

Comparaison de deux méthodes de correction atmosphérique à différentes résolutions pour des applications de classification d'images hyperspectrales

G. Roussel, C. Weber
X. Briottet, X. Ceamanos

Présenté par Rahim Aguejdad

SFPT-GH 2017

Milieu urbain

- Représente plus de la moitié de la population humaine
- Nombreuses applications de télédétection : étude des îlots de chaleur, suivi de l'état de la chaussée, analyse de l'imperméabilité des sols, etc...
- Milieu complexe : hétérogénéité de formes et de tailles, rugosité importante (ombres, occultations, façades verticales), grande variété de matériaux
- Imagerie hyperspectrale : voie prometteuse pour la caractérisation de cette diversité



- Projet HYEP :
 - Construction d'une base de données morpho-spectrale des objets urbains
 - Développement d'outils de traitement d'image liés à divers thèmes (végétation, surfaces humides, toitures)
 - Diffusion des connaissances (communauté scientifique, acteurs sur le terrain)

Objectifs

- Analyse de deux méthodes de correction atmosphérique permettant de travailler sur des données en réflectance
 - COCHISE^[1]
 - Méthode empirique^[2]
- Simulation de données satellitaires HYPXIM à des résolutions moindres
- Comparaison, à diverses résolutions, des résultats obtenus avec les deux méthodes de correction atmosphérique, dans le cadre d'applications de classification

[1] Miesch et al., « **Direct and inverse radiative transfer solutions for visible and near-infrared hyperspectral imagery** », *Geo.and Remote Sensing*, 2005.

[2] Chen et al., « **Efficient empirical reflectance retrieval in urban environment** », *IEEE Journ. of sel. top. in applied earth obs. and remote sensing*, 2012..

Plan

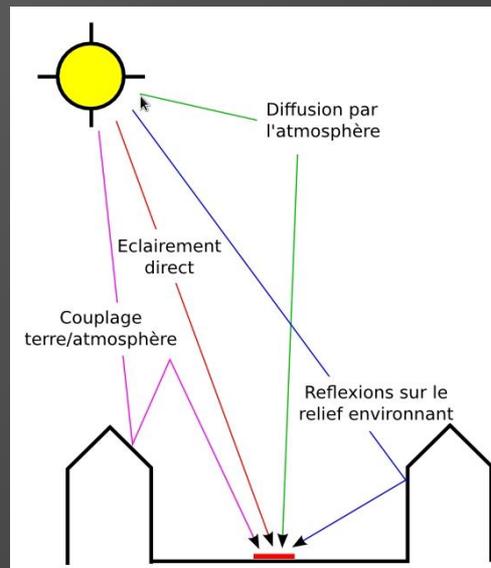
- ① 1. Introduction à la correction atmosphérique
- ② 2. Méthodes de classification
- ③ 3. Présentation des données
- ④ 4. Protocole de simulation
- ⑤ 5. Résultats

Introduction à la correction atmosphérique

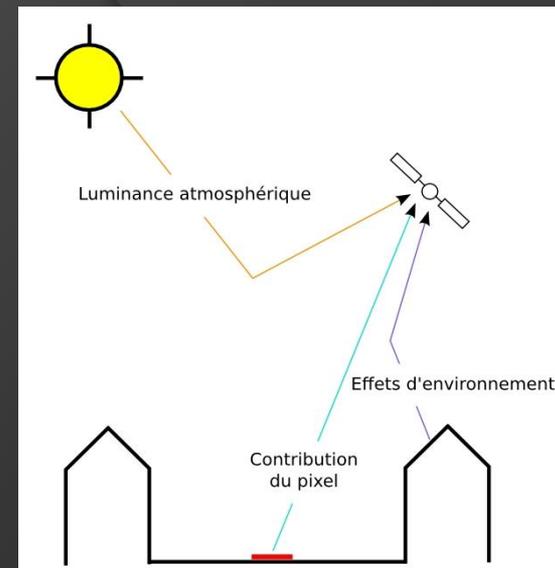
- La luminance mesurée au niveau d'un capteur aéroporté est impactée par plusieurs facteurs :

- Mécanismes d'absorption et de diffusion dus au passage dans l'atmosphère (gaz, aérosols)
- Effets de réflexion et d'ombrage dus à la composition du relief environnant (notables en milieu urbain)
- Propriétés intrinsèques des surfaces

- Objectif : Calcul d'une mesure de réflectance, représentatives des seules propriétés intrinsèques des surfaces



Trajet soleil / sol



Trajet sol / capteur



Luminance

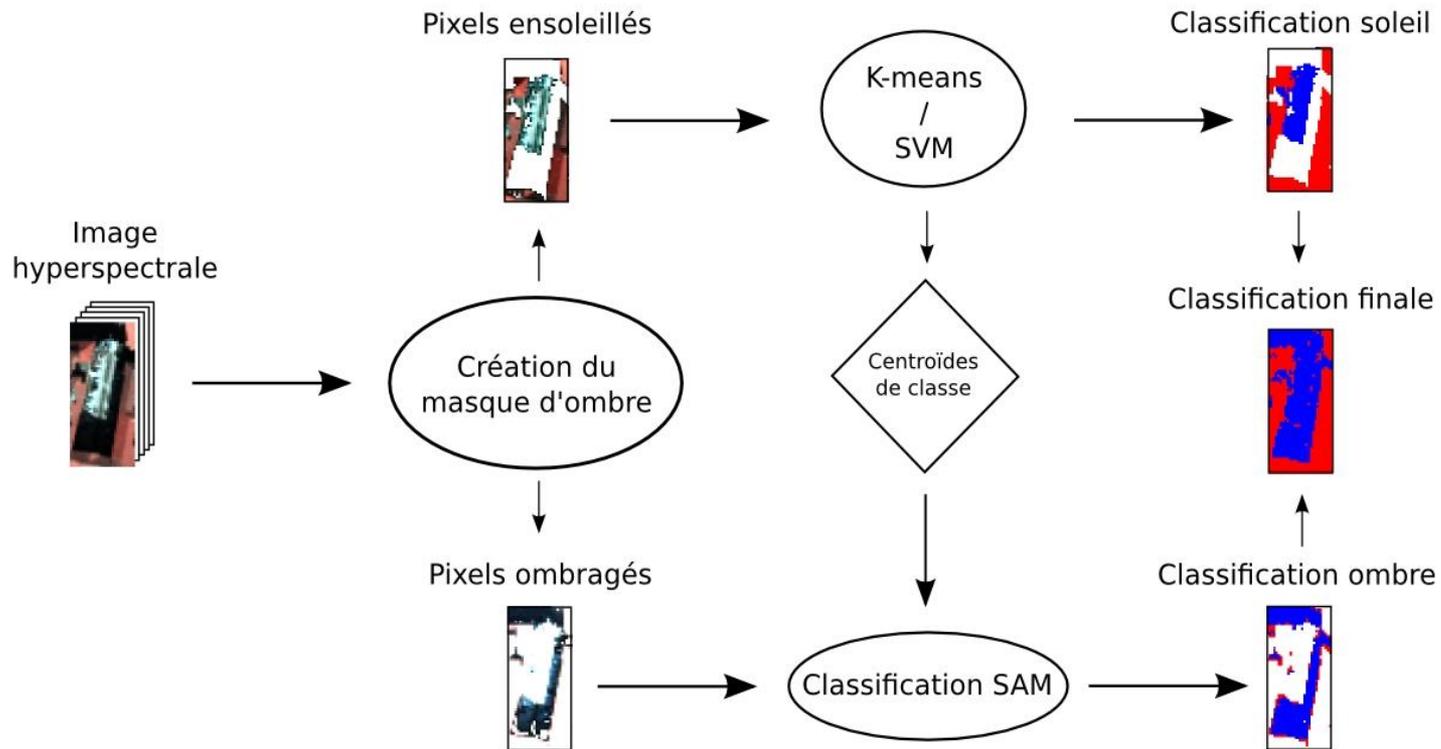


Réflectance

- Méthodes comparées :

- Cochise^[1] : basé sur une hypothèse sol plat, adapté à l'imagerie hyperspectrale mais ne tient pas compte des ombres.
- Approche empirique^[2] : basé sur une approximation grossière des termes radiatifs, rapide et prend les ombres en compte mais adapté à des application de classification uniquement

Méthodes de classification



- Quatre approches de classification
- Deux approches supervisées :
 - SVM classique
 - SVM ombre/soleil

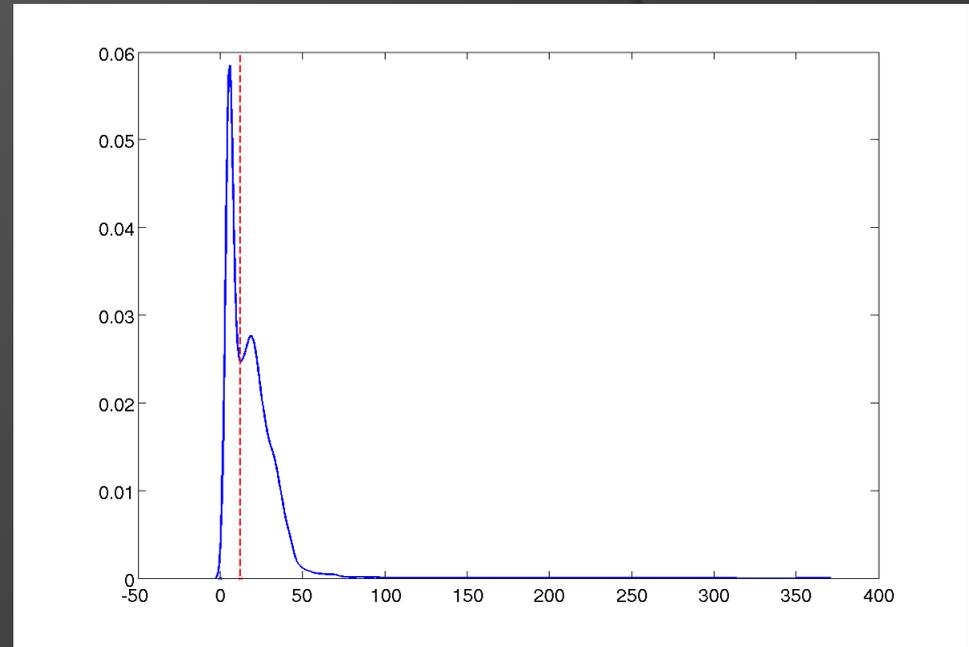
- Deux approches non supervisées :
 - K-means++ classique
 - K-means++ ombre/soleil

Création du masque d'ombres

- Méthode de Nagao[4]
 - Utilisation d'une combinaison linéaire de bande (R,G,B,NIR)

$$L_{comb} = \frac{1}{6} \{ 2L_{\lambda_R} + L_{\lambda_G} + L_{\lambda_B} + 2L_{\lambda_{NIR}} \}$$

- Création de l'histogramme
 - Recherche de la vallée entre les deux modes
 - Seuillage
-
- Second seuillage nécessaire si des surfaces aqueuses sont présentes dans l'image



Présentation des données

- Image obtenue lors de la campagne UMBRA réalisée en octobre 2012
- Deux capteurs Hyperspectral :
 - VNIR-1600
 - Intervalle couvert : 400-1000 nm
 - Résolution spectrale : 3,7 nm
 - Résolution spatiale : 84 cm
 - Nombre de bandes : 160
 - SWIR-320m-e
 - Intervalle couvert : 1000-2500 nm
 - Résolution spectrale : 6 nm
 - Résolution spatiale : 160 cm
 - Nombre de bandes : 256
 - Altitude des capteurs : 2392 m
- Les bandes correspondant aux extrémités du spectre ainsi qu'aux bandes d'absorption de la vapeur d'eau ont été ignorées

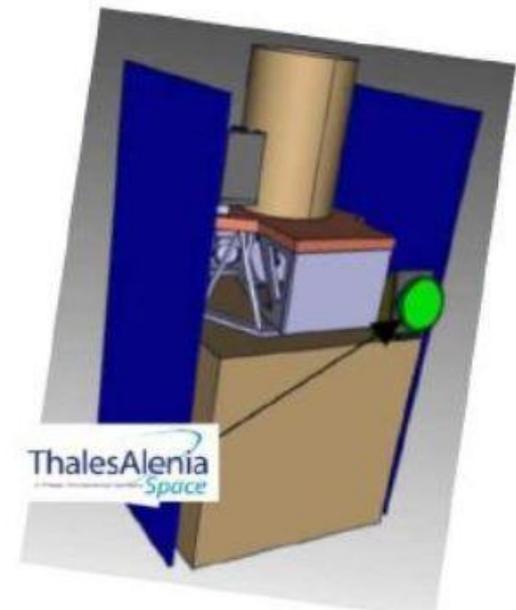
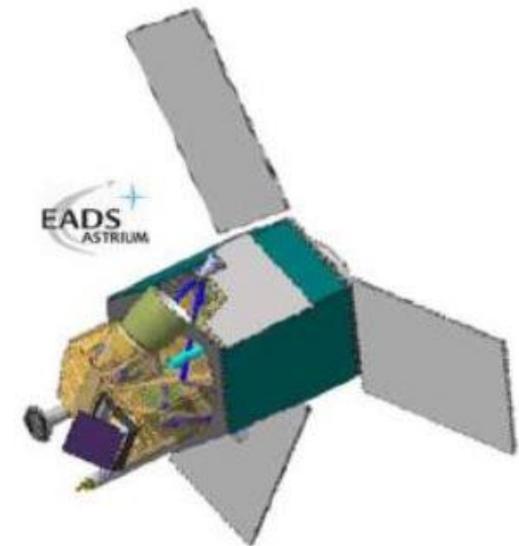


Instrument HYPXIM

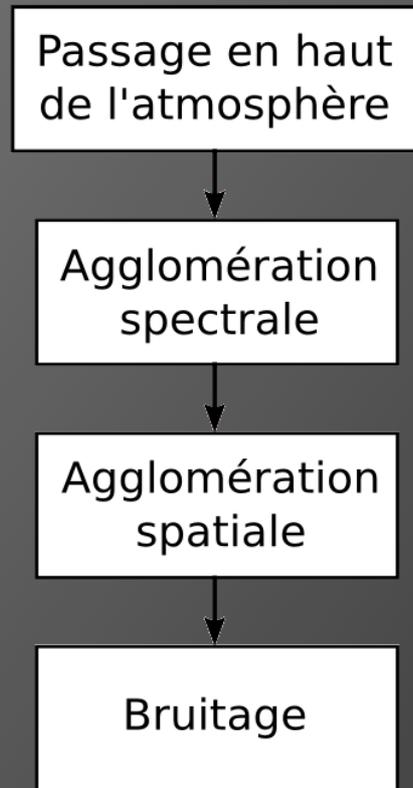
- Instrument hyperspectral satellitaire en cours de développement

Domaine	Intervalle de longueurs d'onde (nm)	Résolution spectrale (nm)	SNR
VIS	400-700	10	> 250:1
NIR	700-1100	10	> 200:1
SWIR	1100-2500	10	> 100:1
PAN	400-800	400	> 90:1

- Résolution spatiale nominale : 8 mètres
- Deux autres résolutions spatiales testées : 4,8 et 9,6 mètres



Processus de simulation



- Agglomération spectrale : intégration avec un noyau gaussien de FWHM = 5 nm
- Agglomération spatiale
 - Prise en compte de la FTM de l'instrument
 - Convolution par une gaussienne 2D d'écart-type :

$$\sigma = 2p\sqrt{-\ln(FTM)}$$

- Filtre de taille :

$$x = \frac{\sigma}{p'\pi} \sqrt{\ln(SNR)}$$

- Passage en haut de l'atmosphère

$$L_{TOA} = L \times \tau_k + C_k$$

- Bruitage

$$\sigma = \sqrt{a^2 + b \times L}$$

Jeu de données test et vérité terrain



(a)

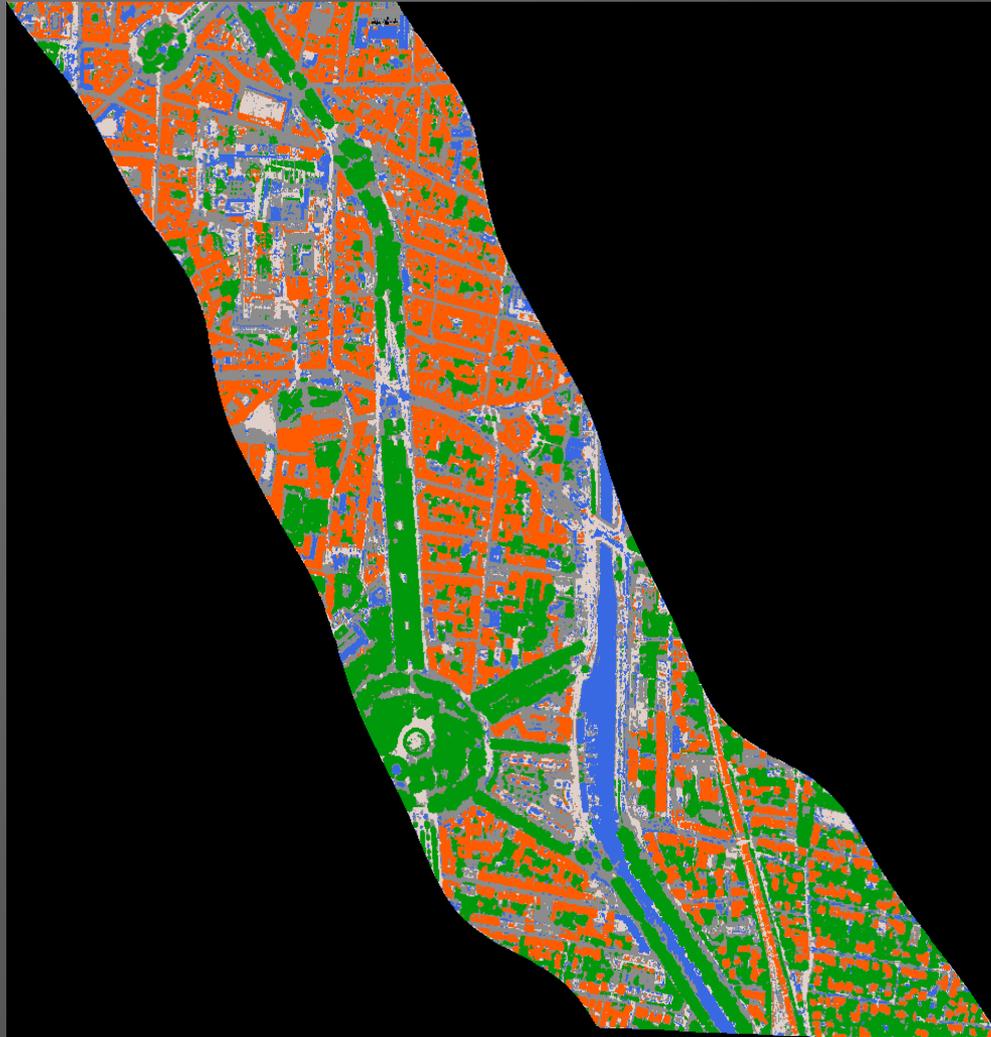


(b)

Water Vegetation Tile Asphalt Gravel Unclassified

- VT Construite à la main
- Comprend des pixels à l'ombre et au soleil
- Cinq classes génériques
- 2% des échantillons utilisés pour l'apprentissage du SVM

Cartes de classification



Résolution originale



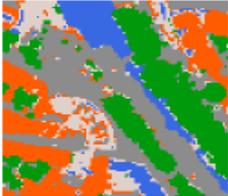
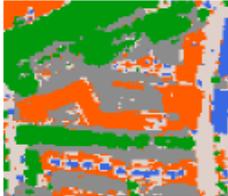
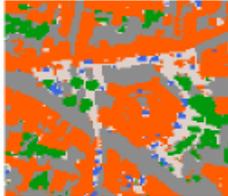
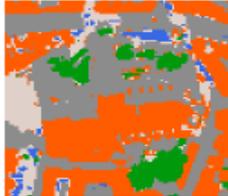
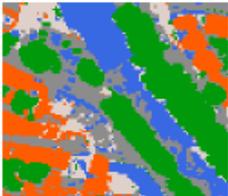
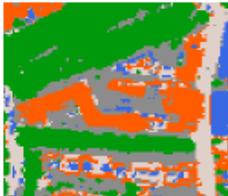
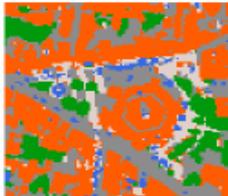
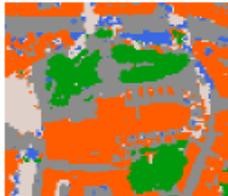
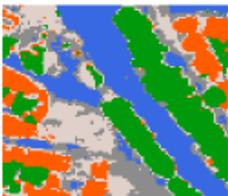
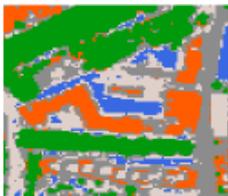
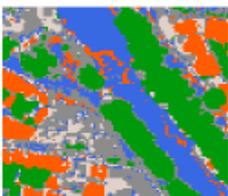
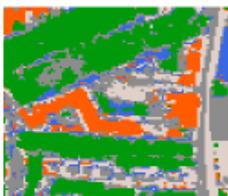
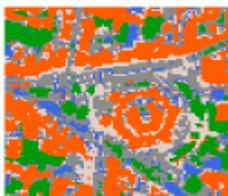
Résolution divisée par 3

-  Tuiles
-  Végétation
-  Eau
-  Asphalte
-  Gravier

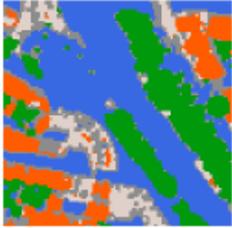
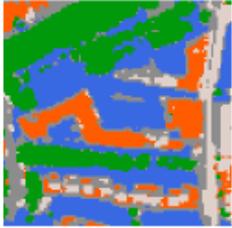
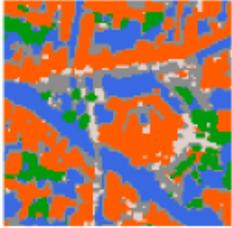
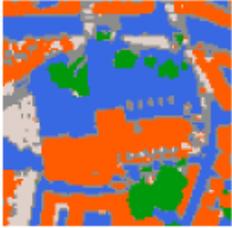
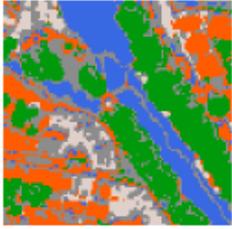
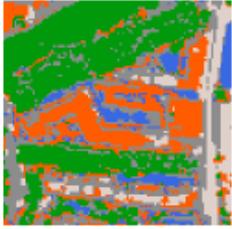
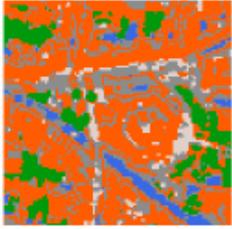
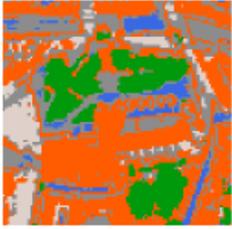
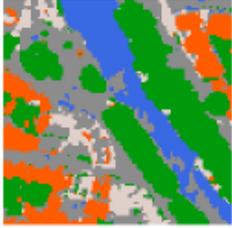
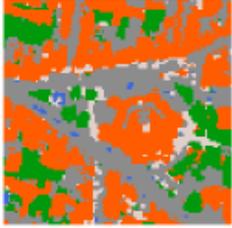
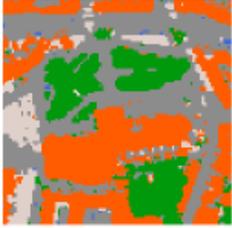
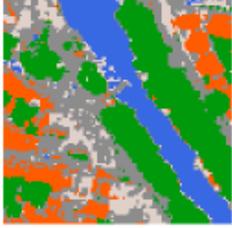
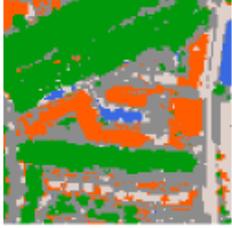
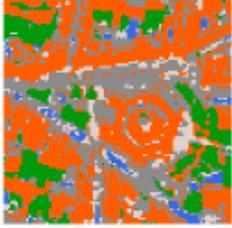
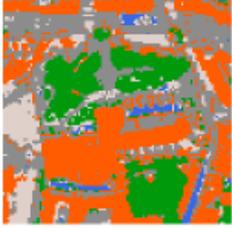


Résolution divisée par 5

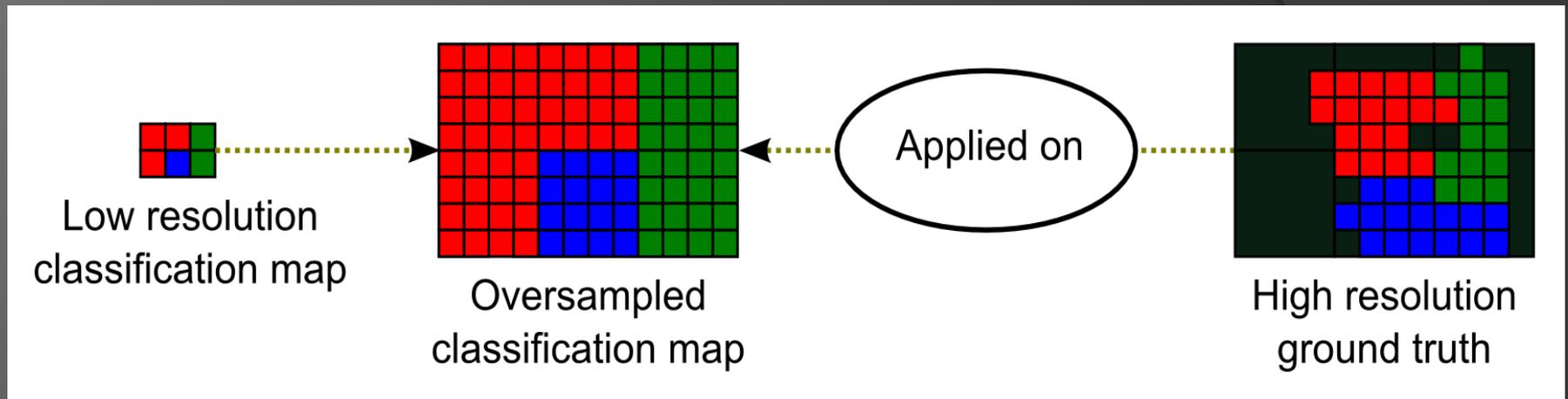
Etude de sensibilité : K-means

	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4
RGB				
CM / KM				
EM / KM				
CM / SS-KM				
EM / SS-KM				

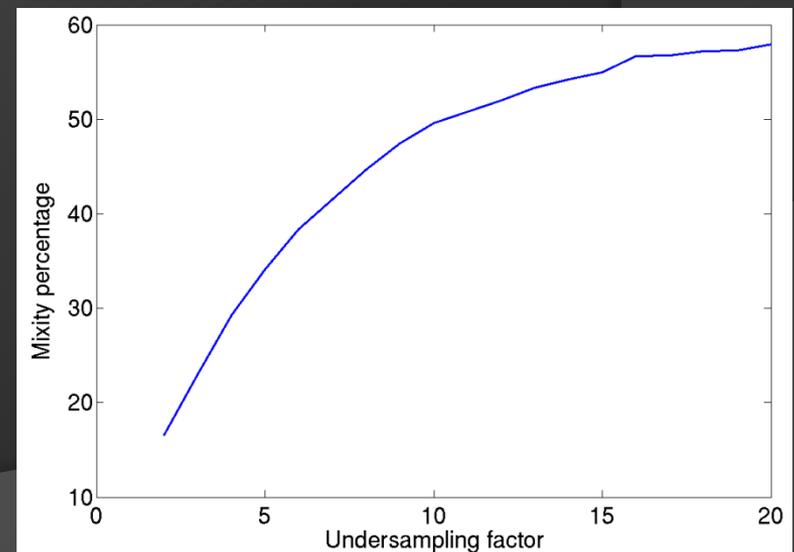
Etude de sensibilité : SVM

CM / SVM				
EM / SVM				
CM / SS-SVM				
EM / SS-SVM				

Estimation de la précision de classification des cartes basse résolution



- Sur-échantillonnage de la carte de classification
- Mixité prise en compte dans le calcul de la précision



Résultats de classification : K-means

Résolution Méthode		1,6 mètres	4,8 mètres	8 mètres	9,6 mètres
		Méthode empirique	KM	82,8 %	65,5 %
SS-KM	84,1 %		74,1 %	73,3 %	72,6 %
Méthode COCHISE	KM	79,1 %	77,8 %	78,1 %	70,3 %
	SS-KM	83,2 %	83,2 %	80 %	73,1 %

KM : K-means

SS-KM : Sun/Shadow K-Means

Résultats de classification : SVM

		1,6 mètres		4,8 mètres		8 mètres		9,6 mètres	
		RSO	RAO	RSO	RAO	RSO	RAO	RSO	RAO
Méthode empirique	SVM	85,7 %	86,8 %	74,2 %	83,2 %	74,2 %	75,1 %	58,4 %	69 %
	SS-SVM	86,7 %	85,2 %	78 %	79,6 %	76,2 %	74,7 %	67,8 %	68,4 %
Méthode COCHISE	SVM	82,3 %	92,2 %	77,1 %	88,2 %	75,3 %	79,3 %	68,2 %	75,4 %
	SS-SVM	89,9 %	90,7 %	84,7 %	84,2 %	81,2 %	80 %	70,3 %	75,4 %

RSO : ROI sans ombre

RAO : ROI avec ombre

Conclusion et perspectives

- Le traitement différencié des zones ombragées et ensoleillées inclus dans la méthode empirique aboutit à des résultats légèrement meilleurs à haute résolution
- A basse résolution toutefois, ce léger avantage ne permet pas de contrebalancer la mixité croissante entre zones ombragées et ensoleillées. La méthode COCHISE, dont le modèle de transfert radiatif est globalement plus précis au soleil, devient alors meilleure.
- La méthode de classification ombre/soleil permet de plus de diminuer les imprécisions de classification de la méthode COCHISE à l'ombre.
- Perspectives
 - Traitement particulier des pixels situés à la frontière entre zones ombragées et ensoleillées
 - Adaptation du code ICARE à l'imagerie hyperspectrale afin de le comparer à ces deux méthodes

Merci de votre attention !