



# 18èmes Rencontres HélioSPIR

Agropolis International - Montpellier

## LA SPECTROSCOPIE PROCHE INFRAROUGE POUR LA DISCRIMINATION DES ESSENCES DE BOIS

ANDRIANINDRINA Mikala Yvana <sup>1</sup>

RAZAFIMAHATRATRA Andriambelo Radonirina <sup>1</sup>

ARITSARA Amy Ny Aina <sup>1,2</sup>

CHAIX Gilles <sup>3,4,5</sup>

RAMANANTOANDRO Tahiana <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université d'Antananarivo, ESSA-FORETS, Antananarivo, Madagascar

<sup>2</sup>Guangxi University, College of Forestry, Nanning, China

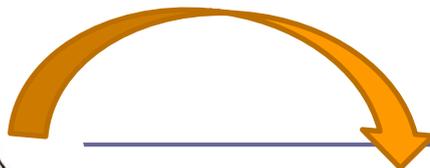
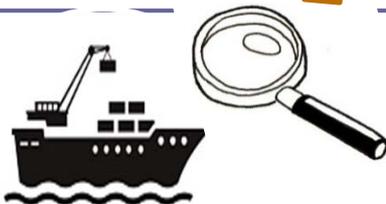
<sup>3</sup>CIRAD, UMR AGAP, Montpellier, France

<sup>4</sup>ESALQ-USP, Piracicaba, Brazil

<sup>5</sup>AGAP, Univ Montpellier, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro, Montpellier, France

[mikala.yvana@gmail.com](mailto:mikala.yvana@gmail.com)

# Contexte



- Demande de bois précieux (notamment de la Chine)
- Coupe illicite de bois précieux



- 0 contrôle dans les forêts !!!
- 0 contrôle dans les ports
- Incapacité à discriminer efficacement et rapidement les essences
- insuffisance de compétences en matière de discrimination
- absence d'un système qui garantit la traçabilité des essences malgaches

- Non invasive
- Rapide
- La préparation des échantillons est simple
- Ne nécessite qu'un petit nombre d'échantillons et de petite dimension (2cm x 2cm x 0,3cm)
- Facile à utiliser (par des spécialistes)
- Facilement reproductible



10 - 15 mds \$ dans le monde  
150 millions \$ à Madagascar



Discrimination des essences



# Les travaux antérieurs

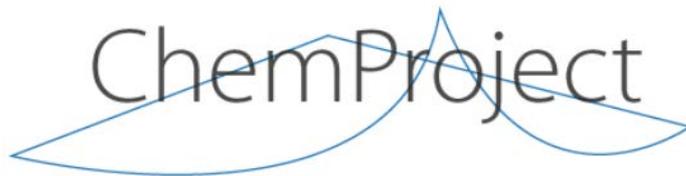
Auteurs	Essences étudiées	Nombre d'échantillons	Méthode	Pourcentage de bien classés
Soares et al., 2017	<i>Swietenia macrophylla</i> <i>Cedrela odorata</i> <i>Carapa guianensis</i> <i>Erismia uncinatum</i> <i>Micropholis elinoniana</i> <i>Hymenaea coubaril</i>	103 174 157 116 61 311	PLS-DA	> 90 %
Horikawa et al., 2015	<i>Pinus densiflora</i> <i>Pinus thunbergii</i>	24 24	PLS-DA	93,8%
Lazarescu et al., 2016	<i>Tsuga heterophylla</i> <i>Abies amabilis</i>	338	PLS-DA	94 – 99%

# Méthodologie

---

## □ Cours en ligne

- CheMoocs, session 1 (2016)



La chimiométrie pour tous, principes et outils

<http://chemproject.org/wakka.php?wiki=PagePrincipale>



## □ Matériel

- Spectromètre MicroNIR
- Logiciel ChemFlow



## □ Adapté aux pays en voie de développement car :

- Portatif et moins cher
- Gratuit et facile

# Méthodologie

---

## □ Espèces concernées

- *Agauria* sp.
- *Neotina isoneura*
- *Nuxia capitata*
- *Tambourissa trichophylla*
- *Weinmannia rutenbergii*

## □ Nombre d'échantillons

- 50 par espèce pour l'étalonnage et la validation croisée
- 23 par espèce pour la validation externe



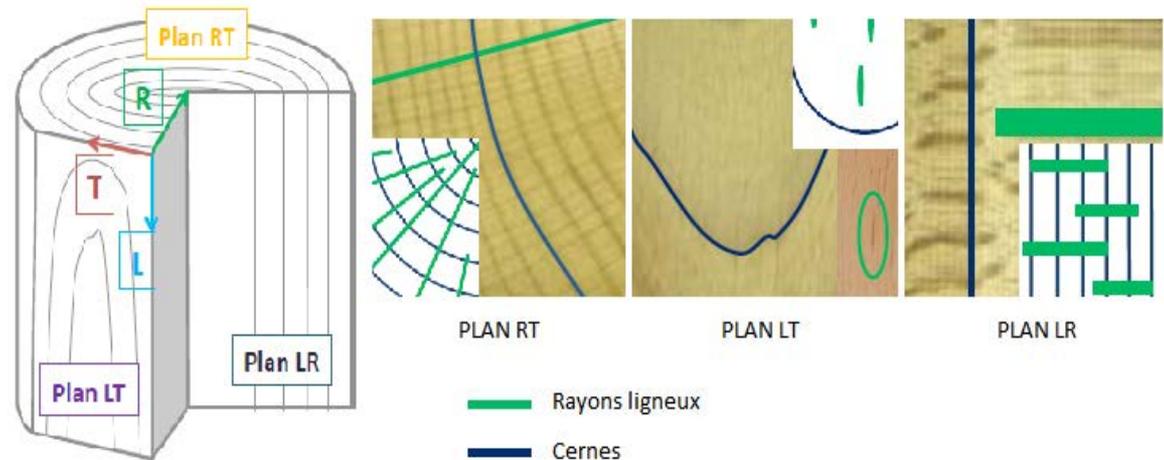
# Méthodologie

## □ Prétraitements

- Logarithme
- Detrend
- SNV
- Dérivée 1
- Dérivée 2
- Leurs combinaisons:
  - 2 à 2
  - 3 à 3

## □ Acquisition des spectres

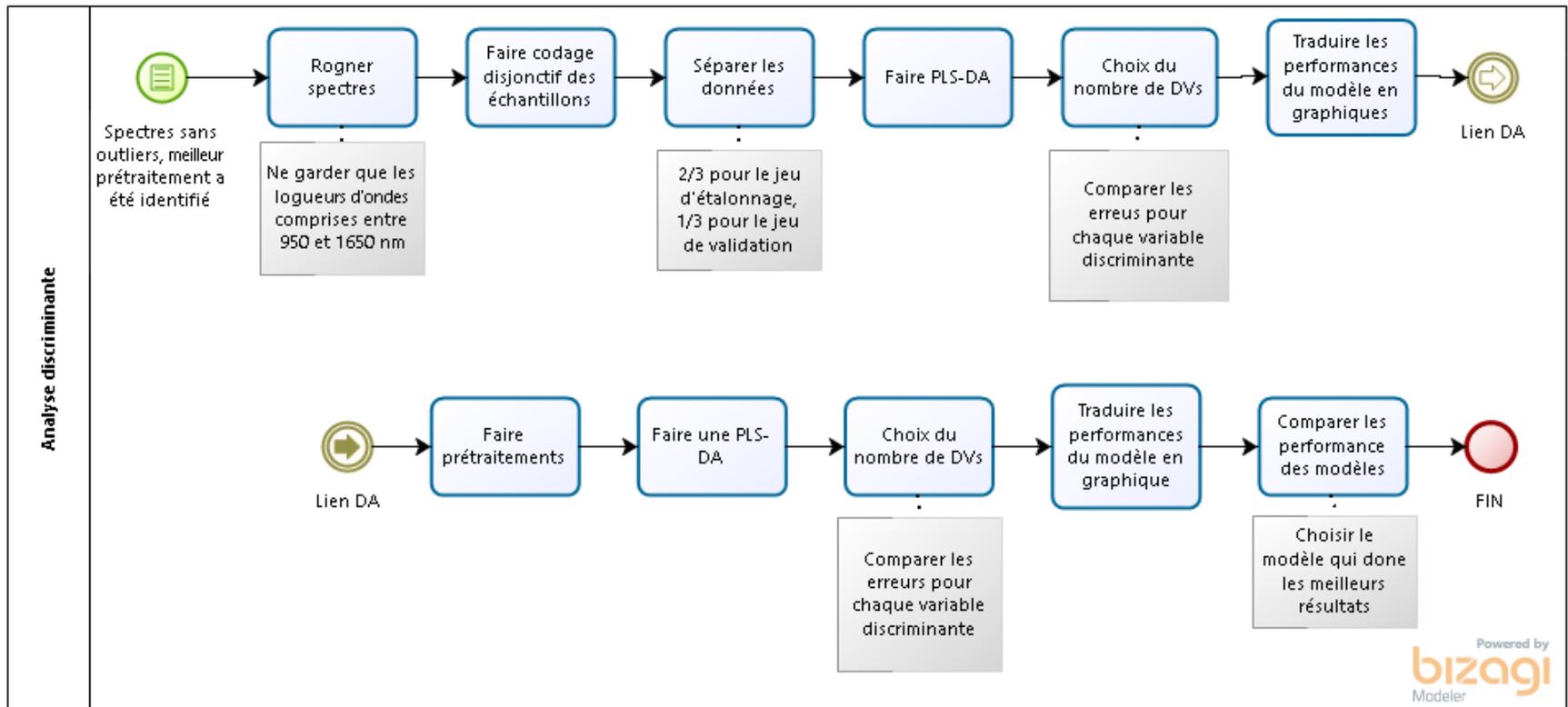
- 2 par plan de référence (LT, LR, RT)



## □ Critères de validation des modèles

- Nombre de variables discriminantes (DVs)
- Pourcentage de bien/mal classés

# Méthodologie (Pour chaque face)



# Résultats

LT

Type validation	Prétraitement spectres	DV	Erreur en étalonnage (%)	Erreur en validation (%)
Validation croisée	Non prétraités	7	0.4	3.1
	DT	5	0.8	2.3
Validation externe	Non prétraités	7		5.3
	DT	5		3.5

Matrices de confusion:

DT	Classes réelles				
	AGA	NEO	NUX	TAM	WEI
Classes prédites	AGA	49	1		
	NEO	1	49		
	NUX			50	
	TAM				50
	WEI				

DT	Références réelles				
	AGA	NEO	NUX	TAM	WEI
Classes prédites	AGA	23		1	
	NEO		21		
	NUX			21	
	TAM			1	23
	WEI		2		

# Résultats

LR

Type validation	Prétraitement spectres	DV	Erreur en étalonnage (%)	Erreur en validation (%)
Validation croisée	Non prétraités	7	0.8	2.7
	DT	6	0.4	1.3
Validation externe	Non prétraités	7		2.6
	DT	6		0.0

Matrices de confusion:

		Classes réelles				
		AGA	NEO	NUX	TAM	WEI
Classes prédites	AGA	49				
	NEO	1	50			
	NUX			50		
	TAM				50	
	WEI					50

		Classes réelles				
		AGA	NEO	NUX	TAM	WEI
Classes prédites	AGA	23				
	NEO		23			
	NUX			23		
	TAM				23	
	WEI					23

# Résultats

RT

Type validation	Prétraitement spectres	DV	Erreur en étalonnage (%)	Erreur en validation (%)
Etalonnage	Non prétraités	9	0.8	2.9
	DT	8	0.4	0.8
Validation externe	Non prétraités	9		8.7
	DT	8		0.0

Matrices de confusion:

		Classes réelles				
		AGA	NEO	NUX	TAM	WEI
Classes prédites	AGA	49				
	NEO	1	50			
	NUX			50		
	TAM				50	
	WEI					50

		Classes réelles				
		AGA	NEO	NUX	TAM	WEI
Classes prédites	AGA	23				
	NEO		23			
	NUX			23		
	TAM				23	
	WEI					23

# Résultats

---

- Meilleurs modèles: 
  - Après prétraitement avec Detrend:
    - Robustesse accrue
    - Erreurs réduites
  
- Meilleures faces: 
  - Sans prétraitement: LR
  - Avec prétraitement: RT
  
- Les plus robustes: 
  - Sans prétraitement: LT et LR
  - Avec prétraitement: LR

# Conclusion

---

## □ Pour cette étude:

- Bons résultats même sur les spectres bruts
- Le prétraitement a permis d'obtenir de meilleurs résultats
- Les résultats se rapprochent de ceux des autres auteurs
- Les modèles sont utilisables en prédiction peu importe la face

## □ Pour les travaux ultérieurs:

- Poursuivre en étoffant l'échantillonnage dans l'aire naturelle des espèces ou dans les zones d'exploitation (puisque c'est l'objectif)
- Démarrer sur les espèces emblématiques comme bois d'ébène, dalbergia (46 espèces, ...)
- Membre du Global Times Trade Network (GTTN)
  - Lutte contre le trafic illégal du bois
  - Développement d'outils innovants d'identification et la détermination des origines géographiques des essences de bois.



---

Merci

