

DESMED

Juin 2006

INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
EN INFORMATIQUE
ET EN AUTOMATIQUE



Projet DESMED

- Initiative Flavio Parmiggiani. ISAC, CNR.
- Sonia Bouzidi. Unité de Recherche en Systèmes Intelligents, en Imagerie et Vision Artificielle. URSIVA.
- Abderrahmane SBIHI. Laboratoire des Systèmes de Télécommunications et Ingénierie de la Décision. LASTID.

Complémentarité : télédétection, traitement des images satellites, bases de données, analyse de données, décision,...

OBJECTIFS INITIAUX

- Détection précoce du processus de désertification, par définition de précurseurs sur les images satellite.
- Moyen : étude d'une archive historique du DLR d'une durée de 12 ans. Possibilité de compléter avec des données plus anciennes provenant de l'archive NOAA de l'université de DUNDEE.
- Mettre en place la méthodologie : apprentissage sur certains sites et certaines dates pour faire les choix, test sur des données non utilisées.
- Adaptation de la méthodologie pour les données MODIS. Tests.
- Compétences : études sur la dégradation des sols menées dans le cadre des collaborations avec le Brésil.

La désertification

Pléthore de définitions :

- Sécheresse différent de Désertification. Mais facteur aggravant.
- Aridité = Déficit pluviométrique permanent. Lié à insolation forte, température élevée, faible humidité de l'air, évapotranspiration.
- Article 1 de la Convention des Nations Unies : dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches par suite des variations climatiques ou des activités humaines.
- Caractérisée par une réduction de la bioproduktivité (NPP= Net Primary Productivity).

Des chiffres

- Nations Unies estiment que la désertification touche 25 à 30% de la surface terrestre.
- 1,2 Milliards de personnes dans au moins 100 pays sont en danger.
- 42 milliards de dollars par an de productivité alimentaire perdus.
- Les régions arides représentent 41% de la surface totale.

Les causes

- Principalement intervention humaine : surexploitation des ressources.
- Mais également impact des conditions climatiques (impact sécheresse faible si pas d'impact humain).
- Surpâturage, défrichage, déboisement, ...

Les conséquences

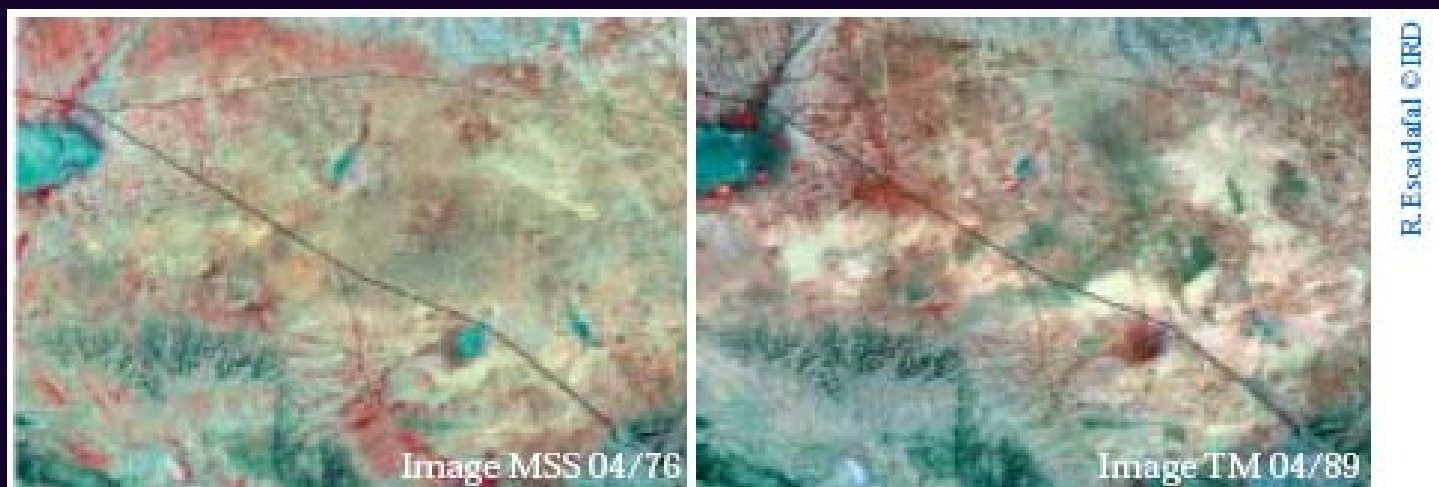
- Altération de la végétation.
- Modification des états de surface du sol.
- Destruction progressive du sol.
- Conséquences sur le bilan hydrique : ruissellement (crues, envasement).

Dégradation par diminution du couvert

Steppe sableuse de Menzel Habib, Tunisie



Dégradation: observation par satellite



1976: reliefs au SE et SO (gris), plaine dominée par steppe sableuse (beige) et cultures annuelles (rouge)

1989: sécheresse, diminution des cultures (rouge), extension des sables mobiles (jaune clair): la région est désertifiée.

Les moyens mis en oeuvre

- Reboisement.
- Fixation des dunes.

Les Institutions Internationales

- Convention des Nations Unies pour la Lutte Contre la Désertification : adoptée à Paris le 17/6/94.
- Ratifiée par 50 pays.

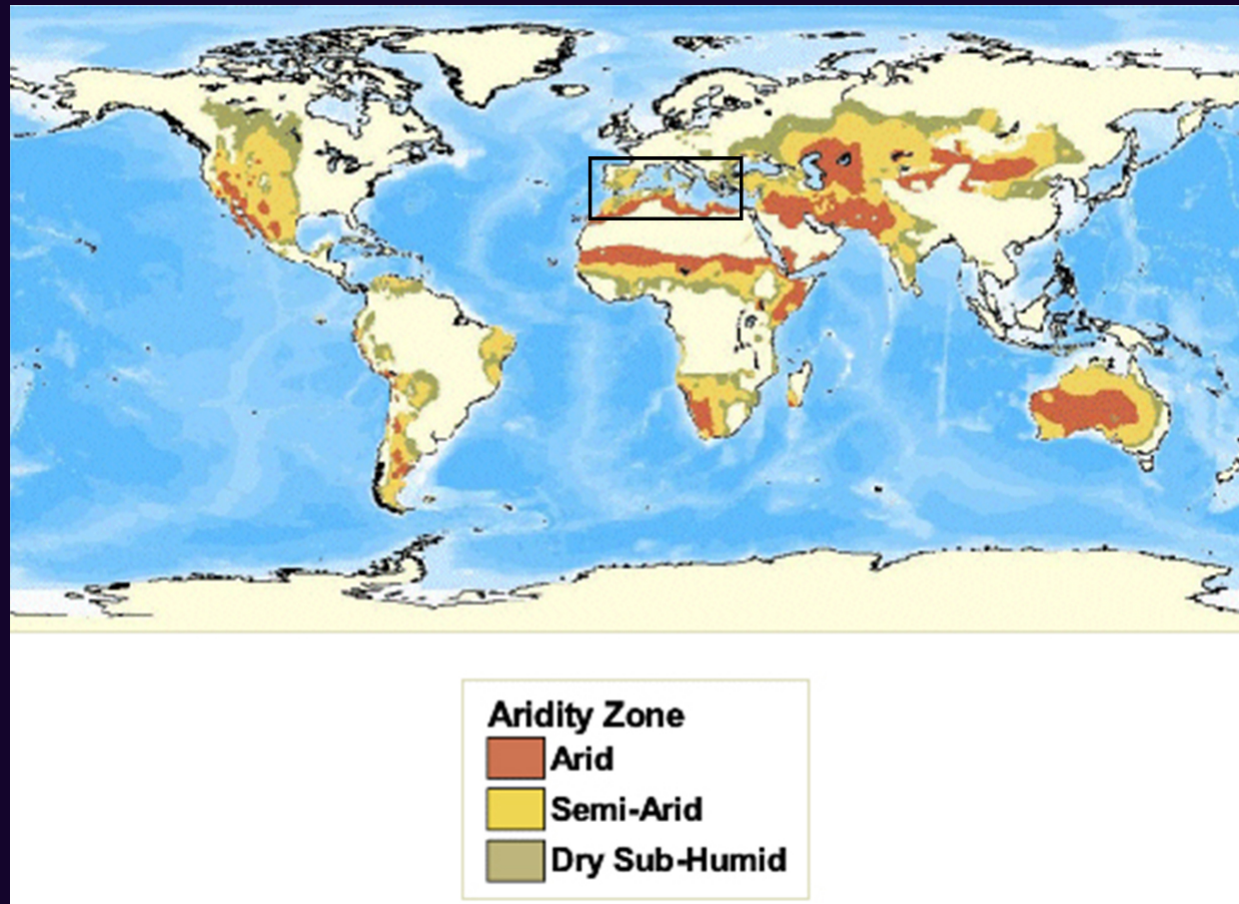
Aridité

Définition : (Moyenne des précipitations annuelles) / moyenne de l'évapotranspiration annuelle.

Région sèche : $\text{index} < 0,65$

- Sub-humide : $0,50 < I < 0,65$
- Semi-aride : $0,20 < I < 0,50$
- Aride : $0,05 < I < 0,20$
- Hyper aride : $I < 0,05$

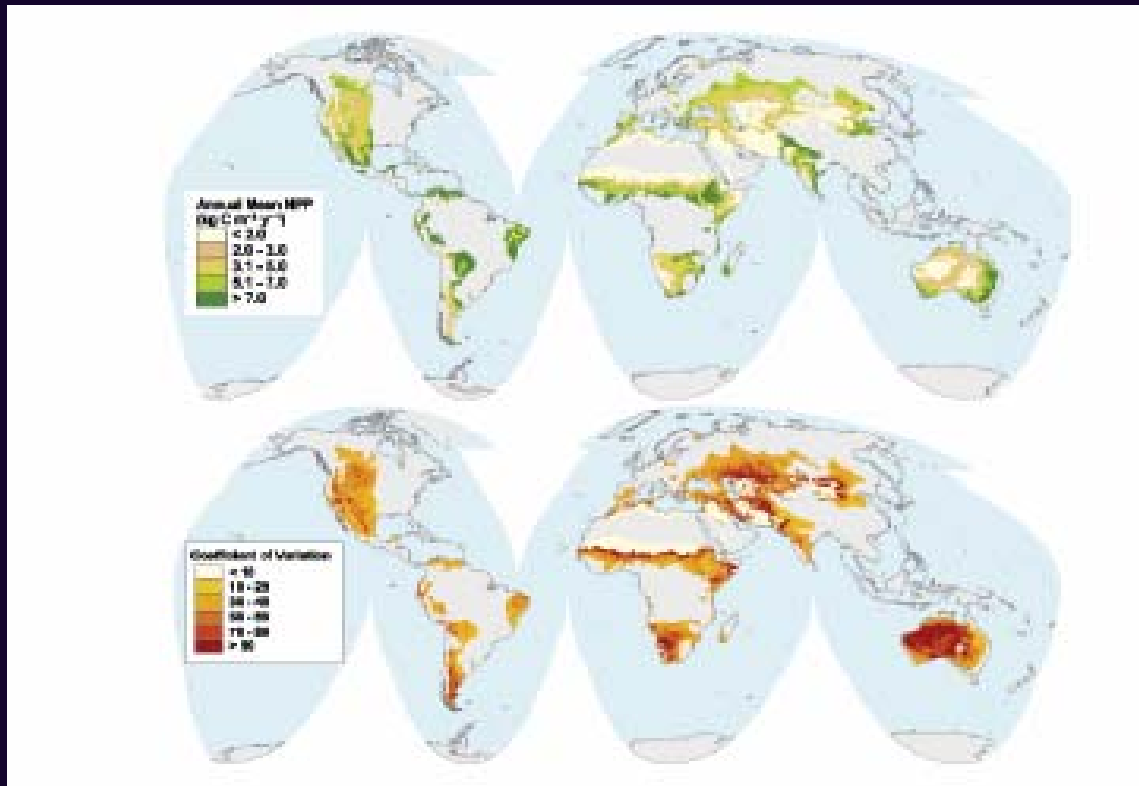
Etendue des zones arides



Adapté de White et Nackoney 2003

NPP

Déf



Variation annuelle
NPP en zone
sèche

Variation de la
NPP entre 82 et
93

Adapté de White et Nackoney 2003

Estimation du NPP par satellite

MODIS : 250m de résolution

NOAA : 1km de résolution

But :

- Assimiler des données satellitaires dans des modèles d'évolution du NPP.
- Calibrer des modèles d'estimation du NPP à partir de la donnée satellitaire.
- Apprendre et tester sur des bases de données historiques.

Dégradation

Différents types : érosion (éolienne, hydrique), détérioration des caractéristiques chimiques.



Surveillance de la dégradation par satellite

Différentes caractéristiques permettent de mesurer la dégradation des sols :

- Sol nu : sujet à érosion.
- Modification de couleur du sol : perte des nutriments et des matières organiques.
- Humidité du sol : permet de mesurer le potentiel pour les cultures.

Land use

Description :

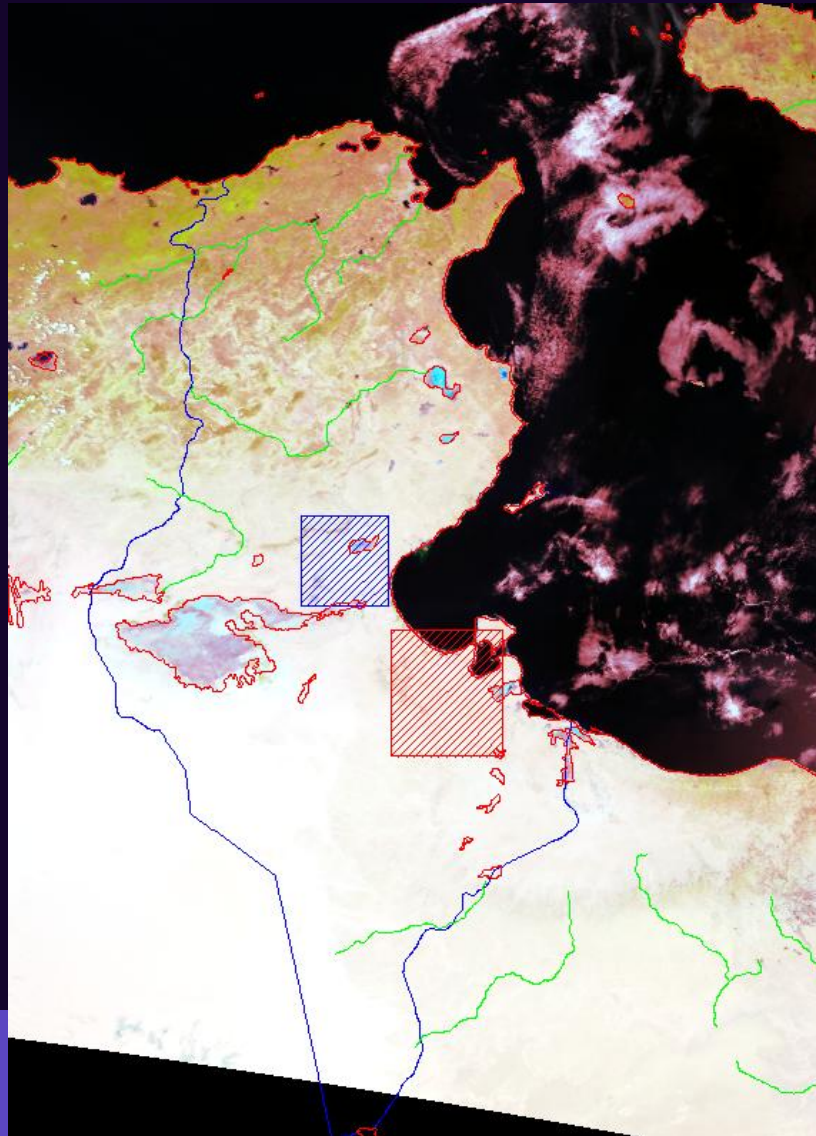
- Steppe arborée, sablo-limoneuse
- Dépôts sableux
- Cultures et palmeraies
- Reg (fin, moyen, grossier), sur pente faible ou sur versant
- Eboulis
- Talweg rocheux ou sablo-limoneux, à végétation buissonnante

Etude du Land use par satellite

Séquence MODIS

- Détecter les changements de Land Use qui conduisent à la dégradation. En général, liés à l'augmentation des populations, des cultures, à la surexploitation. Diminution des nutriments, Perte de fertilité.
- Détecter la dégradation par modification des propriétés spectrales.

Sites d'étude Tunisie



Menzel
Habib

Jfara

Sites d'étude Tunisie



Sites d'étude, Tunisie



Sites d'étude, Tunisie



Sites d'études, Tunisie



Objectifs à long terme

Surveillance et Evaluation :

- Mesurer l'état de la dégradation.
- Mesurer l'étendue.
- Evaluer les évolutions.
- Mesurer la performance des actions de lutte.

Moyens :

- Réseau d'Observatoires ROSELT : 12 sites pilote.
- Projets européens : MEDALUS, DEMON, CAMELEO.

Capital : dégradation des sols au Brésil

- Monitoring:

- Land use/land cover changes
- Agricultural practices
- Land degradation: erosion, deforestation

- On very large areas

- Rio de la Plata basin: 3,000,000 sq.km.

- At affordable cost

- Requires using large scale imagery: NOAA, MODIS, VEGETATION, acquiring several millions sq.km. per scene (compare to one SPOT scene=3,600 sq.km)
- Freely available
- Rich temporal information (daily images)
- Low spatial resolution (NOAA, VEGETATION: 1km; MODIS: 250m)

Operational monitoring with MODIS data

- Input:

- Time series of MODIS images, red and near infrared channels

- Processing:

- Pre-processing: geographic, radiometric, vegetation indices
- Mathematical representation of temporal profiles with a limited set of parameters
- Classification of the temporal profiles in the vector space defined by these parameters

- Output:

- Land Use/Land Cover classification
 - At MODIS scale
 - In percentage within MODIS pixels
- Deforestation alerts

- Pre-requisite: training is required to learn the characteristics of the main land use classes' temporal behavior

Training process

- Objective of training

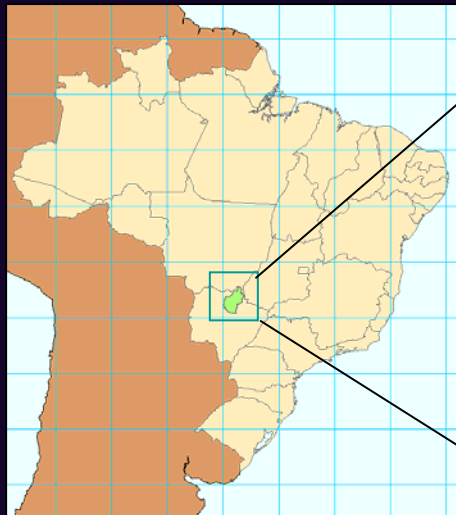
- Define which land use classes can be observed on MODIS sequences
- Define the characteristics of temporal profiles
- Select and tune a classifier

- Training data available on the Taquari basin:

- Well documented (fields campaigns)
- High resolution land use classifications (Landsat) performed yearly and validated: serves as ground truth

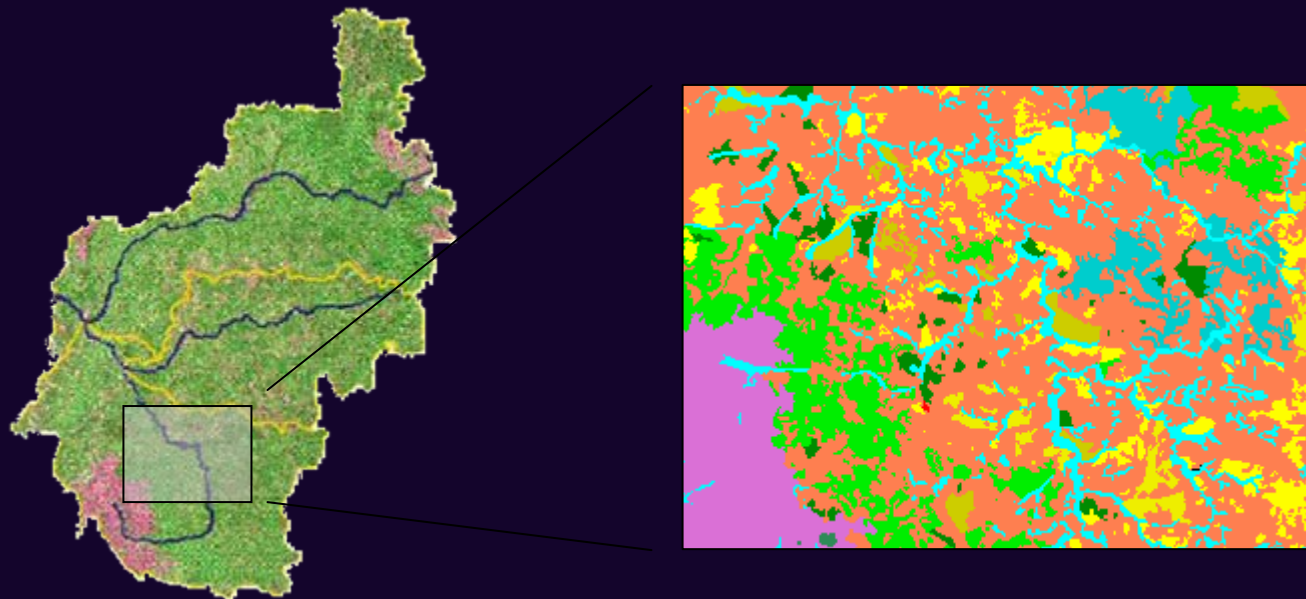
Training area: Taquari basin

Taquari river is the major contributor to the Brazilian Pantanal hydrological system. The Upper Taquari Basin is approximately 30,000 km².



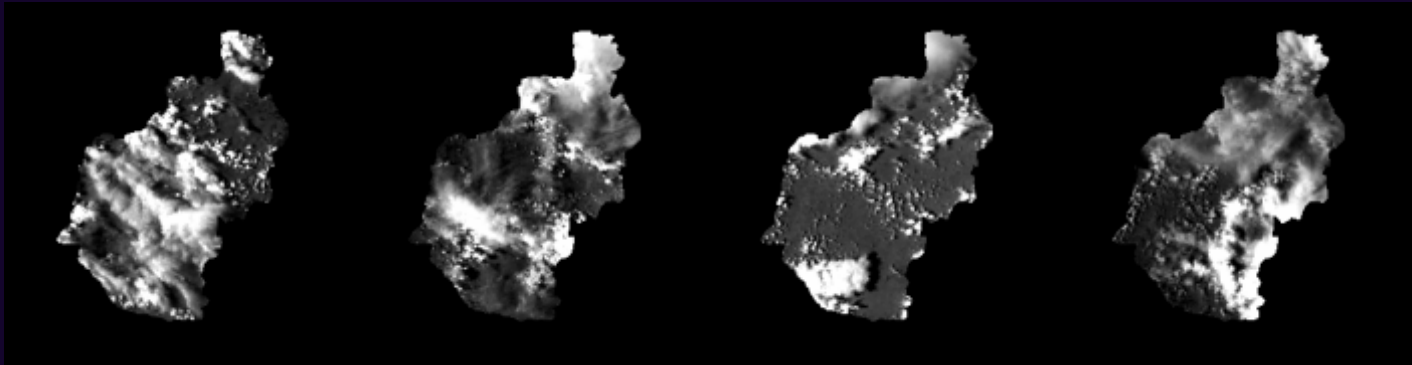
Classification

Classification supervisée d'images LANDSAT



Séquence MODIS

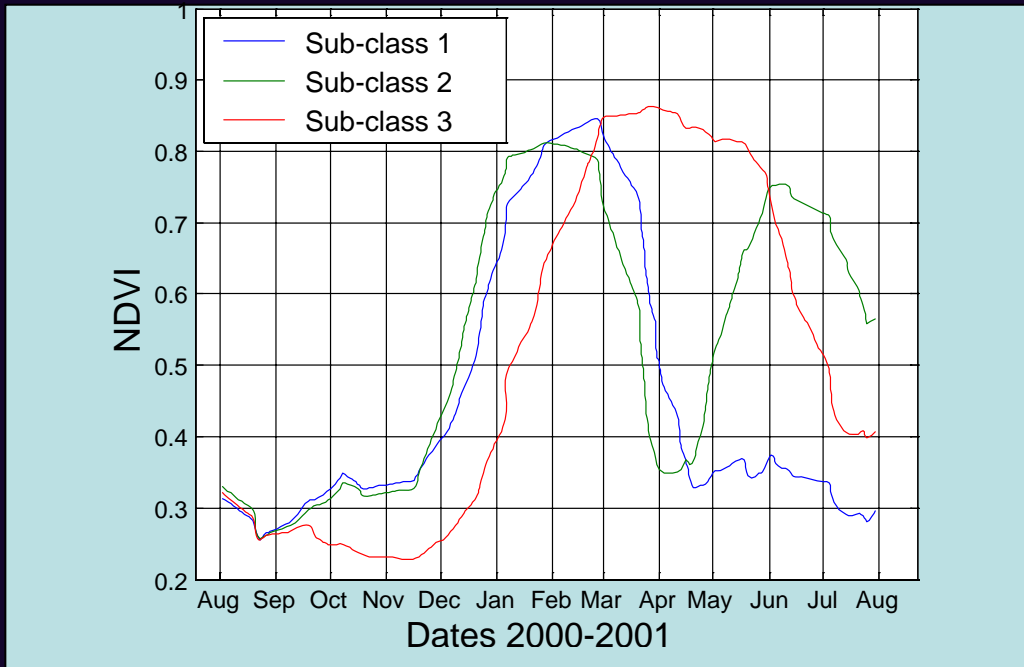
- Résolution 250m
- Réflectances R/PIR et NDVI
- Acquisitions quotidiennes



Determining land use classes

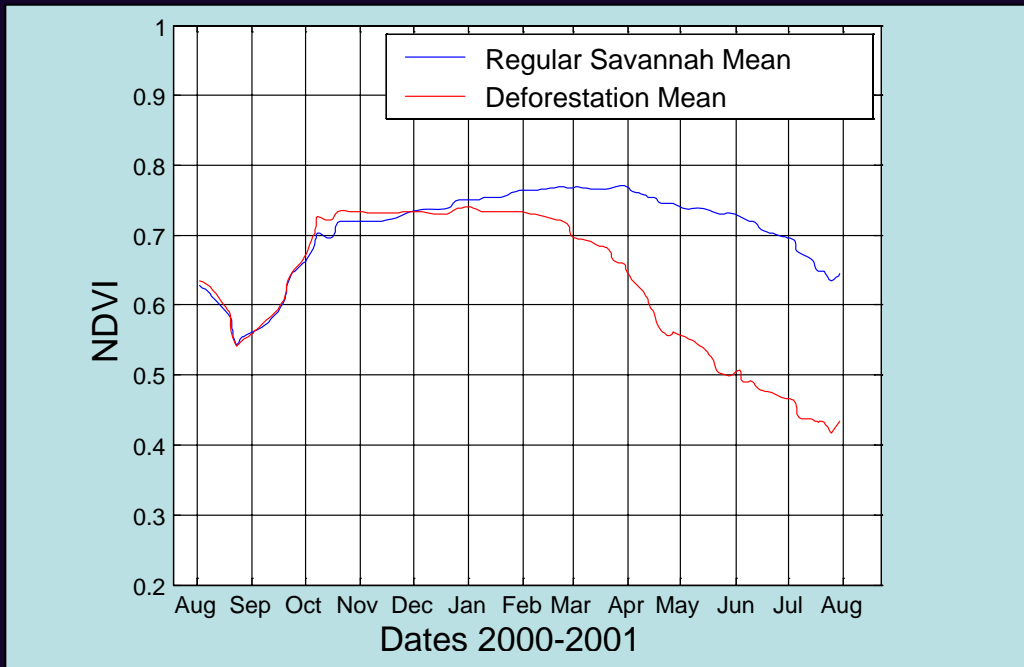
- Original Landsat TM classification in 12 classes
 - Dense savannah, open savannah
 - Pasture, bushland
 - Agriculture
 - Urban...
- MODIS temporal profiles for these classes are compared
- Not all classes can be distinguished: class merging (e.g. one savannah class)
- Agriculture corresponds to different temporal behaviors: class splitting (agriculture 1, 2, 3)
- Result:
 - 6 distinguishable classes: 3 different agriculture, pasture, savannah, urban
 - Some profiles start as savannah and end up as pasture: interpreted as deforestation

Classes determination: agriculture



3 different agricultural practices are detected as clusters with different NDVI profiles

Classes determination: deforestation

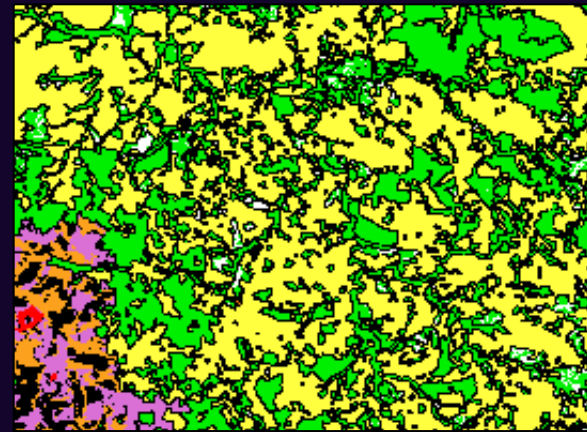
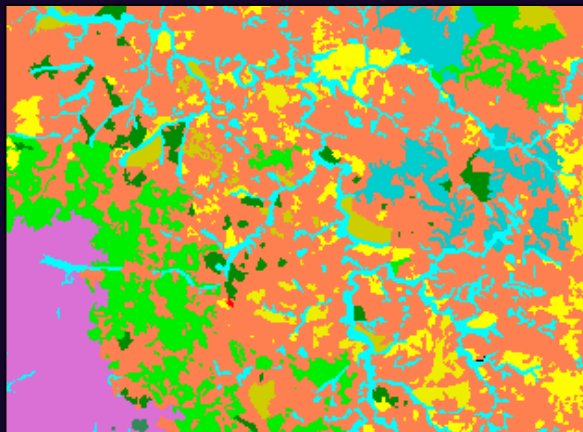


Deforested areas have NDVI profiles starting as savannah and ending as pasture.

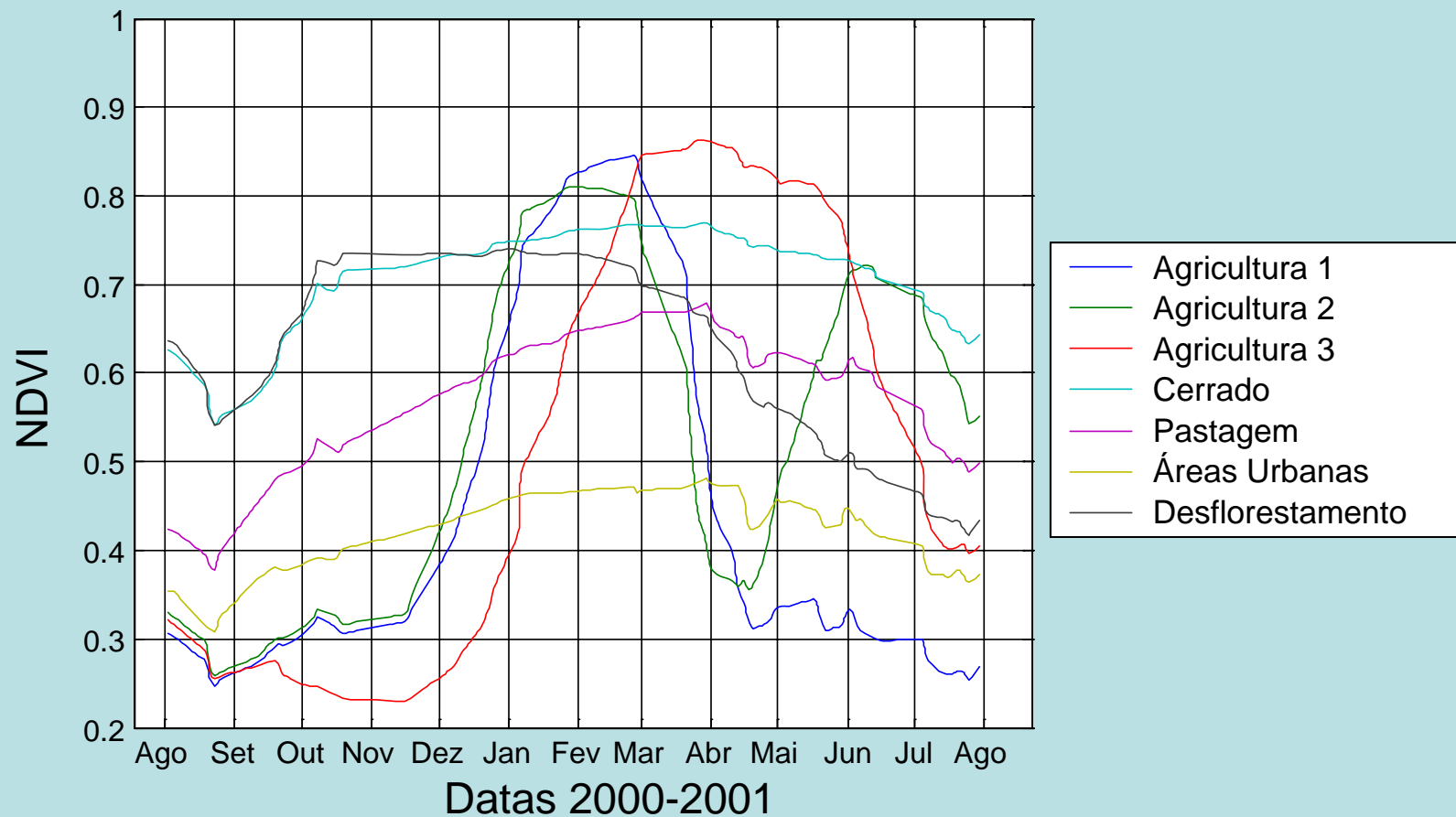
Validation by visual inspection only (no ground truth)

Zone d'apprentissage

Détermination des 7 classes MODIS sur la zone d'apprentissage

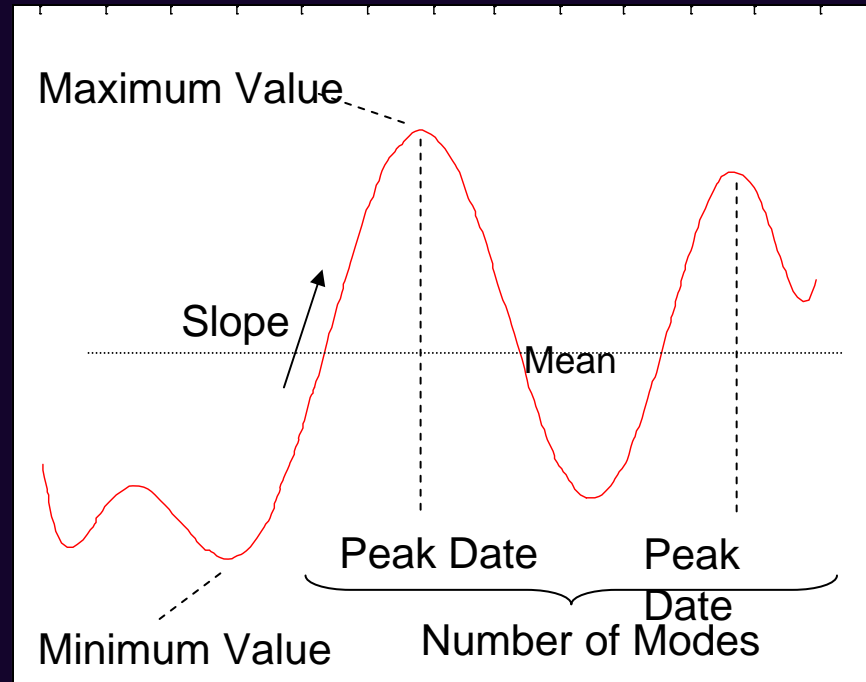


Profils des 7 classes



Mathematical representation of temporal profiles

- Profiles are fitted by polynomials.
- Features are computed from the coefficients of the polynomial:
 - 14 features describing the whole curve (eg, mean, min, max, date of max, number of modes, etc)
 - 10 features per mode (date, width, integral, slope, etc): up to 3 modes on observed profiles



Feature selection

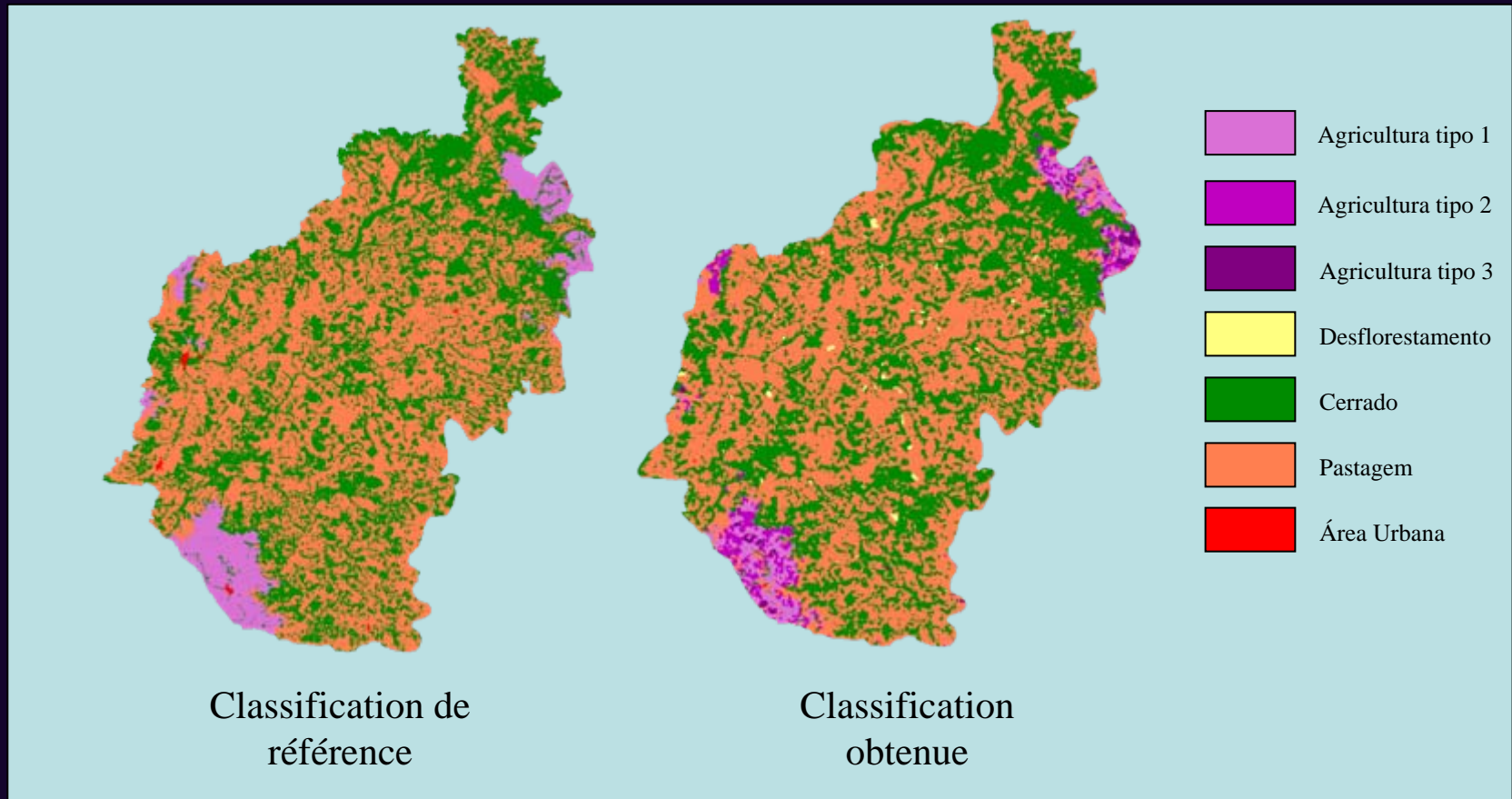
- Selection of features in the learning data, allowing for discrimination between the 6 classes, in view of classification:
 - Performed by discriminant analysis and CFS (correlation-based feature selection)
 - 12 features selected:
 - Mean,
 - Date of maximum,
 - Minimum,
 - Max-min
 - Date of growth start
 - Length of vegetative period,
 - Mean slope
 - Standard deviation
 - Number of modes
 - Date and width of first mode when applicable
 - Variation after 150 days

Classifier Tuning

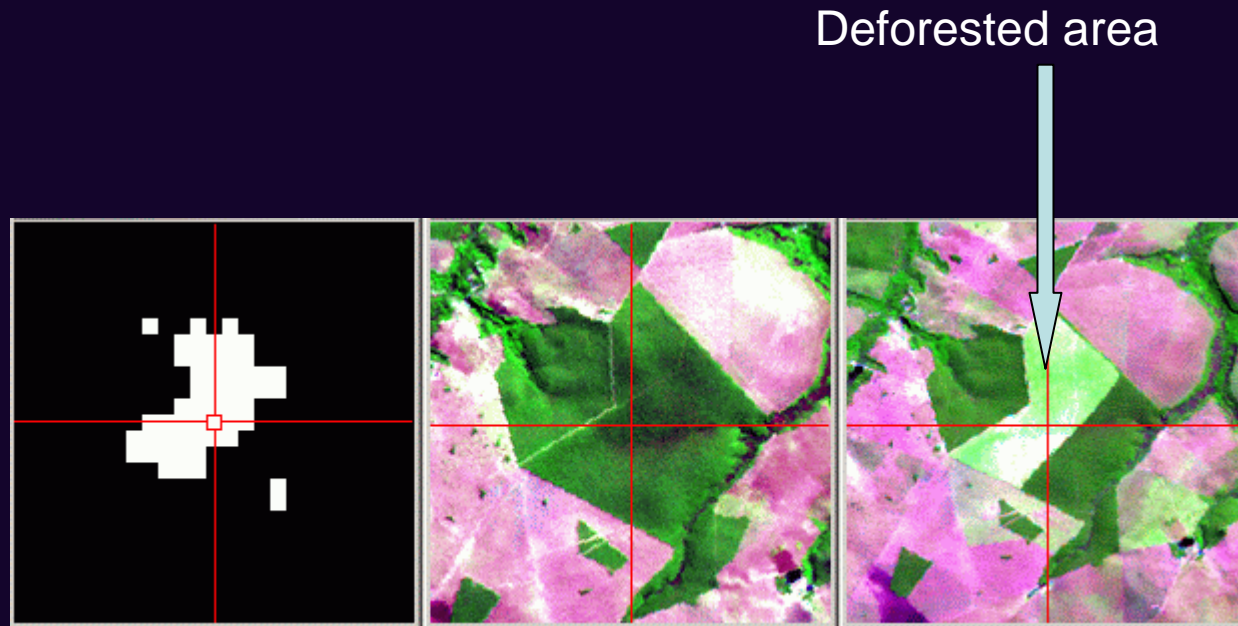
- Choice of a maximum likelihood classifier
- Estimation of probabilities for the 7 classes
- Non classified pixels interpreted : a linear mixture model is applied to yield the percentages of classes within MODIS pixels



Test of classification performance



Example of deforestation detection



Left: result of deforestation detection (white pixels)

Middle: Landsat TM image of Aug 2000

Right: Landsat TM image of July 2001

Example of deforestation detection

