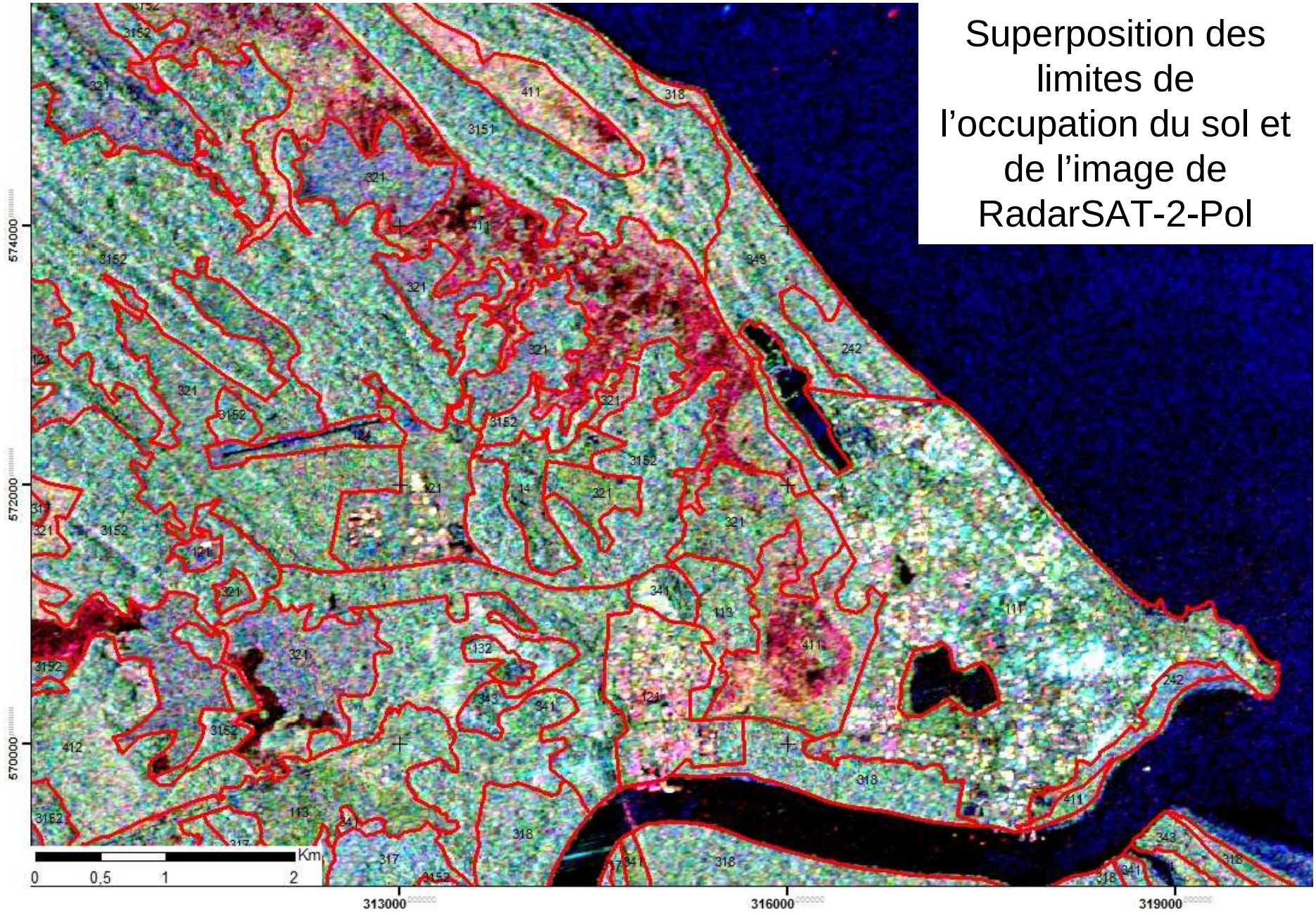



### Légende

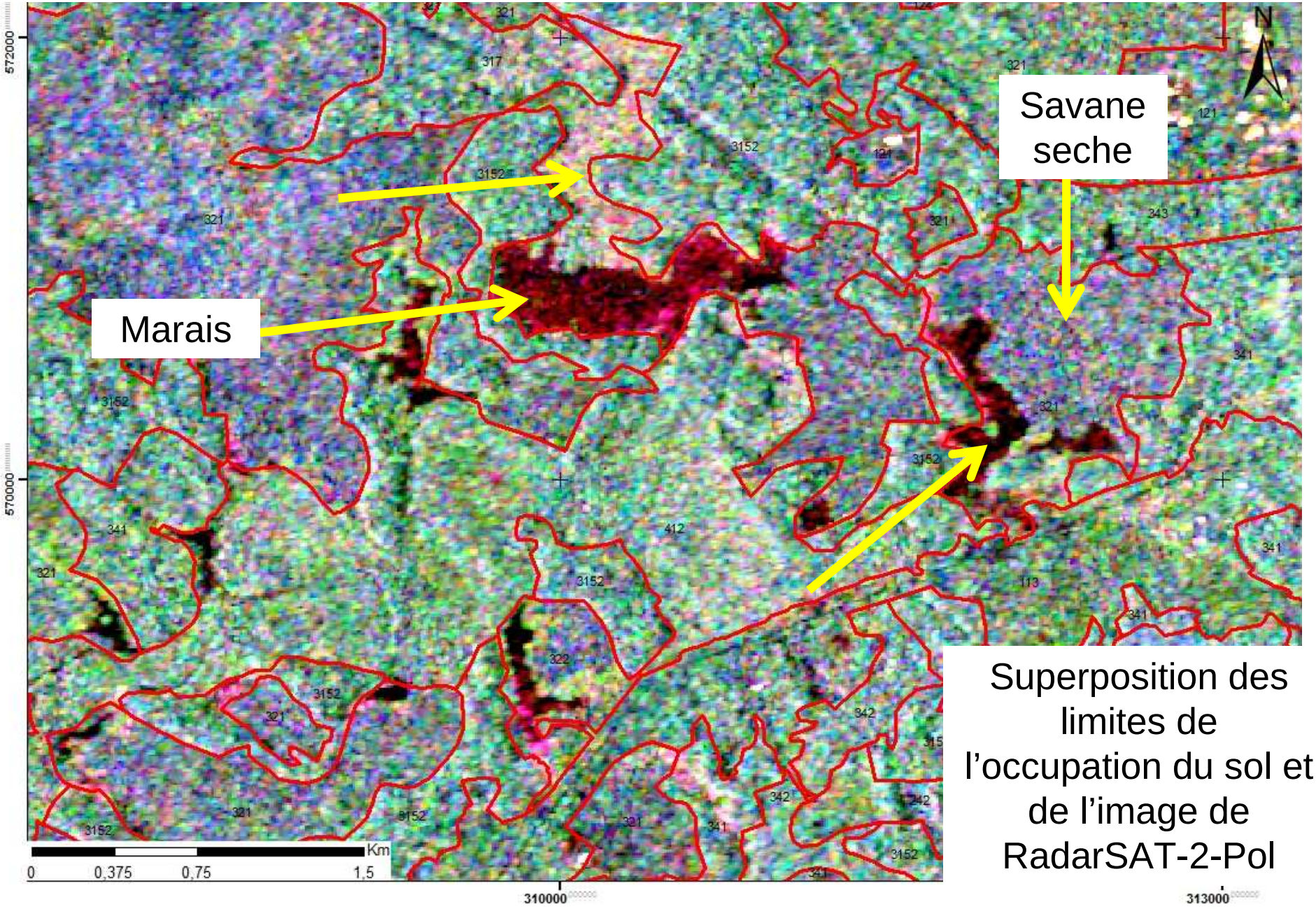
- 111_Tissu urbain continu
- 112_Tissu urbain discontinu
- 113_Bâti isolé
- 114_Habitat pluridisciplinaire
- 121_Zone industrielle ou commerciale
- 122_Réseau routier et réseau de communication et espace associé
- 123_Zone portuaire
- 124_Aéroport
- 131_Extractions de materiaux
- 132 _Décharge
- 133_Chantier
- 14_Espace vert artificialisés non agricole
- 211_Terre arable hors périmètre d'irrigation
- 213_Rizière
- 222_Verger et petit fruit
- 231_Prairie
- 242_territoire principalement occupés par l'agriculture avec présence de végétation
- 243_ Système culturaux et parcellaires complexe
- 3151_Forêt sur cordons sableux
- 3152_Forêt de la plain cotière ancienne
- 3153_Forêt basse sur sable blanc
- 3154_ Forêt littorale sur rochers
- 3161_Forêt hautes humide sempervirente sur sol ferralitique des collines et plateaux
- 3162_Forêt basses humide sempervirente sur sol ferralitique des collines et plateaux
- 317_Forêt inondable ou marécageuse primaire
- 318_Mangrove
- 319_Plantation forestière
- 321_Savane sèche
- 322_Savane inondable ou inondée
- 323_Végétation basse ou arbustive ou fourré
- 331_Plage, dune et sable
- 332_Roche nue, savane roche
- 341_Forêt dégradé de terre ferme
- 342_Forêt inondable ou marécageuse dégradé
- 343_Forêt et végétation arbustive en mutation (dégradation/ recolonisation)
- 411_Marais intérieur et marécage boisé / pripris
- 412_Marécage ripicole
- 421_Marais maritime
- 511_ Cours et voie d'eau
- 512_Plan d'eau
- 513_Pisciculture ou autre bassin

Source: BD Occup-Sol ONF

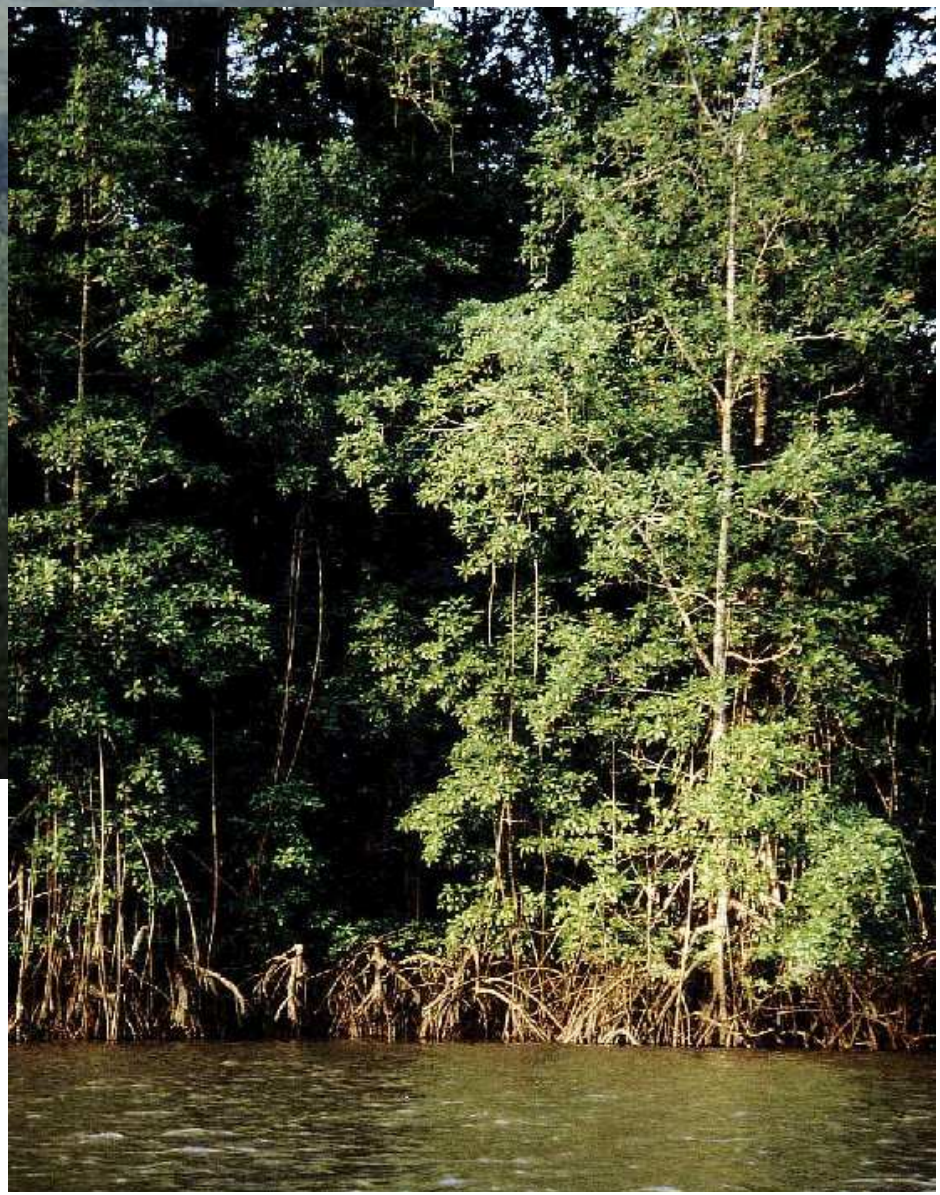
Superposition des limites de l'occupation du sol et de l'image de RadarSAT-2-Pol

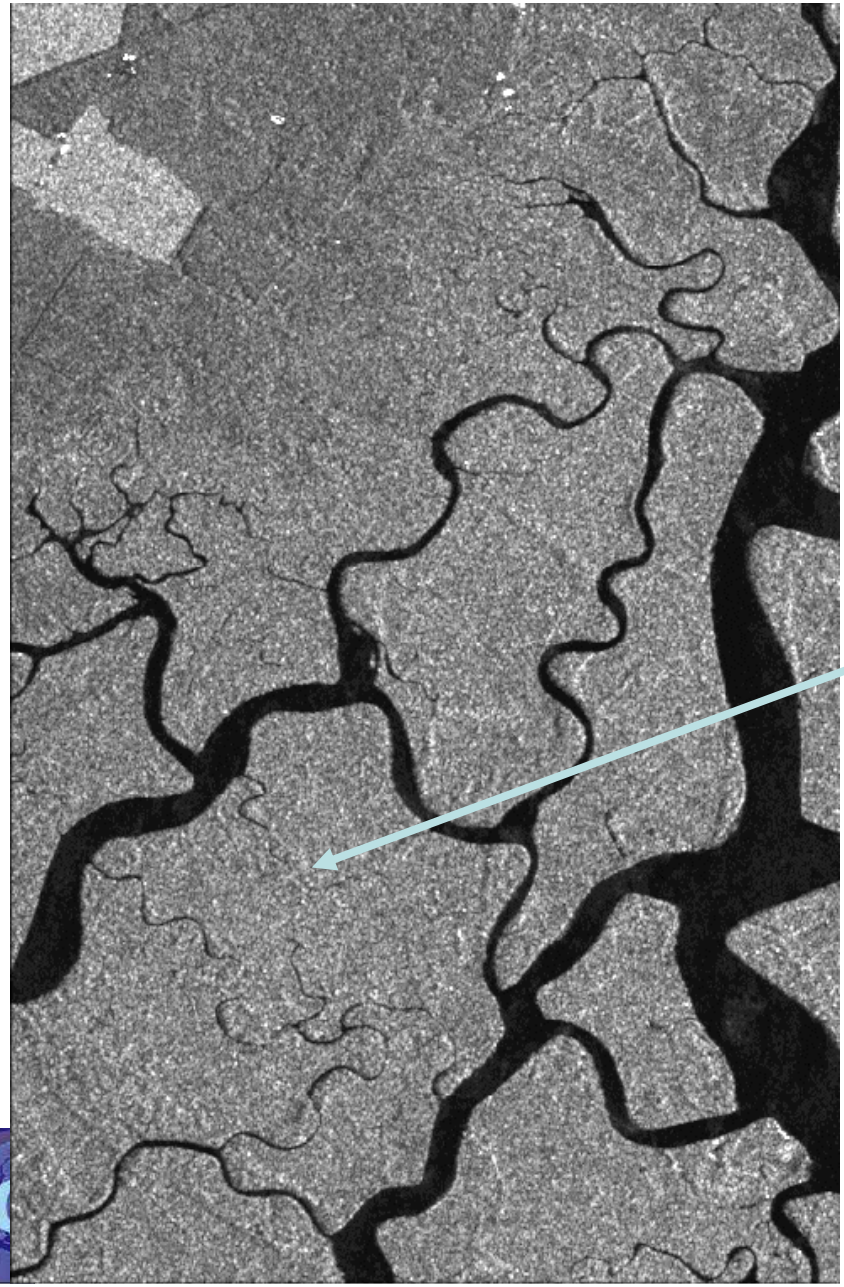


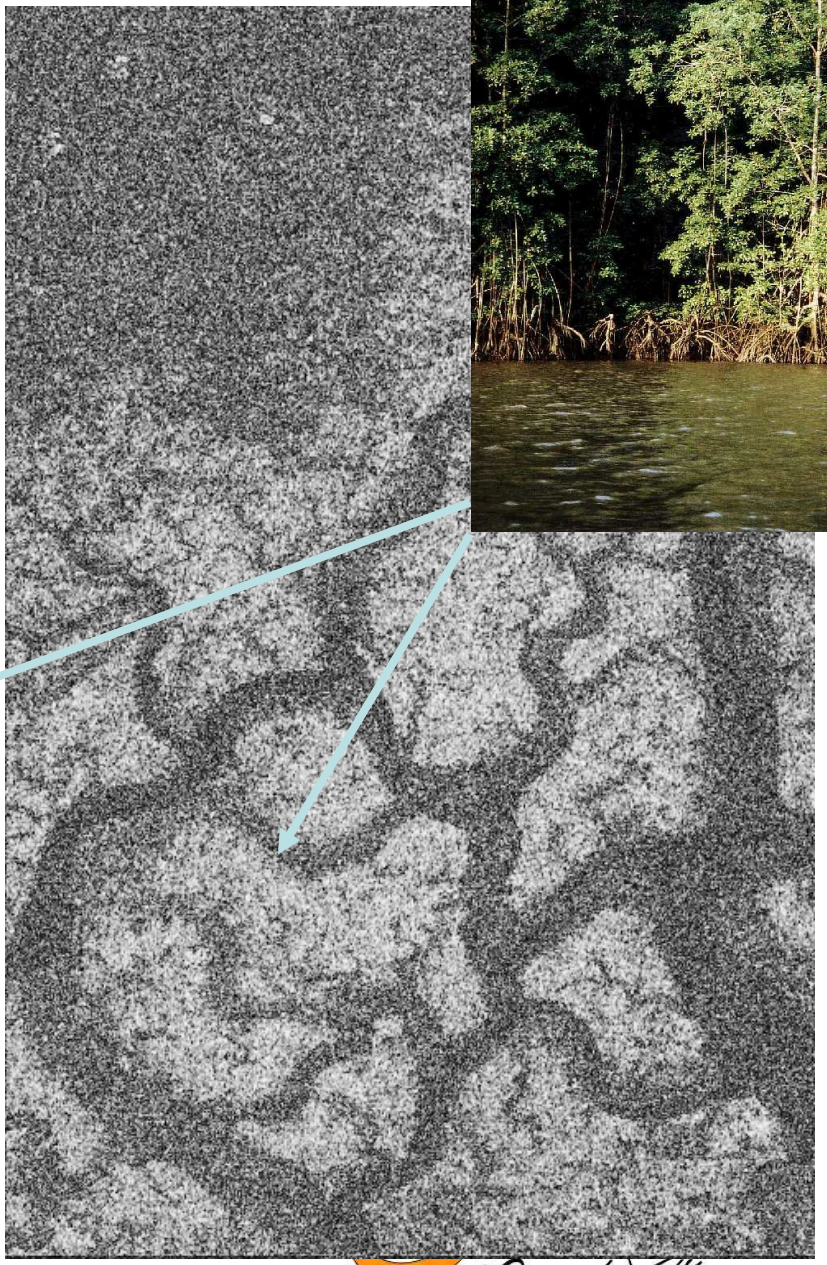
# ZOOM sur les différences de facies

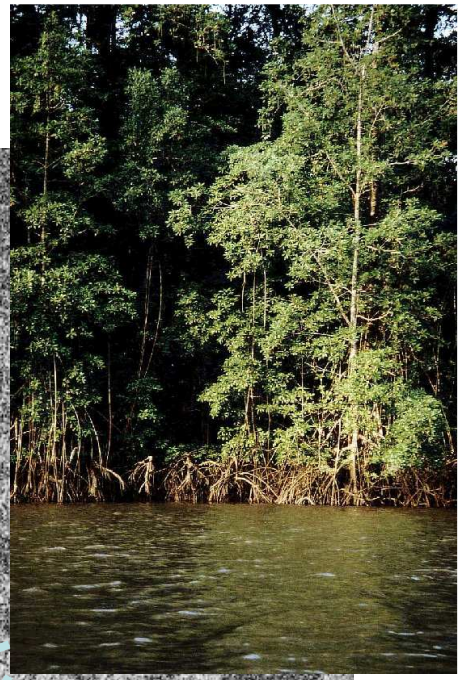



Superposition des limites de l'occupation du sol et de l'image de RadarSAT-2-Pol





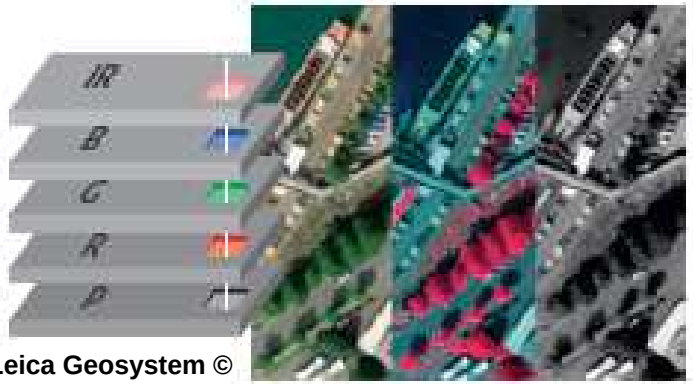




# Caractéristiques des caméras à barrettes

Leica Geosystems

Leica Geosystem ©



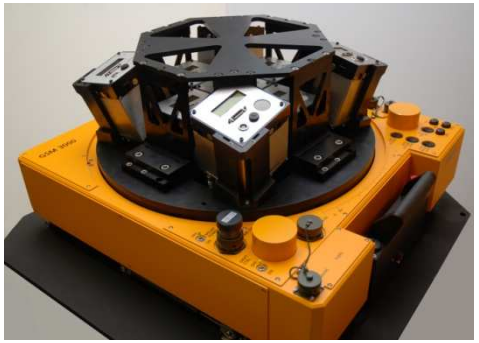

Leica Geosystem ©

ADS 80 (barrettes)
Barrettes de 12000 pixels

# Caméras matricielles : IGN

UltraCam V2 (VEXCEL - Microsoft)
- Image de 17310 x 11310 pixels
- Emprise ?
- Canaux R, V, B, Panchro et PIR

Caméra IGN V2b (LOEMI)
- Image de 16744 x 10871 pixels
- Emprise ?
- Canaux R, V, B, Panchro et PIR



# Caractéristiques des caméras à matrices

- Une très bonne stabilité géométrique
- Précision géométrique interne assurée
- Conception simple : pas d'INS, pas de nécessité d'une plateforme stabilisée
- Taille des capteurs compatibles avec les optiques du commerce : choix large de longueurs focales
- Indépendance entre le temps de pose et la taille du pixel au sol
- Perspective conique comme les caméras classiques