

Suivi des effets physiologiques des maladies foliaires avec le modèle PROCOSINE et l'imagerie hyperspectrale submillimétrique : un cas d'étude avec la cercosporiose noire du bananier

Julien Morel, Sylvain Jay, Jean-Baptiste Féret, Adel Bakache, Ryad Bendoula,
Françoise Carreel, Nathalie Gorretta

Congrès SFPT – 18/05/18



Plan de la présentation

- Introduction
- Matériel et méthodes
- Résultats
- Conclusion

Introduction

Contexte

- maladies foliaires → pertes de rendement



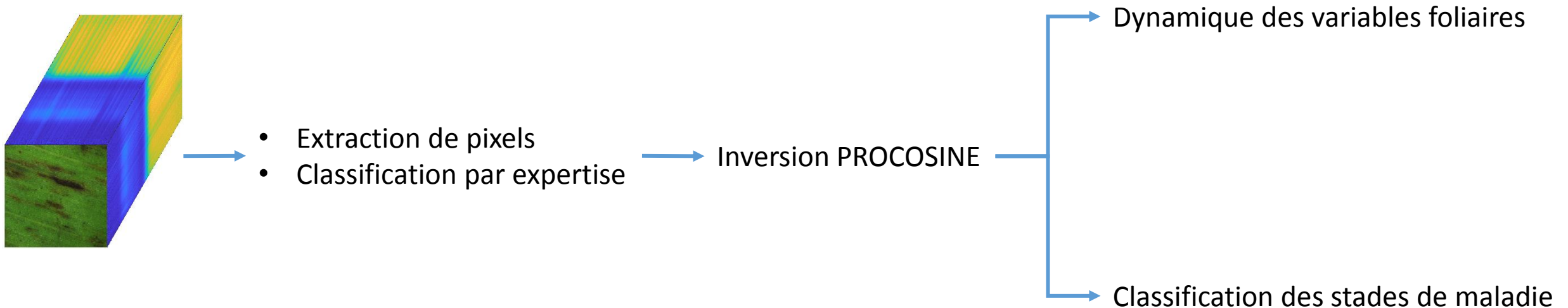
Détection des maladies foliaires

- repérer les maladies permet de limiter les pertes de rendement
- repérage par :
 - opérateur de terrain : précis mais couteux et subjectif
 - télédétection : moins précis mais moins couteux et objectif



Télédétection des maladies foliaires

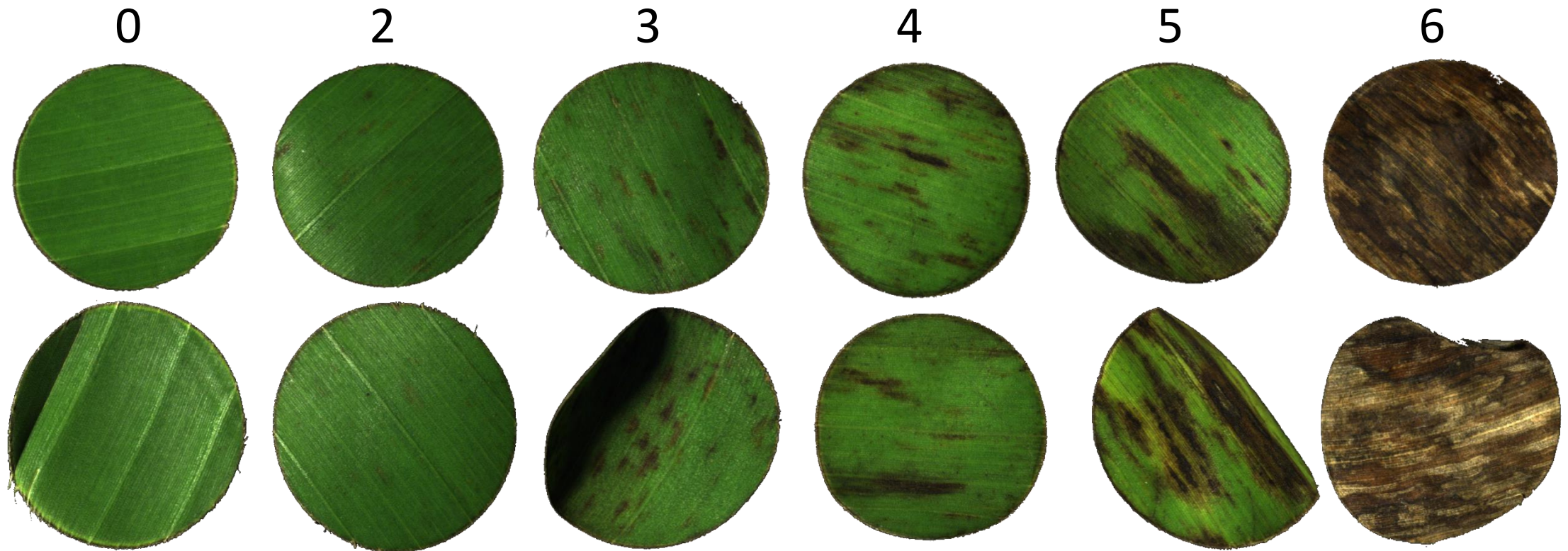
- utilisation de modèles statistiques : précis, faciles à implémenter mais avec des capacités de généralisation potentiellement limitées.
- utilisation de modèles physiques : plus complexes à implémenter mais plus généralisables. Fournissent des informations sur la structure et la chimie foliaires.
- test du modèle de transfert radiatif PROCOSINE (PROSPECT-D + COSINE)



Matériel & méthodes

Acquisition des images hyperspectrales

- 5 feuilles de bananier (*Musa* AAA cv. Williams, sous-groupe Cavendish), contamination naturelle
- stades de maladie : 0 (asymptomatique), 2 à 6 (pas de stade 1), évaluation par expert
- extraction 2x6 disques de 22mm correspondant à divers stades de maladie
- 160 bandes, 415 – 994 nm; résolution spatiale 0.07 mm ; images acquises en laboratoire

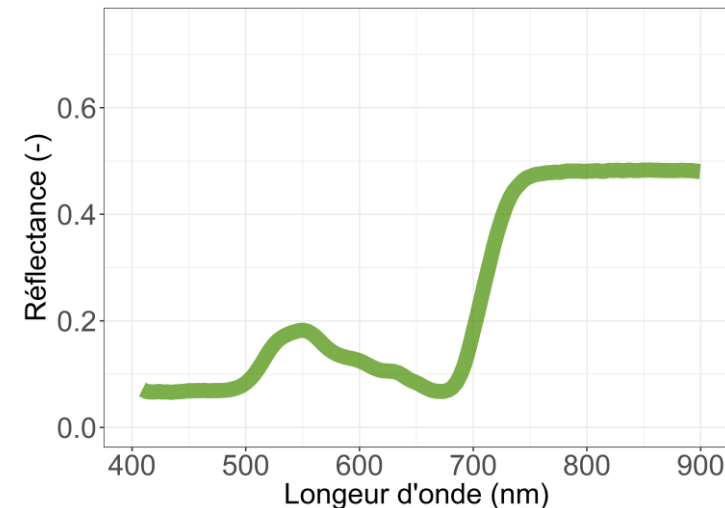
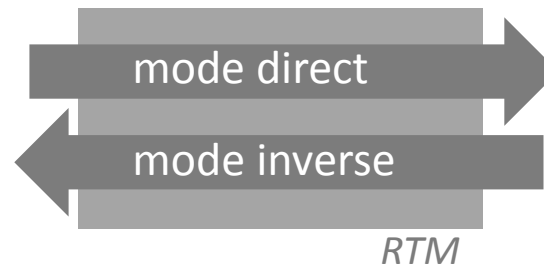


Inversion de PROCOSINE

- **PROSPECT-D** [1] : simulation des interactions lumière/feuille en fonction de la chimie et de la structure de la feuille
- **COSINE** [2]: prend en compte les effets de surface (réflexion spéculaire, orientation de la feuille).
 - ➔ Cartes sub-mm des paramètres de PROCOSINE pour chaque disque.

Structure/chimie foliaire :

- N
- C_{ab} , C_{cx} , C_{bp} , C_{ant}
- C_w , C_m
- θ_i , b_{spec}



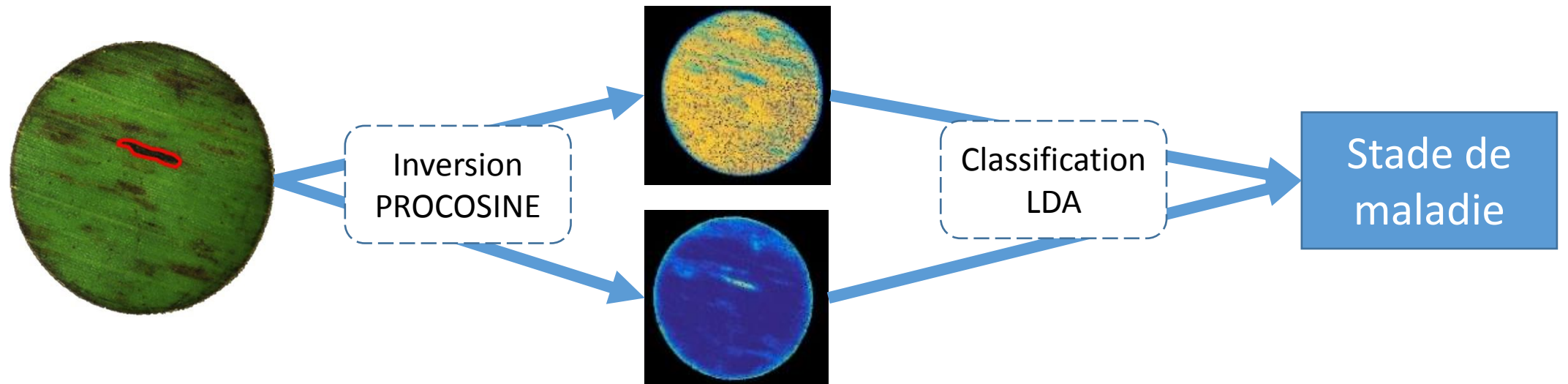
Lien vers les modèles: <http://teledetection.ipgp.jussieu.fr/prosail/>

[1] Féret et al., PROSPECT-D: Towards modeling leaf optical properties through a complete lifecycle, RSE, 2017.

[2] Jay et al., A physically-based model for retrieving foliar biochemistry and leaf orientation using close-range imaging spectroscopy, RSE, 2017.

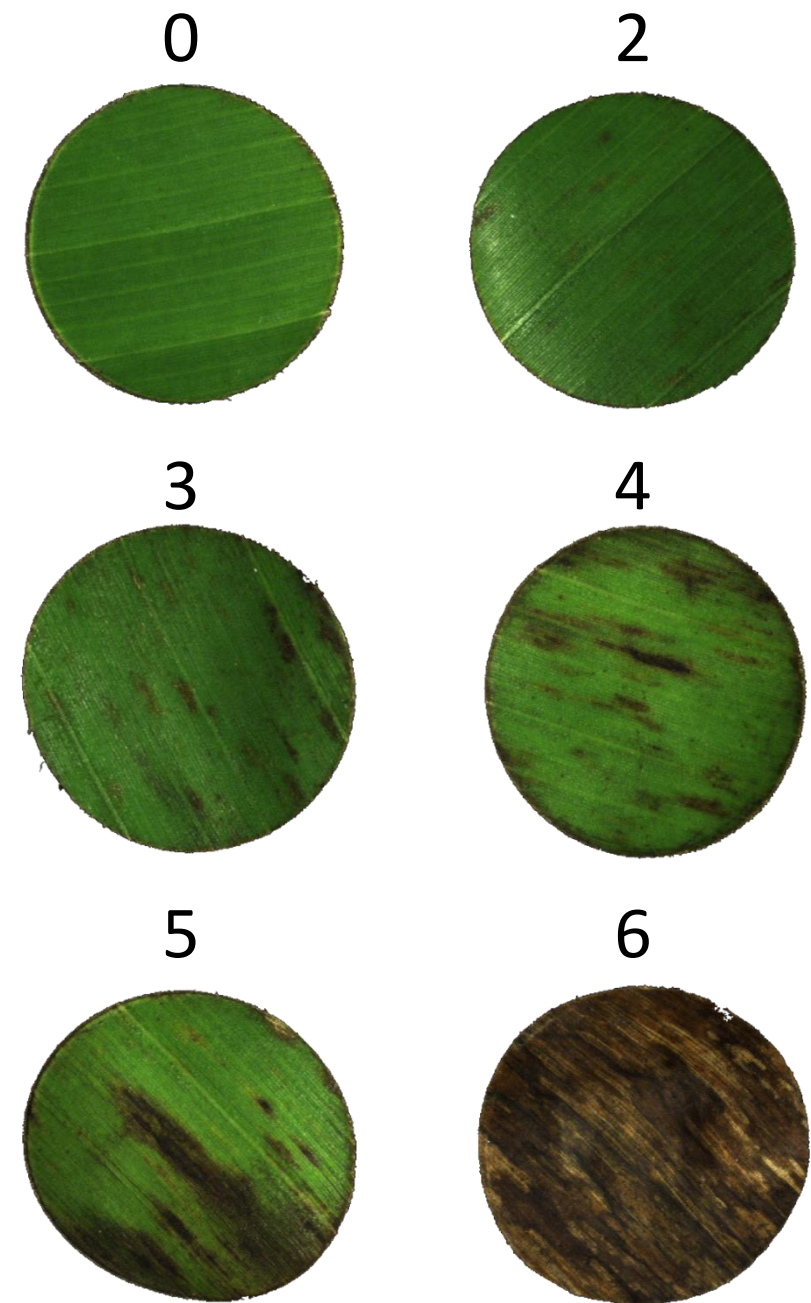
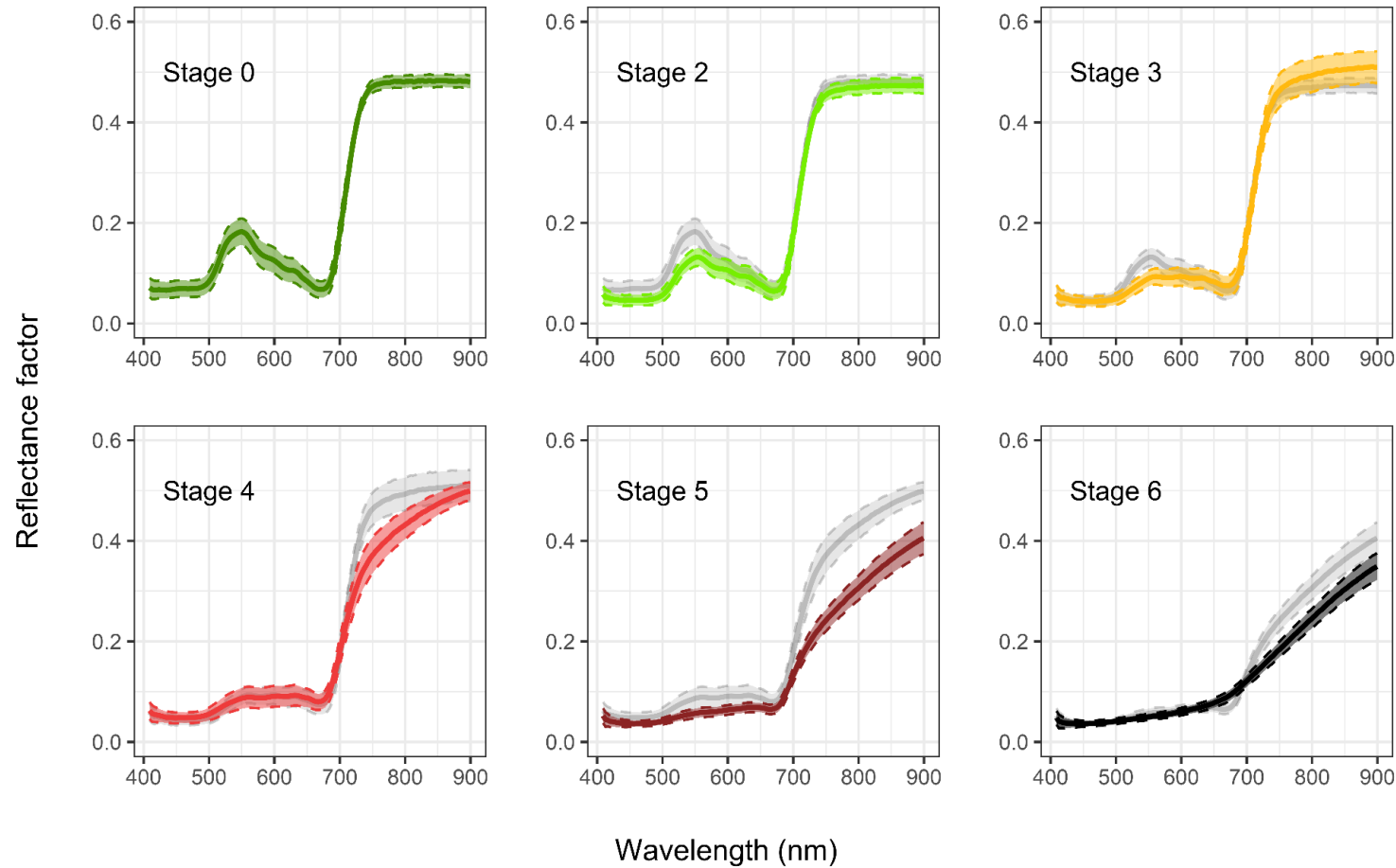
Classification des stades de maladie

- Extraction des paramètres estimés pour chaque spot de maladie
- Construction d'un modèle de classification LDA (analyse factorielle discriminante) sur la moitié des échantillons,
- Test du modèle sur l'autre moitié.



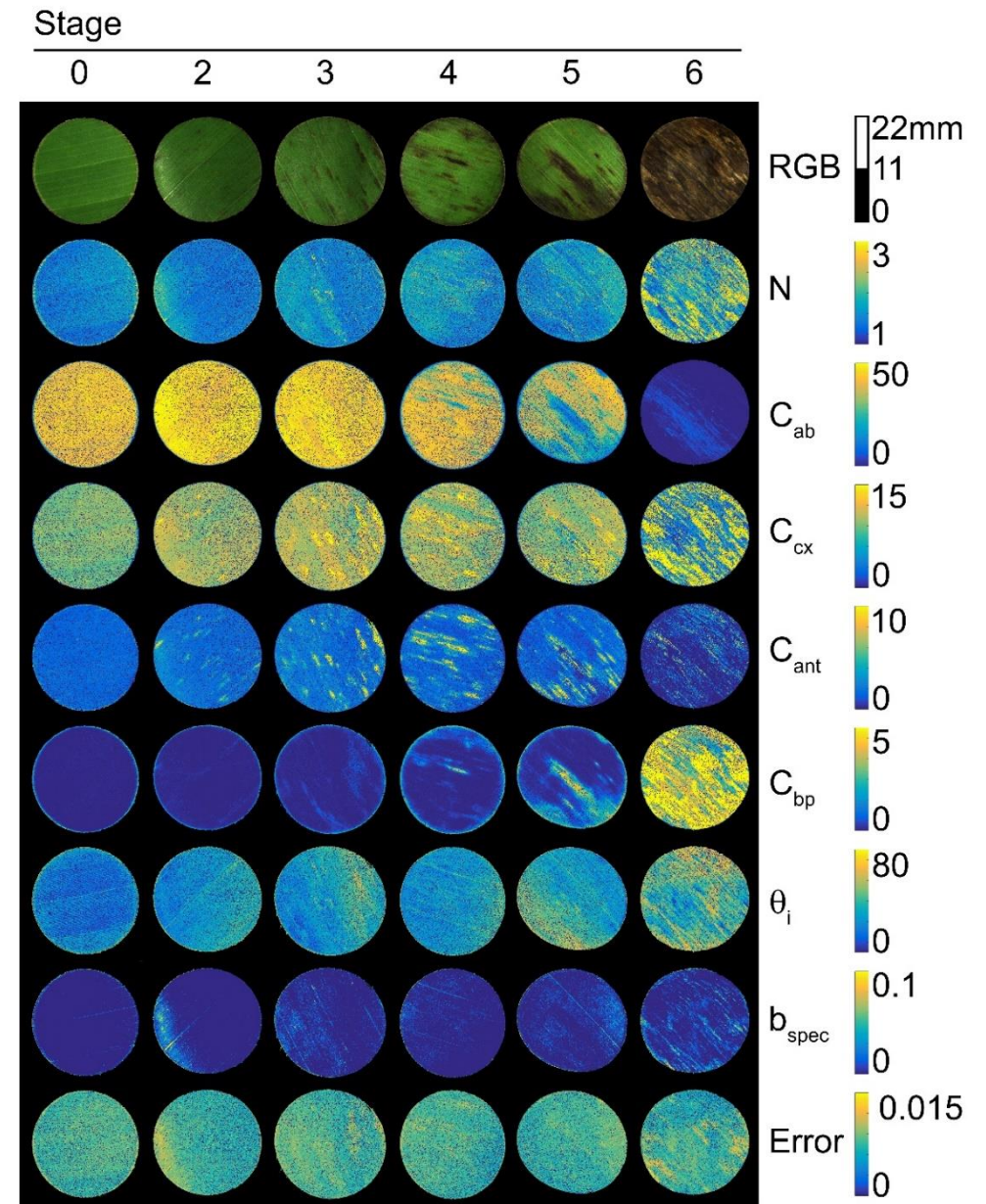
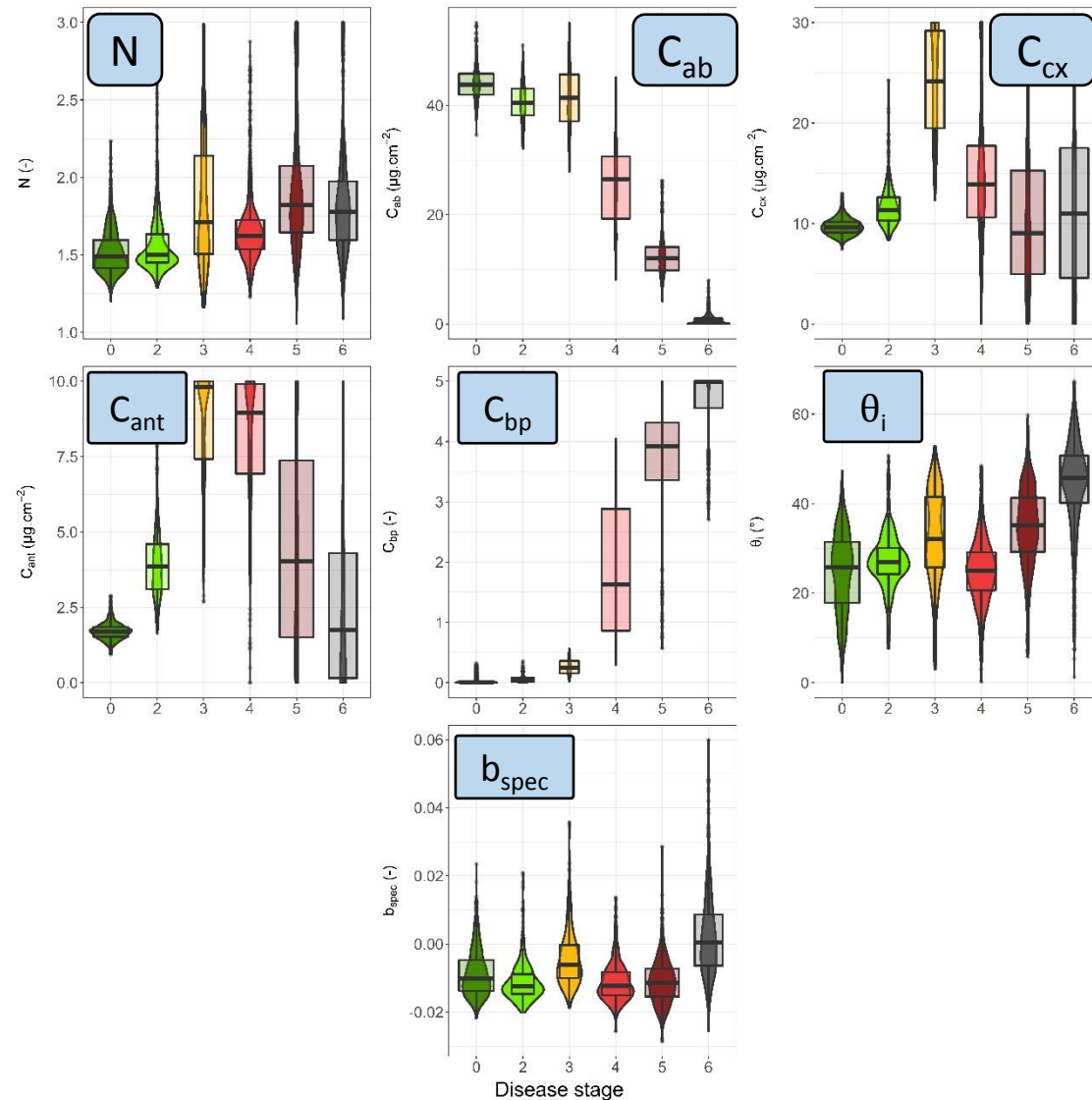
Résultats

Évolution des réflectances

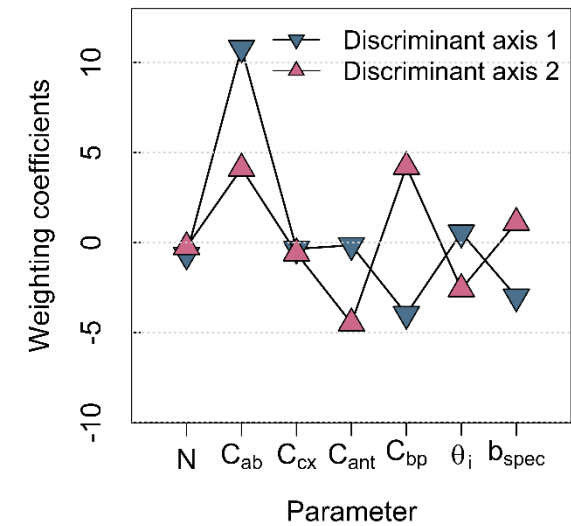
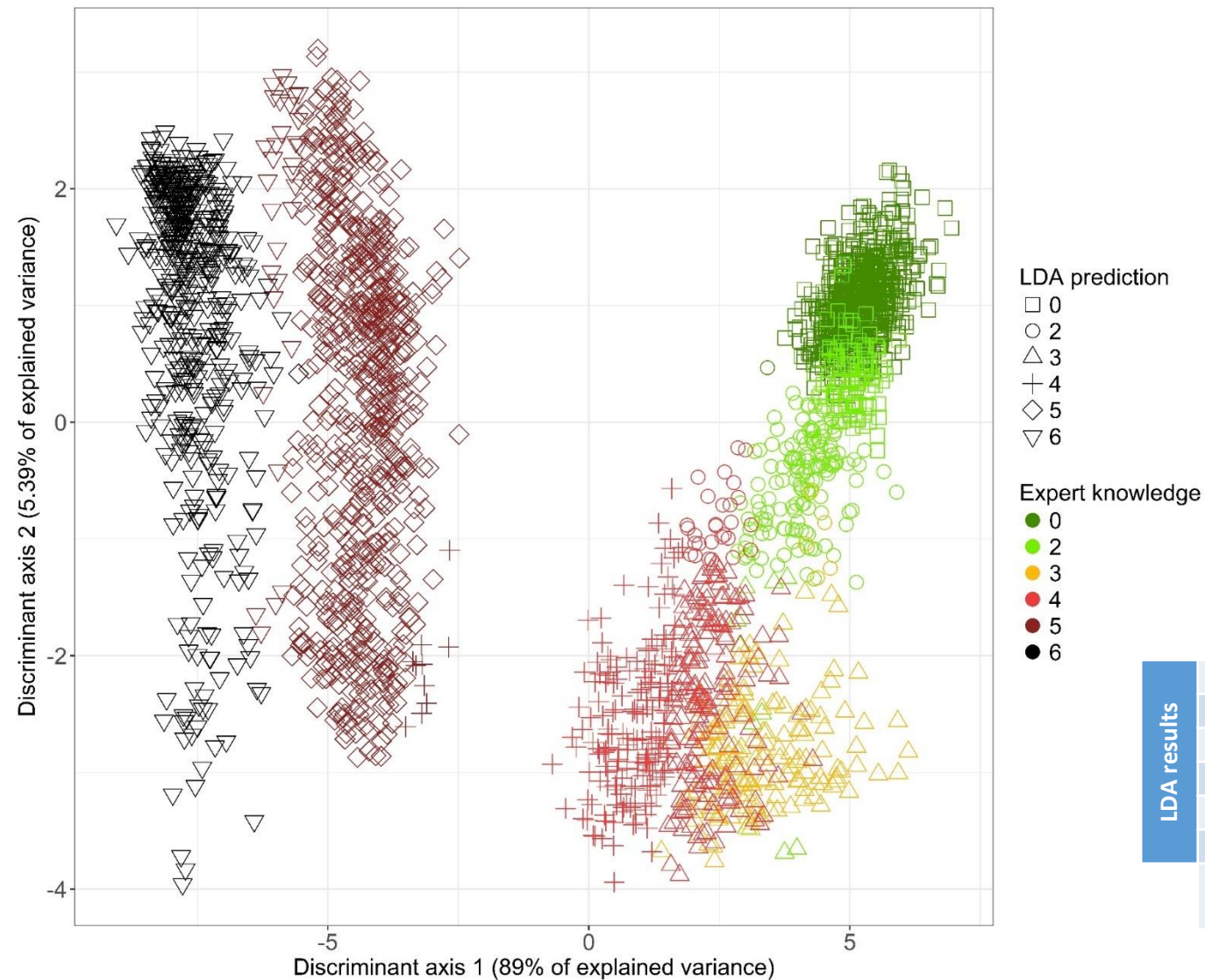


12/18

Dynamique des paramètres



Classification des stades

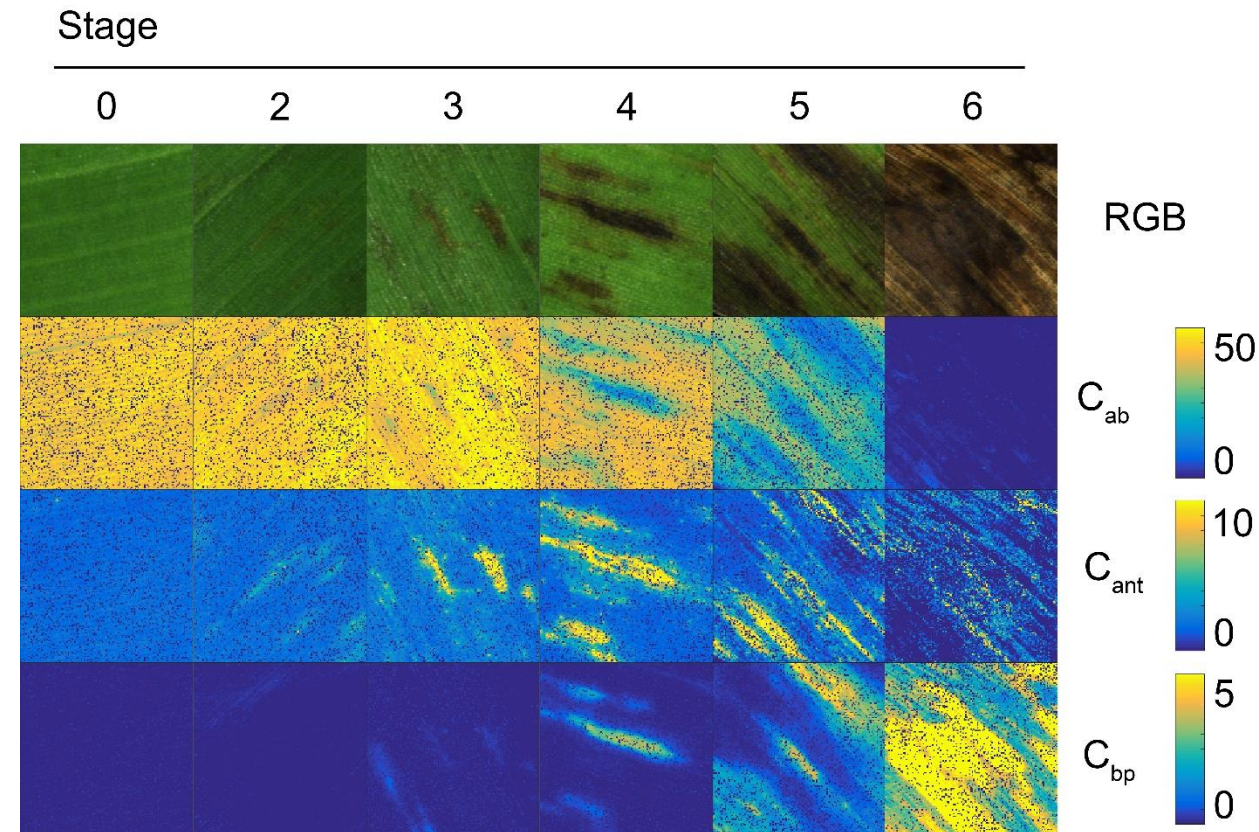


		Expert knowledge						User's accuracy
		0	2	3	4	5	6	
LDA results	0	690	106	0	0	0	0	86.6
	2	1	143	5	28	0	0	80.7
	3	0	10	146	172	0	0	44.5
	4	0	0	0	176	10	0	94.6
	5	0	0	0	0	645	1	99.8
	6	0	0	0	0	32	482	93.8
Producer's accuracy		99.9	55.2	96.7	46.8	93.9	99.7	86.2

Conclusion

Résumé des objectifs et résultats

- utilisation de PROCOSINE pour
 - (i) suivre l'impact de la cercosporiose noire sur des feuilles de bananiers et
 - (ii) pour utilisation conjointe avec une analyse factorielle discriminante pour classer les stades de maladie
- les dynamiques observées sont cohérentes avec les attentes physiologiques
- l'approche hybride pour classer les stades de maladies fournit des résultats encourageants bien qu'améliorables
- la teneur en anthocyanes apparait comme un indicateur intéressant pour la détection des stades précoces de la maladie



Perspectives

- test sur une plus grande base de données
- comparaison modèle statistique pur/méthode hybride pour la classification de stades de maladie
- application de la méthode à l'échelle du couvert végétal



Merci de votre attention!