

21^{ème} rencontre HELIOSPIR 2021

Comparaison de méthodes de classification supervisée à partir de spectres IR de bois de 10 espèces de Palissandre de Madagascar



Association

Réseau Scientifique de Spectroscopie
Proche InfraRouge

Raobelina Andry Clarel
Mercredi, 30 Juin 2021



Projet financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PLAN

Contexte et problématique

Matériels et méthodes

Résultats

Discussions, conclusion et perspectives

CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

- 48 espèces de bois de rose et palissandre à Madagascar (27 exploitées) (Tropicos, 2021; CITES, 2020)
- Recrudescence de leurs exploitation illicite après 2009
- Inscription en annexe II de la CITES en 2013
- Difficulté d'identification des spécimens de bois

→ **Nécessité de développement d'outil d'identification basé sur les caractéristiques inhérent au bois**



(Pada, 1994)



- Identification des essences à partir du bois en utilisant la SPIR (Braga et al., 2011; Snel et al., 2018; Pastore et al., 2011; Shou et al., 2014)
- Peu d'étude sur la discrimination d'espèce appartenant à un sur genre (*Snel et al., 2018*)

Objectif: Comparer la performance de cinq méthodes de classification supervisé dans la discrimination de 10 espèce de palissandre de Madagascar

Near infrared spectroscopy (NIRS) as a potential tool for monitoring trade of similar woods: Discrimination of true mahogany, cedar, andiroba, and curupixá

Tereza Cristina Monteiro Pastore^{1,*}, Jez Willian Batista Braga², Vera Terezinha Rauber Coradin¹, Washington Luiz Esteves Magalhães³, Esmeralda Yoshico Arakaki Okino¹, José Arlete Alves Camargos¹, Graciela Inês Bonzon de Muñiz⁴, Otávio Augusto Bressan⁴ and Fabrice Davrieux⁵

Keywords: andiroba (*Carapa guianensis*); cedar (*Cedrela odorata*); curupixá (*Micropholis melinoniana*); discrimination of woods; near infrared (NIR) spectroscopy; tropical woods; true mahogany (*Swietenia macrophylla*).

Wood Science and Technology
<https://doi.org/10.1007/s00226-018-1027-9>

ORIGINAL



Potential field-deployable NIRS identification of seven *Dalbergia* species listed by CITES

Filipe A. Snel^{1,2} · Jez W. B. Braga¹ · Diego da Silva^{1,2} · Alex C. Wiedenhoeft^{3,4,5,6} · Adriana Costa^{3,4} · Richard Soares³ · Vera T. R. Coradin² · Tereza C. M. Pastore²

Received: 14 September 2017
© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2018

IAWA Journal, Vol. 32 (2), 2011: 285–296

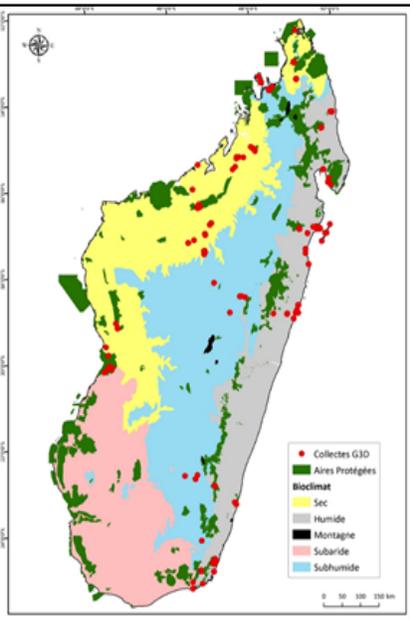
THE USE OF NEAR INFRARED SPECTROSCOPY TO IDENTIFY SOLID WOOD SPECIMENS OF *SWIETENIA MACROPHYLLA* (CITES APPENDIX II)

Jez Willian Batista Braga¹, Tereza Cristina Monteiro Pastore^{2,*}, Vera Teresinha Rauber Coradin², José Arlete Alves Camargos² and Allan Ribeiro da Silva^{1,2}

MATERIELS ET METHODES

II.1/TRAVAUX DE TERRAIN

Collecte des microcarottes



(MBG, 2019)

- 177 microcarottes de bois (\varnothing 5 mm)
- Un carotte/arbre
- 10 espèces de pallisandre/*Dalbergia* de Madagascar)
- Identification par taxonomistes MBG (Madagascar) et MNHN (France)

II.2/TRAVAUX DE LABORATOIRE

Préparation des échantillons



- Conditionnement à 12 % du taux d'humidité des bois

Mesures des spectres Proche InfraRouge



- MicroNIR VIAVI 1700 (950 nm – 1650 nm; 6,1 nm)
- 6 spectres sur le duramen des microcarottes (moelle → écorce)
- Face aléatoire (LR, RT, LT)
- **1062 spectres acquis sur 10 grands arbres de *Dalbergia***

II.3 /ANALYSES EXPLORATOIRE DES DONNEES SPECTRALES

- Observation des spectres
- Utilisation de différentes méthodes de prétraitements sur les spectres: Detrend, SNV, Lissage, Dérivation
- Analyse en Composantes Principales sur les spectres prétraités

Espèces	Nombre de microcarottes/spectres
<i>D. chapelieri</i> Baill.	7/42
<i>D. greveana</i> Baill.	8/48
<i>D. baronii</i> Baker	9/54
<i>D. mollis</i> Bosser & R. Rabev.	9/54
<i>D. humbertii</i> R. Vig.	12/72
<i>D. abrahamii</i> Bosser & R. Rabev.	14/84
<i>D. chlorocarpa</i> R. Vig.	17/102
<i>D. monticola</i> Bosser & R. Rabev.	25/150
<i>D. purpurascens</i> Baill.	26/156
<i>D. orientalis</i> Bosser & R. Rabev.	50/300

II.4 /ETALONNAGE DES MODELES DE DISCRIMINATION

- Partage des spectres en jeu de données d'étalonnage (3/4) et de validation (1/4)

Espèces	Nb microcarottes/spectres (177/1062)	Jeu d'étalonnage (134/804)	Jeu de validation (43/258)
<i>D. chapelieri</i> Baill.	7/42	5/30	2/12
<i>D. greveana</i> Baill.	8/48	6/36	2/12
<i>D. baronii</i> Baker	9/54	7/42	2/12
<i>D. mollis</i> Bosser & R. Rabev.	9/54	7/42	2/12
<i>D. humbertii</i> R. Vig.	12/72	9/54	3/18
<i>D. abrahamii</i> Bosser & R. Rabev.	14/84	10/60	4/24
<i>D. chlorocarpa</i> R. Vig.	17/102	11/66	6/24
<i>D. monticola</i> Bosser & R. Rabev.	25/150	19/114	6/36
<i>D. purpurascens</i> Baill.	26/156	20/120	6/36
<i>D. orientalis</i> Bosser & R. Rabev.	50/300	38/228	12/72

II.5 /ETALONNAGE DES MODELES DE DISCRIMINATION

Jeu de données
d'étalonnage (3/4)

$X_{training} (n = 804 \times p = 113)$

$Y_{training} (n = 804 \times p = 10)$

- 5 modèles de discrimination étalonnés à partir de 5 méthodes de classification supervisée / Validation croisée à deux blocs

Méthodes	Paramètres du modèle
Partial Least Square Discriminant Analysis (PLSDA)	DVs
Locally Weighted Partial Least Square Discriminant Analysis (LWPLSDALM)	Ncompdis, h, k, DVs
Support Vector Machine (SVM)	C, σ , ϵ
Random Forest (RF)	mtry, maxnodes, ntree
Réseaux de Neurones (NN)	Nombre de couches cachées Nombre de nœuds



- rnirs: PLSDA, LWPLSDA, SVM
- Caret: Random Forest
- neuralnet: réseaux de neurones

II.5 /ETALONNAGE DES MODELES DE DISCRIMINATION

Jeu de données
d'étalonnage (3/4)

$$X_{training}(n = 804 \times p = 113)$$

$$Y_{training}(n = 804 \times p = 10)$$

- 5 modèles de discrimination étalonnés à partir de 5 méthodes de classification supervisée / Validation croisée à deux blocs

Méthodes	Paramètres du modèle
Partial Least Square Discriminant Analysis (PLSDA)	DVs
Locally Weighted Partial Least Square Discriminant Analysis (LWPLSDA)	Ncompdis,h, k, DVs
Support Vector Machine (SVM)	C, σ , ϵ
Random Forest (RF)	mtry, maxnodes, ntree
Réseaux de Neurones (NN)	Nombre de couches cachées Nombre de nœuds



Jeu de données de
validation (1/4)

$$X_{validation}(n = 258 \times p = 113)$$

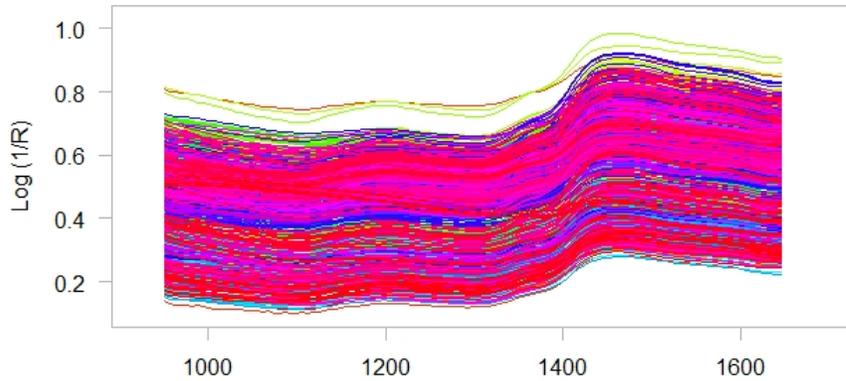
$$Y_{validation}(n = 258 \times p = 10)$$

- Application des 5 modèles sur les spectres du jeu de données de validation
- Spectres bien classés(%) = $\frac{\text{nbre de spectre bien classés}}{\text{nbre total de spectres}}$

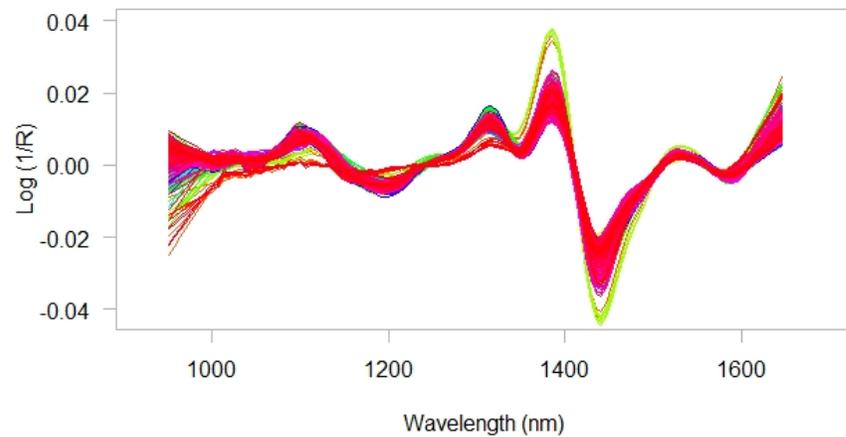
RESULTATS

III.1/ Analyse exploratoire des spectres

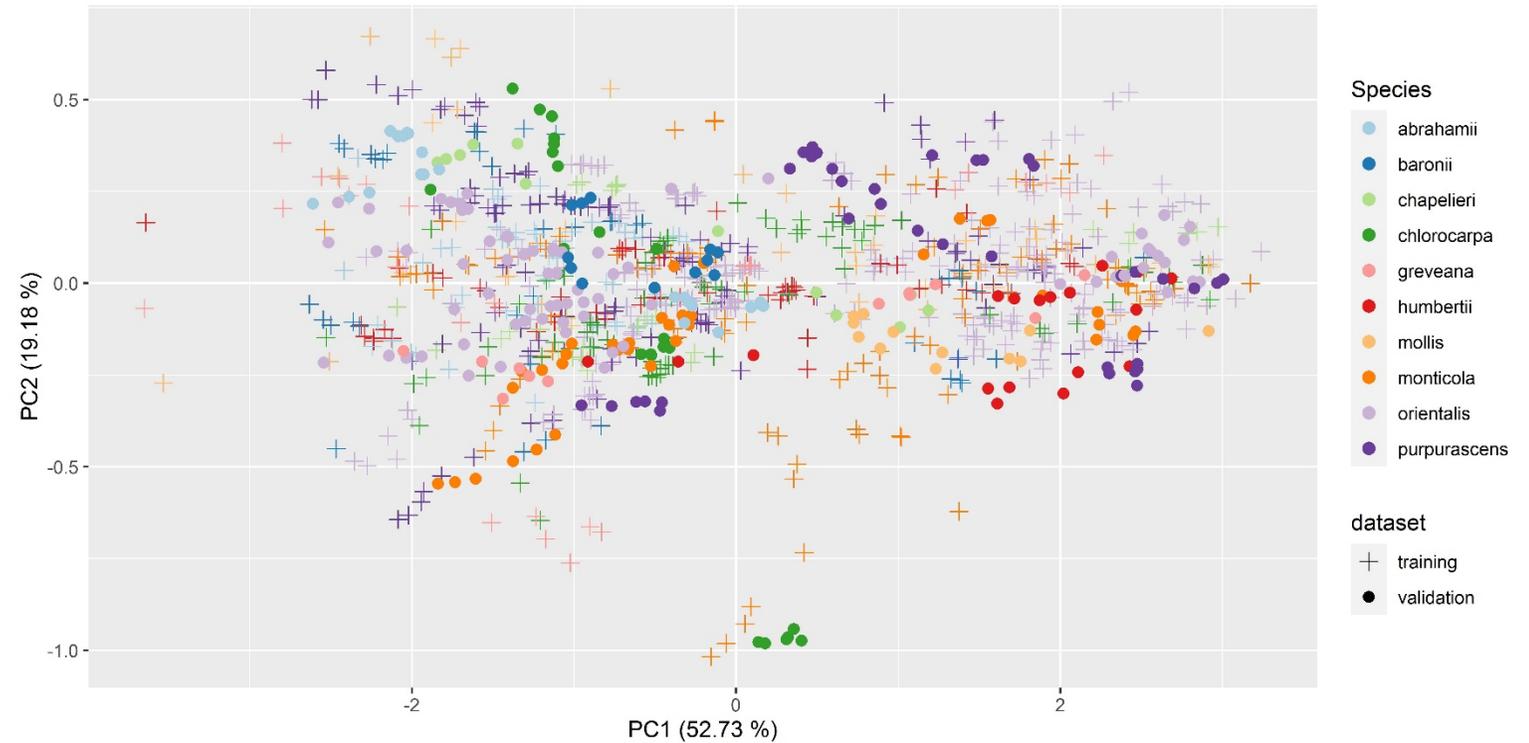
Raw spectra



SNV+SG2 spectra



ACP sur les spectres prétraités (SNV+D2)



III.2/ Performance des cinq modèles de discrimination

Méthodes	Prétraitements	Paramètres	Spectres bien classés en VI (%)
PLSDALM	SNV + D2	ncomp=26	64,3
LWPLSDALM		ncompdis=10 h=3, k=300, ncomp=26	68,6
SVM		C=10000, $\epsilon=0,01$, $\sigma=40$	70,5
RF		mtry=11, maxnodes=32, ntree=275	56,2
NN		Couche caché=(1) Nombre de noeds (5)	69,7

III.3/ Matrice de confusion en validation indépendante

PLSDA

Classes de références

	<i>abrahamii</i>	<i>baronii</i>	<i>chapelieri</i>	<i>chlorocarpa</i>	<i>greveana</i>	<i>humbertii</i>	<i>mollis</i>	<i>monticola</i>	<i>orientalis</i>	<i>purpurascens</i>	
<i>abrahamii</i>	15					4					
<i>baronii</i>		4					2				
<i>chapelieri</i>			3								
<i>chlorocarpa</i>	9			16		4			1		
<i>greveana</i>					0						
<i>humbertii</i>		2	9			2					
<i>mollis</i>							3				
<i>monticola</i>		6				2	2	34		7	
<i>orientalis</i>				8	8	6		2	67	7	
<i>purpurascens</i>					4		5		4	22	
%	62,5	33,3	25,0	66,7	0,0	11,1	25,0	94,4	93,1	61,1	64,3

LWPLSDA

Classes de références

	<i>abrahamii</i>	<i>baronii</i>	<i>chapelieri</i>	<i>chlorocarpa</i>	<i>greveana</i>	<i>humbertii</i>	<i>mollis</i>	<i>monticola</i>	<i>orientalis</i>	<i>purpurascens</i>	
<i>abrahamii</i>	16		1			2					
<i>baronii</i>	2	12	1				4				
<i>chapelieri</i>			9								
<i>chlorocarpa</i>	5			12	1	2			2		
<i>greveana</i>					0				6		
<i>humbertii</i>			1			4					
<i>mollis</i>							8				
<i>monticola</i>						4		29	1	6	
<i>orientalis</i>	1			10	7	6		7	62	5	
<i>purpurascens</i>				2	4				1	25	
%	66,7	100,0	75,0	50,0	0,0	22,2	66,7	80,6	86,1	69,4	68,6

RF

Classes de références

	<i>abrahamii</i>	<i>baronii</i>	<i>chapelieri</i>	<i>chlorocarpa</i>	<i>greveana</i>	<i>humbertii</i>	<i>mollis</i>	<i>monticola</i>	<i>orientalis</i>	<i>purpurascens</i>	
<i>abrahamii</i>	14					1					
<i>baronii</i>		3						2	1		
<i>chapelieri</i>			1								
<i>chlorocarpa</i>	1			8							
<i>greveana</i>					0						
<i>humbertii</i>	1		2			4				1	
<i>mollis</i>	5						6	5		1	
<i>monticola</i>			4			1	6	23	5	4	
<i>orientalis</i>	3	9	5	13	12	7	6	65	9		
<i>purpurascens</i>						3			1	21	
%	58,3	25,0	8,3	38,1	0,0	25,0	50,0	63,9	90,3	58,3	56,2

III.3/ Matrice de confusion en validation indépendante

SVM

Classes de références

Classes prédites	Classes de références										
	<i>abrahamii</i>	<i>baronii</i>	<i>chapelieri</i>	<i>chlorocarpa</i>	<i>greveana</i>	<i>humbertii</i>	<i>mollis</i>	<i>monticola</i>	<i>orientalis</i>	<i>purpurascens</i>	
<i>abrahamii</i>	18					1					
<i>baronii</i>		12	5				5	4	3	3	
<i>chapelieri</i>			4								
<i>chlorocarpa</i>			2	19	2	9				1	
<i>greveana</i>			1		6				1		
<i>humbertii</i>	6					5		1			
<i>mollis</i>							7			1	
<i>monticola</i>						1		25		6	
<i>orientalis</i>				5	2	2		6	67	6	
<i>purpurascens</i>					2				1	19	
%	75,0	100,0	33,3	79,2	50,0	27,8	58,3	69,4	93,1	52,8	70,5

NN

Classes de références

Classes prédites	Classes de références										
	<i>abrahamii</i>	<i>baronii</i>	<i>chapelieri</i>	<i>chlorocarpa</i>	<i>greveana</i>	<i>humbertii</i>	<i>mollis</i>	<i>monticola</i>	<i>orientalis</i>	<i>purpurascens</i>	
<i>abrahamii</i>	20					5					
<i>baronii</i>		12								1	
<i>chapelieri</i>			8			1					
<i>chlorocarpa</i>				17		6				2	
<i>greveana</i>					5			1	5		
<i>humbertii</i>	2					1			6		
<i>mollis</i>							12			4	
<i>monticola</i>						2		27	1	6	
<i>orientalis</i>	2		4	7	1	3		6	56	3	
<i>purpurascens</i>					6			2	2	22	
%	83,3	100,0	66,7	70,8	41,7	5,6	100,0	75,0	77,8	61,1	69,8

DISCUSSIONS, CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Grandeurs d'influence

- Taxonomie en cours de révision
- Changement d'opérateur pendant la mesures des spectres
- Spectres mesurés sur différentes périodes
- Taille des microcarottes < largeur de fenêtre de mesure du MicroNIR
- Déséquilibre entre les nombre des échantillons

→ **Résultats prometteurs:** 70% de précision de discrimination pour 10 espèces

PERSPECTIVES	
Déséquilibre du nombre d'échantillons entre les classes	Augmentation du nombre d'échantillons de microcarottes/espèces
Nombre élevés des classes à discriminer	Création de métaclasse pour réduire le nombre de classes (CAH)
Logiciels de traitement de données	Migration vers le package « rchemo »

**Merci pour votre aimable
attention!!**