



Analyse d'images hyperspectrales acquises en laboratoire sur des échantillons comportant des résidus de poudre

*Ph. Déliot¹, B. Corcelle¹, V. Achard¹, Th. Dartigalongue¹,
A. Desmarais², C. Giacometti²*

1 - ONERA, the French Aerospace Lab, DOTA, Toulouse (France)

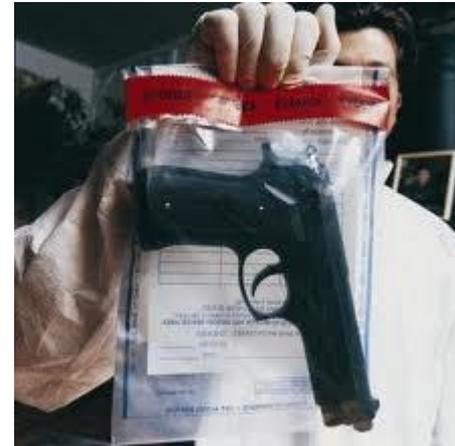
2 - INPS, Institut National de Police Scientifique - Laboratoire de Police Scientifique de Marseille (France)



retour sur innovation

Plan

- Objectif de l'étude
- Approche expérimentale :
 - Description des acquisitions
 - Méthode d'analyse
- Résultats préliminaires
- Conclusion



- **Développement d'un instrument pour la police scientifique**
 - Détection des résidus de tir
 - Aide à la balistique par l'analyse des motifs (distance, angle, type d'arme, munition)
 - Utilisable sur une scène de crime
 - Visualisation et enregistrement d'éléments de preuve pour la justice
- **Etude préliminaire faite en imagerie hyperspectrale**
 - Information spectrale très riche
 - Beaucoup de technique disponible pour la détection : classification supervisée ou non supervisée, détection d'anomalies, recherche de poles de mélange,...)
- **Spécification de l'instrument**
 - Petit et léger, facile à utiliser, bon marché, reproductible et indiscutable
 - VNIR > SWIR, multispectral > hyperspectral, Actif > Passif

=> **Instrumentation multispectral actif en VNIR**

Consortium

- ONERA : EPIC porteur

Thibault Dartigalongue

Veronique Achard

Philippe Déliot

Béatrice Corcelle



- Réalisation d'image hyperspectrale
- Optimisation du contraste sur tout type de tissus
- Identification des bandes spectrales d'observation optimales

- INPS Marseille : end user

André Desmarais



- Définition du besoin
- Réalisation d'échantillons dans un stand de tir : différents tissus, armes, calibres, distances

- Exavision : Industriel

Eric Nascimben



- Développement d'un prototype industriel

- ICP (Assas)

Marion Wagner



- Valeur juridique de la preuve balistique
des armes différentes dans des conditions différentes peuvent éventuellement produire des taches similaires
- Avis d'expert balistique = future preuve ?
droit français, européen, international

Approche expérimentale

Expérimentation sur des échantillons en VNIR et SWIR avec des caméras hyperspectrales.



Détermination des spectres d'intérêt pour la détection des résidus de combustion.

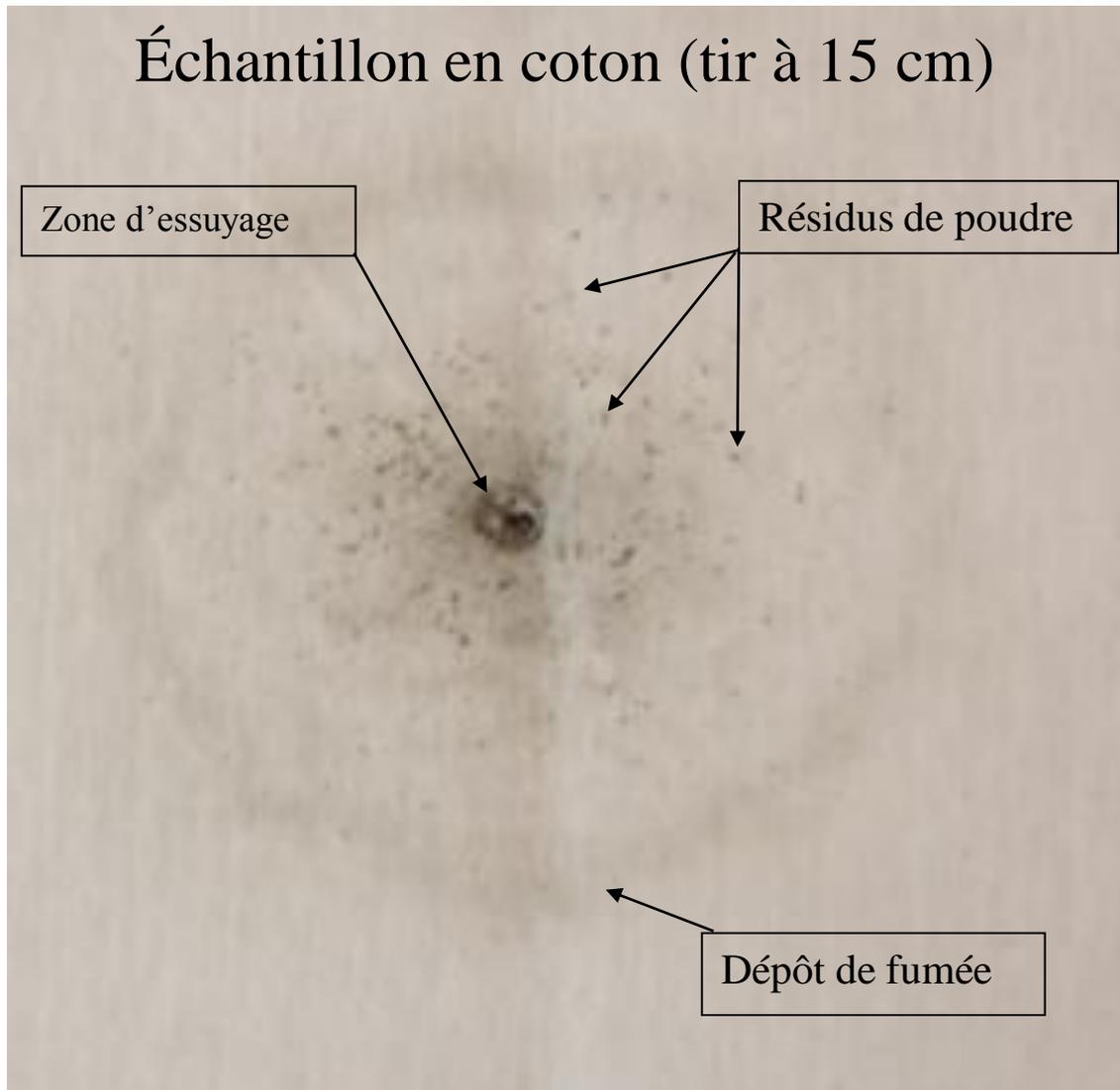


Sélection de bandes à partir des classes précédentes

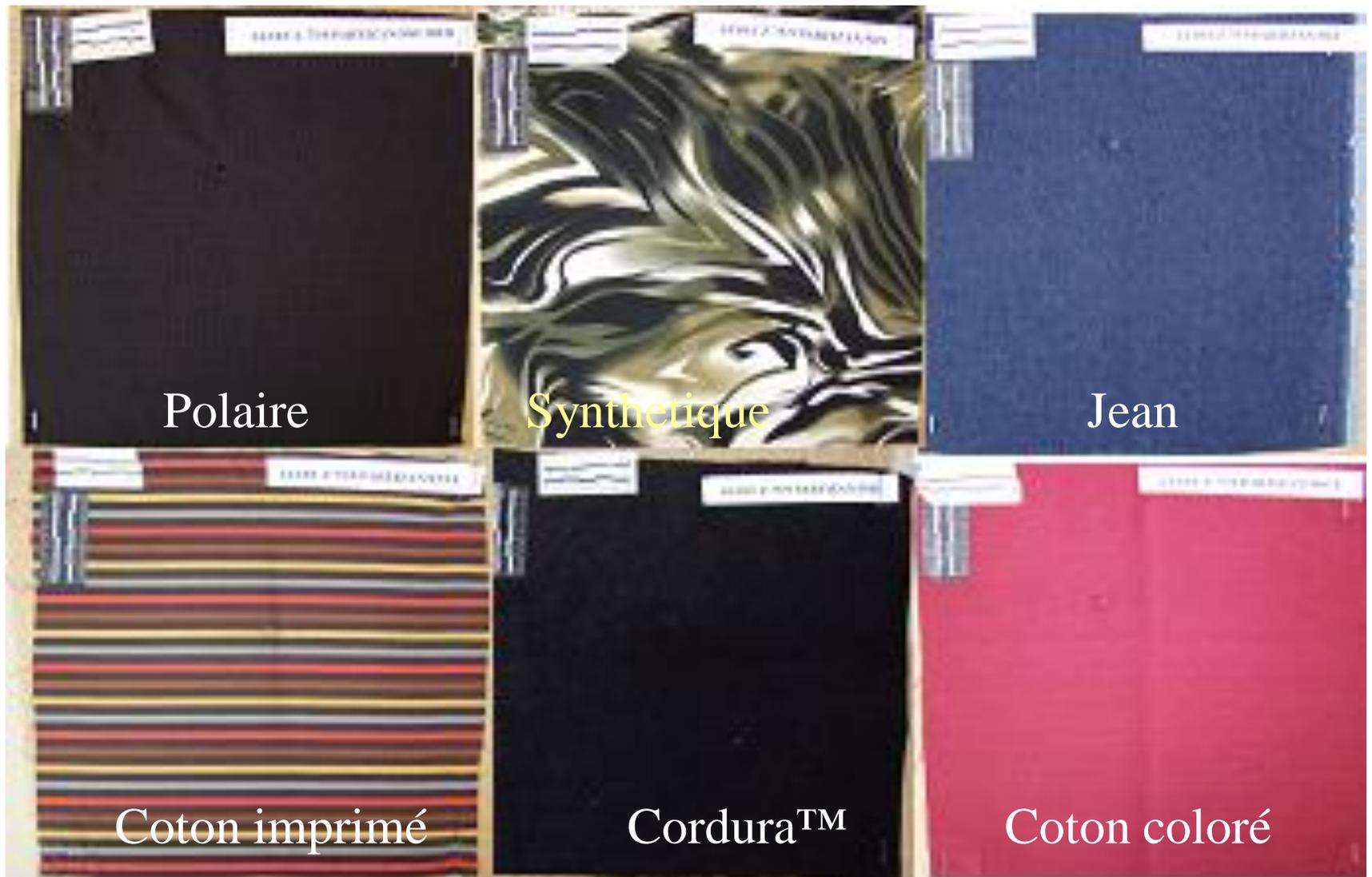


Définition de l'instrument et des algorithmes de traitement associés

Exemple d'observation



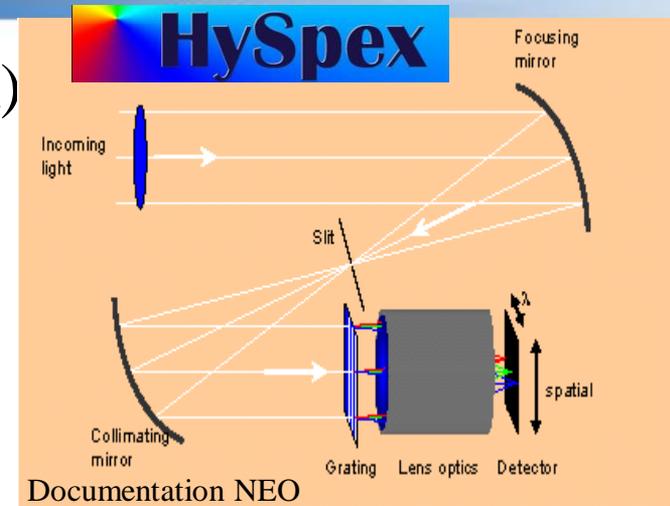
Exemple d'échantillons (tirs pistolet semi-automatique CZ75 – calibre 9 mm parabellum)



Instrumentation

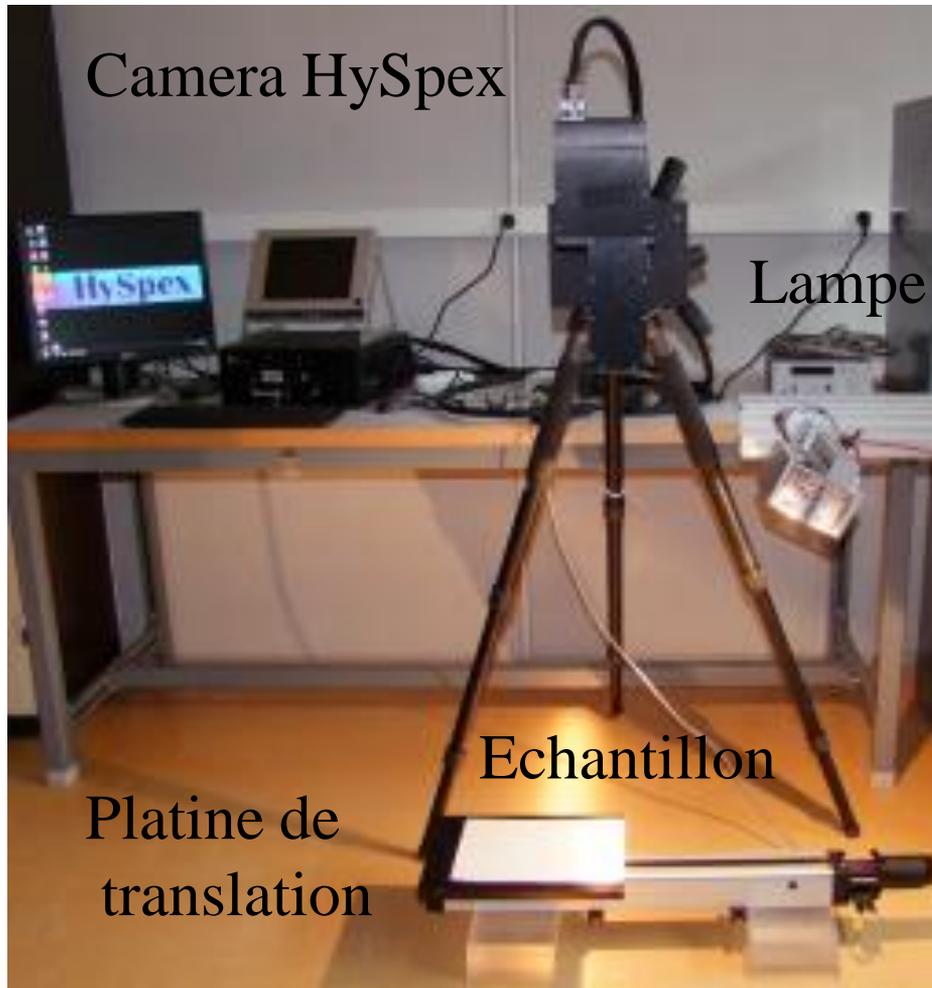
Cameras Hyperspectral (Norsk Elektro Optikk) équipées d'objectifs champ proche.

Modèle	VNIR 1600	SWIR 320m-e
Type	Push-broom	Push-broom
Résolution spectral	3,7 nm	5 nm
Domaine spectral	[400 – 1000 nm]	[1000 – 2500 nm]
Nombre de bandes	160	240
Nombre de pixels	1600	320
Echantillonnage @ 1 m	0,16 mm	0,45 mm



Acquisitions réalisées

Principe : les échantillons sont placés sur une platine de translation dont le mouvement est synchronisé avec l'acquisition ligne à ligne.



Correction de non-uniformité spectrale et spatiale de la lampe :

- Acquisition de spectralon \approx toutes les 10 min.
- Images échantillons divisées par l'image de spectralon

⇒ Images pseudo-réflectance

Exemple de détection : Cordura noir



photo



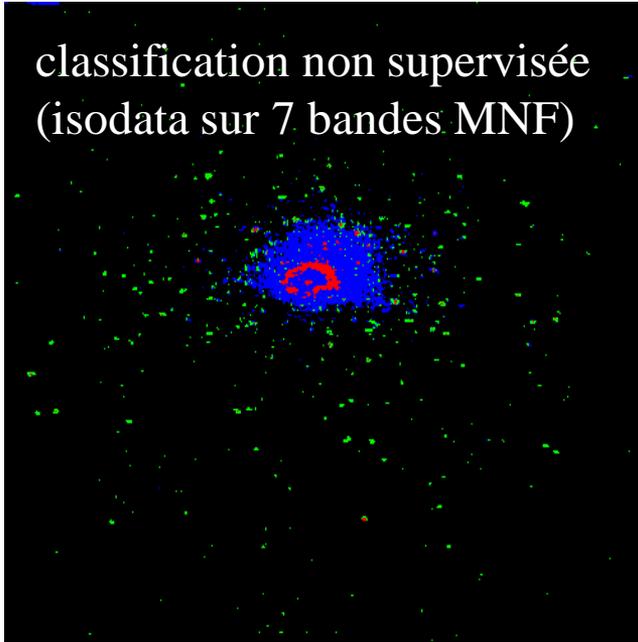
Image RVB d'Hyspex VNIR

Comment visualiser les différents résidus ?

Démarche pour l'obtention des bandes multispectrales

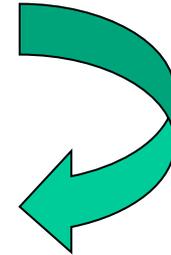


classification non supervisée
(isodata sur 7 bandes MNF)

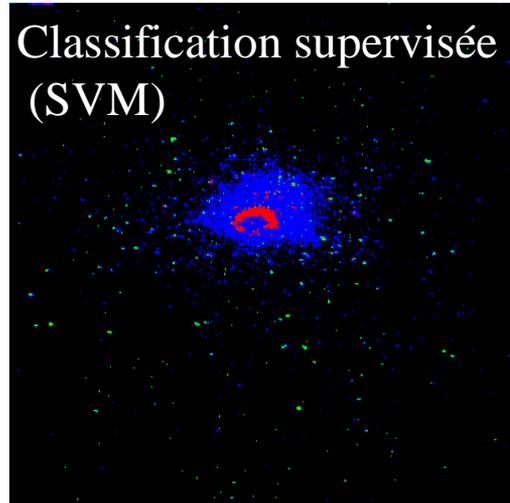


Echantillons spectraux pour 4 classes

Test des échantillons



Classification supervisée
(SVM)



Comparaison avec
les classifications
de référence

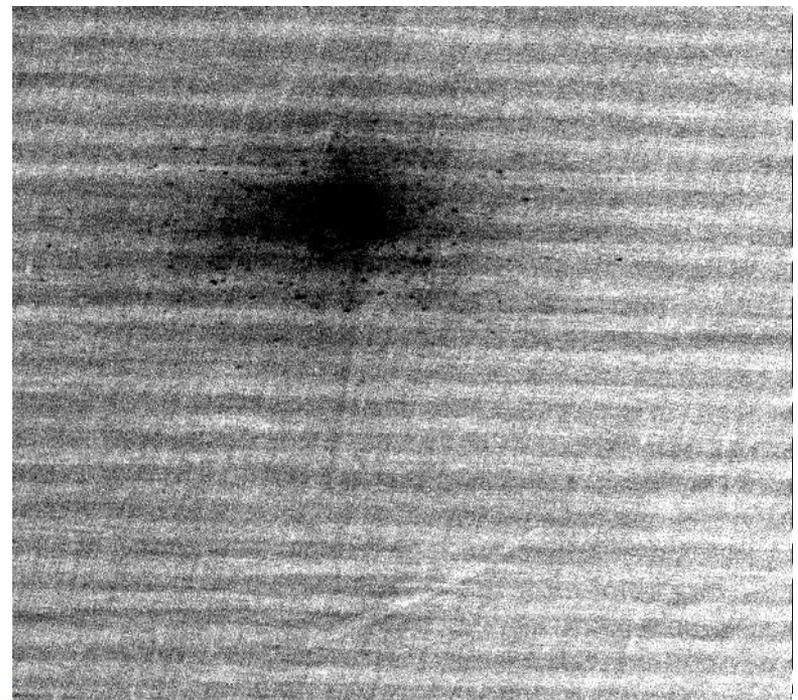
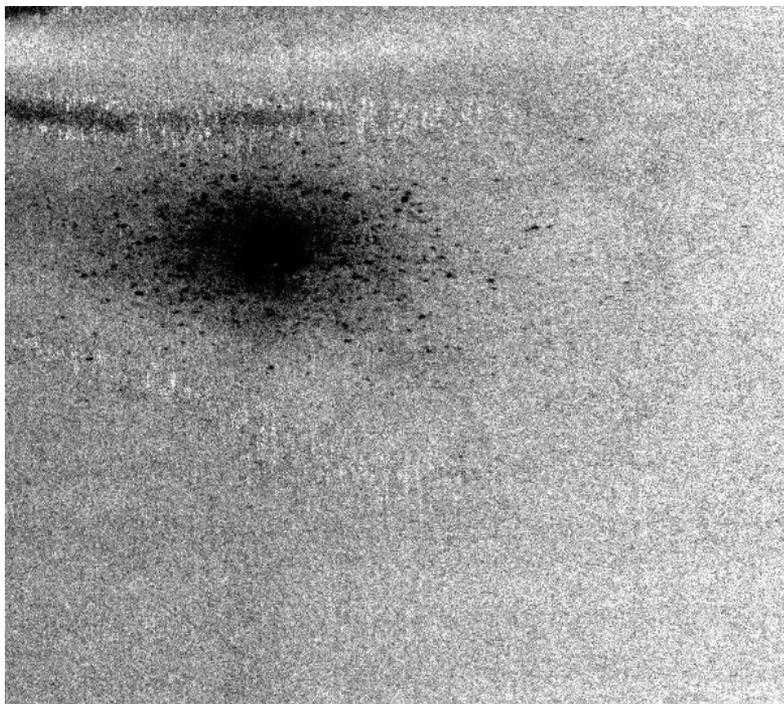


Sélection de bandes réalisable

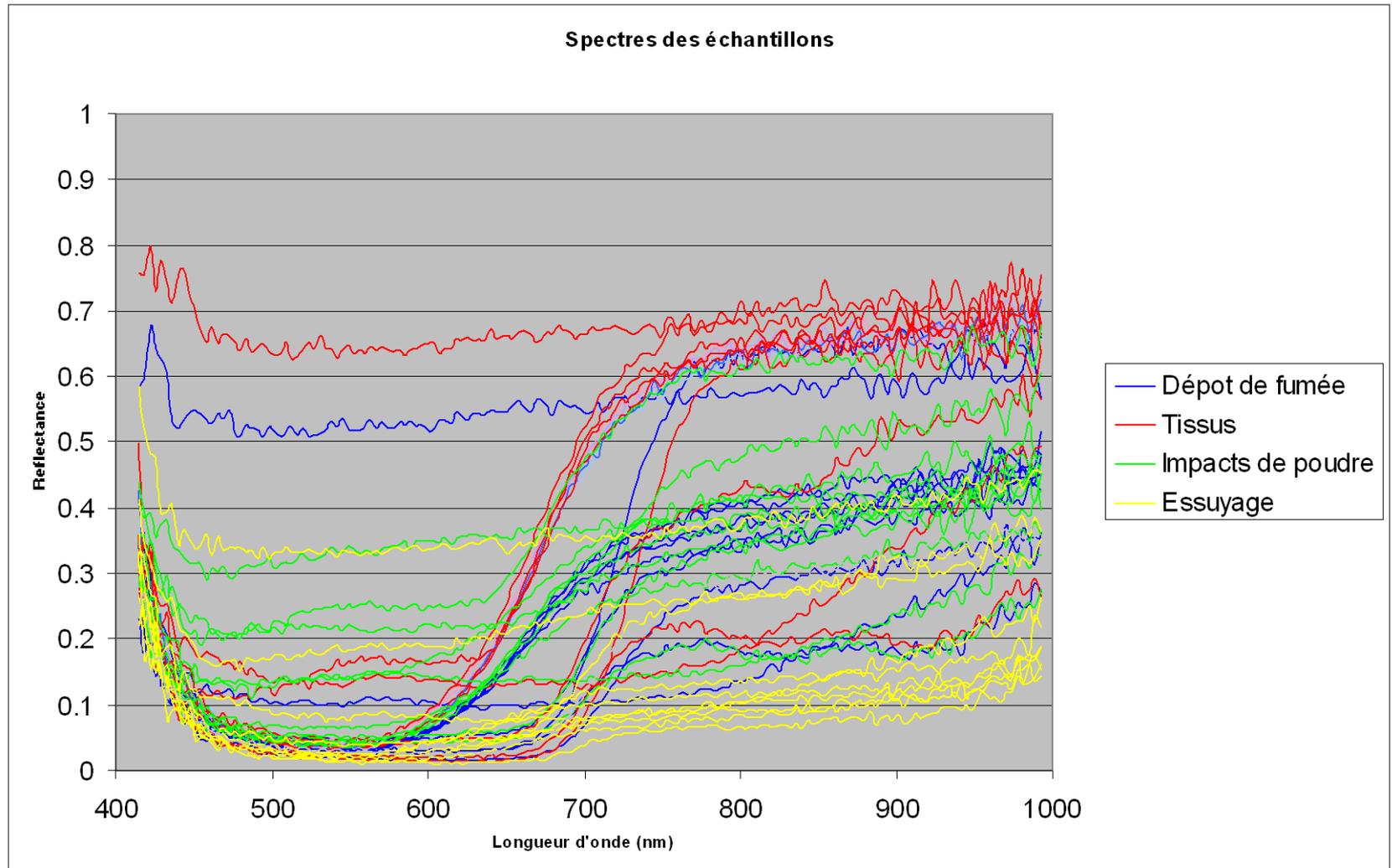
Cas des tissus imprimés



Disparition des motifs
dans le VNIR



Observation des spectres des différentes classes



Sélection de bande (1)

Critère de sélection J()

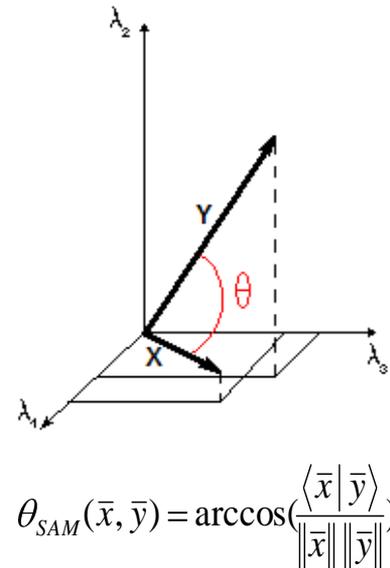
- Basé sur l'angle entre deux spectres considérés comme des vecteurs (SAM)
- Extensions du SAM à des classes :

- intra-classe :
$$SAM_w^{\{k\}}(X, Y) = \frac{1}{2N_x} \sum_{i=1}^{N_x} SAM^{\{k\}}(x_i, \bar{x}) + \frac{1}{2N_y} \sum_{j=1}^{N_y} SAM^{\{k\}}(y_j, \bar{y})$$

- extra-classe :
$$SAM_b^{\{k\}}(X, Y) = \frac{1}{N_x N_y} \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} SAM^{\{k\}}(x_i, y_j)$$

{k} : ensemble des indices des bandes , $x_i \in$ classe X, $y_j \in$ classe Y

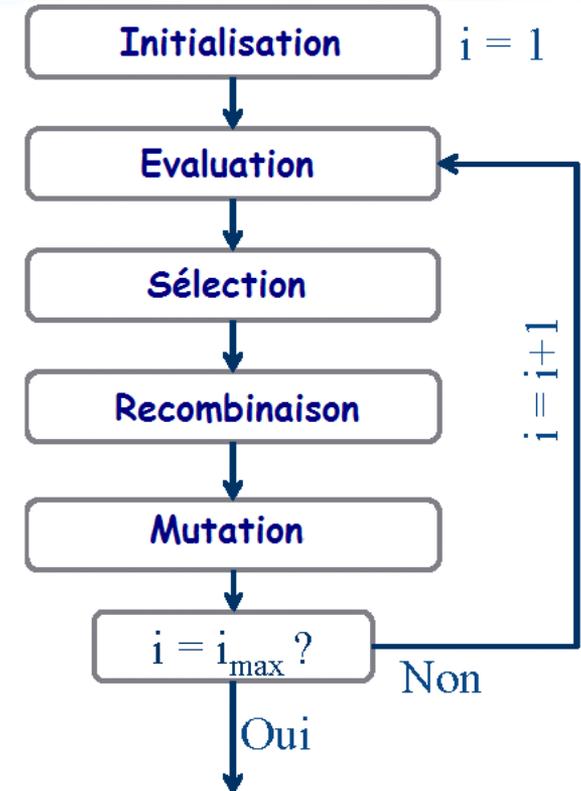
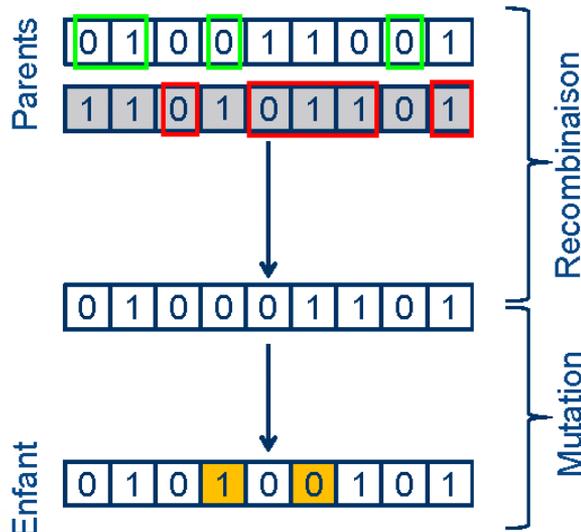
- Critère $J(X, Y) = SAM_b(X, Y) / (SAM_b(X, Y) + SAM_w(X, Y))$



Sélection de bande (2)

Algorithme génétique

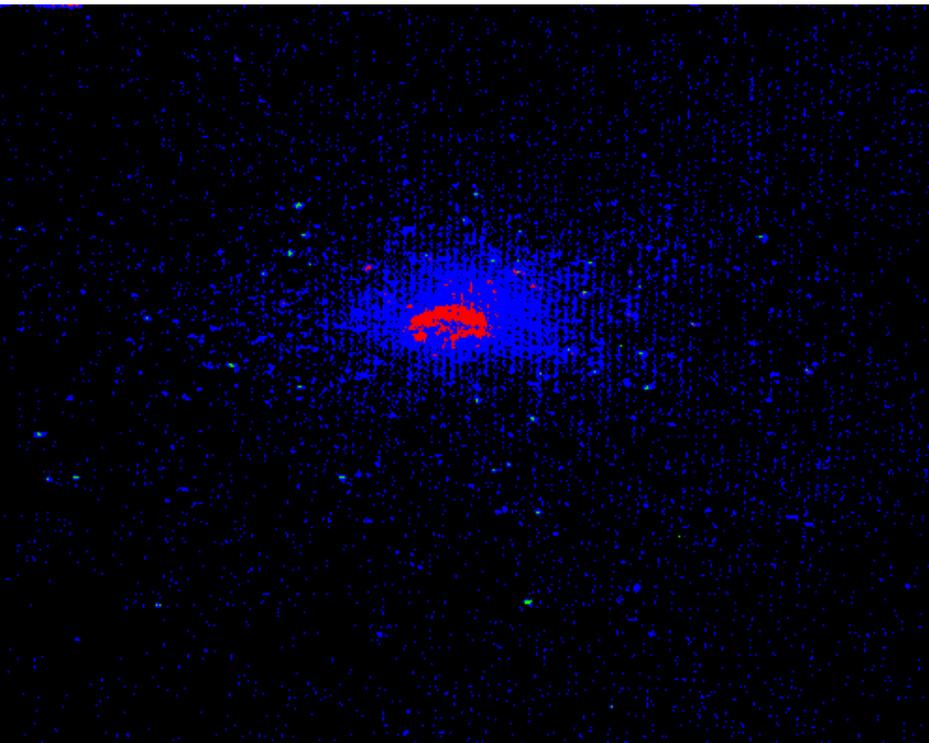
- ✓ Assimilation du spectre à un chromosome
- ✓ Choix des paramètres de l'AG :
nombre de gènes = nombre de bandes initial (160),
Nb bandes finales (3,4,5...), population (200,300...)
- ✓ Calcul de J pour chaque chromosome



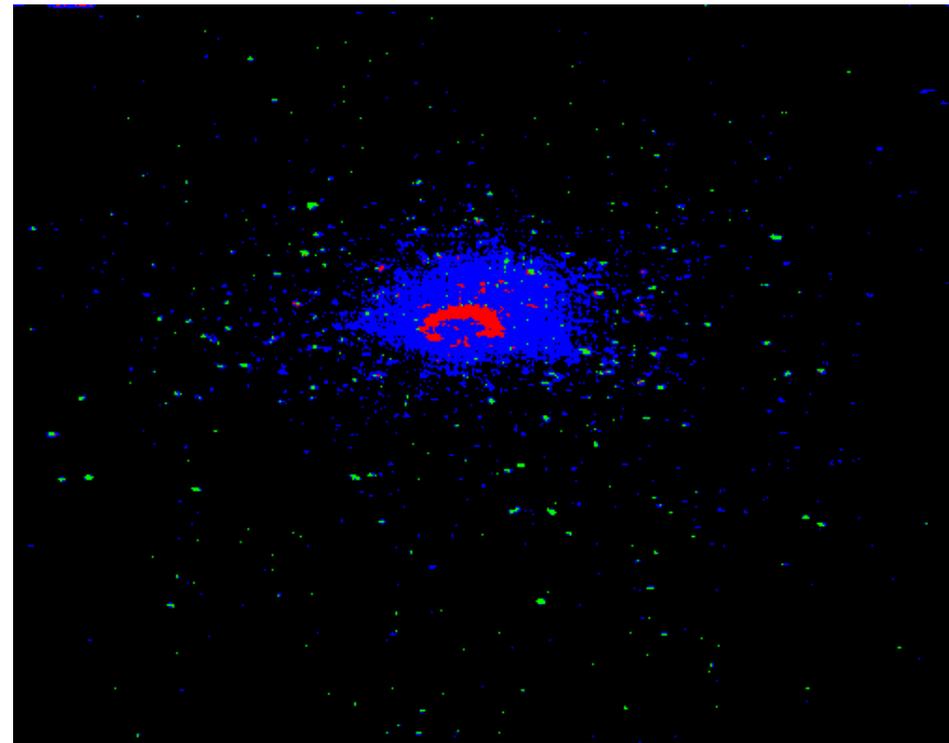
- ✓ Avantages :
 - choix du nombre de bandes
 - sélection des bandes et adaptation de leur largeur par l'AG
- ✓ Inconvénient : dépend de l'initialisation

Sélection de bande (3)

Premiers résultats : validation de la méthode



Classification SVM après sélection de bandes



Classification SVM sur toutes les bandes

Conclusion et perspectives

- Premiers résultats ont permis de recueillir des spectres des différentes classes et de valider le fonctionnement de la méthode de sélection de bandes
- D'autres échantillons de tissus doivent être faits (autres tissus et couleurs foncé, dégradation par délavage, ...)
- Poursuite de la sélection de bandes

=> Définition and réalisation du prototype (mi2012-2013)

Remerciements à l'ANR qui finance ces travaux dans le cadre du projet SYLLABES