

*Session plénière 4 : Symbioses entre légumineuses et microorganismes:
aspects fondamentaux et appliqués*

Des micro-organismes pour les légumineuses et le sol: quelles synergies ?

Diégane DIOUF, Univ. Cheikh Anta Diop, Dakar

Yves PRIN, CIRAD, UMR LSTM, Montpellier



Plan

- 1. Symbioses légumineuses-microorganismes**
- 2. Importance des légumineuses en Afrique de l'Ouest**
 - a. Légumineuses annuelles
 - i. Cultivées (natives et exotiques)
 - ii. De couverture
 - b. Légumineuses ligneuses
 - i. Natives
 - ii. Exotiques
- 3. Conclusion**



Les légumineuses : 19 500 espèces, 770 genres (LPWG, 2017)

- Economiquement et écologiquement importantes
- Répartition cosmopolite, même dans les habitats extrêmes
- Diversité de formes, de tailles, de cycles de vie
- Majoritairement fixatrices d'azote et mycotrophes

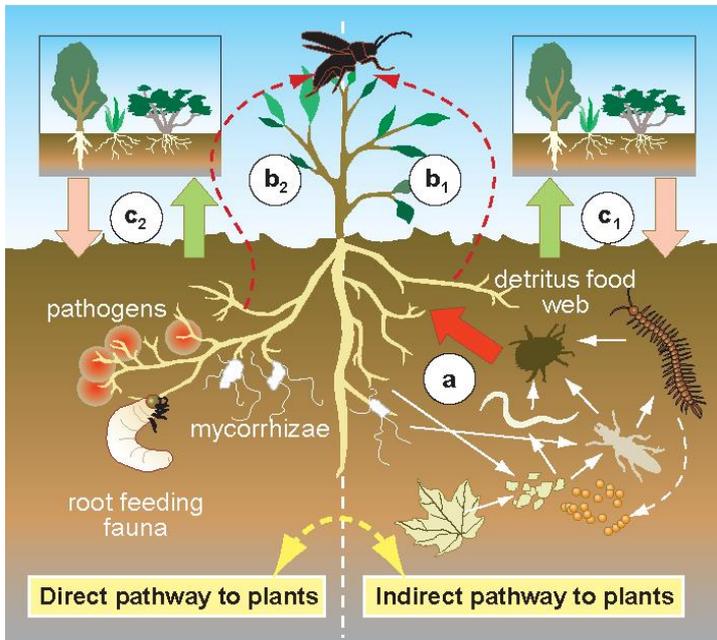


**Intérêts agronomique, forestier, fourrager,
alimentaire, cosmétique, pharmaceutique,
environnemental**



Le sol: un milieu de vie hébergeant une très forte diversité d'espèces...

... participent au fonctionnement du sol et à la fourniture de services écosystémiques



Wardle et al., 2004

Communautés microbiennes...

- Champignons
- Bactéries
- Archaeobactéries

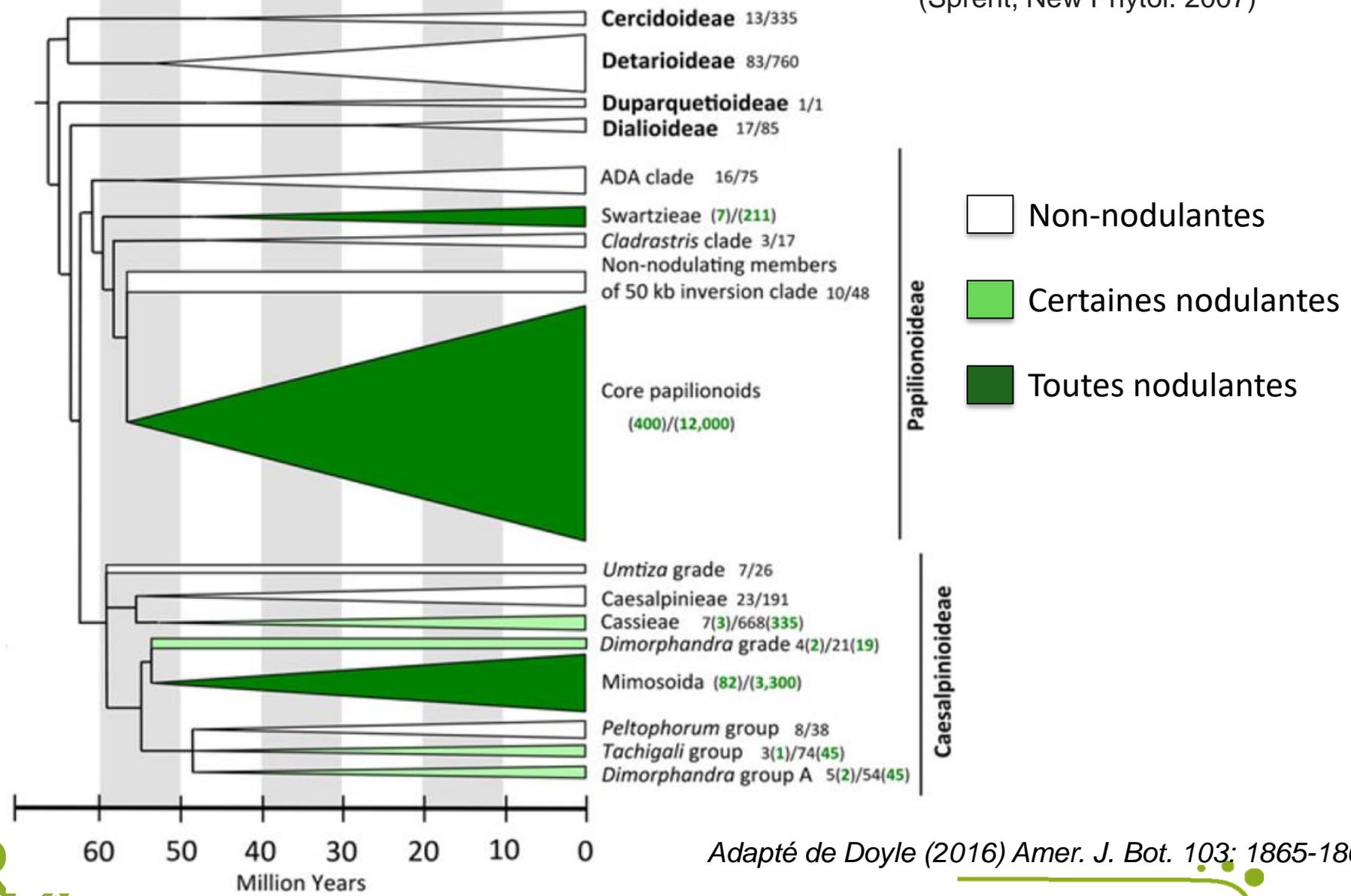
This section features three panels illustrating microbial symbioses:

- Champignons mycorrhiziens**: A photograph of a plant root system with a dense network of brown, fibrous mycorrhizal fungi attached to the roots. Below it is the label **Symbioses avec des plantes**.
- Rhizobiums**: A photograph of a plant root system with numerous small, yellowish nodules (rhizobium nodules) attached to the roots. Below it is the label **Symbioses avec des plantes**.
- Pseudomonas fluorescens***: A photograph of green, rod-shaped bacteria. Below it is the label **Bactéries libres...**

Evolution des légumineuses il y a environ 60 millions d'années (Ma)

Nodulation, une nouveauté sans **aucun sens phylogénétique**, il y a 58 Ma

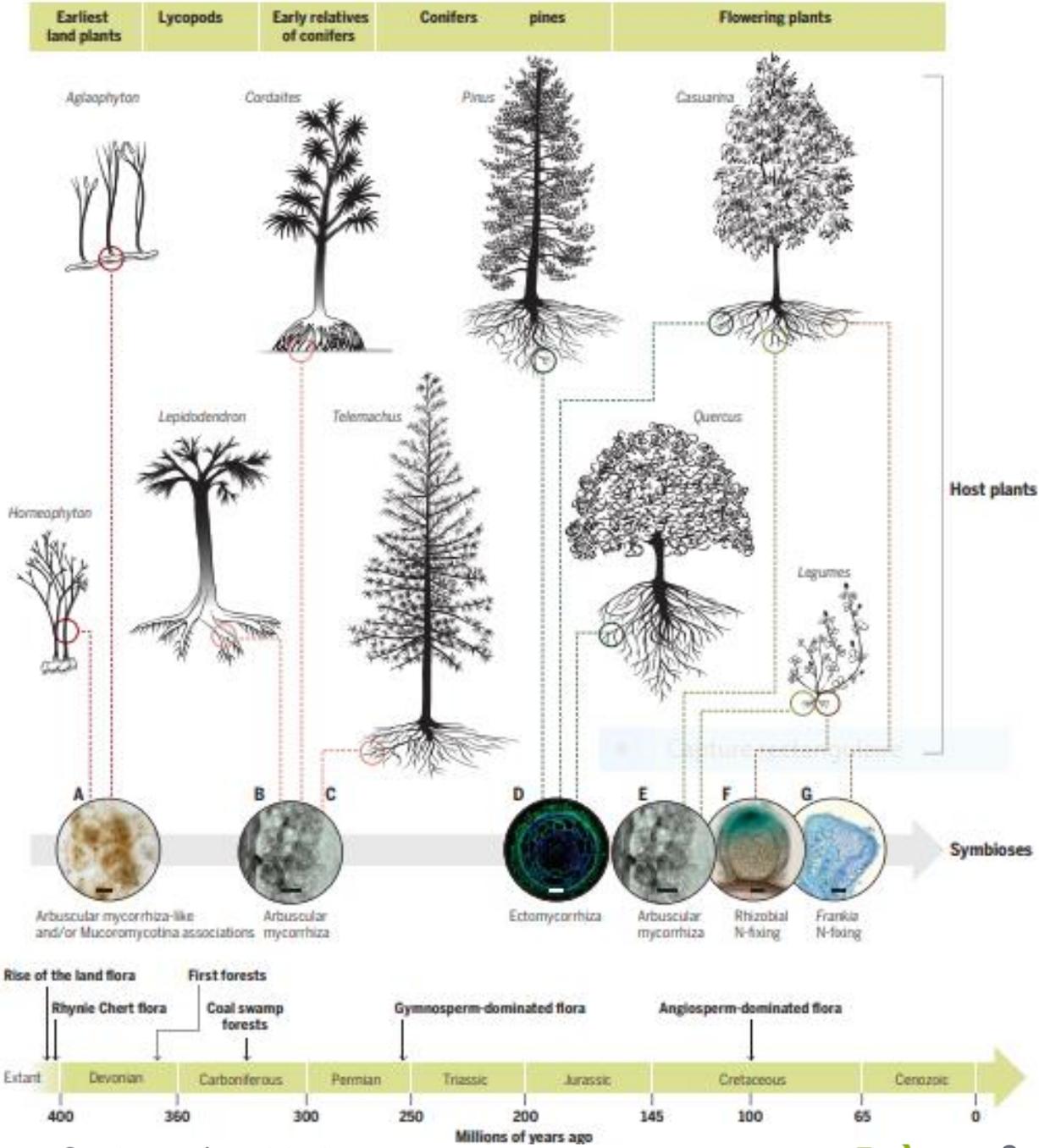
(Sprent, New Phytol. 2007)



Adapté de Doyle (2016) Amer. J. Bot. 103: 1865-1868



Très ancienne symbiose mycorhizienne arbusculaire (AM), apparue au Dévonien précoce (~ 393 à 419 Ma).



Importance des légumineuses en Afrique de l'Ouest:

1 - Légumineuses annuelles



Foire aux semences, Ouagadougou, Burkina Faso

Légumineuses cultivées

Natives

- Niébé
- Voandzou

Exotiques

- Arachide
- Haricot
- Soja

Légumineuses de couverture

- Zornia spp.
- Mucuna
- Crotalaria

Importance des légumineuses en Afrique de l'Ouest :

1 - Légumineuses annuelles

Légumineuses cultivées natives : Niébé, *Vigna unguiculata* (cowpea)



Association culturale en relais



agriculturenigeria.com

Régions de domestication: Afrique de l'Ouest et de l'Est

Distribution: Afrique orientale et centrale vers l'Inde, l'Asie, l'Amérique du Sud et l'Amérique centrale.

Nombreuses variétés: toutes herbacées, annuelles et vivaces, certaines grimpantes

Nombreuses utilisations: Alimentation humaine et animale

Ecologie: Sols bien drainés et souvent peu fertiles, aridité

Symbioses :

- Fixation d'azote (majoritairement genre *Bradyrhizobium*)
- Nodule de type déterminé (desmodioïdes)
- Mycorhiziennes arbusculaires

Importance des légumineuses en Afrique de l'Ouest:

1 - Légumineuses annuelles

Légumineuses cultivées natives: Voandzou, pois de terre, pois bambara, *igna subterranea*



Crédit photos : Guyon L. 2017, InterAide

Origine: - Nord-est du Nigeria et nord du Cameroun

Symbioses : - Nodulation et fixation d'azote avec *Bradyrhizobium*
- Nodules de type déterminés (desmodioïdes)
- Mycorhization arbusculaire

Importance des légumineuses en Afrique de l'Ouest :

1 - Légumineuses annuelles

Légumineuses cultivées exotiques :

Arachide : *Arachis hypogea* (peanut)

Symbioses : nodulation et fixation de N avec *Bradyrhizobium*

- nodules de type déterminés (aeschynomenoïdes*)
- mycorhization arbusculaire
- **Lutte contre le Striga (plante parasite)**

*Corby (1988) *Kirkia* 13: 53-122

Soja : *Glycine max* (soybean)

Symbioses : - Nodulation et fixation de N avec *Bradyrhizobium*

- Nodules de type déterminés (desmodioïdes)
- Mycorhization arbusculaire

Haricot : *Phaseolus vulgaris* (common bean)

Symbioses : - Nodulation et fixation d'azote avec *Rhizobium et Ensifer*

- Nodules de type déterminés (desmodioïdes)
- Mycorhization arbusculaire



Importance des légumineuses en Afrique de l'Ouest :

1 - Légumineuses annuelles

Légumineuses de couverture, natives – **Fertilité - Elevage**

Zornia : *Zornia glochidiata*

- Symbioses :
- nodulation et fixation d'azote avec *Bradyrhizobium*
 - nodules de type déterminés (aeschynomenoïdes)
 - mycorhization arbusculaire



Mucuna : *Mucuna pruriens*

- Symbioses :
- nodulation et fixation d'azote avec *Bradyrhizobium* et *Ensifer*
 - nodules de type indéterminés (?)(mucunoïdes)
 - mycorhization arbusculaire



Crotalaires : *Crotalaria* spp.

- Symbioses :
- nodulation et fixation d'azote avec *Bradyrhizobium* et *Methylobacterium*
 - nodules de type indéterminés (crotalarioïdes)
 - mycorhization arbusculaire



Importance des légumineuses en Afrique de l'Ouest :

2. Légumineuses ligneuses

Légumineuses ligneuses natives

- « Acacias » gommiers : *Vachellia* spp
- *Faidherbia albida*

Légumineuses ligneuses exotiques

- Acacias australiens
- *Tamarindus indica*
- *Prosopis* spp.
- *Leucaena* spp.

Usages multiples:

- Produits forestiers ligneux (bois de feu, bois d'œuvre, de service,...)
- Systèmes agroforestiers
- PFNL : fourrage, gomme, miel, fruits, usage médicinal...



© Diouf



© Diouf



© Diouf



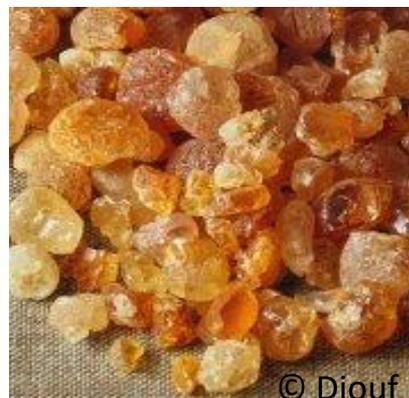
Importance des légumineuses en Afrique de l'Ouest :

2. Légumineuses ligneuses

Légumineuses ligneuses natives

« Acacias » gommiers : *Vachellia senegal*, *V. seyal*

- 90% de la production
- Source de revenus



- Symbioses :**
- Nodulation et fixation d'azote avec *Rhizobium* et *Ensifer*
 - Nodules de type indéterminés (caesalpinioïdes)
 - Mycorhization arbusculaire

Légumineuses ligneuses natives

Faidherbia albida

« Parcs à Faidherbia » : principal système agroforestier des zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest



Arbre à phénologie inversée = intérêt fourrager majeur

Cultures associées (remontée eaux de profondeur)

Symbioses :

- Nodulation et fixation d'azote avec *Bradyrhizobium*
- Nodulation de profondeur (37 m) (Dupuy et al. (1992) *Applied Environ. Microbiol* 58: 2415-2419)
- Nodules de type indéterminés (caesalpinioïdes)
- Mycorhization arbusculaire

Introduction des légumineuses ligneuses exotiques en Afrique de l'Ouest : bilan contrasté

A partir des années 1980, introduction d'acacias australiens à **croissance rapide** (production de bois d'œuvre, de service, de bois de feu).

Zones subsahéliennes

- *Acacia holosericea*

Dans les zones plus humides :

- *A. mangium*,
- *A. auriculiformis*

Nodulation et fixation d'azote avec *Bradyrhizobium*

- Nodules de type indéterminés (caesalpinioïdes)

Mycorhization arbusculaire

Ectomycorhization



A. mangium 28 mois

Introduction des légumineuses ligneuses exotiques en Afrique de l'Ouest : bilan contrasté

Acacias australiens (origine exotique)

Forte demande en eau (*Acacia mangium*)

Piège à nématode (*Acacia holosericea*)

Réponse d'*Acacia mangium* à l'inoculation avec la souche de *Bradyrhizobium Aust13c*

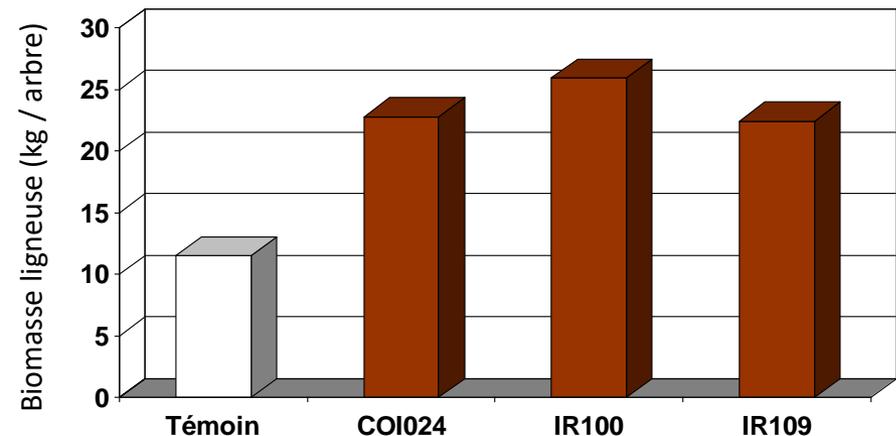
Pays	Age (mois)	Gain de productivité (% témoin*)
Bénin	3	41 %
C. d'Ivoire	4	54 %
Guinée	3,6	24%
Malaisie	4	23 %
Madagascar	3,5	42%

Prin et al. (2003) *Biol. Fertil. Soils* 37: 64-69

Martin-Laurent et al. (1999) *J. Trop For. Res.* 11: 470-483

Galiana A. et al. (1998) *Agroforestry Systems* 40: 297-307

Réponse à l'inoculation de souches de *Pisolithus albus* sur les biomasses ligneuses et foliaires d'*Acacia holosericea* après 2 ans de plantation



Duponnois et al., 2005



Introduction des légumineuses ligneuses exotiques en Afrique de l'Ouest : bilan contrasté

Tamarindus indica

Origine : Madagascar, Inde

Symbioses :

- Non nodulant (Caesalpinioideae)
- Mycorhization arbusculaire



Leucaena leucocephala

Origine : Mexique

Symbioses :

- Nodulation et fixation d'azote avec *Mesorhizobium*, *Ensifer*
- Nodules de type indéterminés (caesalpinioïdes)
- Mycorhization arbusculaire
- **Espèce invasive**



Introduction des légumineuses ligneuses exotiques en Afrique de l'Ouest : bilan contrasté

Prosopis juliflora

Origine : Amérique centrale, Caraïbe

Symbioses :

- Nodulation et fixation d'azote avec *Mesorhizobium*, *Ensifer*
- Nodules de type indéterminés (caesalpinioïdes)
- Mycorhization arbusculaire
- **Espèce invasive**



Calliandra calothyrsus

Origine : Amérique centrale

Symbioses :

- Nodulation et fixation d'azote avec *Mesorhizobium*, *Ensifer*
- Nodules de type indéterminés (caesalpinioïdes)
- mycorhization arbusculaire
- **Espèce invasive**



Conclusion

Atouts des symbioses Légumineuses-Microorganismes

- Adaptation aux carences nutritionnelles et à d'autres stress abiotiques: **Résilience**
- Fort potentiel des légumineuses ligneuses / **Reboisement**
- Forte biodiversité des légumineuses natives / **Amélioration génétique**
- Large spectre de partenaires symbiotiques (bactéries fixatrices d'azote, champignons mycorhiziens)

Contraintes / Défis

- **Déficit de taxons microbiens compatibles** pour les légumineuses exotiques
- Nécessité de développer des **programmes de recherche interdisciplinaires** (génétique – microbiologie - environnement).
- Faible vulgarisation de la pratique d'inoculation en Afrique
- Agroindustrie vs agriculture familiale (agroécologie)

