

# Classification spectro-spatiale d'images hyperspectrales par régularisation anisotropique

**N. Gorretta (1), S. JAY (1), X. HADOUX (1)**  
(1) UMR, ITAP IRSTEA Montpellier

*3<sup>ème</sup> Colloque Scientifique SFPT-GH*  
*16 mai 2014*

Pour mieux  
affirmer  
ses missions,  
le Cemagref  
devient Irstea



[www.irstea.fr](http://www.irstea.fr)





**Introduction**

**Principes de l'approche proposée**

**Résultats**

**Conclusion**





# **Introduction**

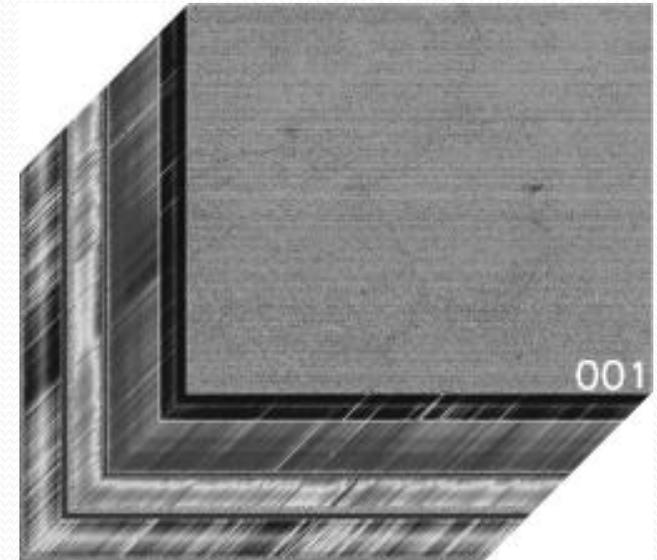
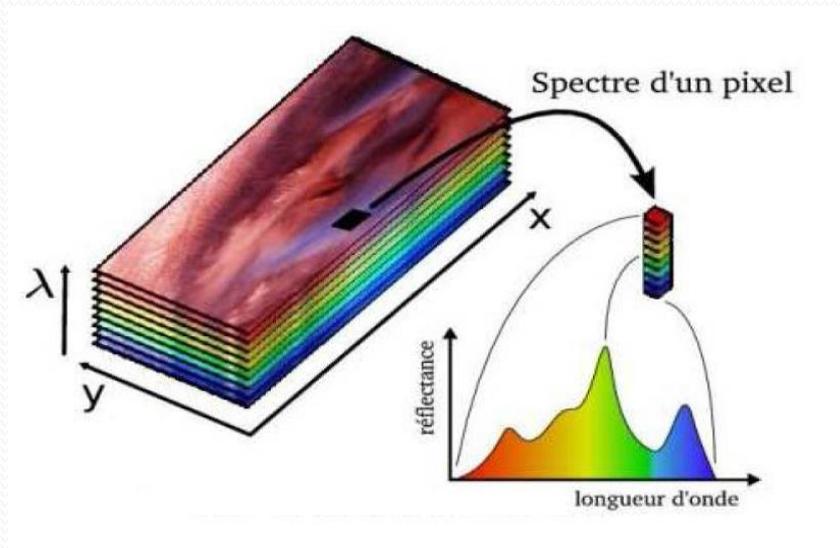
**Principes de l'approche proposée**

**Résultats**

**Conclusion**



# Image hyperspectrale



Plus d'information

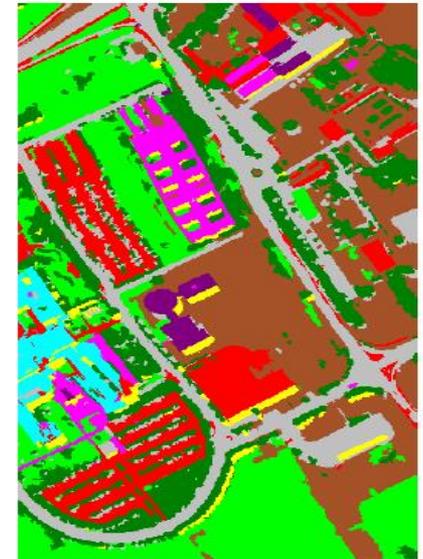
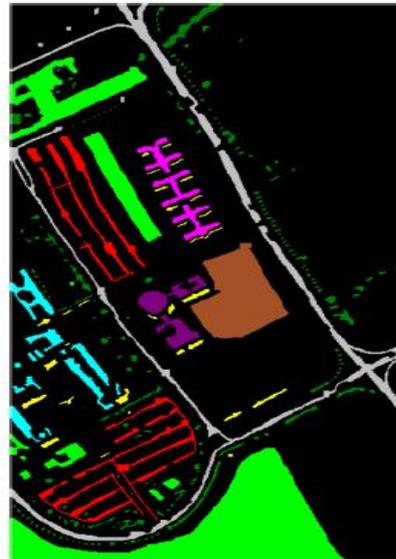
→ augmente les possibilités de discrimination

Dimensionnalité augmente

→ **nécessité d'algorithmes spécifiques**

## Classification supervisée ou non supervisée Utilisation de l'information spectrale uniquement

- Approches dites « pixel-wise »
  - Analyse réalisée en utilisant le spectre de chaque pixel
  - Des outils: PLS-DA, SVM, K-means, ...



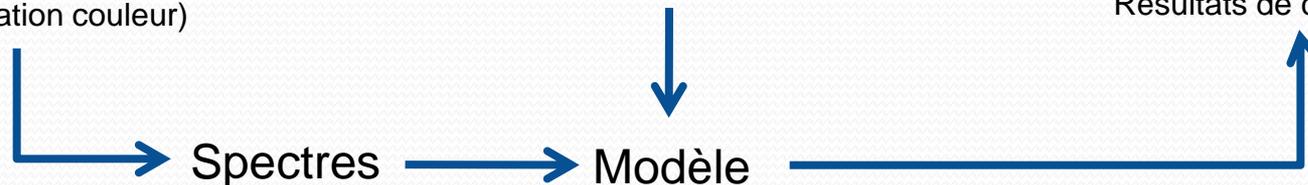
• Image IHS  
(représentation couleur)

Vérité terrain

Résultats de classification

Spectres

Modèle

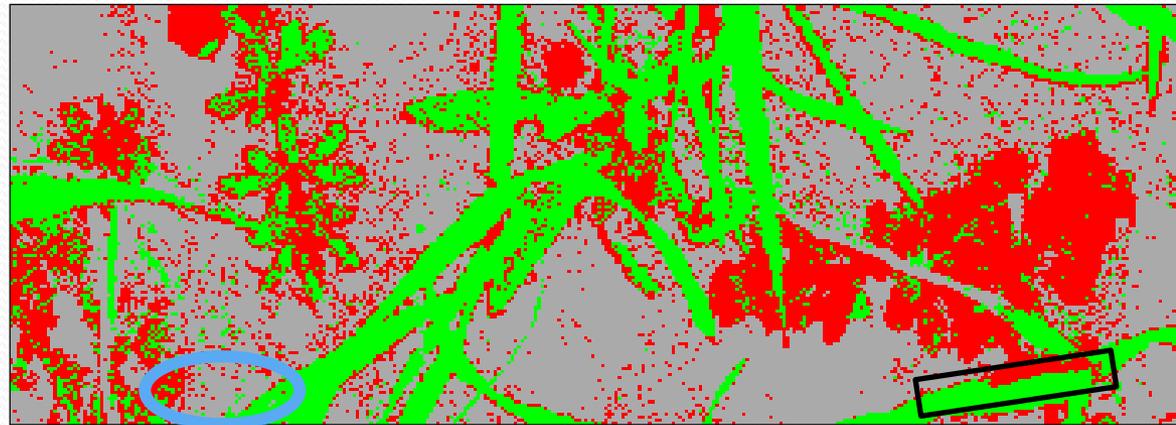


## Classification supervisée ou non supervisée Utilisation de l'information spectrale uniquement

Ex: Détection des adventices au sein de cultures de blé (X.Hadoux, 2012)

- Acquisition images au champ (Hypex, 400-1000 nm, NEO)
- PLS-DA: 3 classes (Sol, Adventices, Blé)

Résultats de classification  
Modèle PLS-DA  
appliqué à une image



• De nombreux pixels isolés mal-classés

Des problèmes aux bordures des objets

INTRODUIRE DES CONTRAINTES SPATIALES ?



**Introduction**

**Principes de l'approche proposée**

**Résultats**

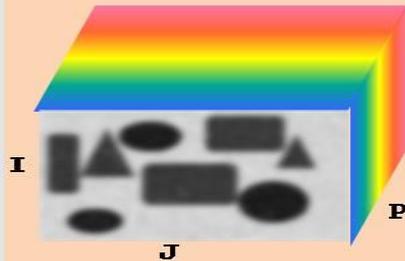
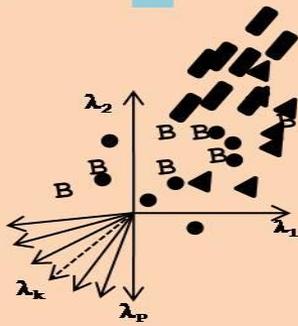
**Conclusion**



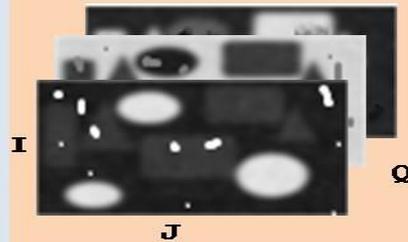
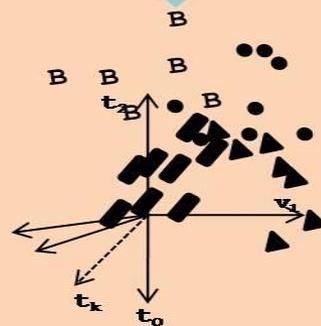
# PRINCIPE DE L'APPROCHE PROPOSEE

Etape 1

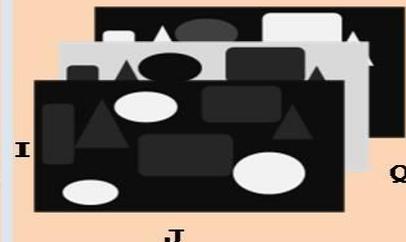
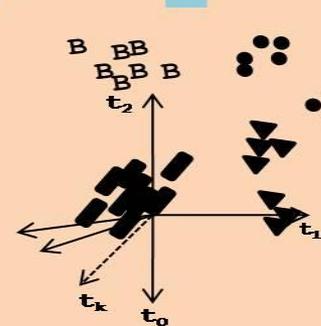
Supervised  
dimension reduction



HS image



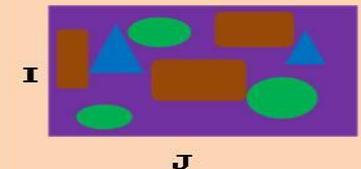
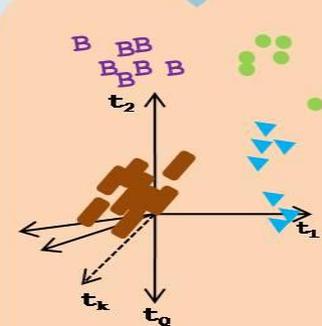
Score image



Regularized  
score image

Etape 3

Class estimation



Classification  
map

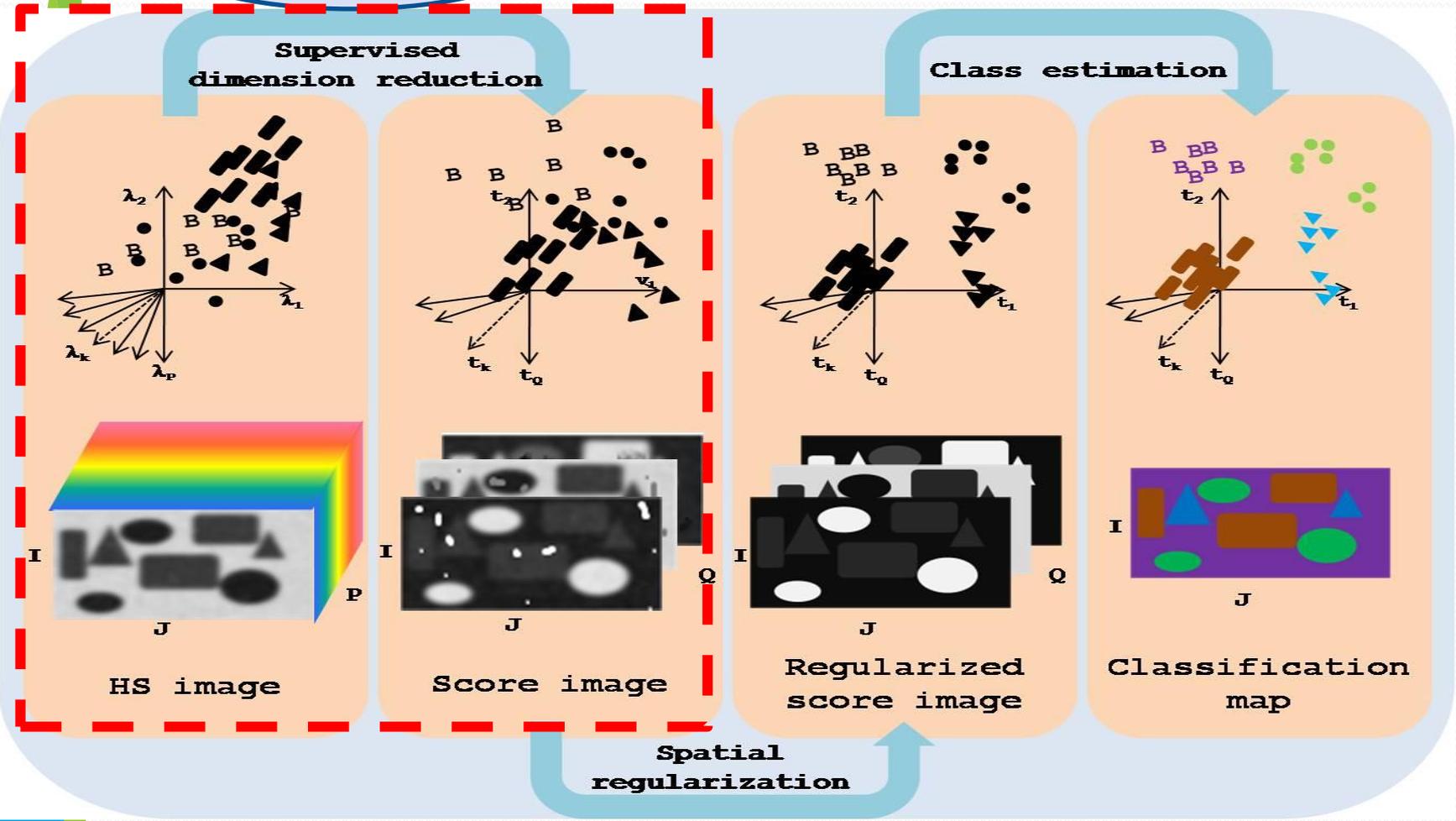
Spatial  
regularization

Etape 2

irstea

# PRINCIPE DE L'APPROCHE PROPOSEE

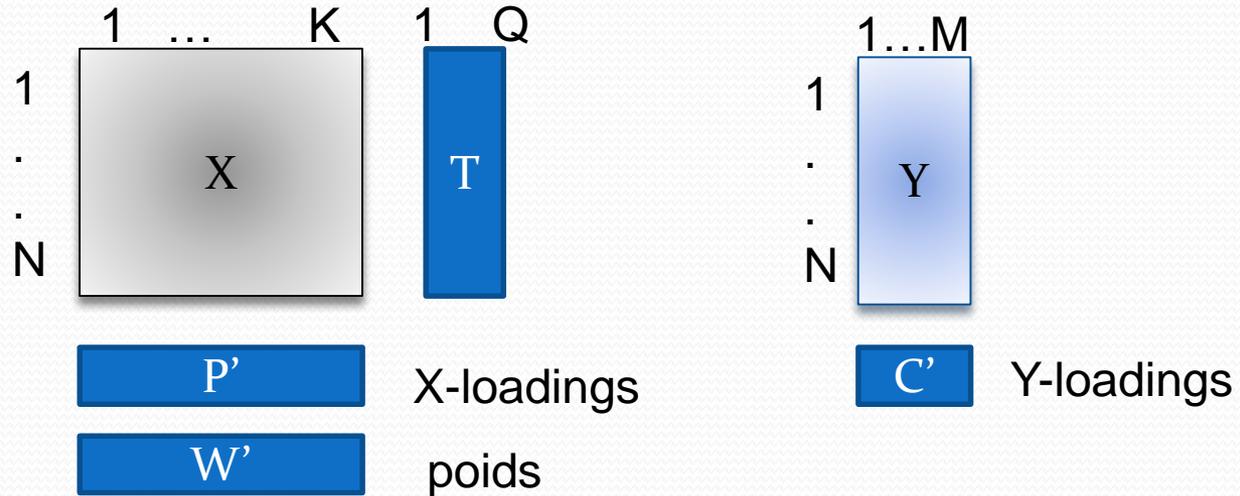
## Etape 1



# PRINCIPE DE L'APPROCHE PROPOSEE

**Etape 1** : Réduction de dimension : moindres carrés partiels (PLS)

→ Expliquer X et la relation entre X et Y



Trouver  $T$  ( X-scores) telle que :

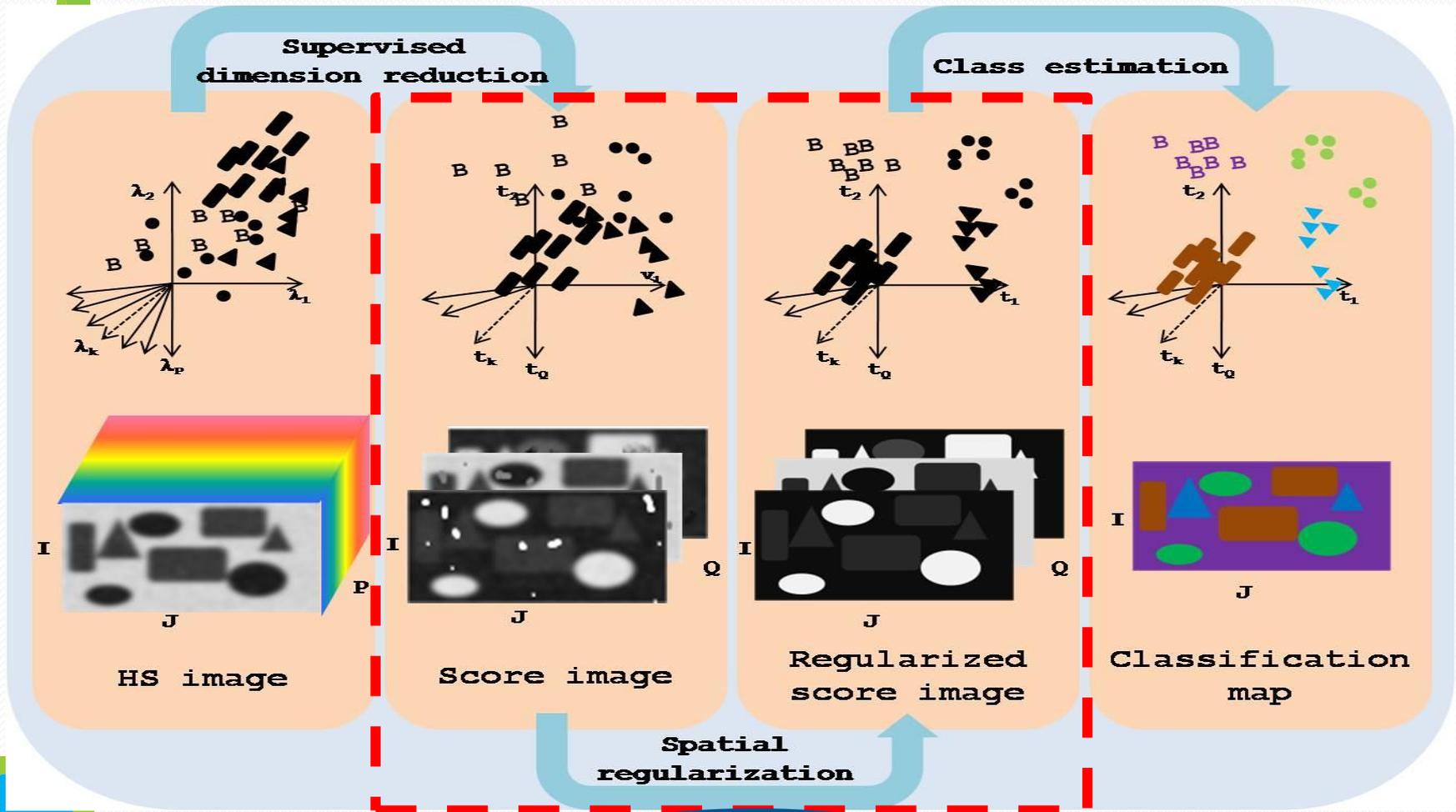
$$Q \ll K$$

$$T = XW' \quad T, \text{ combinaison linéaire de } X$$

$$X = TP' + E \quad \text{Bonne Approximation de } X$$

$$Y = TC' + F \quad \text{Bonne Approximation de } Y$$

# PRINCIPE DE L'APPROCHE PROPOSEE



Etape 2



## Etape 2 : Régularisation par diffusion anisotropique de chaque image score obtenues en étape 1

- Inspiré par l'équation de diffusion de la température
- Homogénéisation de l'image mais sélectivement :
  - Augmenter l'homogénéité intra-région
  - Préserver les contours de l'image

➔ Adapter la diffusion aux propriétés locales de l'image via le coefficient de diffusion

Coefficient de diffusion anisotropique

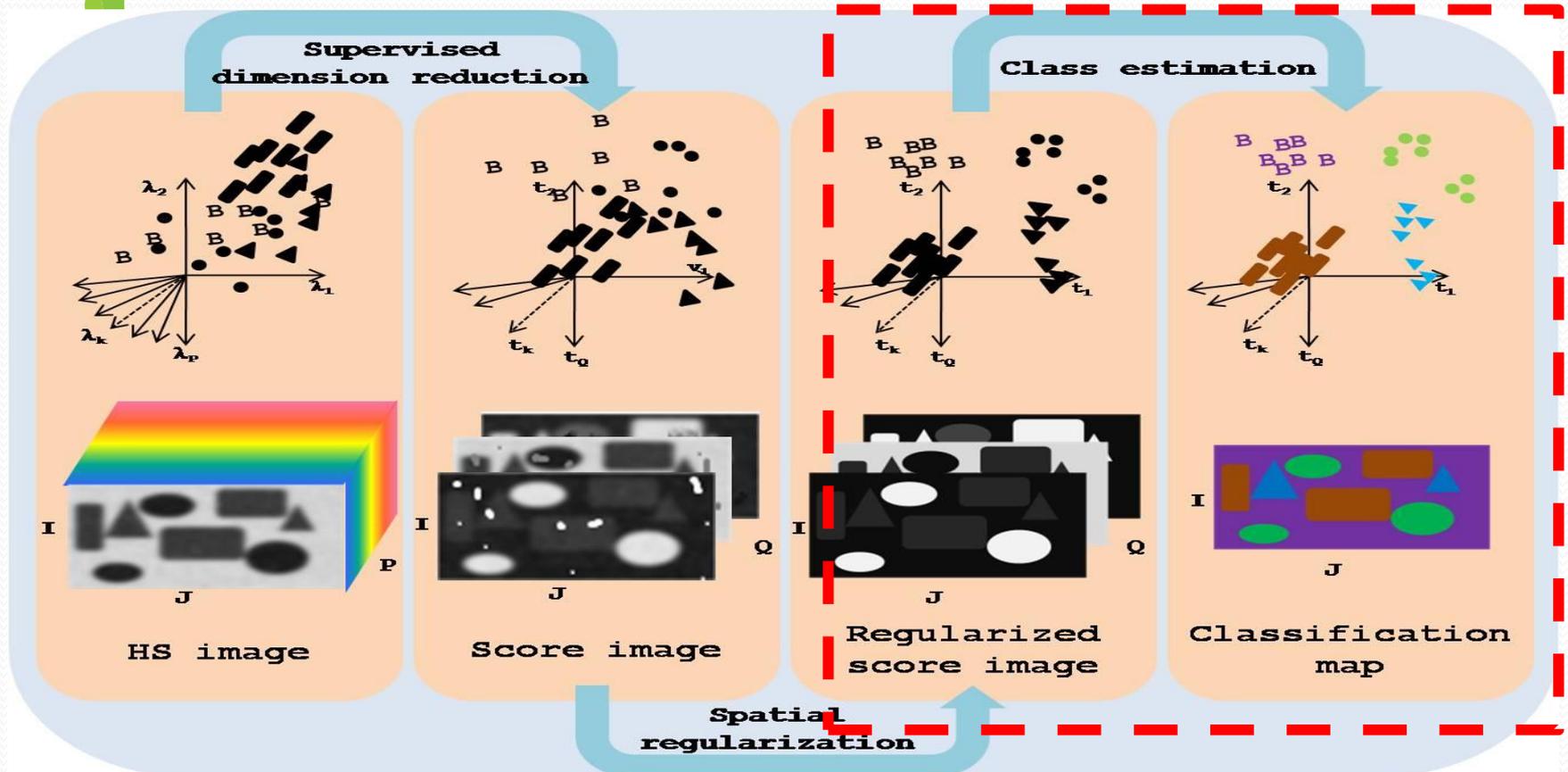


$$\frac{\partial I(x, y, t)}{\partial t} = \text{div}[g(\alpha)\nabla I(x, y, t)] \quad \alpha = \|\nabla I(x, y, t)\|$$

$$g(\alpha) = \exp(-(\alpha/k)^2)$$

# PRINCIPE DE L'APPROCHE PROPOSEE

Etape 3



## Etape 3 : Classification

- Plusieurs algorithmes de classification testés :
  - K plus proches voisins (K-NN)
  - Séparateurs à vastes marges (SVM)
  - Analyse Discriminante



**Introduction**

**Principes de l'approche proposée**

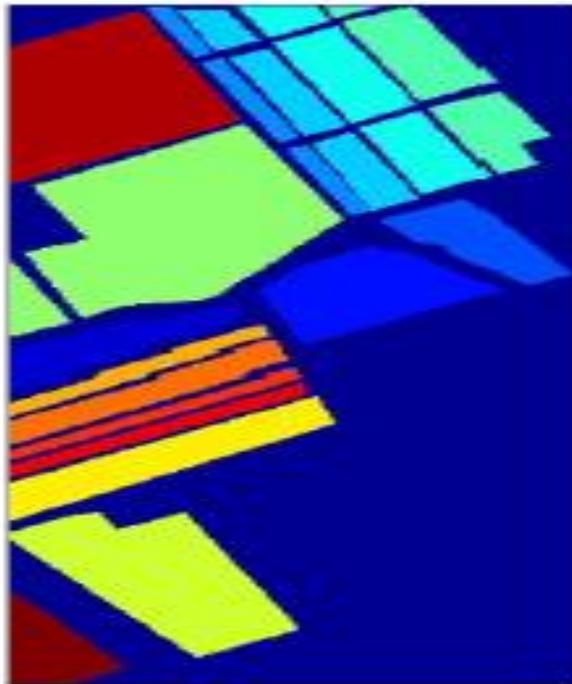
**Résultats**

**Conclusion**



## Example: Image hyperspectrale « Salinas »

- Gamme spectrale : 400-2500 nm (224 bandes)
- Résolution spatiale: 3.7 m/pixel
- Image 512x217 pixels
- 16 classes



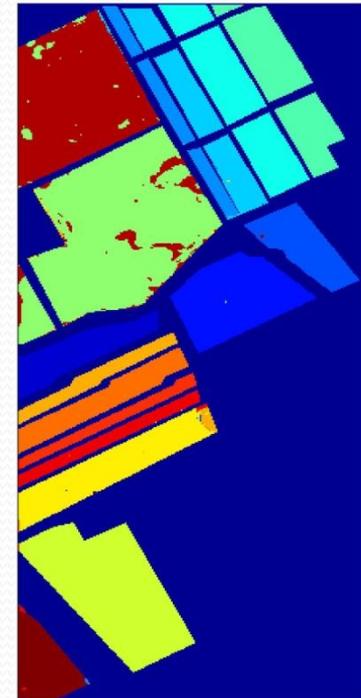
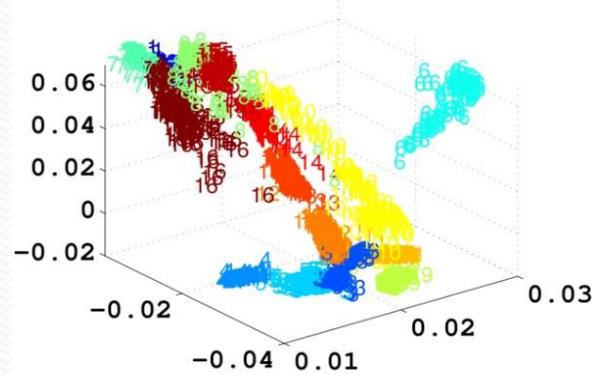
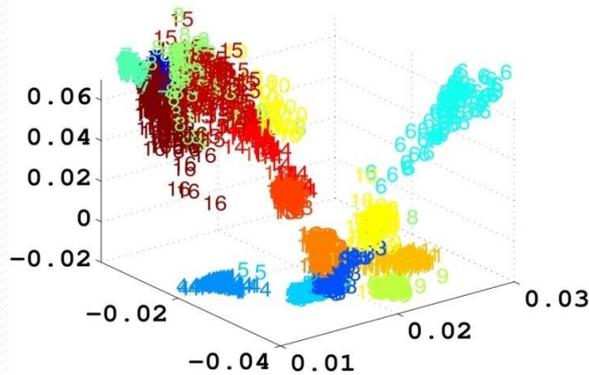
0	Unlabeled
1	Brocoli green weeds 1
2	Brocoli green weeds 2
3	Fallow
4	Fallow rough plow
5	Fallow smooth
6	Stubble
7	Celery
8	Grapes untrained
9	Soil vinyard develop
10	Corn senesced green weeds
11	Lettuce romaine 4wk
12	Lettuce romaine 5wk
13	Lettuce romaine 6wk
14	Lettuce romaine 7wk
15	Vinyard untrained
16	Vinyard vertical trellis

## Exemple: Image hyperspectrale « Salinas »

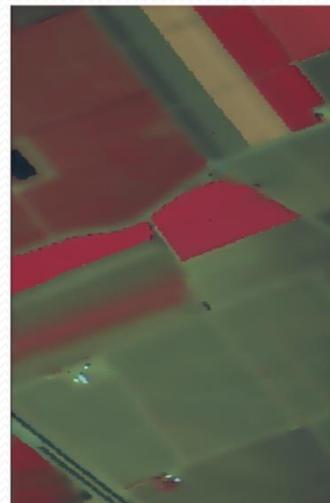
Etape 1  
Réduction de  
dimension PLS

Etape 2  
Régularisation

Etape 3  
Classification  
KNN

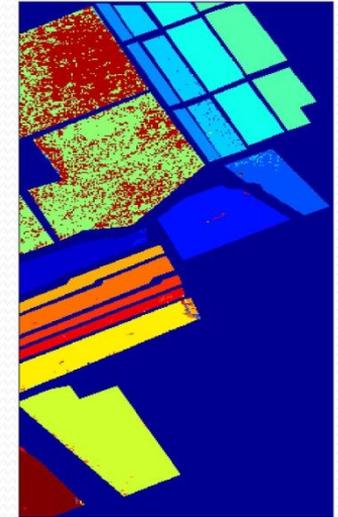
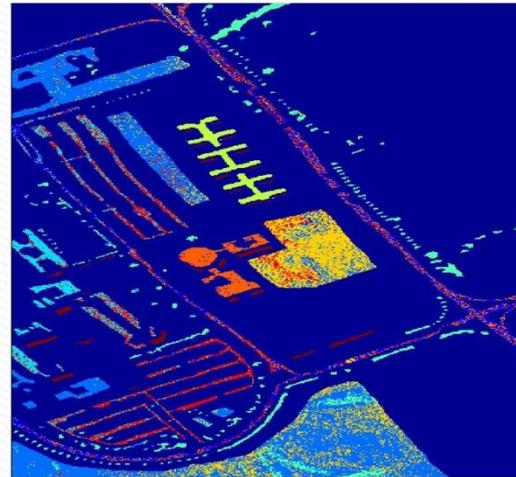
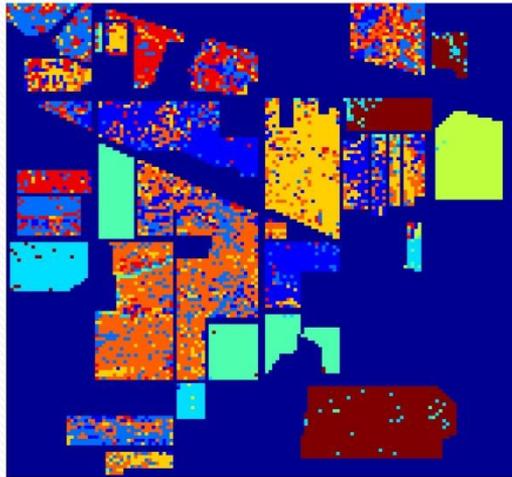


Q=13

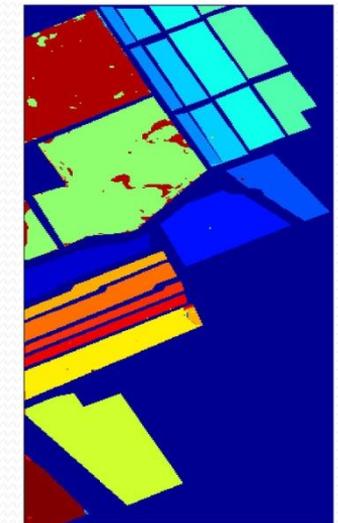
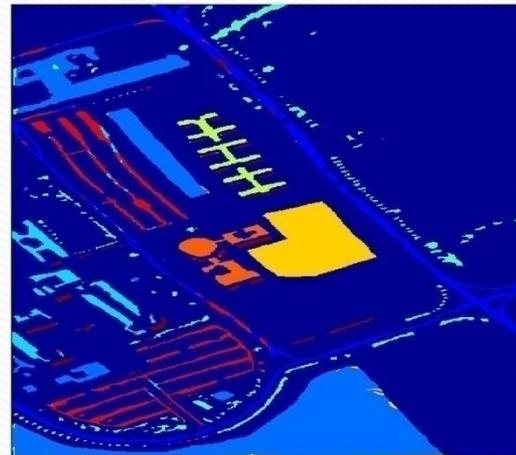
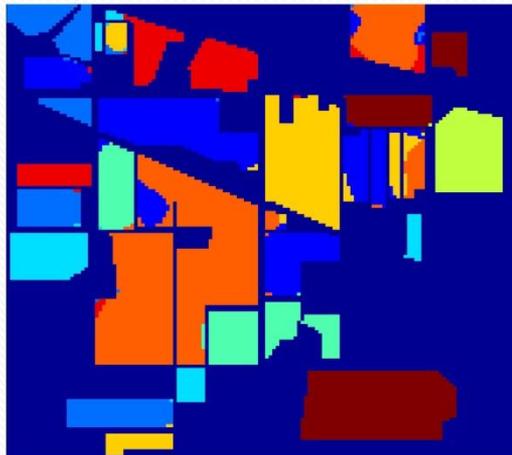


## Classifications obtenues sans et avec régularisation

PLS-KNN

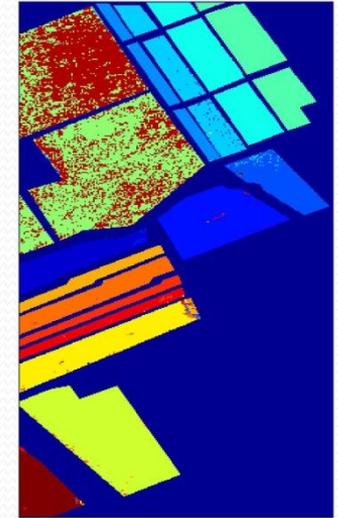
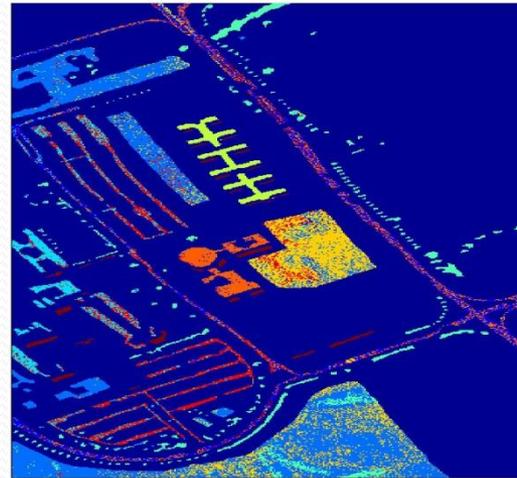
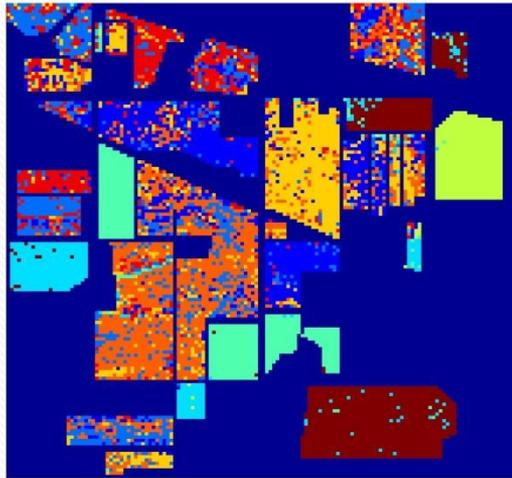


PLS-AR-KNN

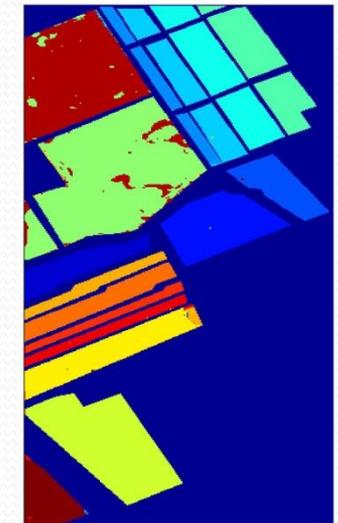
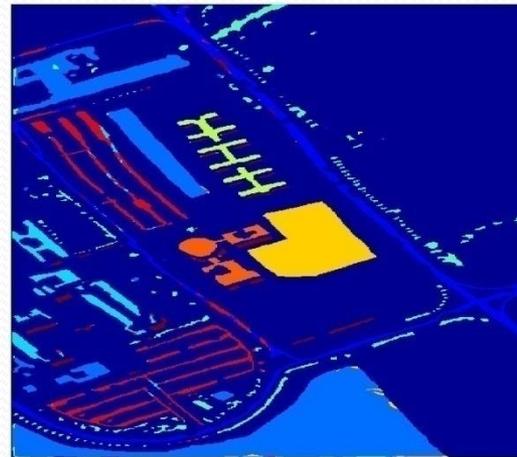
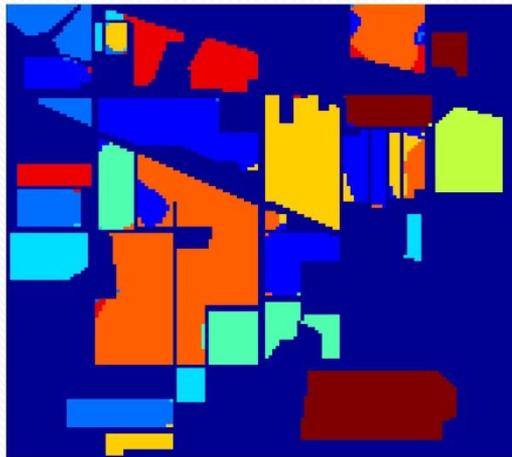


## Classifications obtenues sans et avec régularisation

PLS-KNN

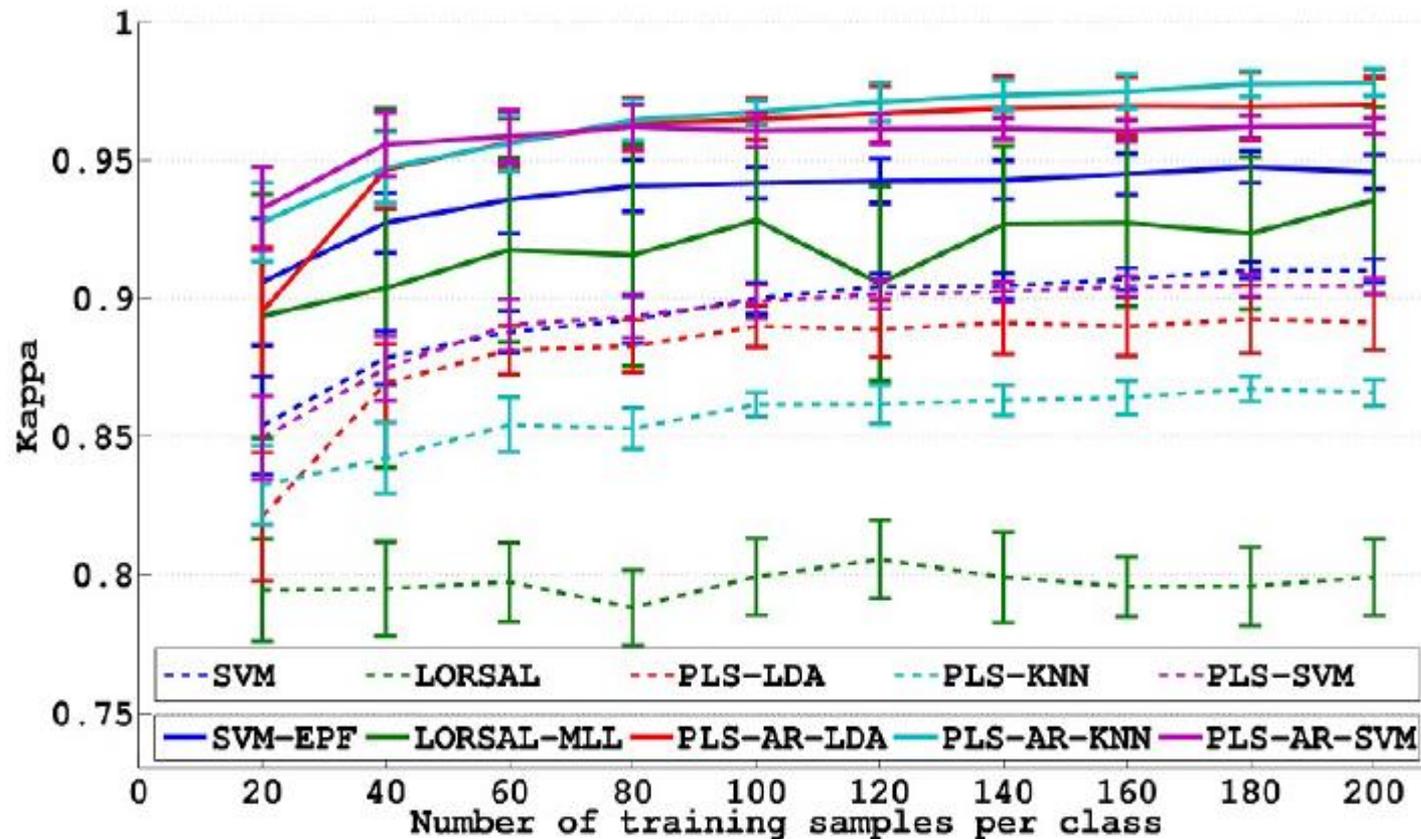


PLS-AR-KNN



## Classifications obtenues sur image « Salinas »

- Pour différentes méthodes de classification, sans/avec régularisation
- Différentes méthodes spectro-spatiales (SOA)
- Pour un nombre variable d'échantillons d'apprentissage



## Conclusions

- Une approche spectro-spatiale a été développée
- Fonctionne bien même si peu d'échantillons d'apprentissage sont disponibles ;
- Résultats de classifications supérieurs à d'autres approches « State of Arts » (SVM- EPF<sub>(1)</sub>, LORSAL-MLL<sub>(2)</sub>...)

(1): Xang et al, « Spectral-Spatial Hyperspectral image classification with Edge-preserving Filtering » IEEE TGRS, 2013

(2): Li et al, «Hyperspectral image segmentation using new bayesian approach with active learning» IEEE TGRS, 2011





***Merci de votre attention !***