

SEMINAIRE
Numérique et Arboriculture
face aux enjeux
du changement climatique

*Bordeaux Sciences Agro
Le 14 Décembre 2021*

Organisé par :



L'imagerie pour la proxidétection de maladies en arboriculture

Belal GACI

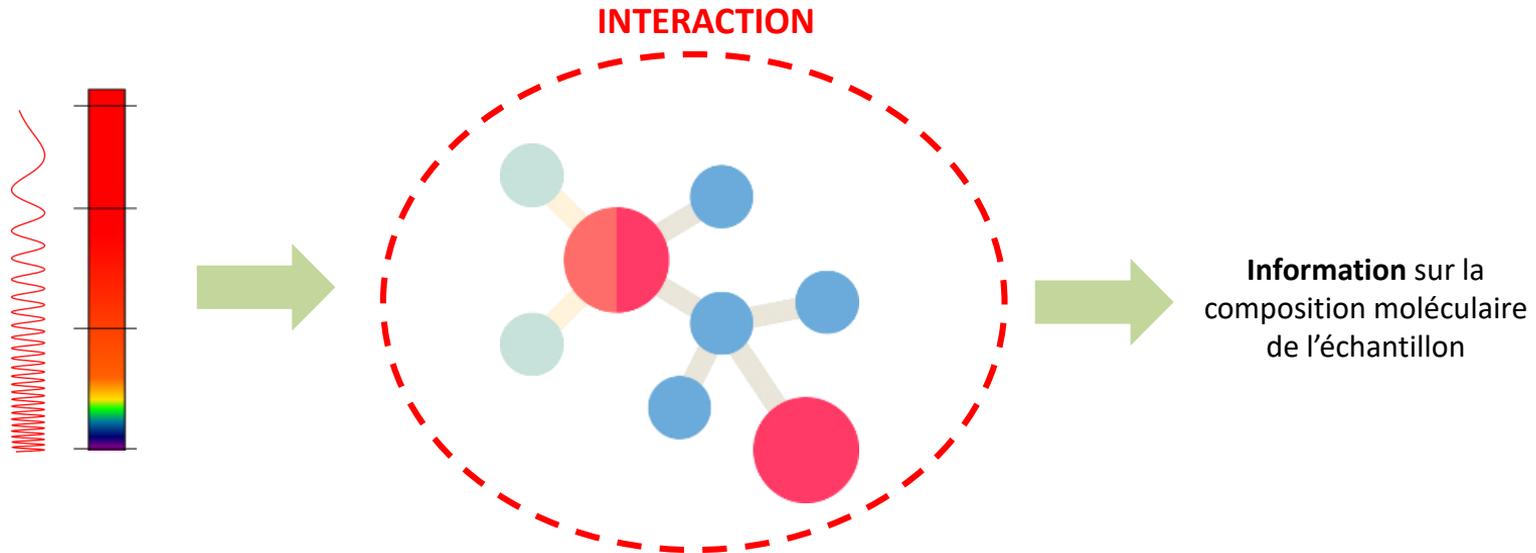


Introduction

- Traditionnellement les maladies sont détectées par l'interprétation des symptômes visuels
- Importance de la détection des maladies à un stade précoce
- Intérêt de l'utilisation de l'imagerie en proxidtection : non-destructive, portative, automatisable

Introduction

Principes : Interactions lumière-matière



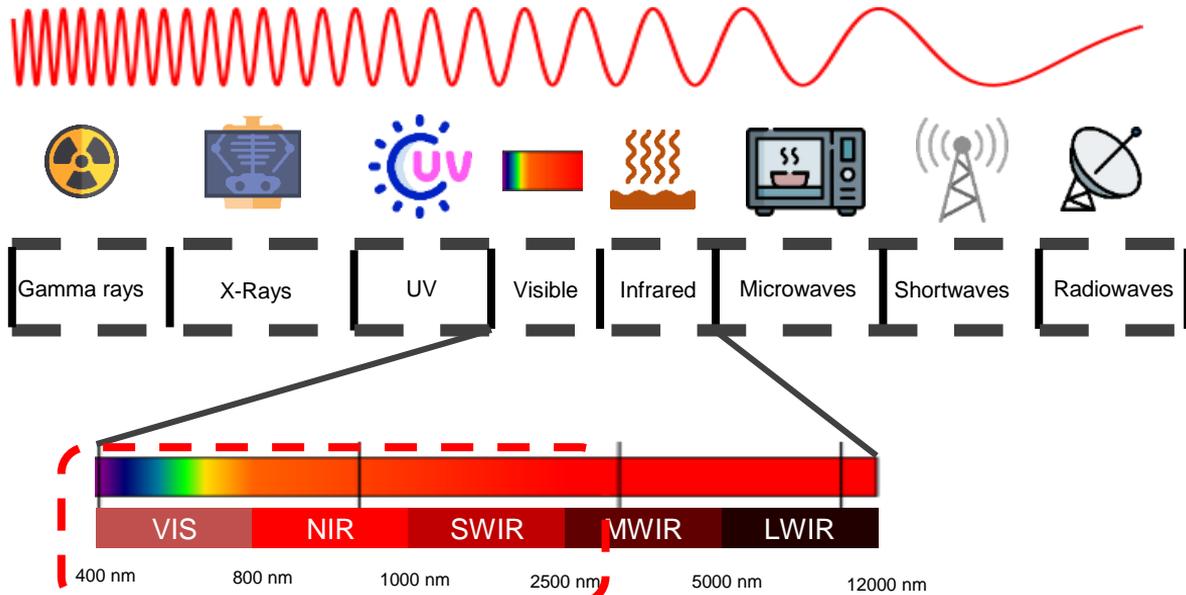
Énergie de transition
électronique (E_E)

Énergie de
vibration (E_V)

Énergie de
rotation (E_R)

Introduction

Domaine spectral : du visible au proche infrarouge

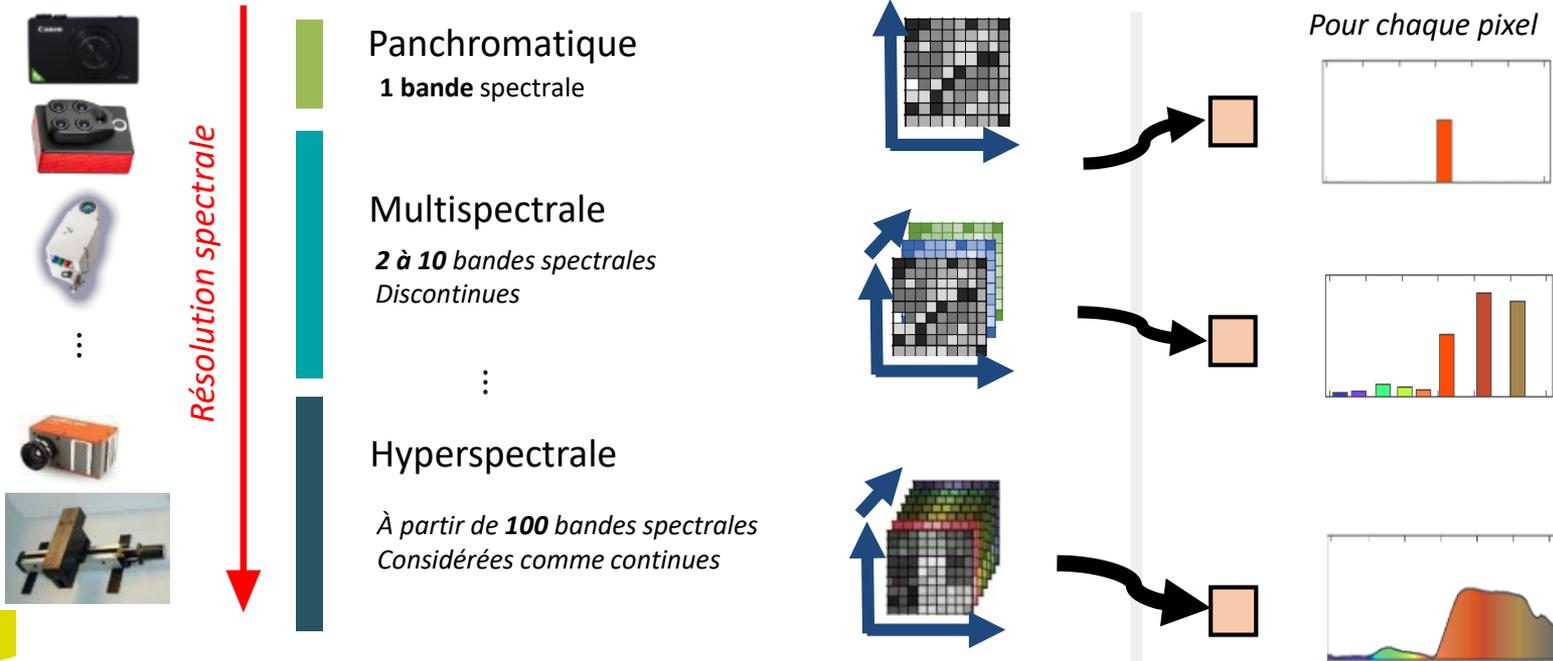


Énergie de
vibration
(E_V)

Énergie de
rotation
(E_R)

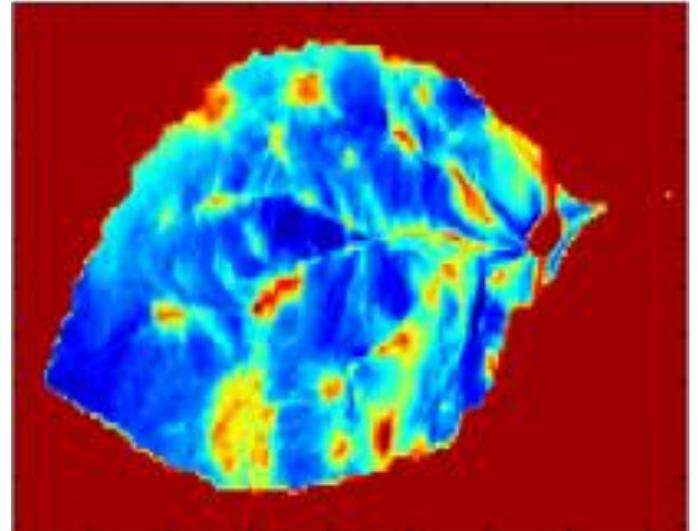
Introduction

Définition : l'imagerie définie par sa résolution spectrale...



Applications

- Détection de la tavelure du pommier avec de l'imagerie hyperspectrale
 - Feuilles inoculées analysées au laboratoire
 - HySpex caméra :
intervalle spectral [960-2490] nm
- Méthodes :
 - PLS-LDA



Marwa N. Near infrared hyperspectral dataset of healthy and infected apple tree leaves images for the early detection of apple scab disease

Applications

- Détection de de la *Xylella fastidiosa* dans l'olivier
- modèle VNIR ; Headwall Photonics, Fitchburg, MA, USA
- Intervalle [400-885] nm
- Méthodes :
 - SVM : 80.9 %

P. J. Zarco-Tejada et al. Previsual symptoms of *Xylella fastidiosa* infection revealed in spectral plant-trait alterations



[Xylella fastidiosa | Revista de Flores, Plantas, Jardinería, Paisajismo y Medio ambiente \(floresyplantas.net\)](https://www.floresyplantas.net/)

Difficultés

- Conditions de prise de vue
- Variabilité du vivant
- Complexité des scènes

Détection du feu bactérien par imagerie hyperspectrale

Objectifs opérationnels :

- Mise en place d'une méthodologie exploitant les propriétés spatiales et spectrales d'une image hyperspectrale
- Transférer ces modèles aux vergers

Symptômes

Brunissement de bouquet floraux



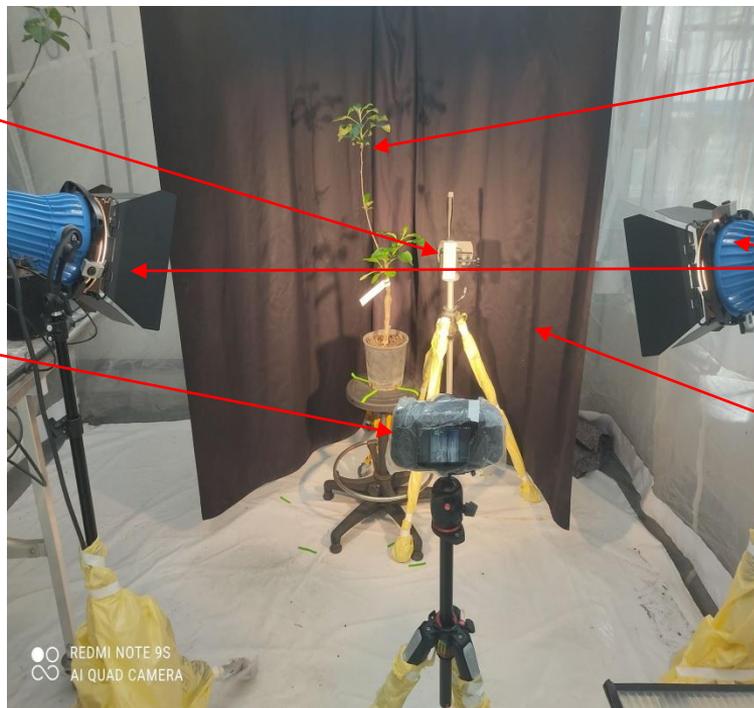
Tâches brunâtres et flétrissements des feuilles



Brunissement des jeunes pommiers

Protocole expérimental

Référence



Jeune pommier

Lampe halogène

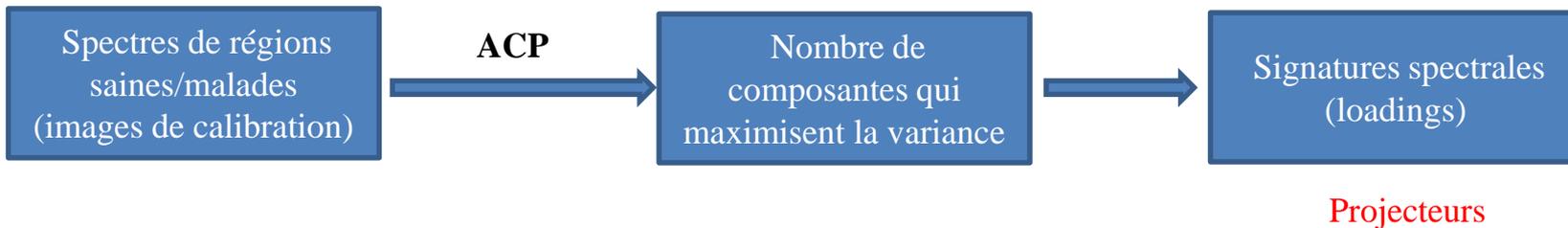
Rideau noir

Caméra hyperspectrale :

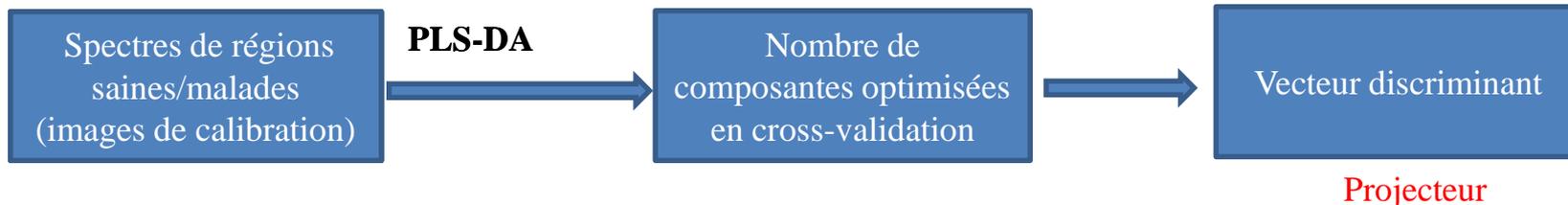
- Specim IQ
- 512*512 pixel
- [400 – 1000] nm
- Résolution spectrale :2,9 nm

Etape 1 : Création du vecteur projecteur

Méthode 1 : ACP



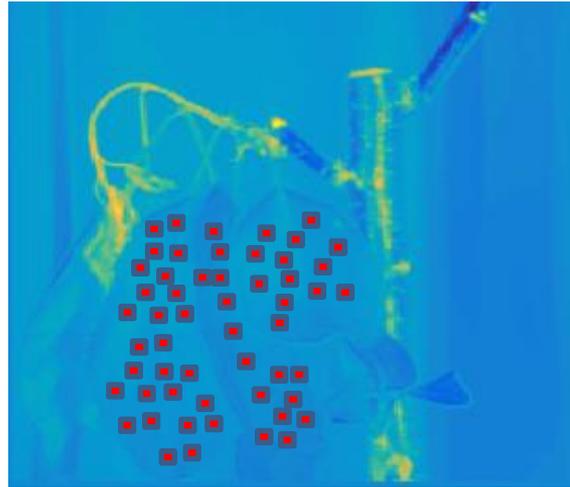
Méthode 2 : PLS-DA



Etape 2 : Définir les régions d'intérêts



Plantes saines



Plantes symptomatiques

Etape 3 : Calcul des propriétés spatiales et spectrales

- Spatiales

Région « i »

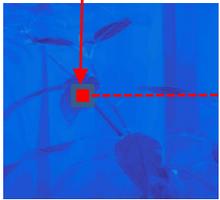
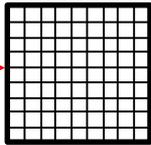


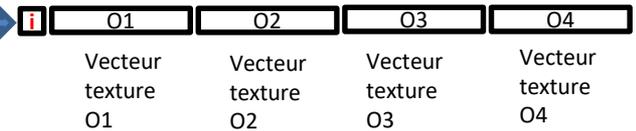
Image monochromatique



Imagette

- Distance (d)
- Niveaux de gris (Nv)
- orientations

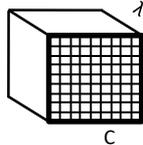
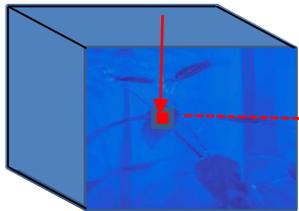
Analyse de texture de l'imagette



1 vecteur = 14 variables

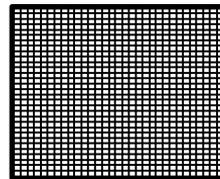
- Spectrales

Région « i »

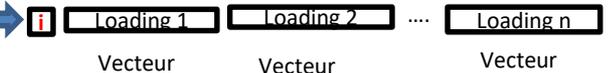


Déplier le cube

C * C



ACP



1 vecteur = n (λ) variables

Etape 4 : Fusion de données

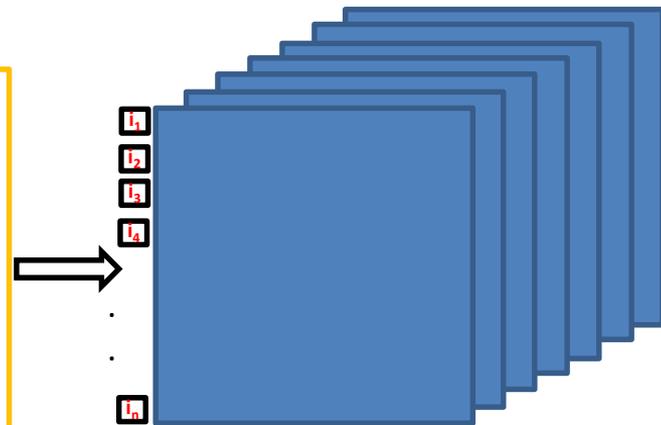
I_1	O1	O2	O3	O4
I_2	O1	O2	O3	O4
I_3	O1	O2	O3	O4
I_4	O1	O2	O3	O4

I_n	O1	O2	O3	O4

Tableaux spatiaux

Loading 1	Loading 2	Loading k
Loading 1	Loading 2	Loading k
Loading 1	Loading 2	Loading k
	.	.
	.	.
	.	.
	.	.
Loading 1	Loading 2	Loading k

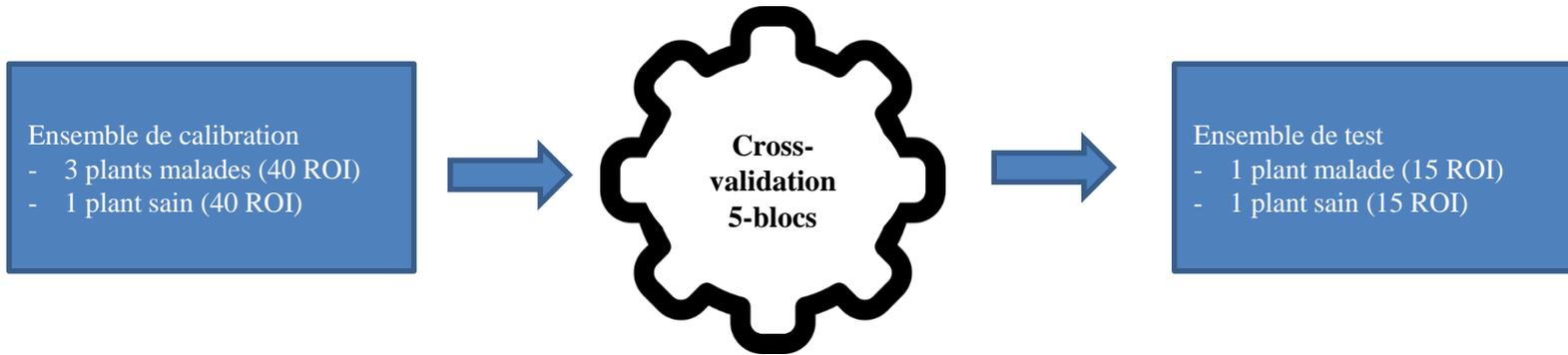
Tableaux spectraux



Méthode multi-tableaux
ROSA-PLS

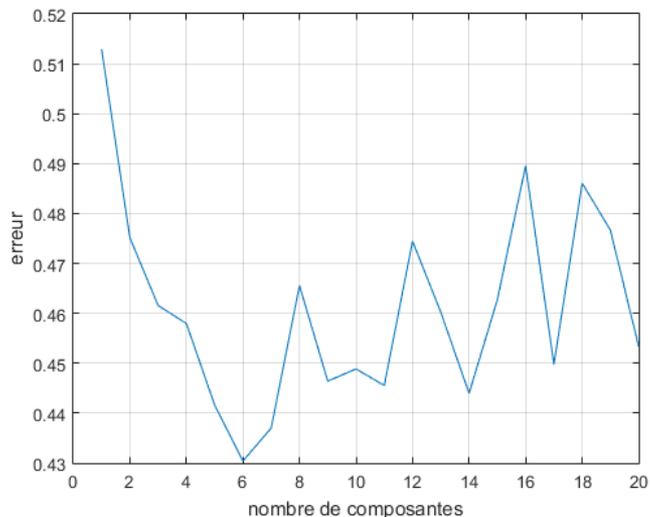
Matériels et Méthodes

Méthode ROSA-PLS



Images acquises 12 jours après l'inoculation

ROSA-PLS : Résultats obtenus avec le vecteur projecteur ACP



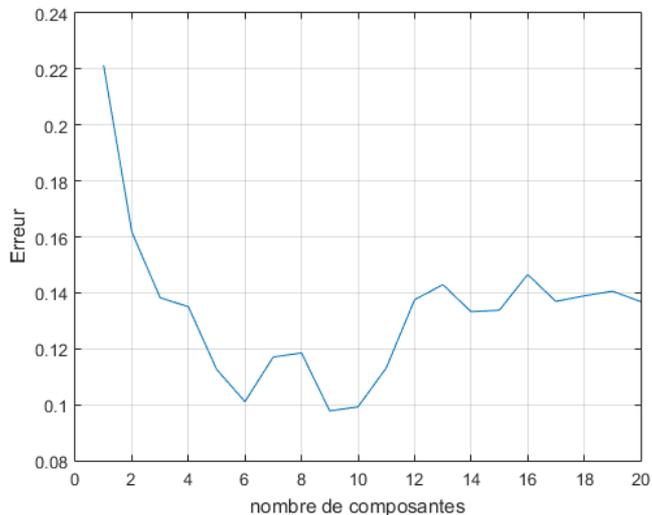
Ordre des tableaux

Composante	1	2	3	4	5	6
Type de tableau	spatial	spectral	spatial	spatial	spatial	spectral

Résultat d'attribution des classes

	Sain	Malade
Sain	100%	0%
Malade	0%	100%

ROSA-PLS : Résultats obtenus avec le vecteur projecteur PLS-DA



Ordre des tableaux

Composante	1	2	3	4	5	6
Type de tableau	spatial	spatial	spectral	spatial	spatial	spectral

Résultat d'attribution des classes

	Sain	Malade
Sain	100%	0%
Malade	0%	100%

Conclusions

- Bons résultats de prédiction des modèles
- Confirme la complémentarité entre les informations spatiales et spectrales
- Les deux approches de sélection du vecteur projecteur donnent le même résultat de classification.
- Validation de la méthode sur un plus grand nombre d'images
- Exporter la méthode au verger et la tester dans des conditions réelles

Merci de votre attention



#DigitAg



14/12/2021



INRAE

Unité Mixte de Recherche

ITAP

Technologies & méthodes
pour les agricultures
de demain

SupAgro
Montpellier