

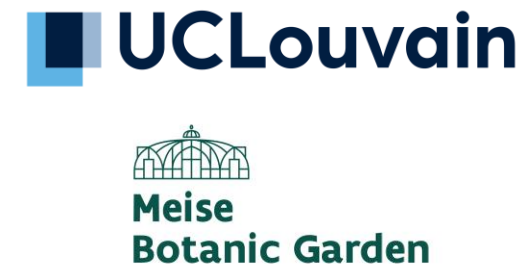
# A new light in Herbaria: Utiliser la SPIR sur des échantillons d'herbiers pour l'identification taxonomique ?

**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.



<https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>

+ 3000 herbiers

4000 millions de spécimens

+ 350 ans

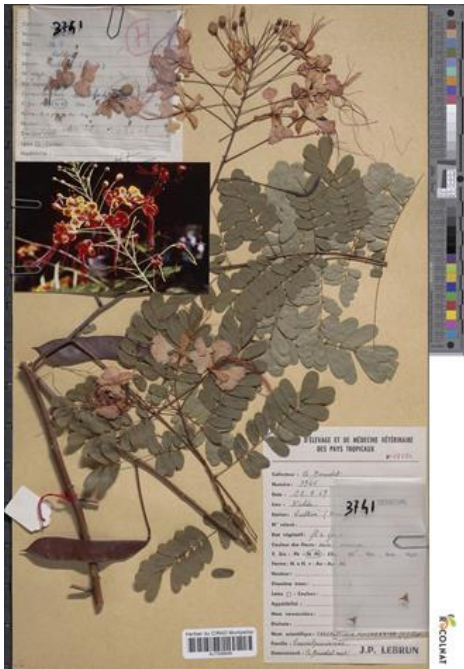


Planche de l'herbier du CIRAD numérisée par Récolnat





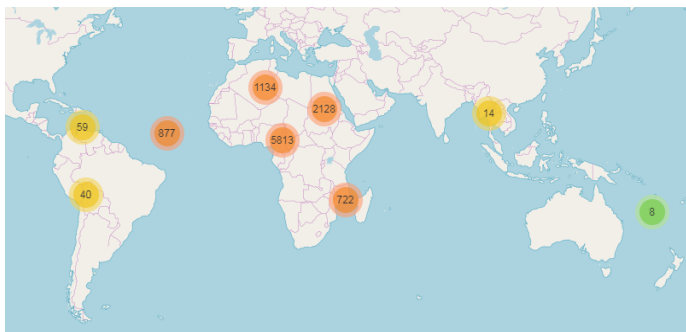
# Herbier du CIRAD

## L'Herbier ALF du Cirad

+ 60 000 spécimens  
5500 espèces  
50 pays

Afrique + DROM

Thématiques agro :  
Paturâges, forêts,  
adventices...



Images : CC BY-SA Herbier du CIRAD

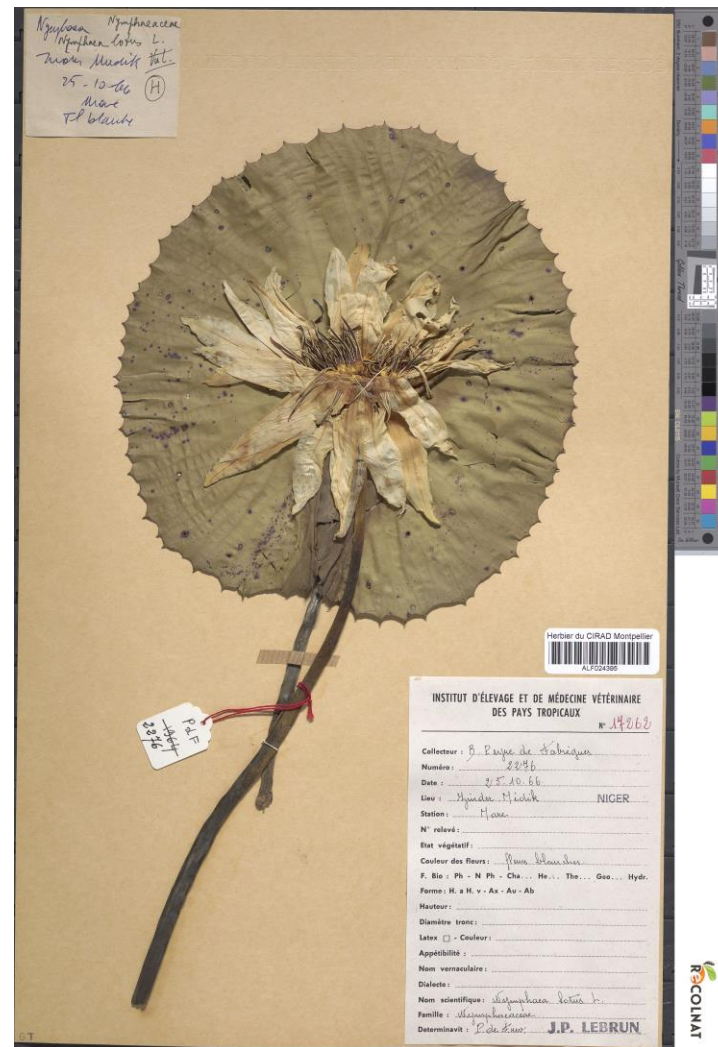
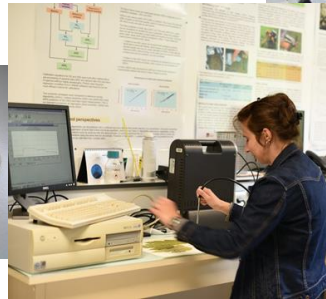


Planche de l'herbier du CIRAD numérisée par Récolnat



Images : CC BY-SA Herbier du CIRAD

# Contexte



Images : CC BY-SA Herbarium du CIRAD

## Labo Alimentation

+ 30 ans d'expérience  
Matériel  
Expertise  
Analyse et prédiction

## 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

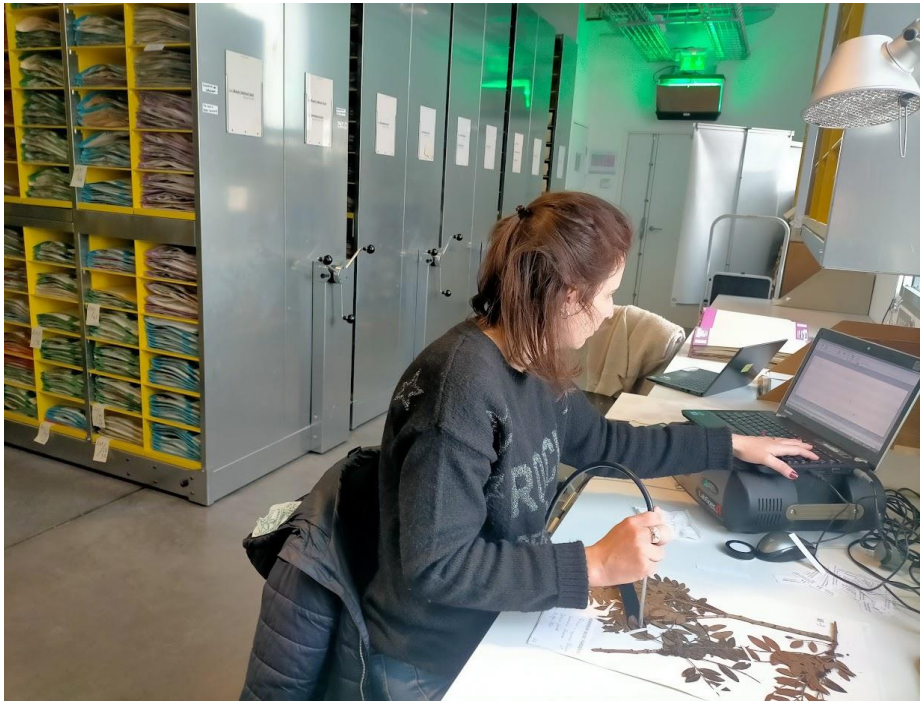


# Matériel & méthode

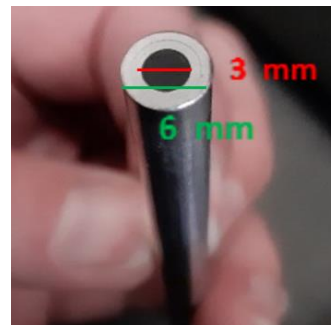
**Instrument:** Spectrometer ASD LabSpec Pro (350-2500nm)

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

**Background:** Black paper 100% absorbant - Metal Spectral™



Images : CC BY-SA Herbar 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)

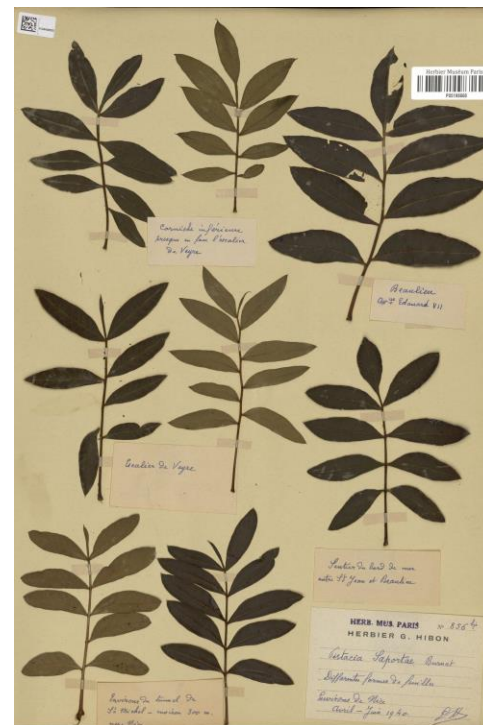
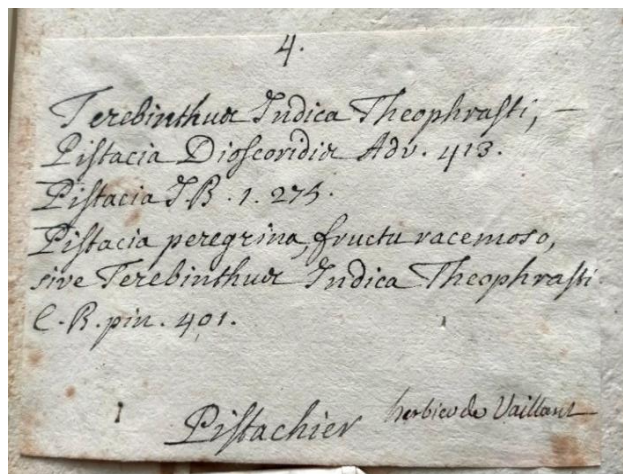


- 51 spécimens "neufs"

collectés pour l'occasion

Du 18e siècle à 2024

Provenant de 11 pays



*Pistacia lentiscus* par dbastia  
via inatralist.org CC BY

# *Pistacia*

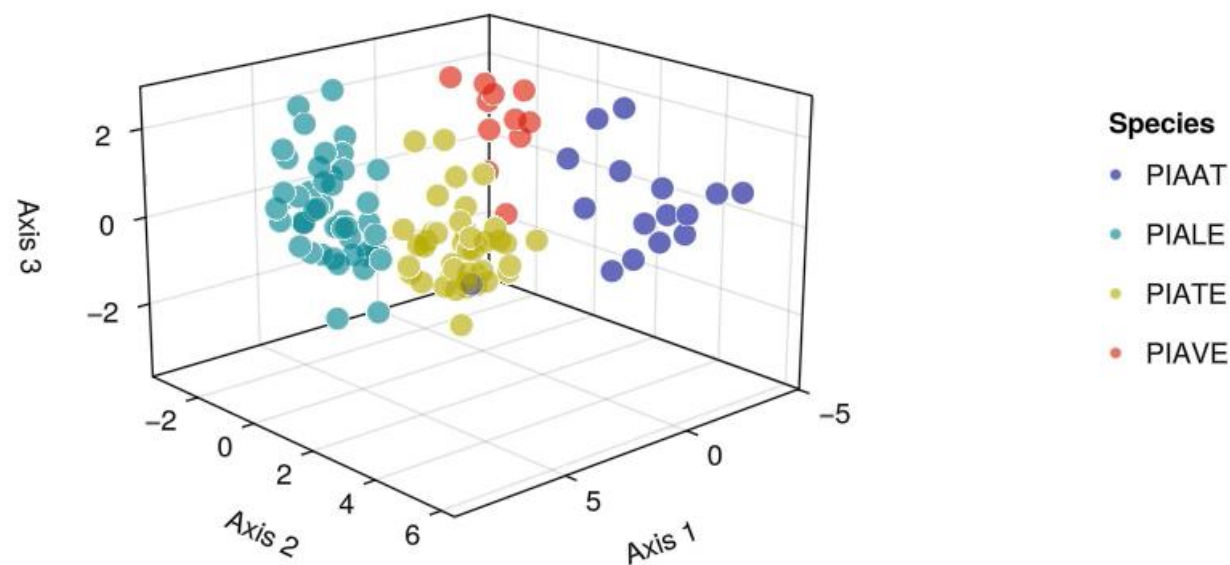
## Discrimination des 4 espèces de *Pistacia*

### 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*

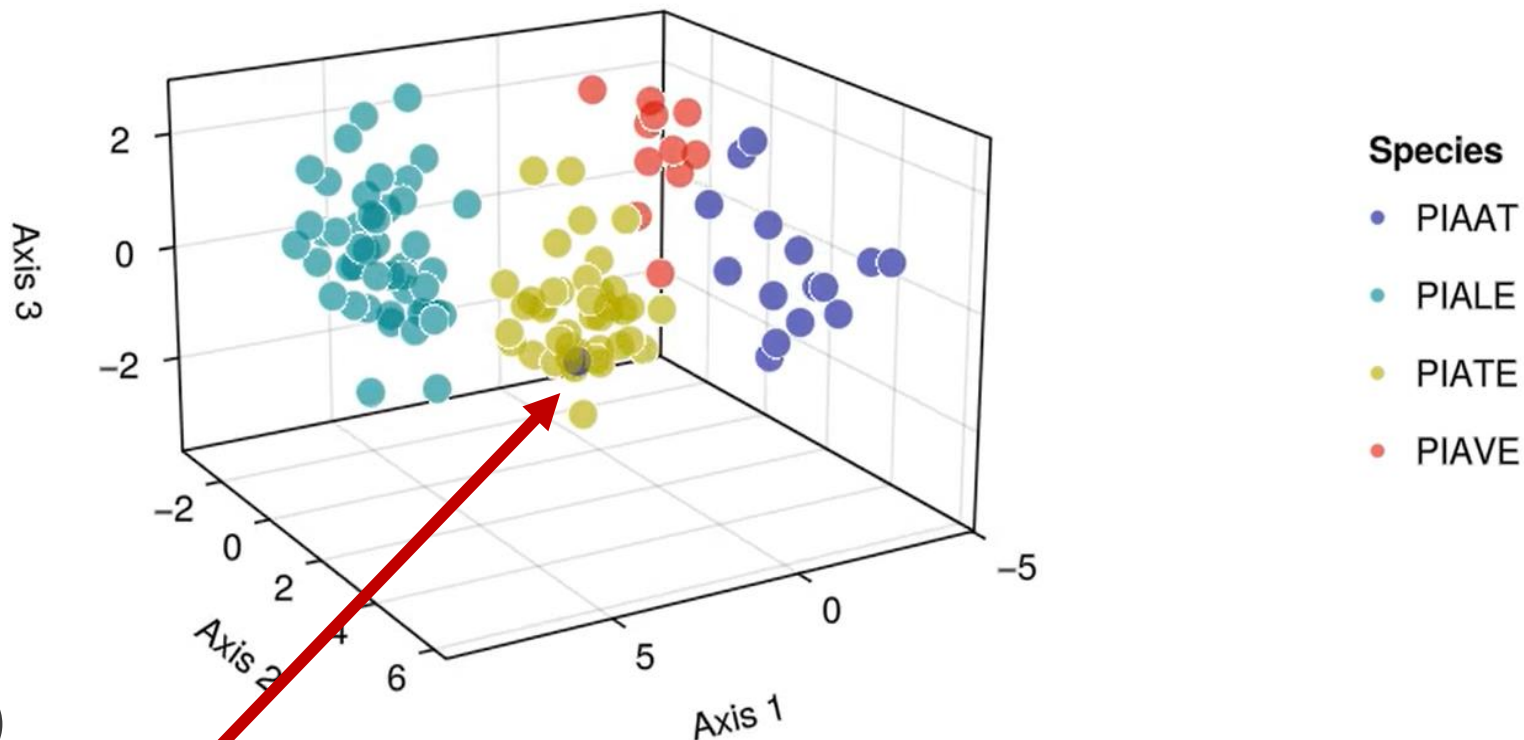
## Discrimination des 4 espèces de *Pistacia*

### 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



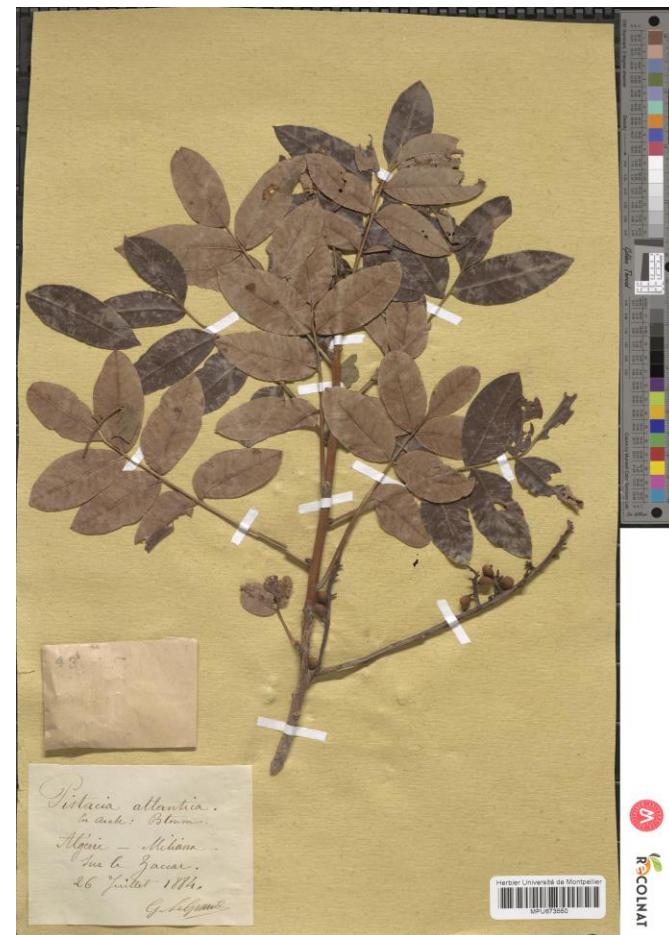
# *Pistacia*

## Herbiers mal identifiés repérés grâce à la SPIR

- Spectre "suspect" sur FDA
- Verification 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 apparait entre les 2 espèces

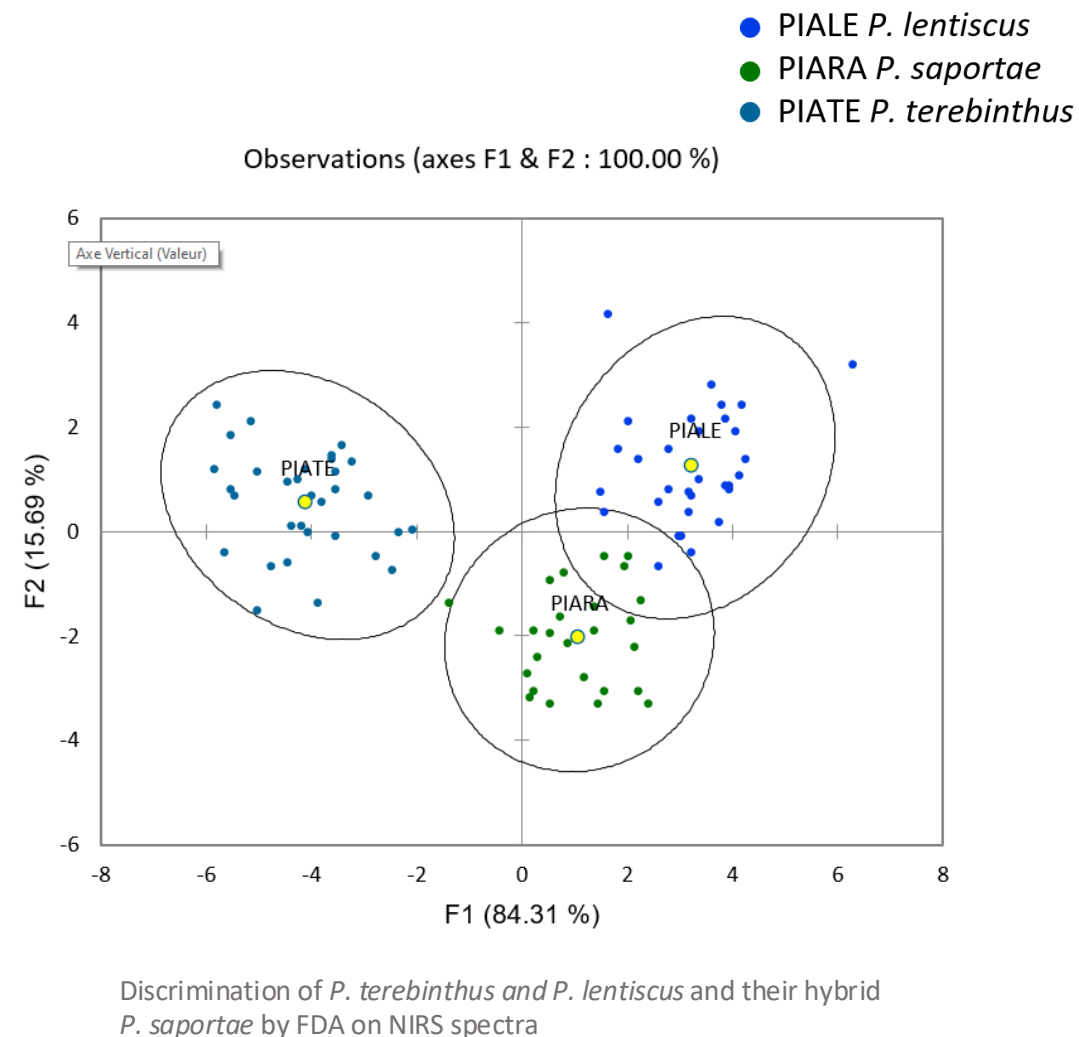
Qqs erreurs de classifications avec l'hybride

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*



# *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 !

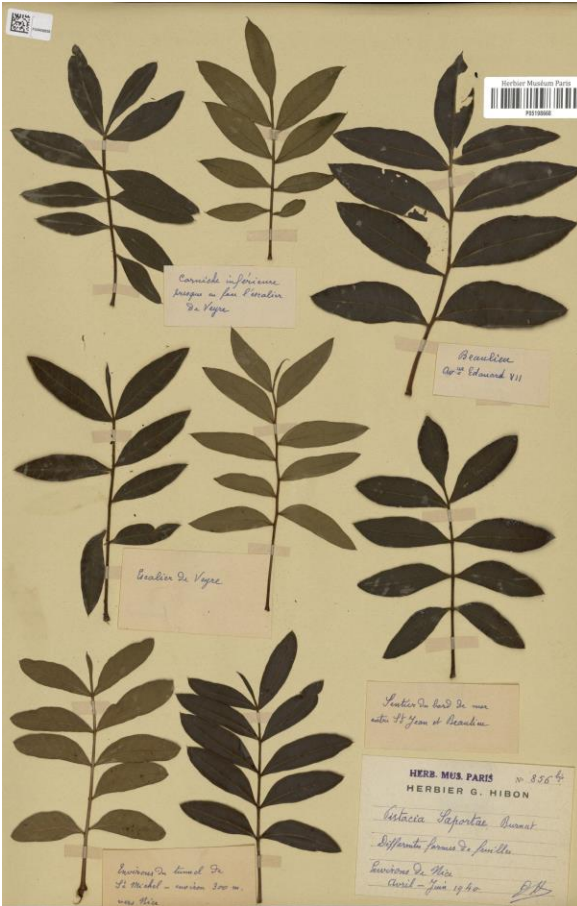
Open source research data repository

**7390 spectra on  
160 herbarium specimens**

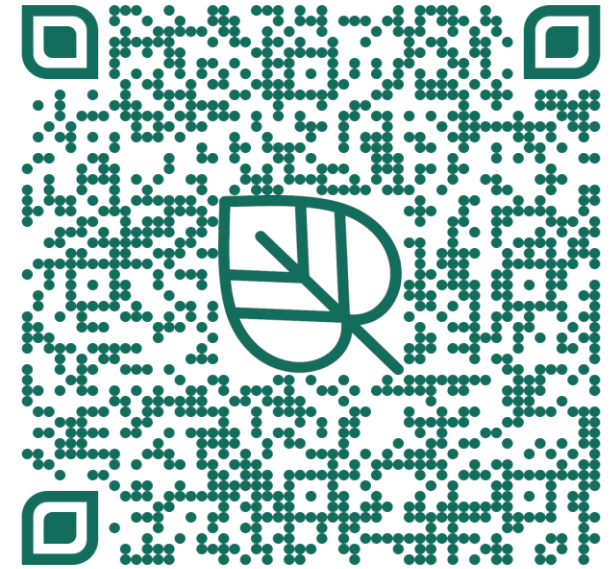
Data accessible in open source

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

→ Download the data and play!



Scan herbar MPU via Récolnat

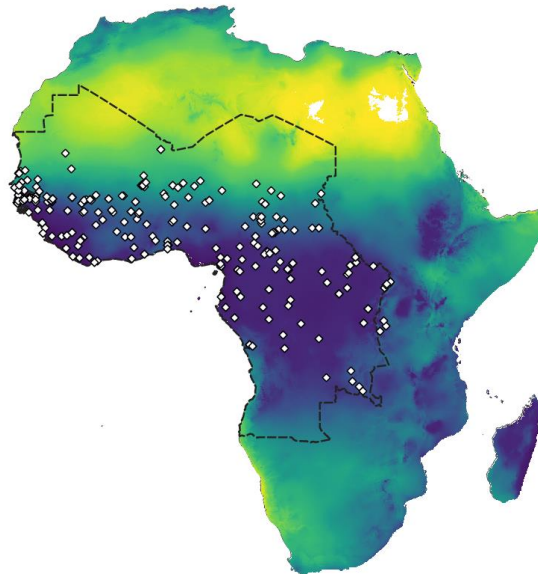


# Combretum

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-SC



species	Herbarium sample
<i>C. aculeatum</i>	27
<i>C. adenogomium</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



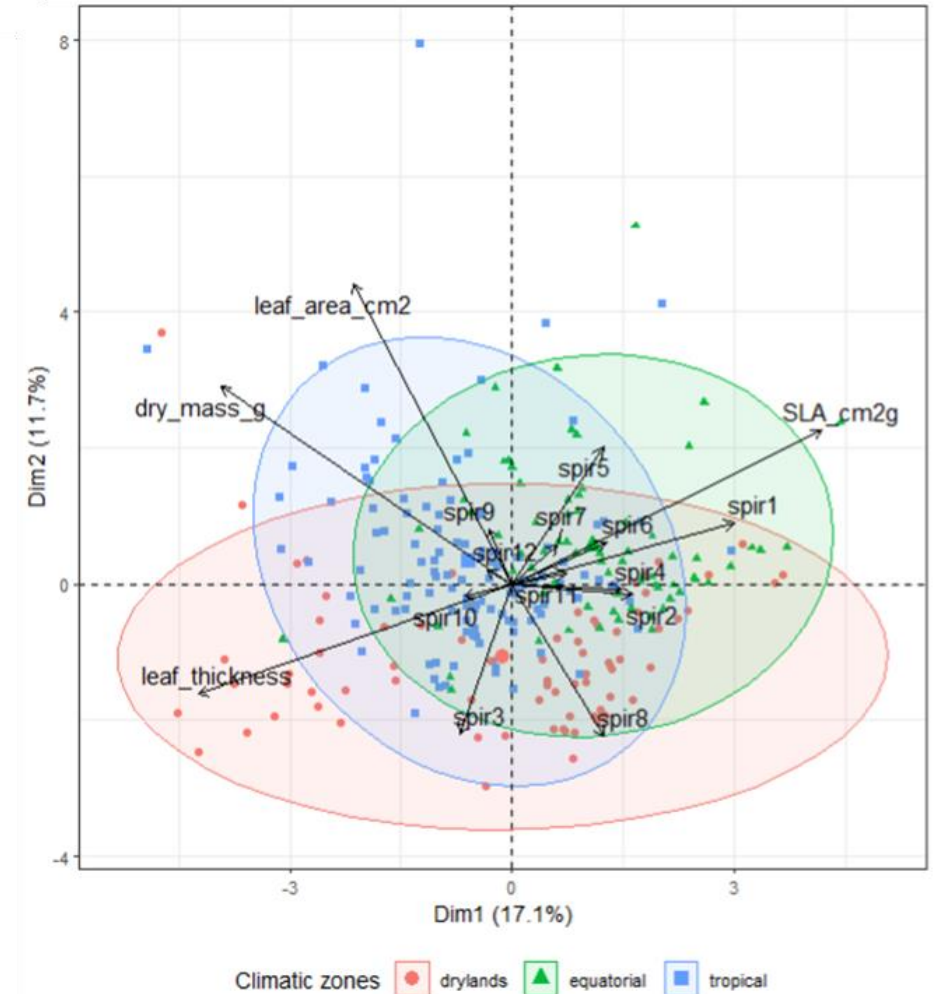
# Combretum

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

--> PCA :  $\neq$  traits semblent témoigner de stratégie légèrement  
différentes selon zones bioclimatiques

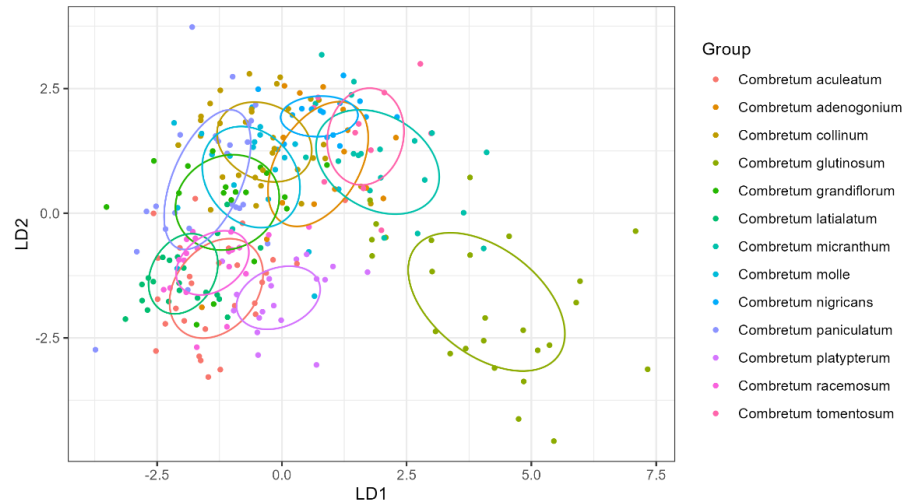


Images : CC BY-SA Herbar du CIRAD



--> Protocole uniquement feuilles détachées

# Combretum



AFD sur les 13 espèces

12 first principal components  
representing 98 % of variance

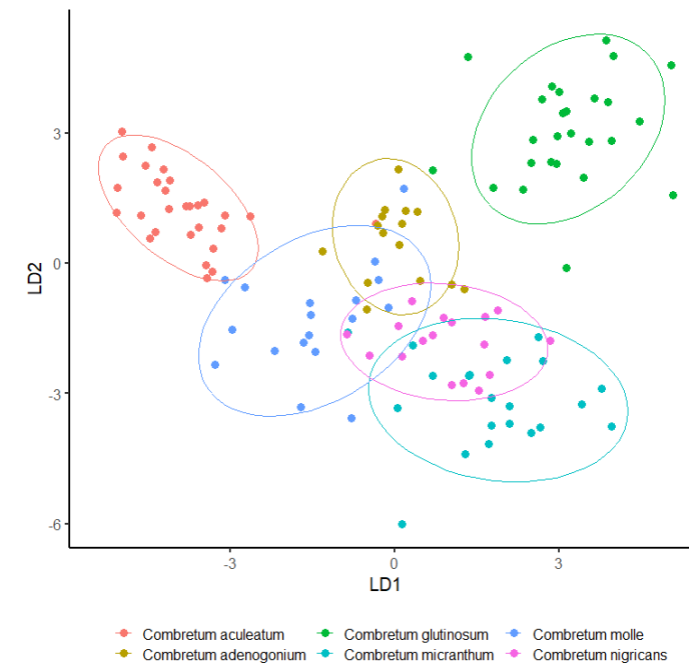
Model accuracy: 73.5 %

	Success rate %
<i>Combretum aculeatum</i>	82.1
<i>Combretum adenogonium</i>	46.7
<i>Combretum collinum</i>	75.7
<i>Combretum glutinosum</i>	80.8
<i>Combretum grandiflorum</i>	44.4
<i>Combretum latialatum</i>	86.4
<i>Combretum micranthum</i>	80.9
<i>Combretum molle</i>	38.9
<i>Combretum nigricans</i>	70.6
<i>Combretum paniculatum</i>	60.0
<i>Combretum platypterum</i>	94.7
<i>Combretum racemosum</i>	85.0
<i>Combretum tomentosum</i>	100

Diviser les données selon 3 zones bioclimatiques

Exemple avec la zone aride (dryland)  
6 espèces présentes

Model accuracy: 94.4 %



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

# Autres projets



**ECOLOGIE  
DES FORETS  
DE GUYANE**



## 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

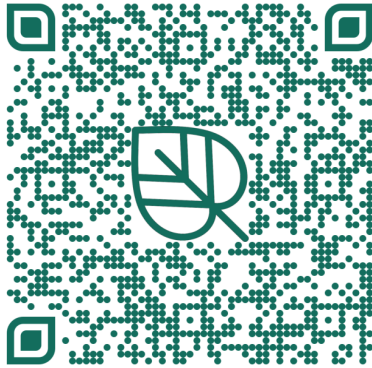
Calibration feuilles sèches & Herbiers  
+ Ecorces



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



# Merci !



Download our  
*Pistacia* dataset !



Images : CC BY-SA Herbar du CIRAD



*Paeonia corallina* from Angers Herbarium