

A new light in Herbaria: Utiliser la SPIR sur des échantillons d'herbiers pour l'identification taxonomique ?

BAZAN Samantha, MERSNI Jennifer, BABY Elodie,
BONNAL Laurent, BASTIANELLI Denis, LESNOFF Matthieu,

DENDONCKER Morgane,

CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France.

SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

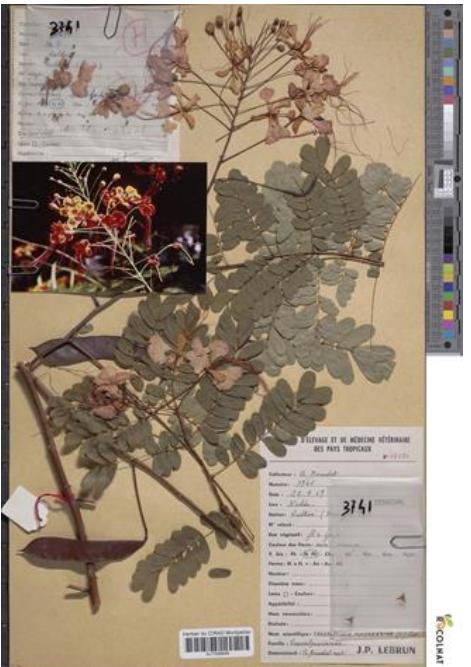
Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique



Herbiers

Collection de plantes ou de parties de plantes desséchées sous presse, étiquetées et nommées avec rigueur, qui servent pour les études de botanique.

Institut où sont conservées ces plantes séchées.



+ 3000 herbiers
4000 millions de spécimens
+ 350 ans

Herbier du CIRAD

L'Herbier ALF
du Cirad
+ 60 000 spécimens
5500 espèces
50 pays

Afrique + DROM

Thématiques agro :
Paturages, forêts,
adventices...



Images : CC BY-SA Herbier du CIRAD

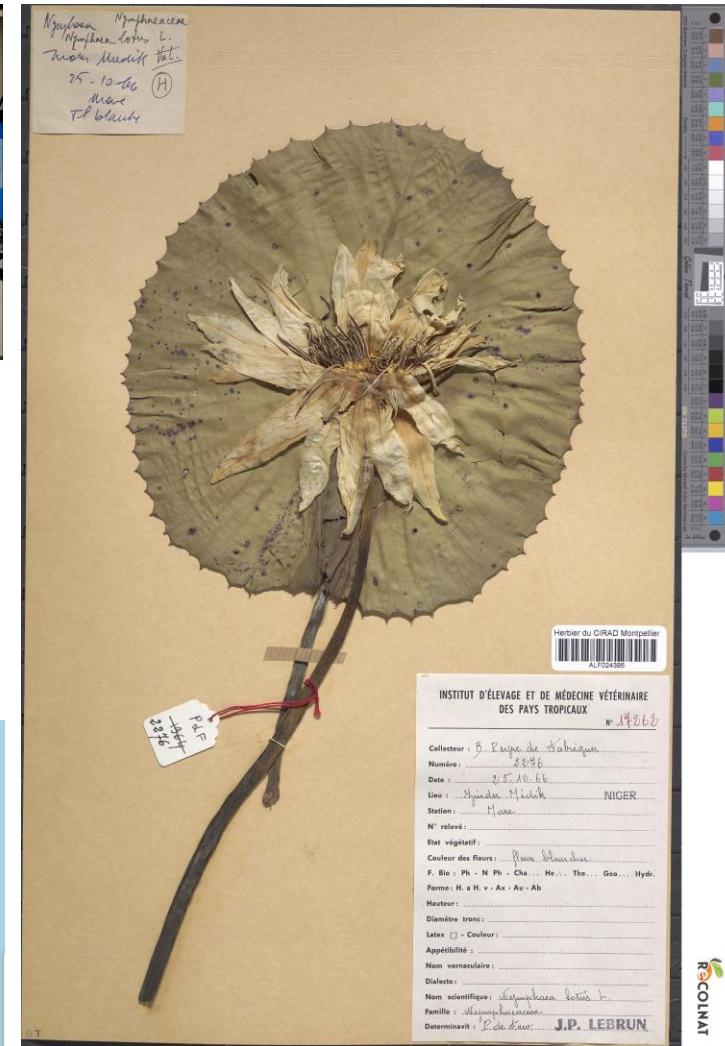


Planche de l'herbier du CIRAD numérisée par Récolnat



Images : CC BY-SA Herbier du CIRAD

Contexte



Images : CC BY-SA Herbier du CIRAD



Labo Alimentation

+ 30 ans d'expérience
Matériel
Expertise
Analyse et prediction

SPIR

Non destructif
Rapide
"Peu cher"
Transportable

Herbier

Millions d'échantillons
Milliers de taxons
Du monde entier
Depuis + 350 ans

Herbier du CIRAD

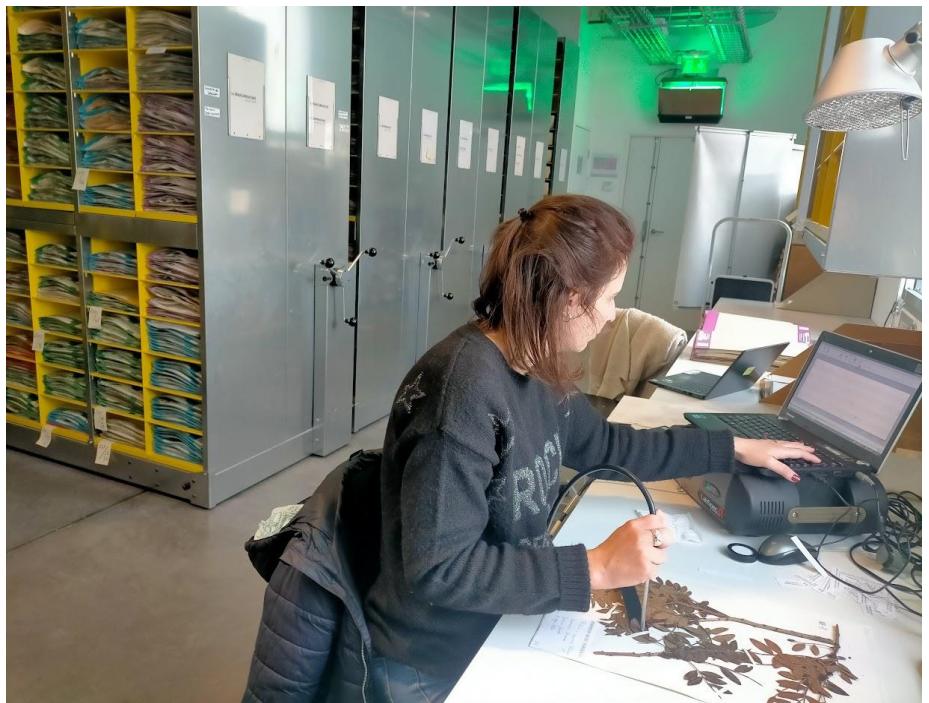
+ 60000 spécimens
Expertise collection
Réseau & accès

Matériel & méthode

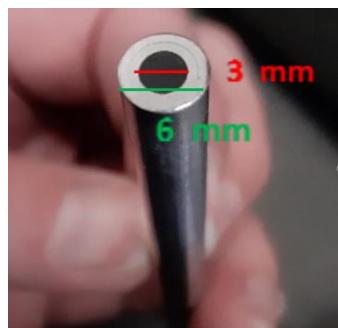
Instrument: Spectrometer ASD LabSpec Pro (350-2500nm)

Probe: External fibre optics pen-shaped probe 3mm window

Background: Black paper 100% absorbant - Metal Spectral™



Images : CC BY-SA Herbier du CIRAD



Différents projets

Methodological
studies

Chemical prediction

Pistacia

Combretum

Pistacia

- 5 espèces de Pistacia :

Pistacia terebinthus, *P. lentiscus*, *P. vera* and *P. atlantica*
+ l'hybride de 2 sp proches (*P. saportae*)

160 spécimens d'herbiers

- 109 spécimens historiques

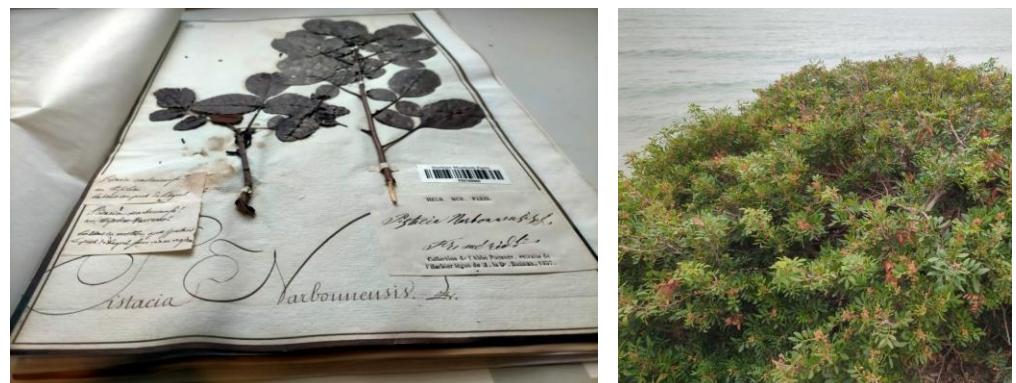
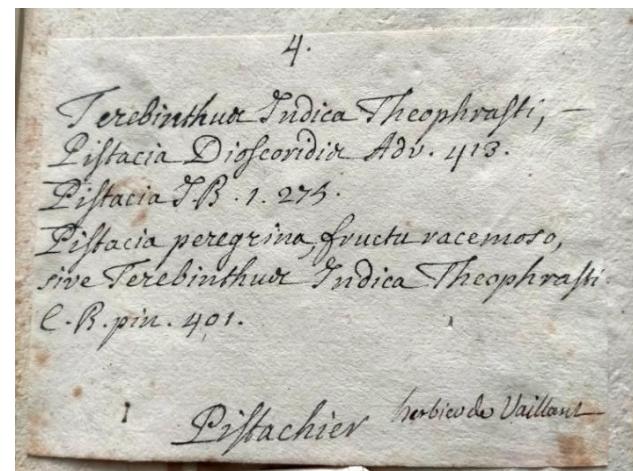
Université de Montpellier (MPU) et MNHN Paris (P)

- 51 spécimens "neufs"

collectés pour l'occasion

Du 18e siècle à 2024

Provenant de 11 pays



Pistacia lentiscus par dbastia
via inatralist.org CC BY

Scans herbiers MPU et P, via Récolnat

Pistacia

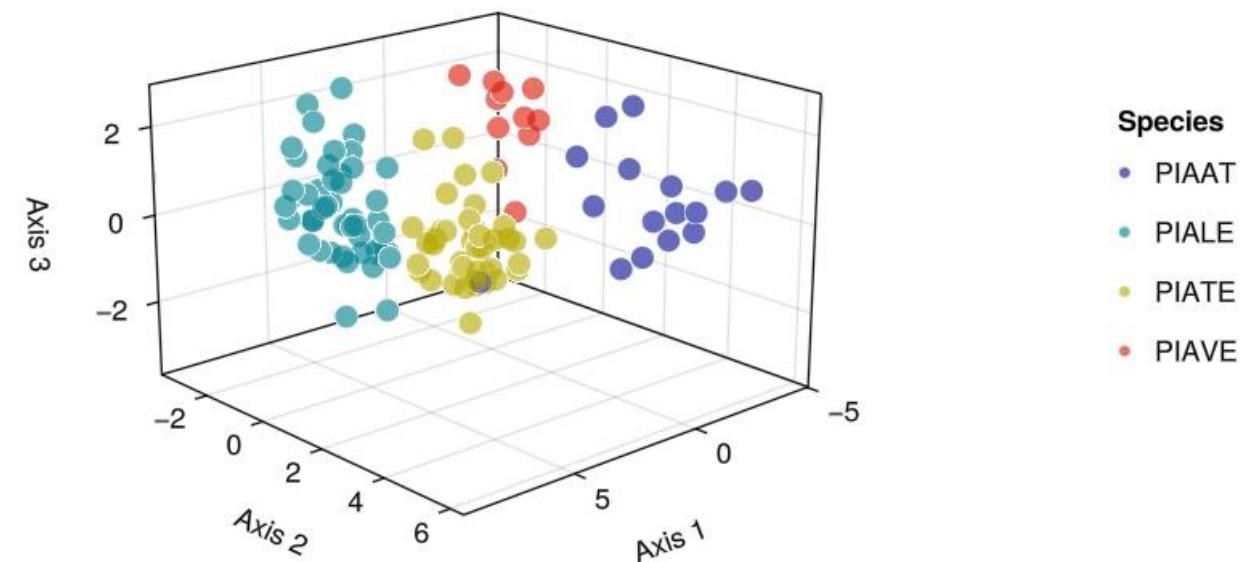
Discrimination des 4 espèces de *Pistacia*

Descriptive analysis :

- Spectra pre-processing
- Principal Components Analysis (PCA)
- Factorial Discriminant Analysis (FDA)

Conclusions

- Seems to provide good discrimination
(to be confirmed with predictive analysis)
- Spot of "suspicious" spectra



Pistacia

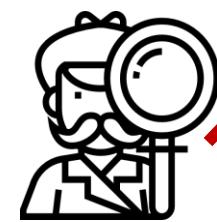
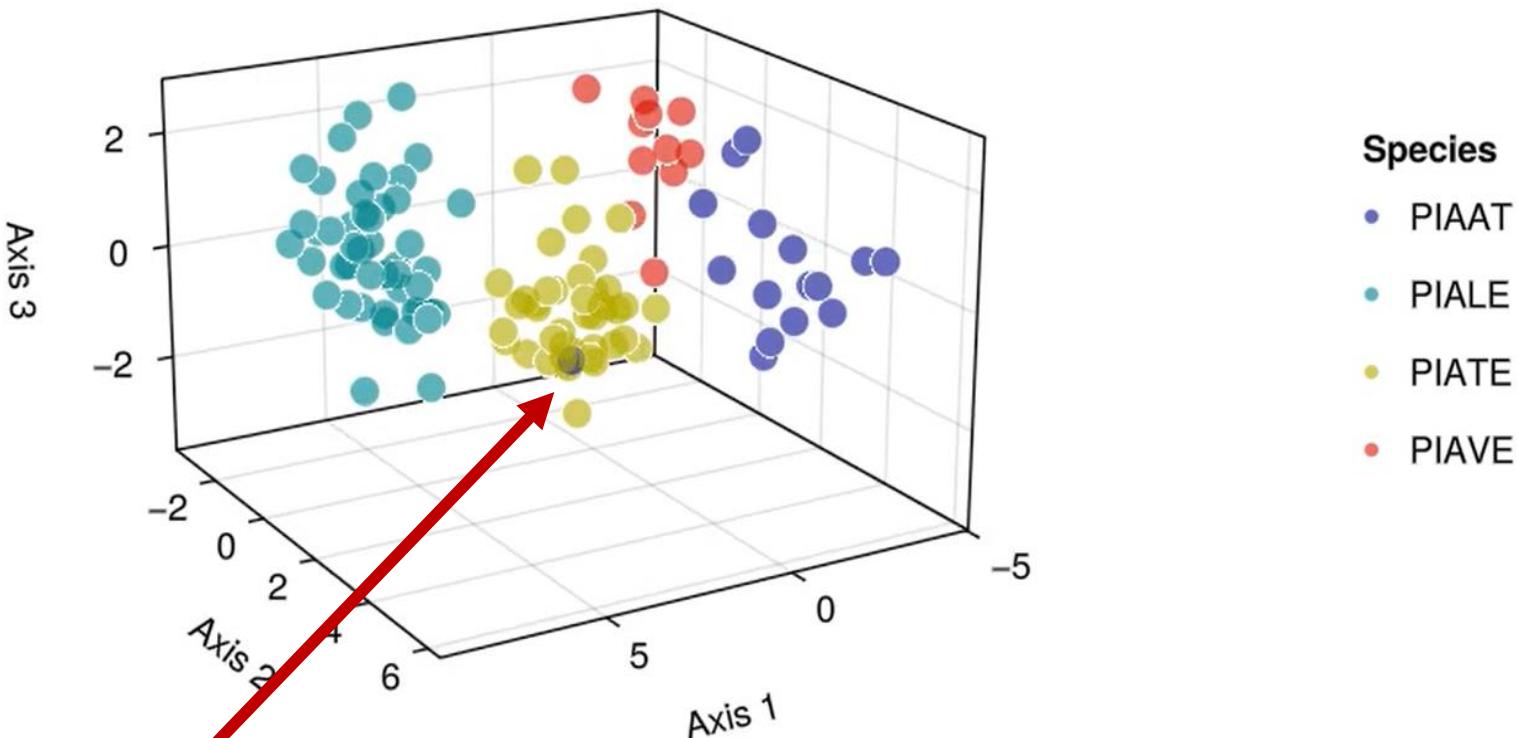
Discrimination des 4 espèces de *Pistacia*

Descriptive analysis :

- Spectra pre-processing
- Principal Components Analysis (PCA)
- Factorial Discriminant Analysis (FDA)

Conclusions

- Seems to provide good discrimination
(to be confirmed with predictive analysis)
- Spot of "suspicious" spectra



Pistacia

Herbiers mal identifiés repérés grâce à la SPIR

- Spectre "suspect" sur FDA
- Vérification des scans en ligne
- Envoi à un spécialiste

→ Identification d'origine fausse

→ Corrigé dans les collections



Scan herbier MPU via Récolnat

Pistacia

Discrimination les 2 sp proches et leur hybride

L'hybride apparaît entre les 2 espèces

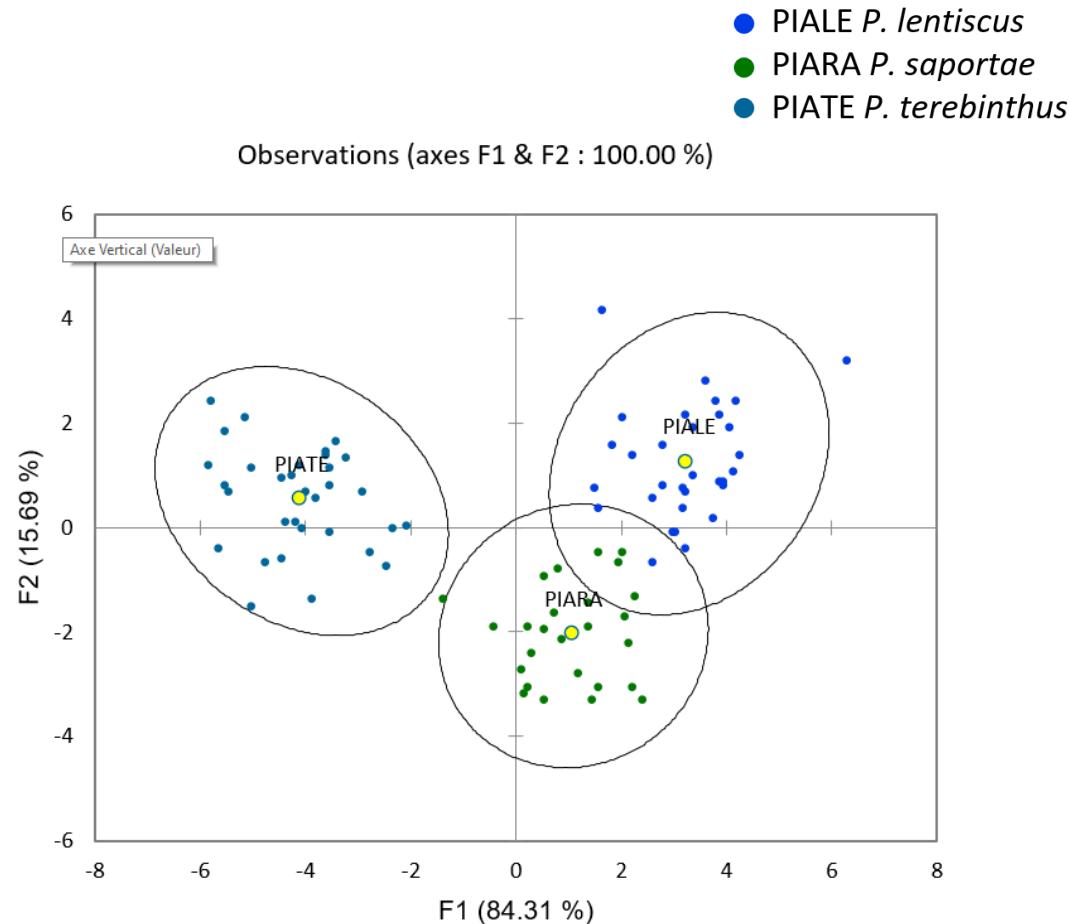
Qqs erreurs de classifications avec l'hybride

MAIS

lentiscus et *terebinthus* jamais confondues

from \ to	<i>P. lentiscus</i>	<i>P. saportae</i>	<i>P. terebinthus</i>	% correct
<i>P. lentiscus</i>	25	6	0	80,6%
<i>P. saportae</i>	4	21	1	80,8%
<i>P. terebinthus</i>	0	4	28	87,5%

Confusion matrix (cross-validation) for discrimination of *P. terebinthus* and *P. lentiscus* and their hybrid *P. saportae*



Discrimination of *P. terebinthus* and *P. lentiscus* and their hybrid *P. saportae* by FDA on NIRS spectra

Pistacia

Identification à partir d'une calibration "herbier"

Prédiction sur les nouvelles collectes (N) à partir des échantillons herbiers historiques (H)

87% success rate

PLS-DA (20LVs) - 5 *Pistacia* species

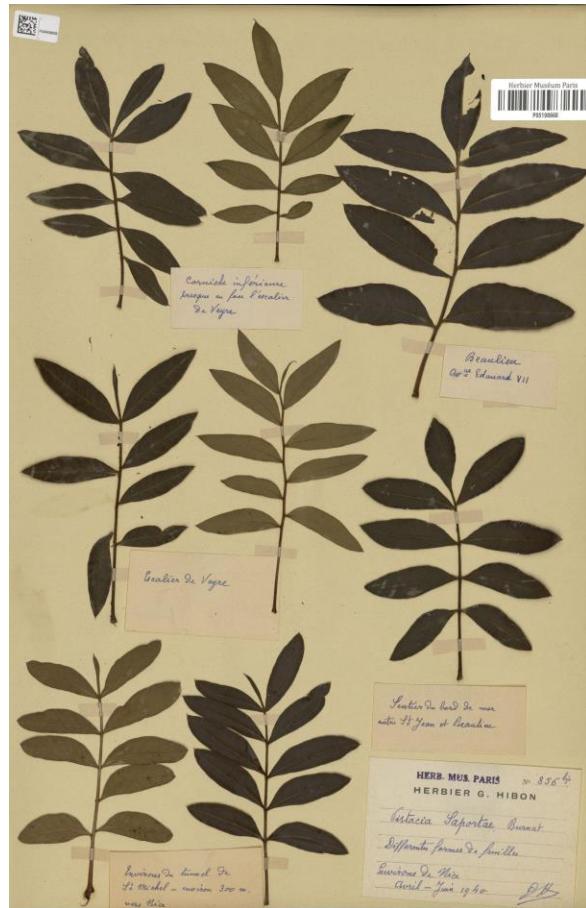
Training n = 108 obs. H (K-fold cross validation)

Test n = 46 obs. N

	Pred_PIAAT	Pred_PIALE	Pred_PIARA	Pred_PIATE	Pred_PIAVE
PIAAT	7	0	0	1	0
PIALE	0	10	0	0	0
PIARA	0	3	6	0	0
PIATE	0	0	1	14	0
PIAVE	0	0	0	1	3

Pistacia for all !

Open source research data repository

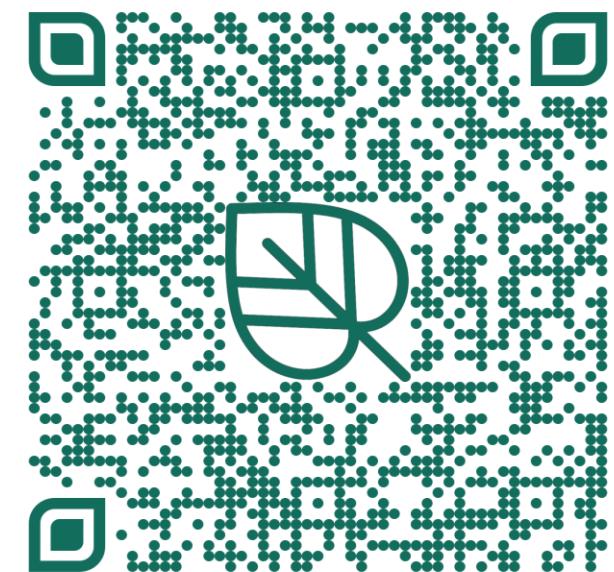


7390 spectra on
160 herbarium specimens

Data accessible in open source

- Raw spectral data
- Pre-processed data "ready to use"
- All associated collection data
- Set of pictures

→ Download the data and play!



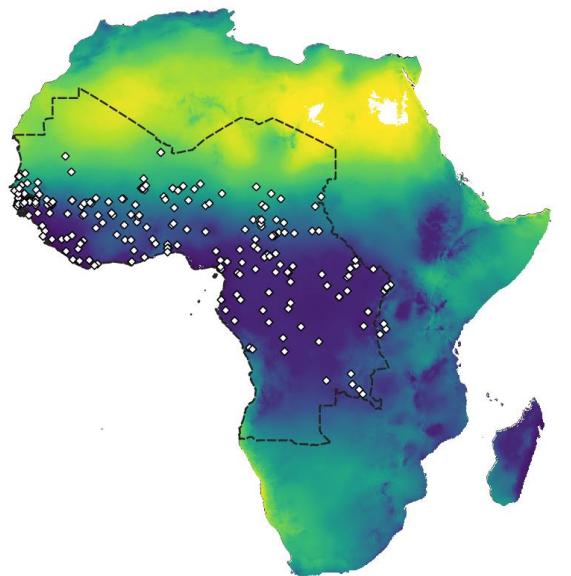
Combretum

13 espèces de *Combretum* sélectionnées

275 spécimens d'herbiers (ALF, P, MPU, BR) géoréfencées



Combretum glutinosum par Amadou Bahleman
Farid via inaturalist.org CC BY-NC



species	Herbarium sample
<i>C. aculeatum</i>	27
<i>C. adenogonium</i>	15
<i>C. collinum</i>	34
<i>C. glutinosum</i>	27
<i>C. grandiflorum</i>	19
<i>C. latialatum</i>	19
<i>C. micranthum</i>	22
<i>C. molle</i>	20
<i>C. nigricans</i>	18
<i>C. paniculatum</i>	25
<i>C. platypterum</i>	17
<i>C. racemosum</i>	21
<i>C. tomentosum</i>	11

Combretum

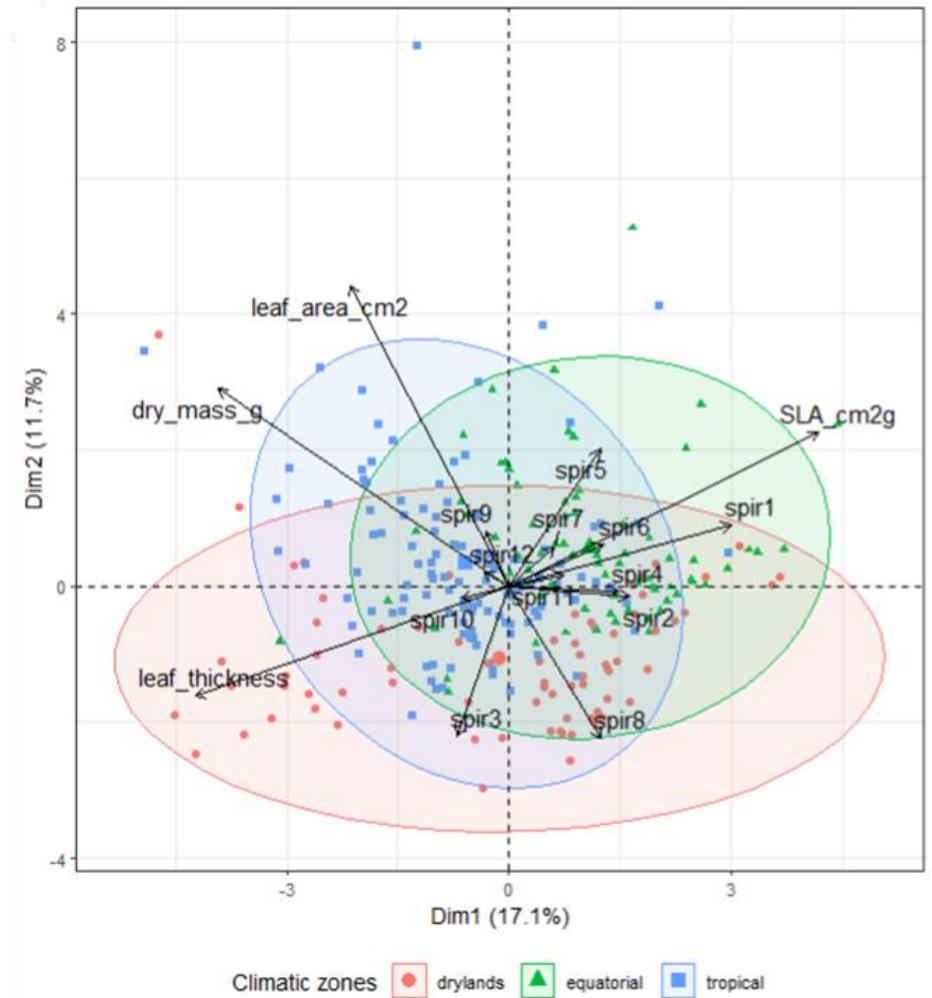
Combiner **SPIR** comme un trait proxy de la composition chimique
+ autres **traits fonctionnels "classiques"**
(Specific Leaf Area, leaf thickness)

--> PCA : ≠ traits semblent témoigner de stratégie légèrement différentes selon zones bioclimatiques

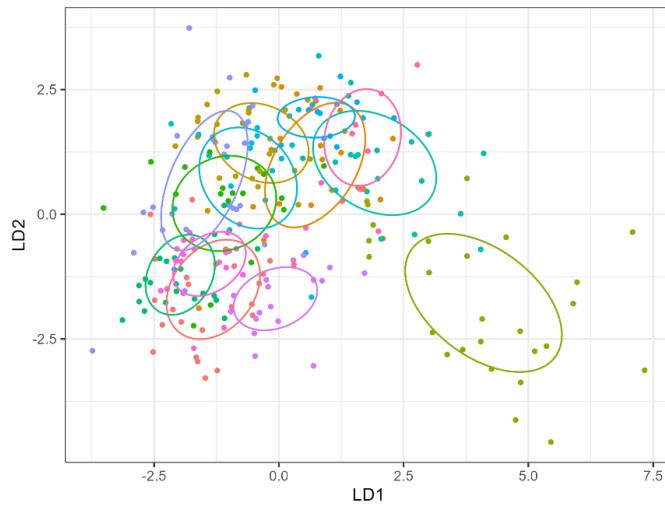


Images : CC BY-SA Herbier du CIRAD

--> Protocole uniquement feuilles détachées



Combretum



AFD sur les 13 espèces

12 first principal components
representing 98 % of variance

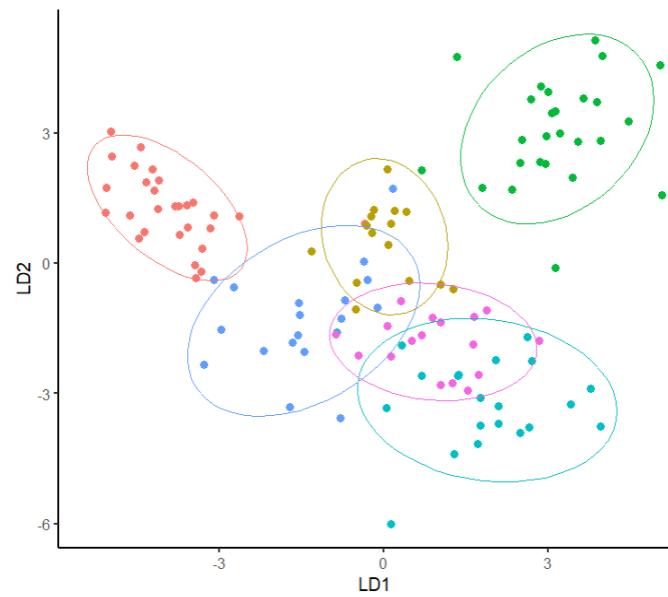
Model accuracy: 73.5 %

	Success rate %
Combretum aculeatum	82.1
Combretum adenogonium	46.7
Combretum collinum	75.7
Combretum glutinosum	80.8
Combretum grandiflorum	44.4
Combretum latifoliatum	86.4
Combretum micranthum	80.9
Combretum molle	38.9
Combretum nigricans	70.6
Combretum paniculatum	60.0
Combretum platypteron	94.7
Combretum racemosum	85.0
Combretum tomentosum	100

Diviser les données selon 3 zones bioclimatiques

Exemple avec la zone aride (dryland)
6 espèces présentes

Model accuracy: 94.4 %



	C. aculeatum	C. adenogonium	C. glutinosum	C. micranthum	C. molle	C. nigricans	% of correct
C. aculeatum	27					1	96
C. adenogonium		13			2		87
C. glutinosum		1	25				96
C. micranthum				20	1		95
C. molle		1		1	16		89
C. nigricans						17	100

Autres projets



Guyane ECOFOG

Identification d'espèces d'arbres de valeurs
Faciliter les inventaires in-situ des arbres sur pied en forêt
--> Développement de modèles prédictifs d'espèces d'arbres

ASD et microNIRS

Calibration feuilles sèches & Herbiers
+ Ecories



Source : <https://www.univ-guyane.fr/appui-a-la-recherche/laboratoires/umr-ecofog/>

Merci !



Download our
Pistacia dataset !



Images : CC BY-SA Herbier du CIRAD



Paeonia corallina from Angers Herbarium