

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



**Meise
Botanic Garden**



Herbiers

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

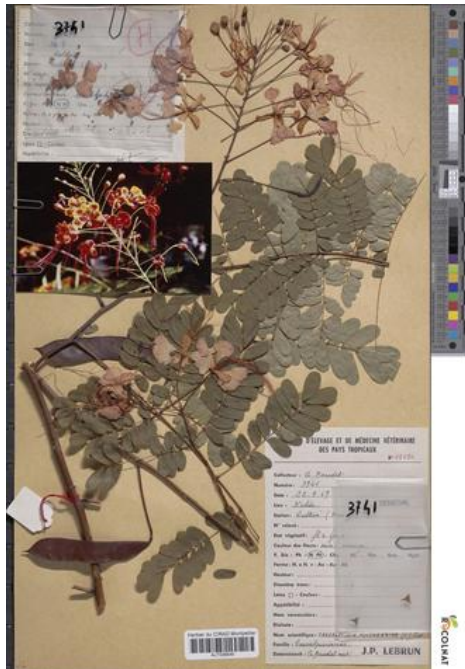
Institut où sont conservées ces plantes séchées.



+ 3000 herbiers

4000 millions de spécimens

+ 350 ans



Herbiers : Mais à quoi servent-ils ?

Usages “Classiques” botaniques

Décrire et classer les plantes

Servir de référence

Observer la distribution des espèces

Apprendre la botanique



Mais aussi...

Observer la distribution spatiale & temporelle

Etude de l'impact des changements climatiques

Étude la génétique

Etude des organismes associés

Etude des traits fonctionnels

Et bien d'autres...



[100 Uses for an Herbarium \(Well at Least 72\), Vicky Funk \(2003\)](#)

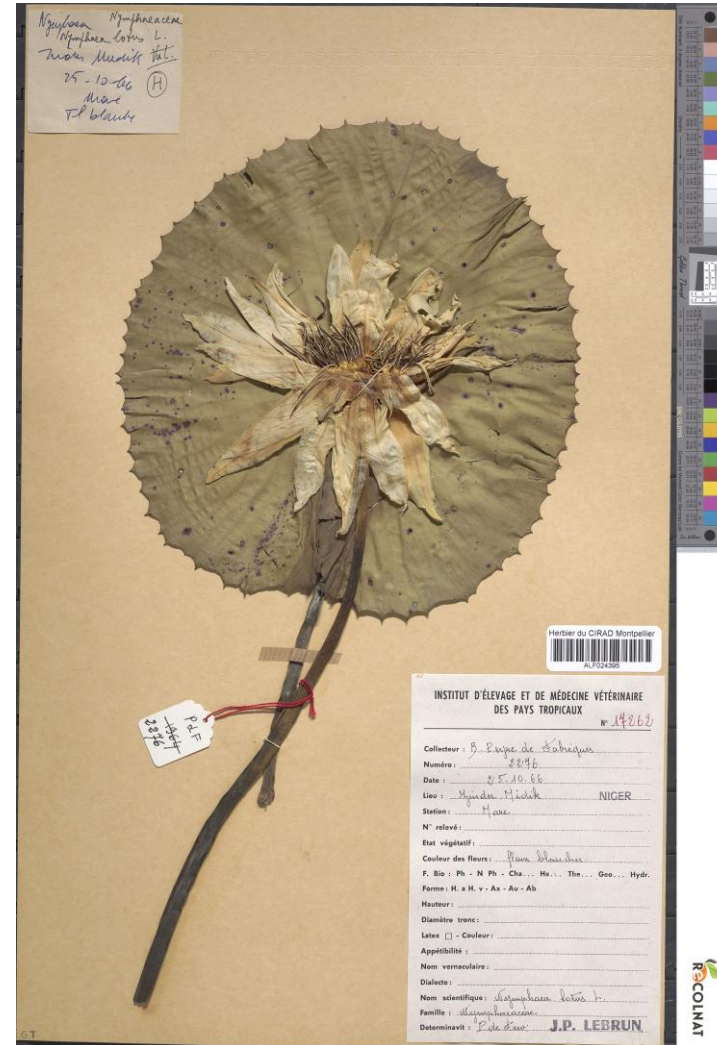
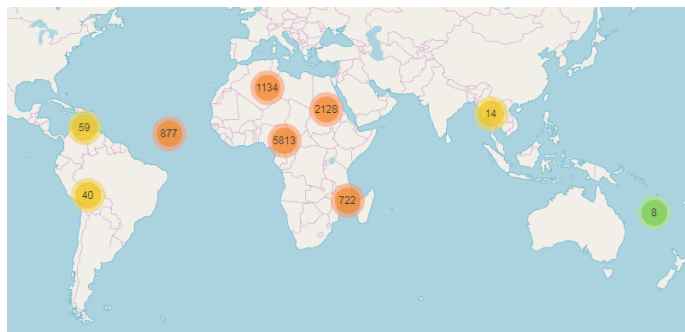
Herbier du CIRAD

L'Herbier ALF du Cirad

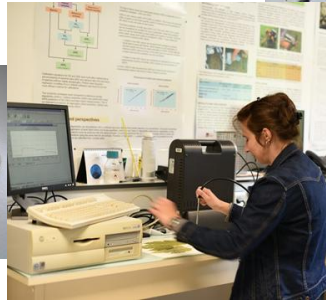
+ 60 000 spécimens
5500 espèces
50 pays

Afrique + DROM

Thématiques agro :
Paturâges, forêts,
adventices...



Contexte



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

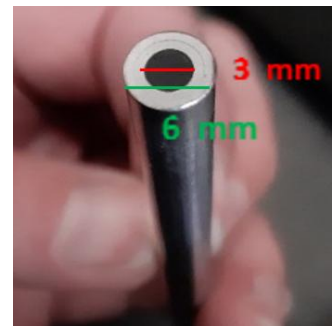
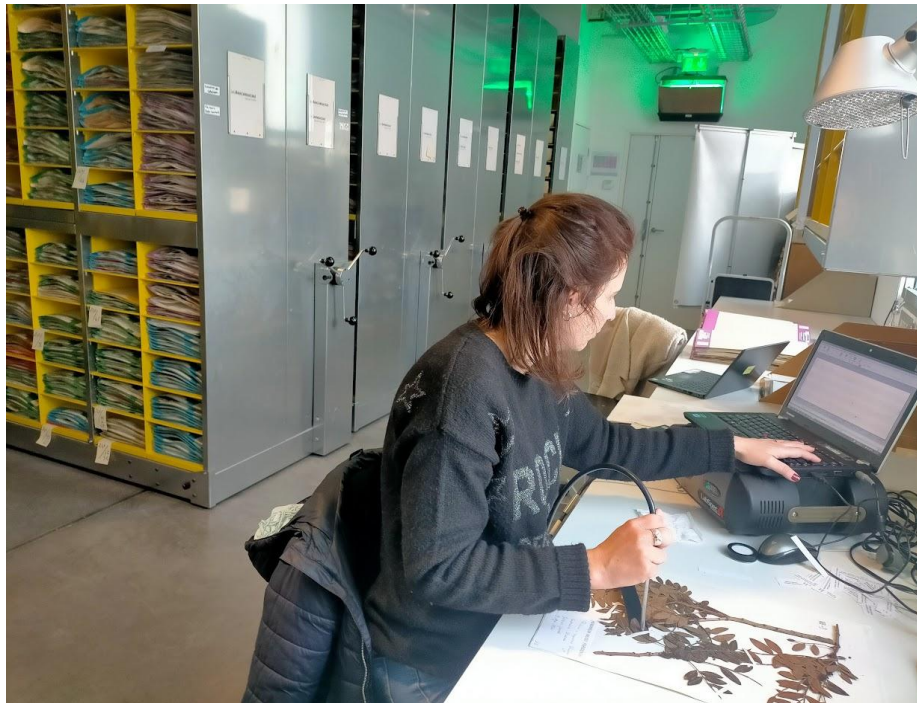
+ 60000 spécimens
Expertise collection
Réseau & accès

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™



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

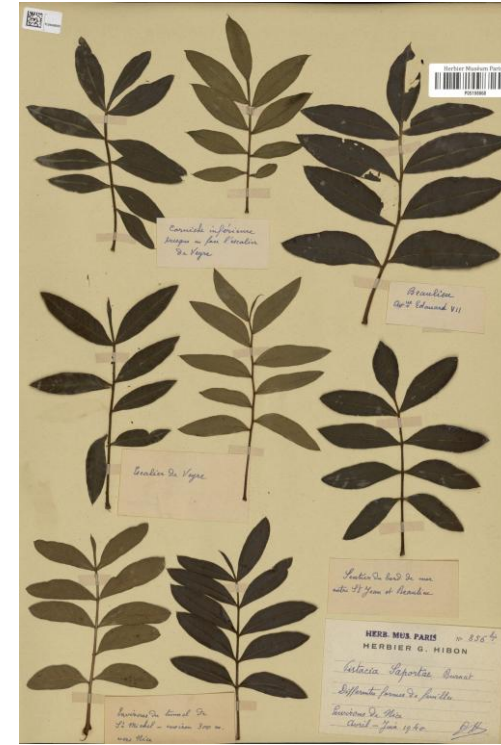
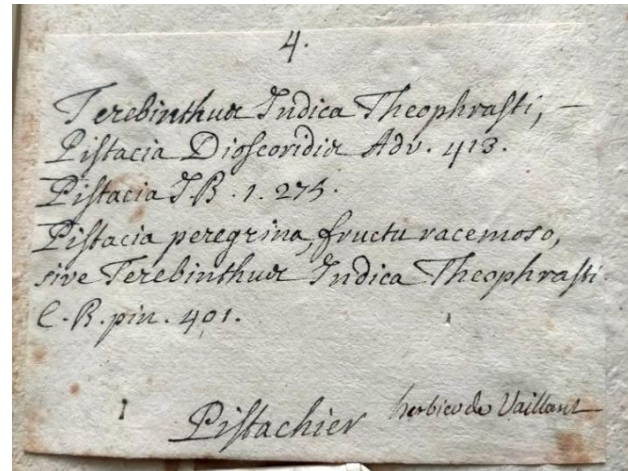
Université de Montpellier (MPU) et MNHN Paris (P)

- 51 spécimens "neufs"

collectés pour l'occasion

Du 18e siècle à 2024

Provenant de 11 pays



Pistacia

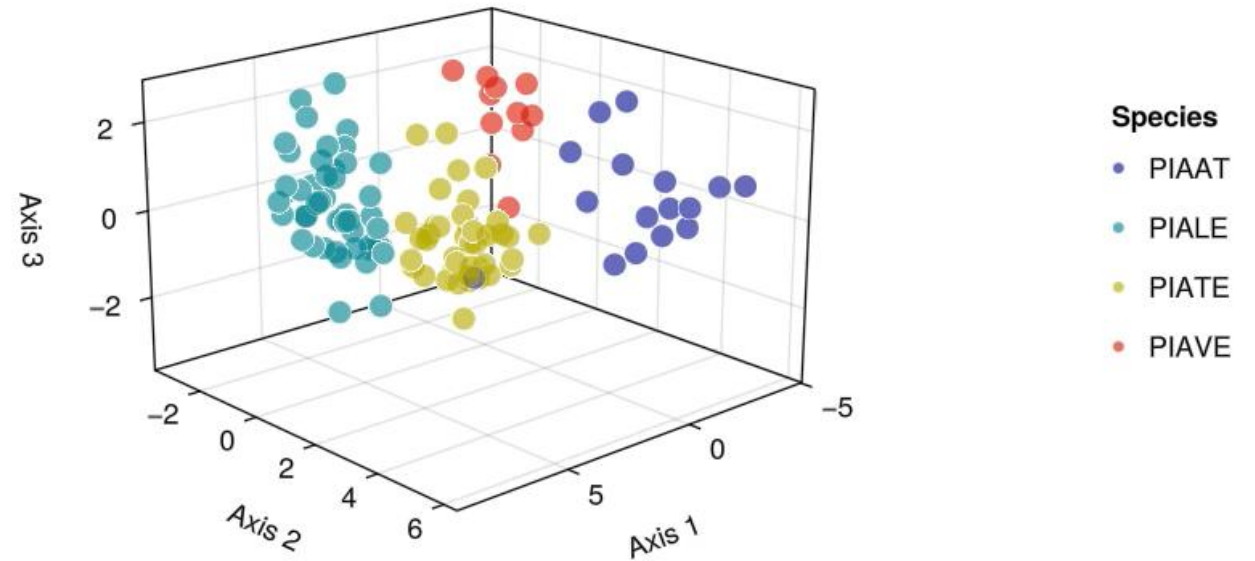
Discrimination des 4 espèces de *Pistacia*

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

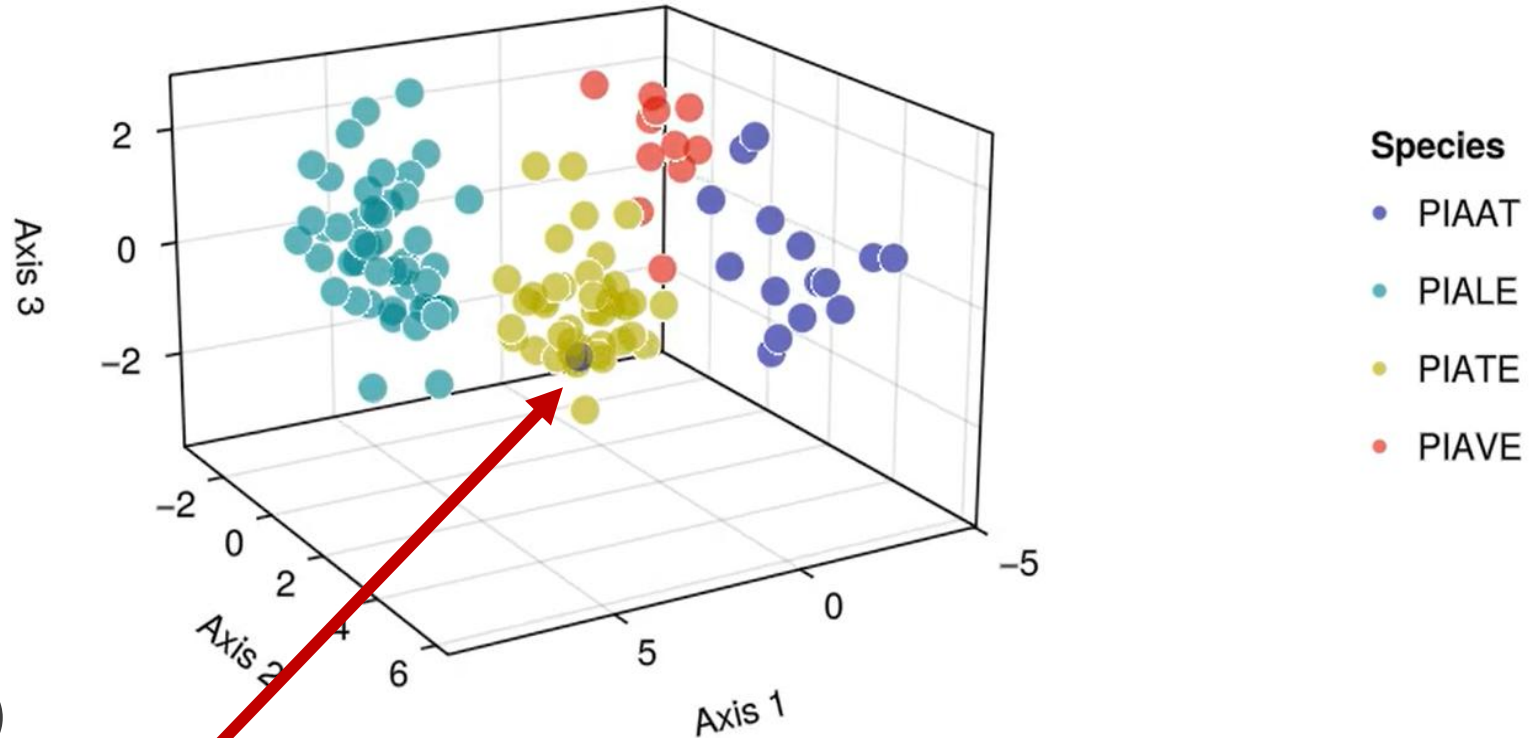
Discrimination des 4 espèces de *Pistacia*

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



Pistacia

Discrimination les 2 sp proches et leur hybride

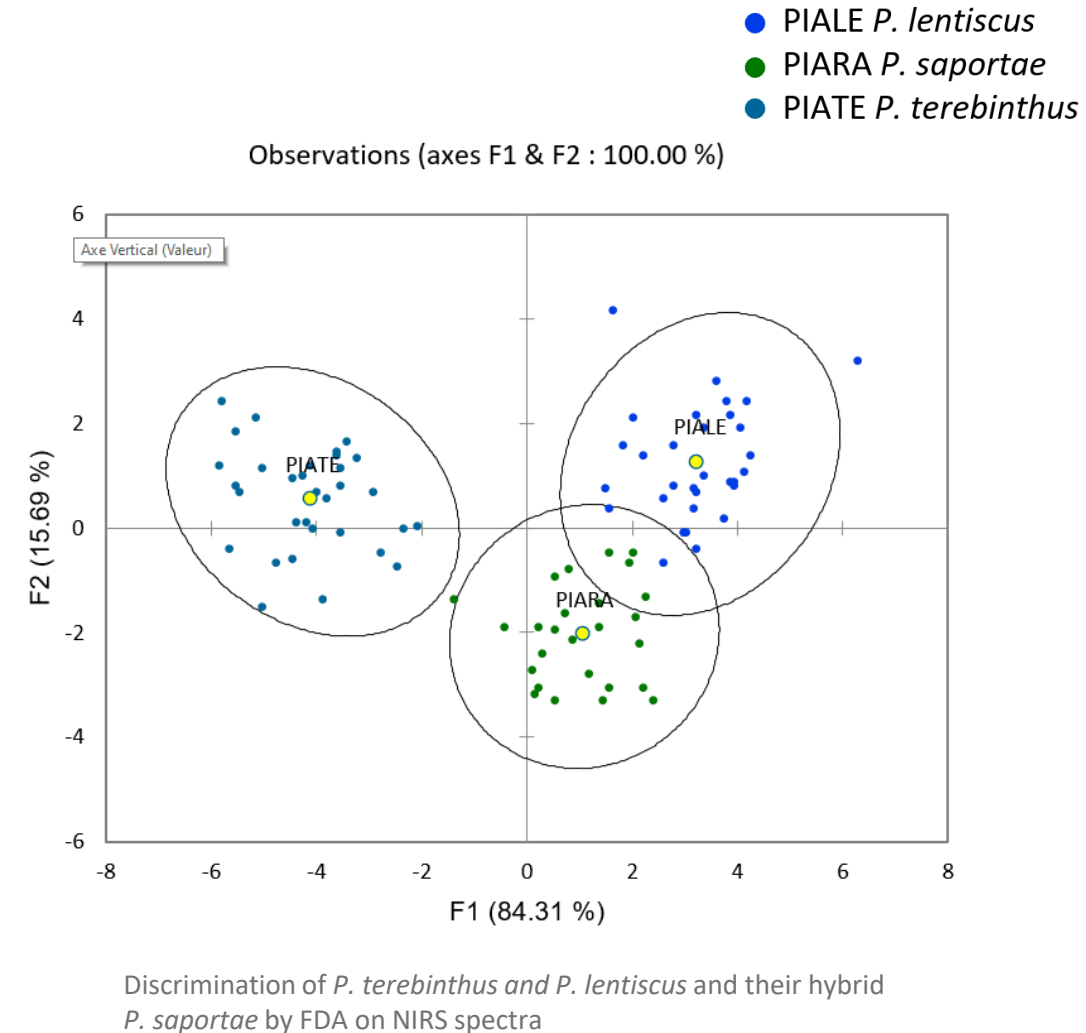
L'hybride apparait entre les 2 espèces

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 !

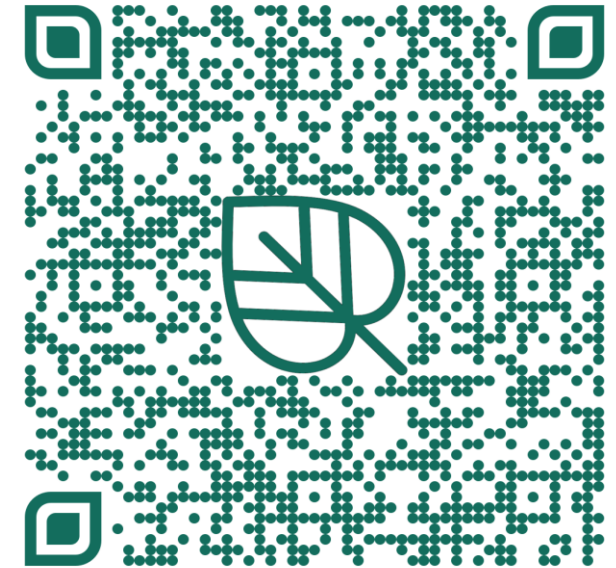
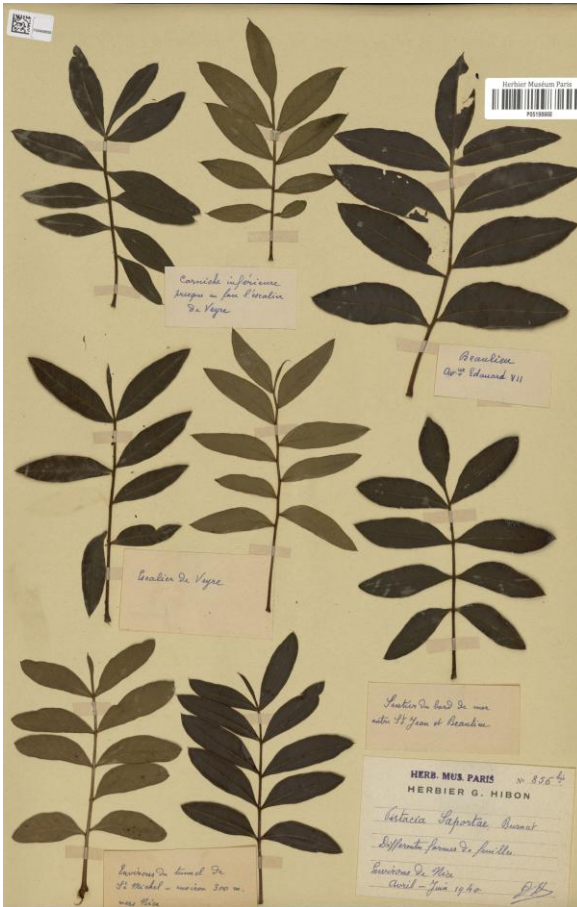
Open source research data repository

**7390 spectra on
160 herbarium specimens**

Data accessible in open source

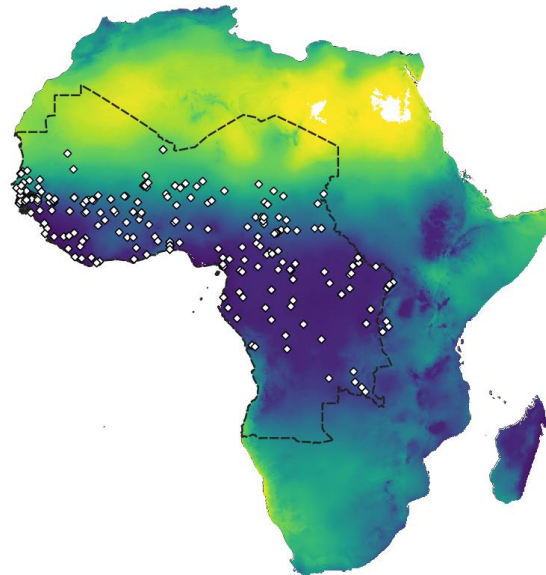
- Raw spectral data
- Pre-processed data "ready to use"
- All associated collection data
- Set of pictures

→ Download the data and play!



Combretum

13 espèces de *Combretum* sélectionnées
275 spécimens d'herbiers (ALF, P, MPU, BR) géoréfencées

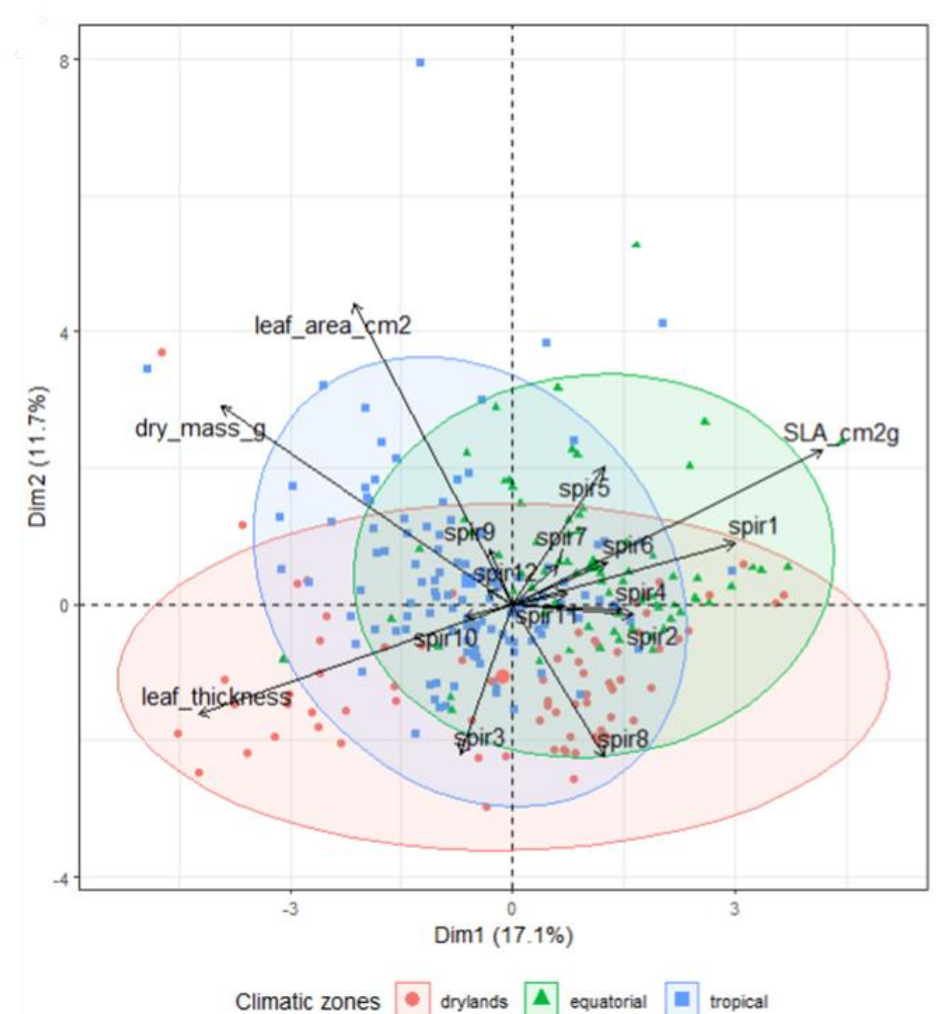


species	Herbarium sample
<i>C. aculeatum</i>	27
<i>C. adenogomium</i>	15
<i>C. collinum</i>	34
<i>C. glutinosum</i>	27
<i>C. grandiflorum</i>	19
<i>C. latialatum</i>	19
<i>C. micranthum</i>	22
<i>C. molle</i>	20
<i>C. nigricans</i>	18
<i>C. paniculatum</i>	25
<i>C. platypterum</i>	17
<i>C. racemosum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

Combretum

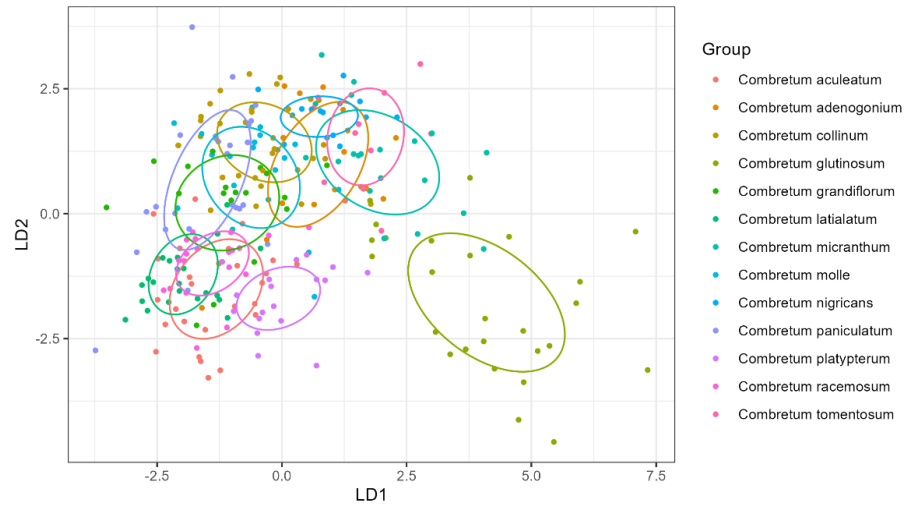
Combiner **SPIR** comme un trait proxi de la composition chimique
+ autres **traits fonctionnels** "classiques"
(Specific Leaf Area, leaf thickness)

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



--> Protocole uniquement feuilles détachées

Combretum



AFD sur les 13 espèces

12 first principal components
representing 98 % of variance

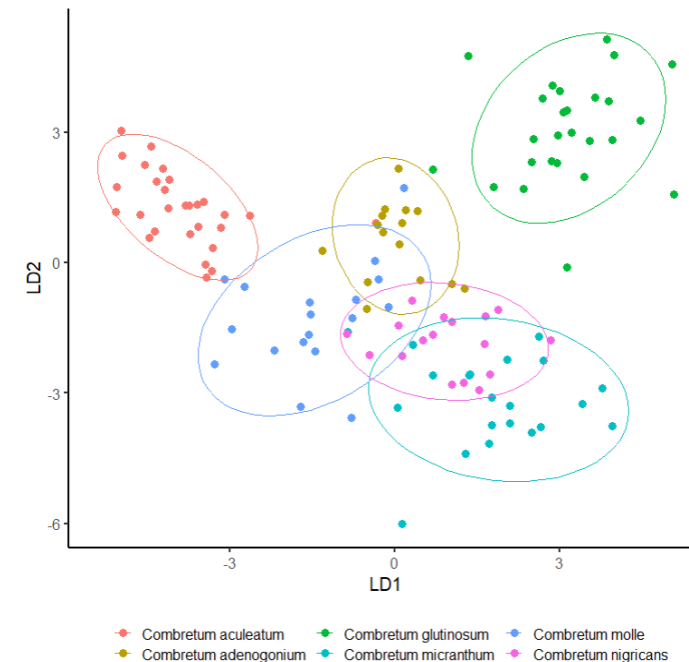
Model accuracy: 73.5 %

	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

Conclusion

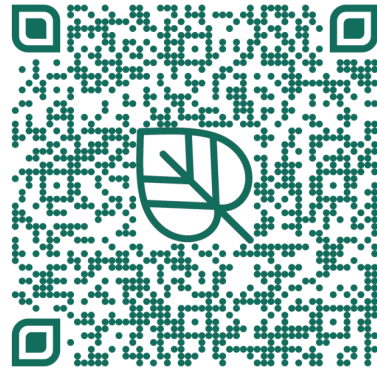
SPIR peut aider à

- Repérer des identifications suspectes dans les herbiers
- Prédire des identifications pour les specimens non-identifiés

Mais besoin de confirmer ces résultats avec plus de données/diversité



Merci !



Download our
Pistacia dataset !

samantha.bazan@cirad.fr



Paeonia corallina from Angers Herbarium