

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

ECOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA VIE, DE LA SANTE ET DE

L'ENVIRONNEMENT

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Année : 2019

N° d'ordre : 201937



THESE DE DOCTORAT UNIQUE

Spécialité : Connaissance, Conservation et Valorisation de la Biodiversité

Option : Botanique Systématique

Présentée par : Abdoul Aziz CAMARA

REVISION DU

GENRE *INDIGOFERA* L. (*FABACEAE* Lindl.) AU SENEGAL

Soutenue le 28/07/2020 devant le jury composé de :

<u>Président</u> :	M. Emmanuel BASSENE	Professeur titulaire	UCAD-FMPOS
<u>Rapporteurs</u> :	M. Mame Samba MBAYE	Maître de conférences	UCAD-BV
	M. Aboubacry KANE	Maître de conférences	UCAD-BV
	M. Saliou NDIAYE	Professeur titulaire	UT-ENSA
<u>Examineurs</u> :	M. Bienvenu SAMBOU	Maître de conférences	UCAD-ISE
	M. Doudou DIOP	Chargé de Recherches	UCAD-IFAN
<u>Directeur de thèse</u> :	M. Kandjioura NOBA	Professeur titulaire	UCAD-

DEDICACES

Ce travail est en hommage posthume à :

Mon regretté père : Mamadou Lamine CAMARA né Malang

Homme de principes et de rigueur, fervent musulman, bouclier de la famille 'Essaouth, qu'il repose en paix au paradis d'ALLAH, amine

Ma regrettée mère : Awa Filidjé DIEME

Femme exemplaire de fidélité, de travail et de générosité, qu'ALLAH accueille notre chère **Idjoho** dans son paradis, amine

Ma regrettée tante : Adjaratou Maïmouna SONKO née Oudé

Musulmane exemplaire, vous nous avez traité comme vos propres enfants, qu'ALLAH accueille notre **Inna** au paradis, amine

Ma regrettée grande-soeur : Aïssatou CAMARA

Rappelée très tôt à Dieu, qu'elle repose en paix au paradis d'ALLAH, amine

Mon regretté grand-frère : Ismaïla CAMARA

Rappelé à Dieu, que le paradis d'ALLAH lui soit accordé, amine

Ma regrettée cousine : Khadidiatou CAMARA

La battante, qu'ALLAH l'accueille au paradis, amine

Mon maître coranique : Aboubacar Sidy COLY (RADIYALAHOU TALA AN'HOU)

Mon homonyme : Serigne Abdoul Aziz SY (RADIYALAHOU TALA AN'HOU)

Je dédie ce travail à :

Mes tuteurs à Saint Louis : Siaca CAMARA, Mamadou Diamatoum SONKO, Youba Oussael DIEME et Sidya BODIAN

Membres de l'Amicale des Elèves et Etudiants Ressortissants de Diankji

Mes amis d'enfance

Mes frères et cousins

Mes sœurs et cousines

Mes oncles

Mes épouses

Mes enfants

Mes neveux et nièces

Mes homonymes:: Abdoul Aziz DIATTA, Abdoul Aziz DIEYE, Abdoul Aziz SAGNA, Abdoul Aziz Abouké CAMARA et Abdoul Aziz SONKO

Au royaume d'Essaouth, terre de mes ancêtres dans le Kassa

Abdoul Aziz CAMARA

REMERCIEMENTS

A la finalisation de ce mémoire de thèse de doctorat unique, je tiens à exprimer toute ma gratitude et mes sincères remerciements à tous ceux qui par leur enseignement, leur soutien moral et intellectuel, leurs prières et leurs conseils, ont permis sa réalisation.

Je témoigne mon incommensurable reconnaissance à Dieu pour mon existence sur cette terre, pour ma santé, pour les moyens qu'Il a bien voulu m'accorder.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude et ma fierté à notre institution de formation : l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

*Au **Pr Emmanuel BASSENE**, c'est un grand honneur que vous m'accordiez en acceptant de présider ce jury de Thèse.*

*A titre posthume, je remercie Monsieur le **Professeur Amadou Tidjane BA** qui m'a enseigné la Botanique et m'a confié la gestion de l'herbier DAKAR et du Jardin Botanique de la Faculté des Sciences et Techniques. Puisse Dieu l'accueillir dans son Paradis, Amine.*

*Toute ma gratitude à l'endroit de Monsieur le **Professeur Kandoura NOBA** qui m'a honoré de sa confiance en m'intégrant au sein de l'équipe du Laboratoire de Botanique-Biodiversité. Je tiens à le remercier pour l'intérêt qu'il a bien voulu accordé à ma thèse. J'ai été profondément impressionné par ses qualités humaines et scientifiques.*

*Toute ma reconnaissance à Monsieur le **Professeur Mame Samba Mbaye** pour sa disponibilité et son sens élevé de partage des connaissances. J'ai bénéficié de ses remarques pertinentes et de sa rigueur scientifique pour parfaire ce manuscrit. Je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude.*

*Que Monsieur le **Professeur Bienvenu SAMBOU**, Directeur de l'I.S.E. trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance et mes sincères remerciements. Merci de m'avoir intégré et formé dans l'équipe flore et végétation de l'Institut des Sciences de l'Environnement. J'ai bénéficié de ses connaissances, de son savoir-faire et de son sens élevé de gérer une équipe de terrain.*

Je tiens à remercier le *Professeur Aboubacry KANE* qui a accepté de participer à ce jury malgré son calendrier chargé. Merci pour tout l'intérêt qu'il a accordé à ce travail.

Je suis heureux de dire vraiment merci au *Professeur Saliou NDIAYE* pour avoir accepté d'évaluer ce travail malgré ses nombreuses charges.

Je suis également heureux de compter sur le *Dr Doudou DIOP* pour sa contribution et l'intérêt qu'il a accordé à ce travail malgré ses occupations.

Je tiens à remercier l'ensemble du personnel enseignant et de recherche du Département de Biologie Végétale et en particulier au feu *Professeur Léonard Elie AKPO*.

Toute ma gratitude au personnel technique et Administratif du Département de Biologie Végétale : Madame la regrettée *Faou Kane AIDARA*, M^{me} *Salimata Sembène NIANG*, M^{me} *Joana Sambou MANGA*, M^{me} *Adama TOURE*, Monsieur *Maurice SAGNA*, M. *Moustapha DIEBATE*, M. *Salif Omar GUEYE*, M. *Thierno Seydou Nourou FOFANA*, M. *Aliou DIALLO*, M. *Cheikh NDIAYE*, M. *Yaya Keita FOFANA*.

Que le personnel du jardin botanique soit remercié en particulier Monsieur *Siré Mamadou BA*, M. *Omar NDIAYE* et *Adiouma FAYE*

Mention spéciale au *Dr César BASSENE*, au *Dr Seyni SANE* et au *Dr Amadou Lamine NDOYE* pour l'appui et le soutien qu'ils ont apporté à ce travail de thèse.

Mes remerciements à *Dr Adama FAYE*, *Dr Ablaye NGOM*, *Dr Rahimi MBALLO*, *Dr Samba Laha KA*, *Dr Jules DIOUF*, M. *Maniane SARR*, M. *Ibrahima PENE*, *Dr. Djibril DIOP*, M. *Papa Ibrahima NGOM*, M^{me} *Sokhna Mbaye HANE DIOP*, M^{me} *Colette Sanou NDOUR*, pour leur contribution et leur soutien.

Je tiens à remercier tous les membres de l'équipe "flore et végétation" de l'I.S.E : **Dr Assane GOUDIABY, Dr Cheikh MBOW, Dr Fatimata NIANG, Dr Ngor NDOUR, Dr Simon SAMBOU, M. Mamadou Lamine CISSE.**

Je témoigne toute ma gratitude au **Dr Jens Edgard MADSEN**, au **Dr Simon Laegaard** et au **Dr Alexandre Sobéré TRAORE** pour leur contribution aux renforcements de mes capacités professionnelles dans le cadre du projet ENRECA Sénégal.

Je tiens à remercier aussi le **Professeur Rodolphe Edouard SPICHTIGER** et son staff des Conservatoires et Jardin Botaniques de la Ville de Genève pour leur précieuse contribution.

Mention spéciale aux **Drs Brian SCHRIRE** et **Martin CHEEK** de Kew Botanic Gardens pour avoir accepté d'identifier certains échantillons de ma collection de plantes.

Je remercie le **Pr Mathieu GUEYE**, le **Dr Doudou DIOP**, **Monsieur feu Souley KOMA**, **Monsieur Seydina DIOP** du Laboratoire de Botanique de l'IFAN Cheikh Anta Diop pour m'avoir permis d'accéder à la collection de l'herbier IFAN.

J'adresse mes remerciements aux jeunes chercheurs du Laboratoire de Botanique-Biodiversité : **Monsieur Mamadou SIDYBE, Dr Ndongo DIOUF, Dr Birane DIENG, Mme Anna SAMB, Mme Seynabou Monique BASSE, Mme Fatou Kiné GUEYE, Mme Mouskéba CISSOKHO.**

Je suis particulièrement reconnaissant à la famille **Dangnokho** du village de Sabodala pour m'avoir hébergé lors de mes prospections, en particulier **Monsieur Yaya DANGNOKHO** et à la regrettée **Mère KANOUTE** qui m'a adopté.

Je dis tout simplement **MERCI, MERCI !!!**

Abdouf Aziz CAMARA

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

- ACP** : Analyse en Composantes Principales
- APG** : Angiosperm Phylogeny Group
- CJB** : Conservatoire et Jardin Botaniques
- GPS** : Global Positioning System
- ICBN** : International Code of Botanical Nomenclature
- IFAN** : Institut Fondamental d'Afrique Noire
- IRD** : Institut de recherche pour le développement
- ISE** : Institut des Sciences de l'Environnement
- LBB** : Laboratoire de Botanique-Biodiversité
- MEDD**: Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
- OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- ORSTOM** : Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
- UCAD** : Université Cheikh Anta Diop

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1 : Carte des zones climatiques du Sénégal.....	32
Figure 2 : Distribution <i>Indigofera microcarpa</i> , <i>I. pulchra</i> , <i>I. hirsuta</i> , <i>I. nummulariifolia</i> , et <i>I. macrocalyx</i> suivant les zones phytogéographiques du Sénégal	35
Figure 3 : Distribution <i>Indigofera bracteolata</i> , <i>I. leptocarpa</i> , <i>I. parviflora</i> , <i>I. trichopoda</i> , et <i>I. oblongifolia</i> suivant les zones phytogéographiques du Sénégal	35
Figure 4 : Distribution <i>I. colutea</i> , <i>I. garckeana</i> , <i>I. suffruticosa</i> , <i>I. terminalis</i> et <i>I. tinctoria</i> suivant les zones phytogéographiques du Sénégal	35
Figure 5 : Distribution <i>Indigofera capitata</i> , <i>I. congesta</i> , <i>I. congolensis</i> , <i>I. costata</i> , et <i>I. pilosa</i> suivant les zones phytogéographiques du Sénégal	35
Figure 6 : Distribution <i>Indigofera astragalina</i> , <i>I. berhautiana</i> , <i>I. costata</i> , <i>I. elliotii</i> et <i>I. stenophylla</i> suivant les zones phytogéographiques du Sénégal.....	36
Figure 7 : Distribution <i>I. arrecta</i> , <i>I. aspera</i> , <i>I. geminata</i> et <i>I. heudelotii</i> suivant les zones phytogéographiques du Sénégal.....	36
Figure 8 : Distribution des <i>Indigofera dendroides</i> , <i>I. diphylla</i> , <i>I. macrophylla</i> et <i>I. spicata</i> suivant les zones phytogéographiques du Sénégal	36
Figure 9 : Distribution <i>Indigofera lepreurii</i> , <i>I. paniculata</i> , <i>I. senegalensis</i> , <i>I. sessiliflora</i> et <i>I. subulata</i> suivant les zones phytogéographiques du Sénégal	36
Figure 10 : Distribution des <i>Indigofera brevifilamenta</i> , <i>I. deightonii</i> , <i>I. polysphaera</i> et <i>I. sp</i> suivant les zones phytogéographiques du Sénégal	37
Figure 11 : Spectre biologique du genre <i>Indigofera</i>	39
Figure 12 : Régions administratives du Sénégal.....	57
Figure 13 : <i>Indigofera brevifilamenta</i> , Camara 2013.....	118
Figure 14 : <i>Indigofera sp</i> , Camara 2013.....	118
Figure 15 : <i>Indigofera deightonii</i> , Camara 2017	118
Figure 16 : <i>Indigofera polysphaera</i> , échantillon herbier IFAN.....	118
Figure 17 : AFC des traits de caractères morphologiques des 45 taxons du genre <i>Indigofera</i>	140
Figure 18 : Cladogramme.....	142

LISTE DES TABLEAUX

	<u>Pages</u>
Tableau 1: Systèmes de classification classique du genre <i>Indigofera</i>	4
Tableau 2: Caractères botaniques des trois sous-familles des Légumineuses	6
Tableau 3: Nombre d'espèces du genre <i>Indigofera</i> de la flore du Sénégal	10
Tableau 4: Spectre chorologique des espèces du genre <i>Indigofera</i> de la flore du Sénégal dans le Monde	30
Tableau 5: Représentation des espèces du genre <i>Indigofera</i> de la flore du Sénégal en Afrique	31
Tableau 6: Représentation des espèces du genre <i>Indigofera</i> au Sénégal	31
Tableau 7: Les types biologiques des espèces du genre <i>Indigofera</i> de la flore du Sénégal	39
Tableau 8: Traits de caractères ethnobotaniques des espèces du genre <i>Indigofera</i>	42
Tableau 9: Taux d'ethnobotanicité de trois usages des espèces du genre <i>Indigofera</i> au Sénégal	51
Tableau 10: Tableau brut des caractères morphologiques des plantes adultes des espèces du genre <i>Indigofera</i> à feuilles simples	64
Tableau 11: Tableau brut des caractères morphologiques foliaires des espèces du genre <i>Indigofera</i> à feuilles portant 2 à 5 folioles	67
Tableau 12: Tableau brut de traits de caractères morphologiques foliaires des espèces du genre <i>Indigofera</i> 7 à 9 folioles	70
Tableau 13: Tableau brut des traits de caractères morphologiques foliaires des espèces du genre <i>Indigofera</i> portant 11 folioles	73
Tableau 14: Traits de caractères morphologiques foliaires des espèces du genre <i>Indigofera</i> avec 13 à 15 folioles	75
Tableau 15: Traits de caractères morphologiques foliaires des espèces du genre <i>Indigofera</i> à feuilles composées de 17 ou plus de folioles	77
Tableau 16: Traits de caractères morphologiques foliaires des espèces du genre <i>Indigofera</i> ..	79
Tableau 17: Traits de caractères des fleurs solitaires ou groupées par deux des espèces du genre <i>Indigofera</i>	82
Tableau 18: Caractères morphologiques des gousses généralement plates des espèces du genre <i>Indigofera</i> de la flore du Sénégal	89
Tableau 19: Traits de caractères morphologiques de gousses arquées des espèces du genre <i>Indigofera</i> de la flore du Sénégal	90

Tableau 20: Tableau de synthèse des traits de caractères des jeunes plants du genre <i>Indigofera</i>	101
Tableau 21: Traits de caractères retenus pour les analyses multidimensionnelles	121
Tableau 22: Distances taxonomiques des espèces du genre <i>Indigofera</i>	132
Tableau 23: Coefficient de similitude des espèces du genre <i>Indigofera</i>	137
Tableau 24: Distribution des variances	140

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
INTRODUCTION GENERALE	2
CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
1.1. Position systématique du genre <i>Indigofera</i>	4
1.2. Caractères généraux des Légumineuses.....	5
1.3. Caractères généraux des <i>Faboideae/Papilionoideae</i>	6
1.4. Caractères généraux du genre <i>Indigofera</i>	10
1.5. Ecologie et chorologie des espèces du genre <i>Indigofera</i>	11
1.6. Utilités des espèces du genre <i>Indigofera</i>	20
1.7. Affinités taxonomiques et tendances évolutives des espèces du genre <i>Indigofera</i>	23
CHAPITRE 2 : CARACTERES CHOROLOGIQUES, ECOLOGIQUES ET ETHNOBOTANIQUES DES ESPECES DU GENRE <i>INDIGOFERA</i> DE LA FLORE DU SENEGAL	26
2.1. Introduction	26
2.3. Résultats et discussions	29
2.3.1. Chorologie des espèces du genre <i>Indigofera</i> de la flore du Sénégal dans le Monde en Afrique et au Sénégal.....	29
2.3.2. Ecologie des espèces du genre <i>Indigofera</i> de la flore du Sénégal	38
2.3.3. Utilités des espèces du genre <i>Indigofera</i>	42
2.3.5. Conclusion sur la valeur systématique des caractères chorologiques, écologiques et utilitaires des espèces du genre <i>Indigofera</i> au Sénégal	52
CHAPITRE 3. CARACTERES MORPHOLOGIQUES DE LA PLANTE ADULTE ET DU JEUNE PLANT	56
3.1. Introduction	56
3.2.1. Matériels.....	57
3.2.2. Caractérisation morphologique des espèces du genre <i>Indigofera</i>	59
3.3. Résultats et discussions	61
3.3.1. Sur le port de la plante adulte.....	61
3.3.2. Sur les traits de caractères des feuilles de la plante adulte	61
3.3.3. Sur des traits de caractères de la tige.....	80
3.3.4. Sur l'Inflorescence et la fleur	81

3.3.5. Sur les caractères des gousses	85
3.3.6. Clé de détermination complète de la plante adulte	92
3.3.7. Caractères morphologiques du jeune plant des espèces du genre <i>Indigofera</i>	97
3.3.8. Discussion sur la caractérisation morphologique de la plante adulte et du jeune plant:.....	111
3.3.9. Conclusion partielle sur la caractérisation morphologique.....	118
CHAPITRE IV. TAXONOMIE NUMERIQUE, AFFINITES INTERSPECIFIQUES ET TENDANCES EVOLUTIVES	119
4.1. Introduction	119
4.3. Résultats et Discussion.....	121
4.3.1. Distances taxonomiques des espèces du genre <i>Indigofera</i>	127
4.3.2. Coefficients de similitude des espèces du genre <i>Indigofera</i>	135
4.3.3. Distribution des taxons selon l'Analyse en Composantes Principales (ACP) ..	140
4.3.4. Cladogramme	142
4.3.5. Tendances évolutives.....	144
4.3.6 Conclusion partielle.....	145
DISCUSSION GENERALE	147
CONCUSION GENERALE ET PERSPECPECTIVES.....	166
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	171

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
ECOLE DOCTORALE : Sciences de la Vie, de la Santé et de l'Environnement
FACULTE : Sciences et Techniques

THESE DE DOCTORAT UNIQUE
Mention : Connaissance, Conservation et Valorisation de la Biodiversité
Spécialité : Botanique Systématique

Nom et prénoms du candidat : CAMARA Abdoul Aziz

Titre de la thèse : Révision du genre *Indigofera* L. (*Fabaceae* Lindl.) au Sénégal

Date et lieu de soutenance : le 28 /07/ 2020 UCAD, Dakar Sénégal

Jury :	M. Emmanuel BASSENE	Professeur titulaire	UCAD-FMPOS	Président
Membres :	M. Mame Samba MBAYE	Maître de conférences	UCAD-BV	Rapporteur
	M. Aboubacry KANE	Maître de conférences	UCAD-BV	Rapporteur
	M. Saliou NDIAYE	Professeur titulaire	UT-ENSA	Rapporteur
	M. Bienvenu SAMBOU	Maître de conférences	UCAD-ISE	Examineur
	M. Doudou DIOP	Chargé de Recherches	UCAD-IFAN	Examineur
Dir. thèse :	M. Kandjioura NOBA	Professeur titulaire	UCAD-BV	Examineur

Résumé

La flore du Sénégal est l'une des flores les plus connues d'Afrique tropicale au sud du Sahara. Toutefois, certains groupes taxonomiques chez la plupart des cryptophytes sont insuffisamment étudiés. Par ailleurs, chez les Spermaphytes, groupe le plus connu, des difficultés d'identification sont persistantes pour certains groupes taxonomiques à diversité spécifique élevée. C'est ainsi qu'une révision taxonomique du genre *Indigofera* L. qui est l'un des genres les plus diversifiés dans la classe des *Dicotyledonae* DC. de la flore du Sénégal avec 44 espèces a été entreprise pour améliorer l'identification des différents taxons reconnus comme tels à partir des informations scientifiques tirées de l'étude : 1- de la répartition géographique dans le monde, en Afrique et au Sénégal des espèces du genre *Indigofera* en rapport avec leur écologie et leurs usages ethnobotaniques, 2- d'identifier des traits caractères morphologiques discriminants des différentes espèces, 3- ressortir des affinités interspécifiques et des tendances évolutives. Les sources d'informations proviennent principalement de la flore du Sénégal, de la flore illustrée du Sénégal, des échantillons des herbiers DAKAR et IFAN, des échantillons de notre collection, des sites d'internet et des populations locales des zones prospectées. En somme, 45 espèces du genre *Indigofera* sont retenues pour réaliser cette étude. Les résultats de cette étude révèlent que les espèces africaines (66,66%) sont les plus représentées dans le genre *Indigofera* de la flore du Sénégal, suivies par des espèces afro-asiatiques (15,55%), afro-asiatiques et australiennes (6,66%) et enfin afro-malgaches américaines et asiatiques (4,44%). En Afrique, les espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal sont relativement bien représentées (75,55%) en Afrique centrale, (44,44%) en Afrique orientale, (42,22%) en Afrique australe, (17,77%) en Afrique du nord et (8,88%) dans les archipels de l'Océan indien. Au Sénégal, les taxa du genre *Indigofera* sont plus représentés dans les zones soudanienne et guinéenne avec des proportions respectives de 42,22% et 28,88% des espèces. La zone sahélienne ne compte que 24,44% des espèces du genre *Indigofera*. La majorité des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal (60%) est constituée d'espèces annuelles (thérophytes), à cycle de vie très court. Au plan utilitaire, *Indigofera arrecta*, *I. oblongifolia*, *I. suffruticosa*, *I. tinctoria* apparaissent comme les taxa les plus utilisés. Une caractérisation morphologique des espèces du genre *Indigofera* a permis d'élaborer quatre clés d'identification de la plante adulte et une clé de détermination du jeune plant. Cette étude a permis de découvrir quatre (4) nouveaux taxons pour la flore du Sénégal que sont : *I. brevifilamenta*, *I. deightonii*, *I. polysphaera* et *I. sp.* Le genre *Indigofera* devient ainsi le genre le plus diversifié des plantes à fleurs de la flore du Sénégal avec 48 espèces. Les résultats de la taxonomie numérique ont montré que les 45 espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal ont des corrélations taxonomiques relativement fortes. La distance taxonomique la plus faible (0,31) est observée entre *Indigofera leptoclada* et *I. trichopoda* contrairement à la distance taxonomique la plus élevée (0,55), observée entre *I. aspera* et *I. macrophylla* d'une part et entre *I. macrophylla* et *I. colutea* d'autre part.

Mots clés : genre *Indigofera*, caractères morphologiques, jeune plant et plantes adultes, taxonomie, flore du Sénégal

UNIVERSITY CHEIKH ANTA DIOP OF DAKAR

DOCTORAL SCHOOL: Life, Health and Environment Sciences

FACULTY: Sciences and Technologies

PhD THESIS

Mention: Knowledge, conservation and enhancement of biodiversity

Specialty: Systematic botany

Surname and First name of the candidate: CAMARA Abdoul Aziz

Thesis title: Revision of the genus *Indigofera* L. (*Fabaceae* Lindl.) in Senegal

Date and Place of the defense : 28/07/ 2020 - UCAD, Dakar Senegal

Jury Composition:

<u>President:</u>	Pr Emmanuel BASSENE	UCAD-FMPOS	Chairman
<u>Members:</u>	Pr Mame Samba MBAYE	UCAD-BV	Reporter
	Pr Aboubacry KANE	UCAD-BV	Reporter
	Pr Saliou NDIAYE	UT-ENSA	Reporter
	Pr Bienvenu SAMBOU	UCAD-ISE	Examinator
	Dr Doudou DIOP	UCAD-IFAN	Examinator
<u>Thesis Director:</u>	Pr Kandoura NOBA	UCAD-BV	Examinator

Abstract:

The flora of Senegal is one of the most studied in tropical zone of Africa. However, identification difficulties are persistent for small taxonomic groups such as Algae, Pteridophytes, Bryophytes and Lichens and also for vascular plants with highest specific diversity. This specific diversity is a main source of species identification problems. Therefore, a study on the genus *Indigofera* which is one of the most diversified genera in the *Dicotyledonae* class of Senegal flora with 44 species tied with the *Cyperus* genus of the monocotyledonous class was undertaken. The main objective of the study was to carry out a taxonomic revision of *Indigofera* species of Senegalese flora by improving the keys of identification or by proposing new keys. The specific objectives are: 1- to study the distribution of *Indigofera* species in relation to their ecology and ethnobotanical uses, 2-to improve the existing determination keys or to propose a new keys, 3- to highlight interspecific affinities and evolutionary trends. The study consisted in establishing the list of species of the genus *Indigofera* reported in the flora of Senegal, recording all the stored specimens of the genus in the collections of DAKAR and IFAN herbaria, finally we carried out field surveys across agroecological zones of Senegal where samples of plants and seeds were collected. The results revealed that flora consisted of 45 species. Biogeographical distribution analysis indicated that the genus *Indigofera* is largely dominated by African species with 66,66% species. They are followed by Afro-Asian ((15,55%), Afro-Asiatic and Australian (6,66%) and Afro-Malagasy Americans and Asians (4,44%) species. Our investigation showed that the species of the genus *Indigofera* of Senegalese flora are relatively well represented in Central, East, Southern and Northern Africa with respectively 75,55%, 44,44%, 42,22% and 17,77% species of recorded species. The lowest presence was noted in the Indian Ocean Islands with 8,88% species. In Senegal, higher number of *Indigofera* taxa were recorded in the Sudanian and Guinean zones with respectively 42,22% and 28,88% species. Only 24,44% species of the *Indigofera* of Senegalese flora were recorded in the Sahelian zone of the country. Spectrum analysis indicated that the flora is largely dominated by therophytes, which includes 60% of the recorded species. These species are characterized by their short life cycle. The ethnobotanical study showed that *Indigofera arrecta*, *I. oblongifolia*, *I. suffuticoa* and *I. tinctoria* were the most used taxa. Four new species of the *Indigofera* (*I. brevifilamenta*, *I. deightonii*, *I. polysphaera* and *I. sp.*) are described in this study bringing the total recognized for the genus to 48 species. Therefore, the genus *Indigofera* appears as the most diversified in Senegal before the genus *Cyperus* which accounts 44 species. The results of the numerical taxonomy have shown that the 45 species of the *Indigofera* genus have relatively close taxonomic correlations. The lowest taxonomic distance (0.34) is observed between *Indigofera leptoclada* and *I. trichopoda*; *I.bracteolata* and *I. leptoclada*; *I. brevifilamenta* and *I. sp.*; *I. geminata* and *I. trichopoda*; *I.prieureana* and *I. stenophylla* while the highest taxonomic distance (0.55) are noticed between *I. aspera* and *I. macrophylla* and between *I. macrophylla* and *I. colutea*

Keywords: *Indigofera* genus; morphological characters; seedling; adult plants; taxonomy; flora of Senegal.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

La flore du Sénégal a attiré l'attention de nombreux botanistes qui ont réalisé beaucoup de prospections ayant abouti à la rédaction de plusieurs documents. C'est d'abord le R. P. Sébire (1899) qui le premier a fait l'état des connaissances sur les plantes utiles du Sénégal en les classant par catégories d'usages et en associant la nomenclature latine des taxons aux noms français et aux noms locaux en Bainouk, Diola, en Socé, en Sérère, en Toucouleur et en Wolof. Par la suite, les travaux de Trochain (1940) ont permis la connaissance de mille (1000) espèces végétales du Sénégal. Les œuvres de Hutchinson et Dalziel (1954-1972) apporteront ensuite plus de précision sur la connaissance des plantes à fleur du Sénégal. Dans sa « Flore forestière soudano-guinéenne », Aubreville (1950) s'intéressera à la partie ligneuse de la flore du Sénégal en donnant des indications sur les noms locaux en Mandingue, en Peul et en Wolof. Les premiers travaux de révision de genre en Afrique sont de Bodard (1963). En s'appuyant sur les collections des herbiers DAKAR et IFAN comme matériel d'étude, ces travaux ont permis la détermination de la plupart des espèces du genre *Bulbostylis* au Sénégal. Les travaux de Mme Raynal (1963) ont apporté beaucoup de données sur la flore des écosystèmes particuliers comme les Niayes. Toutefois, l'immense travail de Berhaut (1967 et 1971 - 1979) reste la principale référence pour la flore du Sénégal. Ces travaux ont été complétés et précisés par ceux de Vanden Berghen (1988 et 1991). Les autres informations floristiques proviennent de Lebrun (1973) qui a fait le point sur la diversité floristique au Sénégal, et de Kerharo et Adam (1974) qui ont apporté des données botaniques et biochimiques sur la flore du Sénégal.

Il ressort de l'ensemble de ces études, qu'au Sénégal, les plantes à fleurs sont relativement bien connues et comprennent environ 2500 espèces (Bâ et Noba, 2001) et même 1921 espèces selon des travaux plus récents (Sosef *et al.*, 2017). Cependant, des difficultés d'identification persistent chez des groupes taxonomiques à diversité spécifique relativement élevée et chez des unités taxonomiques peu connues qui n'ont pas fait l'objet d'étude au Sénégal. C'est dans ce contexte que s'inscrit ce sujet de révision du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal.

Ces travaux de révision systématique ont été initiés et conduits au Laboratoire de Botanique-Biodiversité (LBB) en collaboration avec le Laboratoire de Botanique de l'IFAN, le Laboratoire de Pharmacognosie et Botanique de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie et l'Institut des Sciences de l'Environnement. Les travaux ont porté sur les genres *Boerhavia* L. (Noba, 1994), *Combretum* Loefl. (Dione, 1996), *Eragrostis* Wolf (Sambou, 2000), *Borassus* L. (Thione, 2000) ; *Corchorus* L. (Mbaye, 2002), *Amaranthus* L.

(Sarr RS, 2003), *Ficus* L. (Diop, 2006 et 2012) et *Digitaria* Haller (Ngom, 2016). Ces travaux viennent compléter les études botaniques et écologiques réalisées sur des groupes systématiques intéressants au plan économique et thérapeutique mais peu connus comme les Algues (Bodian, 2000 ; Ba ; 2006 ; Sané, 2006 ; Guèye *et al.*, 2014 ; Ndao, 2019), les Champignons (Kane, 2014), les Ptéridophytes (Mingou et Guèye, 2017), les Bryophytes (Diop *et al.*, 2018) et les plantes ornementales (Dieng, 2019). Ces travaux de recherche se poursuivent sur les plantes endémiques et protégées de la flore du Sénégal, sur les plantes aquatiques envahissantes (Noba *et al.*, 2017 ; Ndour *et al.*, 2019) et sur les Lichens.

Cette révision du genre *Indigofera* de la Flore du Sénégal se justifie essentiellement sur le plan scientifique. En effet, le genre *Indigofera*, d'abord décrit par Linné en 1753 (Mattapha et Chantaranonthai, 2012) à partir de trois espèces (*I. tinctoria* L., *I. hirsuta* L. et *I. glabra* L.), comprend actuellement 700 –750 espèces (Schrire, 2005; Schrire *et al.*, 2009 ; Hassen *et al.*, 2006). Toutefois, les taxons du genre *Indigofera* sont encore mal connus en Afrique et au Sénégal (Gillet, 1959; 1960 et 1970; Thulin, 1982 ; Frahm-Leliveld, 1960 et 1962 ; Naegelé, 1977 ; Camara *et al.*, 2019). La complexité morphologique des espèces du genre *Indigofera* a été remarquée par Cronquist 1954. Au Sénégal, le genre *Indigofera* est le plus diversifié dans la classe des *Dicotyledonae* (Berhaut, 1976 ; Bâ et Noba, 2001) avec 44 espèces relativement proches au plan morphologique. Ces difficultés de détermination sont observées notamment entre *I. astragalina* et *I. hirsuta* ; Thiombiano, Schmidt *et al.* (2012) les considèrent d'ailleurs comme des synonymes. Une confusion taxonomique est observée entre *I. bracteolata* et *I. leptoclada* (Lebrun et Stork, 2008), entre *I. elliotii* et *I. heudelotii* (Berhaut, 1976) et entre *I. congolensis* et *I. geminata* (Lebrun et Stork, 2008). Des taxons intermédiaires entre *I. suffruticosa* et *I. tinctoria* ont été observées (Lebrun et Stork, 2008a). L'identification de quatre (4) espèces du genre *Indigofera* (*I. geminata* Bak., *I. omissa*, *I. pseudosubulata* et *I. tetrasperma* Vahl ex Pers) décrites dans la flore Illustrées du Sénégal (Berhaut, 1976) ne peut pas se faire avec la Flore du Sénégal (Berhaut, 1967) où elles ne sont pas répertoriées.

Cette difficulté d'identification des espèces du genre *Indigofera* dont certaines sont considérées comme des adventices des cultures, est plus marquée au niveau des plantes adultes à l'état végétatif et à l'état juvénile. Au plan économique, leur détermination à des stades précoces est nécessaire pour leur gestion dans les agrosystèmes.

Les spécimens du genre *Indigofera* des herbiers DAKAR et IFAN ont été identifiés plus d'une fois prouvant ainsi des difficultés d'identification. Ces difficultés sont liées à une grande variabilité des organes végétatifs (feuilles simples, feuilles bifoliolées, trifoliolées, feuilles pennées et feuilles pennées portant des feuilles simples, présence ou absence de

stipelles) et des organes reproducteurs (fleurs solitaires ; inflorescence en racème, en capitule, en panicule ; gousses cylindriques, plates, ovoïdes, etc.). Sur les 44 espèces du genre *Indigofera* (Berhaut, 1976), cinq (5) ne sont pas présentes dans la collection de l'herbier DAKAR : *Indigofera costata* Guill. et Perr., *I. elliotii*, *I. microcarpa* Desv., *I. omissa* Gillet et *I. pseudosubulata* Bak. f. Certaines espèces du genre *Indigofera* sont représentées par de «vieux» échantillons ; c'est le cas de *Indigofera spicata* Forssk. (Berhaut 5043, Berhaut 5159 datant de 1954), *I. suffruticosa* Mill. (Berhaut 5577, Berhaut 5587 récoltés en 1954), *I. subulata* Vahl ex Poir. (Berhaut 3395, Berhaut 3439 datant de 1953) et *I. trichopoda* Lepr. ex Gill. et Perr. (Berhaut 3166 récolté en 1953). Les espèces comme *Indigofera capitata* Koschy (Madsen 3605), *I. congesta* Welw. ex Bak. (Schmidt 1819), *I. congolensis* De Willd. et Th. Dur. (Madsen 2179) et *I. garkeana* Vatke (Madsen 3750) sont représentées chacune par un seul spécimen dans l'herbier DAKAR. Aussi, la collection des espèces du genre *Indigofera* de l'herbier DAKAR a besoin d'être renforcée et améliorée. Des prospections à l'échelle nationale devraient permettre de renforcer et de renouveler les spécimens du genre *Indigofera* de ces herbiers. Aussi, il nous a paru intéressant d'apprécier l'apport des caractères chorologiques, écologiques et ethnobotaniques des échantillons de collection d'herbier, dans l'identification des différentes entités taxonomiques reconnues

L'objectif principal de ce travail est de contribuer à une meilleure connaissance de la diversité du genre *Indigofera* au Sénégal. Cette étude a pour objectifs spécifiques :

- i – de déterminer la chorologie, l'écologie et les usages des espèces étudiées ;
- ii – d'identifier des traits de caractères morphologiques discriminants stables de l'appareil végétatif et l'appareil reproducteur que l'on peut observer dans la nature ou sur les spécimens d'herbier ;
- iii – de ressortir des affinités et des tendances évolutives entre les différentes espèces du genre *Indigofera*.

C'est ainsi que ce présent travail va s'articuler autour des points suivants:

- le chapitre 1 est une synthèse bibliographique ;
- Le chapitre 2 décrit les aspects chorologiques, écologiques et utilitaires des espèces étudiées du genre *Indigofera* ;
- le chapitre 3 est une caractérisation morphologique des espèces du genre *Indigofera* suivie de proposition de clés de détermination ;
- le chapitre 4 étudie les affinités taxonomiques interspécifiques et les tendances évolutives des espèces étudiées du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal.

Enfin, nous avons réuni les résultats de ces travaux dans la discussion générale et la conclusion générale.

CHAPITRE 1
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Position systématique du genre *Indigofera*

Sur la position systématique du genre *Indigofera*, plusieurs systèmes classiques basés sur les caractères morphologiques ont été établis par différents auteurs (Tableau1). Pour des mêmes unités taxonomiques (classe, sous-classe, ordre, sous-ordre, famille), la nomenclature varie en fonction des auteurs. Une certaine divergence dans la nomenclature taxonomique s'est installée au niveau des systèmes de classification classique.

La classification moléculaire a permis d'harmoniser les positions des taxonomistes. Bien que le terme *Fabaceae* soit actuellement préféré dans la nouvelle classification phylogénétique d'Angiosperm Phylogeny Group (APG), le terme *Leguminosae* est encore couramment utilisé par les botanistes anglo-saxons. Ces deux termes sont considérés comme des synonymes par le Code International de la Nomenclature Botanique (ICBN). Il en est de même pour la sous-famille des *Faboideae* qui est aussi acceptée en synonymie avec le terme *Papilionoideae* adopté dans la nouvelle classification moléculaire APG.

Tableau 1: Systèmes de classification classique du genre *Indigofera*

Unités taxonomiques	Engler (1924)	Cronquist (1981)	Thorne (1992)
Règne	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Embranchement	<i>Embryophyta</i>	<i>Magnoliophyta</i>	<i>Spermaphyta</i>
Sous-Embranchement	<i>Angiospermae</i>		<i>Angiospermae</i>
Classe	<i>Dicotyledonae</i>	<i>Magnoliopsida</i>	<i>Magnoliidae</i>
Sous-Classe	<i>Archichlamydae</i>	<i>Rosidae</i>	<i>Rutanae</i>
Ordre	<i>Rosales</i>	<i>Rosales</i>	<i>Rutales</i>
Sous-Ordre	<i>Leguminosineae</i>		<i>Fabineae</i>
Famille	<i>Leguminosae</i>	<i>Fabaceae</i> <i>Mimosaceae</i> <i>Caesalpinaceae</i>	<i>Leguminosae</i>
Sous-Famille	<i>Faboideae</i> <i>Mimosoideae</i> <i>Caesalpinioideae</i>		<i>Faboideae</i> <i>Mimosoideae</i> <i>Caesalpinioideae</i> <i>Swartzioideae</i>

Position systématique du genre *Indigofera* selon APG III (2009)
«<https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>»

Domaine: *Biota*

- Règne : *Plantae* Haeckel, 1866
 - Sous-Règne: *Viridaeplantae*
 - Infra-Règne : *Streptophyta* John, Williamson et Guiry, 2011
 - Classe : *Equisetopsida* C.Agardh, 1825
 - Cladus: *Tracheophyta* Sinnott ex Cavalier-Smith, 1998
 - Cladus : *Spermatophyta*
 - Sous-Classe: *Magnoliidae* Novák ex Takht., 1967
 - Super-Ordre : *Rosanae* Takht., 1967
 - Ordre: *Fabales* Bromhead, 1838
 - Famille : *Fabaceae* Lindl., 1836
 - Sous-Famille: *Papilionoideae* DC., 1825
 - Super-Tribu: *Millettioideae*
 - Tribu: *Indigoferae* Benth., 1859
 - Genre: *Indigofera* L., 1753

1.2. Caractères généraux des Légumineuses

Les caractères botaniques des trois sous-familles montrent une évolution des *Mimosoideae* aux *Caesalpinioideae* et *Faboideae* ou *Papilionoideae* (tableau 2) par :

- la réduction du nombre des folioles ;
- la réduction du nombre des étamines ;
- le passage de l'actinomorphie à la zygomorphie.

En nous inspirant des données bibliographiques (Aubreville, 1959 ; Lô, 1988 ; Spichiger et al., 2000) une clé de détermination des sous-familles des Légumineuses a été établie comme suit :

1. fleurs actinomorphes (symétrie radiale), petites, inflorescences en épi ou en capitule. Fleurs régulières. Pétales valvaires ordinairement soudés à la base. Dix (10) étamines ou plus souvent en nombre indéfini,..... *Mimosoideae* ;
 - 1'. fleurs zygomorphes (symétrie bilatérale) regroupées en inflorescences généralement en grappe ou racème, pétales imbriqués. Fleurs plutôt irrégulières. Dix (10) étamines ou moins.....2 ;
2. préfloraison vexillaire (imbriquée descendante). Dix (10) étamines monadelphes ou diadelphes, ovule campylotrope.....*Faboideae* ;
 - 2'. Préfloraison carénale (imbriquée ascendante). 10 étamines ou moins, libres, ovule anatrophe.....*Caesalpinioideae*.

Au Sénégal, la superfamille des Légumineuses compte 330 espèces réparties en 94 genres, (Lebrun, 1973). Cette superfamille a été érigée en famille des *Fabaceae* ou *Leguminosae* avec les trois sous-familles : *Mimosoideae*, *Caesalpinioideae* et *Faboideae* ou *Papilionoideae* à laquelle appartient le genre *Indigofera*.

Tableau 2: Caractères botaniques des trois sous-familles des Légumineuses

| Caractères botaniques | Sous-Familles | | |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| | <i>Mimosoideae</i> | <i>Caesalpinioideae</i> | <i>Faboideae</i> ou <i>Papilionoideae</i> |
| Port | Souvent arbres ou arbustes | Souvent arbres ou arbustes | Souvent herbacées |
| Feuille | Bipennée, rarement pennée souvent stipules en épines | Composée pennée ou bipennée + stipules (quelque fois en épines) | Composée pennée ou simple + stipules libres |
| Inflorescence | En épi ou glomériforme | Grappe corymbiforme | Grappe nette |
| Corolle | Actinomorphe
Préfloraison valvaire | Zygomorphe
Préfloraison carénale | Zygomorphie très marquée
Préfloraison vexillaire |
| Androcée | Etamines en général libres et nombreuses.
Pollen=polyade | Diplostémonie avec réduction fréquente.
Etamines souvent libres. Pollen simple | Diplostémonie constante
Etamines rarement libres. Pollen simple |
| Gynécée | Ovule anatrope en général
Embryon droit en général | Ovule anatrope en général
Embryon droit ou courbe | Ovule campylotrope
Embryon courbe en général |
| Paléobotanique | Apparues au Turonien | Apparues au Crétacé moyen | Apparues à l'Oligomiocène |

1.3. Caractères généraux des *Faboideae/Papilionoideae*

La sous-famille des *Faboideae* constitue après les familles des *Asteraceae* et des *Orchidaceae*, le troisième plus grand taxon familial chez les Angiospermes au plan de la diversité taxonomique avec 12150 espèces pour 425-500 genres (Nongonierma, 1964; Mabberley, 1997; Spichiger *et al.*, 2000). La sous-famille des *Faboideae* reste la plus diversifiée de la famille des *Fabaceae* en Afrique tropicale avec 149 genres (Lebrun et Stork, 1992), en Afrique de l'Ouest avec 80 genres (Hutchinson et Dalziel 1954 et 1972), au Bénin avec 72 genres (Akoègniou *et al.*, 2006), au Zimbabwe avec 84 genres (Hyde *et al.*, 2018), en Mauritanie avec 55 genres (Vall *et al.*, 2015), au Maroc avec 58 genres (Fennane et Ibn

Tattou. 2005). La sous-famille des *Faboideae* possède le plus grand nombre de genres (58) et d'espèces (284) de la flore du Sénégal (Mballo, 2013).

Les *Faboideae* sont des herbes, des lianes, parfois des arbres ou arbustes, rarement épineux. La plupart des espèces ont des nodules racinaires contenant des bactéries symbiotiques (*Rhizobium*) fixant l'azote atmosphérique. Les feuilles, généralement alternes, sont composées pennées, souvent trifoliolées, rarement simples. Elles portent des stipules et des stipelles (parfois caduques), rarement modifiés en épines, en feuilles (*Lathyrus* L.) ou en vrilles (*Vicia* L.). L'inflorescence est en racème, en panicule ou en épis. La fleur : 5 S / 5 P / 10 St / 1 C, est cyclique, hétérochlamyde, dialypétale, zygomorphe papilionacée, diplostémone, mona- ou diadelphes, hypogyne, monocarpellée, bisexuée. Les sépales sont plus ou moins soudés en tube bilabié. Les pétales à préfloraison vexillaire, sont organisés en un étendard (pétale supérieur), deux ailes (pétales latéraux) et une carène issue de deux pétales soudés (inférieurs). Les étamines diadelphes sont parfois monadelphes, soudées par leur filet (parfois nectarifères à la base) autour de l'ovaire avec des anthères à déhiscence longitudinale. Souvent un anneau nectarifère est observé autour de l'ovaire. L'ovaire est supère à carpelle unique ; le style et le stigmate sont terminaux ; la placentation est marginale. On observe deux ou trois ovules, généralement campylotropes, bitégumentés.

Le fruit est une gousse ou légume (follicule issu d'un seul carpelle, déhiscent par deux valves, ventrale et dorsale), de forme linéaire, cylindrique ou oblongue, turgide, plus rarement petite et globuleuse ou subglobuleuse, parfois fortement aplatie ou falciforme ou subtriquête, cloisonnée entre les graines. La graine est globuleuse ou cubique par compression à court funicule, sans arille et sans albumen, présentant de la canavoline (acide aminé non protéique) ; l'embryon est courbe.

Des travaux antérieurs de Hepper in Hutchinson et Dalziel (1958), Berhaut (1976), Geerling (1983) et Arbonnier (2002) nous ont permis d'élaborer deux clés de déterminations : une clé des tribus de la sous-famille des *Faboideae* de la flore du Sénégal et une autre clé pour les genres de la tribu des *Galegeae*.

Clé des tribus de la sous-famille des *Faboideae* (*Papilionoideae*):

Le caractère libre des étamines permet de discriminer la tribu des *Sophoreae* par rapport autres tribus de la sous-famille des *Faboideae*. La forme articulée de la gousse de la tribu des *Hedysareae* est un caractère qui permet de distinguer cette unité taxonomique par rapport aux autres tribus à gousses non articulées. Dans cette clé, la tribu des *Galegeae* se caractérise par la variabilité des traits de caractères de ses organes : feuilles (feuilles simples, feuilles bifoliolées, trifoliolées, uniquement pennées, pennées comportant deux feuilles simples, avec

présence ou absence de stipelles), fleurs solitaires ou regroupées en inflorescences (racèmes, panicules).

1. Etamines libres ou à peine soudées à la base ; 5 pétales ; arbres, arbustes ; feuilles imparipennées ; folioles entières ; fruit parfois drupacé**I. *Sophoreae***

1'. Etamines généralement soudées en un tube ou une gaine :

2. Gousse non articulée :

3. Arbres, arbustes ou lianes:

4. Fruit indéhiscent ; feuilles 3- foliolées – imparipennées ou rarement simples, souvent Avec des stipelles.....**II. *Dalbergieae***

4'. Fruit déhiscent :

5. Feuilles composées pennées ; anthères habituellement uniformes.....**III.*Galegeae***

5'. Feuilles digitées à 3-foliolées ; anthères habituellement de 2 sortes ; étamines complètement monadelphes**IV..... *Genisteae***

3'. Herbes érigées, décombantes ou dressées ou sous-ligneux

6. Feuilles composées imparipennées :

7. Stipelles absentes:

8. Etamines complètement monadelphes ; anthères habituellement de 2 sortes ; feuilles à 3-folioles ; folioles entières.**IV*Genisteae***

8'. Etamines diadelphes (la plupart du temps 9 et 1) :

9. Folioles entières, les poils médifixes principalement, et glandes pointillées dessous:

10. Inflorescence solitaire, en racèmes ou en panicules ; étamines filamenteuses, non élargies à l'apex **III *Galegeae***

10'. Inflorescence en ombelle ; feuilles digitées 3-foliolées, stipules foliacées, étamines souvent élargies à l'apex..... **V *Loteae***

9'. Folioles dentées, digitées, des poils basifixes, pas de glandes pointillées **VI. *Trifolieae***

7'. Stipelles présentes :

11. Ovaire non entouré par un disque ; arbustes, herbes érigées ou étalées ; feuilles composées pennées ou feuilles simples ; les poils naviculaires médifixes, **III.....*Galeageae***

11'. Ovaire entouré par un disque ; herbes décombantes, feuilles à 3 folioles, rarement à 5 folioles ou à feuilles simples ; les poils non médifixes **VII *Phaseoleae***

6'. Feuilles composées paripennées ; inflorescence axillaire ; plantes herbacées volubiles..... **VIII*Vicieae***

2'. Gousse articulée, resserrée entre les graines et se cassant transversalement en articles à

Une graine ; stipelles parfois présentes.....I X..... **Hedysareae**

Le genre *Indigofera* appartient à la tribu des *Galeageae* dont la clé d'identification des genres est la suivante:

1 Poils simples basifixes sur les feuilles:

2 Racèmes ou panicules terminaux ou opposés à la feuille:

3 Folioles sans stipelles; étamines non axiales au moins soudées vers leur milieu

4 Nervation foliaire presque parallèle; feuilles simples, 3-folioles ou pennées ; étamines non axiales soudées vers leur milieu; inflorescence en racème ou en fascicule12... **Tephrosia**

4' Nervation foliaire non parallèle, feuilles simples, étamines non axiales soudées sur toute leur longueur; herbe prostrée; stipules scarieuses; fleurs glomérulées.....13.... **Melliniella**

3' Folioles avec des stipelles; avec une nervation étendue non parallèle; 3-foliolées ; étamines non axiales libres de bas en haut; pétales presque égaux en longueur; calice 5-lobé; étendard glabre; tige dressée.....14.... **Pseudarthria**

2' Racèmes axillaires:

5 Feuilles pennées, avec de nombreuses folioles; fruit à plusieurs graines, allongé, souvent toruleux15..... **Sesbania**

5' Feuilles pennées, 3 foliolées, dotées de glandes en dessous; fruit à une graine.....16.... **Psorolea**

1' Poils naviculaires médifixes sur les feuilles (les 2 branches parfois très inégales), parfois avec des poils simples basifixes assez présents çà et là ; anthères presque entièrement apiculées ; fleurs généralement rouges :

6 Etamines non axiales libres; étendard généralement pubescent sur la face extérieure:

.....17.....**Indigofera**

6' Etamines non axiales soudées entre elles ; étendard glabre ; inflorescence en racème axillaire court et congestionné ; gousses relativement grandes et dressées présentant 4 côtes18.....**Cyamopsis**

La clé des genres montre que les *Indigofera* sont taxonomiquement proches des *Cyamopsis* par la présence des poils naviculaires, le caractère apiculé des anthères et la couleur de la corolle des fleurs. Les caractères discriminants se situent au niveau des étamines non axiales libres chez *Indigofera* et soudées chez *Cyamopsis*. Le dessus de l'étendard est souvent pubescent chez les taxons du genre *Indigofera*. Chez le genre *Cyamopsis*, l'étendard est glabre.

Le genre *Indigofera* se distingue du genre *Tephrosia* par la présence des poils naviculaires, les étamines non axiales libres, la présence parfois de stipelles foliaires et la nervation foliaire est

pennée. Les organes surtout foliaires des espèces du genre *Tephrosia* à nervation plutôt parallèle, n'ont pas de poils naviculaires, ni de stipelles, mais portent des poils simples basifixes parfois présents chez certains taxons du genre *Indigofera*. Les étamines non axiales sont soudées vers leur milieu et l'inflorescence est racémeuse ou fasciculée chez le genre *Tephrosia*.

1.4. Caractères généraux du genre *Indigofera*

Dans la sous-famille des *Faboideae* de la flore du Sénégal, le genre *Indigofera* est le plus diversifié avec 40 à 48 espèces (tableau 3) selon les auteurs (Hutchinson et Dalziel, 1958 ; Berhaut, 1967, 1976 ; Lebrun, 1973 ; Mugnier, 2008), suivi par *Crotalaria* avec 33 espèces, *Tephrosia* avec 20 espèces, *Vigna* avec 15 espèces, *Desmodium* avec 14 espèces, *Aeschynomene* avec 10 espèces et *Dalbegia* avec 9 espèces.

Quant à la Nouvelle Flore Illustrée du Sénégal (Mugnier, 2008) le nombre des espèces du genre *Indigofera* est de 48. Les quatre taxa nouveaux (*Indigofera atriceps*, *I. cordifolia*, *I. hochstetteri*, *I. longicalyx*) ne sont présents que dans les pays frontaliers du Sénégal.

Tableau 3: Nombre d'espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal

| Documents de référence | Hutchinson et Dalziel (1958) | Berhaut (1967) | Lebrun (1973) | Berhaut (1976) | Mugnier (2008) |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| Nombre d'espèces du genre <i>Indigofera</i> de la flore du Sénégal | 40 | 40 | 40 | 44 | 48 |

Le genre *Indigofera* regroupe des espèces réparties dans les régions tropicales et tempérées chaudes. Il est bien représenté en Afrique tropicale avec 306 espèces (Lebrun et Stork, 1992), 83 espèces en Afrique de l'Ouest (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958), 14 espèces en Egypte (Täckholm, 1974), 41 espèces au Tchad (César et Chatelain, 2019), 45 espèces au Bénin (Akoégniou *et al.*, 2006), 60 espèces au Soudan (Le Houérou, 1991) et 68 espèces au Congo belge (Cronquist, 1954).

Le genre *Indigofera* (Cronquist, 1954) englobe des herbacées, des sous-arbrisseaux et des arbrisseaux.

Les feuilles sont alternes, pennées (imparipennées), plus rarement trifoliolées, bifoliolées ou simples. Les folioles sont alternes, subopposées ou opposées ; stipules généralement grêles, stipelles petites ou absentes.

Les inflorescences sont généralement en racèmes axillaires, parfois capituliformes ou réduites à des fleurs solitaires ou semblent former des panicules par réduction des feuilles sous-tendantes.

Les fleurs sont blanchâtres, rosées, pourpres ou violettes, quelques fois jaunes. Le calice petit, est campanulé ou tubulaire, un peu oblique sur le pédicelle à cinq dents. La dent inférieure est souvent plus grande que les quatre autres. La corolle est généralement petite. Elle se compose d'un étendard ové ou orbiculaire, sessile ou substipité (onguiculé), d'ailes oblongues et un peu adhérentes et d'une carène obtuse, rarement acuminée, gibbeuse ou éperonnée. L'androcée est constitué d'étamines diadelphes dont la vexillaire est libre alors que les neuf autres sont soudées. Le pistil comprend un ovaire sessile, rarement stipité, le plus souvent pluriovulé, rarement avec seulement un ou deux ovules. Cet ovaire supporte un style glabre qui se termine par un stigmate capité (Cronquist, 1954).

Les fruits sont des gousses généralement déhiscentes, linéaires, cylindriques ou quadrangulaires, turgides falciformes ou subtriquètes, parfois plates, cloisonnées entre les graines (Spichiger *et al.*, 2000).

Les graines sont globuleuses ou cubiques par compression, sans arille et sans albumen.

1.5. Ecologie et chorologie des espèces du genre *Indigofera*

Le genre *Indigofera* appartient à la sous-famille des *Faboideae* qui ont une distribution cosmopolite (Spichiger *et al.*, 2000 ; Guignard, 2001). Le genre *Indigofera* qui comprend 700 –750 espèces (Schrire, 2005; Schrire *et al.* 2009 ; Hassen *et al.* 2006), a une distribution pantropicale dont les principaux centres de diversité sont situés en Afrique et au Madagascar avec 550 espèces, dans la région sino-Himalayenne avec 105 espèces, en Australie avec 50 espèces et 45 espèces se retrouvent dans le Nouveau Monde. Le genre *Indigofera* est mieux représenté en Afrique tropicale et australe (Cronquist, 1954; Lebrun et Stork, 2008). La distribution reflète la réponse des espèces aux différentes conditions écologiques (Shukla et Misra, 1994) et cela justifie sa prise en compte dans les études taxonomiques (Schnell, 1971 ; Lémée, 1978 ; Godron, 1994 ; Mbaye, 2002 ; Sarr, 2003 ; Stuessy, 2009). Cette diversité des espèces du genre *Indigofera* qui est estimée à 44 espèces (Berhaut, 1976 ; Bâ et Noba, 2001), est couplée d'une distribution dans divers milieux écologiques du Sénégal.

- *Indigofera arrecta* Hochst. ex A. Rich.

L'espèce *I. arrecta* se rencontre dans les savanes boisées, les champs de culture, les bords de chemins (Berhaut, 1976; Lebrun et Stork, 2008) sur les sols sableux. Elle est signalée en Arabie et au Sud-Est asiatique. C'est une espèce arbustive répertoriée en Afrique en Afrique Occidentale et Centrale (Hutchinson et Dalziel 1958 et 1972 ; Cronquist, 1954) en Afrique Orientale, en Afrique Australe et à Madagascar (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, cette espèce se rencontre dans les lieux habités (Berhaut, 1976) des zones d'affinité soudanienne du Sénégal oriental (Adam 5488) et en Casamance (Diémé 36, 66,86).

- *Indigofera aspera* Poir. ex DC.

C'est une plante herbacée annuelle héliophile (Raynal, 1963) des savanes herbeuses et des savanes arbustives appelées pseudosteppes (Trochain, 1940) sur les terrains sablonneux (Berhaut, 1976) ou sablo-limoneux du Sahel. L'espèce a été répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958) et en Afrique du Nord (Ould Mohamed Vall et al., (2015).

- *Indigofera astragalina* DC.

Cette plante herbacée annuelle est relativement fréquente dans les savanes herbeuses, à la lisière des savanes arbustives, des jachères sur sols sableux, souvent dégradés ouverts. Cette espèce est signalée en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958), en Afrique Centrale et Australe. (Lebrun et Stork, 2008). *I. Astragalina* est une plante herbacée annuelle assez commune au Sénégal. Elle est considérée comme une espèce rudérale et adventice des cultures (Noba et al., 2004 Bassène et al., 2012 ; Bassène et al., 2018 ; Kâ et al., 2019).

- *Indigofera berhautiana* J. B. Gillet

C'est une plante herbacée vivace (Lebrun et Stork, 2008) d'affinité soudanienne sur les terrains sablonneux. *I. berhautiana* n'a été répertoriée qu'en Afrique Occidentale. Au Sénégal, cette plante herbacée préfère les régions d'affinité soudanienne.

- *Indigofera bracteolata* DC.

C'est une herbacée annuelle des savanes herbeuses et des savanes arbustives à arborées. Elle a été répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958), en Afrique Centrale et en Afrique du Nord (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, on la retrouve sur des terres sablonneuses (Berhaut, 1976) d'affinité soudanienne.

- *Indigofera brevifilamenta* J. B. Gillet

L'espèce *Indigofera brevifilamenta* est une plante herbacée annuelle des savanes arborées à arbustives de plateaux latéritiques ou de sols gravillonnaires. Cette espèce est signalée en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958), en Afrique Centrale et Australe (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, cette plante herbacée a été rencontrée dans des zones d'affinité soudanienne du Sénégal Oriental (Camara et al., 2019).

- *Indigofera capitata* Kotschy

L'espèce *Indigofera capitata* est une plante arbustive, buissonnante qu'on rencontre dans des savanes arborées à arbustives de plateaux latéritiques et dans des forêts claires de plateaux sur des sols sablo-argileux. Elle est signalée en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958), en Afrique Centrale et Orientale (Lebrun et Stock, 2008). Au Sénégal, cette

plante se rencontre au Sénégal Oriental et en Casamance (Berhaut, 1976) dans des zones d'affinité guinéenne.

- *Indigofera colutea* (Burm. f.) Merrill

C'est une plante herbacée annuelle des savanes herbeuses sur les sols sablonneux, les abords de terrains anthropisés d'affinité sahélienne. L'espèce *I. colutea* a été répertoriée en Arabie, au Pakistan, en Inde, Sri Lanka, en Indonésie, en Australie et en Amérique (Berhaut, 1976 ; Lebrun et Stork, 2008). Elle est répandue en Afrique Occidentale, en Afrique du Nord (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958 ; Täckholm, 1974), en Afrique Centrale (Cronquist, 1954), en Afrique Orientale et Australe (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, cette plante semble relativement bien distribuée de Dakar à Saint Louis.

- *Indigofera congesta* Welw. ex Bak.

On retrouve cette plante arbustive dans des terrains sablonneux humides et dans les zones rizicoles des régions d'affinité guinéenne (Berhaut, 1976). Cette plante est signalée en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958), en Afrique Centrale, en Afrique Orientale et Australe (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, *I. congesta* semble se confiner en Casamance.

- *Indigofera congolensis* De Wild. & Th. Durand

C'est une plante herbacée annuelle dans des Savanes boisées et forêts claires sur sols sablo-argileux de la zone guinéenne. On la retrouve en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958), en Afrique Centrale et en Afrique Orientale (Cronquist, 1954 ; Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, cette plante a été répertoriée au Sénégal oriental et en haute Casamance (Berhaut, 1976).

- *Indigofera costata* Guill. & Perr.

L'espèce *Indigofera costata* est une plante herbacée des savanes herbeuses sur des terrains calcaires de la zone sahélienne (Berhaut, 1976). Cette espèce a été répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958), en Afrique Centrale (Berhaut, 1976), en Afrique Orientale et Australe (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, cette plante herbacée se rencontre surtout dans les régions de Dakar et de Thiès.

- *Indigofera deigtonii* J. B. Gillet

C'est une plante herbacée annuelle répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958 ; Akoégniou *et al.*, 2006 ; Lebrun et Stork, 2008) dans des terrains rocheux. Au Sénégal, cette plante a été récoltée à Saré Keita en Haute Casamance dans des endroits humides (long d'une vallée rizicole).

- *Indigofera dendroides* Jacq.

C'est une plante annuelle de savanes boisées sur sols argilo-sableux d'affinité soudanienne. On la retrouve en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958 ; Akoégniou *et al.*, 2006 ; Lebrun et Stork, 2008), en Afrique Centrale et Orientale (Lebrun et Stork, 2008). Elle est assez commune au Sénégal (Berhaut, 1976) notamment au Sénégal Orientale et en Casamance (Kâ, 2017) où elle a été répertoriée parmi les adventices du Sorgho. Elle est indicatrice de parcelle jeune ou peu intensifiée (Le Bourgeois et Merlier, 1995).

- *Indigofera diphylla* Vent.

C'est une plante herbacée vivace des terres sablonneuses (Berhaut, 1976) d'affinité sahélienne d'Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958), d'Afrique Centrale (César et Chatelain, 2018) et Orientale (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, elle est assez commune dans les régions de Dakar, de Thiès, de Louga et de Saint Louis.

- *Indigofera elliotii* J. B. Gillet

C'est une plante arbustive de milieux humides des abords du cordon littoral (Berhaut, 1976 ; Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958), sur des sols sablo-argileux. Elle est a été répertoriée uniquement en Afrique Occidentale (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, *I. elliotii* a été répertoriée dans la zone de Sangalkam, près de Dakar.

- *Indigofera garckeana* Vatke

C'est une plante arbustive des savanes boisée de la zone soudanienne sur sols argilo-sableux Au Sénégal, elle se retrouve au Sénégal Oriental (Berhaut, 1976). Cette plante à tiges quadrangulaires a été répertoriée en Afrique Occidentale, en Afrique Centrale et Orientale (Lebrun et Stork, 2008).

- *Indigofera geminata* Bak.

C'est une plante herbacée des plateaux cuirassés (Berhaut, 1976 ; Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958). Au Sénégal, cette plante ne se rencontre qu'au Sénégal Oriental. Elle a été signalée uniquement en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958 ; Lebrun et Stork, 2008).

- *Indigofera heudelotii* Benth. ex Bak.

C'est une plante arbustive des lieux humides. Au Sénégal, cette espèce a été signalée en Casamance (Berhaut, 1976). Elle est aussi signalée uniquement en Afrique Occidentale (Lebrun et Stork, 2008).

- *Indigofera hirsuta* L.

C'est une plante herbacée annuelle héliophile (Merlier et Montégut, 1982) fréquente dans les sols sablonneux temporairement humides. Elle est considérée comme adventice commune

dans les champs de culture (Le Bourgeois et Merlier, 1995) Lebrun et Stork, 2008). *I. hirsuta* est signalée en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958), en Afrique Centrale, en Afrique Orientale et Australe. Elle est présente en Asie et en Australie (Lebrun et Stork, 2008). Elle a été qualifiée de plante paléotropicale (Raynal, 1963).

- *Indigofera leprieurii* Bak. f.

C'est une plante herbacée annuelle des terrasses alluviales (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, on la rencontre au Sénégal Oriental et dans le sud du Saloum (Berhaut, 1976). Elle se retrouve surtout en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958 ; Lebrun et Stork, 2008) mais aussi en Afrique Centrale (Cronquist, 1954).

- *Indigofera leptoclada* Harms

C'est une plante herbacée vivace que l'on trouve dans des savanes herbeuses et des savanes arbustive de plateaux cuirassés (Berhaut, 1976 ; Lebrun et Stork, 2008). Elle semble se confinée au niveau des contreforts du massif du Fouta Djalon en Afrique Occidentale. Au Sénégal, elle est localisée au Sénégal Oriental.

- *Indigofera macrocalyx* Guill. & Perr.

C'est une plante herbacée annuelle des savanes boisées, des champs de culture de zone soudanienne, sur des sols sablo-argileux et sur des sols gravillonnaires de plateaux. *I. macrocalyx* est relativement bien distribuée en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958) et de façon sporadique en Afrique Centrale (Lebrun et Stork, 2008). C'est aussi une adventice des champs de culture (Noba, 2002 ; Mbaye, 2013 ; Bassène, 2014 ; Kâ, 2017).

- *Indigofera macrophylla* Schmach.

Cette espèce est un arbuste sarmenteux qui se rencontre aux abords des galeries forestières (Berhaut, 1976) et de palmeraies à *Elaeis guineensis*. Elle a été répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958) et en Afrique Centrale (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, elle se rencontre dans des zones d'affinité guinéenne sur des sols limoneux et des sols sablo-argileux. Cet arbuste sarmenteux est signalé dans les Niayes (Raynal, 1963 ; Ilboudo, 1976).

- *Indigofera microcarpa* Desv.

C'est une plante herbacée vivace qui est signalée en Amérique et à Madagascar. Elle a été répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson et Dalziel et Keay, 1958 ; Lebrun et Stork, 2008), en Afrique Orientale et Australe et dans l'océan indien (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, cette espèce de lieux humides ne se rencontre dans le walo, dans le delta du fleuve Sénégal (Berhaut, 1976 ; Mballo, 2018).

- *Indigofera nigrifolia* Hook. f.

C'est une plante herbacée annuelle qui fréquente le bord des cours d'eau, des galeries forestières et les terres inondables (Berhaut, 1976). Cette plante est répertoriée en Afrique Occidentale et en Afrique Centrale (Cronquist, 1954 ; Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, *I. nigrifolia* a été collectée dans des sites d'affinité guinéenne à soudano-guinéenne du Sénégal Oriental et en Haute Casamance.

- *Indigofera nummulariifolia* (L.) Livera ex Qlston

C'est une plante herbacée annuelle des lieux humides (vallées, rizières, etc.). *I. nummulariifolia* est répertoriée en Asie (Indes, Indochine). Elle est présente en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958), en Afrique Centrale (Cronquist, 1954 ; Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, cette espèce se rencontre dans le Saloum, au Sénégal Oriental, et surtout en Casamance.

- *Indigofera oblongifolia* Forssk.

Cette espèce est une plante arbustive des pseudostepes (Trochain, 1940) sur des sols hydromorphes, argileux et saumâtres (fleuve, tanns) des régions arides sahéliennes. On retrouve cette espèce en Arabie, en Inde et en Extrême-Orient (Berhaut, 1976). Cette espèce est répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958 ; Berhaut, 1976 ; Akoègniou *et al.*, 2006), en Afrique Centrale (Berhaut, 1976 ; César et Chatelain, 2019), en Afrique du Nord (Täckholm, 1974), en Afrique Orientale et Australe (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, *I. oblongifolia* se retrouve dans les lieux saumâtres de la région du Fleuve et des tanns de Bargny dans la région de Dakar (Berhaut, 1976).

- *Indigofera paniculata* Vahl ex Pers.

C'est une plante herbacée annuelle qui fréquente les terres humides, le bord des marécages et des galeries forestières (Berhaut, 1976). On la retrouve en Afrique Occidentale, en Afrique Centrale (Lebrun et Stork, 2008 ; César et Chatelain, 2019), en Afrique Orientale et Australe (Lebrun et Stork, 2008). *Indigofera paniculata* se rencontre au Sénégal Oriental et en Casamance.

- *Indigofera parviflora* B. Heyne ex Wight & Arn.

C'est est une plante herbacée annuelle poussant dans des savanes herbeuses, des parcs arbustifs urbains et considérée comme un adventice des champs de culture en zone sahélienne. Elle a été répertoriée en Afrique Occidentale, en Afrique Centrale, en Afrique Orientale et Australe (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, cette plante se rencontre facilement dans la presqu'île du Cap Vert entre Sébikotane et Mbao (Berhaut, 1976).

- *Indigofera pilosa* Poir.

C'est une plante herbacée annuelle des steppes et savanes dégradées soudano-sahéliennes sur des sols sableux (César et Chatelain, 2019). C'est une adventice des cultures annuelles des sols alluviaux ou des zones de bas-fonds (Le Bourgeois et Merlier, 1995) Elle a été répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958 ; Berhaut, 1976 ; Akoégniou et *al.*, 2006), en Afrique Centrale (Lebrun et Stork, 2008 ; César et Chatelain, 2019) et Orientale. *I. pilosa* est signalée en Angola (Berhaut, 1976).

- *Indigofera polysphaera* Bak.

Ce taxon spécifique est une plante herbacée annuelle d'affinité guinéenne que l'on trouve dans des savanes herbeuses des abords de cours d'eau. Cette plante a été répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958) et en Afrique Centrale (Cronquist, 1940 ; Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, *I. polysphaera* a été collectée à Kolda (Adam sn).

- *Indigofera priureana* Guill. & Perr.

C'est une plante herbacée annuelle des savanes arborées à arbustives sur des sols sablo-argileux des zones soudaniennes. *I. priureana* a été signalée en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958), en Afrique Centrale (Cronquist, 1940 ; César et Chatelain, 2019) et en Afrique Orientale (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, l'aire de répartition de l'espèce va de Kaolack vers l'Est, vers la Gambie et vers le Ferlo (Berhaut, 1976).

- *Indigofera pulchra* Willd.

C'est une plante herbacée vivace des savanes arbustives sur des sols sableux des Niayes et des savanes boisées des bords de cours d'eau sur sols argilo-limoneux de la zone soudanienne. *I. pulchra* a été répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958), en Afrique Centrale (Cronquist, 1954 ; César et Chatelain, 2019), en Afrique Orientale et Australe (Lebrun et Stork, 2008). *I. pulchra* est répandue dans tout le Sénégal, dans les Niayes (Raynal, 1963), mais elle semble préférer les plateaux cuirassés appelés *bowé* du Sénégal Oriental (Berhaut, 1976).

- *Indigofera secundiflora* Poir.

C'est une plante herbacée annuelle des savanes arbustives à arborées sur des sols gravillonnaires à cuirasse latéritique, et des savanes herbeuses sur des sols sableux dans les jachères de la zone soudanienne. C'est une espèce répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958), en Afrique Centrale (Cronquist, 1954), en Afrique Orientale et Australe (Lebrun et Stork, 2008).

- *Indigofera senegalensis* Lam.

C'est une plante herbacée annuelle des savanes herbeuses, des steppes et des savanes arbustives sur sols argilo-sableux un peu partout dans la zone sahélienne. Son aire de répartition traverse l'Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958 ; Berhaut, 1976), atteint l'Afrique Centrale (César et Chatelain, 2019) et l'Afrique du Nord (Feniane et al. 2007). Elle se rencontre assez communément au Sénégal (Berhaut, 1976).

- *Indigofera sessiliflora* DC.

Cette espèce est une plante herbacée annuelle des savanes herbeuses sur des sols sablo-limoneux, des sols de sable dunaire des régions sahéliennes. Cette espèce des zones arides est signalée en Arabie, en Indes et au Pakistan (Lebrun et Stork, 2008). Elle est répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958), en Afrique du Nord (Täckholm, 1974, en Afrique Centrale et en Afrique Orientale (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, cette espèce se rencontre surtout dans les terres walo de la région du Fleuve (Berhaut, 1976).

- *Indigofera simplicifolia* Lam.

C'est une plante herbacée annuelle que l'on trouve dans des Savanes boisées et terrains vagues dégradés ouverts sur sols sablo-argileux un peu partout en zone soudanienne, le long des rives de cours d'eau et de mares. *I. simplicifolia* est répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958 ; Akoègniou et al. 2006), en Afrique Centrale (Cronquist, 1954 ; César et Chatelain, 2019), en Afrique Orientale et Australe (Lebrun et Stork, 2008). Cette plante fréquente la partie orientale du Sénégal (Berhaut, 1976).

- *Indigofera spicata* Forssk.

L'espèce *Indigofera spicata* est une plante herbacée vivace (Cronquist, 1954 ; Akoègniou et al. 2006) des galeries forestières et des palmeraies à *Elaeis guineensis* (mares, lacs, rivières, fossés humides) sur des sols argilo-sableux de la zone guinéenne. Elle est signalée à Madagascar et aux Iles Maurice, aux Philippines et en Indonésie (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958 ; Berhaut, 1976 ; Lebrun et Stork, 2008). Cette plante est présente en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958), en Afrique Centrale (Cronquist, 1954), en Afrique Orientale et Australe (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, l'espèce a été répertoriée dans les Niayes (Raynal, 1963) mais aussi au Sénégal Oriental (Gué de Damantan).

- *Indigofera stenophylla* Guill. & Perr.

C'est une plante annuelle héliophile des savanes arbustives à arborées des régions soudanienne et sahélo-soudanienne sur des sols ferrugineux et des sols sablo-argileux peu profonds de pentes rocailleuses. Elle est signalée en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay 1958 ; Akoègniou et al., 2006) et en Afrique Orientale (Lebrun et Stork, 2008). *I.*

stenophylla se rencontre dans la partie orientale du Sénégal, à partir de Kaffrine (Berhaut, 1976).

- *Indigofera subulata* Vahl,

C'est une plante herbacée vivace des endroits humides comme les abords de galeries forestières et de mares sur des sols limono-argileux. Elle a été répertoriée en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay 1958), en Afrique Centrale, en Afrique Orientale, en Afrique Australe et dans l'Océan indien. Au Sénégal, *I. subulata* se rencontre dans des régions d'affinité guinéenne et dans le Niayes (Raynal, 1963).

- *Indigofera suffruticosa* Mill.

C'est une plante arbustive des parcs publics, des sentiers urbains, sur sols sableux et argilo-sableux de la zone soudanienne. Originnaire d'Amérique, elle est présente en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay 1958), en Afrique Centrale (Cronquist, 1954), en Afrique Australe (Lebrun et Stork, 2008) et à Madagascar (Berhaut, 1976).

- *Indigofera terminalis* Bak.

Ce taxon est une plante arbustive des savanes arbustives sur les plateaux à dalle latéritique appelé *bowé* de la zone soudanienne. Elle a été répertoriée uniquement en Afrique Occidentale (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, *I. terminalis* n'est signalée qu'au Sénégal Oriental (Berhaut, 1976).

- *Indigofera tinctoria* L.

C'est une plante arbustive de savanes herbeuses et de savanes arbustives sur des sols légers sableux de la zone sahélienne. *I. tinctoria* a été répertoriée au Sri Lanka, en Malaisie, en Indochine, aux Philippines, en Nouvelle Guinée et en Australie. Elle serait originaire des Indes et serait introduite en Amérique tropicale et à Madagascar (Lebrun et Stork, 2008). Cet arbuste signalé en Afrique Occidentale (Hutchinson, Dalziel et Keay 1958), en Afrique Centrale (César et Chatelain, 2019) et Orientale, et en Afrique Australe (Lebrun et Stork, 2008). Au Sénégal, la plante se rencontre surtout aux environs des lieux habités (Berhaut, 1976).

- *Indigofera trichopoda* Lepr. ex Guill. & Perr.

C'est une plante herbacée annuelle des savanes herbeuses et des savanes arbustives de plateaux cuirassés. Elle se rencontre en Afrique Occidentale et en Afrique Centrale ((Lebrun et Stork, 2008). Cette plante herbacée se rencontre dans les terrains latéritiques de la partie orientale du Sénégal (Berhaut, 1976).

- *Indigofera* sp

C'est une plante herbacée annuelle des savanes arbustives à arborées sur des sols gravillonnaires de plateaux. Elle a été rencontrée au Sénégal Oriental d'abord dans les environs de Sabodala puis près du poste des agents des parcs de Diénoudiala et dans les environs du village de Mako.

1.6. Utilités des espèces du genre *Indigofera*

Le monde végétal constitue une source d'approvisionnement en nourriture, en médicaments, en fibres, en matériaux de construction, etc., pour les populations rurales en Afrique au sud du Sahara. Les plantes fournissant ces produits font l'objet de classifications vernaculaires basées sur des noms et des concepts locaux (Spichiger *et al.*, 2000). Cette taxonomie populaire utilise des caractères tels que l'usage le plus courant, l'odeur que dégage les organes de la plante, le port de la plante, la forme d'un organe, etc. Ces classifications empiriques sont des sources précieuses d'informations sur les usages médicaux et autres formes d'utilisations traditionnelles des plantes.

1.6.1 Importance agronomique des espèces du genre *Indigofera*

Considérées comme engrais vert, certaines Légumineuses dont des espèces du genre *Indigofera*, constituent une alternative à l'utilisation d'engrais chimiques (Sarr R.S., 2003). C'est le cas de *I. paniculata*, *I. suffruticosa*. Ces Légumineuses permettent la fixation de l'azote atmosphérique suite à une association symbiotique avec des bactéries du genre *Rhizobium* et ainsi de relever le niveau de fertilité des sols. D'autres espèces du genre *Indigofera* sont des plantes de couverture (Berhaut, 1976 ; Diédhiou, 1998 ; Jansen *et al.* 2005 ; Akoègniou *et al.* 2006) comme *Indigofera arrecta* et *I. oblongifolia*. *I. diphylla*, *I. spicata* et *I. subulata* sont utilisées comme plantes de couverture selon ces mêmes auteurs. En plus de leur association symbiotique bactérienne, des capacités de mycorhization des espèces du genre *Indigofera* sont avérées (Kane, 2014). L'indigotier dispose également de propriétés nématicides (Rhoades, 1976 ; Miller et Ahrens, 1969), insecticides et insectifuges (Berhaut, 1976 ; Jansen *et al.*, 2005).

Des espèces du genre *Indigofera* considérées comme des adventices de culture sont relativement nombreuses à travers plusieurs études (Le Bourgeois et Merlier, 1995 ; Noba et Bâ, 1998 ; Noba, 2002 ; Bassène, 2012 ; Mbaye, 2013 ; Mballo, 2018 ; Kâ, 2019). On peut citer principalement *Indigofera aspera*, *I. astragalina*, *I. colutea*, *I. dendroides*, *I. hirsuta*, *I. macrocalyx*, *I. nummulariifolia*, *I. pilosa*, *I. pulchra*, *I. secundiflora*, *I. sessiliflora* et *I. stenophylla*.

1.6.2 Importance environnementale des espèces du genre *Indigofera*

La restauration est possible pour des terres dégradées ayant conservé leur potentiel de régénération, par protection ou par mise en repos temporaire (Grouzis, 1988 ; Matty et Diatta, 1999). Cependant pour des terres fortement dégradées dont la régénération naturelle est rendue impossible, le retour à des écosystèmes productifs nécessite l'intervention humaine : c'est la réhabilitation (Grouzis, 1988 ; Aronson *et al.* 1993). Les espèces exotiques «dites à croissance rapide» utilisées, se sont avérées en général inadaptées aux conditions écologiques des zones d'introduction (Sall *et al.*, 1991 ; Bernhard et Reversat, 1988). Des taxa autochtones plus adaptés aux faibles disponibilités en eau et en azote des sols soudano-sahéliens, notamment les Légumineuses ont été préconisés (Grouzis, 1991) comme *Indigofera diphylla*, *I. oblongifolia*, *I. tinctoria* et *I. pulchra*.

Dans les programmes de lutte contre la dégradation de l'environnement (Grouzis, 1991; Diédhiou, 1994), l'utilisation de Légumineuses autochtones plus adaptées aux faibles disponibilités en eau et en azote des sols soudano-sahéliens est conseillée. Les Légumineuses pérennes sont considérées comme "clefs de voûte" dont la réintroduction dans un écosystème dégradé faciliterait le rétablissement des autres espèces autochtones (Bradbury, 1990; Coughenour, *et al.*, 1989; Aronson *et al.*, 1993 ; Vincke et Diédhiou 1995).

1.6.3. Importance fourragère des espèces du genre *Indigofera*

Les difficultés d'une alimentation correcte du bétail en zones tropicales et subtropicales, constituent un des aspects les plus importants de l'élevage dans ces pays, et certainement l'aspect le plus négligé (Martin, 1970). L'herbe fourragère a longtemps été le parent pauvre de la recherche agricole dans les régions tropicales (Martin, 1970), en particulier pour les plantes fourragères du genre *Indigofera*. Les *Indigofera* sont prépondérants dans les fourrages des animaux, car leurs organes sont peu toxiques (Bakasso, 2009). Les Légumineuses fourragères offrent l'avantage de contenir un taux élevé de protéines dans leurs feuilles (fourrage consommé frais ou séché) et dans leurs graines (consommées comme complément alimentaire) selon Pointereau (2001). Les Légumineuses ont généralement une teneur en protéines en moyenne deux fois supérieure aux Graminées (Pointereau, 2001). Le nombre d'espèces fourragères du genre *Indigofera* apparaît relativement élevé (Berhaut, 1976 ; Diédhiou, 1998 ; Akoègniou *et al.*, 2006 ; Ould Mohamed Vall *al.*, 2015). Il s'agit de *Indigofera aspera*, *I. astragalina*, *I. berhautiana*, *I. bracteolata*, *I. colutea*, *I. dendroides*, *I. diphylla*, *I. geminata*, *I. hirsuta*, *I. macrocalyx*, *I. microcarpa*, *I. nummulariifolia*, *I. parviflora*, *I. pilosa*, *I. prieureana*, *I. pulchra*, *I. secundiflora*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. spicata*, *I. stenophylla*, *I. suffruticosa* et *I. tinctoria*. Certaines

espèces comme *I. spicata* sont cultivées pour leur fourrage (Akoègniou *et al.*, 2006). L'espèce *Indigofera hirsuta* est appréciée surtout à l'état juvénile et le bétail est friand de *I. secundiflora* (Diop, 1981). L'espèce *Indigofera hochstetteri* est reconnue comme toxique pour le bétail (Ould Mohamed Vall *et al.*, (2015). L'espèce *Indigofera tinctoria* est considérée comme une plante non appréciée en Inde (Jansen *et al.*, 2005). Cette toxicité pourrait être liée à la présence d'alcaloïdes, d'hétérosides ou de principes cyanogénétiques chez certaines espèces du genre *Indigofera* (UNESCO, 1960).

1.6.4. Importance médicinale des espèces du genre *Indigofera*

Des organes de plantes des espèces du genre *Indigofera* sont utilisés par la médecine traditionnelle en Afrique et au Sénégal en particulier (Bouquet, 1969 ; Kerharo et Adam, 1974 ; Berhaut, 1976 ; Adjanohoun *et al.*, 1980 ; Jansen *et al.*, 2005 ; Akoègniou *et al.*, 2006, Bakasso, 2009 ; Dénou *et al.*, 2017, *etc.*). Les espèces du genre *Indigofera* constituent une source importante de métabolites secondaires (flavonoïdes, roténoïdes et acides phénols) selon Bakasso (2009). Des espèces comme *I. arrecta*, *I. capitata*, *I. congesta*, *I. dendroides*, *I. oblongifolia*, *I. paniculata*, *I. suffruticosa* et *I. tinctoria* semblent les plus sollicitées par la médecine traditionnelle. Des espèces telles que *Indigofera colutea*, *I. macrocalyx*, *I. nigritana* et *I. tinctoria* sont sollicitées dans le traitement du paludisme, de la dysenterie, de dermatoses, des maladies inflammatoires et des hépatites (Bakasso *et al.*, 2009). *Indigofera oblongifolia* a une propriété hépatoprotectrice et des propriétés anti-inflammatoires selon Sharif *et al.*, 2005.

1.6.5. Importance du genre *Indigofera* dans la production de teinture

L'usage de l'indigo extrait principalement des feuilles de plantes du genre *Indigofera* a une longue histoire (Sianard, 2010). A cause de cela, beaucoup de travaux ont été réalisés sur des espèces différentes du genre *Indigofera* (Su *et al.*, 2006 ; Li *et al.*, 2006 ; Henriques, 2005 ; Sharif, 2006 ; Rheman, 2005). Etymologiquement, *Indigofera* viendrait du mot portugais ou espagnol indico, du latin *indicum* qui fait allusion à l'Inde Orientale où les teinturiers européens venaient chercher les feuilles d'indogotier et de *fera* qui signifie «porter» https://fr.wikipedia.org/wiki/Indigofera_suffruticosa#%C3%89tymologie

Les principales espèces tinctoriales sont *Indigofera arrecta*, *I. suffruticosa* et *I. tinctoria*. Des feuilles de *Indigofera nigritana* aussi sont utilisées dans la production de teinture rouge pour le textile (Nacoulma, 1996) et celles de *I. parviflora* dans la préparation de teinture jaune pour les cuirs (Berhaut, 1976).

1.6.6. Autres utilités des espèces du genre *Indigofera*

Du fait que son port soit étalé, *Indigofera nummulariifolia* pourrait servir à faire des «gazons» (Berhaut, 1976). Des rameaux de *Indigofera oblongifolia* et *I. tinctoria* sont utilisés comme des combustibles domestiques dans le Sahel (Diédhiou, 1998). Les plantes de *I. simplicifolia* sont utilisées pour confectionner des balais (Akoègniou *et al.*, 2006).

1.7. Affinités taxonomiques et tendances évolutives des espèces du genre *Indigofera*

Carl Von Linné, considéré comme le père de la taxonomie, a inventé une classification basée sur les différences des organes sexuels : 24 classes selon le nombre, l'assemblage, la longueur des étamines et selon le nombre de styles (Spichiger *et al.*, 2016). C'est une classification artificielle, basée sur un nombre limité de caractères. Ce système artificiel lui a permis de classer tout le matériel botanique à son époque. Pour Linné, la nature vivante était une création divine fixe et définitive.

A la fin du XVIII^e siècle, avec les nombreuses découvertes, certains botanistes pressentent l'existence d'affinités naturelles entre les plantes et recherchent une classification qui reflète le mieux possible cet apparentement. **Pour bien circonscrire un taxon, il faut utiliser un maximum de caractères, contrairement à la classification linnéenne.**

Michel Adanson (1727-1806) a mis en place la première méthode de systématique numérique. Il a établi le principe fondamental de la taxonomie botanique moderne, à savoir que le poids d'un caractère est confirmé *a posteriori* par sa présence, sa constance et sa valeur prédictive et non pas *a priori* (Spichiger *et al.*, 2016). **C'est l'ensemble des caractères qui doit l'emporter lorsqu'il s'agit de délimiter un groupe systématique.**

Lamarck émet l'hypothèse, au début du XIX^e siècle, que les taxons peuvent changer au cours du temps en donnant naissance à de nouveaux groupes. Il ajoute aux piliers traditionnels de la systématique – morphologie, anatomie et milieu - le facteur temps (Spichiger *et al.*, 2016). Le développement des microscopes a permis de grands progrès en cytologie ; l'hérédité a commencé à intervenir dans la systématique.

Charles Robert Darwin révolutionne la pensée naturaliste : de nouvelles espèces sont créées par la sélection naturelle. Les notions d'espèces dynamiques et de lignées d'organismes apparentés dominent désormais la classification. Il impose le concept d'évolution déjà avancé par Lamarck. Le concept phylogénétique, avec Wallace, fut formulé plus clairement.

Adolphe Théodore Brongniart (1801-1876) suggère l'utilisation des formes fossiles, il est le fondateur de la paléobotanique.

Pour Charles E. Bessey (1845 – 1915), la taxonomie doit refléter la séquence évolutive et les interrelations entre chaque taxon.

Certains caractères morphologiques, anatomiques et biologiques sont considérés comme des caractères archaïques (primitifs) ou plésiomorphes et d'autres comme des caractères évolutifs ou apomorphes (Bâ, 1990; Guignard, 2001; Spichiger *et al.*, 2016). Voici quelques indicateurs de phylogénie :

- les plantes annuelles sont considérées comme plus évoluées que les plantes vivaces ;
- une plante à feuilles composées est plus évoluée qu'une plante à feuilles simples ;
- une plante à feuilles composées de nombreuses folioles est moins évoluée qu'une plante à feuilles composées d'un nombre réduit de folioles ;
- les feuilles caduques sont considérées comme plus évoluées que les feuilles persistantes ;
- la disposition opposée ou verticillée des feuilles est un trait de caractères plus évolué que la disposition spiralée ou alterne ;
- la feuille à marge dentée est plus évoluée que la feuille à marge entière ;
- foliole avec des stipelles est plus évoluée qu'une foliole sans stipelles ;
- des fleurs organisées en inflorescence sont considérées comme plus évoluées que les fleurs solitaires (isolées) ;
- des fleurs avec un périanthe à nombreuses pièces sont plus primitives que celles ayant un périanthe à nombre de pièces réduit ;
- la disposition cyclique des pièces du périanthe est plus évoluée que la disposition spiralée ;
- les fleurs à périanthe différencié sont plus évoluées que les fleurs à périanthe homogène ;
- la corolle zygomorphe est plus évoluée qu'une corolle actinomorphe ;
- l'hétérochlamydie est plus évoluée que l'homöochlamydie ;
- la gamo - pétalie, sépalie, carpellie, stémonie est plus évoluée que la dialy - pétalie, sépalie, carpellie, stémonie ;
- l'oligo- (meio-, pauci-) stémonie est plus évoluée que la polystémonie ;
- l'ovaire infère (fleur épigyne) est plus évolué que l'ovaire supère (fleur hypogyne) ;
- un carpelle à 1-2 ovules est plus évolué qu'un carpelle à nombreux ovules.

CHAPITRE 2

**Caractères Chorologiques, Ecologiques
et Ethnobotaniques des Espèces du
Genre *Indigofera* de la Flore du Sénégal**

CHAPITRE 2 : CARACTERES CHOROLOGIQUES, ECOLOGIQUES ET ETHNOBOTANIQUES DES ESPECES DU GENRE *INDIGOFERA* DE LA FLORE DU SENEGAL

2.1. Introduction

Situé à l'extrémité ouest du continent africain et avec une façade maritime de plus de 700 km (MEDD, 2015), Le Sénégal enregistre des différences climatiques entre les régions côtières et les régions continentales. Le territoire sénégalais est sous l'influence de l'alizé maritime, de l'harmattan et de la mousson. On note une grande disparité hydro-climatique entre le nord plus sec sous l'influence du désert saharien et le sud plus humide sous l'influence du climat guinéen de la forêt humide. Le Sénégal est couvert par des zones phytogéographiques d'affinité sahélienne, soudanienne et guinéenne, d'où une diversité d'écosystèmes et d'espèces relativement importante. La flore du Sénégal comprend environ 2500 espèces (Bâ et Noba, 2001) et la famille des *Fabaceae* ou *Leguminosae* représente 16% espèces (Lebrun, 1973). Les *Fabaceae* ont une distribution cosmopolite (Spichiger *et al.*, 2000 ; Guignard, 2001). Le genre *Indigofera* regroupant plusieurs centaines d'espèces dans les régions tropicales et tempérées chaudes, est vraisemblablement le genre mieux représenté en Afrique tropicale et australe (Cronquist, 1954). Ce genre est le plus diversifié de la flore du Sénégal avec 44 espèces, à égalité avec le genre *Cyperus* (Berhaut, 1976 ; Vanden Berghen, 1988 ; Bâ et Noba, 2001).

Ces espèces du genre *Indigofera* colonisent différents habitats. Certaines espèces affectionnent des sols sablonneux (Raynal, 1963 ; Ilboudo, 1976), des sols hydromorphes relativement salés (Diédhiou, 1998), des sols limoneux et argilo-sableux (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958 ; Raynal, 1963), des plateaux cuirassés (Berhaut, 1976), la lisière de la forêt humide, les abords de cours d'eau. On retrouve certaines espèces dans des lieux anthropisés tels que les champs de culture, les jachères, les zones de pâturage. Cette diversité des espèces du genre *Indigofera* est corrélée avec une diversité de formes d'usage de leurs organes.

Malgré cette importance numérique, la répartition géographique, les habitats et l'importance écosystémique des espèces du genre *Indigofera* sont relativement peu documentés au Sénégal et ils ne sont pas pris en compte dans les clés d'identification. En plus, la distribution reflète la réponse adaptative des espèces aux différentes conditions écologiques (Shukla et Misra, 1994) et cela justifie sa prise en compte dans les études taxonomiques (Schnell, 1971 ; Lémée, 1978 ; Godron, 1994 ; Mbaye, 2002 ; Sarr R.S., 2003 ; Stuessy, 2009). La présente étude entre dans le cadre d'une bonne connaissance de l'apport de la distribution, de l'écologie et des usages

des espèces du genre *Indigofera* dans l'identification des taxons ou des groupes de taxons. Il s'agit précisément :

- de documenter la répartition géographique des espèces du genre *Indigofera* dans le monde, en Afrique et au Sénégal en rapport avec les paramètres écologiques ;
- de capitaliser l'importance des espèces du genre *Indigofera* pour le bien-être des populations locales ;
- et surtout de voir la contribution des paramètres chorologiques, écologiques et utilitaires dans la caractérisation des différentes espèces du genre *Indigofera*.

2.2. Matériel et méthodes

2.2.1. Chorologie des espèces du genre *Indigofera*

La répartition géographique à travers le monde, en Afrique et au Sénégal, des espèces du genre *Indigofera*, a été établie sur la base :

- de consultation de flores (Cronquist, 1954 ; Hutchinson et Dalziel, 1958 ; Berhaut, 1967 et 1976 ; Ghazanfar, 1989 ; Akoégniou *et al.*, 2006 ; César et Chatelain, 2019), de monographies et de catalogues (Mabberley, 1990 ; Lebrun, 1973 ; Lebrun et Stork, 2008 ; Lejoly *et al.*, 2010 ; Thiombiano, Schmidt *et al.* 2012), de manuels de Botanique et d'Agronomie (Merlier et Montégut, 1982 ; Le Bourgeois et Merlier, 1995), de différents rapports de travaux de recherche (Raynal, 1961 ; Adjanooun *et al.*, 1989 ; Diédhiou, 1994 et 1998 ; Akpo et Grouzis, 1996 ; Noba *et al.*, 2004 ; Mbaye, 2013 ; Bassène, 2014) ;
- de données des sites internet (Base de données des plantes d'Afrique tropicale www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/ ; jstor_African Plant Initiative plants.jstor.org ; www.mnhn.fr/fr/search/node/), etc. ;
- des informations sur la distribution géographique des espèces du genre *Indigofera* ont été soustraites des indications mentionnées sur les étiquettes des échantillons conservés dans les herbiers DAKAR et IFAN. Il s'agit des coordonnées GPS, et de la localité la plus proche du point de collecte ;
- ces données bibliographiques ont été complétées par nos propres données de terrain. Ces différentes sources de données, vont nous permettre d'établir pour chaque espèce du genre *Indigofera*, la distribution géographique cartographiée au Sénégal.

2.2.2. Ecologie des espèces du genre *Indigofera*

Les conditions écologiques des espèces du genre *Indigofera*, ont été établies également sur la base :

- de consultation de flores (Cronquist, 1954 ; Hutchinson et Dalziel, 1958 ; Berhaut, 1967 et 1976 ; Ghazanfar, 1989 ; Akoégniou *et al.*, 2006 ; César et Chatelain, 2019), de monographies et catalogues (Mabberley, 1990 ; Lebrun, 1973 ; Lebrun et Stork, 2008 ; Lejoly *et al.*, 2010 ; Thiombiano & Schmidt *et al.* 2012), de manuels de Botanique et d'Agronomie (Merlier et Montégut, 1982 ; Le Bourgeois et Merlier, 1995), de différents rapports de travaux de recherche (Raynal, 1961 ; Adjanohoun *et al.*, 1989 ; Diédhiou, 1994 et 1998 ; Akpo et Grouzis, 1996 ; Noba *et al.*, 2004 ; Mbaye, 2013 ; Bassène, 2014) ;
- de données des sites internet (Base de données des plantes d'Afrique tropicale www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/ ; jstor_African Plant Initiative plants.jstor.org ; www.mnhn.fr/fr/search/node/), etc. ;
- Des informations sur l'écologie des espèces du genre *Indigofera* ont été soustraites des indications mentionnées sur les étiquettes des échantillons conservés dans les herbiers DAKAR et IFAN. Il s'agit de l'habitat (type de végétation, nature du sol etc.) ;
- la classification de Raunkiaer (1934) pour la flore tempérée a été adaptée aux régions tropicales et où la saison défavorable correspond à la saison sèche (Trochain, 1966, Lebrun, 1966). Cette classification distingue 6 formes biologiques: les phanéropytes (P) ; les hémicryptophytes (H) ; les géophytes (G) ; les chaméphytes (Ch) ; les thérophytes (T) ; les parasites (Par.).

Les phanéropytes (P) : Plantes ligneuses dont les bourgeons sont situés à plus de 50 cm au-dessus du sol.

Les hémicryptophytes (H) : Plantes vivaces dont les bourgeons sont situés au niveau du sol et dont la partie aérienne meurt durant la saison défavorable.

Les géophytes (G) : Plantes herbacées vivaces dont les bourgeons sont enfouis dans le sol et dont la partie aérienne meurt durant la saison défavorable.

Les chaméphytes (Ch) : Plantes vivaces, ligneuses ou herbacées, dont les bourgeons régénérateurs sont situés à moins de 50 cm au-dessus du sol.

Les thérophytes (T) : Plantes annuelles survivant à la saison défavorable sous forme de graines.

Les parasites (Par.) : plantes qui vivent et se développent au détriment d'une autre plante hôte qui leur fournit tout ou une partie des nutriments.

- Ces données bibliographiques ont été complétées par nos propres données de terrain. Ces différentes sources de données, vont permettre d'établir les conditions écologiques des espèces du genre *Indigofera* au Sénégal.

2.2.3. Utilités des espèces du genre *Indigofera*

Les données ethnobotaniques obtenues proviennent essentiellement des flores (Berhaut, 1976 ; Akoégniou *et al.*, 2006), des manuels de la pharmacopée traditionnelle africaine (Kerharo et Adam, 1974 ; Adjanohoun *et al.*, 1989 ; Bakasso, 2006) ; des travaux botaniques (Ouédraogo, 1996 ; Diédhiou, 1998 ; Jansen *et al.*, 2005 ; Rhoades, 1976 ; Miller et Ahrens, 1969 ; Sianard, 2010 ; Su *et al.*, 2006 ; Li *et al.*, 2006 ; Henriques, 2005 ; Sharif, 2006 ; Rheman, 2005, *etc.*).

Quelques données d'utilisation ont été obtenues auprès des populations vivant dans des sites de prospection. Pour apprécier l'importance des différents usages, le taux d'ethnobotanicité (TE) est calculé. Ce taux est défini comme étant le rapport quantitatif entre les unités végétales taxonomiques connues par le groupe (usages, évocation) et celles présentes dans l'espace ethnofloristique" (Portères 1969-1970 cité par Gautier-Béguin (1992). Ce taux a été calculé selon la formule suivante :

$$TE = \frac{\text{Nb d'espèces pour un usage donné}}{\text{Nb total des espèces étudiées}}$$

2.3. Résultats et discussions

2.3.1. Chorologie des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal dans le Monde en Afrique et au Sénégal

Les observations faites après l'exploitation de l'ensemble des données sur la chorologie des espèces du genre *Indigofera*, sont consignées dans un tableau (annexes). L'analyse du tableau (annexe) permet de connaître leur occurrence dans les différentes régions du monde, d'Afrique et au Sénégal.

2.3.1.1. Dans le monde

Les résultats montrent que seuls 15 taxons sur les 45, ont été répertoriés hors du continent africain :

- seule *Indigofera hirsuta* est présente en Amérique, en Asie et en Australie ;
- des espèces telles que *Indigofera arrecta*, *I. aspera*, *I. astragalina*, *I. colutea*, *I. congesta*, *I. nummulariifolia*, *I. oblongifolia*, *I. parviflora*, *I. spicata*, *I. subulata*, *I. suffruticosa* et *I. tinctoria* sont signalées en Asie tropicale (Proche orient et Indochine) ;
- trois espèces : *Indigofera microcarpa*, *I. subulata* et *I. suffruticosa* en Amérique ;
- trois espèces aussi : *Indigofera colutea*, *I. congesta* et *I. parviflora* en Australie

La majorité des taxons (30/45 soit 66,66%) du genre *Indigofera* au Sénégal sont d'origine africaine (Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958 ; Berhaut, 1976 ; Akoégniou et *al.*, 2006 ; Thiombiano & Schmidt *et al.* 2012). Le reste est constitué principalement par des espèces afro-asiatiques (15,90%), puis afro-asiatiques et australiennes (6,66%), afro-malgaches américaines et asiatiques (4,44%). Les autres sont faiblement représentées (2,22%). Aucune espèce d'affinité européenne ou assimilée n'est présente. Il est possible que ces espèces africaines et afro-asiatiques du genre *Indigofera* soient plus adaptées aux conditions bioclimatiques du Sénégal. La plupart de ces espèces sont localisées en Asie tropicale (Proche orient, Asie du Sud-Est) dans des conditions climatiques assez proches de celles du Sénégal.

Tableau 4: Spectre chorologique des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal dans le Monde

| Affinités chorologiques | Nombre d'espèces | Proportion (%) |
|----------------------------------------------------------|------------------|----------------|
| Espèces africaines (A) | 30 | 66,66 |
| Espèces Afro-asiatiques (As) | 7 | 15,55 |
| Espèces Afro-asiatiques et australiennes (AsAu) | 3 | 6,66 |
| Espèces Afro-malgaches asiatiques et américaines (MAsAm) | 2 | 4,44 |
| Espèces Cosmopolites (Cosm) | 1 | 2,22 |
| Espèces Afro-malgaches et asiatiques (MAs) | 1 | 2,22 |
| Espèces Afro-malgaches et américaines (MAm) | 1 | 2,22 |
| TOTAL | 45 | 100 |

2.3.1.2. En Afrique

L'analyse des résultats (Le tableau 5) montre une assez bonne présence des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal en Afrique centrale, orientale et australe avec respectivement 75,55% ; 44,44% et 42,22%. Par contre, leur présence apparait relativement moins importante en Afrique du nord avec 17,77%. Le plus faible taux se situe dans les archipels de l'Océan indien avec 8,88 %.

Tableau 5: Représentation des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal en Afrique

| Régions d'Afrique | Nombre d'espèces | Taux (%) |
|-------------------|------------------|----------|
| Afrique centrale | 34 | 75,55 % |
| Afrique orientale | 20 | 44,44 % |
| Afrique australe | 19 | 42,22 % |
| Afrique du nord | 8 | 17,77 % |
| Océan indien | 4 | 8,88 % |

2.3.1.3. Au Sénégal

Au Sénégal, les taxons du genre *Indigofera* sont mieux représentés dans les zones soudanienne et guinéenne avec respectivement 19 et 13 espèces. Le plus faible taux est observé dans la zone sahélienne avec 11 espèces. La zone des Niayes est relativement diversifiée avec 18 espèces.

Tableau 6: Représentation des espèces du genre *Indigofera* au Sénégal

| Sénégal | Zones phytogéographiques | Nombre d'espèces | Taux (%) |
|---------|--------------------------|------------------|----------|
| | Zone sahélienne | 11 | 24,44 % |
| | Zone soudanienne | 19 | 42,22 % |
| | Zone guinéenne | 13 | 28,88 % |
| | Zone des Niayes | 18 | 40 % |

Les résultats obtenus montrent que la diversité des espèces du genre *Indigofera* suit un gradient Nord-Sud et permettent de distinguer des groupes selon leur amplitude de distribution. On observe des espèces à large distribution, des espèces à distribution moyenne et des espèces confinées.

✓ Les espèces à large distribution : *Indigofera hirsuta* et *I. astragalina*

I. hirsuta, seule espèce cosmopolite, est répertoriée dans toutes les zones phytogéographiques qui correspondent aux zones climatiques (Figure 2). Cette large distribution pourrait être liée au fait que *I. hirsuta* est considérée comme une adventice des principales cultures vivrières (Merlier et Montégut, 1982 ; Le Bourgeois et Merlier, 1995 ; Noba *et al.*, 2004), mais aussi à la pilosité des gousses qui facilite leur adhérence à la toison des animaux.

I. astragalina est aussi présente dans toutes les zones phytogéographiques du Sénégal. C'est aussi une adventice des cultures et ses gousses ont une pubescence hirsute facilitant leur dissémination par les animaux.

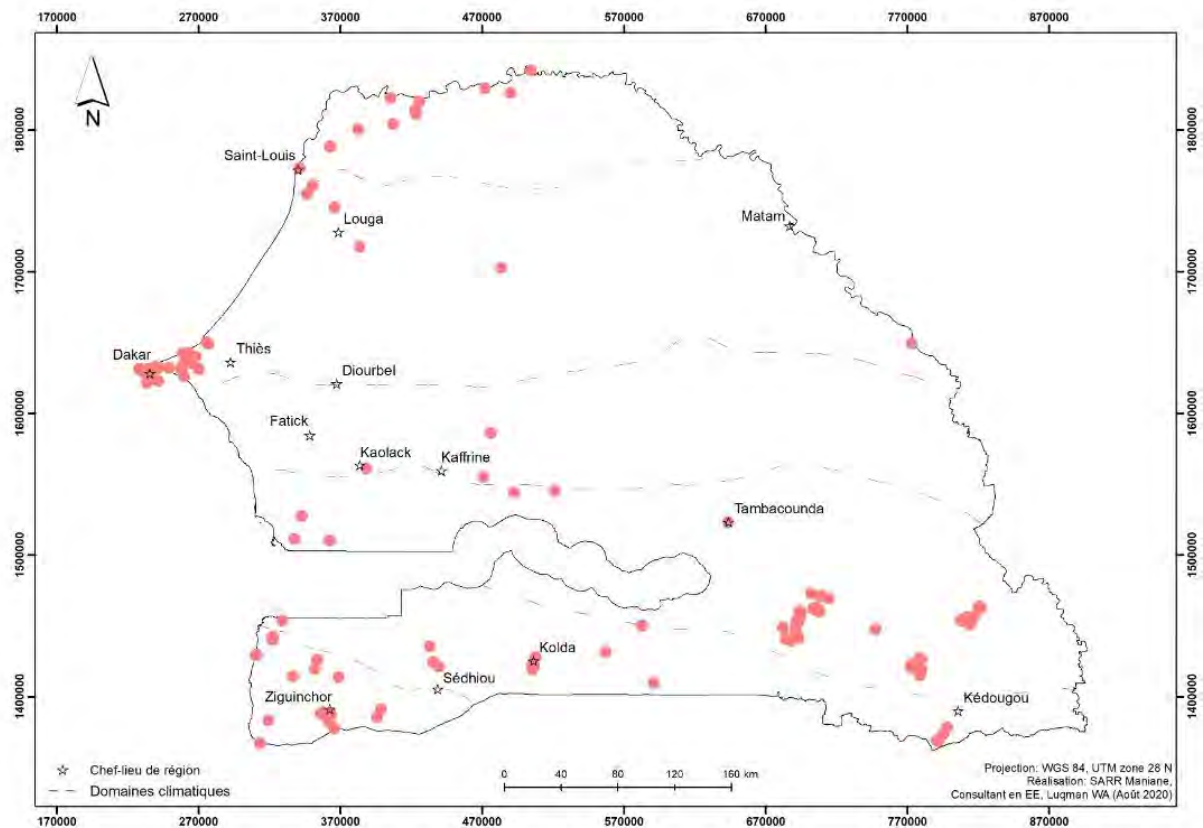


Figure 1: Carte de distribution du genre *Indigofera* au Sénégal

Une carte de distribution du genre *Indigofera* du Sénégal (Figure 1) à travers les zones phytogéographiques, est utilisée pour cartographier la répartition des espèces du genre *Indigofera*.

- ✓ Les espèces à distribution moyenne : *Indigofera arrecta*, *I. capitata*, *I. diphylla*, *I. nummulariifolia*, *I. pilosa*, *I. pulchra* et *I. tinctoria*.

Indigofera arrecta (Figure 7) est signalée dans des zones phytogéographiques d'affinité soudanienne et guinéenne.

I. capitata est répertoriée dans des zones phytogéographiques d'affinité soudanienne et guinéenne (Figure 5).

I. diphylla est présente dans des zones phytogéographiques sahéliennes et soudanienne (Forêt classée de Patako) (Figure 8). Les gousses pubescentes et en forme de faucille militent en faveur de leur dissémination par les animaux.

I. macrophylla (Figure 8) a été observée dans des zones phytogéographiques soudaniennes (Forêt classée de Patako, Parc National du Delta du Saloum) et guinéennes (Ecoparc de Djimbéring, Forêt classée de Djibélor, Kafountine).

I. nummulariifolia est une plante herbacée répertoriée (Figure 2) dans des zones phytogéographiques soudaniennes (Forêt classée de Patako, Sinthiou Malème), soudano-guinéennes (Kolda) et guinéennes (Oussouye, Dianki, Kafountine,). La spinescence des gousses prédispose une dissémination par les animaux.

I. pilosa est présente (Figure 5) des zones phytogéographiques sahéliennes, soudaniennes (Forêt classée de Patako, Niouro du Rip) et soudano-guinéennes (Kolda). La forte pilosité des gousses favorise leur dissémination par les animaux.

I. pulchra est retrouvée (Figure 2) dans des zones phytogéographiques soudaniennes (Forêt classée de Patako, Karang, Parc National de Niokolo koba) et guinéennes (Koubanak, Kafountine).

I. tinctoria est présente (Figure 5) dans les zones phytogéographique d'affinité sahélienne (Forêt classée de Nianing, Forêt classée de Pout, Mbolo Birane, Dioline, Dakar et celles d'affinité soudanienne (Karang, Médina Saba).

✓ Espèces confinées caractéristiques de zones phytogéographiques:

Huit (8) espèces caractéristiques de la zone phytogéographique sahélienne : *Indigofera aspera* (Figure 7), *I. colutea* (Figure 4), *I. costata* (Figure 5), *I. microcarpa* (Figure 2), *I. oblongifolia* et *I. parviflora* (Figure 3), *I. senegalensis* et *I. sessiliflora* (Figure 9).

Seize (16) taxons inféodés aux zones d'affinité soudanienne: *I. berhautiana*, *I. bracteolata*, *I. brevifilamenta*, *I. dendroides*, *I. garckeana*, *I. geminata*, *I. leptoclada*, *I. macrocalyx*, *I. priureana*, *I. secundiflora*, *I. simplicifolia*, *I. stenophylla*, *I. suffruticosa*, *I. terminalis*, *I. trichopoda* et *I. sp.*

Onze (11) taxons confinés dans la zone phytogéographique d'affinité guinéenne : *I. congesta*, *I. congolensis*, *I. deightonii*, *I. elliotii*, *I. heudelotii*, *I. leprieurii*, *I. nigritana*, *I. paniculata*, *I. polysphaera*, *I. spicata* et *I. subulata*.

A l'instar des caryopses des *Poaceae* (Poilecot, 1995), la dissémination des diaspores (gousses et graines) légères et de petite taille des taxons du genre *Indigofera* sont réalisées par les agents naturels que sont le vent et l'eau (*I. aspera*, *I. senegalensis*, *I. trichopoda*). Les gousses à maturité tombent avec des fragments de pédicelles, des dents du calice qui facilitent leur transport. Certaines gousses présentent des dispositions adaptées à l'exozoochorie (Spichiger *et al.*, 2016) telles que les poils (*I. astragalina*, *I. brevifilamenta*, *I. colutea*, *I.*

hirsuta, *I. pilosa*, *I. secundiflora*, etc.), des épines (*I. nummulariifolia*). L'homme participe aussi à la dissémination de ces taxons par ses habits, ses activités agricoles et commerciales.

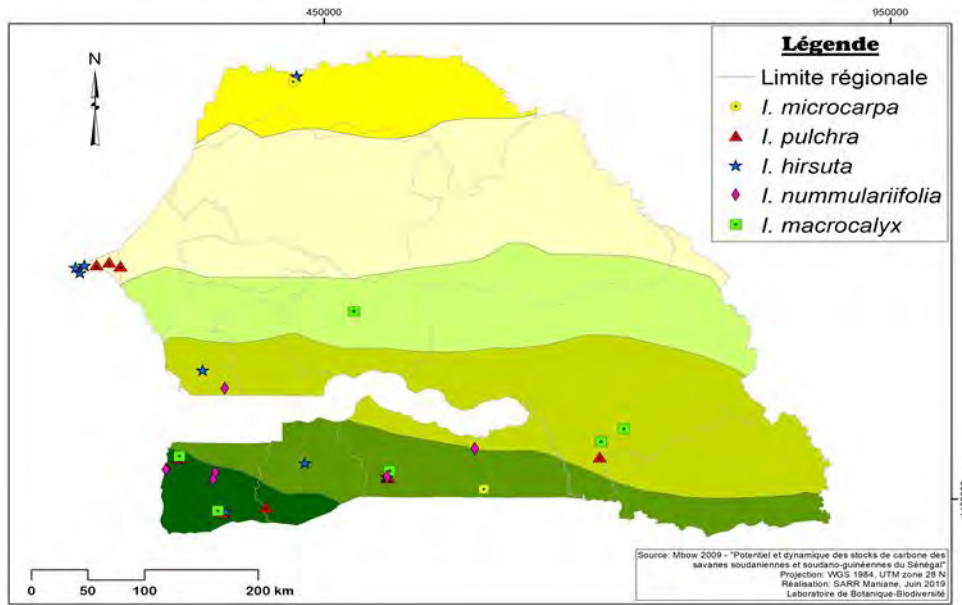


Figure 2 : Distribution *Indigofera microcarpa*, *I. pulchra*, *I. hirsuta*, *I. nummulariifolia*, et *I. macrocalyx* suivant les zones phytogéographiques du Sénégal

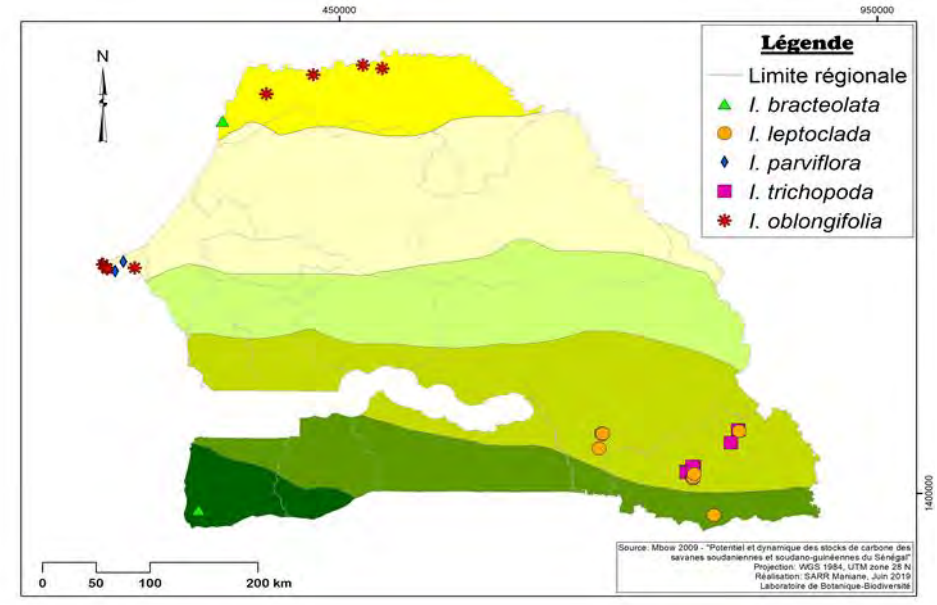


Figure 3 : Distribution *Indigofera bracteolata*, *I. leptocarpa*, *I. parviflora*, *I. trichopoda*, et *I. oblongifolia* suivant les zones phytogéographiques du Sénégal

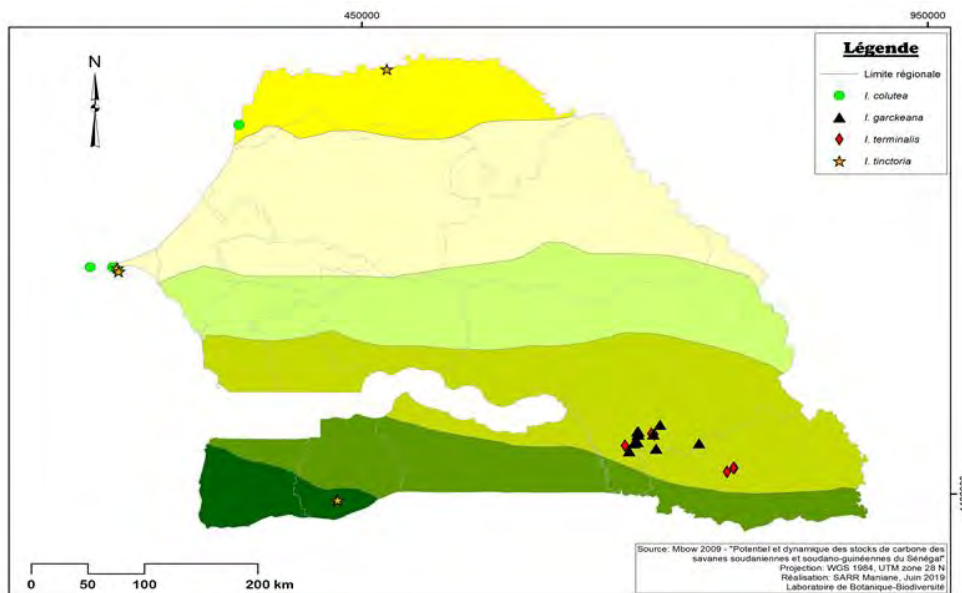


Figure 4 : Distribution *I. colutea*, *I. garckeana*, *I. suffruticosa*, *I. terminalis* et *I. tinctoria* suivant les zones phytogéographiques du Sénégal

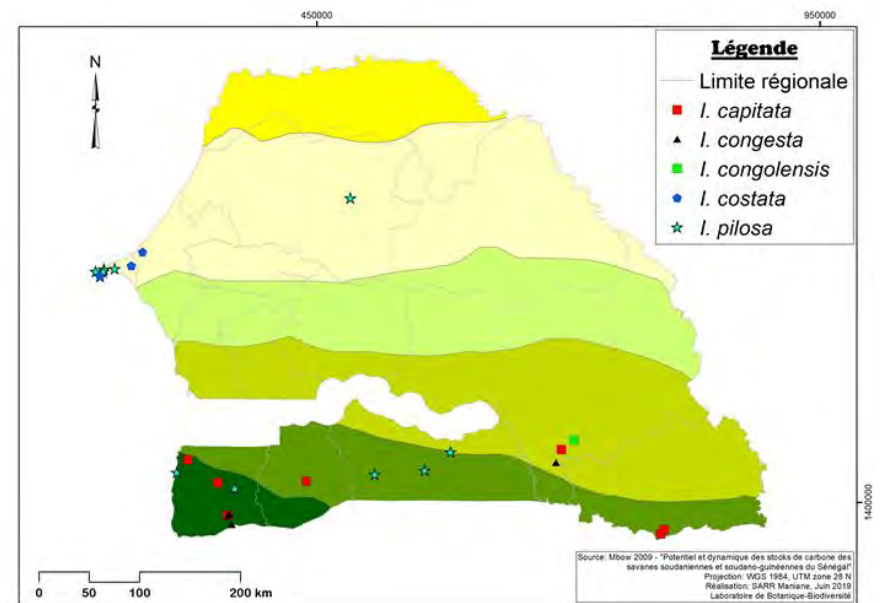


Figure 5 : Distribution *Indigofera capitata*, *I. congesta*, *I. congolensis*, *I. costata*, et *I. pilosa* suivant les zones phytogéographiques du Sénégal

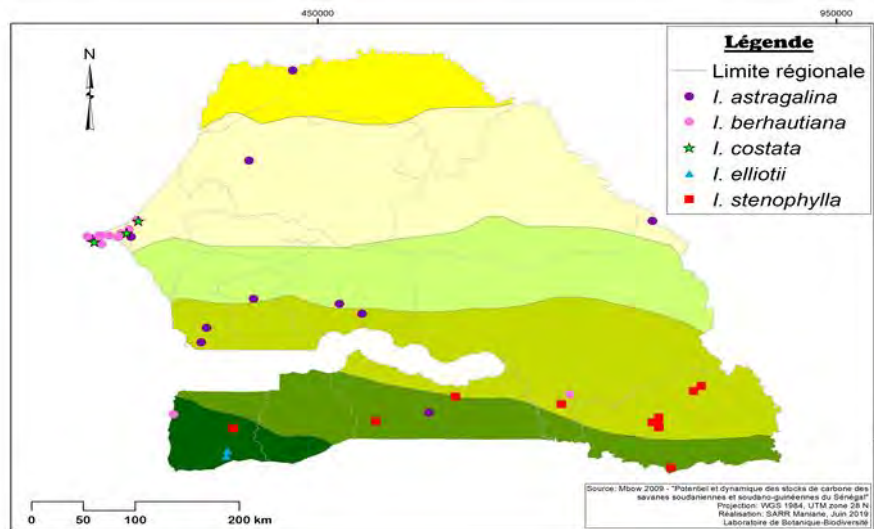


Figure 6 : Distribution *Indigofera astragalina*, *I. berhautiana*, *I. costata*, *I. elliotii* et *I. stenophylla* suivant les zones phytogéographiques du Sénégal

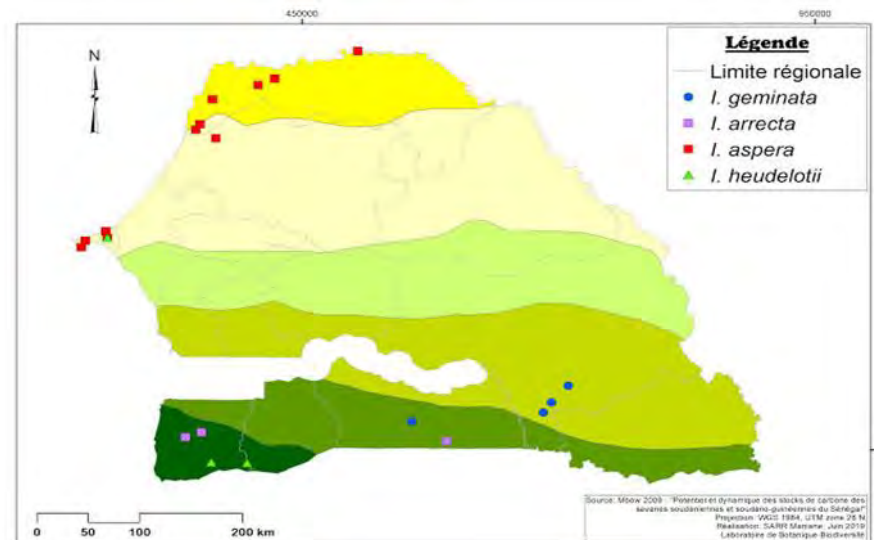


Figure 7 : Distribution *I. arrecta*, *I. aspera*, *I. geminata* et *I. heudelotii* suivant les zones phytogéographiques du Sénégal

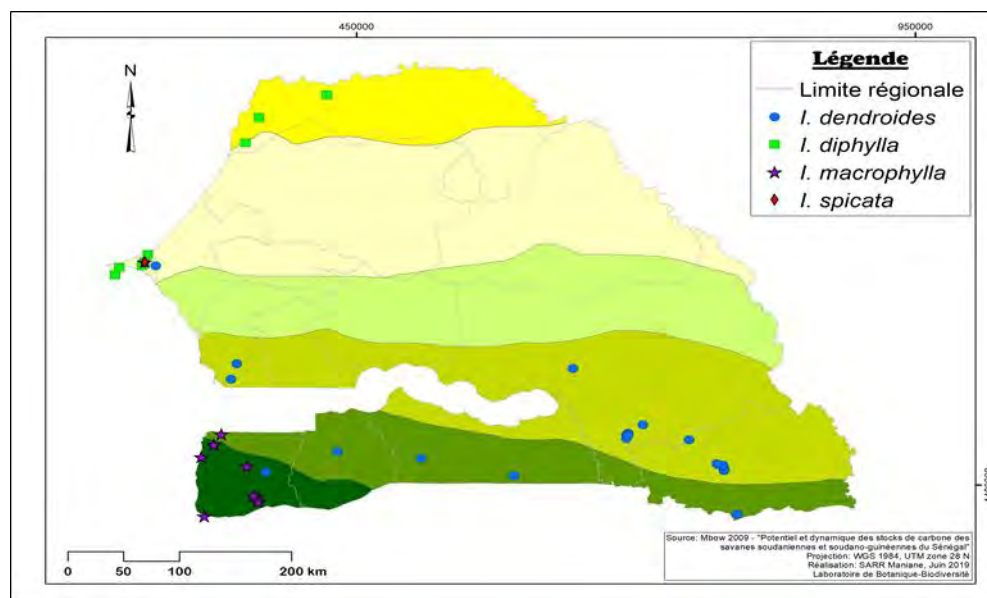


Figure 8 : Distribution des *Indigofera dendroides*, *I. diphylla*, *I. macrophylla* et *I. spicata* suivant les zones phytogéographiques du Sénégal

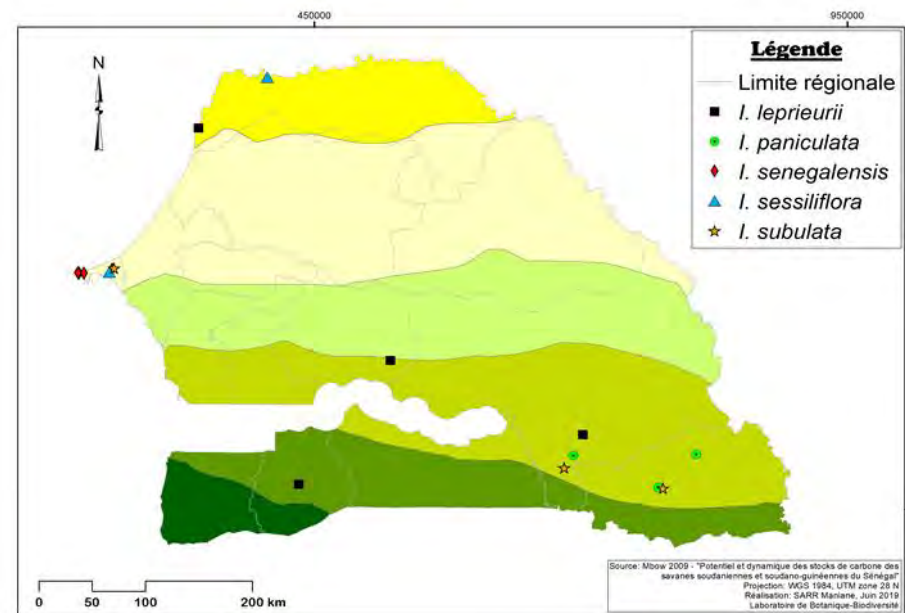


Figure 9 : Distribution *Indigofera lepreurii*, *I. paniculata*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora* et *I. subulata* suivant les zones phytogéographiques du Sénégal

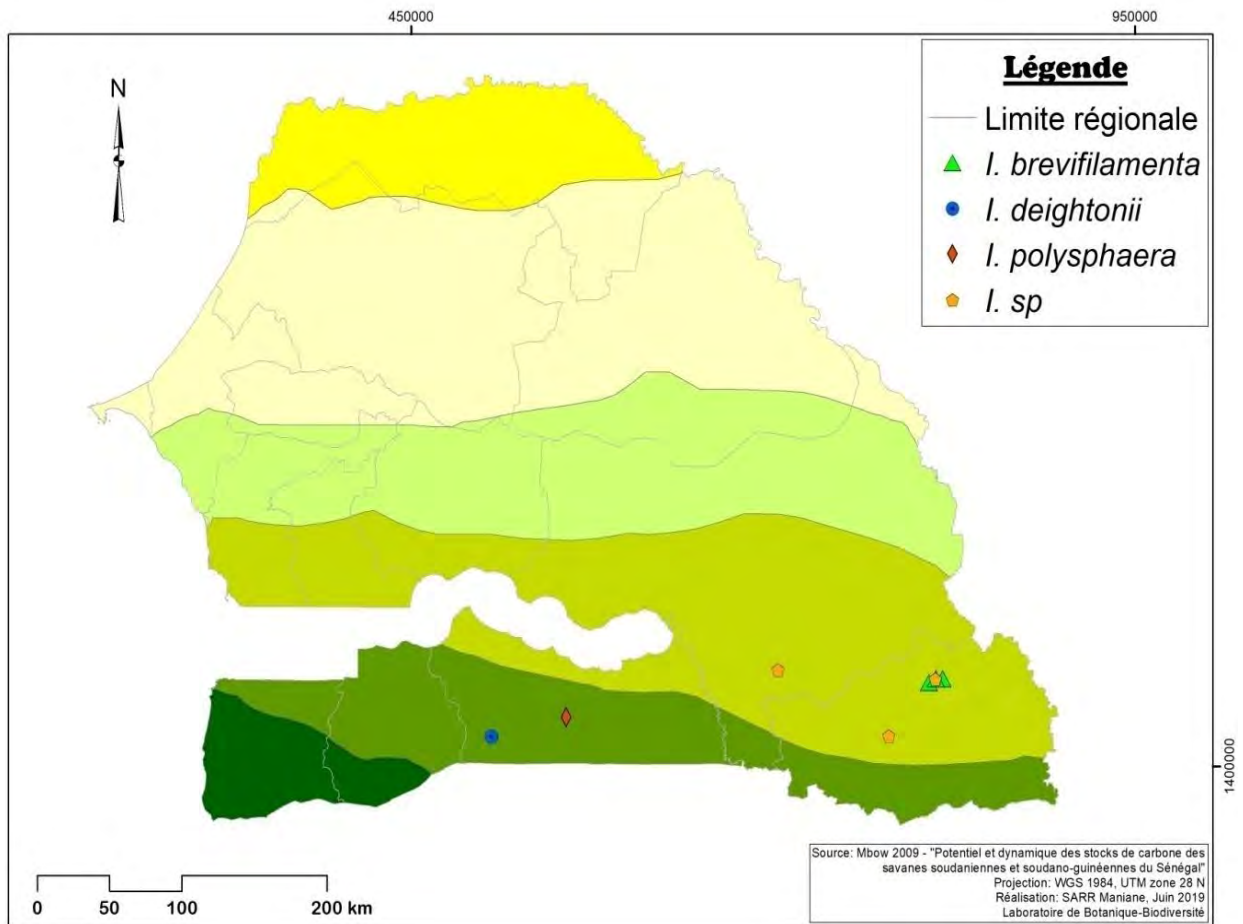


Figure 10 : Distribution des *Indigofera brevifilamenta*, *I. deightonii*, *I. polysphaera* et *I. sp* suivant les zones phytogéographiques du Sénégal

2.3.2. Ecologie des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal

Les paramètres écologiques pris en compte dans la caractérisation des espèces étudiées du genre *Indigofera* sont les suivants:

- le type de climat ;
- les types de végétation ;
- la nature du substrat ;
- le type biologique.

Sur le plan écologique, les résultats indiquent une discrimination des taxons liée au climat, aux types de végétation, au cycle biologique, à la nature du substrat.

- En rapport avec le type de climat, les espèces du genre *Indigofera* au Sénégal sont mieux représentées dans les zones soudanienne et guinéenne avec respectivement 19 et 13 espèces. Par contre, le genre est moins diversifié dans la zone sahélienne avec 11 espèces. La zone sahélienne est définie par les isohyètes 200 et 600 mm, la zone soudanienne par les isoètes 600 et 1000 mm et la zone guinéenne qui reçoit 1100 à 1200 mm de précipitations moyennes annuelles (Trochain, 1940, Mbow, 2009 et Ngom, 2016). Les conditions pluviométriques relativement clémentes dans les zones soudanienne et guinéenne permettent à la fois le développement des taxons annuels et taxons pérennes.
- En rapport avec les habitats, on constate que des taxons du genre *Indigofera* sont liés à des types de végétation. On peut distinguer deux groupes :
 - des taxons savanicoles: *I. arrecta*, *I. aspera*, *I. astragalina*, *I. berthautiana*, *I. bracteolata*, *I. brevifilamenta*, *I. colutea*, *I. costata*, *I. dendroides*, *I. diphylla*, *I. garckeana*, *I. geminata*, *I. hirsuta*, *I. leptoclada*, *I. macrocalyx*, *I. microcarpa*, *I. oblongifolia*, *I. parviflora*, *I. pilosa*, *I. prioureana*, *I. pulchra*, *I. secundiflora*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. stenophylla*, *I. terminalis*, *I. tinctoria*, *I. trichopoda* et *I. sp.* ;
 - des taxons de forêt : *Indigofera capitata*, *I. congesta*, *I. congolensis*, *I. deightonii*, *I. elliotii*, *I. heudelotii*, *I. leprieurii*, *I. macrophylla*, *I. nigritana*, *I. nummulariifolia*, *I. paniculata*, *I. polysphaera*, *I. simplicifolia*, *I. spicata* et *I. subulata*.
- La nature du substrat est un caractère discriminant des taxons du genre *Indigofera*:
 - un taxon qui affectionne les sols calcaires : *Indigofera costata* ;

- des taxons de sols sableux secs: *Indigofera aspera*, *I. astragalina*, *I. berhautiana*, *I. colutea*, *I. diphylla*, *I. hirsuta*, *I. pilosa*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. tinctoria* ;
- des taxons de sols latéritiques des plateaux cuirassés et gravillonnaires : *Indigofera brevifilamenta*, *I. geminata*, *I. leptocarpa*, *I. nigritana*, *I. terminalis* et *I. trichopoda*, *I. sp.* ;
- deux taxons de sols limono-argileux hydromorphes: *Indigofera microcarpa* et *I. oblongifolia* ;
- des taxons de sols sablo-argileux: *Indigofera bracteolata*, *I. dendroides*, *I. garckeana*, *I. macrocalyx*, *I. prioureana*, *I. pulchra*, *I. secundiflora* et *I. stenophylla* ;
- des taxons de sols sablo-argilo-limoneux humides: *Indigofera capitata*, *I. congesta*, *I. congolensis*, *I. deightonii*, *I. elliotii*, *I. heudelotii*, *I. leprieurii*, *I. macrophylla*, *I. nigritana*, *I. nummulariifolia*, *I. paniculata*, *I. polysphaera*, *I. simplicifolia*, *I. spicata* et *I. subulata*.

➤ Selon le cycle biologique, on distingue des plantes annuelles et des plantes pérennes chez le genre *Indigofera* au Sénégal. Le spectre biologique indique quatre types chez les espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal, illustrés dans le tableau 7.

Tableau 7: Les types biologiques des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal

| | Sahélienne | Soudanienne | Guinéenne | Ubiquiste | Total | % |
|------------------|------------|-------------|-----------|-----------|-------|-------|
| Thérophytes | 7 | 12 | 6 | 2 | 27 | 60 |
| Phanérophytes | 2 | 3 | 4 | 0 | 9 | 20 |
| Chaméphytes | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 | 6,66 |
| Hémicryptophytes | 2 | 2 | 2 | 0 | 6 | 13,33 |
| Total | 11 | 19 | 13 | 2 | 45 | 100 |

Sur les 45 espèces du genre *Indigofera* étudiées, 11 sont d'affinité sahélienne, 19 d'affinité soudanienne, 13 d'affinité guinéenne et 2 ubiquistes

Le spectre biologique (Figure 11) montre que la majorité des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal (60%), est constituée par des espèces annuelles (thérophytes), à cycle de vie très court.

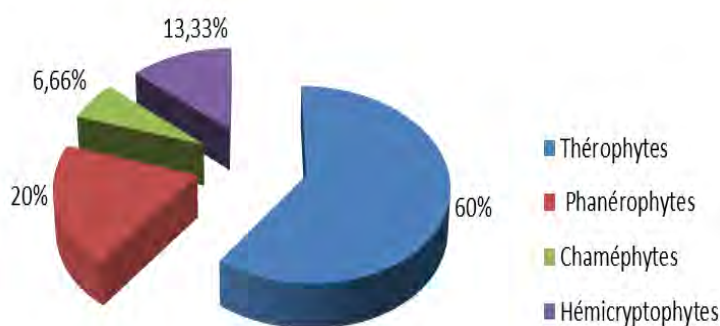


Figure 11 : Spectre biologique du genre *Indigofera*

Il ressort de ces résultats que la majorité des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal (60%), est constituée par des espèces annuelles (thérophytes), à cycle de vie relativement court. Ces résultats sont similaires à ceux des travaux de Noba *et al.*, (1994) sur des espèces du genre *Boerhavia* L., de Sambou, (2000) sur *Eragrostis* Wolf., de Sarr (2002) sur *Amaranthus* L., de Mbaye (2002) sur *Corchorus* L., de Ngom, (2016) sur *Digitaria* Haller. Leur cycle est généralement adapté à la fois au climat et aux pratiques culturales, en particulier pour les adventices comme *I. aspera*, *I. astragalina*, *I. dendroides*, *I. hirsuta*, *I. pilosa*, *I. senegalensis* et *I. stenophylla* (Noba *et al.*, 2004 ; Bassène *et al.*, 2012; Kâ *et al.*, 2017). Leur cycle de vie est généralement synchrone avec celui des cultures pluviales annuelles de la zone bioclimatique.

Dans la zone d'affinité sahélienne, les espèces du genre *Indigofera* sont composées essentiellement de thérophytes (7 sur un total de 11, soit 63,63 %). Ce résultat est similaire à ceux de Diédhiou (1998).

Dans la zone phytogéographique d'affinité guinéenne les thérophytes (6) sont presque à égalité avec l'ensemble des espèces pérennes (7) du genre *Indigofera* (chaméphytes, hémicryptophytes et phanérophytes).

Ces résultats corroborent ceux relatifs aux spectres biologiques dans les différentes zones semi-arides sahéliennes de Cornet et Poupon, (1977) ; Grouzis, (1988) et Akrimi *et al.*, (1995). Cette caractéristique peut être mise en relation avec la prédominance des conditions d'aridité au Sénégal (Diédhiou, 1998). Les thérophytes sont des arido-passives (Evenari *et al.*, 1975) qui passent la saison sèche défavorable sous forme de graines. Ils présentent donc des caractères d'évitement à la sécheresse (Levitt, 1980). Il s'y ajoute que la nodulation est plus importante dans les zones sèches, chez les légumineuses annuelles que chez les pérennes

(Högberg, 1986 ; Corby, 1990). Ceci explique la dominance des espèces annuelles du genre *Indigofera* dans la zone phytogéographique sahélienne. Les thérophytes sont mieux adaptés aux conditions de faible disponibilité en eau et en azote des sols sahéliens (Diédhiou, 1998).

Dans la zone sahélienne, les formations végétales sont des savanes arbustives et des savanes herbeuses sur des sols légers principalement sableux. On y retrouve *Indigofera aspera*, *I. diphylla*, *I. sessiliflora*, *I. tinctoria*. Ces espèces se retrouvent souvent en compagnie des rudérales comme *I. astragalina* et *I. hirsuta*. L'espèce *Indigofera microcarpa* est une herbacée vivace des sols salés inondables des abords de cours d'eau. Ces résultats confirment les observations de Berhaut (1976) qui signalent que ces espèces sont communes aux milieux sableux. Seule l'espèce *I. oblongifolia* se retrouve préférentiellement sur les sols hydromorphes limono-argileux. Nos résultats sont conformes avec ceux de Naegelé (1958) concernant la forte représentation de l'argile dans les sols où *I. oblongifolia* est signalée.

Dans la zone soudanienne, les types physiologiques de la végétation en rapport avec les types de sol, sont :

les savanes arbustives localisées sur des plateaux à cuirasse latéritique et sur des plateaux à sols gravillonnaires à rocailloux. C'est le domaine de *Indigofera brevifilamenta*, *I. geminata*, *I. leptocarpa*, *I. terminalis*, *I. trichopoda* et *I. sp.* ;

les savanes arborées à arbustives sont observées sur les sols sableux et sablo-argileux. On y retrouve *Indigofera bracteolata*, *I. garckeana* et *I. stenophylla* ;

les savanes boisées sont observées sur les sols argilo-sableux avec comme espèces *Indigofera dendroides* et *I. macrocalyx*.

Dans la zone guinéenne des **forêts claires**, des savanes boisées et des galeries forestières, le cortège floristique est composé de *Indigofera capitata*, *I. congesta*, *I. congolensis*, *I. deightonii*, *I. elliotii*, *I. heudelotii*, *I. lepreurii*, *I. macrophylla*, *I. nigritana*, *I. nummulariifolia*, *I. paniculata*, *I. polysphaera*, *I. simplicifolia*, *I. spicata* et *I. subulata*. Le sol est plus humide, sablo-argilo-limoneux, argilo-limoneux ou sablo-limoneux.

Dans la zone des Niayes, la proximité de la nappe phréatique, la nature du sol, la topographie et l'alizé maritime atténuent le déficit hygrométrique de la saison sèche et permettent la survie d'espèces d'affinité guinéenne alors que la moyenne des précipitations se situe entre 500 et 600 mm. Un nombre de 18 espèces du genre *Indigofera* y ont été répertoriées (Trochain, 1940 ; Raynal, 1963 ; Berhaut, 1967 et 1976 ; Ilboudo, 1976 ; Saradoum, 1998). Six de ces espèces se retrouvent dans la zone guinéenne. Il s'agit de *Indigofera macrophylla*, *I. nummulariifolia*, *I. subulata*, *I. heudelotii*, *I. elliotii* et *I. spicata*. On a recensé aussi six espèces d'affinité sahélienne (*Indigofera aspera*, *I. colutea*, *I. diphylla*, *I. pilosa*, *I. senegalensis* et *I.*

sessiliflora) sur les sols sableux et secs de dunes. Pour les espèces d'affinité soudanienne du genre *Indigofera*, elles sont au nombre de quatre : *Indigofera berhautiana*, *I. bracteolata*, *I. dendroides*, et *I. pulchra*. *Indigofera astragalina* et *I. hirsuta* qui sont des espèces ubiquistes, sont présentes également dans les Niayes.

2.3.3. Utilités des espèces du genre *Indigofera*

L'importance utilitaire des espèces du genre *Indigofera* a été répertoriée dans Le tableau 8.

Tableau 8: Traits de caractères ethnobotaniques des espèces du genre *Indigofera*

| ESPECES | A | M | F | T | D |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|
| 1. <i>Indigofera arrecta</i> | +++ | +++ | +++ | +++ | ++ |
| 2. <i>I. aspera</i> | + | 0 | + | 0 | 0 |
| 3. <i>I. astragalina</i> | +++ | ++ | + | 0 | + |
| 4. <i>I. berhautiana</i> | + | ++ | + | 0 | 0 |
| 5. <i>I. bracteolata</i> | 0 | ++ | +++ | 0 | 0 |
| 6. <i>I. brevifilamenta</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7. <i>I. capitata</i> | ++ | +++ | +++ | 0 | 0 |
| 8. <i>I. colutea</i> | ++ | + | + | 0 | 0 |
| 9. <i>I. congesta</i> | ++ | +++ | 0 | 0 | 0 |
| 10. <i>I. congolensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11. <i>I. costata</i> | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 |
| 12. <i>I. deightonii</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13. <i>I. dendroides</i> | ++ | +++ | ++ | 0 | 0 |
| 14. <i>I. diphylla</i> | ++ | ++ | ++ | 0 | 0 |
| 15. <i>I. elliotii</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16. <i>I. garckeana</i> | 0 | ++ | + | 0 | 0 |
| 17. <i>I. geminata</i> | ++ | 0 | ++ | 0 | 0 |
| 18. <i>I. heudelotii</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19. <i>I. hirsuta</i> | +++ | ++ | ++ | 0 | + |
| 20. <i>I. leprieurii</i> | ++ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21. <i>I. leptoclada</i> | ++ | ++ | 0 | 0 | 0 |
| 22. <i>I. macrocalyx</i> | ++ | +++ | + | 0 | 0 |
| 23. <i>I. macrophylla</i> | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 |
| 24. <i>I. microcarpa</i> | +++ | 0 | + | 0 | 0 |
| 25. <i>I. nigritana</i> | 0 | ++ | 0 | + | 0 |
| 26. <i>I. nummulariifolia</i> | +++ | 0 | +++ | 0 | 0 |

| | | | | | |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|---|
| 27. <i>I. oblongifolia</i> | +++ | +++ | +++ | 0 | + |
| 28. <i>I. paniculata</i> | +++ | +++ | 0 | 0 | 0 |
| 29. <i>I. parviflora</i> | 0 | 0 | + | + | 0 |
| 30. <i>I. pilosa</i> | +++ | 0 | +++ | 0 | 0 |
| 31. <i>I. polysphaera</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32. <i>I. priureana</i> | ++ | 0 | + | 0 | 0 |
| 33. <i>I. pulchra</i> | ++ | ++ | + | 0 | 0 |
| 34. <i>I. secundiflora</i> | ++ | ++ | +++ | 0 | 0 |
| 35. <i>I. senegalensis</i> | ++ | 0 | + | 0 | 0 |
| 36. <i>I. sessiliflora</i> | ++ | 0 | + | 0 | 0 |
| 37. <i>I. simplicifolia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | + |
| 38. <i>I. spicata</i> | +++ | 0 | +++ | 0 | 0 |
| 39. <i>I. stenophylla</i> | +++ | ++ | + | 0 | 0 |
| 40. <i>I. subulata</i> | +++ | 0 | + | 0 | 0 |
| 41. <i>I. suffruticosa</i> | +++ | +++ | +++ | +++ | 0 |
| 42. <i>I. terminalis</i> | ++ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 43. <i>I. tinctoria</i> | +++ | +++ | ++ | +++ | + |
| 44. <i>I. trichopoda</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 45. <i>I. sp</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

A = intérêt agronomique
M = usage médicinal
F = qualité fourragère
T = usage tinctorial
D = autres usages

+++ = grande importance
++ = importance limitée
+ = petite importance
0 = pas de renseignements

Il apparait que 39 espèces du genre *Indigofera* sont utilisées par les populations.

Les 45 espèces peuvent se répartir dans quatre (4) groupes :

- un groupe de quatre (4) taxons à usages multiples : *Indigofera arrecta*, *I. oblongifolia*, *I. suffruticosa*, *I. tinctoria* ;
- un groupe de taxons à usages limités : *Indigofera astragalina*, *I. berthautiana*, *I. bracteolata*, *I. capitata*, *I. congesta*, *I. colutea*, *I. dendroides*, *I. diphylla*, *I. garckeana*, *I. geminata*, *I. hirsuta*, *I. leptoclada*, *I. macrocalyx*, *I. microcarpa*, *I. nigritana*, *I. nummulariifolia*, *I. paniculata*, *I. pulchra*, *I. spicata*, et *I. subulata*, *I. parviflora*, *I. pilosa*, *I. priureana*, *I. secundiflora*, *I. senegalensis*, *I. stenophylla*, *I. sessiliflora* et *I. subulata* ;
- un groupe de cinq (5) taxons à usage unique : *Indigofera costata*, *I. leprieurii*, *I. macrophylla*, *I. nigritana*, *I. simplicifolia* et *I. terminalis* ;

- un groupe de six (6) taxons à usage méconnu : *I. congolensis*, *I. elliotii*, *I. trichopoda* (Berhaut, 1976), *I. brevifilamenta*, *I. deightonii*, et *I. polysphaera* (espèces nouvelles pour la flore du Sénégal)

Des organes de ces plantes du genre *Indigofera* sont utilisés dans plusieurs domaines.

Dans le domaine de l'agriculture :

Seize (16) espèces apparaissent comme les plus intéressantes au point de vue agronomique. Il s'agit de *I. arrecta*, *I. oblongifolia*, *I. suffruticosa*, *I. tinctoria* qui sont utilisées comme des **plantes de couverture** et comme **engrais vert** (Diédhiou, 1998 ; Jansen *et al.*, 2005 ; Akoègniou *et al.*, 2006). En plus, l'intérêt agronomique des principaux taxa à usage tinctorial est renforcé par l'utilisation des résidus provenant de l'extraction de l'indigo comme engrais. D'autres espèces comme *Indigofera hirsuta*, *I. nummulariifolia*, *I. spicata*, et *I. subulata*, sont surtout employées comme des plantes de couverture, alors que l'espèce *I. paniculata* est plutôt utilisée comme **engrais vert** (Akoègniou *et al.*, 2006). En plus d'être des plantes pouvant enrichir le sol en azote, la **mycorhization** des *Fabaceae-Faboideae* a été confirmée (Kane, 2014) avec un taux de fréquence supérieure à 80 % (Kane, 2014). Des espèces *Indigofera astragalina* et *I. dendroides* sont à 100 %. L'intensité de mycorhization des espèces de la famille des *Fabaceae* sous-famille des *Faboideae* reste relativement faible, de l'ordre de 6,5 à 19 % (Kane, 2014). Cette mycorhization rend les espèces du genre *Indigofera* plus résistantes par rapport aux conditions de stress. Pourtant, *I. astragalina*, *I. dendroides*, sont classées parmi les **adventices** communes telles que *I. pilosa*, *I. secundiflora*, *I. stenophylla*, etc. (Merlier et Montégut, 1982 ; Ghazanfar, 1989 ; Le Bourgeois et Merlier, 1995 ; Noba *et al.*, 2004).

Plusieurs légumineuses cultivées en rotation ou comme en **engrais vert** sont considérés comme d'excellents nématicides en plus d'apporter de l'azote. Cependant, l'indigotier serait moins efficace que la crotalaire en particulier contre *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood et *M. hapla* Chitwood. Plusieurs études rapportent l'efficacité de l'indigotier contre un grand nombre de nématodes (Rhoades, 1976; Miller et Ahrens, 1969). Les racines en poudre de *I. tinctoria* ont des **propriétés insecticides et nématicides** (Jansen *et al.*, 2005). Tandis que la poudre de racines et de graines de *I. arrecta* est **insectifuge** (Berhaut, 1976). Par contre, la poudre de graines et de racines de *I. suffruticosa* est **insecticide**.

Certaines espèces du genre *Indigofera* sont considérées comme des adventices des cultures. Il s'agit de *Indigofera astragalina*, *I. aspera*, *I. berhautiana*, *I. dendroides*, *I. geminata*, *I. hirsuta*, *I. leprieurii*, *I. macrocalyx*, *I. microcarpa*, *I. nummulariifolia*, *I. paniculata*, *I. pilosa*,

I. priureana, *I. stenophylla*, *I. subulata*, *I. terminalis* (Ghazanfar, 1989 ; Noba *et al.*, 2004 ; Akoègniou *et al.*, 2006).

Dans le domaine médicinal :

L'accès aux médicaments conventionnels est réduit dans les zones rurales et les pratiques culturelles restent encore importantes (OMS, 2008). Des organes de plantes des espèces du genre *Indigofera* sont aussi utilisés par la médecine traditionnelle en Afrique et au Sénégal en particulier (Bouquet, 1969 ; Kerharo et Adam, 1974 ; Berhaut, 1976 ; Adjanohoun *et al.*, 1980 ; Jansen *et al.*, 2005 ; Akoègniou *et al.*, 2006, Bakasso *et al.*, 2009 ; Dénou *et al.*, 2017, etc.). Huit taxa du genre *Indigofera* pourraient être considérés comme les plus importants en médecine traditionnelle au Sénégal. Il s'agit de *I. arrecta*, *I. colutea*, *I. congesta*, *I. dendroides*, *I. oblongifolia*, *I. pulchra*, *I. suffruticosa* et *I. tinctoria*.

Selon Bakasso *et al.* (2009), des espèces comme *Indigofera colutea*, *I. macrocalyx* et *I. pulchra* sont aussi des herbacées dont les organes sont largement utilisés en médecine traditionnelle dans certains pays d'Afrique et d'Asie. La phytochimie de ces espèces du genre *Indigofera* indique la présence de métabolites secondaires constitués de flavonoïdes, de tanins, de flavonols et de phénoliques. Ces substances naturelles qui sont appelées «principes actifs» par les pharmaciens interviennent dans plusieurs domaines particulièrement dans le domaine de la santé humaine et animale (Bassène, 2012). Toutefois, le profil biologique de ces espèces a révélé la présence d'enzymes impliquées dans l'étiologie de l'inflammation, de la goutte et de la maladie d'Alzheimer (Bakasso, 2009).

Il ressort que *I. colutea*, *I. macrocalyx*, *I. nigritana* et *I. tinctoria* constituent de bonnes sources de drogues antioxydantes, inhibitrices d'enzymes et à activités antibactériennes. Ces activités justifient leur usage dans le traitement du paludisme, de la dysenterie, de dermatoses, des maladies inflammatoires et des hépatites.

Les feuilles et les racines de *I. arrecta* sont utilisées, en traitement externe contre le prurit, en infusion ou en décoction comme antispasmodiques, sédatives, vermifuges, fébrifuges, diurétiques, purgatives et anti-blennorragiques, dans le traitement des infections des gencives, la gonorrhée, l'épilepsie, la jaunisse, le diabète sucré et l'ulcère peptique (Jansen *et al.*, 2005). Les racines de *I. arrecta* sont aussi utilisées par voie orale (décoction ou mâcher à l'état frais) pour traiter des crampes abdominales en Ethiopie (Bekalo *et al.*, 2009). Dans certaines régions d'Afrique, le port d'habits teintés à l'indigo est réputé prévenir les maladies de la peau (Jansen *et al.*, 2005). Cette utilisation médicinale des feuilles et des racines de *I. arrecta* est reconnue par Berhaut (1976) qui lui reconnaît en plus une réputation d'antidote de l'arsenic et du mercure. Pourtant au Sénégal, cette espèce n'est généralement pas considérée

comme médicinale (Kerharo et Adam, 1974). Des extraits de *I. arrecta* ont des propriétés anti-plasmidiques, antibactériennes, anti-oxydantes (Nacoulma, 1996).

Des feuilles réduites en poudre de *I. astragalina*, sont utilisées en application locale contre les gingivites au Niger (Adjanooun *et al.*, 1980).

La plante entière de *I. berthautiana* réduite en poudre est appliquée sur les plaies fraîches ou infectées pour obtenir la cicatrisation (Adjanooun *et al.*, 1980).

La partie aérienne des plantes de *I. bracteolata* entre dans la composition de décoction galactophorétique pour la mère et fortifiante pour l'enfant au Niger (Adjanooun *et al.*, 1980).

Au Congo Brazzaville, particulièrement chez les téké, l'instillation oculaire du jus de *Indigofera capitata* constitue une épreuve judiciaire infligée aux femmes mariées pour juger de leur infidélité (Bouquet, 1969)

Selon Peruma Samy (1998) cité par Bakasso (2009), l'espèce *I. colutea* a des propriétés anti-inflammatoires et est utilisée dans le traitement des douleurs de l'estomac.

Le suc issu de l'espèce *I. congesta* est utilisé pour soigner des fous en leur faisant boire. Ce suc est obtenu en pilant cette plante avec des écorces d'une autre plante du genre *Triclisia*. Des cendres de *I. congesta* mélangées d'autres plantes médicinales sont sollicitées pour traiter des morsures de serpents ou des piqûres de scorpions (Berhaut, 1976). Des inflorescences torréfiées de ce taxon entrent dans les soins des maux de reins (Bouquet, 1969 ; Berhaut, 1976).

Le jus de plante de *I. dendroides* guérirait les Cros Cros (Berhaut, 1976). La plante pulpée puis mélangée à l'huile de palme sert à traiter le panaris et les abcès (Bouquet, 1969). Le traitement des panaris et des abcès par des plantes de *I. dendroides* a été confirmé par Adjanooun *et al.*, 1988. La plante entière de *I. dendroides* entre en association avec d'autres plantes dans le traitement de la lèpre en milieu lébou (Kerharo et Adam, 1974). Les extraits de *I. dendroides* ont des propriétés antibactériennes (Mathabe *et al.*, 2006) et anti-inflammatoires (Esimone *et al.*, 1999 cité par Bakasso, 2009)

La partie aérienne de *I. diphylla* est utilisée en association avec des organes d'autres contre les armes blanches au Niger (Adjanooun *et al.*, 1980). Au Sénégal, les feuilles broyées avec l'axe de l'épi de mil et du beurre, sont considérées comme ayant un effet amaigrissant pour les femmes (Berhaut, 1976). Selon le même auteur, la plante pilée est utilisée en cataplasme contre les piqûres de scorpions.

La racine fraîche de *I. garckeana*, broyée et macérée dans l'eau, est utilisée par voie orale pour traiter les victimes de morsure de serpents en Ethiopie (Bekalo *et al.*, 2009). L'espèce *I.*

garckeana n'est pas reconnue dans la pharmacopée sénégalaise (Kerharo et Adam, 1974 ; Berhaut, 1976).

Au Congo Brazzaville, le jus des plantes de *I. hirsuta* est utilisé en cas de traumatisme du globe oculaire et d'inflammation des paupières ou pour se débarrasser d'une filaire qui s'est infiltré dans le tissu conjonctif de l'œil (Bouquet, 1969 ; Berhaut, 1976). Au Sénégal, la poudre issue des graines de *I. hirsuta* est aussi utilisée dans le traitement de diverses affections oculaires (Berhaut, 1976). La partie supérieure est utilisée en bain et en boisson contre les mauvais esprits au Niger (Adjanohoun *et al.*, 1980). Au Congo Brazzaville, l'espèce *I. hirsuta* est utilisée sous forme de collyre (Adjanohoun *et al.*, 1988).

Selon une personne ressource (guide de terrain), des plantes de *Indigofera leptoclada* sont utilisées par des femmes Malinké (région de Kédougou, Sénégal oriental) pour traiter le paludisme. Selon Bakasso (2009) l'espèce *I. leptoclada* est utilisée au Burkina Faso contre le paludisme et ses propriétés antispasmodiques ont été étudiées par Nacoulma en 1996. Selon le même auteur, l'espèce *I. leptoclada* a aussi des propriétés anti-protozoaires. La partie aérienne en décoction est utilisée en boisson comme fortifiant pour le nourrisson (Adjanohoun *et al.*, 1980).

La plante entière de *Indigofera macrocalyx* est utilisée en décoction au Mali dans le traitement du paludisme (Dénou *et al.*, 2017) et au Burkina Faso (Bakasso, 2009). Dans ce pays, les tiges feuillées sont utilisées en interne tout comme en externe contre la fatigue, les retards locomoteurs des enfants, la constipation et l'impuissance (Bakasso, 2009). Les racines sont aussi utilisées contre les poux (Nacoulma, 1996) Au Sénégal, les inflorescences séchées sont parfois utilisées en décoction à titre purgatif par des populations toucouleur en y associant du jus de citron et du sel (Berhaut, 1976 ; Kerharo et Adam, 1974).

L'écorce pilée de *I. macrophylla* est réputée en Basse Casamance pour le traitement des brûlures et des plaies (Kerharo et Adam, 1974).

Les tiges feuillées de *I. nigritana* sont utilisées en usage interne au Burkina Faso dans le traitement du paludisme, des douleurs gastro-intestinales chez l'enfant, des dermatoses, des mycoses, de la bourbouille, des infections sexuellement transmissibles (I.S.T.), des néphrites, de l'épilepsie, du diabète, de l'hypogalactie et de la fatigue selon Nacoulma (1996). En usage externe, les mêmes organes sont utilisés pour soigner les mycoses, les dermatoses, les furoncles, les plaies, les brûlures et les aphtes (Bakasso, 2009). *I. nigritana* pourrait donc avoir des propriétés fortifiantes, toniques, stimulantes, dépuratives, antifongiques, antiseptiques et fébrifuges (Bakasso, 2009). *I. macrocalyx* et *I. nigritana* ont été utilisés comme plantes immunostimulantes (Nacoulma, 1996).

Les guérisseurs reconnaissent l'action calmante de *I. oblongifolia*, à effet laxatif, dans les coliques (Kerharo et Adam, 1974). Les Peul et les Toucouleurs utilisent les préparations de racines par voie interne pour traiter les entéralgies selon les auteurs précédents. C'est aussi la pâte de racine qui est recommandée pour l'obturation des dents cariées. Au Ferlo, l'impuissance est traitée avec des racines de *I. oblongifolia* en décoction associée avec des racines et des feuilles de *Combretum glutinosum* et de *Guiera senegalensis* (Kerharo et Adam, 1974). L'espèce *I. oblongifolia*, à travers l'indigotine et l'acide indigoférique qu'elle contient, inhibe la lipoxygénase d'où ses propriétés anti-inflammatoires (Sharif *et al.*, 2005). *Indigofera oblongifolia* a une propriété hépatoprotectrice selon Sharif *et al.*, 2005. Des études de toxicité induite par le tétrachlorure de carbone et le D-galactosamine, réalisées sur les rats ont montré l'effet protecteur de *I. oblongifolia* vis-à-vis du foie des rats.

Les racines de *I. paniculata* sont utilisées par les Wolof et les Sérères pour traiter les angines, tandis que les Baïnouk utilisent la plante entière en fumigations pour soigner des oreillons (Kerharo et Adam, 1974).

La plante entière de *I. pulchra* est utilisée traditionnellement (Adamu *et al.*, 2005 ; Abubacar *et al.*, 2006) dans le traitement du paludisme et de la dysenterie. *Indigofera pulchra* a des propriétés antibactériennes (Dahot *et al.*, 1999).

La partie aérienne de *I. secundiflora* est utilisée en décoction contre les stomatites des enfants au Niger (Adjanohoun *et al.*, 1980).

La racine fraîche de *I. spicata*, écrasée et macérée dans l'eau ou mâchée, est utilisée en Ethiopie pour traiter des personnes mordues par un serpent (Bekalo *et al.*, 2009). L'espèce *Indigofera spicata* est utilisée contre les douleurs abdominales et les dermatoses.

Les extraits de feuilles de *I. tinctoria* entrent dans le traitement de l'épilepsie, des troubles nerveux, de l'asthme, de la bronchite, de la fièvre, des maladies de l'estomac, du foie, des reins, de la rate, etc. (Jansens *et al.*, 2005). Les feuilles sont utilisées en décoction pour traiter les maladies pulmonaires et l'épilepsie au Cameroun (Takawira-Nyenya et Cardon, 2005). En pommade, les feuilles sont employées contre les maladies de la peau, les blessures, les plaies, les ulcères et les hémorroïdes. Les racines entrent dans le traitement des maux de dents au Cameroun ; elles sont utilisées contre la syphilis, la blennorragie et les calculs rénaux en Tanzanie (Jansens *et al.*, 2005). Les feuilles pilées de *I. tinctoria* s'emploient en bain comme fébrifuges au Burkina Faso (Bakasso, 2009). La poudre des feuilles déterge les plaies anciennes (Bakasso, 2009). Des travaux de Spreepriya *et al.*, 2001 et de Singt *et al.*, 2001 cités par Bakasso (2009), indiquent l'effet hépatoprotecteur de *I. tinctoria* chez les rats et les souris contre la toxicité de D-galactosamine et le tétrachlorure de carbone. Han (1994) cité par

Bakasso (2009) a isolé l'indirubine des extraits de *I. tinctoria* qui est d'une grande utilité dans le traitement de la leucémie chronique. Les rameaux de tige de *I. tinctoria* sont utilisés par mâchage par des patients atteints de toux (Takawira-Nyenyanya et Cardon, 2005). En Inde, une pâte aqueuse de racines de *I. tinctoria* entre dans le traitement des blessures infestées et en infusion comme antidote contre les morsures de serpents, les piqûres d'insectes et de scorpions (Jansen *et al.*, 2005). En Chine, on l'utilise (feuilles et racines) comme antipyrétique, hépatique et dépuratif, et en Afrique du Sud, la racine broyée sert d'antalgique contre les rages de dents (<http://fr.wikipedia.org/>). Au Sénégal, les racines sont utilisées comme antiseptiques, diurétiques et anti-blennorragiques tandis que les feuilles s'emploient en bains comme fébrifuges (Berhaut, 1976). L'écorce de *Indigofera tinctoria* est fébrifuge et hypotensive (Ouédraogo, 1996).

Dans le domaine fourrager

L'importance des organes des espèces du genre *Indigofera* pour le bétail varie d'un taxon à un autre (tableau 6). Le cortège floristique du genre *Indigofera* compte 28 espèces dont des organes sont appréciés par le bétail, soit un taux d'ethnobotanicité fourragère de 62,22 %. La valeur fourragère est reconnue pour *Indigofera bracteolata*, *I. capitata*, *I. dendroides*, *I. diphylla*, *I. geminata*, *I. hirsuta*, *I. nummulariifolia*, *I. pilosa*, *I. secundiflora*, *I. spicata* (Berhaut, 1976 ; Akoègniou *et al.*, 2006). *Indigofera oblongifolia* joue un rôle important dans l'alimentation du bétail et des chevaux en particulier au Sahel (Berhaut, 1976 ; Diédhiou, 1998). Les rameaux feuillés de *Indigofera tinctoria* sont utilisés pour l'alimentation du bétail au Sahel (Diédhiou, 1998). Les branches feuillues de cette plante vivace de la famille des *Fabaceae* peuvent fournir un fourrage intéressant pour les lapins. Broutée occasionnellement par les chameaux, les moutons et les chèvres au Ghana, *I. tinctoria* est considérée en Inde, comme non appréciée par le bétail. Les moutons montrent une bonne appétence pour la plante entière de *I. arrecta* (Jansen *et al.*, 2005). Les autres taxa appréciés sont *I. garckeana*, *I. pulchra* (observations personnelles) et *I. macrocalyx* est brouté par les moutons (informations recueillies auprès d'un paysan sérére habitant dans un village situé près de Forêt classée de Patako). Cependant, certaines espèces du genre *Indigofera* seraient toxiques avec la présence de canavaline. Selon Ould Mohamed Vall *et al.*, (2015), des vingt-trois (23) espèces du genre *Indigofera* de la flore de Mauritanie, seule *I. hochstetteri* Baker est considérée comme toxique pour les animaux herbivores. Les espèces *Indigofera aspera*, *I. astragalina*, *I. berhautiana*, *I. colutea*, *I. hirsuta*, *I. microcarpa*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. stenophylla*, *I. suffruticosa* sont aussi appréciés par le bétail (Ould Mohamed Vall *et al.*, 2015). Cette digestibilité des

organes de certaines espèces comme *Indigofera arrecta*, *I. costata*, *I. hirsuta*, *I. oblongifolia*, *I. pilosa*, *I. spicata* et *I. subulata*, présentes dans la flore du Sénégal a été confirmée par les résultats des travaux de Hassen *et al.*, 2007.

Dans le domaine tinctorial

L'usage de l'indigo extrait principalement des feuilles de plantes du genre *Indigofera* a une longue histoire (Sianard, 2010). A cause de cela, beaucoup de travaux ont été réalisés sur les différents *Indigofera* (Su *et al.*, 2006 ; Li *et al.*, 2006 ; Henriques ,2005 ; Sharif, 2006 ; Rheman, 2005). L'indigo a été qualifié de « reine des teintures », aucune plante n'a tenu une place aussi importante dans autant de civilisations que les espèces du genre *Indigofera* (Ouédraogo, 1996). La teinture bleue était utilisée pour les textiles des momies égyptiennes (Jansen *et al.*, 2005). Les plus anciens textiles archéologiques ont été trouvés dans les grottes funéraires de la falaise de Bandiagara en pays Dogon (Mali). Il s'agit essentiellement de *Indigofera arrecta*, *I. suffruticosa* et *I. tinctoria* (tableau 8). Ce sont les feuilles qui sont broyées et soumises à une fermentation dans de l'eau, de la gomme et des cendres. Selon Nacoulma (1996), *I. nigritana* est une source de colorants rouges dans les textiles. En Afrique, *I. arrecta* est l'espèce la plus utilisée pour la production d'indigo. Elle serait plus riche en indigo que *I. tinctoria* (Berhaut, 1976). Originnaire probablement d'Inde, *I. tinctoria* a connu une répartition pantropicale liée aux besoins d'obtention d'indigo. Selon le R.P.Sébire (1899) *I. tinctoria* donne plus de matière colorante que *I. suffruticosa*. L'espèce *I. suffruticosa*, originaire d'Amérique tropicale, a été cultivée en Afrique et à Madagascar pour la production d'indigo. En Afrique occidentale, l'indigo est de loin la teinture d'origine végétale la plus commune. Il joue un grand rôle dans les cultures traditionnelles de nombreux peuples comme les Touaregs (Mali, Niger), les Sarakholés (Mauritanie, Mali et Sénégal), les Wolofs (Sénégal), les Dioulas et les Baoulés en Côte D'Ivoire, les Youroubas et les Haoussas du Nigeria, les Bamilékés du Cameroun, etc. (Jansen *et al.*, 2005). Cependant, la production de teinture synthétique qui a débuté en 1897 s'est progressivement substituée à celle d'indigo d'origine végétale (Jansen *et al.*, 2005).

Dans d'autres domaines

En Afrique orientale, les jeunes rameaux de *Indigofera arrecta* servent à nettoyer les dents, alors qu'au Cameroun ce sont ceux de *I. tinctoria* qui sont utilisés comme brosse dents (Jansens *et al.*, 2005).

Les feuilles de *I. arrecta* sont consommées comme des légumes au Malawi (Jansens *et al.*, 2005).

Deux espèces de plantes ont des usages magiques : la partie aérienne de *I. diphylla* est utilisée contre les armes blanches et celle de *I. hirsuta* en bain et en boisson contre les mauvais sorts (Adjanohoun *et al.*, 1980).

Les fleurs de *I. capitata* sont très prisées pour les effets d'euphorie, d'allégresse qu'elles procurent aux populations autochtones pygmées (Sianard *et al.*, 2012).

Dans les zones sahéliennes du Sénégal, les rameaux de *I. oblongifolia* et ceux de *I. tinctoria* sont utilisés comme combustibles domestiques (Diédhiou, 1998). La plante entière de *I. simplicifolia* est coupée pour confectionner des balais (Akoègniou *et al.*, 2006).

Les taux d'ethnobotanicité pour quatre usages des espèces de plantes du genre *Indigofera* sont présentés dans le tableau 9 ci-dessous.

Tableau 9: Taux d'ethnobotanicité de trois usages des espèces du genre *Indigofera* au Sénégal

| Types d'usage | Agriculture | Médicinal | Fourrager |
|----------------------|-------------|-----------|-----------|
| Taux ethnobotanicité | 66,66 % | 48,88 % | 62,22% |

2.3.4. Discussion sur les caractères chorologiques, écologiques et utilitaires des espèces du genre *Indigofera* au Sénégal

Le spectre chorologique des espèces du genre *Indigofera* au Sénégal est similaire à celui des espèces du genre *Corchorus* L (Mbaye 2002) qui se rencontrent essentiellement en Afrique, en Asie et en Australie. La répartition selon les affinités biogéographiques des espèces du genre *Indigofera* au Sénégal est relativement différente de celle des espèces du genre *Boerhavia* L. Les espèces telles que *Boerhavia diffusa* L., *B. erecta* L. et *B. repens* L. sont essentiellement intertropicales (Noba, 1990). Toutefois, *B. repens* peut se trouver dans les zones subtempérées à climat sec.

Les cinq (5) espèces du genre *Amaranthus* L. ont un spectre chorologique plus large qui couvre la zone intertropicale, de l'Amérique du Sud à l'Asie, en passant par l'Afrique et s'étend en Europe du Nord (Sarr, 2003).

Pour le genre *Digitaria* Haller (Ngom, 2016), les espèces sont largement représentées en Afrique (94, 74 %), en Amérique (52,63 %), en Asie et en Océanie (42,11 % chacune).

C'est pratiquement les mêmes résultats pour les espèces du genre *Ficus* L. au Sénégal dont l'origine est africaine (Diop, 2013).

Quant à la répartition des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal en Afrique, elle est similaire à celle des espèces du genre *Digitaria* (Ngom, 2016) et celle des espèces du genre *Corchorus* L. (Mbaye, 2002). Les espèces du genre *Amaranthus* L. (Sarr, 2003) semblent relativement bien représentées en Afrique du Nord (Algérie, Maroc et Egypte) contrairement aux espèces du genre *Indigofera*. Les espèces du genre *Ficus* L. ne se rencontrent qu'au niveau du golfe de Guinée et en Afrique subéquatoriale (Diop, 2013).

Cette distribution relativement large en Afrique des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal, peut s'expliquer par les conditions climatiques. Le climat est soumis aux influences océaniques et continentales. Les contrastes climatiques entre le Nord sahélien au climat sec et le Sud plus humide, sont probablement à la base de cette chorologie. Les trois grandes zones phytogéographiques du Sénégal se retrouvent pratiquement toutes en Afrique tropicale.

Au Sénégal, les mêmes résultats sont obtenus pour les espèces du genre *Ficus* L. (Diop, 2013) qui se rencontrent majoritairement dans les zones soudanienne et guinéenne du Sénégal avec plus de 80 % pour les zones Sud, 54 % pour les zones du centre et 25 % pour les zones du Nord.

Les contrastes climatiques entre le Nord sahélien au climat sec et le Sud plus humide, l'influence des facteurs locaux (topographie, couverture végétale, exposition au vent, au soleil...), les propriétés physiques (porosité, rétention d'eau...) et la nature du sol (argileuse, sableuse, limoneuse...), sa composition (teneur en azote, calcaires...), le statut du taxon (adventice des cultures), le cycle biologique, des caractères de la gousse, et les divers usages pratiqués par les populations, etc., sont à la base de cette répartition géographique des espèces.

2.3.5. Conclusion sur la valeur systématique des caractères chorologiques, écologiques et utilitaires des espèces du genre *Indigofera* au Sénégal

Les résultats de la présente étude permettent de distinguer des caractères discriminants pour les taxons du genre *Indigofera* sur la base:

- des origines chorologiques :
 - un (1) taxon cosmopolite : *I. hirsuta* ;

- Sept (7) taxons afro-asiatiques (As) : *I. arrecta*, *I. aspera*, *I. astragalina*, *I. nummulariifolia*, *I. oblongifolia*, *I. sessiliflora*, *I. tinctoria*
- trois (3) taxons afro-asiatiques et australiens (AsAu) : *I. colutea*, *I. congesta*, *I. parviflora* ;
- deux (2) taxons afro-malgaches asiatiques et américains (MAsAm) : *I. suffruticosa*, *I. subulata* ;
- un (1) taxon afro-malgache et asiatique (Mas) : *I. spicata* ;
- un (1) taxon afro-malgache et américain (Mam) : *I. microcarpa* ;
- trente (30) taxons panafricains : *I. berthautiana*, *I. bracteolata*, *I. brevifilamenta*, *I. capitata*, *I. congolensis*, *I. costata*, *I. deightonii*, *I. dendroides*, *I. diphylla*, *I. elliotii*, *I. garckeana*, *I. geminata*, *I. heudelotii*, *I. leprieurii*, *I. leptoclada*, *I. macrocalyx*, *I. macrophylla*, *I. nigritana*, *I. paniculata*, *I. pilosa*, *I. polysphaera*, *I. prioureana*, *I. pulchra*, *I. secundiflora*, *I. senegalensis*, *I. simplicifolia*, *I. stenophylla*, *I. terminalis*, *I. trichopoda* et *I. sp.*
- des affinités phytogéographiques :
 - huit (11) taxons d'affinité phytogéographique sahélienne : *Indigofera aspera*, *I. colutea*, *I. costata*, *I. diphylla*, *I. microcarpa*, *I. oblongifolia*, *I. parviflora*, *I. pilosa*, *I. senegalensis* et *I. sessiliflora* et *I. tinctoria* ;
 - dix-neuf (19) taxons d'affinité phytogéographique soudanienne : *I. arrecta*, *I. berthautiana*, *I. bracteolata*, *I. brevifilamenta*, *I. deightonii*, *I. dendroides*, *I. garckeana*, *I. geminata*, *I. leptoclada*, *I. macrocalyx*, *I. prioureana*, *I. pulchra*, *I. secundiflora*, *I. simplicifolia*, *I. stenophylla*, *I. suffruticosa*, *I. terminalis*, *I. trichopoda* et *I. sp.* ;
 - treize (13) taxons d'affinité guinéenne : *I. capitata*, *I. congesta*, *I. congolensis*, *I. elliotii*, *I. heudelotii*, *I. leprieurii*, *I. macrophylla*, *I. nigritana*, *I. nummulariifolia*, *I. paniculata*, *I. polysphaera*, *I. spicata* et *I. subulata*.
- des types de végétation :
 - **des taxons savanicoles**: *I. arrecta*, *I. aspera*, *I. astragalina*, *I. berthautiana*, *I. bracteolata*, *I. brevifilamenta*, *I. colutea*, *I. costata*, *I. dendroides*, *I. diphylla*, *I. garckeana*, *I. geminata*, *I. hirsuta*, *I. leptoclada*, *I. macrocalyx*, *I. microcarpa*, *I. oblongifolia*, *I. parviflora*, *I. pilosa*, *I. prioureana*, *I. pulchra*, *I. secundiflora*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. stenophylla*, *I. terminalis*, *I. tinctoria*, *I. trichopoda* et *I. sp.* ;
 - **des taxons de forêt** : *Indigofera capitata*, *I. congesta*, *I. congolensis*, *I. deightonii*, *I. elliotii*, *I. heudelotii*, *I. leprieurii*, *I. macrophylla*, *I. nigritana*, *I. nummulariifolia*, *I. paniculata*, *I. polysphaera*, *I. simplicifolia*, *I. spicata* et *I. subulata*.

- la nature du substrat permet de discriminer:
 - un taxon des sols calcaires : *Indigofera costata* ;
 - des taxons de sols sableux secs: *Indigofera aspera*, *I. astragalina*, *I. berhautiana*, *I. colutea*, *I. diphylla*, *I. pilosa*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. tinctoria* ;
 - des taxons de sols latéritiques des plateaux cuirassés et gravillonnaires : *Indigofera brevifilamenta*, *I. geminata*, *I. leptocarpa*, *I. nigritana*, *I. terminalis* et *I. trichopoda*, *I. sp.* ;
 - des taxons de sols limono-argileux hydromorphes: *Indigofera microcarpa* et *I. oblongifolia* ;
 - des taxons de sols sablo-argileux: *Indigofera bracteolata*, *I. dendroides*, *I. garckeana*, *I. macrocalyx*, *I. prioureana*, *I. pulchra*, *I. secundiflora* et *I. stenophylla* ;
 - des taxons de sols sablo-argilo-limoneux humides: *Indigofera capitata*, *I. congesta*, *I. congolensis*, *I. deightonii*, *I. elliotii*, *I. heudelotii*, *I. lepreurii*, *I. macrophylla*, *I. nigritana*, *I. nummulariifolia*, *I. paniculata*, *I. polysphaera*, *I. simplicifolia*, *I. spicata* et *I. subulata*.
- selon le cycle biologique on distingue :
 - des thérophytes : *I. aspera*, *I. astragalina*, *I. bracteolata*, *I. brevifilamenta*, *I. colutea*, *I. congolensis*, *I. costata*, *I. deightonii*, *I. dendroides*, *I. geminata*, *I. hirsuta*, *I. lepreurii*, *I. macrocalyx*, *I. nigritana*, *I. nummulariifolia*, *I. oblongifolia*, *I. paniculata*, *I. parviflora*, *I. pilosa*, *I. polysphaera*, *I. prioureana*, *I. secundiflora*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. simplicifolia*, *I. stenophylla*, *I. trichopoda* et *I. sp.* ;
 - des phanérophytes : *I. arrecta*, *I. congesta*, *I. elliotii*, *I. heudelotii*, *I. macrophylla*, *I. suffruticosa*, *I. terminalis* et *I. tinctoria* ;
 - des chaméphytes : *I. capitata*, *I. garckeana*, *I. pulchra* ;
 - des hémicryptophytes : *I. berhautiana*, *I. diphylla*, *I. leptoclada*, *I. microcarpa*, *I. spicata* et *I. subulata*.
- selon les usages on peut dissocier :
 - des taxons à usages multiples : *I. arrecta*, *I. oblongifolia*, *I. suffruticosa* et *I. tinctoria*
 - des taxons à usages limités : *I. astragalina*, *I. capitata*, *I. dendroides*, *I. hirsuta*, *I. garckeana*, *I. macrocalyx*, *I. macrophylla*, etc. ;
 - un taxon utilisé comme balai : *I. simplicifolia* ;
 - des taxons à usage méconnu : *I. brevifilamenta*, *I. congolensis*, *I. deightonii*, *I. elliotii*, *I. heudelotii*, *I. polysphaera*, *I. trichopoda*.

CHAPITRE 3

Caractères Morphologiques de la Plante Adulte et du Jeune Plant

CHAPITRE 3. CARACTERES MORPHOLOGIQUES DE LA PLANTE ADULTE ET DU JEUNE PLANT

3.1. Introduction

La diversité des traits de caractères morphologiques des espèces du genre *Indigofera* est principalement la source de confusions dans l'identification des différents taxons. Toutefois, ces traits de caractères morphologiques constituent la base des clés actuellement utilisées pour l'identification des plantes adultes (Cronquist, 1954 ; Hutchinson *et al.*, 1958 ; Berhaut, 1967 et 1976 ; Täckholm, 1974 ; Akoègniou *et al.*, 2006 ; César et Chatelain, 2019). Le port est souvent peu considéré dans ces flores. La taille est plutôt précisée pour des espèces à port dressé. La longueur des plantes volubiles, étalées et des lianes, reste souvent non documentée.

Le type de feuille (simple, composée), la forme (elliptique, obovales, oblongue, ...), la longueur et la largeur du limbe, le nombre de folioles, la disposition de feuilles et des folioles, la longueur du rachis, le nombre de nervures latérales, la longueur du pétiole, la longueur du pétiolules sont pris en compte dans les clés classiques. La forme et la longueur des stipules sont aussi utilisées dans ces clés. La présence de stipelles est prise en compte dans cette description. Pourtant, cet organe foliaire reste fortement variable au plan dimensionnel selon les conditions du milieu, constituant une limite à une identification fiable des espèces. Dans certaines flores (Cronquist, 1954 ; Akoègniou *et al.*, 2006 ; César et Chatelain, 2019) les feuilles simples sont qualifiées de feuilles unifoliolées.

Les caractéristiques de la tige sont partiellement décrites pour certaines espèces comme *Indigofera aspera*, *I. costata*, et *I. garckeana* à tige respectivement grêle, côtelée et quadrangulaire (Berhaut, 1976). Le même auteur de la flore du Sénégal n'en parle pas pour *I. capitata*, *I. congolensis*, *I. macrocalyx*, *I. paniculata* etc. Dans la clé analytique du Bénin (Akoègniou *et al.*, 2006), la tige est encore très négligée.

L'inflorescence est un des organes les plus utilisés dans les flores pour l'identification des espèces du genre *Indigofera*. La disposition de cette inflorescence est axillaire ou terminale. Les autres traits de caractères de l'inflorescence sont la forme (racème ou grappe, capitule, panicule, en épis ou solitaire) et la longueur de l'inflorescence. La longueur du pédoncule est souvent donnée dans les flores.

La fleur peut être considérée comme l'organe principal d'identification des taxons de la famille des *Fabaceae*. Pourtant, sa description est souvent partielle et incomplète (Hutchinson *et al.*, 1958 ; Berhaut, 1967 et 1976 ; Akoègniou *et al.*, 2006). La couleur de la corolle, la

longueur du calice, la forme des dents du calice et la longueur des pédicelles sont les caractères les plus utilisés dans les clés de détermination.

La gousse occupe également une position importante dans les ouvrages d'identification des espèces du genre *Indigofera*. Les caractères les plus utilisés sont la forme, la longueur et la largeur et le nombre de graines. La gousse est généralement cylindrique parfois ovoïde ou plate.

La pilosité et les types de poils constituent aussi des caractères permettant l'identification des espèces du genre *Indigofera* à partir des flores. Cependant, leur description reste partielle et incomplète.

Les caractères morphologiques des organes végétatifs sont souvent considérés comme ayant une importance systématique inférieure à celle des organes reproducteurs. Pourtant, la plante ne porte des fleurs ou des fruits que pendant une certaine période de sa vie. En plus, les flores classiques comme Hutchinson *et al.*, 1958 ; Berhaut, 1967 et 1976 ; Akoégniou *et al.*, 2006, sont basées uniquement sur les traits de caractères morphologiques de la plante adulte et fertile. Dans les zones d'étude ou de prospection, les botanistes, les écologues, les phytopharmacologues, des agronomes ou autres personnes s'intéressant aux plantes rencontrent souvent des espèces du genre *Indigofera* à l'état végétatif ou de jeunes plants non pris en compte dans les clés usuelles d'identification. Cette étude comprend deux parties, la première va porter sur la plante adulte et la seconde partie sur le jeune plant.

Cette étude des espèces du genre *Indigofera* a deux objectifs :

- rechercher des caractères morphologiques discriminants pour l'identification des espèces étudiées du genre *Indigofera*
- améliorer les clés actuelles de détermination ou d'en proposer de nouvelles.

3.2. Matériels et méthodes

3.2.1. Matériels

Le matériel végétal utilisé est constitué par :

- des individus vivants in situ dans leur milieu naturel ;
- des individus cultivés ex situ (à la Serre du Laboratoire de Biotechnologie, au Jardin Botanique de la FST, UCAD) issus de la germination de graines ;
- des échantillons de l'herbier DAKAR, Université Cheikh Anta Diop de Dakar ;
- des échantillons de l'herbier IFAN, Université Cheikh Anta Diop de Dakar ;
- des échantillons de plantes de notre propre collection.

Ces échantillons d'espèces du genre *Indigofera* ont été récoltés au Sénégal dans les régions de Dakar, Diourbel, Kaolack, Kédougou, Kolda, Louga, Matam, Saint Louis, Sédhiou, Tambacounda, Thiès et Ziguinchor (Figure 12)

Chaque collecte d'échantillons compte au minimum six (6) spécimens. L'ensemble du matériel végétal consulté pour cette caractérisation morphologique des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal, est estimé à 528 collections d'échantillons (tableau en annexe).

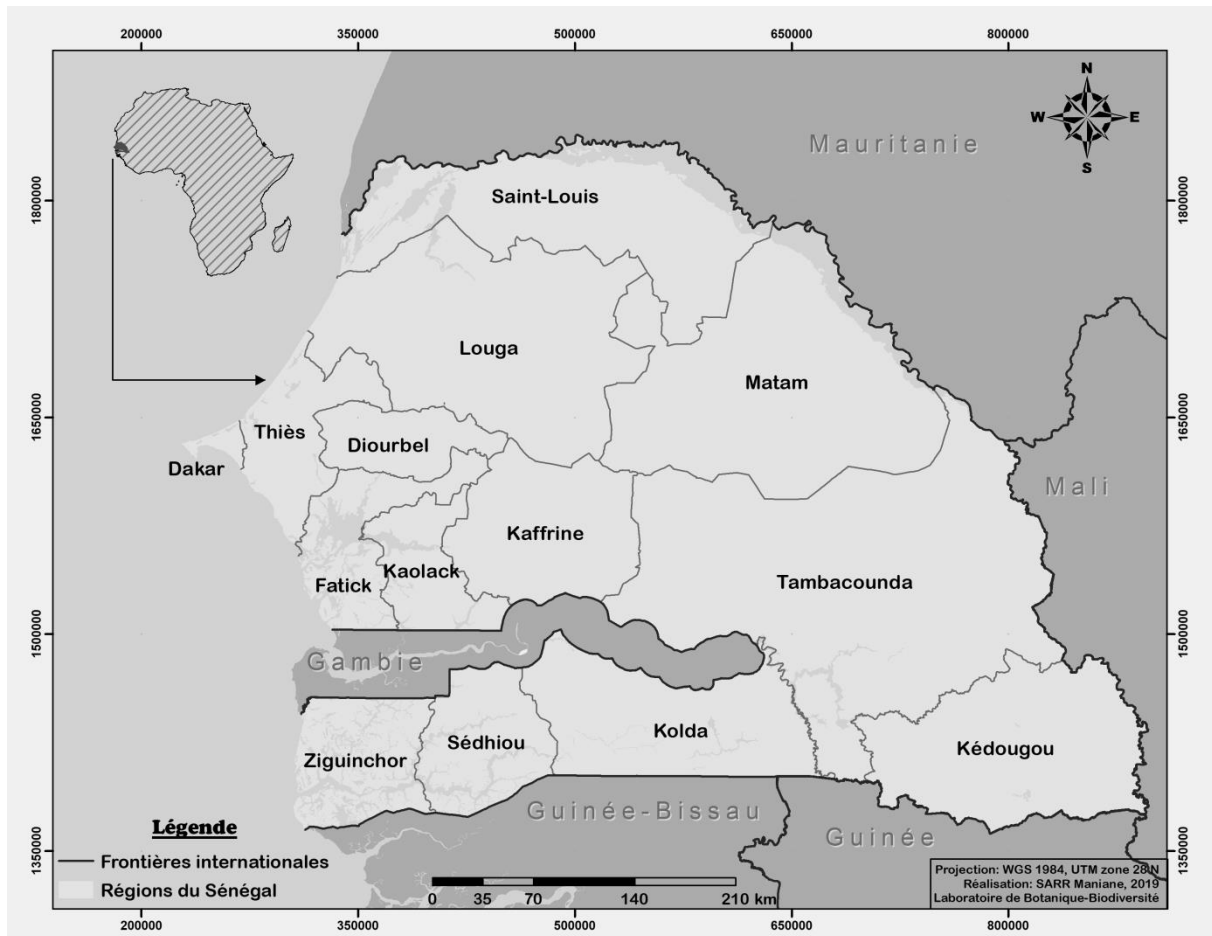


Figure 12 : Régions administratives du Sénégal

Des échantillons de notre collection sont disponibles dans les herbiers DAKAR, IFAN et Kew Botanic Gardens. Des collections de semences (fruits et graines) des différentes espèces du genre *Indigofera* ont été également effectuées pour permettre la caractérisation morphologique des jeunes plants.

Des observations sur les caractères morphologiques ont été effectués à l'œil nu et à l'aide d'une loupe de poche, d'une loupe binoculaire et d'une loupe de capture. Des mesures quantitatives ont été effectuées à l'aide de règles graduées et d'un pied à coulisse.

Nous avons identifié les différentes espèces du genre *Indigofera* grâce aux clés de Cronquist (1954) ; Hutchinson *et al.*, (1958) ; Berhaut (1967, 1976) ; Ghazanfar (1989) et Akoègniou *et al.*, (2006). La confirmation des identifications des échantillons collectés du genre *Indigofera* s'est effectuée par la comparaison avec des spécimens de la collection de l'herbier DAKAR et de l'herbier IFAN. L'appui de Kew Botanic Gardens a permis l'identification et la confirmation des taxons nouveaux pour la flore du Sénégal.

Des informations ont été recueillies des travaux du laboratoire de Botanique-Biodiversité pour discuter les résultats obtenus (Noba, 1990 ; Noba *et al.*, 2004 ; Sambou, 2000 ; Mbaye *et al.*, 2001 ; Mbaye, 2002 ; Sarr R.S., 2003 ; Sarr R.S. *et al.*, 2007 ; Bassène *et al.*, 2012 ; Bassène *et al.*, 2014 ; Bassène *et al.*, 2018 ; Mballo, 2013 ; Ngom *et al.*, 2016 ; Kâ *et al.*, 2017 ; Mballo *et al.*, 2018).

3.2.2. Caractérisation morphologique des espèces du genre *Indigofera*

Des mesures et des observations sur les traits de caractères morphologiques de plantes adultes et de jeunes plants ont été collectées.

Pour chacune des espèces étudiées, les données proviennent de 10 échantillons au minimum.

Pour chaque trait de caractère morphologique, vingt-cinq (25) mesures au minimum ont été effectuées.

Pour la plante adulte

- **Caractères morphologiques qualitatifs des organes** de la plante adulte :

Des observations ont porté sur **le port** (dressé, étalé, diffus, sarmenteux, volubile), **la tige** (cylindrique, côtelée, quadrangulaire, etc.), **les feuilles** (type de feuilles, phyllotaxie, forme du limbe, base et sommet du limbe, prolongement du rachis au-delà des dernières folioles latérales, nombre de folioles, longueur et largeur des folioles, pilosité foliaire, type de poils, nervation du limbe, pilosité et type de poils du pétiole), forme **des stipules**, **présence ou non de stipelles**, type et disposition de **l'inflorescence**, couleur de **la corolle**, forme des lobes **du**

calice, la gousse (forme, pilosité, type de poils, orientation, nombre de graines), **le cycle biologique** (annuelle, pérenne).

- **Caractères morphologiques quantitatifs des organes** de la plante adulte:

Des mesures sont effectuées sur la taille de la plante adulte, la longueur et la largeur des feuilles et des folioles, la longueur du rachis, la longueur du pétiole et du pétiolule, la longueur des stipules, la longueur de l'inflorescence, la longueur des lobes, la longueur du pédoncule floral, la longueur des pédicelles, la longueur et la largeur des gousses.

Pour le jeune plant :

Le stade jeune plant est compris entre l'apparition des feuilles cotylédonaire jusqu'à l'apparition du premier bouton floral. La floraison commence généralement après la dixième feuille juvénile.

- **Caractères morphologiques qualitatifs du jeune plant**

Les observations ont porté les organes suivants :

la feuille cotylédonaire (forme, sommet, base, pilosité du limbe, pilosité du pétiole);

l'hypocotyle (pilosité, couleur) et **l'épicotyle** (pilosité, couleur) ;

les feuilles juvéniles (gradient foliaire, type de feuilles, forme du limbe, sommet et base du limbe, nervation, pilosité, phyllotaxie, présence stipules et stipelles, pilosité du pétiole et du pétiolule) ;

la tige (couleur et pilosité).

- **Caractères morphologiques quantitatifs des organes du jeune plant**

En ce qui concerne **le jeune plant** des mesures ont été faites sur : les feuilles cotylédonaire (longueur et largeur du limbe, longueur pétiole), l'hypocotyle (longueur), l'épicotyle (longueur) et les feuilles juvéniles (longueur et largeur du limbe, la longueur du pétiole, la longueur du pétiolule).

Elaboration de clés de détermination

Les clés de détermination sont des outils d'identification dans lesquels des caractères sont répertoriés et agencés de sorte à pouvoir les comparer à ceux d'une plante connue ou inconnue. Les clés de détermination dans cette révision sont des clés dichotomiques.

Dans une clé dichotomique, il existe toujours pour le même caractère, deux possibilités généralement contradictoires, comparables aux allèles d'un même gène, auxquelles s'identifie forcément la plante à déterminer (Olorode, 1984).

3.3. Résultats et discussions

3.3.1. Sur le port de la plante adulte

L'analyse des traits de caractères morphologiques du port montre quatre (4) types de port :

- un port sarmenteux chez *Indigofera macrophylla* uniquement ;
- un port dressé chez trente-neuf (39) taxons étudiés ;
- un port étalé chez onze (11) taxons (*I. berhautiana*, *I. diphylla*, *I. macrocalyx*, *I. microcarpa*, *I. nummulariifolia*, *I. pilosa*, *I. pulchra*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. spicata*, *I. subulata*) ;
- un port diffus chez trois (3) taxons (*I. aspera*, *I. deightonii*, et *I. paniculata*).

L'analyse des résultats montre que le port peut constituer un caractère discriminant important pour l'identification des 45 espèces de cette étude. Toutefois, un polymorphisme du port est observé chez des espèces telles que *Indigofera berhautiana*, *I. microcarpa*, *I. pilosa*, *I. paniculata*, *I. pulchra*, *I. sessiliflora*.

3.3.2. Sur les traits de caractères des feuilles de la plante adulte

L'analyse du tableau brut des traits de caractères morphologiques du limbe des 45 espèces étudiées du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal ont permis de distinguer 5 groupes de taxons :

- des taxons à feuilles simples ;
- des taxons à feuilles composées bifoliolées
- des taxons à feuilles composées trifoliolées
- des taxons à feuilles uniquement composées imparipennées
- des taxons à feuilles composées imparipennées portant des feuilles simples.

Dans le groupe des taxons à feuilles imparipennées, certains ont des folioles alternes tandis que d'autres ont des folioles opposées.

En raison de cette complexité foliaire, une clé des groupes de taxons a été établie dans un premier temps :

I espèces à feuilles simples Groupe 1.

I' espèces à feuilles uniquement composées ou à feuilles composées et portant des feuilles simples.

II espèces à feuilles composées Groupe 2.

II' espèces à feuilles composées et à feuilles simples Groupe 3.

Groupe 1 : espèces du genre *Indigofera* à feuilles simples

Le tableau 10 présente cinq (5) espèces et seize (16) traits de caractères morphologiques des feuilles. Certains traits de caractères sont partagés (communs) tels que type de feuille, la phyllotaxie, le sommet mucroné des feuilles, le type de poils, la pilosité du pétiole.

D'autres traits de caractères peuvent être considérés comme discriminants :

- la forme obovale à suborbiculaire de la feuille de *I. nummulariifolia* discrimine ce taxon des quatre autres espèces du genre *Indigofera* à feuilles simples ;
- la longueur du limbe est un caractère discriminant pour séparer des taxons ;
- la nervation latérale des feuilles de *I. leprieurii* et de *I. nummulariifolia* permet de les distinguer des taxons à limbe sans nervation latérale tels que *I. paniculata*, *I. polysphaera* et *I. simplicifolia* ;
- la forme falciforme des stipules des feuilles de *I. nummulariifolia* et lancéolée de celles des feuilles de *I. leprieurii* sont discriminants par rapport aux stipules filiformes de *I. paniculata*, *I. polysphaera* et *I. simplicifolia*.

La clé de détermination a été élaborée à partir du tableau 10 :

1. Espèces à limbe de forme obovale ou suborbiculaire avec des stipules falciformes à la base du pétiole.....(1).....***I. nummulariifolia***
- 1'.Espèces à limbe de forme non obovale ni orbiculaire avec des stipules non falciformes.....**2**
2. limbe long de 15 à 50 mm et large de 3 à 5 mm..... **3**
- 2'. limbe long de plus de 50 mm et large de plus de 5 mm.....**4**
3. Espèces à feuilles subsessiles, pétiole long de 0,5 à 1 mm, limbe elliptique à linéaire..... (2).....***I. polysphaera***
- 3' feuilles à pétiole long de 1 à 2 mm, limbe linéaire à oblongue.....(3).....***I. paniculata***
4. feuilles subsessiles, pétiole long de 0,5 à 1 mm, limbe long de 20 à 60 mm et large de 4 à 5 mm.....(4).....***I. simplicifolia***
- 4' feuilles à pétiole long de 1,5 à 3 mm, limbe long de 40 à 80 mm et large de 7 à 10 mm...(5).....***I. leprieurii***

Dans le groupe 1, la forme du limbe et celle des stipules ont permis de discriminer *I. nummulariifolia* des quatre autres espèces du genre *Indigofera* à feuilles simples. A la base des feuilles simples des espèces répertoriées, des stipelles n'ont pas été observées pour qu'on puisse parler de feuilles unifoliolées. Ces résultats ne sont pas conformes aux descriptions de Cronquist (1954), Akoègniou *et al.*, (2006) et César et Chatelain (2019) qui parlent de feuilles

unifoliolées chez ces espèces du genre *Indigofera* à feuilles simples. La présence de stipelles permet de discriminer une feuille simple qui ne porte pas de stipelles comme celle de *I. nummulariifolia* d'une feuille unifoliolée avec des stipelles comme la feuille de *I. pilifera* de la flore d'Australie (Wilson et Rowe, 2004) ou *I. caloneura* Kurz de la flore de Thaïlande (Mattapha et chantaranonthal, 2012). Les feuilles simples portent des bourgeons axillaires qui sont absents à l'aisselle des folioles.

La longueur et la largeur du limbe ont contribué à dissocier le couplet *I. paniculata* et *I. polysphaera* du couplet *I. leprieurii* et *I. simplicifolia*. La longueur du pétiole a aussi permis de séparer les taxons des deux couplets.

La longueur du pétiole a permis de séparer *I. polysphaera* à feuilles subsessiles (pétiole long de moins de 1 mm) de *I. paniculata* (pétiole long de plus de 1 mm).

Tableau 10: Tableau brut des caractères morphologiques des plantes adultes des espèces du genre *Indigofera* à feuilles simples

| Caractères morphologiques | <i>I. lepreurii</i> | <i>I. nummularifolia</i> | <i>I. paniculata</i> | <i>I. polysphaera</i> | <i>I. simplicifolia</i> |
|----------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Type de feuilles | | | simple | | |
| Phyllotaxie | | | alternes | | |
| Forme feuilles | elliptique lancéolée | obovale à suborbiculaire | linéaire oblongue | linéaire à elliptique | elliptique lancéolé |
| Longueur feuilles | 40 - 80 mm | 20 - 35 mm | 30 - 50 mm | 15 - 45 mm | 20 - 60 mm |
| Largeur feuilles simples | (2)7 - 10 mm | 1,5 - 3 mm | 3 - 5 mm | 2 - 4 mm | (2)4 - 5(7) mm |
| Base foliaire | en coin | arrondie | arrondie | en coin | en coin |
| Sommet foliaire | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné | coin mucroné |
| Pilosité foliaire | pubescence | pubescence éparse | pubescence éparse | pubescence | pubescence |
| Type de poils des feuilles | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires hirsutes | poils naviculaires éparses et perpendiculaires à la nervure médiane |
| Nombre nervures latérales | 10 à 16 | 5 à 7 | non observées | non observées | non observées |
| Longueur du pétiole | 1,5 - 3 mm | 1 - 3 mm | 1 - 2 mm | 0,5 - 1 mm | 1 mm |
| Pilosité du pétiole | pubescent | pubescent | pubescent | pubescent | pubescent |
| | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires hirsutes | poils naviculaires |
| Forme des stipules | lancéolée | falciforme | filiforme | filiforme | filiforme |
| Longueur stipules | 2 - 5 mm | 3 - 5 mm | 2 - 3 mm | 4 - 5 mm | 2 mm |

Groupe 2 : espèces du genre *Indigofera* à feuilles composées (tableau 11) :

L'analyse du tableau 11 indique que le groupe 2 compte six (6) espèces pour vingt-et-un (21) caractères morphologiques.

Les caractères communs sont: le prolongement du rachis foliaire après la dernière paire de folioles latérales, les poils naviculaires et l'absence des stipelles.

Les caractères discriminants sont :

- le nombre de folioles permet de séparer les taxons à feuilles imparipennée à 5 folioles) des taxons à feuilles composées de 2 à 3 folioles ;
- le trait de caractère bifoliolé de la feuille de *I. diphylla* le discrimine des autres taxons du genre *Indigofera* à feuilles composées de plus de 2 folioles ;
- le trait de caractère trifoliolé des feuilles de *I. pilosa* et *I. subulata* permet de les séparer des autres espèces du genre *Indigofera* à feuilles composées de plus de 3 folioles ;
- la foliole terminale nettement plus longue et plus large que les folioles latérales chez *I. pilosa* est un caractère déterminant de distinction avec *I. subulata* où la foliole terminale a la même taille que les folioles latérales ;
- la phyllotaxie des folioles permet de séparer un groupe de taxons à folioles opposées (*I. berhautiana*, *I. deightonii*, *I. pilosa*, *I. subulata*) et d'un autre groupe à folioles alternes (*I. diphylla* et *I. oblongifolia*) ;
- le trait de caractère lancéolé des stipules de *I. berhautiana* est un trait morphologique discriminant par rapport aux autres taxons à stipules non lancéolées.

La clé de détermination est la suivante :

1. Espèces à feuilles composées de 2 ou 3 folioles **2**
- 1'. Espèces à feuilles composées de plus de 3 folioles..... **4**
2. Espèces à feuilles bifoliolées.....(6).....***I. diphylla***
- 2'. Espèces à feuilles généralement trifoliolées, rarement 5 foliolées.....**3**
3. Espèces à foliole terminale nettement plus longue et large que les folioles latérales, pubescence hirsute.....(7).....***I. pilosa***
- 3'. Espèces à foliole terminale sensiblement de même longueur et largeur que les folioles latérales, pubescence rase.....(8)..... ***I. subulata***
4. Espèces à feuilles composées de 5 ou 7- folioles :
5. Espèces à feuilles composées de 5 folioles (tableau 11) :
6. Espèces à folioles alternes, oblongues ou obovales, de même taille, longues (7) 10 à 25 (17) mm et larges de 5 à 10 mm.....(9).....***I. oblongifolia***

6'. Espèces à folioles latérales opposées:

7. Espèces à poils naviculaires denses soyeux argentés, folioles ovales ou elliptiques, longues de 10 à 15 mm et larges de 4 à 7 mm.....(10).....*I. berhautiana*

7'. Espèces à poils naviculaires peu denses, folioles elliptiques, longues de 7 à 12 mm et larges de 2 à 5 mm.....(11).....*I. deightonii*.

Tableau 11: Tableau brut des caractères morphologiques foliaires des espèces du genre *Indigofera* à feuilles portant 2 à 5 folioles

| Caractères morphologiques | <i>I.berhautiana</i> | <i>I. diphylla</i> | <i>I. deightonii</i> | <i>I. oblongifolia</i> | <i>I. pilosa</i> | <i>I. subulata</i> |
|-----------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------|----------------------------|
| Type de feuilles | Imparipennées | bifoliolées | imparipennées | imparipennées | trifoliolées | trifoliolées |
| Phyllotaxie | alternes | | | | | |
| Nombre folioles | 3 - 5 | 2(3) folioles | 3 - 5 | 3 - 5 folioles | 3(5) | 3 folioles |
| disposition folioles | opposées | alternes | opposées | alternes | opposées | opposées |
| Longueur rachis | 20 - 30 mm | 1,5 - 3,5 mm | 3 - 7 mm | 30 - 40 mm | 3 - 7 mm | 9 - 12 mm |
| Prolongement du rachis après les folioles latérales | Rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé |
| Forme folioles | Ovale à elliptique | Ovale à elliptique | elliptique | oblongue à obovale | elliptique | ovale à elliptique |
| Longueur folioles | 10 - 15 mm | 8 - 25 mm | 7 - 12 mm | (7)10 - 25(27) mm | (9)13 - 27 mm | 20 - 60 mm |
| Largeur folioles | 4 - 7 mm | 3 - 15 mm | 2 - 5 mm | 5 - 10 mm | (4)10 - 17 mm | 10 - 20 mm |
| Base foliaire | arrondie | en coin | en coin | arrondie | arrondie | arrondie |
| Sommet foliaire | En coin atténué | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné |
| Pilosité foliaire | Soyeuse argentée | pubescence laineuse | pubescence plus dense dessous | pubescente | pubescente | pubescent |
| Type de poils | Poils naviculaires | poils simples | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires |
| Nombre nervures latérales | 5 - 7 | 2 à 6 | 3 à 4 | non observées | 6 à 8 | 3 à 5 |
| Longueur du pétiole | 4 - 7 mm | 1 - 2 mm | 2 - 10 mm | 2 - 6 mm | 2 - 5 mm | 15 - 25 mm |
| Pilosité du pétiole | pubescent | | | | | |
| Type de poils | Poils naviculaires soyeux | poils simples | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires éparses |
| longueur pétiolules | 1 mm | 0,5 - 1 mm | 1 mm | 1-1,5 mm | 0,5 - 1 mm | 1 - 1,5 mm |
| Forme des stipules | Lancéolée | filiforme | filiforme | triangulaire | linéaire | filiforme |
| Longueur stipules | 7 - 10 mm | 2 - 6 mm | 2 - 3 mm | 0,5 - 3 mm | 4 - 7 mm | 3 - 3,5 mm |
| Présence des stipelles | absentes | | | | | |

5'. Espèces à feuilles composées de 7 folioles (tableau 12).

Les traits de caractères des feuilles composées de 7 folioles ont été répertoriés dans le tableau 12 ci-dessous.

Le tableau présente six (6) espèces et vingt-et-un (21) caractères. Les caractères morphologiques communs sont : les feuilles imparipennées, la phyllotaxie des feuilles, le prolongement du rachis à près la dernière paire de folioles latérales et le type de poils.

Les caractères discriminants observés portent sur :

- ✓ le nombre de folioles est un caractère discriminant entre les taxons à 7 folioles et ceux à 9 folioles ;
- ✓ la nervation latérale de la feuille de *I. hirsuta* permet bien distinguer ce taxon des autres à feuilles sans nervation latérale
- ✓ La présence de stipelles est un trait de caractère discriminant qui sépare *I. hirsuta* des autres taxons sans stipelles

8. Espèces à pubescence éparses et rases. Rachis long de 20 à 40 cm portant des folioles linéaires longues de 20 à 30 mm et larges de 4 à 7 mm. Limbe à nervures latérales non visibles.....(12).....***I. aspera***

8 Espèces à pubescence hirsute. Rachis long de 50 à 70 mm portant des folioles obovales longues de 15 à 50 mm et larges de 10 à 30 mm. Limbe de 4 à 7 nervures latérales.....(13).....***I. hirsuta***

4'. Espèces à feuilles composées de plus de 7 folioles :

9. Espèces à feuilles composées de 9 ou 11-folioles :

10. Espèces à feuilles composées de 9 folioles :

11. Espèces à foliole terminale nettement plus développée que les folioles latérales :

12. Espèces à pétiole long de 5 à 10 mm, folioles elliptiques ou obovales opposées parfois subopposées :

13. Espèces à rachis foliaire long de 10 à 20 mm, poils naviculaires et poils simples glanduleux sur le pétiole, le pétiolule et le limbe.....(14).....***I. sp***

13'Espèces à rachis foliaire long de 20 à 30 mm, poils naviculaires uniquement présents sur les organes foliaires.....(15).....***I. sessiliflora***

12'. Espèces à pétiole long de plus de 10 mm, folioles linéaires bien opposées.....(16).....***I. stenophylla***

11'. Espèces à foliole terminale sensiblement de même taille que les folioles latérales

14. Espèces à rachis long de 20 à 30 mm, folioles elliptiques, longues de 10 à 20 mm et larges de 5 à 10 mm, stipules lancéolée longue de 5 à 10 mm...(17).....***I. congesta***
- 14'. Espèces à rachis long de plus de 30 mm
15. Espèces à rachis long de 30 à 40 mm, folioles linéaires, longues de 20 à 30 mm et larges de 1 à 5 mm, stipules filiformes longues de 1 à 5 mm...(18).....***I. parviflora***
- 15'. Espèces à rachis long de 40 à 50 mm, folioles obovales, opposées ou subopposées, longues de 10 à 20 mm et larges de 4 à 8 mm.....(19).....***I. elliotii***
- 10'. Espèces à feuilles composées de 11 folioles (tableau 16)
16. Espèces à folioles alternes, stipules linéaires longues de 5 à 10 mm.....***I. spicata***

Tableau 12: Tableau brut de traits de caractères morphologiques foliaires des espèces du genre *Indigofera* 7 à 9 folioles

| Traits de caractères | <i>I. aspera</i> | <i>I. congesta</i> | <i>I. hirsuta</i> | <i>I. parviflora</i> | <i>I. stenophylla</i> | <i>I. sp</i> |
|-----------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------|
| Type de feuilles | imparipennées | | | | | |
| Phyllotaxie | alternes | | | | | |
| Nombre folioles | 5 - 7 | 5 - 9 | 5 - 7 | 7 - 9 | 5 - 9 | 5 - 9 |
| disposition folioles | opposées | opposées | opposées | opposées | opposées | opposées à subopposées |
| Longueur rachis | 20 - 40 mm | (10)20 - 30 mm | 50 - 70 mm | 30 - 40 mm | (10) 20 - 70 (100) mm | 10 - 17 mm |
| Prolongement du rachis après les folioles latérales | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé |
| Forme folioles | linéaire | elliptique à obovale | obovale à elliptique | linéaire | linéaire | elliptique à obovale |
| Longueur folioles | 20 - 30 mm | 8 - 15 mm | 15 - 50 mm | 20 - 30 (35) mm | 30 - 60 (70) mm | 5 - 10 mm |
| Largeur folioles | 4 - 7 mm | 4 - 6 mm | 10 - 30 mm | 3 - 4 mm | 2 - 3 mm | 2 - 4 mm |
| Base foliaire | arrondie | en coin | en coin | arrondie | en coin | en coin |
| Sommet foliaire | coin mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné | en coin mucroné | arrondi et mucroné |
| Pilosité foliaire | pubescente | pubescente | pubescence plus dense dessous | pubescence rugueuse | pubescente | pubescente |
| type de poils | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires apprimés | poils naviculaires | poils naviculaires appliqués | poils naviculaires |
| Nombre nervures latérales | absentes | absentes | 4 à 7 | absentes | absentes | absentes |
| Longueur du pétiole | 6 - 7 mm | 10 - 15 mm | 10 - 15 mm | 10 - 12 mm | 15 - 25mm | 4 - 6 mm |
| Pilosité du pétiole | pubérulent | pubescent | pubescent | pubescence | pubescent | pubescent |
| Type de poils | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires |
| longueur pétioles | 1 mm | 1 mm | 1 - 2 mm | 0,5 - 1 mm | 1 mm | 0,5 mm |
| Forme des stipules | filiforme courte et aigues | lancéolée | filiforme | filiforme | filiforme | filiforme |
| Longueur stipules | 2 - 4 mm | 6 - 8 mm | 10 - 15 mm | 0,5 - 2 mm | 3 - 5 mm | 1 - 2 mm |
| Présence des stipelles | absentes | absentes | filiformes | absentes | absentes | absentes |

Le tableau 13 présente neuf (9) taxons et vingt-deux (22) caractères morphologiques de la feuille. Les caractères communs : type de feuilles, la phyllotaxie des feuilles, le nombre de folioles, le type de poils. Les caractères discriminants portent sur :

- les folioles alternes de *I. spicata* permettent de distinguer ce taxon des autres espèces à folioles opposées sur le rachis foliaire ;
- la présence de points glanduleux chez *I. microcarpa* est un caractère discriminant par rapport aux autres taxons sans points glanduleux ;
- la nervation latérale du limbe chez certains taxons comme (*I. astragalina*, *I. costata*, *I. macrophylla*) les distingue du groupe d'espèces à limbe sans nervation latérale ;
- la présence de stipelles à la base des folioles de *I. congolensis* est un critère discriminant par rapport aux huit (8) autres taxons à folioles sans des stipelles.

- 16'. Espèces à folioles opposées ou subopposées, stipules filiformes ou triangulaires
17. Espèces à foliole terminale plus développée que les folioles latérales :
18. Espèces à rachis foliaire ne dépassant pas 50 mm de long
19. Espèces à rachis foliaire long de 20 à 40 mm, pétiole long de 1 à 5 mm.....(21).....***I. senegalensis***
- 19'. Espèces à rachis long de 40 à 50 mm, pétiole long de 10 à 15 mm...(22).....***I. costata***
- 18'. Espèces à rachis long de plus de 50 mm
20. rachis long de 80 à 90 mm, pétiole long de 15 à 20 mm.....(23).....***I. astragalina***
- 20'. Rachis foliaire long de 90 à 100 mm.....(24).....***I. macrophylla***
- 17'. Espèces à foliole terminale sensiblement de même taille que les folioles latérales
21. Folioles à stipelles.....(25).....***I. congolensis***
- 21' Folioles sans stipelles
- 22 Pétioles longs de 5 à 10 mm, poils naviculaires sur les organes foliaires
23. Pétiolules longs de 0,5 à 1 mm, folioles longues de 6 à 16 mm et larges de 3 à 6 mm, points glanduleux au-dessous du limbe....(26)..... ***I. microcarpa***
- 23'. Pétiolules longs de 1 à 1,5 mm, folioles longues de 20 à 30 mm et larges de 5 à 10 mm, pas de points glanduleux en dessous du limbe.....(27).....***I. capitata***
- 22'. Pétiole long de 10 à 15 mm, poils naviculaires et poils simples glanduleux sur les organes foliaires.....(28).....***I. colutea***
23. Espèces à feuilles composés de plus de 11 folioles :
- 23'. Espèces à feuilles composées de 13 ou 15 folioles (tableau 14)
24. Espèces à feuilles composées de 13 folioles :

- 25. Espèces à foliole terminale sensiblement de même taille que les folioles latérales :
- 26. Espèces feuilles dont la longueur du rachis ne dépasse pas 50 mm, folioles pubescentes sur les deux faces :
- 27. Rachis long de 30 à 40 mm, folioles longues et larges respectivement de 1-10 x 1-5 mm
.....(29).....***I. brevifilamenta***
- 27' Rachis long de 40 à 50 mm

Tableau 13: Tableau brut des traits de caractères morphologiques foliaires des espèces du genre *Indigofera* portant 11 folioles

| Traits de caractères | <i>I. astragalina</i> | <i>I. capitata</i> | <i>I. colutea</i> | <i>I. congolensis</i> | <i>I. costata</i> | <i>I. macrophylla</i> | <i>I. microcarpa</i> | <i>I. senegalensis</i> | <i>I. spicata</i> |
|-----------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------------------|
| Type de feuilles | imparipennées | | | | | | | | |
| Phyllotaxie | alternes | | | | | | | | |
| Nombre folioles | 7 - 11 | 5 - 11 | 7 - 11 | 7 - 11 | 5 - 11 | 7 - 11 | 5 - 11 | 7 - 11 | 7 - 11 |
| disposition folioles | opposées | opposées | opposées ou subopposées | opposées | opposées ou subopposées | opposées | opposées | opposées | alternes |
| Longueur rachis | 60 - 100 mm | 20 - 40 mm | (20)30 - 40 mm | 30 - 40 mm | 20 - 60 mm | 30 - 100 mm | 20 - 40 mm | (10)20 - 40 mm | (20)30 - 50 cm |
| Prolongement du rachis après les folioles latérales | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé |
| Forme folioles | elliptique à obovale | Oblancéolée, elliptique à linéaire | elliptique à obovale | elliptique à obovale | elliptique | ovale à elliptique | obovale à oblancéolée | elliptique | elliptique à obovale |
| Longueur folioles | 20-30 mm | 15 - 25 mm | 6 - 10 mm | 3 - 10 mm | 18-33 mm | 19 - 60 mm | 6 - 16 mm | 20 - 39 mm | (10)13 - 20 mm |
| Largeur folioles | 10-15 mm | 4 - 6 mm | 2 - 5 mm | (2)3 - 5mm | 6 - 10 mm | 14 - 25 mm | 3 - 6 mm | 1,3 - 3,9 mm | 5 - 9 mm |
| Base foliaire | arrondie | en coin | arrondie | en coin | en coin | arrondie | en coin | arrondie | arrondie |
| Sommet foliaire | arrondi et mucroné | coin mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné |
| Pilosité foliaire | pubescente | pubescence épars, dessus glabrescent | pubescente | pubescente dessus glabre | pubescente | pubescente | pubescence argentée | pubescente | glabre dessus, pubescence épars dessous |
| type de poils | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires |
| Points glanduleux | absents | absents | absents | absents | absents | absents | Dessous du limbe | absents | absents |
| Nombre nervures latérales | 5 - 7 nervures latérales | non observées | non observées | non observées | 5 à 10 | 4 à 6 | non observées | non observées | non observées |
| Longueur du pétiole | 15 - 20 mm | 6 - 10 mm | (6)10 - 15 mm | 2 - 10 mm | 10 - 14 mm | 10 - 20 mm | 5 - 10 mm | 2,5 - 4 mm | 2 mm |
| Pilosité du pétiole | pubescent | pubérulent | pubescent | pubescent | pubescent | pubescent | pubescent | pubescent | pubescent |
| Type de poils | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires et poils simples glanduleux | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires |
| longueur pétiolules | 1,5 mm | 1 mm | 0,5 - 1 mm | 0,5 mm | 1 mm | 1 - 2 mm | 0,5 - 1 mm | 0,5 - 1 mm | 1 mm |
| Forme des stipules | filiforme ciliée | filiforme | filiforme | filiforme | filiforme | triangulaire | filiformes | filiforme | linéaire |
| Longueur stipules | 10-15 mm | 3 - 4 mm | 2,5 - 3 mm | 2 - 5 mm | 1 mm | 0,5 - 1 mm | 2 - 3 mm | 1 - 3,5 mm | 4 - 7 mm |
| Présence des stipelles | absentes | absentes | absentes | présentes | absentes | absentes | absentes | absentes | absentes |

Le tableau 14 présente sept (7) espèces et vingt-deux caractères foliaires. Les caractères communs sont : le type de feuilles, la phyllotaxie des feuilles, la disposition des folioles, le prolongement du rachis à près la dernière paire de folioles latérales. Les traits de caractères discriminants des taxons du tableau 14 sont :

- le nombre de folioles plus élevé (7 paires) des feuilles de *I. terminalis* par rapport aux autres taxons répertoriés dans le tableau 14 ;
- les points glanduleux de la face inférieure des folioles de *I. terminalis* constituent un trait de caractère discriminant par rapport autres taxons du tableau 14 ;
- la pilosité mixte (poils naviculaires et poils simples glanduleux) des pétioles de *I. brevifilamenta* et *I. secundiflora* les sépare des autres taxons sans pilosité mixte au niveau du pétiole ;
- la présence de stipelles au niveau des folioles de *I. suffruticosa* et *I. tinctoria* constitue un trait de caractère qui les discrimine des autres taxons dont les folioles sont dépourvues de stipelles ;
- la foliole terminale nettement plus développée permet de discriminer *I. heudelotii* de *I. garckeana* où la foliole terminale est moins longue que celle des folioles latérales.

Tableau 14: Traits de caractères morphologiques foliaires des espèces du genre *Indigofera* avec 13 à 15 folioles

| Caractères | <i>I. brevifilamenta</i> | <i>I. garckeana</i> | <i>I. heudelotii</i> | <i>I. secundiflora</i> | <i>I. suffruticosa</i> | <i>I. terminalis</i> | <i>I. tinctoria</i> |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|
| Type de feuilles | Imparipennées | | | | | | |
| Phyllotaxie | alternes | | | | | | |
| Nombre folioles | 7 - 13 | (3)5 - 13 | 9 - 13 | 11 - 13 | 11 - 13 | 5 - 15 | 9 - 13 |
| disposition folioles | opposées | opposées ou subopposées | opposées | opposées | Opposées | opposées ou subopposées | opposées ou subopposées |
| Longueur rachis | 14 - 26 mm | 100 - 200 mm | 20 - 80 mm | (30)40 - 50 mm | 50 - 100 mm | (20)30 - 50(55) mm | 20 - 50 mm |
| Prolongement du rachis après les folioles latérales | rachis prolongé | | | | | | |
| Forme folioles | elliptique à obovale | ovale elliptique | elliptique | elliptique | Elliptique | elliptique à obovale | obovale |
| Longueur folioles | 3 - 9 mm | 40 - 70 mm | 19 - 25 mm | (5)8 - 12(15) mm | 15 - 20 mm | 6 - 17 mm | 16 - 28 mm |
| Largeur folioles | 2 - 4 mm | 25 - 35 mm | 4 - 9(10) mm | 2 - 5 mm | 5 - 10 mm | 2 - 6 mm | 5 - 10 mm |
| Base foliaire | en coin | arrondie | en coin | arrondie | Arrondie | arrondie | arrondie |
| Sommet foliaire | arrondi mucroné | coin mucroné | en coin mucroné | arrondi mucroné | coin mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné |
| Pilosité foliaire | pubescente | pubescent | dessus glabrescent | pubescente | glabrescent dessus pubescent dessous | glabrescent dessus pubescent dessous | pubescent |
| type de poils | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires et points glanduleux | poils naviculaires |
| Nombre nervures latérales | non observées | 8 à 11 | 5 à 7 | non observées | non observées | 3 à 5 | 3 à 7 |
| Longueur du pétiole | 5-8 mm | 15 - 30 mm | 9 - 15 mm | (5)8 - 25 mm | 15 - 30 mm | (2)4 - 17 mm | 10 - 14 mm |
| Pilosité du pétiole | pubescent | pubescent | pubescent | pubescent | Pubescent | pubescent | glabrescent |
| Type de poils | poils naviculaires et poils simples glanduleux | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires et poils glanduleux | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires éparses |
| Points glanduleux | absents | absents | absents | absents | Absents | Dessous du limbe | absents |
| longueur pétiolules | 0,5 - 1 mm | absents | absents | absents | Absents | 0,5 - 1 mm | 1,5 - 2 mm |
| Forme des stipules | filiforme | filiforme | filiforme | linéaire | Filiforme | linéaire | filiforme |
| Longueur stipules | 2 mm | 3 - 4 mm | 1 - 2 mm | 2 - 3 mm | 2 - 4 mm | 3 - 4 mm | 1 mm |
| Présence des stipelles | absentes | absentes | absentes | absentes | présentes | absentes | présentes |

28. Folioles opposées, elliptiques longues et larges respectivement de 10-20 x 5-10 mm.....(30).....***I. secundiflora***
- 28'. Folioles opposées ou subopposées, elliptiques ou obovales, longues et larges de 20-30 x 1-5 mm.....(31).....***I. tinctoria***
- 26'. Espèces à feuilles dont le rachis dépasse 50 mm, folioles à dessus glabre et dessous pubescent.....(32).....***I. suffruticosa***
- 25'. Espèces à foliole terminale de taille différente de celle des folioles latérales :
29. Foliole terminale de taille plus développée que les folioles latérales, folioles opposées, à poils naviculaires sur les faces du limbe, pétiole de 10 à 15 mm de long...(33)....***I. heudelotii***
- 29'. Foliole terminale moins développée que les folioles latérales, folioles opposées ou subopposées, à poils naviculaires sur la face inférieure du limbe, la face supérieure plutôt glabre, pétiole long de 15 à 20 mm.....(34).....***I. garckeana***
- 24'. Espèces à feuilles composées de 15 folioles opposées à subopposées...(35)....***I. terminalis***
30. Espèces à feuilles composées de plus 15 folioles (tableau 15):
31. Espèces à feuilles composées de 17 folioles opposées
32. Folioles terminales plus développées que les folioles latérales, pétiole long de 1 à 3 mm, rachis foliaire long de 30 à 40 mm.....(36).....***I. macrocalyx***
- 32'. Folioles terminales sensiblement de même taille que les folioles latérales, pétiole long de 10 à 12 mm, rachis foliaire long de 40 à 60 mm.....(37).....***I. arrecta***
- 31' Espèces à feuilles composées de plus de 17 folioles opposées ou subopposées, rachis long de plus de 50 mm :
33. Espèces à feuilles composées de 25 folioles opposées, rachis long de 60 à 70 mm.....(38).....***I. priureana***
- 33' Espèces à feuilles composées de plus de 25 folioles opposées ou subopposées, rachis long de 70 à 80 mm.....(39).....***I. dendroides***
- Dans le groupe 2 à feuilles composées, le nombre de folioles, la disposition de folioles, la taille de foliole terminale (longueur et largeur) par rapport à celle des folioles terminale, la longueur du rachis ont permis de distinguer les différents taxons.
- Le nombre de folioles a permis de discriminer *I. diphylla* qui a 2 folioles alternes des autres taxons à trois folioles.
- Dans ce sous-groupe à 3 folioles, la comparaison de la taille de la foliole terminale avec celle de folioles latérales, a permis de distinguer *I. pilosa* et *I. subulata*.
- Le tableau 15 présente quatre (4) espèces et vingt-et-un (21) caractères morphologiques de la feuille. Les caractères communs pour quatre taxons sont : le type de feuilles, leur phyllotaxie,

la disposition des folioles, le prolongement du rachis après la dernière paire de folioles latérales, le sommet des folioles, la pilosité du pétiole, le type de poils, la forme des stipules et l'absence des stipelles. Le nombre de folioles, la longueur du rachis, la longueur des folioles apparaissent comme des caractères de discrimination des quatre taxons du tableau.

Tableau 15: Traits de caractères morphologiques foliaires des espèces du genre *Indigofera* à feuilles composées de 17 ou plus de folioles

| Traits de caractères | <i>I. arrecta</i> | <i>I. dendroides</i> | <i>I. macrocalyx</i> | <i>I. prieureana</i> |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| Type de feuilles | imparipennées | | | |
| Phyllotaxie | alternes | | | |
| Nombre folioles | 13 - 17 | 11 - 41 | 5 - 17 | 9 - 25 |
| disposition folioles | opposées | opposées ou subopposées | opposées | opposées |
| Longueur rachis | 40 - 60 mm | 50 - 80 mm | 20 - 40 mm | 40 - 90 mm |
| Prolongement du rachis après les dernières folioles latérales | rachis prolongé | | | |
| Forme folioles | elliptique, obovale, oblongue à oblanceolée | elliptique à oblanceolée | elliptique | elliptique à oblanceolé |
| Longueur folioles | 10 - 15 mm | 7 - 15 mm | 5 - 12 mm | 15 - 40 mm |
| Largeur folioles | 4 - 7 mm | 3 - 5 mm | 3 - 6 mm | 3 - 8 mm |
| Base foliaire | en coin | en coin | arrondie | en coin |
| Sommet foliaire | Arrondi mucroné | | | |
| Pilosité foliaire | pubescente, dessus glabrescent | pubescence éparse | pubescente | pubescent |
| Type de poils | poils naviculaires | | | |
| Nombre nervures latérales | non observées | | | |
| Longueur du pétiole | 10 - 12 mm | 1 - 5 mm (sessiles) | 1 - 3 mm | 3 - 5 mm |
| Pilosité du pétiole | pubescent | pubescent | pubescente | pubescent |
| Type de poils | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires |
| longueur pétiolules | 1 mm | 1 mm | 0,5 mm | 0,5 - 1 mm |
| Forme des stipules | filiforme | | | |
| Longueur stipules | 3 - 5 mm | 2 - 5 mm | 2 - 3 mm | 5 - 7 mm |
| Présence des stipelles | absentes | | | |

Groupe 3 (tableau16) : Espèces du genre *Indigofera* à feuilles composées et à feuilles simples sur les rameaux florifères.

Les **caractères communs** du tableau 16 sont :

Le type de feuilles, la phyllotaxie des feuilles, l'absence de nervures latérales, la pilosité du pétiole et le type de poils.

Caractères discriminants des taxons à feuilles composées pennées et à feuilles simples :

Le nombre de folioles permet de discriminer les taxons à 7 folioles (*I. geminata* et *I. trichopoda*), des taxons à 9 folioles (*I. leptoclada* et *I. bracteolata*) et ceux à 15 folioles (*I. pulchra*)

La foliole terminale plus développée que les folioles latérales est un caractère qui discrimine *I. geminata* des autres taxons où les folioles terminales et latérales ont les mêmes dimensions, le non prolongement du rachis au-delà des dernières folioles latérales est un autre caractère qui permet de séparer *I. geminata* des autres taxons

La longueur des pétiolules et la présence ou non des stipelles sont des caractères discriminants pour identifier les six (6) taxons du groupe 3.

1. Espèces à feuilles composées de 7 folioles opposées et de feuilles simples, de forme obovale, longues et larges respectivement de 1-10 x 1-3 mm. Pétiole long de 1 à 5 mm

2. Foliole terminale plus longue et large que les folioles latérales, rachis long de 1 à 10 mm et qui ne se prolonge pas au-delà des folioles latérales, poils naviculaires sur les organes foliaires.....(40).....*I. geminata*

2'. Foliole terminale sensiblement de même taille que les folioles latérales, rachis long de 20 à 30 mm et qui se prolonge au-delà des folioles latérales, poils naviculaires et poils simples sur les organes foliaires.....(41).....*I. trichopoda*

1'. Espèces à feuilles composées de plus de 7 folioles et comportant des feuilles simples :

3. Espèces à feuilles composées de 9 folioles opposées, foliole terminale sensiblement de même taille que les folioles latérales :

4. Espèces à folioles subsessiles, pétiolules de moins de 1 mm de long, feuilles simples larges de 3 à 6 mm :

5. Espèces à folioles avec stipelles.....(42).....*I. leptoclada*

5'.Espèces à folioles sans stipelles.....(43).....*I. bracteolata*

4'. Feuilles à folioles portant des pétiolules longs de 1 à 1,5 mm, stipelles absentes(44).....*I. nigritana*

3'. Feuilles à 15 folioles opposées ou subopposées, de forme obovale...(45).....*I. pulchra*

Tableau 16: Traits de caractères morphologiques foliaires des espèces du genre *Indigofera*

| Traits de caractères | <i>I. bracteolata</i> | <i>I. geminata</i> | <i>I. leptoclada</i> | <i>I. nigrimana</i> | <i>I. pulchra</i> | <i>I. trichopoda</i> |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------|
| Type de feuilles | simples et imparipennées | | | | | |
| Phyllotaxie | alternes | | | | | |
| Forme feuilles simples | elliptique | obovale | obovale elliptique | elliptique à obovale | obovale | obovale |
| Longueur feuilles | 5 - 10 mm | 5 à 8 mm | 6 - 8 mm | 5 - 8 mm | 4 - 10 mm | 4 - 5 mm |
| Largeur feuilles simples | 3 - 6 mm | 2 à 3 mm, | 3 - 4 mm | 2 - 3 mm | 2 - 5 mm | 2 mm |
| Nombre folioles | 5 - 9 | 5 - 7 | 7 - 9 | 5 - 9 | 7 - 15 | 5 - 7 |
| disposition folioles | opposées | opposées | opposées | opposées | opposées ou subopposées | opposées |
| Longueur rachis | 10 - 15 mm | 10 - 25 mm | 30 - 40 mm | 20 - 40 mm | 10 - 40 mm | 20 - 30 mm |
| Prolongement du rachis après les folioles latérales | rachis prolongé | pas de prolongement | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé | rachis prolongé |
| Forme folioles | elliptique à obovale | oblancéolée | obovale elliptique | oblancéolées | obovale | obovale |
| Longueur folioles | 4 - 7 mm | 7 - 12 mm | 4 - 10 mm | 3 à 11 mm | 6 - 12 mm | 5 - 7 mm |
| Largeur folioles | 2 - 4 mm | 2 - 3 mm | 2 - 4(5) mm | 2 - 4 mm | 3 - 10 mm | 2 - 3 mm |
| Base foliaire | en coin | en coin | arrondie | en coin | coin | en coin |
| Sommet foliaire | arrondi | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné | arrondi mucroné |
| Pilosité foliaire | pubescente | pubescence plus dense dessous | pubescente | pubescence | pubescente | pubescent |
| Type de poils | poils naviculaires | poils apprimés assez denses | poils naviculaires | poils naviculaires argentés | poils naviculaires | poils naviculaires |
| Nombre nervures latérales | non observées | | | | | |
| Longueur du pétiole | 4 - 10 mm | 3 - 7 mm | 1,5 - 3 mm | 1 - 5 mm ou nul | 3 - 4 mm | 1 - 3 mm |
| Pilosité du pétiole | pubescent | | | | | |
| Type de poils | poils naviculaires hirsutes | poils naviculaires apprimés | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires | poils naviculaires |
| Longueur pétioles | 0,5 - 0,9 mm | 1 mm | 0,5 mm | 1 mm | 0,8 - 1 mm | 1 mm |
| Forme des stipules | lancéolée | filiforme | filiforme | filiforme | filiformes | filiforme |
| Longueur stipules | 1 mm | 2 - 3 mm | 1 mm | 1 - 3 mm | 1 - 2 mm | 1 - 3 mm |
| Présence des stipelles | absentes | présentes | présentes | absentes | absentes | Absentes |

La présence de stipelles à la base des folioles chez *I. leptoclada* et leur absence chez *I. bracteolata*, permettent de discriminer ces deux taxons.

Cette caractérisation va se poursuivre sur la tige pour voir s'il est possible de discriminer les 45 taxons de la présente étude à partir des traits de caractères caulinaires.

3.3.3. Sur des traits de caractères de la tige

La forme de la tige des espèces du genre *Indigofera* est généralement cylindrique. Cependant, on peut distinguer des formes de tiges non cylindriques :

- ✓ Un premier groupe d'espèces à tige herbacée (molle et peu résistante) :
 - Tige cannelée.....*I. hirsuta*
 - Tige côtelée.....(*I. costata*,
I. nummulariifolia, *I. spicata*)
- ✓ Un deuxième groupe d'espèces à tige ligneuse :
 - L'aspect sarmenteux de la tige permet de discriminer*I. macrophylla*
 - La tige anguleuse permet d'identifier..... *I. suffruticosa*
 - La présence de points glanduleux sur la tige permet d'identifier *I. terminalis*

Les traits de caractères morphologiques des tiges des taxons spécifiques étudiés du genre *Indigofera* permettent d'établir la clé d'identification ci-dessous :

1. Espèces à tige ligneuse2
- 1'. Espèces à tige herbacée.....5
2. Espèces à tige sarmenteuse.....*I. macrophylla*
- 2'. Espèces à tige non sarmenteuse.....3
3. Espèces à tige quadrangulaire.....*I. garckeana*
- 3'. Espèces à tige non quadrangulaire.....4
4. Espèces à tige anguleuse.....*I. suffruticosa*
- 4'. Espèces à tige non anguleuse..... (*I. capitata*, *I. congesta*,
I. elliotii, *I. heudelotii*, *I. oblongifolia*, *I. pulchra*, *I. terminalis*, *I. tinctoria*) :
5. Espèces à tige cylindrique couverte de points glanduleux.....*I. terminalis*
- 5'. Espèces à tige cylindrique sans points glanduleux...(*I. capitata*, *I. congesta*, *I. elliotii*,
I. heudelotii, *I. oblongifolia*, *I. pulchra*, *I. tinctoria*)
6. Espèces (25) à tige herbacée cylindrique (*I. aspera*, *I. astragalina*, *I. berthautiana*,
I. bracteolata, *I. brevifilamenta*, *I. colutea*, *I. congolensis*, *I. deightonii*, *I. dendroides*,
I. diphylla, *I. geminata*, *I. leprieurii*, *I. leptoclada*, *I. macrocalyx*, *I. microcarpa*, *I. nigritana*,

I. paniculata, I. parviflora, I. pilosa, I. prioureana, I. secundiflora, I. senegalensis, I. sessiliflora, I. simplicifolia, I. stenophylla, I. subulata, I. trichopoda, I. sp)

7. Tige débile (*I. subulata*) ou grêle (*I. aspera, I. dendroides, I. diphylla, I. deightonii, I. nigritana*).

7'. Tige décombante (*I. microcarpa, I. sessiliflora*)

6'. Espèces à tige herbacée non cylindrique

8. Espèces à tige cannelée.....*I. hirsuta*

8'. Espèces à tige côtelée.....(*I. costata, I. nummulariifolia, I. spicata*).

On peut dire que la forme de la tige ne constitue pas un trait de caractère morphologique qui permet une bonne identification des espèces du genre *Indigofera* la flore du Sénégal. Cette observation est conforme aux descriptions tirées des flores (Berhaut, 1967 et 1976 ; Akoégniou et *al.*, 2006) qui confirment la relative homogénéité de la morphologie des tiges des plantes d'espèces du genre *Indigofera*. Des études de caractérisation de l'inflorescence et de la fleur vont être entreprises pour vérifier si cette relative homogénéité morphologique va se confirmer.

3.3.4. Sur l'Inflorescence et la fleur

L'analyse du tableau 17 indique que chez le genre *Indigofera*,

- En fonction du type d'organisation des fleurs on distingue
 - Des espèces à fleurs solitaires
 - Des espèces à fleurs groupées par deux
 - Des espèces à fleurs organisées en inflorescence
- Selon la position de la fleur ou de l'inflorescence sur le rameau florifère on dissocie :
 - Des espèces à fleurs ou à inflorescences axillaires
 - Des espèces à fleurs ou à inflorescences terminales

Ainsi les espèces ont été réparties d'abord en deux groupes :

1. Espèces à fleurs solitaires ou à fleurs groupées par deux Groupe I
2. Espèces à fleurs organisées en inflorescenceGroupe II

Groupe I : Espèces du genre *Indigofera* à fleurs solitaires ou groupées par deux (tableau 17).
Le groupe 1 comprend cinq (5) espèces et le tableau 17 indique huit (8) caractères morphologiques liés à l'inflorescence et à la fleur qui ont relativement tous des traits de caractères discriminants.

- La présence ou non de pédicelles permet de distinguer un groupe de taxons à fleurs pédicellées d'un autre groupe à fleurs sessiles (non pédicellées).

- Les taxons à fleurs solitaires se distinguent des taxons à fleurs regroupée en inflorescence. -

- La longueur du pédoncule floral apparait comme un caractère discriminant pour ces cinq taxons du groupe 1 :

1. Espèces à fleurs sessiles, axillaires et solitaires, pédoncule long de 0,5 à 1mm.....(1).....*I. berhautiana*

1' Espèces à fleurs pédicellées :

2. Fleurs à pédicelles longs de 0,5 à 1 mm,

3. Pédoncules longs de 1 à 5 mm, fleurs solitaires ou groupées en racèmes à deux fleurs,

4. Pédoncules longs de 1 mm.....(2).....*I. bracteolata*

4'. Pédoncules longs de 2 à 5 mm.....(3).....*I. leptoclada*

3'. Pédoncules longs de plus de 5 mm

5. Pédoncules longs de 5 à 10 mm, inflorescence en racème à deux fleurs (4).*I. geminata*

5'. Pédoncules longs de 15 à 30 mm Fleurs solitaires(5).....*I. nigritana*

2'.Fleurs à pédicelles longs de 1,5 à 2 mm, pédoncules longs de 25 à 30 mm.....(6).....*I. trichopoda*

Tableau 17: Traits de caractères des fleurs solitaires ou groupées par deux des espèces du genre *Indigofera*

| Caractères inflorescences et fleurs | <i>I. berhautiana</i> | <i>I. bracteolata</i> | <i>I. geminata</i> | <i>I. leptoclada</i> | <i>I. nigritana</i> | <i>I. trichopoda</i> |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| Forme d'inflorescence | solitaire | solitaire ou racème | racème | Solitaire ou racème | solitaire | solitaire |
| disposition inflorescence | axillaire | axillaire | axillaire | axillaire | axillaire | axillaire |
| longueur inflorescence | 4 mm | 4 mm | 4 - 5 mm | 4 mm | 3 mm | 3 mm |
| couleur de la corolle | rouge vif | rouge vif | rouge brique | rouge brique | rouge | rouge brique |
| longueur calice (mm) | 4 - 5 mm | 2 - 3 mm | 1 mm | 3 - 4 mm | 2 mm | 2 mm |
| forme dents du calice | triangulaire | lancéolée | triangulaire | filiforme | linéaire | filiforme |
| longueur pédicelle (mm) | sessile | 1 - 1,5mm | 1 mm | 1 mm | 0,5 - 1 mm | 1,5 - 2 mm |
| longueur pédoncule (mm) | 0,5 à 1 mm | 1 mm | 6 - 10 mm | 2 - 3 mm | 15 - 26 mm | 25 - 30 mm |

Groupe 2 : Espèces du genre *Indigofera* à inflorescences en racème, panicule ou épi :

1. Espèces à inflorescence axillaire et terminale :
2. Inflorescence en glomérule, pédoncule long de 1 à 5 mm, fleurs sessiles à corolle rouge brique.....(7).....*I. congesta*
- 2'. Inflorescence en racème capituliforme, longue de 20 à 30 mm, pédoncule long de 5 à 10 mm, pédicelles longs de 1 à 2 mm(8)...*I. pulchra*
- 1'. Espèces à inflorescence axillaire ou terminale:
3. Espèces à inflorescence axillaire :
4. Inflorescence axillaire en racème ou en panicule :
5. Inflorescence axillaire en racème :
6. Racème axillaire à pédicelles long de 0,5 à 1 mm :
7. Racème en capitule ou en glomérule :
8. Racème en capitule, long de 1 à 20 mm, pédoncule long de 15 à 3 mm, fleurs à corolle rose.....(9).....*I. polysphaera*
- 8'. Racème en glomérule, long de 20 à 40 mm, pédoncule long de 10 à 15 mm, fleurs à corolle rouge brique.....(10).....*I. macrocalyx*
- 7'. Racème spiciforme :
9. Longueur de l'inflorescence inférieure à 100 mm :
10. Inflorescence longue de 1 à 20 mm, pédoncule long de 1 à 4 mm, fleurs à corolle rouge brique.....(11).....*I. sp*
- 10'. Inflorescence longue de plus de 20 mm :
11. Inflorescence longue de 20 à 40 mm, pédoncule long de 5 à 10 mm :
12. Inflorescence composée de 2 fleurs.....(12).....*I. geminata*
- 12'. Inflorescence composée de plus de 2 fleurs à corolle rose.....(13).....*I. colutea*
- 11'. Inflorescence longue de plus de 40 mm :
13. Inflorescence longue de 40 à 60 mm :
14. Pédoncule long de 5 à 10 mm, fleurs à corolle rose.....(14).....*I. oblongifolia*
- 14'. Pédoncule long de plus 15 mm :
15. Pédoncule long de 10 à 15 mm, fleurs à corolle rouge brique...(15).....*I. senegalensis*
- 15'. Pédoncule long de plus 15 mm :
16. Pédoncule long de 15 à 30 mm:
17. Fleurs à corolle rose ou rouge :
18. Fleurs à corolle rose.....(16).....*I. secundiflora*

- 18'. Fleurs à corolle rouge brique.....(17).....*I. heudelotii*
- 17'. Fleurs à corolle mauve.....(18).....*I. costata*
- 16'. Pédoncule long de 40 à 50 mm, fleurs à corolle rose.....(19).....*I. nummulariifolia*
- 13'. Inflorescence longue de plus de 60 mm :
19. Inflorescence longue de 60 à 80 mm, pédoncule long de 5 à 10 mm, fleurs à corolle mauve violacé.....(20).....*I. priureana*
- 19'. Inflorescence longue de plus de 80 mm :
20. Pédoncule long de 5 à 10 mm, fleurs à corolle mauve violacé...(21).....*I. microcarpa*
- 20'. Pédoncule long de 15 à 30 mm, fleurs à corolle rouge carmin...(22).....*I. aspera*
- 9'. Longueur de l'inflorescence supérieure à 100 mm, fleurs à corolle rose :
21. Inflorescence longue de 100 à 120 mm, pédoncule long de 10 à 15 mm(22).....*I. astragalina*
- 21'. Inflorescence longue de 140 à 160 mm, pédoncule long de 50 à 90 ...mm(23)...*I. hirsuta*
- 6'. Racème axillaire à pédicelles longs de 1 à 3 mm :
22. Inflorescence longue de 1 à 20 mm :
23. Pédicelle long de 1 à 2 mm, fleurs à corolle rouge :
24. Pédoncule long de 5 à 10 mm,(24).....*I. congolensis*
- 24'. Pédoncule long de 15 à 30 mm.....(25).....*I. deightonii*
- 23'. Pédicelle long de 2 à 3 mm, pédoncule long de 0,5 à 1 mm, fleurs à corolle rouge carmin(26).....*I. parviflora*
- 22'. Inflorescence longue de plus de 20 mm :
25. Inflorescence longue de 20 à 40 mm :
26. Pédoncule long de 1 à 5 mm, fleurs à corolle rose.....(27).....*I. brevifilamenta*
- 26'. Pédoncule long 5 à 10 mm, fleurs à corolle rouge brique.....(28).....*I. elliotii*
- 25'. Inflorescence longue de plus de 40 mm :
27. Inflorescence longue de 40 à 60 mm :
28. Pédoncule long de 1 à 5 mm, fleurs à corolle rose.....(29).....*I. leprieurii*
- 28'. Pédoncule long de 10 à 15 mm, fleurs à corolle rouge carmin...(30).....*I. pilosa*
- 27'. Inflorescence longue de plus de 60 mm :
29. Pédoncule long de 5 à 10 mm, fleurs à corolle mauve.....(31).....*I. stenophylla*
- 29'. Pédoncule long de 10 à 15 mm, fleurs à corolle rose.....(32).....*I. spicata*
30. Inflorescence longue de 80 à 100 mm, fleurs à corolle rose :
31. Pédoncule long de 1 à 5 mm.....(33).....*I. tinctoria*
- 31'. Pédoncule long de 5 à 10 mm.....(34).....*I. suffruticosa*

- 30'. Inflorescence longue de plus de 100 mm :
32. Inflorescence longue de 140 à 160 mm :
33. Pédoncule long 15 à 30 mm, fleurs à corolle vert jaunâtre.....(35).....*I. macrophylla*
- 33'. Pédoncule long de 40 à 50 mm, fleurs à corolle rose.....(36).....*I. dendroides*
- 32'. Inflorescence longue de plus de 160 mm, fleurs à corolle rose :
39. Pédoncule long de 15 à 30 mm.....(37).....*I. subulata*
- 39'. Pédoncule long de 90 à 120 mm.....(38).....*I. garckeana*
- 5'. Inflorescence axillaire en panicule, longue de 40 à 60 mm, pédoncule long de 1 à 5 mm, pédicelle long de 2 à 3 mm, fleurs à corolle rouge.....(39).....*I. paniculata*
- 4'. Inflorescence axillaire en épi :
34. Inflorescence longue de 1 à 20 mm, pédoncule long de 1 à 5 mm :
35. Fleurs à corolle rose.....(40).....*I. simplicifolia*
- 35'. Fleurs à corolle rouge brique.....(41).....*I. spicata*
- 34'. Inflorescence longue de 20 à 40 mm :
36. Pédoncule long de 1 à 5 mm, fleurs à corolle rouge carmin.....(42).....*I. diphylla*
- 36'. Pédoncule long de 5 à 10 mm, fleurs à corolle rose.....(43).....*I. arrecta*
- 3'. Inflorescence terminale :
37. Inflorescence en glomérule capituliforme, longue de 20 à 40 mm ; pédoncule long de 5 à 10 mm ; fleurs sessiles à corolle rouge saumon.....(44).....*I. capitata*
- 37'. Inflorescence en racème, longue de 100 à 120 mm ; pédoncule long de 1 à 5 mm, pédicelles longs de 1 à 2 mm, fleurs à corolle rouge brique.....(45).....*I. terminalis*
- L'étude s'est aussi poursuivie sur les traits de caractères des gousses pour identifier les 45 taxons du genre *Indigofera* de la présente étude.

3.3.5. Sur les caractères des gousses

La clé est basée sur des traits de caractères macro et micromorphologiques des gousses d'espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal.

Le tableau 18 présente sept (7) espèces et dix (10) caractères morphologiques dont un est commun (type de fruit) avec de nombreux traits discriminants. Le trait de caractère spinescent de la gousse de *Indigofera nummulariifolia* sépare clairement ce taxon des neuf (9) autres espèces du tableau 18 qui ont des gousses inermes. L'orientation des gousses apparait comme un trait de caractère discriminant. La forme de la gousse présente également des traits de caractères discriminants (formes ovale, obovale, linéaire) :

1. Espèces à gousses spinescentes.....(1).....*I. nummulariifolia*

- 1'. Espèces à gousses inermes.....2
2. Gousses plates :
3. Gousses plates, réfléchies, sommet portant un bec :
4. Gousses longues de 15 à 30 mm et larges de 1 à 2,5 mm, légèrement falquées. Gousses de 10 à 15 graines.....(2).....***I. aspera***
- 4'. Gousses longues de 1 à 15 mm et larges de 2,5 à 5 mm, non falquées. Gousses de 1 à 5 graines.....(3).....***I. senegalensis***
- 3'. Gousses plates, dressées ou pendantes, longues de 1 à 15 mm et larges de 1 à 2,5 mm :
5. Gousses ovales ou obovales :
6. Gousses ovales.....(4).....***I. leptoclada***
- 6'. Gousses obovales.....(5).....***I. bracteolata***
- 5'. Gousses linéaires non ovales ni obovales :)
7. Gousses de 2 à 5 graines, pédoncule long de 10 à 20 mm.....(6).....***I. deightonii***
- 7'. Gousses de 1 à 2 graines, pédoncule long de 25 à 30 mm.....(7).....***I. trichopoda***
- 2'. Gousses non plates
8. Gousses quadrangulaires, longues de 45 à 70 mm, larges de 2,5 à 5 mm, sommet courbé en pointe acuminée. Gousses réfléchies glabrescentes de 7 à 12 graines....(8).....***I. garckeana***
- 8'. Gousses non quadrangulaires :
9. Gousses arquées :
10. Gousses légèrement arquées au sommet, linéaires et réfléchies, longues de 20 à 45 mm, larges de 1 à 2,5 mm :
11. Gousses pubescentes à sommet en coin, comptant 9 à 20 graines.....(9).....***I. costata***
- 11'. Gousse glabrescentes à sommet en bec, comptant 3 à 7 graines...(10).....***I. macrophylla***
- 10'. Gousses arquées en forme de faucille :
12. Gousses sessiles, pubescentes linéaires, très courbées, longues de 1 à 15 mm et larges de 1 à 2,5 mm, sommet en bec. Gousses de 1 à 6 graines.....(11).....***I. diphylla***
- 12'. Gousses pédicellées
13. Gousses à pédicelles longs de 0,5 à 1 mm
14. Gousses longues de 15 à 30 mm et larges de 2 à 3 mm, pubescentes à sommet mucroné et contenant 4 à 7 graines.....(12).....***I. oblongifolia***
- 14'. Gousses longues de 30 à 45 mm et larges de 1 à 2,5 mm, glabrescentes à sommet en pointe et contenant 10 à 15 graines.....(13).....***I. subulata***
- 13'.gousses à pédicelles long de plus de 1 mm
14. Gousses à pédicelles longs de 1 à 2 mm

15. gousses longues de 10 à 15 mm et larges de 1 à 2,5 mm, sommet en bec et contenant 3 à 7 graines..... (14).....***I. suffruticosa***
- 15'. Gousses longues de 30 à 45 mm et larges de 2 à 2,5 mm, sommet en pointe et contenant 10 à 15 graines.....(15).....***I. tinctoria***
- 14'. Gousses à pédicelles longs de 2 à 3 mm. Gousses pubescentes longues de 30 à 40 mm et larges de 1 à 2,5 mm, sommet en bec et contenant 15 à 20 graines...(16).....***I. parviflora***
- 9' Gousses droites.
16. Gousses réfléchies :
17. Gousses anguleuses à pubescence dense et hirsute, à pédicelles longs 0,5 à 1 mm. Gousses de 5 à 10 graines.....(17).....***I. hirsuta***
- 17'. Gousses non anguleuses
18. Gousses sessiles, longues de 15 à 30 mm et larges de 1 à 2,5 mm, glabrescentes, contenant 4 à 10 graines.....(18).....***I. arrecta***
- 18'. Gousses pédicellées
19. Gousses à pédicelles longs de 1 à 2 mm, pédoncules de 10 à 15 mm. Gousses linéaires pubescentes contenant 5 à 10 graines.....(19).....***I. spicata***
- 19'. Gousses à pédicelles longs de 0,5 à 1 mm, pubescentes et de forme cylindrique :
20. Gousses à pédoncules longs de 15 à 30 mm, sommet en pointe.....(20)....***I. secundiflora***
- 20'. Gousses à pédoncules longs de moins de 15 mm, sommet en bec
21. Gousses à pédoncules longs de 10 à 15 mm, sommet en bec noir. Valves à pilosité hirsute et gousses contenant 2 à 4 graines.....(21).....***I. astragalina***
- 21'. Gousses à pédoncules longs de 5 à 10 mm. Sommet en bec filiforme. Valves à pilosité argentée et gousses contenant 1 à 2 graines.....(22).....***I. microcarpa***
- 16'. Gousses pendantes, étalées ou dressées
22. Gousses pendantes ou étalées :
23. Gousses étalées, sessiles, linéaires, pubescentes, longues de 10 à 15 mm et larges de 1 à 2 mm, sommet en bec, 1 à 5 graines.....(23).....***I. sessiliflora***
- 23'. Gousses généralement pendantes
24. Gousses à pédicelles longs de 0,5 à 1 mm, sommet portant un bec :
25. Pédoncules longs de 5 à 10 mm. Gousses longues de 15 à 30 mm et larges de 1 à 2,5 mm, couvertes de poils naviculaires et de poils simples glanduleux. Gousses contenant 9 à 13 graines.....(24).....***I. colutea***
- 25'. Pédoncules longs de 15 à 30 mm, gousses à poils uniquement naviculaires :

26. Gousses longues de 4 à 5 mm et larges de 1 à 2,5 mm, pubescentes. Gousses contenant 1 à 2 graines.....(25).....***I. nigritana***
- 26'. Gousses longues de 14 à 19 mm et larges de 1 à 2,5 mm, à poils éparses. Gousses contenant 4 à 6 graines.....(26).....***I. heudelotii***
- 24'. Gousses à pédicelles longs de plus de 1 mm :
27. Gousses à pédicelles longs de 1 à 2 mm :
28. Gousses longues de 10 à 15 mm et larges de 1 à 2,5 mm, sommet en bec
29. Gousses à pédoncules longs de 5 à 10 mm, glabres. Gousses comptant 5 à 10 graines.....(27).....***I. congolensis***
- 29'. Gousses à pédoncules longs de 3 à 5 mm, couvertes de poils naviculaires et de poils simples glanduleux. Gousses comptant 3 à 8 graines.....(28).....***I. brevifilamenta***
- 28'. Gousses longues de plus de 15 mm et couvertes de poils naviculaires appliqués
30. Pédoncules longs de 10 à 15 mm, gousses longues de 15 à 30 mm et larges de 1 à 2,5 mm, sommet en bec. 10 à 15 graines par gousse.....(29).....***I. pilosa***
- 30'. Pédoncules longs de 30 à 45 mm, gousses longues de 30 à 45 mm et larges de 2,5 à 5 mm, sommet en coin 20 à 25 graines par gousse.....(30)..... ***I. dendroides***
- 27'. Gousses à pédicelles longs de 2 à 3 mm :
31. Pédoncules longs de 1 à 5 mm, gousses pubescentes, longues de 4 à 6 mm et larges de 1 à 2 mm, sommet mucroné. Gousses de 1 à 2 graines(31).....***I. paniculata***

Tableau 18: Caractères morphologiques des gousses généralement plates des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal

| Caractères morphologiques | <i>I. aspera</i> | <i>I. bracteolata</i> | <i>I. deightonii</i> | <i>I. leptoclada</i> | <i>I. nummulariifolia</i> | <i>I. senegalensis</i> | <i>I. trichopoda</i> |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|
| Longueur pédicelle (mm) | 1 - 1,5 mm | 1 - 1,5 mm | 0,5 - 1,5 mm | 1 mm | 0,5 - 1 mm | 1 - 1,5 mm | 1,5 - 2 mm |
| Longueur pédoncule (mm) | 10 à 20 mm | 1 mm | 5 - 20 mm | 2 - 3 mm | 10 - 40 mm | 10 - 15 mm | 25 - 30 mm |
| Type de fruits | gousse | | | | | | |
| Forme des fruits | linéaire plate, faucille | obovale plate | linéaire plate | ovale et plate | falciformes spinescentes | linéaire plate | plate |
| Longueur des fruits | 20 - 25 mm | 4 - 5 mm | 3 - 10 mm | 3 - 4 mm | 7 - 9 mm | 8 - 13 mm | 5 - 6 mm |
| Largeur des fruits | 1,5 - 1,7 mm | 1 mm | 1 - 1,5 mm | 2 mm | 4 - 6 mm | 3 mm | 1 - 1,5 mm |
| Pilosité des fruits | pubescente | pubescence blanche | pubescente hirsute | pubescent | pubescent | pubescent | pubescent |
| Sommet des fruits | bec fin | bec | bec | bec filiforme | mucroné | bec fin | bec |
| Nombre de graines par fruit | 12 à 15 | 1 | 2 à 5 | 1 | 1 à 2 | 3 à 5 | 1 à 2 |
| Orientation des fruits | réfléchie | dressée | pendante | dressée | étalée | réfléchie | réfléchie ou étalée |

Le tableau 19 présente neuf (9) espèces et dix (10) caractères morphologiques. Deux caractères communs que sont le type de fruit et l'orientation des gousses, les huit autres caractères sont relativement discriminants. L'absence de pédicelles au niveau des gousses permet de distinguer *I. diphylla* des autres taxons. La forme de la gousse présente aussi des traits de caractères discriminants pour des taxons comme *I. garckeana*. La longueur de la gousse apparaît discriminante entre *I. suffruticosa* et *I. tinctoria*.

Tableau 19: Traits de caractères morphologiques de gousses arquées des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal

| Caractères morphologiques | <i>I. costata</i> | <i>I. diphylla</i> | <i>I. garckeana</i> | <i>I. macrophylla</i> | <i>I. oblongifolia</i> | <i>I. parviflora</i> | <i>I. subulata</i> | <i>I. suffruticosa</i> | <i>I. tinctoria</i> |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------|------------------------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Longueur pédicelle (mm) | 1 - 1,5 mm | sessile | 2 mm | 0,5 - 1 mm | 1 mm | 2 - 3 mm | 1 mm | 1 - 1,5 mm | 1 mm |
| Longueur pédoncule (mm) | 15 - 30 mm | 1,5 - 3 mm | 20 - 120 mm | (18)20 - 25 mm | 3 - 6 mm | 0,5 mm | 25 - 30 mm | 5 - 10 mm | 2 - 4 mm |
| Type de fruits | gousse | | | | | | | | |
| Forme des fruits | linéaire arquée au sommet | linéaire falciforme | linéaire quadrangulaire arquée au sommet | linéaire arquée au sommet | linéaire en faucille | linéaire droite arquée au sommet | linéaire arquée au sommet | linéaire et en faucille | linéaire droite ou en faucille |
| Longueur des fruits | 25 - 40 mm | 10 - 12 mm | 35 - 69 mm | 20 - 40 mm | 10 - 17 mm | 20 - 40 mm | 20 - 35mm | 10 - 16 mm | 25 - 35 mm |
| Largeur des fruits | 1,5 mm | 1,5 - 2 mm | 3 - 4 mm | 2 - 3 mm | 2 - 3 mm | 1 - 2 mm | 1 - 2 mm | 1,5 - 2,5 mm | 2 - 2,5 mm |
| Pilosité des fruits | pubescente | pubescente | glabrescent | glabrescent | pubescent | pubescent | pubescents | glabrescent | pubescence épars |
| Sommet des fruits | en coin | en bec | en pointe acuminée | bec | mucroné | en bec | en pointe acuminée | bec | en pointe acuminée |
| Nombre de graines par fruit | 9 à 20 | 1 à 2 | 7 à 12 | 3 à 7 | 4 à 7 | 10 à 17 | (3)6 à 12 | 3 à 7 | 9 à 13 |
| Orientation des fruits | réfléchi | | | | | | | | |

- 31'. Pédoncules long de 5 à 10 mm, gousses glabrescentes, longues de 12 à 15 mm et larges de 5 à 10 mm, sommet en bec. Gousses de 3 à 5 graines.....(32).....***I. elliotii***
- 22'. Gousses dressées
32. Gousses subquadrangulaires et sommet en bec :
33. Gousses sessiles, longues de 15 à 30 mm et larges de 1,5 à 2 mm. Gousses de 8 à 12 graines.....(33).....***I. simplicifolia***
- 33'. Gousses à pédicelles longs de 1 à 2 mm, longues de 30 à 50 mm et larges de 4 à 5 mm. Gousses de 7 à 8 graines.....(34)..... ***I. priureana***
- 32'. Gousses non subquadrangulaires :
34. Gousses cylindriques
35. Gousses sessiles, longues de 3 à 5 mm et larges de 1 à 1,5 mm, à pubescence soyeuse argentées, sommet mucroné. Gousses de 1 à 2 gousses.....(35).....***I. berhautiana***
- 35'. Gousses pédicellées
36. Gousses larges de 1 à 1,5 mm
37. Pédoncules longs de 1 à 4 mm. Gousses longues de 8 à 12 mm, à poils naviculaires appliqués et à poils simples glanduleux. Gousses de 4 à 7 graines(36).....***I. sp***
- 37'. Pédoncules longs de 5 à 10 mm. Gousses longues de 3 à 10 mm, à poils uniquement naviculaires. Gousses de 1 à 3 graines.....(37).....***I. geminata***
- 36'. Gousses larges de 2 à 3 mm, longues de 25 à 40 mm, à poils naviculaires appliqués. Gousses de 9 à 12 graines.....(38).....***I. leprieurii***
- 34'. Gousses non cylindriques à pédicelles longs de 1 à 2 mm, linéaires, longues de 30 à 40 mm et larges de 2,5 à 3 mm, sommet en bec. Gousses de 10 à 13 graines...(39)...***I. stenophylla***
38. Gousses non plates ni arquées et ni droites comptant 1 à 2 graines:
39. Gousses obovoïdes
40. Gousses sessiles:
41. Gousses longues de 2 à 4,5 mm et larges de 1,5 à 2,5 mm, sommet mucron.....(40).....***I. capitata***
- 41'. Gousses longues de 2 à 3 mm et larges de 2 mm, sommet portant un bec filiforme.....(41).....***I. congesta***
- 40' Gousses à pédicelles longs de 1 à 2 mm, longues de 3 à 4 mm et larges de 2 mm, sommet mucroné.(42).....***I. pulchra***
- 39'. Gousses non obovoïdes
42. Gousses oblongues longues de 5 à 6 mm et larges de 1,5 à 2 mm.....(43)...***I. polysphaera***
- 42'. Gousses non oblongues contenant 1 graine

43. Gousses ovales, longues de 3 mm et larges de 1 à 1,5 mm, sommet en pointe.....
.....(44).....***I. terminalis***
- 43'. Gousses suborbiculaires, longues de 2 à 3 mm et larges de 1,8 à 2 mm, sommet portant un bec.....(45).....***I. macrocalyx***

3.3.6. Clé de détermination complète de la plante adulte

La clé proposée dans ce travail est une clé dichotomique, élaborée essentiellement à partir des traits de caractères morphologiques des espèces du genre *Indigofera* consignés dans le tableau de synthèse en annexe.

1. Espèces de genre *Indigofera* à feuilles simples **Groupe 1**

1'. Espèces du genre *Indigofera* à feuilles composées ou à feuilles composées comportant des feuilles simples

1. Espèces du genre *Indigofera* à feuilles composées **Groupe 2**

2' Espèces du genre *Indigofera* à feuilles composées et à feuilles simples **Groupe 3**

Groupe 1 : Espèces de plantes herbacées annuelles du genre *Indigofera* à feuilles simples

1. Plante à port étalé, feuilles simples, alternes. Gousses falciformes spinescentes contenant 1 à 2 graines.....(1).....***I. nummulariifolia***

1'. Plantes à port dressé, gousses droites inermes :

2. Inflorescence en panicule axillaire longue de 7 à 10 mm, fleurs à corolle. Gousses linéaires longues de 4 à 6 mm et larges de 1 à 2 mm comportant 1 à 2 graines. Feuilles linéaires ou lancéolées, longues de 30 à 50 mm et larges de 3 à 5 mm, stipules filiformes longues de 2 à 3 mm,(2).....***I. paniculata***

2'. Inflorescence en racème axillaire:

3. racème spiciforme, corolle rose, gousses linéaires dressées :

4 Inflorescence longue de 8 à 10 mm, Gousses longues de 18 à 23 mm et larges de 1,5 à 2 mm comportant 8 à 12 graines. Feuilles lancéolées ou elliptiques, longues de 20 à 60 mm et larges de 4 à 7 mm. Stipules filiformes longues de 2 mm.....(3).....***I. simplicifolia***

4'. Inflorescence longue de 15 à 50 mm. Gousses longues de 25 à 35 mm et larges de 2 à 3 mm comportant 9 à 12 graines. Feuilles elliptiques lancéolées, longues de 40 à 80 mm et larges de 5 à 10 mm, stipules lancéolées longues de 2 à 5 mm.....(4).....***I. leprieurii***

3'. Inflorescence en racème capituliforme longue de 10 x 15 mm, gousses oblongues, longues de 5 à 6 mm et larges de 1,5 à 2 mm comportant 1 à 2 graines. Feuilles linéaires elliptiques, longues de 15 à 45 mm et larges de 2 à 4 mm, stipules filiformes longues de 4 à 5 mm.(5).....***I. polysphaera***

Groupe 2 Espèces du genre *Indigofera* à feuilles alternes composées imparipennées

1. Espèces à feuilles composées de 2 ou 3-folioles :
2. Espèces à feuilles bifoliolées et à port étalé. Foliole terminale plus grande. Inflorescence en épi axillaire dense, fleurs à corolle rouge carmin. Gousses linéaires falciformes, contenant 1 à 2 graines. Plante plutôt pérenne.....(6).....***I. diphylla***
- 2'. Espèces à feuilles généralement trifoliolées, inflorescence en racème axillaire :
3. Espèces à port dressée souvent étalé, de 20 à 30 cm de haut, à pubescence hirsute. Feuilles rarement 5-foliolées, foliole terminale nettement plus développée. Fleurs à corolle rouge carmin. Gousses linéaires pendantes, droites contenant 8 à 14 graines Plante annuelle.....(7).....***I. pilosa***
- 3'. Espèces à souche sous ligneuse à tige volubile, étalée plutôt débile, de 50 à 100 cm de long, à pubescence rase. Feuilles parfois 5-foliolées, sensiblement de même taille. Fleurs à corolle rose vif. Gousses linéaires réfléchies, arquées au sommet, contenant 6 à 12 graines. Plante vivace.....(8).....***I. subulata***
- 1'. Espèces à feuilles imparipennées composées de plus de 3 folioles :
4. Espèces à feuilles composées de 5 ou 7- folioles
5. Espèces à feuilles composées de 5 folioles :
6. Espèces de plantes arbustives à port dressé, hautes de 40 à 100 cm, feuilles à 5 folioles alternes, oblongues ou obovales longues (7) 10 à 25 (17) mm et larges de 5 à 10 mm, base arrondie, sommet arrondi mucroné. Plante vivace.....(9)..... ***I. oblongifolia***
- 6'. Espèces de plantes herbacées annuelles à folioles latérales opposées:
7. Espèces à port généralement dressé, à poils naviculaires soyeux argentés, haute de 15 à 30 cm, folioles ovales ou elliptiques, longues de 10 à 15 mm et larges de 4 à 7 mm.....(10).....***I. berhautiana***
- 7'. Espèces à port diffus, à poils naviculaires peu denses, hautes de 10 à 30 cm, folioles elliptiques, longues de 7 à 12 mm et larges de 2 à 5 mm.....(11).....***I. deightonii***
- 5'. Espèces à feuilles composées de 7 folioles :
8. Espèces à port diffus, parfois étalé et long de 20 à 80 cm, à pubescence éparse et rase. Rachis long de 20 à 40 cm portant des folioles linéaires longues de 20 à 30 mm et larges de 4 à 7 mm. Limbe à nervures latérales non visibles.....(12).....***I. aspera***
- 8'. Espèces à port généralement dressé, haute de 30 à 80 cm, à pubescence hirsute. Rachis long de 50 à 70 mm portant des folioles obovales longues de 15 à 50 mm et larges de 10 à 30 mm. Limbe de 4 à 7 nervures latérales.....(13).....***I. hirsuta***

- 4'. Espèces à feuilles composées de plus de 7 folioles :
9. Espèces à feuilles de 9 ou 11-folioles :
10. Espèces à 9 folioles
11. Espèces vivaces à port dressé, fleurs à corolle rouge brique :
12. Espèces à rachis long de 20 à 30 mm portant des folioles elliptiques bien opposées, longues de 5 à 10 mm et larges de 3 à 5 mm. Inflorescence en glomérules axillaires et terminaux. Gousses obovoïdes pubescentes contenant 1 à 2 graines.....(14).....***I. congesta***
- 12'. Espèces à rachis long de 30 à 50 mm portant des folioles obovales, opposées ou subopposées, longues de 10 à 20 mm et larges de 4 à 8 mm. Inflorescence en racèmes axillaires. Gousses cylindriques glabres contenant 3 à 5 graines.....(15).....***I. elliotii***
- 11'. Espèces annuelles à port dressé ou étalé, inflorescence axillaire en racème
13. Espèces à port généralement étalé. Fleurs à corolle rouge brique. Gousses linéaires droites, étalées, pubescentes contenant 3 à 6 graines Folioles elliptiques, opposées ou subopposées.(16).....***I. sessiliflora***
- 13'. Espèces à port dressé :
14. Espèces à pétiole long de 4 à 6 mm, rachis à folioles elliptiques ou oblongues, longues de 5 à 10 mm et larges de 2 à 4 mm. Folioles opposées à subopposées. Pubescence lâche à poils naviculaires sur les folioles, la tige et les rameaux. Fleurs à corolle rouge brique. Gousses cylindriques dressées, à poils naviculaires et à poils simples glanduleux, contenant 4 à 7 graines.....(17).....***I. sp***
- 14'. Espèces à pétiole long 10 à 25 mm, rachis à folioles linéaires, bien opposées :
15. Espèces à pétiole long de 10 à 12 mm. Fleurs à corolle rouge carmin. Gousses linéaires réfléchies, peu arquées au sommet, pubescentes à poils naviculaires, comptant 10 à 17 graines.....(18).....***I. parviflora***
- 15'. Plante à pétiole long de 15 à 25 mm. Inflorescence en racème axillaire spiciforme, fleurs à corolle mauve. Gousses linéaires dressées, pubescentes à poils naviculaires, contenant 10 à 13 graines.....(19).....***I. stenophylla***
- 10'. Plantes herbacées à 11 folioles
16. Espèces annuelles :
17. Plante à folioles subopposées ou alternes, port étalé, stipules linéaires longues de 5 à 10 mm.....(20).....***I. spicata***
- 17'- Plantes à folioles opposées, port généralement dressé :
18. Dessus du limbe pubescent, inflorescence axillaire en racème :

- 19- Plantes à tige, rameaux, pétiole et gousses à poils naviculaires et à poils simples glanduleux. Folioles opposées ou subopposées, à poils naviculaires. Fleurs lâches à corolle rose, gousses cylindriques, étalées, contenant 9 à 13 graines(21)..... ***I. colutea***
- 19'. Plantes à poils uniquement naviculaires, gousses réfléchies :
20. Plantes à pubescence hirsute dense, port dressé, fleurs à corolle rose, gousses cylindriques terminées par un bec noir.....(22).....***I. astragalina***
- 20'. Plante à pubescence rase et éparse, port dressé ou étalé, fleurs à corolle rouge brique, gousses linéaires plates terminées par un bec fin.....(23).....***I. senegalensis***
- 18'Dessus du limbe glabre, inflorescence en racèmes axillaires, gousses linéaires:
21. Tige côtelée, rachis à folioles opposées ou subopposées, sans stipelles. Fleurs à corolle mauve. Gousses arquées au sommet.....(24).....***I. costata***
- 21'. Tige cylindrique non côtelée, rachis à folioles bien opposées avec des stipelles capillaires. Fleurs à corolle rouge. Gousses non arquées au sommet.....(25)..... ***I. congolensis***
- 16'. Plantes vivaces
22. Plantes à port sarmenteux, pétioles de 10 à 20 mm de long, gousses arquées et réfléchies, à pubescence fine, contenant 3 à 7 graines.....(26)..... ***I. macrophylla***
- 22'. Plantes à port non sarmenteux :
23. Plantes à port généralement étalé, dessous des folioles à points glanduleux, inflorescence en racèmes spiciformes, fleurs à corolle mauve violacé, gousses cylindriques réfléchies contenant 1 à 2 graines.....(27).....***I. microcarpa***
- 23'. Plante à port dressé, folioles sans points glanduleux, inflorescence terminale en glomérules capituliformes, fleurs à corolle rouge saumon, gousses obovoïdes contenant 1 à 2 graines.....(28).....***I. capitata***
- 9'. Plantes à feuilles de plus de 11 folioles
24. Plantes de 13 à 15 folioles à port dressé
25. Plantes herbacées annuelles à port dressé et à pilosité mixte (poils naviculaires et poils simples glanduleux), rachis portant 5 à 6 paires de folioles, fleurs à corolle rose:
26. Inflorescence en racèmes lâches, gousses étalées contenant 3 à 8 graines, plante de 20-30 cm de haut(29)..... ***I. brevifilamenta***
- 26'. Inflorescence en racèmes denses, gousses pendantes contenant 3 à 4 graines, plante haute de 20 à 60 cm(30).....***I. secundiflora***
- 25'. Plantes arbustives et à poils naviculaires uniquement :
27. Tige et gousses quadrangulaires, plante haute de 80 à 200 cm. Rachis canaliculé à folioles opposées ou subopposées. Gousses réfléchies contenant 7 à 12 graines....(31).... ***I. garckeana***

27'. Tige et gousses non quadrangulaires :

28. Plante à tige couverte de points glanduleux et de granulations. Inflorescence terminale en racèmes spiciformes, fleurs à corolle rouge brique. Gousses ovales elliptiques contenant 1 graine.....(32).***I. terminalis***

28'. Plantes à tige sans points glanduleux ni granulations. Inflorescence axillaire en racèmes

29. Gousses pendantes ou dressées, linéaires cylindriques, glabrescentes. Rachis, pétioles, pétiolules et jeunes rameaux à pubescence argentée. (33)....***I. heudelotii***

29'. Gousses réfléchies ou étalées, parfois arquées. Rachis, pétioles, pétiolules et jeunes rameaux glabrescents :

30. Tige anguleuse. Folioles elliptiques, bien opposées sur le rachis. Inflorescence en racème dense. Gousses linéaires arquées, longues de 10 à 16 mm et larges de 1,5 à 2,5 mm, contenant 3 à 7 graines.(34)..... ***I. suffruticosa***

30'. Tige cylindrique. Folioles obovales, opposées ou subopposées sur le rachis. Inflorescence en racème plus lâche. Gousses linéaires parfois légèrement arquées, longues de 30 à 45 mm et larges de 2 à 2,5 mm, contenant 9 à 13 graines.(35).***I. tinctoria***

24'. Plantes à plus de 15 folioles bien opposées:

11. Plantes à 17 folioles :

30. Plantes à port dressé. Feuilles à rachis long de 4 à 6 cm. Folioles obovales ou oblongues, folioles latérales de même taille que la terminale. Inflorescence axillaire en épi, fleurs à corolle rose. Gousses droites linéaires, réfléchies, contenant 4 à 8 graines. Plante arbustive.....(36).....***I. arrecta***

30'. Plantes à port étalé, longues de 30 à 70 cm. Feuilles à rachis long de 2 à 4 cm, folioles elliptiques. Foliole terminale généralement plus longue. Inflorescence terminale en glomérules spiciformes, corolle rouge brique. Gousses suborbiculaires glabrescentes, contenant 1 graine .Herbacée annuelle.....(37).....***I. macrocalyx***

11'. Plantes à plus de 17 folioles sessiles elliptiques ou oblancéolées, à port herbacé annuel dressé :

31. Plantes portant 4 à 12 paires de folioles opposées, pubescentes, longues de 15 à 40 mm et larges de 3 à 8 mm. Inflorescence en racème axillaire dense, fleurs à corolle mauve pâle. Gousses subquadrangulaires, droites, dressées contenant 7 à 8 graines(38).....***I. priureana***

31'. Plante portant 6 à 20 paires de folioles opposées ou subopposées, glabrescentes à poils naviculaires éparses sur les faces du limbe, longues de 7 à 15 mm et larges de 3 à 5 mm.

Inflorescence en racème axillaire grêle et lâche, fleurs à corolle rose. Gousses linéaires droites, souvent étalées ou dressées contenant 13 à 25 graines.(39).....***I. dendroides***

Groupe 3 : Espèces du genre *Indigofera* à feuilles composées comportant des feuilles simples

1. Plantes comportant 5 ou 7 folioles et des feuilles simples sur les ramifications secondaires florifères

2. Feuilles à 5 folioles, rachis prolongé au-delà de la dernière paire de folioles latérales. Folioles obovales pubescentes. Inflorescence axillaire, fleurs solitaires à long pédoncule, corolle rouge brique. Gousses plates pendantes ou étalées contenant 1 à 2 graines.....(40).....***I. trichopoda***

2'. Feuilles à 7 folioles, rachis non prolongé au-delà de la dernière paire de folioles latérales. Folioles oblancéolées pubescentes. Inflorescence axillaire, fleurs groupées par paire au bout de longs pédoncules. Gousses linéaires cylindriques, dressées ou étalées contenant 1 à 3 graines(41).***I. geminata***

1'. Feuilles à plus de 7 folioles :

3. Feuilles à 9 folioles généralement bien opposées, fleurs à corolle rouge

4. Feuilles à folioles sans stipelles :

5. Fleurs axillaires solitaires ou en racème. Gousses aplaties obovales, dressées à 1 graine. Plante à pubescence hirsute à poils naviculaires appliqués, à folioles elliptiques...(42)...***I. bracteolata***

5'-Fleurs axillaires solitaires. Gousses cylindriques, dressées ou étalées contenant 1 graine. Plante grêle glabrescente à poils naviculaires à folioles oblancéolées ...(43).***I. nigritana***

4'. Feuilles à folioles portant deux stipelles à la base, tiges herbacées grêles annuelles poussant en touffe sur une souche vivace. Inflorescence axillaire, fleurs souvent solitaires. Gousses ovales, plates, contenant 1 graine.....(44).....***I. leptoclada***

3'. Feuilles à rachis portant 3 à 7 paires de folioles opposées ou subopposées. à tiges semi-ligneuses à port dressé buissonnant. Inflorescence axillaire et terminale en racèmes. Gousses obovoïdes contenant 1 à 2 graines.....(45).....***I. pulchra***

3.3.7. Caractères morphologiques du jeune plant des espèces du genre *Indigofera*

Les résultats du tableau 20 portent sur trente (30) espèces et 16 caractères morphologiques. La complexité des caractères morphologiques observée par Cronquist (1954) chez la plante adulte est également présente au niveau du jeune plant. Le trait de caractère commun chez les jeunes plants du genre *Indigofera* est que les deux feuilles cotylédonaire

ont la même forme et les mêmes dimensions. La couleur de l'épicotyle est généralement verte. Néanmoins, des caractères discriminants ont été observés :

✓ **Au niveau des feuilles cotylédonaire**

- Le caractère sessile des feuilles cotylédonaire est un trait de caractère pertinent permettant d'identifier *I. leprieurii* et *I. spicata* des autres taxons à feuilles cotylédonaire pétiolées.
- *I. nummulariifolia* se distingue par la dimension de ses feuilles cotylédonaire longues et larges respectivement de 15-20 x 7-9 mm.
- Pour les autres taxons, la longueur et la largeur des feuilles cotylédonaire varient respectivement de 1-15 x 1-7 mm.
- La forme des feuilles cotylédonaire est un caractère discriminant pour le jeune plant avec sept (7) traits (elliptique, lancéolée, linéaire, oblongue, obovale, orbiculaire et suborbiculaire).
- La pilosité des feuilles cotylédonaire permet de subdiviser les taxons en trois groupes : un premier groupe des taxons à feuilles cotylédonaire pubescentes (*I. capitata*, *I. colutea*, *I. congolensis*, *I. costata*, *I. diphylla*, *I. geminata*, *I. heudelotii*, *I. hirsuta*, *I. leptocarpa*, *I. macrocalyx*, *I. oblongifolia*, *I. paniculata*, *I. pilosa*, *I. secundiflora*, *I. sessiliflora*, *I. subulata*, *I. terminalis*), un deuxième groupe des taxons à feuilles cotylédonaire glabrescentes (*I. aspera*, *I. astragalina*, *I. berthautiana*, *I. dendroides*, *I. garckeana*, *I. senegalensis*, *I. spicata* et *I. tinctoria*) et un troisième groupe de taxons à feuilles cotylédonaire glabres (*I. leprieurii*, *I. macrophylla*, *I. nummulariifolia*, *I. parviflora*, *I. prioureana*, *I. pulchra*, *I. simplicifolia*).
- Le caractère cilié de la marge des feuilles cotylédonaire est un trait de caractère discriminant des jeunes plants de *I. diphylla*, *I. pilosa*, *I. terminalis* et *I. subulata*.
- La nervation des feuilles cotylédonaire est un caractère dissociant des taxons en un groupe de taxons à feuilles cotylédonaire nervées (*I. astragalina*, *I. capitata*, *I. garckeana*, *I. hirsuta*, *I. leprieurii*, *I. leptoclada*, *I. macrophylla*, *I. nummulariifolia*, *I. parviflora*, *I. prioureana*, *I. simplicifolia*, *I. tinctoria*) et un autre groupe de taxons à feuilles cotylédonaire non nervées (*I. aspera*, *I. berthautiana*, *I. colutea*, *I. congolensis*, *I. costata*, *I. dendroides*, *I. diphylla*, *I. geminata*, *I. heudelotii*, *I. macrocalyx*, *I. oblongifolia*, *I. paniculata*, *I. pilosa*,

I. pulchra, *I. secundiflora*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. stenophylla*, *I. spicata*, *I. subulata*, *I. terminalis*).

- Le caractère sessile des feuilles cotylédonaire du jeune plant de *I. aspera* permet de le discriminer des autres plants à feuilles cotylédonaire pétiolées.

✓ **Au niveau de l'épicotyle**

- L'absence d'épicotyle est un trait de caractère discriminant le plant de *I. aspera* par rapport aux autres plants pourvus d'épicotyle.
- La longueur de l'épicotyle des plants des autres taxons du genre *Indigofera* varie généralement entre 1-50 mm.

✓ **Au niveau de l'hypocotyle**

- La variation de la longueur de l'hypocotyle de 1 à 70 mm permet de distinguer des plants à hypocotyle long de plus 30 mm (*I. astragalina*, *I. dendroides*, *I. hirsuta*, *I. leprieurii*) et des plants à hypocotyle long de moins de 30 mm (*I. aspera*, *I. diphylla*, *I. macrophylla*, *I. nummulariifolia*, etc.).
- La couleur de la base de l'hypocotyle permet un groupe de plants à base verdâtre (*I. berthautiana*, *I. capitata*, *I. colutea*, *I. congolensis*, *I. garckeana*, *I. geminata*, *I. heudelotii*, *I. leprieurii*, *I. leptoclada*, *I. macrophylla*), et un autre groupe de plants à base rougeâtre (*I. aspera*, *I. astragalina*, *I. dendroides*, *I. diphylla*, *I. hirsuta*, *I. macrocalyx*).

✓ **Au niveau du gradient foliaire**

C'est le principal trait de caractère de discrimination des plants de taxons à feuilles matures composées.

- Certains plants n'ont qu'une seule 1^{ière} feuille juvénile simple, la 2^{ième} juvénile est trifoliolée : c'est le cas des plants de *I. costata* et de *I. parviflora* avec des gradients foliaires respectifs de 1-3-3-5-5-7-7-9-11-11 et 1-3-3-3-5-5-5-7-7-7
- Chez d'autres plants, la 1^{ière} et 2^{ième} feuilles juvéniles sont des feuilles simples. C'est le cas de *I. colutea*, *I. congolensis*, *I. garckeana* avec un gradient foliaire de 1-1-3-5-5-7-7-9-9. On a observé aussi des plants avec les deux premières juvéniles simples et la 3^{ième} est toujours trifoliolée, mais les gradients foliaires sont différents (Tableau 20). C'est le cas de *I. dendroides*, *I. hirsuta*, *I. macrocalyx* et *I. macrophylla*, *I. subulata* et *I. tinctoria*.
- On a observé des plants avec les 1^{ière}, 2^{ième} et 3^{ième} feuilles juvéniles simples et la 4^{ième} feuille est trifoliolée. C'est le cas des jeunes plants de *I. astragalina*,

I. heudelotii, *I. spicata* et *I. terminalis* avec des gradients foliaires différents (Tableau 20).

- Les quatre premières feuilles juvéniles sont simples et la 5^{ième} est la première feuille trifoliolée. On retrouve ce cas chez les jeunes plants de *I. aspera*, *I. geminata*, *I. pulchra*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. stenophylla*.
- Les cinq premières feuilles juvéniles sont simples et la 6^{ième} est la première feuille trifoliolée. On l'observe chez des jeunes plants de *I. berhautiana*, et de *I. pilosa*.
- Les six premières feuilles juvéniles sont simples et la 7^{ième} est la première feuille trifoliolée. C'est le cas chez des jeunes plants de *I. leptoclada*.
- Les neuf premières feuilles juvéniles sont simples et la 10^{ième} feuille est la première feuille trifoliolée. Cela est observé chez les jeunes plants de *I. oblongifolia*.
- Chez les plants de *I. capitata*, toutes les dix premières feuilles juvéniles sont simples et c'est la 11^{ième} feuille qui est la première feuille trifoliolée. La plante adulte porte 5 à 9 folioles

Tableau 20: Tableau de synthèse des traits de caractères des jeunes plants du genre *Indigofera*

| Caractères morphologiques | Traits de caractères | <i>I. asp</i> | <i>I. astra</i> | <i>I. berh</i> | <i>I. capi</i> | <i>I. col</i> | <i>I. congo</i> | <i>I. cost</i> | <i>I. dend</i> | <i>I. diph</i> | <i>I. garck</i> | <i>I. gemi</i> | <i>I. heud</i> | <i>I. hirs</i> | <i>I.v lepri</i> | <i>I. lepto</i> | <i>I. macroc</i> | <i>I. macrop</i> |
|---------------------------|----------------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Longueur FC (mm) | 1_5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | 5_10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | 10_15 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15_20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Largeur FC (mm) | 1_3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | 3_5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | 5_7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 7_9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Forme foliaire FC | elliptique | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | oblongue | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | lancéolée | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Linéaire | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Obovale | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | orbiculaire | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | suborbiculaire | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pilosité FC | Glabre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | glabrescent | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | pubescent | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Sommet FC | Arrondi | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Tronqué | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Base FC | Arrondie | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | Cordée | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | lgremt cordée | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | tronquée | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Marge FC | Ciliée | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nervation FC | 2 nlatér. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | n.ppale | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | non obser | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Longueur (mm) pétiole FC | Sessile | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 0,1_0,5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0,5_0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0,8_1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 1_2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2_3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Longueur (mm) épicotyle | o (nul) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1_10 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | 10_20 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 20_30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30_40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | 40_50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pilosité épicotyle | pubescent | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | glabrescent | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Glabre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Couleur épicotyle | Verdâtre | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | rougeâtre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Longueur (mm) hypocotyle | 1_10 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | 10_20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | 20_30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30_40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 40_50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 50_60 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 60_70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pilosité hypocotyle | pubescent | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | glabrescent | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Glabre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Couleur hypocotyle | Verdâtre | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | base rougeâtre | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Gradient foliaire | 1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-1-1-1-3-3-3-3-3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-1-1-3-3-3-3-3-3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-1-3-3-3-3-3-3-3- | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-1-3-3-3-5-5-5-5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-1-3-3-3-5-5-5-7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-3-3-5-5-7-7-7-7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-3-3-3-5-5-5-5-5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-3-3-5-7-9-9-9-9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-3-3-5-7-9-9-11 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-3-3-3-3-3-3-3-3-3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-1-3-3-5-5-5-5-5-5-5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-1-3-5-5-7-7-7-7-7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-1-3--3-5-5-7-7-9-9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-1-3-5-9-11-13-13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1-3-3-3-5-5-5-7-7-7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-3-3--5-5-7-7-9-11-11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Suite tableau 20 :

| Caractères morphologiques | Traits de caractères | <i>I. numm</i> | <i>I. oblo</i> | <i>I. pani</i> | <i>I. parv</i> | <i>I. pilo</i> | <i>I. prieu</i> | <i>I. pulch</i> | <i>I. secun</i> | <i>I. seneg</i> | <i>I. sessi</i> | <i>I. simpl</i> | <i>I. steno</i> | <i>I. spic</i> | <i>I. subu</i> | <i>I. term</i> | <i>I. tinct</i> |
|---------------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Longueur FC (mm) | 1_5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5_10 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 10_15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15_20 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Largeur FC (mm) | 1_3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 3_5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 5_7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 7_9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Forme foliaire FC | elliptique | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | oblongue | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | lancéolée | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | linéaire | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | obovale | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | orbiculaire | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | suborbiculaire | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pilosité FC | Glabre | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | glabrescent | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | pubescent | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Sommet FC | arrondi | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | tronqué | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Base FC | arrondie | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | Cordée | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | lgremt cordée | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | tronquée | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Marge FC | Ciliée | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Nervation FC | 2 nlatér. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | n.ppale | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | non obser | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Longueur (mm)
pétiole FC | Sessile | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 0,1_0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | 0,5_0,8 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0,8_1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | 1_2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2_3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Longueur (mm)
épicotyle | o (nul) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1_10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | 10_20 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 20_30 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 30_40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 40_50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pilosité épicotyle | pubescent | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | glabrescent | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Glabre | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Couleur épicotyle | verdâtre | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | rougeâtre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Longueur (mm) hypocotyle | 1_10 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | 10_20 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 20_30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 30_40 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 40_50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 50_60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 60_70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pilosité hypocotyle | pubescent | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | glabrescent | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Glabre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Couleur hypocotyle | verdâtre | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | base rougeâtre | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gradient foliaire | 1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-1-1-1-3-3-3-3-3-3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-1-1-3-3-3-3-3-3-3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-1-3-3-3-3-3-3-3-3- | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1-1-1-1-3-3-3-3-3-3-5-5-5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-1-1-1-3-3-3-5-5-7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-1-1-3-3-5-5-7-7-7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-1-1-3-3-3-5-5-5-5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-1-1-3-3-5-7-9-9-9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1-1-1-3-3-5-7-9-9-11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-1-3-3-3-3-3-3-3-3-3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1-1-3-3-5-5-5-5-5-5-5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-1-3-5-5-7-7-7-7-7-7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1-1-3--3-5-5-7-7-9-9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-1-3-5-9-11-13-13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-3-3-3-5-5-5-7-7-7 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-3-3--5-5-7-7-9-11-11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

FC = feuilles cotylédonaire, I. = Indigofera, asp = aspera, astra = astragalona, berh = berhautiana, capi = capitata, col = colutea, congo = congolensis, cost = costata, dend = dendroides, diph = diphylla, garck = garckeana, gemi = geminata, heud = heudelotii, hirs = hirsuta, lepri = leprieurii, lepto = leptoclada, macroc = macrocalyx, macrop = macrophylla, lgremt = légèrement, nlatér = nervure latérale, n.ppale = nervure principale, non obser = non observé, Numm = nummulariifolia, oblo = oblongifolia, pani = paniculata, parv = parviflora, pilo = pilosa, prieu = prieureana, pulch = pulchra, secun = secundiflora, seneg = senegalensis, sessi = sessiliflora, simpl = simplicifolia, steno = stenophylla, spic = spicata, subu = subulata, term = terminalis, tinct = tinctoria

1. plants à feuilles cotylédonaires sessiles, les 1^{ière} et 2^{ième} feuilles opposées :
2. Feuilles cotylédonaires avec la nervure principale et deux nervures latérales, hypocotyle long de 55 à 65 mm, les autres feuilles juvéniles sont simples et alternes.....(1).....***I. leprieurii***
- 2'. Feuilles cotylédonaires sans nervation, hypocotyle long de 1 à 1,5 mm, la 3^{ième} feuille juvénile simple, les 4^{ième} et 5^{ième} feuilles juvéniles sont trifoliolées.....(2).....***I. spicata***
- 1'. plants à feuilles cotylédonaires pétiolées.....3
3. plants subsessiles à pétioles cotylédonaires longs de 0,1 à 0,5 mm :
4. feuilles cotylédonaires oblongues :
5. Feuilles cotylédonaires glabres.....(3).....***I. pulchra***
- 5'. Feuilles cotylédonaires pubescentes :
6. Feuilles cotylédonaires à poils relativement denses :
7. Hypocotyle long de 1 à 10 mm :
8. Gradient foliaire à feuilles juvéniles simples de la 1^{ière} à la 4^{ième}(4).***I. leptoclada***
- 8'. Gradient foliaire à 3 premières feuilles juvéniles simples et la 4^{ième} est trifoliolée.....(5).....***I. heudelotii***
- 7'. Hypocotyle long de 10 à 20 mm:
9. Base hypocotyle rougeâtre, gradient foliaire à 2 premières feuilles simples, suivies de feuilles à 3 et 5 folioles.....(6).....***I. macrocalyx***
- 9'. Base hypocotyle verdâtre, gradient foliaire à 2 premières feuilles simples, suivies de feuilles trifoliolées.....(7).....***I. subulata***
- 6'. Feuilles cotylédonaires à poils relativement épars (glabrescents) :
10. Plant sans épicotyle, hypocotyle à base rougeâtre et, gradient foliaire à 4 premières feuilles simples et la cinquième trifoliolée.....(8).....***I. aspera***
- 10'. Plant à épicotyle pubescent, long de 1 à 20 mm, hypocotyle pubescent à base verdâtre et long de 1 à 10 mm, gradient foliaire à 2 premières feuilles simples, suivies de feuilles trifoliolées et imparipennées à 5 folioles.....(9).....***I. tinctoria***
- 4'. feuilles cotylédonaires non oblongues
11. Hypocotyle long de moins de 10 mm :
12. Feuilles cotylédonaires obovales(10).....***I. diphylla***
- 12'. Feuilles cotylédonaires orbiculaires(11)..... ***I. berthautiana***
- 11'. Hypocotyle long de 10 à 20 mm
13. Gradient foliaire à trois premières feuilles simples, suivies de feuilles à 3 et 5 folioles pour les quatre et cinquième feuilles.....(12).....***I. secundiflora***

- 13'. Gradient foliaire à deux premières feuilles simples, suivies de feuilles trifoliolées et de feuilles imparipennées à 5 folioles.....(13).....***I. congolensis***
- 3'. Plants à pétioles longs de plus 0,5 mm
14. Plants à pétioles cotylédonaire longs de 0,5 mm à 1 mm :
15. gradient foliaire à feuilles juvéniles simples de la première à la cinquième :
16. feuilles cotylédonaire nervées
17. feuilles cotylédonaire pubescentes, de forme elliptique, pourvues seulement de nervure principale, hypocotyle long de 1 à 10 mm..... (14).....***I. capitata***
- 17'. feuilles cotylédonaire glabres, pourvues de nervure principale et de deux nervures latérales :
18. hypocotyle long de 1 à 10 mm.....(15).....***I. nummulariifolia***
- 18'. hypocotyle long de 10 à 20 mm.....(16).....***I. simplicifolia***
- 16'. feuilles cotylédonaire sans nervation :
19. hypocotyle long de 1 à 10 mm..... (17).....***I. oblongifolia***
- 19'. hypocotyle long de 10 à 20 mm.....(18).....***I. paniculata***
- 15'. gradient foliaire à feuilles juvéniles simples et composées :
20. Gradient foliaire à 4 premières feuilles juvéniles simples et la cinquième trifoliolée :
21. Hypocotyle pubescent long de 1 à 10 mm, base verdâtre ; épicotyle long de 1 à 10 mm ; feuilles cotylédonaire oblongues.....(19).....***I. geminata***
- 21'. Hypocotyle glabrescent long de plus de 10 mm
22. Hypocotyle long de 20 à 30 mm, base verdâtre ; épicotyle long de 1 à 10 mm ; feuilles cotylédonaire suborbiculaires..... (20).....***I. sessiliflora***
- 22'. Hypocotyle long de 30 à 40 mm ; épicotyle long de 40 à 50 mm ; feuilles cotylédonaire elliptiques.....(21).....***I. stenophylla***
- 20'. Gradient foliaire à moins de 4 premières feuilles juvéniles simples :
23. gradient foliaire avec 3 premières feuilles juvéniles simples suivies de feuilles composées de 3 à 5 folioles pour les 4^{ième} et 5^{ième} feuilles respectives du jeune plant :
24. feuilles cotylédonaire avec une nervure principale et deux nervures latérales, hypocotyle long de 30 à 40 mm.....(22).....***I. priureana***
- 24'. Feuilles cotylédonaire sans nervation et hypocotyle long de 10 à 20 mm.....(23).....***I. terminalis***
- 23'. Gradient foliaire avec moins de 3 premières feuilles juvéniles simples suivies de feuilles composées :
25. Gradient foliaire avec deux premières feuilles juvéniles simples :

26. Feuilles composées de 3 à 5 folioles pour les dernières feuilles juvéniles ; hypocotyle et épicotyle pubescents :

27. hypocotyle long de 1 à 10 mm, base verdâtre ; épicotyle long de 10 à 20 mm ; feuilles cotylédonaire glabres avec nervure principale et deux nervures latérales. (24)..*I. macrophylla*

27'. Hypocotyle long de plus de 10 mm (30-40 mm), base rougeâtre ; épicotyle long de 30 à 40 mm ; feuilles cotylédonaire pubescentes avec nervure principale sans nervation latérale(25).....*I. hirsuta*

26'. Feuilles composées de plus de 5 folioles dès la cinquième feuille juvénile ; hypocotyle glabrescent, bases rougeâtre, long de 40 à 50 mm ; épicotyle glabrescent, long de 10 à 20 mm ; feuilles cotylédonaire glabrescentes sans nervures.....(26).....*I. dendroides*

25'. Gradient foliaire avec une première feuille juvénile simple suivie de feuilles 3 à 5 foliolées pour respectivement la deuxième, troisième et quatrième feuilles juvéniles:

28. Gradient foliaire de 5 à 7 folioles de la cinquième à la dixième juvénile ; hypocotyle pubescent long de 30 à 40 mm, base rougeâtre ; épicotyle pubescent long de 20 à 30 mm ; feuilles cotylédonaire glabres avec uniquement la nervure principale.....(27)....*I. parviflora*

28'. Gradient foliaires de 5,7 à 9 folioles entre la cinquième et la dixième feuilles juvéniles; hypocotyle pubescent long de 20 à 3 mm, base verdâtre ; épicotyle pubescent, long de 1 à 10 mm ; feuilles cotylédonaire pubescentes sans nervation.....(28).....*I. costata*

14'. Plants à pétioles feuilles cotylédonaire longs de plus de 1 mm

29. Plants à pétioles feuilles cotylédonaire longs de 1 à 2 mm

30. Gradient foliaire à feuilles juvéniles simples et trifoliolées :

31. Cinq premières feuilles juvéniles simples suivies de feuilles juvéniles trifoliolées ; hypocotyle pubescent long de 1 à 10 mm, base verdâtre ; épicotyle pubescent long de 1 à 10 mm ; feuilles cotylédonaire pubescentes sans nervation.....(29).....*I. pilosa*

31'. Quatre premières juvéniles simples suivies de feuilles juvéniles trifoliolées ; hypocotyle glabrescent long de 1 à 10 mm, base peu rougeâtre ; épicotyle pubescent long de 10 à 20 mm; feuilles cotylédonaire glabrescentes sans nervation.....(30).....*I. senegalensis*

30'. Gradient foliaire à feuilles juvéniles composées de plus de trois folioles

32. Gradient foliaire à trois premières feuilles juvéniles simples suivies de feuilles juvéniles à 3, 5, 7 et 9 (11) folioles ; hypocotyle pubescent long de 50 à 60 mm, base rougeâtre ; épicotyle pubescent long de 10 à 20 mm ; feuilles cotylédonaire glabrescentes avec une nervure principale et deux nervures latérales.....(31).....*I. astragalina*

32'. Gradient foliaire à deux premières feuilles juvéniles simples suivies de feuilles juvéniles à 3, 5, 7 et 9 folioles ; hypocotyle pubescent long de 10 à 20 mm, base verdâtre ; épicotyle

pubescent long de 1 à 10 mm ; feuilles cotylédonaire glabrescentes avec nervure principale sans nervation latérale.....(32).....*I. garckeana* 29'. Plants à pétioles feuilles cotylédonaire longs de plus de 2 mm ; Feuilles cotylédonaire pubescentes orbiculaires sans nervation, épicotyle long de 20 à 30 mm..... (33).....*I. colutea*

3.3.8. Discussion sur la caractérisation morphologique de la plante adulte et du jeune plant:

- Sur les caractères morphologiques de la plante adulte :

Ces nouvelles clés des espèces du genre *Indigofera* au Sénégal se justifient aisément :

- La Flore du Sénégal (Berhaut, 1967) ne couvre que 40/44 espèces décrites dans la Flore Illustrée du Sénégal (1976)
- Les quatre (4) nouveaux taxons du genre *Indigofera* au Sénégal (*I. brevifilamenta*, *I. deightonii*, *I. polysphaera* et *I. sp*) renforcent ce besoin d'élaborer une nouvelle clé d'identification des taxons du genre *Indigofera* au Sénégal.

Les caractères d'entrée de la clé de la plante adulte de la présente révision du genre *Indigofera* sont le type de feuille avec des taxons à feuilles simples et des taxons à feuilles composées. La seconde entrée permet de dissocier le groupe des taxons à feuilles composées en un sous-groupe de taxons à feuilles uniquement composées et un autre sous-groupe de taxons à feuilles composées et ayant des rameaux florifères à feuilles simples. Si la première entrée est similaire à celle de la flore de Berhaut (1967), la seconde entrée est différente de celle de Berhaut (1967) qui a subdivisé les taxons à feuilles composées en un groupe de plantes à 2 ou 3 folioles et un autre groupe à feuilles pennées, imparipennées. Des espèces à feuilles ordinairement trifoliolées telles que *I. pilosa* et *I. subulata* se retrouvent parmi les taxons à feuilles imparipennées comme *I. leptoclada*, *I. pulchra*, *I. senegalensis* sans préciser que parfois on retrouve des feuilles à 5 folioles au niveau de ces deux premiers taxons ordinairement trifoliolés.

Les résultats de la présente révision ont permis de distinguer des taxons à port arbustif (*I. arrecta*, *I. garckeana*, *I. macrophylla*, *I. suffruticosa*, *I. terminalis* et *I. tinctoria*) et des taxons à port herbacé (*I. aspera*, *I. bracteolata*, *I. paniculata*, *I. senegalensis*, etc.) chez le genre *Indigofera* au Sénégal. Cela est conforme aux données de Cronquist (1954), Thiombiano, Schmidt *et al.* (2012) et César et Chatelain (2019). Du point de vue morphotype, il s'agit des arbustes et des arbrisseaux et des sous-arbrisseaux. Dans la flore du Sénégal (Berhaut, 1967) tous les taxons du genre *Indigofera* ont été considérés comme des plantes herbacées.

Dans le groupe taxons à feuilles simples, la forme du limbe et celle des stipules ont permis de discriminer *I. nummulariifolia* des quatre autres espèces du genre *Indigofera* à feuilles simples. A la base des feuilles simples des espèces répertoriées, des stipelles n'ont pas été observées pour qu'on puisse parler de feuilles unifoliolées. Ces résultats ne sont pas conformes aux descriptions de Cronquist (1954), Akoègniou *et al.*, (2006) et César et Chatelain (2019) qui parlent de feuilles unifoliolées chez ces espèces du genre *Indigofera* à feuilles simples. La présence de stipelles permet de discriminer une feuille simple qui ne porte pas de stipelles comme celle de *I. nummulariifolia* d'une feuille unifoliolée avec des stipelles comme la feuille de *I. pilifera* de la flore d'Australie (Wilson et Rowe, 2004) ou *I. caloneura* Kurz de la flore de Thaïlande (Mattapha et chantaranonthal, 2012). Les feuilles simples portent des bourgeons axillaires qui sont absents à l'aisselle des folioles.

La longueur et la largeur du limbe ont contribué à dissocier le couplet *I. paniculata* et *I. polysphaera* du couplet *I. leprieurii* et *I. simplicifolia*. La longueur du pétiole a aussi permis de séparer les taxons des deux couplets.

La longueur du pétiole a permis de séparer *I. polysphaera* à feuilles subsessiles (pétiole long de moins de 1 mm) de *I. paniculata* (pétiole long de plus de 1 mm).

Cette clé basée sur les caractères des feuilles, prouve que les taxons du genre *Indigofera* peuvent être identifiés sans recourir aux organes de l'appareil reproducteur. Dans les clés d'identification habituellement utilisées (Cronquist, 1940 ; Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958 ; Berhaut, 1967 ; Akoègniou *et al.*, 2006 ; César et Chatelain, 2019), les traits de caractères de l'appareil reproducteur ont été considérés comme ayant plus de poids taxonomique que ceux de l'appareil végétatif. Or ces espèces du genre *Indigofera* à l'état végétatif peuvent se retrouver dans les relevés de terrain du botaniste, de l'agrostologue, du malherbologue, du pastoraliste, d'où l'importance de clé de détermination des taxons à partir des feuilles.

L'identification des espèces au stade végétatif n'est jamais aisée (Le Bourgeois, 1993), elle devient possible pour les espèces du genre *Indigofera* qui sont présentement étudiées. Cette nouvelle clé basée sur des traits de caractères végétatifs des plantes du genre *Indigofera* vient certainement compléter les clés classiques (Berhaut, 1967 ; Hutchinson, Dalziel et Keay, 1958) basées surtout sur les organes reproducteurs. Jean César en avant-propos de la Flore du Tchad disait que «pour les plantes herbacées, la fleur est nécessaire pour leur détermination et le fruit est parfois utile» (César et Chatelain, 2019).

On remarque que les stipelles ne sont présentes que sur certaines espèces du genre *Indigofera* comme *I. hirsuta*, *I. congolensis*, *I. leptoclada*, *I. suffruticosa* et *I. tinctoria*. Elles sont

absentes pour la majorité des espèces du genre *Indigofera* telles que *I. arrecta*, *I. astragalina*, *I. bracteolata*, etc. La clé de Berhaut (1967) n'en fait pas un caractère discriminant des taxons du genre *Indigofera*. La présence de stipelles permet de distinguer *I. leptoclada* et *I. bracteolata*, *I. astragalina* et *I. hirsuta*. Au niveau foliaire, on distingue chez le genre *Indigofera*, des espèces à feuilles simples, des espèces à feuilles composées de deux folioles, de trois folioles, des espèces à feuilles pennées et des espèces à feuilles pennées comportant des feuilles simples. Cette présence de feuilles composées pennées et des feuilles simples a été observée chez le genre *Tephrosia* Pers. (Sarr T., 2003) notamment *T. elegans* et *T. gracilités*. La présence de poils naviculaires et parfois de stipelles chez les taxons du genre *Indigofera* permettent de les discriminer des taxons du genre *Tephrosia* qui ne portent pas de poils naviculaires et ni de stipelles.

Dans la flore du Sénégal (Berhaut, 1967) le prolongement du rachis foliaire au-delà des deux dernières folioles latérales n'est pas pris en compte. Ce caractère permet d'identifier *I. geminata* qui est le seul taxon dont le rachis n'est pas prolongé après la dernière paire de folioles.

Il en est ainsi dans la flore Illustrée (Berhaut, 1976) où il est écrit que le pétiole terminal est toujours plus long que le pétiole latéral. D'après les résultats de la présente révision, le pétiole terminal et le pétiole latéral ont la même longueur. Ces résultats corroborent ceux de Cronquist (1954).

La clé sur l'inflorescence et la fleur des espèces du genre *Indigofera* au Sénégal, permet d'améliorer la clé de Berhaut (1967). Les descriptions sont relativement plus homogènes contrairement aux clés de Berhaut (1967, 1976) qui ne précisent pas le caractère sessile des fleurs des espèces comme *Indigofera congesta* et *I. capitata*. Des inflorescences en racème des espèces telles que *I. astragalina*, *I. colutea*, *I. hirsuta*, *I. microcarpa*, *I. pilosa*, *I. secundiflora*, *I. suffruticosa*, *I. stenophylla*, *I. tinctoria*, ont été qualifiés d'inflorescence en épis (Berhaut, 1967). La discrimination des taxons peut se faire grâce aux traits de caractères comme la longueur du pédoncule et celle des pédicelles des fleurs avec l'exemple de *I. astragalina* et de *I. hirsuta*. Les traits de caractères de ces deux organes ne sont pas pris en compte dans la clé de Berhaut (1967). Les fleurs de *I. prioureana* et *I. stenophylla* sont qualifiées de roses dans la clé de Berhaut (1967) alors qu'elles sont mauves conformément aux descriptions de ces deux taxons dans la Flore Illustrée du Sénégal (Berhaut, 1976).

Cette clé basée sur des traits de caractères de l'inflorescence et de la fleur offre une autre possibilité d'identifier tous les 45 taxons étudiés du genre *Indigofera*. Les espèces du genre *Tephrosia* ont fait l'objet d'élaboration d'une clé d'identification basée sur des caractères de

l'inflorescence et de l'infrutescence (Sarr R.S., 2003). Pour le genre *Corchorus*, connu pour la relative homogénéité des caractères morphologiques des taxons spécifiques, leur identification à partir des fleurs s'est avérée infructueuse (Mbaye, 2002). Par contre, une clé d'identification basée sur des caractères morphologiques de la fleur des espèces du genre *Amaranthus* de la flore du Sénégal (Sarr R.S., 2003) a été élaborée.

Cette révision des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal a permis d'élaborer une clé de détermination basée sur la taille, la forme, l'orientation des gousses, le nombre de graines des gousses, le sommet des gousses, leur pilosité, la longueur des pédicelles et celle des pédoncules.

Le trait de caractère spinescent de la gousse de *I. nummulariifolia* permet de séparer ce taxon des autres espèces du genre *Indigofera* qui ont des gousses inermes. C'est le trait de caractère utilisé par Cronquist (1954) et Ghazanfar (1989) pour déterminer les espèces du genre *Indigofera* dans les pays des grands lacs anciennement colonisés par le Royaume Belge et dans des zones de savane au Ghana.

Cette présente clé permet de séparer des espèces de *Indigofera* à gousses plates (*I. aspera*, *I. bracteolata*, *I. deightonii*, *I. leptoclada*, *I. senegalensis* et *I. trichopoda*) des autres taxons spécifiques à gousses turgides (gousses cylindriques et gousses non cylindriques). Le trait de caractère de la pilosité mixte (poils naviculaires et poils simples glanduleux) des gousses de *I. colutea* non précisée par Berhaut (1967, 1976) mais relatée par Cronquist (1954) dans la flore du Congo belge et Gillet (1970) a été pris en compte.

Comparativement à d'autres travaux de révision taxonomique, la clé d'identification des espèces du genre *Corchorus* (Mbaye) de la flore du Sénégal basée sur les capsules a permis de discriminer le fruit de *C. trilocularis* à section trigone, du fruit des 2 variétés de *C. olitorius* à section pentagonale. L'élaboration de clé de détermination des espèces du genre *Amaranthus* (Sarr, 2003) basée sur le fruit et la graine a été facilitée par l'existence de fruits déhiscents et de fruits indéhiscents. A cela viennent s'ajouter la position de la fente de déhiscence et de la forme de la graine. Chez le genre *Tephrosia* (Sarr T., 2003), la clé d'identification à partir des fruits s'est basée sur la couleur dominante de l'épicarpe, la pilosité, la déhiscence, la longueur, la largeur et le poids des graines, l'épaisseur et le nombre de graines. Des traits de caractères morphologiques utilisés comme le poids des graines, la couleur dominante, ne semblent pas facilement observables sur des plantes vivantes et sur des échantillons d'herbier. L'espèce *Indigofera astragalina* et *I. hirsuta* sont parfois considérées comme des synonymes (Thiombiano & Schmidt *et al.*, 2012). Par ailleurs, Lebrun et Stork (1992) signalent l'existence d'individus intermédiaires entre *I. astragalina* et *I. hirsuta*. *I. astragalina* a un

rachis portant 3 à 5 paires de folioles sans des stipelles contre 2 à 3 paires de folioles pourvues de stipelles par feuille chez *I. hirsuta*. Parmi les taxons savanicoles du Ghana, Ghazanfar (1989) parle de *I. hirsuta* portant 9 folioles, ce que les spécimens observés dans cette étude n'ont pas montré. Ces deux morphotypes doivent probablement appartenir à deux (2) variétés différentes de *I. hirsuta* car Hutchinson *et al.*, (1958), Lebrun et Stork (1992) signalent la présence en Afrique de l'Ouest de *I. hirsuta* var. *hirsuta* (qui est signalée au Sénégal) et *I. hirsuta* var. *pumila* Welw. ex Bak. Le pédoncule floral est plus court que l'inflorescence et les poils des gousses sont blancs chez *I. hirsuta* var. *pumila* (Hutchinson *et al.*, 1958). Pour *I. hirsuta* var. *hirsuta*, le pédoncule floral bien développé, est au moins 2 fois plus long que l'inflorescence et la gousse porte des poils plutôt bruns. La tige de *I. astragalina* est cylindrique alors que celle de *I. hirsuta* est plutôt cannelée. L'inflorescence est en racème relativement dense chez *I. astragalina* et plutôt lâche chez *I. hirsuta*. Le pédoncule floral est relativement plus court chez *I. astragalina* (10 à 15 mm de long) et nettement plus long au chez *I. hirsuta* (50 à 90 mm de long). Les gousses de *I. astragalina* sont cylindriques et plus courtes (10 à 12 mm) et celles de *I. hirsuta* sont plutôt anguleuses et plus longues (17 à 28 mm). Les résultats obtenus pour ces deux taxons sont conformes aux travaux de Berhaut (1967 ; 1976) ; d'Adjanohoun *et al.*, (1980) et d'Akoègniou *et al.*, (2006). Même si les espèces *I. astragalina* et *I. hirsuta* sont décrites comme des taxons distincts par César et Chatelain (2019), leurs inflorescences sont qualifiées de denses. Cela n'est pas en phase avec les résultats de la présente étude car l'inflorescence de *I. astragalina* est nettement plus dense et celle de *I. hirsuta* est plutôt lâche.

L'espèce *Indigofera bracteolata* est considérée dans la présente révision des taxons du genre *Indigofera* au Sénégal comme une espèce herbacée annuelle tandis que *I. leptoclada* a été classée comme une espèce herbacée à souche vivace. Ces résultats sont conformes aux données de Berhaut (1957 ; 1976), Adjanohoun *et al.*, (1980) et Akoègniou *et al.*, 2006. Cet avis n'est pas partagé par Thiombiano & Schmidt *et al.*, (2012) qui considèrent *I. bracteolata* comme plante herbacée vivace tant que *I. leptoclada* est une plante herbacée annuelle. Ces deux taxons sont morphologiquement proches comme l'a reconnu Berhaut (1976), *I. leptoclada* porte des folioles ayant des stipelles axillaires et l'inflorescence est uniquement axillaire. Pour *I. bracteolata*, classée aussi comme une herbacée annuelle par César et Chatelain (2019), les folioles sont dépourvues de stipelles et les fleurs axillaires sont soit solitaires soit groupées en inflorescences axillaires en racèmes.

Pour Berhaut (1976), *I. terminalis* porte des folioles bien opposées, avec un rachis de 5 à 6 paires de folioles. Les résultats de cette présente révision indiquent que le rachis peut porter 7 paires de folioles opposées parfois subopposées

I. subulata est une espèce bien vivace (observation personnelle) conformément aux résultats de Cronquist (1954) et Diédhiou (1998) alors que Berhaut (1967 et 1976) est resté imprécis.

Des pieds de *I. elliotii* à folioles opposées ou subopposées, ont été retrouvés en Casamance près des rizières de Kénia, alors que Berhaut (1967 ; 1976) ne signale ce taxon qu'à Sangalkam, près du cordon littoral. Par ailleurs, ce taxon a été nommé *I. heudelotii* var. *elliotii* Bak. (Berkhout, 1976). Ce nom a été rejeté par Lebrun et Stork (1992). Le rachis de *I. elliotii* porte 3 à 4 paires de folioles obovales, les gousses sont glabres. *I. heudelotii* dispose de rachis portant 4 à 6 paires de folioles plutôt elliptiques, les gousses sont légèrement pubescentes.

I. brevifilamenta porte des poils simples glanduleux sur les valves des gousses contrairement aux résultats de Gillet (1959), conformément à ceux de Cronquist (1954) et Akoégniou *et al.*, (2006).

Cette révision des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal, a permis d'intégrer à la flore du Sénégal, quatre nouveaux taxons : *Indigofera brevifilamenta*, *Indigofera* sp au Sénégal oriental d'une part, *Indigofera deightonii* et *Indigofera polysphaera* en Haute Casamance d'autre part. Ces résultats viennent s'ajouter à ceux de Goudiaby (1976) qui a répertorié 7 nouvelles espèces pour la flore du Sénégal: *Euphorbia unispina* N. E. Br. (*Euphorbiaceae*), *Microdesmis keayana* Léonard (*Pandaceae*), *Leea guineensis* G. Don (*Leeaceae*), *Euglinia longiflora* Salisb. (*Rubiaceae*), *Leptatina senegambiaca* (*Rubiaceae*), *Mimusops kummel* Bruce ex A. DC. (*Sapotaceae*) et *Sacosperma paniculata* (Benth.) G. Taylor (*Rubiaceae*) et Diop *et al.*, (2012) qui ont signalé la présence d'une nouvelle espèce du genre *Ficus* pour la flore du Sénégal (*F. conraui* Warburg.).

- Sur le jeune plant :

Cette clé des jeunes plants n'a concerné que 30 espèces dont les semences ont fait l'objet de collecte puis semées au jardin botanique et à la serre du Laboratoire de Biotechnologie végétale. Cette identification des plantes juvéniles est considérée comme la première difficulté rencontrée par le malherbologue (Merlier et Montégut, 1982). Chez le genre *Indigofera*, les feuilles cotylédonaire sont généralement de même forme et de même dimension pour chaque espèce contrairement aux espèces du genre *Boerhavia* (Noba, 1985) et du genre *Trianthema* (Merlier et Montégut, 1982) où l'anisophyllie est observée entre les deux (2) feuilles cotylédonaire.

La nervation des feuilles cotylédonaire souvent négligée à tort (Merlier et Montégut, 1982) apparaît comme un caractère déterminant de discrimination des taxons du genre *Indigofera* à l'état jeunes plants. Elle permet de séparer des taxons à feuilles cotylédonaire non nervés (innervés) comme *Indigofera dendroides*, *I. colutea*, *I. costata*, *I. pilosa*, *I. senegalensis*, *I. spicata*, *I. terminalis*,..., d'une part, des taxons de plants à feuilles cotylédonaire relativement bien nervées comme *I. astragalina*, *I. garckeana*, *I. macrophylla*, *I. nummulariifolia*, *I. simplicifolia*.

La clé de détermination des jeunes plants du genre *Indigofera* a mis en exergue la valeur taxonomique du pétiole des feuilles cotylédonaire. Les jeunes plants des espèces du genre *Indigofera* sont souvent subsessile (Merlier et Montégut, 1982). On a dissocié *I. leprieurii* et *I. spicata* à cotylédons sessile des autres espèces du genre *Indigofera* à cotylédons pétiolés. Les plants d'espèces à cotylédons subsessile (pétiole long de moins 0,5 mm) comme *I. aspera*, *I. congolensis*, *I. berhautiana*, *I. diphylla*, *I. heudelotii*, *I. leptoclada*, *I. macrocalyx*, *I. pulchra*, *I. secundiflora*, *I. subulata* et *I. tinctoria* se distinguent du groupe d'espèces dont les plants sont pourvus de feuilles cotylédonaire à pétiole long de plus 0,5 mm. Dans ce dernier lot on retrouve *I. astragalina*, *I. capitata*, *I. colutea*, *I. costata*, *I. dendroides*, *I. garckeana*, *I. geminata*, *I. hirsuta*, *I. macrophylla*, *I. nummulariifolia*, *I. oblongifolia*, *I. paniculata*, *I. parviflora*, *I. pilosa*, *I. priureana*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. simplicifolia*, *I. stenophylla*, *I. terminalis*. Si les plantes adultes de *Indigofera congolensis* et *I. geminata* sont confondues (African plants database), les jeunes plants peuvent se distinguer à partir de la longueur du pétiole. Par contre cette longueur du pétiole des feuilles cotylédonaire ne permet pas de bien distinguer *I. astragalina* de *I. hirsuta* qui sont même considérées comme des taxons synonymes (Thiombiano, Schmidt *et al.*, 2012).

La longueur de l'épicotyle a une certaine valeur systématique dans la clé de détermination des jeunes plants du genre *Indigofera*. Les plants de *I. aspera* se particularisent par l'absence d'épicotyle.

La longueur et la couleur de la base de l'hypocotyle sont des traits de caractères morphologiques remarquables dans l'identification des jeunes plants du genre *Indigofera*. Des espèces à port étalé comme *I. diphylla*, *I. nummulariifolia* et *I. spicata* disposent d'hypocotyles relativement courts (longueur inférieure à 10 mm). Ce résultat a été observé chez des plantes rampantes (Merlier et Montégut, 1982) et notamment au niveau du genre *Boerhavia* (Noba 1985) où *B. repens* L. au port rampant, dispose d'hypocotyles longs de 0,5 à 1,5 cm contre des hypocotyles longs de 2 cm pour *Boerhavia erecta* L. qui a un port dressé. Les hypocotyles les plus longs ont été observés auprès des taxons à port dressé comme

I. leprieurii (hypocotyles longs de 55 à 65 mm), *I. dendroides* (hypocotyles longs de 40 à 50 mm).

Le gradient foliaire des jeunes plants est certainement le trait de caractère morphologique le plus apparent. Il a permis de lever des blocages légués par les précédents traits de caractères morphologiques des jeunes plants du genre *Indigofera*. Les premières feuilles juvéniles sont simples, suivies de feuilles trifoliées pour les taxons à feuilles composées imparipennées. La valeur taxonomique du gradient foliaire justifie son utilisation courante dans des clés d'identification de jeunes plants élaborés dans nombreuses études (Merlier et Montégut, 1982 ; Sarr RS, 2003). Par ailleurs, chez le genre *Tephrosia*, la seule clé d'identification des plants est basée sur le gradient foliaire (Sarr T, 2003).

3.3.9. Conclusion partielle sur la caractérisation morphologique

Cette étude biosystématique a permis d'élaborer quatre (4) nouvelles clés d'identification des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal à l'état adulte et une nouvelle clé de détermination des jeunes plants :

- ✓ une nouvelle clé d'identification des plantes adultes des 45 espèces du genre *Indigofera* étudiées en considérant des traits de caractères stables des appareils végétatifs et reproducteurs ;
- ✓ une nouvelle clé d'identification des 45 espèces du genre *Indigofera* étudiées, basée sur les traits de caractères des feuilles des plantes adultes;
- ✓ une nouvelle clé d'identification des 45 espèces du genre *Indigofera* étudiées, basée sur des traits de caractères de l'inflorescence et de la fleur ;
- ✓ une nouvelle clé d'identification des 45 espèces du genre *Indigofera* étudiées, basée sur des traits caractères des gousses ;
- ✓ une nouvelle clé d'identification des 30 jeunes plants d'espèces du genre *Indigofera*

Ce travail a permis de caractériser et d'identifier quatre nouveaux taxons spécifiques du genre *Indigofera* pour la flore du Sénégal :

Indigofera brevifilamenta,

I. deightonii,

I. polysphaera

I. sp



Figure 13 : *Indigofera brevifilamenta*, Camara 2013



Figure 14 : *Indigofera* sp, Camara 2013



Figure 15 : *Indigofera deightonii*, Camara 2017



Figure 16 : *Indigofera polysphaera*, échantillon herbier IFAN

CHAPITRE IV

Taxonomie Numérique : Affinités Interspécifiques et Tendances Evolutives

CHAPITRE IV. TAXONOMIE NUMERIQUE, AFFINITES INTERSPECIFIQUES ET TENDANCES EVOLUTIVES

4.1. Introduction

La classification du monde végétal a toujours été une prérogative de l'humanité depuis l'antiquité. Les premières classifications sont qualifiées de vernaculaires car elles sont basées sur des noms locaux, d'usages limités, inadaptés à une uniformisation et une transmission globale de l'information. Ces classifications, basées sur l'usage, l'allure générale ou l'odeur sont qualifiées de parataxonomies (Spichiger *et al.*, 2000).

Selon Spichiger *et al.*, (2016), Aristote (384-322 avant J.-C.) est considéré comme le précurseur de la biologie et de la classification en utilisant les concepts de genre et d'espèce (accident spécifique du genre). Théophraste (370-285 avant J.-C.), appelé le « père de la botanique » établit une classification artificielle des plantes en quatre groupes principaux : herbes, sous-arbrisseaux, arbrisseaux et arbres. Cette classification artificielle basée sur un nombre limité de caractères (Pline, 23-79 après J.-C. ; Dioscoride, 1^{er} siècle après J.-C. ; Albertus Magnus, 1193-1280 ; Andréa Caesalpino, 1519-1607 ; Carl Von Linné, 1707-1778) considérés pour des raisons souvent subjectives (Sneath. et Sokal, 1973) comme meilleurs que d'autres (Raynal-Roques, 1994). C'est ainsi que les traits de caractères des organes végétatifs de la plante furent classés comme mineurs par rapport à ceux des organes reproducteurs.

Michel Adanson (1727-1806), établit la première méthode de systématique numérique, basée sur l'utilisation d'un maximum de caractères pour circonscrire un taxon. Sokal et Sneath (1963) publient "Principles of Numerical Taxonomy" qui lance une nouvelle ère dans la botanique systématique. Le poids d'un caractère est confirmé *a posteriori* par sa présence, sa constante et sa valeur prédictive et non pas *a priori*. C'est l'ensemble des traits de caractères qui doit l'emporter lorsqu'il s'agit de délimiter une unité taxonomique. La taxonomie numérique permet de s'affranchir du poids accordé à certains traits de caractères par rapport à d'autres.

Des travaux de taxonomie numérique ont été effectués au Laboratoire de Botanique-Biodiversité sur les genres *Boerhavia* (Noba, 1990), *Corchorus* (Mbaye, 2002), *Amaranthus* (Sarr RS, 2003), *Ficus* (Diop, 2013) et *Digitaria* (Ngom, 2016). Le genre *Indigofera* n'a pas fait l'objet d'une telle étude.

Ce présent travail entend discerner les caractères ou agrégats de caractères les plus appropriés de chaque unité taxonomique ou groupe de taxons et d'établir les proximités taxonomiques et les tendances évolutives. L'étude s'appuie sur des variables morphologiques, chorologiques et écologiques des différents taxons et se propose :

- de préciser les corrélations entre des taxons ou des groupes de taxons
- d'apprécier les tendances évolutives.

4.2. Matériels et méthodes

Pour évaluer la proximité ou l'éloignement des espèces étudiées du genre *Indigofera*, des méthodes d'analyse des données multidimensionnelles ont été utilisées. Le traitement a été réalisé à l'aide du logiciel R (R Core Team, 2018). Les distances taxonomiques et les degrés de similitude ont été calculés. L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et un cladogramme ont été effectués.

Pour cela, un tableau brut des caractères morphologiques, chorologiques et écologiques de la plante adulte pour toutes les espèces étudiées, suivi d'un tableau de synthèse de ces caractères ont été élaborés. Pour obtenir des données normalisées et comparables du tableau de synthèse, les variations d'un même caractère ont été affectées de la cote 0 si le caractère est absent et de la cote 1 si le caractère est présent (Noba, 1990 ; Mbaye 2002 ; Sarr R.S., 2003).

Pour évaluer Les proximités entre les taxons, les paramètres considérés sont la distance taxonomique et le coefficient de similitude.

La distance taxonomique entre les taxa est déterminée par la formule suivante (Raynal, 1974 ; Mbaye, 2002) :

$$D_{jk} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - x_{ik})^2}{n}}$$

x_{ij} ; x_{ik} = valeurs respectives du caractère i pour les deux espèces

n = le nombre de caractères

Le coefficient de similitude est calculé suivant la formule ci-dessous (Sneath et Sokal, 1973 ; Santa Ram, 1983 ; Noba, 1990 ; Mbaye, 2002).

$$CS = \frac{\text{Nombre de caractères identiques entre paires d'espèces} \times 100}{\text{Nombre total de caractères}}$$

Pour mieux ressortir les affinités et les tendances évolutives, les traits de caractères retenus ont été traités par l'ACP (Sokal et Sneath, 1963 ; Muraciolo, 1984 ; Darmency et al., 1984 ; Sarr R S, 2003 ; Diop, 2013 ; Ngom, 2016) et ils ont permis aussi de tracer un **cladogramme**.

4.3. Résultats et Discussion

Pour les analyses multidimensionnelles des 45 espèces du genre *Indigofera*, 242 traits de caractères ont été consignés dans le tableau 21 avec 194 traits de caractères morphologiques, 17 traits de caractères chorologiques, 29 traits de caractères écologiques et 2 traits de caractères biologiques.

Tableau 21: Traits de caractères retenus pour les analyses multidimensionnelles

| Traits de caractères | Code | Nombre traits de caractères | Types de caractères |
|----------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|
| Port diffus | p_diffus | 4 | 194 Traits de caractères morphologiques |
| Port étalé | p_etale | | |
| Port dressé | p_dresse | | |
| Port sarmenteux | p_sarmenteux | | |
| Taille de pieds (hauteur ou longueur) | tp10_30cm | 4 | |
| | tp30_90cm | | |
| | tp90_120cm | | |
| | tp>120cm | | |
| Feuilles simples | presence_feuil_simpl | 7 | |
| Feuilles simples elliptiques | fs_elliptique | | |
| Feuilles simples lancéolées | fs_lanceole | | |
| Feuilles simples oblancéolées | fs_oblanceole | | |
| Feuilles simples obovales | fs_obovale | | |
| Feuilles simples suborbiculaires | fs_suborbiculaire | | |
| Longueur feuilles simples | Lfs1_10mm | 6 | |
| | Lfs11_20mm | | |
| | Lfs21_30mm | | |
| | Lfs31_40mm | | |
| | Lfs41_50mm | | |
| | Lfs>50mm | | |
| largeur feuilles simples | lfs1_3mm | 4 | |
| | lfs3_6mm | | |
| | lfs6_9mm | | |
| | lfs9_10mm | | |
| Feuilles composées | Presence_fc | 1 | |
| Nombre folioles | bifolioloees | 11 | |
| | trifolioloees | | |
| | 5_foliolees | | |
| | 7_foliolees | | |
| | 9_foliolees | | |
| | 11_foliolees | | |
| | 13_foliolees | | |

| | | | |
|-------------------------------------------|----------------------|----|--|
| | 15_folioles | | |
| | 17_folioles | | |
| | 19_folioles | | |
| | >19_folioles | | |
| Disposition folioles | folioles_opposees | 3 | |
| | folioles_subopposees | | |
| | folioles_alternes | | |
| Forme folioles | ff_elliptique | 6 | |
| | ff_obovale | | |
| | ff_oblongue | | |
| | ff_oblanceolee | | |
| | ff_lineaire | | |
| | ff_ovale | | |
| Longueur rachis foliaire | Lr1_10mm | 10 | |
| | Lr10_20mm | | |
| | Lr20_30mm | | |
| | Lr30_40mm | | |
| | Lr40_50mm | | |
| | Lr50_60mm | | |
| | Lr60_70mm | | |
| | Lr70_80mm | | |
| | Lr80_90mm | | |
| | Lr90_100mm | | |
| Comparaison taille folioles | | | |
| Folioles de même taille | f_m_t | 3 | |
| Foliole terminale plus développée | f_t_p_d | | |
| Foliole terminale moins développée | f_t_m_d | | |
| Longueur folioles | Lfo1_10mm | 8 | |
| | Lfo10_20mm | | |
| | Lfo20_30mm | | |
| | Lfo30_40mm | | |
| | Lfo40_50mm | | |
| | Lfo50_60mm | | |
| | Lfo60_70mm | | |
| | Lfo70_80mm | | |
| Largeur folioles | lfo1_5mm | 8 | |
| | lfo5_10mm | | |
| | lfo10_15mm | | |
| | lfo15_20mm | | |
| | lfo20_25mm | | |
| | lfo25_30mm | | |

| | | | |
|----------------------------------|--------------------|----|--|
| | lfo30_35mm | | |
| | lfo35_40mm | | |
| Pilosité foliaire dessus | pfofs_pubescent | 2 | |
| | pfofs_glabre | | |
| Pilosité foliaire dessous | pfofi_pubescent | 2 | |
| | Pfofi_glabre | | |
| Nombre nervures latérales | nl2_5 | 3 | |
| | nl5_10 | | |
| | nl10_15 | | |
| Longueur pétiole | Lp0,5_1mm | 5 | |
| | Lp1_5mm | | |
| | Lp5_10mm | | |
| | Lp10_15mm | | |
| | Lp15_20mm | | |
| Pilosité pétiole | pp_pubescent | 2 | |
| | pp_glabre | | |
| Longueur pétiolule | Lplule0,5_1mm | 3 | |
| | Lplule1_1,5mm | | |
| | Lplule1,5_2mm | | |
| Forme stipules | St_filiforme | 6 | |
| | St_foliacee | | |
| | St_lanceolee | | |
| | St_lineaire | | |
| | St_triangulaire | | |
| | St_falciforme | | |
| Longueur stipules | Lst_1_5mm | 3 | |
| | Lst_5_10mm | | |
| | Lst_10_15mm | | |
| Stipelles | Presence_stipelles | 1 | |
| Caractéristiques tige | T_cylindrique | 10 | |
| | T_côtelee | | |
| | T_quadrangulaire | | |
| | T_cannelee | | |
| | T_débile | | |
| | T_grele | | |
| | T_decombante | | |
| | T_sarmenteuse | | |
| | T_anguleuse | | |
| | T_sous_ligneuse | | |
| Types inflorescence | raceme | 7 | |
| | capituliforme | | |
| | spiciforme | | |
| | epis | | |

| | | | |
|----------------------------------|---------------------|----|--|
| | solitaire | | |
| | glomerule | | |
| | panicule | | |
| Disposition inflorescence | axillaire | 2 | |
| | terminale | | |
| Longueur inflorescence | Linfl1_20mm | 9 | |
| | Linfl20_40mm | | |
| | Linfl40_60mm | | |
| | Linfl60_80mm | | |
| | Linfl80_100mm | | |
| | Linfl100_120mm | | |
| | Linfl120_140mm | | |
| | Linfl140_160mm | | |
| | Linfl>160mm | | |
| Longueur pédicelle | pedi_sessile | 4 | |
| | pedi_0,5_1mm | | |
| | pedi_1_2mm | | |
| | pedi_2_3mm | | |
| Longueur pédoncule | L_pedo0,5_1mm | 8 | |
| | L_pedo1_5mm | | |
| | L_pedo5_10mm | | |
| | L_pedo10_15mm | | |
| | L_pedo15_30mm | | |
| | L_pedo30_40mm | | |
| | L_pedo40_50mm | | |
| | L_pedo>50mm | | |
| Couleur corolle | corol_rose | 9 | |
| | corol_rouge | | |
| | corol_rouge_carmin | | |
| | corol_rouge_vif | | |
| | corol_rouge_brique | | |
| | corol_rouge_saumon | | |
| | corol_mauve | | |
| | corol_mauve_violace | | |
| | corol_vert_jaunâtre | | |
| Forme gousses | gou_cylindrique | 16 | |
| | gou_droite | | |
| | gou_lineaire | | |
| | gou_anguleuse | | |
| | gou_plate | | |
| | gou_ovale | | |
| | gou_obovale | | |
| | gou_obovoide | | |

| | | | |
|----------------------------------|-----------------------|---|---------------------------------------|
| | gou_faucil | | 17 Traits de caractères chorologiques |
| | gou_quadrangulaire | | |
| | gou_subquadrangulaire | | |
| | gou_suborbiculaire | | |
| | gou_spinescente | | |
| | gou_oblongue | | |
| | gou_arquee | | |
| | gou_elliptique | | |
| Longueur gosses | Lgoul_15mm | 4 | |
| | Lgoul5_30mm | | |
| | Lgoul30_45mm | | |
| | Lgoul45_60mm | | |
| Largeur gosses | lgoul_2,5mm | 4 | |
| | lgoul2,5_5mm | | |
| | lgoul5_7,5mm | | |
| | lgoul7,5_10mm | | |
| Sommet gosses | som_gou_bec | 4 | |
| | som_gou_mucrone | | |
| | som_gou_en_coin | | |
| | som_gou_en_pointe | | |
| Pilosité gosses | gou_pubescente | 3 | |
| | gou_glabrescente | | |
| | gou_glabre | | |
| Orientation gosses | gou_dressee | 4 | |
| | gou_pendante | | |
| | gou_reflechie | | |
| | gou_etalee | | |
| Nombre graines par gousse | 1_5gr | 5 | |
| | 5_10gr | | |
| | 10_15gr | | |
| | 15_20gr | | |
| | 20_25gr | | |
| Types poils des organes | p_nav | 3 | |
| | p_s_gl | | |
| | p_s_ngl | | |
| RG dans le monde | A | 7 | |
| | As | | |
| | AsAu | | |
| | Mau | | |
| | Mas | | |
| | MasAm | | |
| | Cosm | | |
| RG en Afrique | Afrique_occidentale | 6 | |

| | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|----|-------------------------------------|
| | Afrique_centrale | | |
| | Afrique_orientale | | |
| | Afrique_australe | | |
| | Afrique_nord | | |
| | Ocean_indien | | |
| RG au Sénégal | zone_sahélienne | 4 | |
| | Zone_niayes | | |
| | zone_soudanienne | | |
| | zone_guineenne | | |
| Types d'occupation du sol | savane_herbeuse | 10 | 29 Traits de caractères écologiques |
| | savane_arbustive | | |
| | savane_arboree | | |
| | Savane_boisee | | |
| | galerie_forestiere | | |
| | foret_claire | | |
| | palmeraie | | |
| | zone_amenagee | | |
| | champ_de_culture | | |
| | terrains_vagues | | |
| Types de sol | plateaux_cuirasses | 12 | 29 Traits de caractères écologiques |
| | sol_leger_sableux | | |
| | sol_argilo_limoneux | | |
| | sol_sablo_limoneux | | |
| | sol_dunaire | | |
| | sol_argilo_sableux | | |
| | sol_rocailleux | | |
| | sol_gravillonnaire | | |
| | sols_alluviaux | | |
| | sols_humiferes | | |
| | sols_argileux_hydromorphes_saumâtres | | |
| | terrains_calcaires | | |
| Habitats | cordons_littoraux | 5 | 29 Traits de caractères écologiques |
| | abords_galerie_forestiere | | |
| | milieux_humides | | |
| | bords_cours_eau | | |
| | bords_routes | | |
| Indices écologiques | adventice_culture | 2 | 29 Traits de caractères écologiques |
| | rudérale | | |
| Cycle biologique | annuelle | 2 | 2 Traits de caractères biologiques |
| | vivace | | |

4.3.1. Distances taxonomiques des espèces du genre *Indigofera*

Les résultats des distances taxonomiques des espèces du genre *Indigofera* sont répertoriés dans le tableau ci-dessous. Plus la distance taxonomique entre deux taxons spécifiques est faible, plus ces espèces sont taxonomiquement affines. Les distances taxonomiques les plus élevées correspondent aux espèces qui sont très éloignées de par les traits de caractères taxonomiques.

Les distances taxonomiques varient de 0,31 et 0,55.

Groupe 1 : espèces à distance taxonomique relativement faible (espèces à affinité taxonomique élevée) :

✓ La différence taxonomique la plus faible (0,31) est observée entre *I. leptoclada* et *I. trichopoda*. Ces deux taxons partagent un certain nombre de traits de caractères :

- ces taxons sont des herbacées à port dressé, hautes de 30 à 90 cm, à feuilles composées imparipennées et à feuilles simples sur les rameaux florifères.
- La foliole terminale est de même longueur et même largeur que les folioles latérales. Ces folioles pubescentes à nervures latérales non visibles, sont également elliptiques pour les deux taxons.
- Les fleurs sont axillaires, solitaires, à corolle rouge brique, à pédicelles longs de 1 à 2 mm.
- Les gousses sont plates à une graine.
- Ces deux taxons sont inféodés aux plateaux cuirassés du Sénégal Oriental.

✓ Une distance taxonomique égale à 0,34 est observée : entre *I. bracteolata* et *I. leptoclada*, entre *I. brevifilamenta* et *I. sp*, entre *I. geminata* et *I. trichopoda*, entre *I. prioureana* et *I. stenophylla*.

- Les espèces *I. bracteolata* et *I. leptoclada* se partagent également des traits de caractères taxonomiques. Ces espèces sont des herbacées à port dressé, à feuilles composées imparipennées (9 folioles) et des feuilles simples. La foliole terminale est de même taille que les folioles latérales. Ces folioles sont pubescentes sans nervation latérale. Leurs fruits sont des gousses plates à 1 graine. Cette proximité morphologique est observée dans des clés d'identification telles que Hutchinson *et al.* (1958), Berhaut (1967), Akoégniou *et al.* (2006).

- Les espèces *I. brevifilamenta* et *I. sp* se montrent très proches taxonomiquement. Ce sont des herbacées annuelles, à feuilles composées imparipennées. La pilosité observée chez ces espèces est mixte avec des poils naviculaires et des poils simples glanduleux sur les tiges, les pétioles et les gousses. Ces deux taxons partagent aussi, le même habitat (les sols gravillonnaires des plateaux du Sénégal Oriental).

- Les espèces *I. geminata* et *I. trichopoda* sont également des plantes herbacées dressées de plateaux cuirassés (communément appelés *bowé*), à feuilles composées imparipennées (7 folioles) et feuilles simples. nervures latérales non visibles. Les fleurs portent une corolle rouge brique. Au point de vue systématique, ces deux taxons spécifiques apparaissent assez éloignés, *I. geminata* appartenant à la section des *Dissitiflorae* et *I. trichopoda* à la section des *Paniculatae* (Hutchinson *et al.*, 1958).

- Les espèces *I. priureana* et *I. stenophylla* apparaissent peu distantes taxonomiquement. Ces espèces sont des herbacées annuelles dressées, hautes de 30 à 75 cm, les tiges sont cylindriques avec des rayures longitudinales, l'inflorescence est axillaire en racème, des fleurs à corolle mauve et des gousses glabres dressées portant un bec au sommet. Cette proximité est appuyée par les informations tirées de Hutchinson *et al.* (1958) et d'Akoégniou *et al.* (2006). Ces deux taxons sont classés dans la section des *Brevi-erectae* (Hutchinson *et al.*, 1958).

✓ une distance taxonomique de 0,37 est observée entre *I. arrecta* et *I. suffruticosa*

Ces deux espèces sont des plantes arbustives dressées, à feuilles imparipennées, à inflorescence axillaire et à gousses réfléchies. Les deux espèces *I. arrecta* et *I. suffruticosa* sont classées dans la sous-section des *Tinctoriae* (Hutchinson *et al.*, 1958)

✓ *I. colutea* est plus proche de *I. brevifilamenta* avec une distance taxonomique de 0,37. *I. colutea* partage des traits de caractères avec *I. brevifilamenta* et principalement la pilosité mixte de leurs organes avec la présence de poils naviculaires et de poils simples glanduleux. Ces deux taxons appartiennent à la section des *Viscosae* (Hutchinson *et al.*, 1958).

✓ *I. dendroides* apparaît plus proche taxonomiquement de *I. priureana* et de *I. stenophylla* avec une distance taxonomique de 0,37. Ces trois taxons sont des plantes herbacées annuelles de zone soudanienne, dressées, à feuilles composées imparipennées, à gousses cylindriques droites et on les retrouve dans les sols sablo-argileux des savanes boisées.

✓ *I. diphylla* semble taxonomiquement moins distante de *I. sessiliflora* (0,38)

Les deux espèces *I. diphylla* et *I. sessiliflora* partagent des traits de caractères taxonomiques : des plantes herbacées des régions sahéennes à port souvent étalé, à folioles alternes de forme elliptique. La foliole terminale est plus développée que les folioles latérales. L'inflorescence est en épis. Ces plantes poussent dans des sols sableux.

✓ La distance taxonomique entre *I. astragalina* et *I. hirsuta* reste également peu élevée (0,38). Cette proximité est due à leur port souvent dressé, la pilosité hirsute de leurs organes et leur inflorescence en racème axillaire et leurs gousses réfléchies. Leur rapprochement du point de vue taxonomique justifie leur appartenance à la section des *Hirsutae* (Hutchinson *et*

al., 1958) et à leur position dans la clé d'Akoégniou *et al.* (2006). Des difficultés de détermination de ces deux taxons ont été constatées pour les spécimens africains et une étude comparative fut menée par Gillet (1960). Thiombiano & Schmidt *et al.*, (2012) considèrent ces deux taxons comme des synonymes.

✓ *I. berhautiana* est plus proche taxonomiquement de *I. bracteolata* avec une distance taxonomique de 0,39. *I. berhautiana* se distingue morphologiquement de *I. bracteolata* par ses stipules foliacées. Ces deux taxons se rencontrent dans les terres sablonneuses avec des rameaux florifères portant souvent des feuilles simples et les fleurs sont rouge vif. La pubescence est bien prononcée au niveau des feuilles, des tiges et des gousses pour les deux espèces. Ces deux taxons appartiennent au sous-genre III *Indigofera* mais *I. berhautiana* est classée dans la section des *Latestipulatae* tandis que *I. bracteolata* se retrouve dans les *Paniculatae* (Hutchinson *et al.*, 1958).

✓ *I. capitata* apparait plus proche de *I. congesta* avec une distance taxonomique respective de 0,40.

L'espèce *I. capitata* partage des traits de caractères avec *I. congesta* : ces deux espèces sont vivaces à port dressé, tige cylindrique, folioles sans stipelles, une inflorescence en glomérules et des gousses obovoïdes dressées contenant 1 à 2 graines.

✓ *I. costata* est plutôt proche de *I. parviflora* (0,41) .L'espèce *I. costata* partage des caractères morphologiques avec *I. parviflora* : ce sont des plantes herbacées annuelles, à feuilles composées imparipennées sans stipelles, une inflorescence axillaire en racème, des gousses linéaires arquées réfléchies à nombre de graines de 9 à 20, plantes d'affinité sahélienne.

✓ *I. garkeana* semble moins distante taxonomiquement de *I. macrophylla* avec une distance taxonomique de 0,42.

Les espèces *I. garkeana* et *I. macrophylla* sont des plantes pérennes à port arbustif de taille pouvant dépasser 100 cm, feuilles imparipennées, à inflorescence en racème spiciforme ou en épi, des gousses glabrescentes et réfléchies pouvant contenir 4 à 12 graines. Ces deux taxons appartiennent à la sous-section des *Tinctoriae* (Hutchinson *et al.*, 1958).

✓ *I. elliotii* parait moins distante taxonomiquement de *I. heudelotii* (0,43).

I. elliotii présente beaucoup de traits de ressemblance taxonomique avec *I. heudelotii* : un port dressé arbustif, une taille pouvant atteindre 120 cm, des folioles comportant 5 à 10 nervures latérales, des fleurs à corolle rouge brique. C'est une espèce pérenne des milieux humides d'affinité guinéenne.

Groupe 2 : espèces à distance taxonomique relativement élevée (espèces taxonomiquement éloignées)

✓ La distance taxonomique la plus élevée (0,55) est observée entre *I. aspera* et *I. macrophylla* d'une part et entre *I. macrophylla* et *I. colutea* d'autre part. *I. macrophylla* est une espèce de plante vivace que beaucoup d'auteurs ont qualifié de plante sarmenteuse plus ou moins ligneuse (Berhaut, 1967), d'arbuste ligneux sarmenteux (Berhaut, 1976), d'herbe ligneuse à sous-arbuste (Cronquist, 1954) et de phanérophYTE grimpant (Hawthorne et Jongkind, 2006 ; Thiombiano & Schmidt *et al.*, 2012) et d'affinité soudano-guinéenne. Alors que *I. aspera* et *I. colutea* sont des espèces de plantes herbacées annuelles d'affinité sahélienne.

✓ *I. garkeana* est éloignée taxonomiquement de *I. nigritana* avec une distance taxonomique de 0,54.

I. garkeana est une plante pérenne à port arbustif, feuilles imparipennées, une inflorescence en racème spiciforme, gousses quadrangulaires, glabrescentes, réfléchies et arquées au sommet pouvant contenir 4 à 12 graines. Ce taxon appartient à la sous-section des *Tinctoriae* (Hutchinson *et al.*, 1958).

I. nigritana est une plante herbacée annuelle, à feuilles imparipennées et à rameaux florifères munis de feuilles simples, une inflorescence à fleurs solitaires, des gousses cylindriques, pubescentes et pendantes contenant 1 à 2 graines. Le taxon *I. nigritana* appartient à la section des *Paniculatae* (Hutchinson *et al.*, 1958).

✓ *I. capitata* est plus éloignée de *I. hirsuta* et de *I. macrophylla* avec des distances taxonomiques respectives de 0,54 et 0,53.

I. capitata une espèce vivace à port dressé, à tige cylindrique, avec des folioles sans stipelles, une inflorescence en glomérules et des gousses obovoïdes dressées contenant 1 à 2 graines.

I. hirsuta est une plante herbacée annuelle à tige cannelée, des folioles à stipelles, une inflorescence en racème spiciforme, des gousses linéaires, anguleuses et réfléchies contenant 4 à 8 graines.

I. macrophylla est une plante arbustive et à rameaux sarmenteux, l'inflorescence en épi et les gousses linéaires arquées au sommet et réfléchies avec 4 à 8 graines.

✓ *I. elliotii* est plutôt plus distante avec l'espèce *I. aspera* (0,53).

Le taxon *I. elliotii* présente beaucoup de traits de dissemblance taxonomique avec le taxon *I. asper* :

I. elliotii a un port dressé arbustif, une taille pouvant atteindre 120 cm, des folioles comportant 5 à 10 nervures latérales, des fleurs à corolle rouge brique et des gousses

cylindriques, droites et pendantes. C'est une espèce pérenne des milieux humides d'affinité guinéenne ;

I. aspera est une plante herbacée annuelle à port dressé, à inflorescence en racème spiciforme pauciflore, à gousses réfléchies en forme de faucille, que l'on trouve dans les sols de sable dunaire des régions sahéliennes ;

✓ *I. hirsuta* et *I. macrophylla* sont des taxons éloignés de l'espèce *I. berhautiana* avec des distances taxonomiques respectives de 0,51 et 0,52 ;

✓ *I. arrecta* est plus distante des espèces comme *I. leptoclada*, *I. nigritana* et *I. nummulariifolia* avec respectivement 0,49 et 0,51 de distance taxonomique ;

Les espèces telles que *I. leptoclada*, *I. nigritana* et *I. nummulariifolia* sont de la section des *Paniculatae* (Hutchinson *et al.*, 1958) alors que *I. arrecta* est classée dans la section des *Tinctoriae* (Hutchinson *et al.*, 1958) ;

✓ *I. diphylla* est plus éloignée taxonomiquement de l'espèce *I. nigritana* (0,51) ;

I. diphylla est une plante herbacée à port étalé, à folioles alternes de forme elliptique ; La foliole terminale est plus développée que les folioles latérales. L'inflorescence est en épis. C'est une plante des sols sableux des régions sahéliennes.

I. nigritana a un port dressé, des folioles opposées de forme oblancéolée, foliole terminale de même taille que les folioles latérales, avec une présence de feuilles simples, une inflorescence solitaire. C'est une plante d'affinité soudano-guinéenne des plateaux cuirassés ou gravillonnaires de savanes herbeuses à arbustives.

✓ *I. costata* apparaît plus distante taxonomiquement de l'espèce *I. leptoclada* (0,51).

Le taxon spécifique *I. costata* est une plante herbacée annuelle d'affinité sahélienne, à feuilles composées imparipennées dépourvues de stipelles, une inflorescence axillaire en racème, des gousses linéaires arquées réfléchies et à nombre de graines de 9 à 20, plantes. *I. leptoclada* est une herbacée vivace d'affinité soudanienne, à feuilles composées imparipennées associées à des feuilles simples sur les rameaux florifères, folioles portant des stipelles, une inflorescence à fleurs solitaires, des gousses ovales et plates contenant une graine.

✓ *I. dendroides* a une distance taxonomique assez élevée (0,50) avec l'espèce *I. aspera*.

Le taxon *I. dendroides* est une plante herbacée d'affinité soudanienne, à port dressé, à gousses cylindriques, droites et pendantes.

Le taxon *I. aspera* est une plante herbacée d'affinité sahélienne, à port diffus, à gousses plates, arquées en forme de faucille et réfléchies.

Il ressort de ces résultats que les différences taxonomiques entre les différents taxons apparaissent relativement peu élevées.

Tableau 22: Distances taxonomiques des espèces du genre *Indigofera*

| Taxons | <i>I.arrec.</i> | <i>I.aspe.</i> | <i>I.astrag.</i> | <i>I.berh.</i> | <i>I.bract.</i> | <i>I.brevi.</i> | <i>I.capi.</i> | <i>I.colu.</i> | <i>I.conge.</i> | <i>I.congo.</i> | <i>I.cost.</i> | <i>I.dend.</i> | <i>I.diph.</i> | <i>I.ellio.</i> | <i>I.garck.</i> | <i>I.gemi.</i> | <i>I.heud.</i> | <i>I.hirsu.</i> | <i>I.deig.</i> | <i>I.lepri.</i> | <i>I.lept.</i> | <i>I.macroc.</i> | <i>I.macrop.</i> | <i>I.micro.</i> | <i>I.nigri.</i> |
|------------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| <i>I.aspe.</i> | 0,48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.astrag.</i> | 0,47 | 0,41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.berh.</i> | 0,48 | 0,47 | 0,45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.bract.</i> | 0,50 | 0,45 | 0,44 | 0,39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.brevi.</i> | 0,44 | 0,48 | 0,45 | 0,45 | 0,38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.capi.</i> | 0,45 | 0,49 | 0,50 | 0,47 | 0,47 | 0,43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.colu.</i> | 0,46 | 0,43 | 0,40 | 0,47 | 0,42 | 0,37 | 0,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.conge.</i> | 0,44 | 0,50 | 0,48 | 0,40 | 0,43 | 0,44 | 0,40 | 0,47 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.congo.</i> | 0,43 | 0,53 | 0,49 | 0,49 | 0,43 | 0,35 | 0,41 | 0,43 | 0,43 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.cost.</i> | 0,47 | 0,45 | 0,45 | 0,49 | 0,49 | 0,46 | 0,46 | 0,47 | 0,46 | 0,44 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.dend.</i> | 0,43 | 0,50 | 0,49 | 0,47 | 0,49 | 0,42 | 0,47 | 0,48 | 0,47 | 0,42 | 0,43 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.diph.</i> | 0,46 | 0,44 | 0,45 | 0,42 | 0,46 | 0,46 | 0,48 | 0,48 | 0,45 | 0,48 | 0,47 | 0,48 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.elli.</i> | 0,46 | 0,53 | 0,48 | 0,43 | 0,46 | 0,44 | 0,46 | 0,47 | 0,43 | 0,42 | 0,50 | 0,49 | 0,50 | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.garck.</i> | 0,45 | 0,53 | 0,51 | 0,49 | 0,51 | 0,46 | 0,50 | 0,52 | 0,50 | 0,47 | 0,46 | 0,43 | 0,49 | 0,48 | | | | | | | | | | | |
| <i>I.gemi.</i> | 0,46 | 0,47 | 0,43 | 0,46 | 0,41 | 0,38 | 0,47 | 0,45 | 0,46 | 0,44 | 0,46 | 0,43 | 0,45 | 0,45 | 0,51 | | | | | | | | | | |
| <i>I.heud.</i> | 0,44 | 0,48 | 0,48 | 0,47 | 0,50 | 0,44 | 0,48 | 0,47 | 0,45 | 0,44 | 0,41 | 0,44 | 0,50 | 0,43 | 0,47 | 0,46 | | | | | | | | | |
| <i>I.hirs.</i> | 0,47 | 0,45 | 0,38 | 0,51 | 0,49 | 0,46 | 0,54 | 0,44 | 0,49 | 0,47 | 0,46 | 0,47 | 0,49 | 0,52 | 0,48 | 0,47 | 0,48 | | | | | | | | |
| <i>I.deig.</i> | 0,46 | 0,46 | 0,48 | 0,44 | 0,42 | 0,39 | 0,44 | 0,47 | 0,41 | 0,38 | 0,45 | 0,41 | 0,44 | 0,43 | 0,47 | 0,42 | 0,45 | 0,49 | | | | | | | |
| <i>I.lepri.</i> | 0,51 | 0,52 | 0,49 | 0,49 | 0,47 | 0,43 | 0,50 | 0,49 | 0,47 | 0,46 | 0,47 | 0,44 | 0,49 | 0,49 | 0,47 | 0,45 | 0,47 | 0,51 | 0,46 | | | | | | |
| <i>I.lept.</i> | 0,49 | 0,52 | 0,49 | 0,46 | 0,34 | 0,37 | 0,48 | 0,47 | 0,45 | 0,40 | 0,51 | 0,49 | 0,47 | 0,46 | 0,50 | 0,38 | 0,51 | 0,52 | 0,42 | 0,45 | | | | | |
| <i>I.macroc.</i> | 0,47 | 0,48 | 0,45 | 0,47 | 0,45 | 0,39 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,41 | 0,46 | 0,43 | 0,43 | 0,47 | 0,47 | 0,39 | 0,43 | 0,49 | 0,44 | 0,49 | 0,42 | | | | |
| <i>I.macrop.</i> | 0,50 | 0,55 | 0,53 | 0,52 | 0,54 | 0,49 | 0,53 | 0,55 | 0,52 | 0,48 | 0,49 | 0,49 | 0,50 | 0,50 | 0,42 | 0,53 | 0,45 | 0,49 | 0,47 | 0,49 | 0,53 | 0,50 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>I.micro.</i> | 0,41 | 0,47 | 0,45 | 0,46 | 0,47 | 0,43 | 0,45 | 0,41 | 0,42 | 0,41 | 0,45 | 0,47 | 0,44 | 0,43 | 0,49 | 0,43 | 0,47 | 0,47 | 0,43 | 0,49 | 0,45 | 0,43 | 0,50 | | |
| <i>I.nigri.</i> | 0,51 | 0,51 | 0,49 | 0,49 | 0,40 | 0,38 | 0,44 | 0,47 | 0,46 | 0,43 | 0,50 | 0,47 | 0,51 | 0,46 | 0,54 | 0,38 | 0,47 | 0,54 | 0,40 | 0,47 | 0,36 | 0,45 | 0,53 | 0,46 | |
| <i>I.numm.</i> | 0,51 | 0,51 | 0,46 | 0,49 | 0,48 | 0,49 | 0,53 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,48 | 0,49 | 0,49 | 0,52 | 0,51 | 0,47 | 0,51 | 0,48 | 0,48 | 0,47 | 0,51 | 0,45 | 0,54 | 0,49 | 0,50 |
| <i>I.oblong.</i> | 0,41 | 0,45 | 0,47 | 0,49 | 0,50 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,50 | 0,49 | 0,44 | 0,47 | 0,48 | 0,49 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,49 | 0,48 | 0,50 | 0,49 | 0,49 | 0,43 | 0,51 |
| <i>I.pani.</i> | 0,50 | 0,51 | 0,50 | 0,47 | 0,48 | 0,44 | 0,47 | 0,49 | 0,44 | 0,43 | 0,49 | 0,44 | 0,49 | 0,49 | 0,50 | 0,45 | 0,47 | 0,51 | 0,43 | 0,39 | 0,47 | 0,45 | 0,54 | 0,46 | 0,45 |
| <i>I.parvi.</i> | 0,46 | 0,43 | 0,43 | 0,48 | 0,44 | 0,42 | 0,48 | 0,38 | 0,42 | 0,41 | 0,41 | 0,46 | 0,43 | 0,48 | 0,49 | 0,44 | 0,48 | 0,46 | 0,43 | 0,46 | 0,45 | 0,46 | 0,51 | 0,41 | 0,45 |
| <i>I.pilo.</i> | 0,47 | 0,41 | 0,41 | 0,44 | 0,45 | 0,40 | 0,51 | 0,39 | 0,49 | 0,46 | 0,45 | 0,43 | 0,43 | 0,50 | 0,48 | 0,43 | 0,44 | 0,43 | 0,44 | 0,45 | 0,47 | 0,43 | 0,50 | 0,46 | 0,50 |
| <i>I.polys.</i> | 0,47 | 0,50 | 0,49 | 0,47 | 0,43 | 0,41 | 0,43 | 0,49 | 0,39 | 0,40 | 0,46 | 0,44 | 0,46 | 0,47 | 0,47 | 0,44 | 0,47 | 0,48 | 0,38 | 0,41 | 0,44 | 0,44 | 0,49 | 0,43 | 0,42 |
| <i>I.prieu.</i> | 0,46 | 0,48 | 0,45 | 0,46 | 0,47 | 0,43 | 0,45 | 0,47 | 0,46 | 0,42 | 0,46 | 0,37 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,42 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,46 | 0,47 | 0,38 | 0,51 | 0,43 | 0,46 |
| <i>I.pulch.</i> | 0,48 | 0,53 | 0,50 | 0,49 | 0,44 | 0,42 | 0,41 | 0,46 | 0,44 | 0,40 | 0,50 | 0,47 | 0,48 | 0,45 | 0,50 | 0,45 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,49 | 0,41 | 0,41 | 0,52 | 0,44 | 0,44 |
| <i>I.secun.</i> | 0,45 | 0,44 | 0,41 | 0,43 | 0,44 | 0,39 | 0,43 | 0,45 | 0,43 | 0,46 | 0,41 | 0,45 | 0,46 | 0,46 | 0,47 | 0,41 | 0,45 | 0,46 | 0,41 | 0,44 | 0,44 | 0,40 | 0,51 | 0,42 | 0,41 |
| <i>I.seneg.</i> | 0,49 | 0,41 | 0,36 | 0,44 | 0,43 | 0,45 | 0,48 | 0,41 | 0,46 | 0,46 | 0,43 | 0,47 | 0,42 | 0,49 | 0,51 | 0,42 | 0,47 | 0,43 | 0,45 | 0,47 | 0,44 | 0,36 | 0,52 | 0,41 | 0,49 |
| <i>I.sessi.</i> | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,40 | 0,40 | 0,48 | 0,40 | 0,38 | 0,42 | 0,46 | 0,43 | 0,38 | 0,47 | 0,49 | 0,44 | 0,47 | 0,45 | 0,41 | 0,47 | 0,42 | 0,40 | 0,53 | 0,42 | 0,45 |
| <i>I.simpl.</i> | 0,45 | 0,51 | 0,50 | 0,50 | 0,46 | 0,45 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,43 | 0,47 | 0,44 | 0,47 | 0,49 | 0,47 | 0,46 | 0,48 | 0,48 | 0,44 | 0,35 | 0,44 | 0,47 | 0,49 | 0,48 | 0,47 |
| <i>I.spic.</i> | 0,47 | 0,50 | 0,45 | 0,49 | 0,51 | 0,46 | 0,50 | 0,50 | 0,47 | 0,44 | 0,44 | 0,47 | 0,46 | 0,47 | 0,49 | 0,49 | 0,49 | 0,46 | 0,45 | 0,47 | 0,52 | 0,46 | 0,48 | 0,46 | 0,52 |
| <i>I.steno.</i> | 0,47 | 0,45 | 0,45 | 0,47 | 0,45 | 0,41 | 0,45 | 0,46 | 0,47 | 0,42 | 0,44 | 0,37 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,39 | 0,48 | 0,46 | 0,42 | 0,42 | 0,43 | 0,43 | 0,48 | 0,47 | 0,43 |
| <i>I.subu.</i> | 0,46 | 0,47 | 0,49 | 0,49 | 0,50 | 0,47 | 0,51 | 0,48 | 0,48 | 0,49 | 0,47 | 0,48 | 0,47 | 0,51 | 0,45 | 0,49 | 0,46 | 0,50 | 0,44 | 0,46 | 0,51 | 0,48 | 0,45 | 0,46 | 0,50 |
| <i>I.suffru.</i> | 0,37 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,43 | 0,42 | 0,47 | 0,42 | 0,42 | 0,44 | 0,43 | 0,44 | 0,46 | 0,41 | 0,46 | 0,47 | 0,47 | 0,41 | 0,49 | 0,46 | 0,47 | 0,48 | 0,39 | 0,49 |
| <i>I.termi.</i> | 0,46 | 0,52 | 0,48 | 0,45 | 0,44 | 0,41 | 0,44 | 0,47 | 0,46 | 0,43 | 0,47 | 0,43 | 0,45 | 0,44 | 0,47 | 0,42 | 0,47 | 0,52 | 0,42 | 0,47 | 0,37 | 0,44 | 0,51 | 0,46 | 0,47 |
| <i>I.tinc.</i> | 0,43 | 0,46 | 0,44 | 0,50 | 0,48 | 0,43 | 0,51 | 0,43 | 0,48 | 0,48 | 0,45 | 0,46 | 0,47 | 0,49 | 0,42 | 0,49 | 0,50 | 0,44 | 0,47 | 0,45 | 0,46 | 0,52 | 0,48 | 0,46 | 0,53 |
| <i>I.trich.</i> | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,44 | 0,36 | 0,36 | 0,45 | 0,47 | 0,43 | 0,41 | 0,47 | 0,46 | 0,47 | 0,45 | 0,49 | 0,34 | 0,48 | 0,51 | 0,36 | 0,46 | 0,31 | 0,41 | 0,52 | 0,45 | 0,34 |
| <i>I.sp</i> | 0,47 | 0,47 | 0,44 | 0,42 | 0,36 | 0,34 | 0,47 | 0,40 | 0,43 | 0,39 | 0,45 | 0,42 | 0,45 | 0,42 | 0,47 | 0,35 | 0,44 | 0,48 | 0,39 | 0,45 | 0,36 | 0,37 | 0,50 | 0,42 | 0,39 |

| Taxons | <i>I.numm.</i> | <i>I.oblong.</i> | <i>I.pani.</i> | <i>I.parvi.</i> | <i>I.pilo.</i> | <i>I.polys.</i> | <i>I.prieu.</i> | <i>I.pulch.</i> | <i>I.secun.</i> | <i>I.seneg.</i> | <i>I.sessi.</i> | <i>I.simpl.</i> | <i>I.spic.</i> | <i>I.steno.</i> | <i>I.subu.</i> | <i>I.suffr.</i> | <i>I.term.</i> | <i>I.tinc.</i> | <i>I.trich.</i> |
|------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| <i>I.oblong.</i> | 0,47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.pani.</i> | 0,45 | 0,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.parvi.</i> | 0,49 | 0,45 | 0,46 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.pilo.</i> | 0,47 | 0,47 | 0,45 | 0,41 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.polys.</i> | 0,43 | 0,48 | 0,37 | 0,44 | 0,47 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.prieu.</i> | 0,48 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,41 | 0,45 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.pulch.</i> | 0,44 | 0,49 | 0,45 | 0,47 | 0,47 | 0,42 | 0,43 | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.secun.</i> | 0,44 | 0,44 | 0,47 | 0,43 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,44 | | | | | | | | | | | |
| <i>I.seneg.</i> | 0,45 | 0,44 | 0,47 | 0,43 | 0,39 | 0,47 | 0,40 | 0,45 | 0,37 | | | | | | | | | | |
| <i>I.sessi.</i> | 0,47 | 0,49 | 0,42 | 0,40 | 0,40 | 0,43 | 0,44 | 0,44 | 0,45 | 0,40 | | | | | | | | | |
| <i>I.simpl.</i> | 0,47 | 0,46 | 0,43 | 0,44 | 0,46 | 0,36 | 0,42 | 0,46 | 0,48 | 0,49 | 0,46 | | | | | | | | |
| <i>I.spic.</i> | 0,46 | 0,46 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,46 | 0,46 | 0,48 | 0,44 | 0,47 | 0,46 | 0,47 | | | | | | | |
| <i>I.steno.</i> | 0,49 | 0,46 | 0,47 | 0,40 | 0,41 | 0,44 | 0,34 | 0,46 | 0,43 | 0,45 | 0,43 | 0,40 | 0,45 | | | | | | |
| <i>I.subu.</i> | 0,49 | 0,47 | 0,49 | 0,46 | 0,46 | 0,47 | 0,51 | 0,52 | 0,45 | 0,49 | 0,49 | 0,50 | 0,46 | 0,47 | | | | | |
| <i>I.suffru.</i> | 0,49 | 0,43 | 0,49 | 0,43 | 0,48 | 0,44 | 0,47 | 0,46 | 0,40 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,43 | 0,45 | 0,43 | | | | |
| <i>I.termi.</i> | 0,52 | 0,49 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,45 | 0,43 | 0,46 | 0,43 | 0,49 | 0,50 | 0,45 | 0,48 | 0,44 | | | |
| <i>I.tinc.</i> | 0,50 | 0,42 | 0,52 | 0,41 | 0,44 | 0,50 | 0,49 | 0,49 | 0,43 | 0,46 | 0,45 | 0,47 | 0,51 | 0,45 | 0,45 | 0,40 | 0,41 | | |
| <i>I.trich.</i> | 0,46 | 0,49 | 0,46 | 0,44 | 0,47 | 0,41 | 0,45 | 0,40 | 0,41 | 0,44 | 0,40 | 0,45 | 0,49 | 0,42 | 0,48 | 0,45 | 0,39 | 0,46 | |
| <i>I.sp</i> | 0,49 | 0,48 | 0,44 | 0,39 | 0,41 | 0,42 | 0,42 | 0,46 | 0,42 | 0,43 | 0,34 | 0,44 | 0,48 | 0,39 | 0,48 | 0,45 | 0,36 | 0,45 | 0,36 |

I. = Indigofera, arrec. = arrecta, aspe. = aspera, berh. = berhautiana, bract. = bracteolate, brevi. = brevifilamenta, capi. = capitata, colu. = colutea, conge. = congesta, congo. = congolensis, cost. = costata, den. = dendroides, diph. = diphylla, ellio. = elliotii, garck. = garckeana, gemi. = geminata, heud. = heudelotii, hirsu. = hirsuta, deig. = deightonii, lepri. = leprieurii, lept. = leptocarpa, marcoc. = macrocalyx, macrop. = macrophylla, micro. = microcarpa, nigri. = nigritana, numm. = nummulariifolia, oblong. = oblongifolia, pani. = paniculata, parvi. = parviflora, pilo. = pilosa, polys. = polysphaera, prieu. = prieureana, pulch. = pulchra, secun. = secundiflora, seneg. = senegalensis, sessi. = sessiliflora, simpl. = simplicifolia, spic. = spicata, steno = stenophylla, subu. = subulata, suffru. = suffruticosa, termi. = terminalis, tinct. = tinctoria, trich. = trichopoda, sp = species

4.3.2. Coefficients de similitude des espèces du genre *Indigofera*

Le traitement des traits de caractères morphologiques, chorologiques et écologiques a permis de conforter les affinités observées au niveau des distances taxonomiques entre les différents taxons du genre *Indigofera*. Les résultats des coefficients de similitude (CS) sont répertoriés dans le tableau 23 dont l'analyse révèle que :

Les coefficients de similitude varient de 69,80 à 90,20 %. Ces coefficients sont supérieurs à 65%. Plus le coefficient de similitude est élevé plus les taxons spécifiques sont taxonomiquement proches.

Le groupe des espèces les plus corrélées correspond aux espèces du groupe 1 dont le coefficient de similitude est compris entre 90,20 et 80%

➤ Les espèces *Indigofera trichopoda* et *I. leptoclada* sont les taxons les plus corrélés avec 90,20%.

Il ressort également de ces résultats que les coefficients de similitude sont relativement élevés entre des espèces telles que :

- *I. sp* et *I. brevifilamenta* (88,57%),
- *I. stenophylla* et *I. priureana* (88,16%),
- *I. bracteolata* et *I. leptoclada* (88,16%),
- *I. astragalina* et *I. senegalensis* (87,35%).

Les résultats confirment aussi que *Indigofera arrecta* est plus proche de *I. suffruticosa* (CS de 86,12%). La proximité de *I. arrecta* avec *I. tinctoria* apparaît moins prononcée (CS de 81,22%) et ne milite pas en faveur du statut de variété avancé par Berhaut (1976).

Les espèces *Indigofera arrecta* et *I. suffruticosa* sont des plantes arbustives et plutôt rudérales. L'espèce *I. aspera* a une meilleure corrélation avec *I. senegalensis* (83,27%) et *I. pilosa* (CS de 82,86%).

I. astragalina est plutôt proche de *I. senegalensis* (CS de 87,35%) que de *I. hirsuta* (CS de 85,31%). La proximité morphologique entre *I. astragalina* et *I. hirsuta* a été observée par Gillet (1960) et Lebrun et Stork (1992) avec l'existence d'individus intermédiaires entre ces deux taxons.

I. brevifilamenta semble plus proche de *I. sp* (88,57%), que de *I. congolensis* (87,76%), *I. colutea* (86,12%) et *I. secundiflora* (84,90%). Même si la présence de poils simples glanduleux milite en faveur du rapprochement taxonomique de *I. brevifilamenta* avec *I. colutea*, *I. sp* et *I. secundiflora* et de leur attachement à la section des *Viscosae* (Hutchinson et al., 1958), ce caractère apparaît moins prépondérant dans la taxonomie numérique car *I.*

congolensis dépourvue de poils simples glanduleux, classée dans la section des *Dissitiflorae* avec *I. geminata*, apparait plus corrélée avec *I. brevifilamenta*.

***I. macrophylla* apparait comme le taxon le moins corrélé** avec des espèces comme *I. aspera* et *I. colutea* avec un coefficient de similitude de 69,80%.

Le taux de corrélation entre *I. macrophylla* et *I. paniculata* est moins élevé (70,61%).

Les résultats de la taxonomie numérique basés sur les coefficients de similitudes confortent ceux obtenus avec les distances taxonomiques.

Tableau 23: Coefficient de similitude des espèces du genre *Indigofera*

| | <i>I.arrec</i> | <i>I.asp</i> | <i>I.astra</i> | <i>I.berh</i> | <i>I.bract</i> | <i>I.brevi</i> | <i>I.cap</i> | <i>I.col</i> | <i>I.conge</i> | <i>I.congol</i> | <i>I.cost</i> | <i>I.dendr</i> | <i>I.diphy</i> | <i>I.elli</i> | <i>I.garck</i> | <i>I.gemi</i> | <i>I.heud</i> | <i>I.hirs</i> |
|-----------------|----------------|--------------|----------------|---------------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>I.asp</i> | 76,73 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.astra</i> | 77,55 | 82,86 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.berh</i> | 77,14 | 77,55 | 80,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.bract</i> | 75,10 | 79,59 | 80,41 | 84,90 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.brevi</i> | 80,82 | 77,14 | 79,59 | 80,00 | 85,31 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.cap</i> | 79,59 | 75,92 | 75,10 | 77,96 | 78,37 | 81,63 | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.col</i> | 79,18 | 81,22 | 83,67 | 77,55 | 82,04 | 86,12 | 75,10 | | | | | | | | | | | |
| <i>I.conge</i> | 80,82 | 74,69 | 77,14 | 84,08 | 81,22 | 80,41 | 84,08 | 77,96 | | | | | | | | | | |
| <i>I.congol</i> | 81,63 | 72,24 | 76,33 | 75,92 | 81,22 | 87,76 | 83,27 | 81,22 | 81,22 | | | | | | | | | |
| <i>I.costa</i> | 77,55 | 79,59 | 79,59 | 75,92 | 76,33 | 78,78 | 79,18 | 77,96 | 78,78 | 80,41 | | | | | | | | |
| <i>I.dendr</i> | 81,63 | 74,69 | 76,33 | 77,55 | 75,51 | 82,04 | 78,37 | 77,14 | 77,96 | 82,04 | 81,22 | | | | | | | |
| <i>I.diphy</i> | 79,18 | 80,41 | 79,59 | 82,45 | 78,78 | 78,78 | 76,73 | 77,14 | 79,59 | 77,14 | 77,96 | 77,14 | | | | | | |
| <i>I.elli</i> | 78,78 | 71,84 | 76,73 | 81,22 | 79,18 | 80,82 | 78,78 | 77,55 | 81,63 | 82,45 | 75,10 | 75,92 | 75,10 | | | | | |
| <i>I.garck</i> | 80,00 | 71,43 | 73,88 | 75,92 | 73,88 | 78,78 | 75,10 | 73,06 | 74,69 | 77,96 | 78,78 | 81,22 | 75,51 | 76,73 | | | | |
| <i>I.gemi</i> | 79,18 | 77,96 | 81,22 | 79,18 | 82,86 | 85,31 | 78,37 | 79,59 | 78,78 | 80,41 | 78,78 | 81,22 | 79,59 | 80,00 | 73,88 | | | |
| <i>I.heudel</i> | 80,82 | 77,14 | 77,14 | 77,55 | 74,69 | 80,41 | 76,73 | 77,96 | 79,59 | 80,41 | 82,86 | 80,41 | 74,69 | 81,63 | 77,96 | 78,78 | | |
| <i>I.hirs</i> | 77,55 | 79,59 | 85,31 | 74,29 | 75,51 | 78,78 | 71,02 | 80,41 | 76,33 | 77,96 | 78,78 | 77,96 | 75,51 | 73,47 | 77,14 | 77,96 | 77,14 | |
| <i>I.deigh</i> | 78,78 | 79,18 | 76,73 | 80,41 | 82,45 | 84,90 | 80,41 | 77,55 | 83,27 | 85,71 | 80,00 | 83,27 | 80,82 | 81,22 | 78,37 | 82,45 | 80,00 | 75,92 |
| <i>I.lepr</i> | 73,88 | 73,47 | 75,92 | 75,51 | 78,37 | 81,63 | 74,69 | 75,92 | 77,55 | 79,18 | 78,37 | 80,82 | 75,92 | 76,33 | 78,37 | 80,00 | 78,37 | 74,29 |
| <i>I.lept</i> | 75,51 | 72,65 | 75,92 | 78,78 | 88,16 | 86,53 | 77,14 | 78,37 | 80,00 | 84,08 | 74,29 | 75,92 | 78,37 | 78,78 | 75,10 | 85,71 | 74,29 | 72,65 |
| <i>I.macro</i> | 78,37 | 77,14 | 79,59 | 78,37 | 79,59 | 84,49 | 80,00 | 79,59 | 79,59 | 82,86 | 78,78 | 81,22 | 81,22 | 78,37 | 77,96 | 84,49 | 81,22 | 76,33 |
| <i>I.macrop</i> | 75,10 | 69,80 | 72,24 | 72,65 | 70,61 | 76,33 | 71,84 | 69,80 | 73,06 | 77,14 | 76,33 | 76,33 | 74,69 | 75,10 | 82,04 | 71,43 | 79,59 | 75,51 |
| <i>I.micro</i> | 82,86 | 77,55 | 80,00 | 78,78 | 78,37 | 81,63 | 79,59 | 83,27 | 82,45 | 83,27 | 80,00 | 77,55 | 80,82 | 81,22 | 75,92 | 81,63 | 77,55 | 78,37 |
| <i>I.nigrif</i> | 73,88 | 74,29 | 75,92 | 76,33 | 84,08 | 85,71 | 80,41 | 77,55 | 79,18 | 81,63 | 75,10 | 77,55 | 74,29 | 78,78 | 71,02 | 85,71 | 77,55 | 71,02 |
| <i>I.numm</i> | 73,88 | 74,29 | 79,18 | 76,33 | 76,73 | 75,92 | 72,24 | 75,10 | 75,10 | 75,10 | 76,73 | 75,92 | 75,92 | 73,06 | 74,29 | 78,37 | 74,29 | 76,73 |
| <i>I.oblon</i> | 82,86 | 80,00 | 78,37 | 75,51 | 75,10 | 77,55 | 77,96 | 77,55 | 75,10 | 75,92 | 80,82 | 77,55 | 76,73 | 75,51 | 77,55 | 77,55 | 78,37 | 77,55 |
| <i>I.pani</i> | 75,10 | 73,88 | 74,69 | 78,37 | 77,14 | 80,41 | 77,55 | 75,51 | 80,41 | 81,22 | 75,51 | 80,41 | 76,33 | 75,92 | 74,69 | 79,59 | 77,96 | 73,88 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Iparvi</i> | 79,18 | 81,22 | 81,22 | 76,73 | 80,41 | 82,04 | 76,73 | 85,31 | 82,04 | 82,86 | 82,86 | 78,78 | 81,22 | 76,73 | 75,51 | 80,41 | 77,14 | 78,78 |
| <i>Ipilos</i> | 77,55 | 82,86 | 82,86 | 80,82 | 79,59 | 83,67 | 74,29 | 84,49 | 76,33 | 78,78 | 79,59 | 81,22 | 81,22 | 75,10 | 77,14 | 81,22 | 80,41 | 81,22 |
| <i>Ipolys</i> | 77,55 | 74,69 | 76,33 | 78,37 | 81,22 | 82,86 | 81,63 | 76,33 | 84,49 | 83,67 | 78,78 | 80,41 | 78,78 | 78,37 | 77,96 | 80,41 | 77,96 | 77,14 |
| <i>Iprieur</i> | 78,78 | 76,73 | 80,00 | 78,78 | 77,55 | 81,63 | 79,59 | 78,37 | 79,18 | 82,45 | 79,18 | 86,53 | 77,55 | 77,96 | 78,37 | 82,45 | 80,00 | 80,00 |
| <i>Ipulch</i> | 77,14 | 71,84 | 75,10 | 76,33 | 80,82 | 82,45 | 82,86 | 79,18 | 80,82 | 84,08 | 75,10 | 78,37 | 76,73 | 79,59 | 75,10 | 80,00 | 75,10 | 75,10 |
| <i>Isecun</i> | 79,59 | 80,82 | 83,27 | 81,22 | 80,82 | 84,90 | 81,22 | 80,00 | 81,63 | 79,18 | 83,27 | 80,00 | 79,18 | 78,78 | 78,37 | 83,27 | 80,00 | 79,18 |
| <i>Iseneg</i> | 75,51 | 83,27 | 87,35 | 80,41 | 81,63 | 80,00 | 77,14 | 83,27 | 79,18 | 79,18 | 81,63 | 78,37 | 82,45 | 75,51 | 74,29 | 82,45 | 78,37 | 81,63 |
| <i>Isessil</i> | 80,00 | 80,41 | 81,22 | 82,45 | 83,67 | 83,67 | 76,73 | 83,67 | 85,31 | 82,04 | 78,78 | 81,22 | 85,31 | 78,37 | 75,51 | 80,41 | 77,96 | 79,59 |
| <i>I simpl</i> | 79,59 | 74,29 | 75,10 | 74,69 | 79,18 | 80,00 | 75,51 | 76,73 | 78,37 | 81,63 | 77,55 | 80,82 | 78,37 | 75,51 | 78,37 | 79,18 | 76,73 | 76,73 |
| <i>Ispica</i> | 77,55 | 74,69 | 79,59 | 75,92 | 73,88 | 78,78 | 75,10 | 74,69 | 77,96 | 80,41 | 80,41 | 77,96 | 78,78 | 78,37 | 75,51 | 75,51 | 76,33 | 78,78 |
| <i>Istenop</i> | 77,55 | 79,59 | 79,59 | 77,55 | 79,59 | 82,86 | 80,00 | 78,78 | 77,96 | 82,04 | 80,41 | 86,12 | 77,96 | 78,37 | 78,78 | 84,49 | 77,14 | 78,78 |
| <i>Isubul</i> | 79,18 | 77,96 | 75,51 | 75,92 | 74,69 | 77,96 | 74,29 | 77,14 | 77,14 | 75,51 | 77,96 | 77,14 | 77,96 | 74,29 | 79,59 | 75,51 | 78,78 | 74,69 |
| <i>I suffru</i> | 86,12 | 77,55 | 77,55 | 77,96 | 77,55 | 81,63 | 82,04 | 77,55 | 82,45 | 82,45 | 80,82 | 81,63 | 80,82 | 78,78 | 83,27 | 79,18 | 78,37 | 78,37 |
| <i>Itermi</i> | 78,78 | 72,65 | 76,73 | 79,59 | 80,82 | 83,27 | 80,41 | 77,55 | 79,18 | 81,63 | 78,37 | 81,63 | 80,00 | 80,41 | 77,55 | 82,45 | 78,37 | 72,65 |
| <i>I tinct</i> | 81,22 | 79,18 | 80,82 | 74,69 | 76,73 | 81,63 | 73,88 | 81,63 | 76,73 | 76,73 | 80,00 | 79,18 | 77,55 | 76,33 | 82,45 | 75,92 | 75,10 | 80,82 |
| <i>Itrich</i> | 77,96 | 77,55 | 78,37 | 80,41 | 87,35 | 87,35 | 79,59 | 78,37 | 81,63 | 83,27 | 77,55 | 79,18 | 77,55 | 79,59 | 75,92 | 88,16 | 76,73 | 74,29 |
| <i>Isp</i> | 78,37 | 77,96 | 80,41 | 82,45 | 86,94 | 88,57 | 78,37 | 83,67 | 81,22 | 84,49 | 79,59 | 82,04 | 79,59 | 82,45 | 77,96 | 87,76 | 80,41 | 77,14 |

Suite Tableau 23

| | <i>I. deigh</i> | <i>I. lepri</i> | <i>I. lept</i> | <i>I. macroc</i> | <i>I. macrop</i> | <i>I. micro</i> | <i>I. nigrít</i> | <i>I. numm</i> | <i>I. oblon</i> | <i>I. pani</i> | <i>I. parv</i> | <i>I. pilo</i> | <i>I. poly</i> | <i>I. prieur</i> | <i>I. pulch</i> | <i>I. secund</i> | <i>I. seneg</i> | <i>I. sessil</i> |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| <i>I.lepr</i> | 78,78 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.lept</i> | 82,04 | 79,59 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.macro</i> | 80,82 | 75,92 | 82,45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.macrop</i> | 77,55 | 75,92 | 71,84 | 74,69 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.micro</i> | 81,22 | 75,51 | 79,59 | 81,63 | 75,10 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.nigrít</i> | 83,67 | 77,96 | 86,94 | 80,00 | 71,84 | 78,78 | | | | | | | | | | | | |
| <i>I.numm</i> | 77,14 | 77,96 | 73,88 | 80,00 | 71,02 | 76,33 | 74,69 | | | | | | | | | | | |
| <i>I.oblon</i> | 76,33 | 77,14 | 74,69 | 75,92 | 75,92 | 81,22 | 73,88 | 77,96 | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <i>I.pani</i> | 81,63 | 84,90 | 77,55 | 79,59 | 70,61 | 79,18 | 80,00 | 80,00 | 75,10 | | | | | | | | | |
| <i>I.parvi</i> | 81,63 | 79,18 | 80,00 | 78,78 | 73,88 | 83,27 | 80,00 | 75,92 | 80,00 | 78,78 | | | | | | | | |
| <i>I.pilos</i> | 80,82 | 80,00 | 77,55 | 81,22 | 74,69 | 79,18 | 75,10 | 78,37 | 78,37 | 79,59 | 82,86 | | | | | | | |
| <i>I.polys</i> | 85,71 | 83,27 | 80,82 | 80,41 | 76,33 | 81,63 | 82,45 | 81,63 | 76,73 | 86,12 | 80,41 | 77,96 | | | | | | |
| <i>I.prieur</i> | 79,59 | 78,78 | 77,96 | 85,71 | 74,29 | 81,22 | 78,78 | 77,14 | 78,78 | 79,18 | 80,00 | 83,27 | 80,00 | | | | | |
| <i>I.pulch</i> | 79,59 | 76,33 | 82,86 | 83,27 | 72,65 | 80,41 | 80,41 | 80,41 | 75,51 | 80,00 | 77,55 | 78,37 | 82,45 | 81,22 | | | | |
| <i>I.secun</i> | 82,86 | 80,41 | 80,41 | 84,08 | 74,29 | 82,04 | 82,86 | 80,41 | 80,41 | 78,37 | 81,63 | 80,82 | 81,63 | 82,04 | 80,41 | | | |
| <i>I.seneg</i> | 79,59 | 77,96 | 80,41 | 87,35 | 73,47 | 82,86 | 76,33 | 79,59 | 80,41 | 77,55 | 81,63 | 84,90 | 78,37 | 83,67 | 79,59 | 86,12 | | |
| <i>I.sessil</i> | 83,27 | 77,55 | 82,45 | 83,67 | 72,24 | 82,45 | 80,00 | 78,37 | 75,92 | 82,04 | 83,67 | 83,67 | 81,22 | 80,82 | 80,82 | 80,00 | 84,08 | |
| <i>I.simpl</i> | 80,41 | 87,76 | 80,41 | 77,55 | 75,92 | 77,14 | 77,96 | 77,96 | 78,78 | 81,63 | 80,82 | 79,18 | 87,35 | 82,04 | 78,78 | 77,14 | 75,51 | 79,18 |
| <i>I.spica</i> | 80,00 | 77,55 | 73,47 | 78,78 | 77,14 | 79,18 | 73,47 | 79,18 | 79,18 | 75,51 | 77,14 | 77,96 | 78,78 | 79,18 | 76,73 | 80,82 | 78,37 | 78,78 |
| <i>I.stenop</i> | 82,45 | 82,45 | 81,63 | 81,22 | 77,14 | 78,37 | 81,63 | 75,92 | 79,18 | 77,96 | 83,67 | 82,86 | 80,41 | 88,16 | 79,18 | 81,63 | 80,00 | 81,22 |
| <i>I.subul</i> | 80,82 | 79,18 | 74,29 | 77,14 | 79,59 | 79,18 | 75,10 | 75,92 | 78,37 | 3,00 ? | 78,78 | 78,78 | 77,96 | 74,29 | 73,47 | 80,00 | 75,92 | 76,33 |
| <i>I.suffru</i> | 82,86 | 75,51 | 78,78 | 78,37 | 76,73 | 84,49 | 75,51 | 75,51 | 81,22 | 75,92 | 81,63 | 76,73 | 80,82 | 77,96 | 78,78 | 83,67 | 77,96 | 78,37 |
| <i>I.termi</i> | 82,04 | 77,96 | 86,12 | 80,82 | 74,29 | 78,78 | 77,96 | 73,06 | 75,51 | 75,92 | 76,73 | 78,37 | 78,37 | 78,78 | 79,59 | 81,22 | 78,78 | 81,63 |
| <i>I.tinct</i> | 77,96 | 79,59 | 78,78 | 72,65 | 76,73 | 78,78 | 72,24 | 74,69 | 82,04 | 72,65 | 83,27 | 80,82 | 75,10 | 76,33 | 75,51 | 81,22 | 78,78 | 80,00 |
| <i>I.trich</i> | 86,94 | 78,78 | 90,20 | 83,27 | 72,65 | 79,59 | 88,57 | 78,78 | 75,51 | 79,18 | 80,82 | 78,37 | 83,27 | 79,59 | 83,67 | 82,86 | 80,41 | 84,08 |
| <i>I.sp</i> | 84,90 | 80,00 | 87,35 | 86,12 | 74,69 | 82,45 | 84,90 | 75,92 | 76,73 | 80,41 | 84,49 | 82,86 | 82,04 | 82,45 | 79,18 | 82,45 | 81,63 | 88,57 |

Suite Tableau 23

| | <i>I.simpl</i> | <i>I.spic</i> | <i>I.steno</i> | <i>I.subu</i> | <i>I.suff</i> | <i>I.term</i> | <i>I.tinc</i> | <i>I.trich</i> |
|-----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <i>I.spic</i> | 78,37 | | | | | | | |
| <i>I.stenop</i> | 84,08 | 79,59 | | | | | | |
| <i>I.subul</i> | 75,10 | 78,78 | 77,96 | | | | | |
| <i>I.suffru</i> | 77,96 | 81,63 | 80,00 | 81,63 | | | | |
| <i>I.termi</i> | 76,33 | 75,10 | 80,00 | 76,73 | 80,41 | | | |
| <i>I.tinct</i> | 77,96 | 74,29 | 80,00 | 80,00 | 83,67 | 82,86 | | |
| <i>I.trich</i> | 79,59 | 75,92 | 82,45 | 76,73 | 79,59 | 84,49 | 78,78 | |
| <i>I.sp</i> | 80,82 | 77,14 | 84,49 | 77,14 | 80,00 | 87,35 | 80,00 | 87,35 |

4.3.3. Distribution des taxons selon l'Analyse en Composantes Principales (ACP)

Tableau 24: Distribution des variances

| | Axe1 | Axe2 | Axe3 | Axe4 | Axe5 |
|------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Variations | 0,26 | 0,22 | 0,21 | 0,19 | 0,17 |
| % variations | 6,66 | 5,59 | 5,22 | 4,67 | 4,29 |
| % cum variations | 6,66 | 12,25 | 17,47 | 22,14 | 26,43 |

Les axes factoriels 1 et 2 sont les seuls axes significatifs car ayant des variances supérieures au seuil correspondant à la moyenne des variances (0,21) avec 12,25 % de la variance totale des nuages de points, dont 6,66 % absorbés par l'axe1 et 5,59 % par l'axe2. L'analyse va porter sur le plan constitué par l'axe1 et l'axe2 (figure 17).

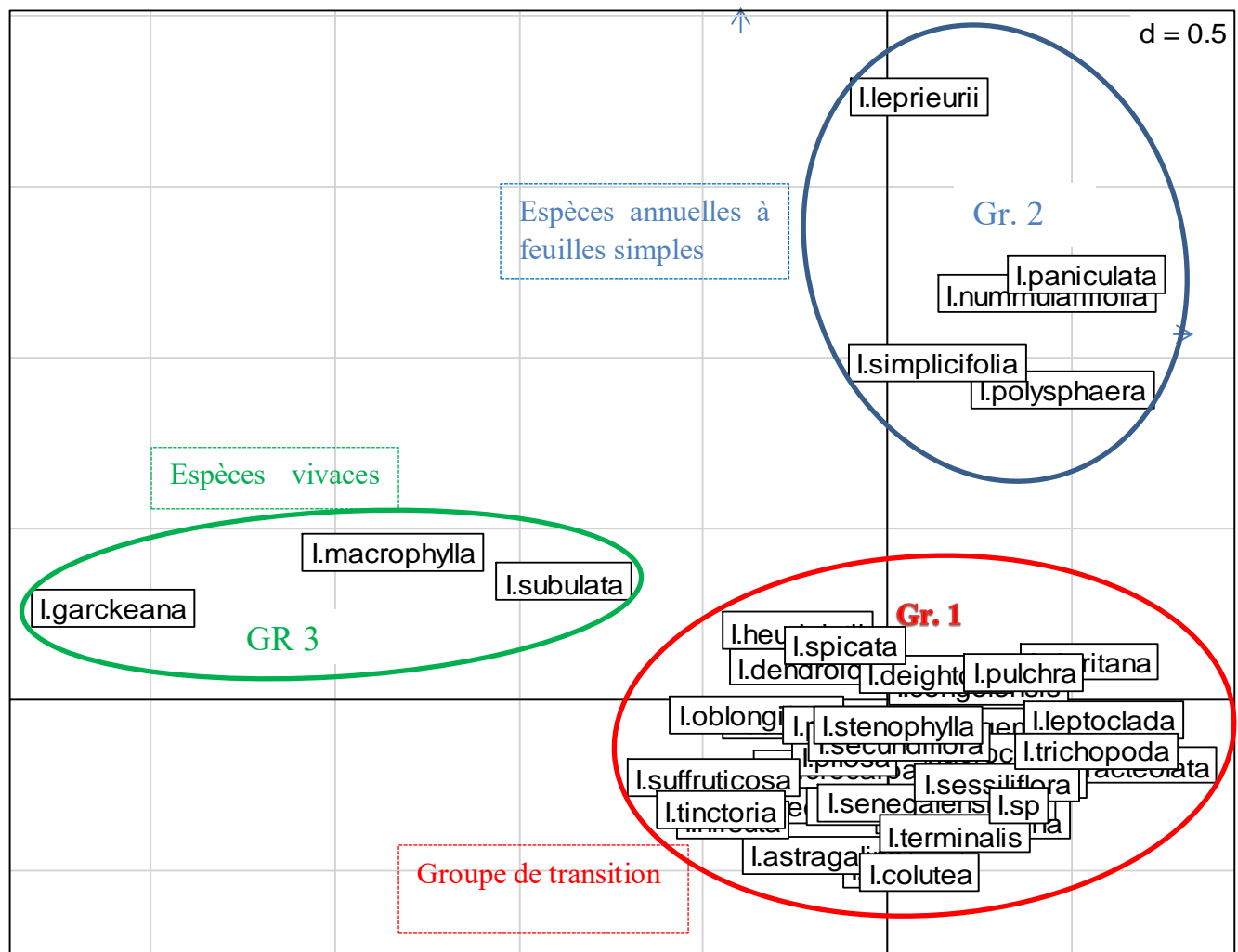


Figure 17 : ACP des caractères morphologiques des 45 taxons du genre *Indigofera*

➤ Le plan factoriel constitué par l'axe1 et l'axe2 de l'ACP (figure 17) permet de distinguer trois groupes.

- Le groupe 1 (Gr. 1) de transition plus hétérogène au niveau foliaire, cycle biologique, affinités phytogéographiques, habitats constitué de 34 taxons : *I. diphylla*, *I. pilosa*,

I. oblongifolia, *I. berhautiana*, *I. deightonii*, *I. aspera*, *I. hirsuta*, *I. congesta*, *I. elliotii*, *I. sessiliflora*, *I. parviflora*, *I. stenophylla*, *I. sp.*, *I. spicata*, *I. colutea*, *I. astragalina*, *I. senegalensis*, *I. costata*, *I. congolensis*, *I. capitata*, *I. brevifilamenta*, *I. heudelotii*, *I. microcarpa*, *I. secundiflora*, *I. terminalis*, *I. heudelotii*, *I. macrocalyx*, *I. prioureana*, *I. dendroides*, *I. geminata*, *I. nigritana*, *I. trichopoda*, *I. bracteolata*, *I. leptoclada* et *I. pulchra*.

- Le groupe 2 (Gr. 2) relativement homogène constitué de 5 taxons de plantes herbacées annuelles à feuilles simples des zones d'affinité soudanienne et guinéenne *I. leprieurii*, *I. paniculata*, *I. polysphaera*, *I. nummulariifolia* et *I. simplicifolia*
- Le groupe 3 (Gr. 3) constitué de 6 taxons de plantes vivaces à feuilles composées : *I. garckeana*, *I. macrophylla*, *I. subulata*, *I. suffruticosa*, *I. arrecta* et *I. tinctoria*.
- Suivant l'axe 1, les taxons du groupe 1 représentés au centre et sur les abscisses positives s'opposent aux taxons du groupe 3 représentés sur les abscisses négatives.
- Suivant l'axe 2, les taxons du groupe 1 distribués au centre et en ordonnées négatives, s'opposent aux taxons du groupe 2 distribués sur les ordonnées positives.

Les taxons du groupe 1 positionnés sur les ordonnées positives sont ceux comportant en plus des feuilles imparipennées, des feuilles simples sur les rameaux florifères. Il s'agit de *Indigofera trichopoda*, *I. leptoclada*, *I. bracteolata*, *I. geminata* et *I. pulchra*.

Ces résultats montrent que suivant l'axe 1, le groupe 1 taxonomiquement hétérogène, constitué d'espèces du genre *Indigofera* à feuilles composées bifoliolées, trifoliolées ou imparipennées parfois associées à des feuilles simples et des gousses généralement droites. Ce groupe 1 est opposé au groupe 3 plus homogène formé uniquement d'espèces à feuilles trifoliolées et imparipennées, vivaces à gousses généralement arquées en forme de faucille. L'axe 1 représente le type biologique.

Ces résultats montrent que l'axe 2 oppose les taxons du groupe 1 à feuilles composées aux taxons du groupe 2 à feuilles simples. L'axe 2 représente le type de feuille.

- Au sein du groupe 3 :
 - *I. garckeana* se singularise par la forme quadrangulaire de sa tige et de sa gousse. Aussi
 - *I. subulata* se distingue par son port lianescent
 - *I. macrophylla* se particularise par ses rameaux sarmenteux.
- Au sein du groupe 1 :
 - *I. hirsuta* se distingue des autres taxons du groupe 1 par ses feuilles de 3 à 7 - folioles obovales pourvues de stipelles, limbe de 4 à 7 nervures latérales et des gousses subquadrangulaires longues de 15 à 30 mm.

- *I. aspera* se caractérise par son port diffus, parfois étalé, ses 2 à 3 paires de folioles linéaires, un limbe sans nervures latérales visibles et des gousses plates longues de 15 à 30 mm.
- *I. astragalina* se distingue par des feuilles composées de 3 à 11-folioles plutôt elliptiques dépourvues de stipelles, des gousses cylindriques longues de 1 à 15 mm.
- Au niveau du groupe 2 :
 - *I. leprieurii* et *I. simplicifolia* se singularisent par leur inflorescence en racème spiciforme et des gousses linéaires dressées.
 - *I. leprieurii* a des feuilles longues de 40 à 80 mm et larges de 7 à 10 mm, tant dis que *I. simplicifolia* dispose de feuilles longues de 20 à 60 mm et larges de 4 à 7 mm.
 - *I. nummulariifolia* se particularise par son port étalé et ses gousses falciformes spinescentes.
 - *I. paniculata* dispose d'une inflorescence en panicule avec des fleurs à corolle rouge.
 - *I. polysphaera* est dotée d'une inflorescence en racème capituliforme avec des fleurs à corolle vert jaunâtre.

4.3.4. Cladogramme

Le cladogramme est une représentation visuelle de plusieurs clades hiérarchiquement emboîtés provenant d'un groupe monophylétique.

S. Gr. = Sous-Groupe

Les résultats du cladogramme sur les distances taxonomiques confirment bien les affinités entre les taxons spécifiques du genre *Indigofera* et mettent en exergue des entités taxonomiques en fonction de leur proximité.

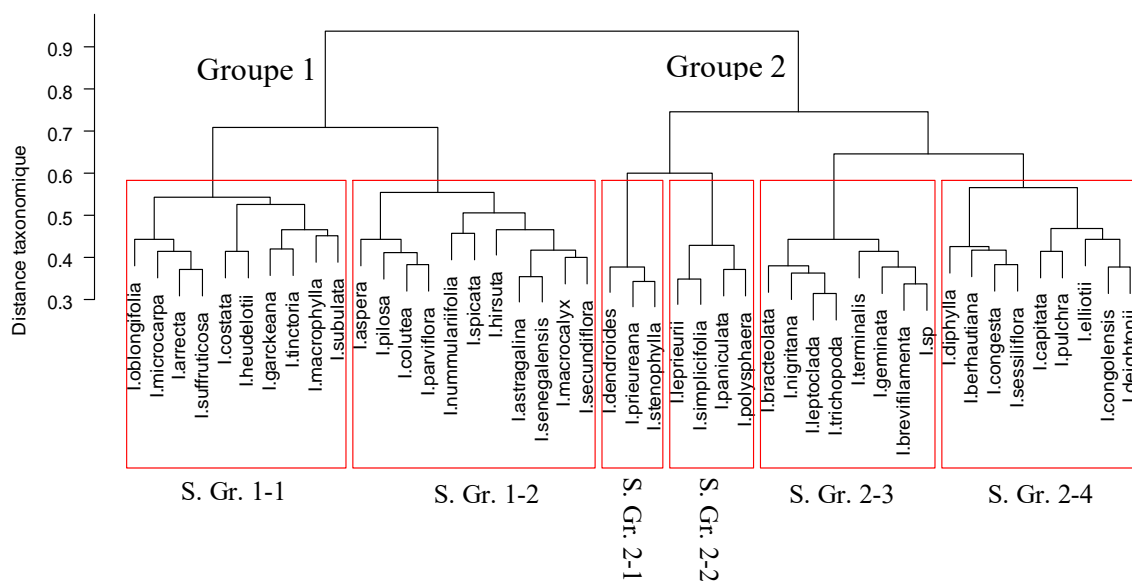


Figure 18 : Cladogramme

La coupure au point 0,8 divise le cladogramme en deux groupes.

Le groupe 1 relativement plus homogène, constitué d'espèces du genre *Indigofera* à feuilles généralement composées

Le groupe 2 plus hétérogène, constitué d'espèces à feuilles uniquement composées, d'espèces à feuilles simples et d'espèces portant à la fois des feuilles composées et des feuilles simples.

La coupure au point 0,6 permet de subdiviser le groupe 1 en deux sous-groupes S-Gr 1-1 et S-Gr1-2 qui s'opposent par le trait de caractère **cycle biologique** en dissociant respectivement les plantes pérennes et les plantes annuelles.

➤ **Pour le groupe 1 :**

La proximité taxonomique dans **le sous-groupe 1-1** est plus maquée entre :

- *I. arrecta* et *I. suffruticosa* qui sont des plantes arbustives, pérennes, à feuilles composées imparipennées, à folioles opposées, à gousses réfléchies et plantes des lieux habités.
- *I. macrophylla* et *I. subulata* affichent leur proximité taxonomique à travers le caractère lianescent, des plantes pérennes à gousses réfléchies, taxons d'affinité soudano-guinéenne.
- *I. microcarpa* semble plus liée à *I. oblongifolia*: plantes pérennes, d'affinité sahélienne, tiges cylindriques, inflorescence en racèmes spiciformes, (pédicelles floraux longs de 0,5 à 1 mm), gousses réfléchies.

Au niveau du **sous-groupe 1-2**, la proximité taxonomique est affichée :

- *I. hirsuta*, *I. astragalina* et *I. aspera* partagent les traits de caractère suivants : plantes annuelles, feuilles composées imparipennées, foliole terminale plus développée que les folioles latérales, stipules filiformes, inflorescences en racème spiciforme, pédicelles longs de 0,5 à 1 mm, gousses réfléchies pubescentes pourvues de bec au sommet, souvent adventices des cultures.
- *I. nummulariifolia* présente plus de affinités taxonomiques avec *I. spicata* : plantes herbacées annuelles, à port étalé, plantes longues de 30 à 90 cm, tiges côtelées, inflorescence en racèmes axillaires, fleurs à corolle rose.

➤ **Pour le groupe 2**, la coupure au point 0,6 permet la répartition des espèces en 4 sous-groupes :

- le sous-groupe 2-1 constitué d'espèces à feuilles composées (*I. dendroides*, *I. priureana* et *I. stenophylla*) s'oppose au sous-groupe 2-2 constitué d'espèces à feuilles simples (*I. leprieurii*, *I. paniculata*, *I. polysphaera* et *I. simplicifolia*). C'est le **type de feuilles** qui discrimine les taxons spécifiques du sous-groupe 2-1 à ceux du sous-groupe 2-2.

- Le sous-groupe 2-3 constitué d'espèces de plateau cuirassé et sols gravillonnaires (*I. bracteolata*, *I. brevifilamenta*, *I. sp.*, *I. leptoclada*, *I. geminata*, *I. nigritana*, *I. terminalis* et *I. trichopoda*), s'oppose au sous-groupe 2-4 poussant sur sols sablonneux, sols argilo-limoneux, sols argilo-sableux (*I. berhautiana*, *I. capitata*, *I. congesta*, *I. congolensis*, *I. deightonii*, *I. diphylla*, *I. elliotii*, *I. pulchra* et *I. sessiliflora*). C'est **la nature du substrat** qui dissocie les taxons du sous-groupe 2-3 à ceux du sous-groupe 2-4.
- *I. leptoclada*, *I. nigritana* et *I. trichopoda* se montrent très proches à travers leurs feuilles composées imparipennées et des feuilles simples sur les rameaux florifères, leurs inflorescences en fleurs solitaires, inféodées aux plateaux cuirassés (appelés bowé en peul) des savanes soudaniennes du Sénégal oriental.
- *I. brevifilamenta* et *I. sp.* partagent la même classe à travers les traits de caractères partagés tels que plantes herbacées annuelles à feuilles composées imparipennées, à pubescence mixte avec des poils naviculaires appliqués et des poils simples glanduleux sur les tiges, pétioles et gousses, affinité soudanienne sur sols gravillonnaires

Les résultats obtenus sur les affinités entre des taxons ou associations de taxons spécifiques sont relativement identiques dans les représentations graphiques issues des ACP. Ces résultats de la taxonomie numériques basés sur des paramètres morphologiques, chorologiques et écologiques sont presque similaires à ceux de Schrire et *al.*, (2003) basés sur la caractérisation moléculaire et morphologique et à ceux de Soladoye et *al.*, (2010). La proximité de *I. suffruticosa* avec *I. tinctoria* d'une part et celle de *I. paniculata* et *I. tetrasperma* d'autre part ont été confirmées. Cette proximité entre *I. suffruticosa* et *I. tinctoria* justifie les travaux de Jahari et *al.*, (2015) basés sur les traits de caractères morphologiques entre ces taxons.

Le cladogramme (Figure 18) a permis de ressortir de manière plus précise les affinités taxonomiques entre les 45 espèces du genre *Indigofera*.

4.3.5. Tendances évolutives

Les résultats obtenus sur les ACP, les coefficients de similitude et les distances taxonomiques que le cladogramme a relativement mieux confirmés, permettent de tirer certaines observations en se référant aux caractères dits plésiomorphes des Angiospermes (Bâ, 1990 ; Guignard, 2001 ; Spichiger et *al.*, 2016).

Ainsi, en considérant le cycle biologique des espèces du genre *Indigofera*, les taxons spécifiques essentiellement pérennes du sous- groupe 1-1 (Figure 18) apparaissent relativement moins évolués que les taxons annuels du sous-groupe 1-2.

En considérant un autre indicateur de phylogénie comme le type de feuilles, les groupes taxonomiques à feuilles composées (sous-groupe 2-1) seraient plus évolués que ceux à

feuilles simples (sous-groupe 2-2). Ce résultat a été illustré avec les ACP, puis confirmé par le cladogramme (Figure 18).

Un taxon à nombre de folioles plus élevé est classé comme moins évolué qu'un autre taxon folioles plus réduit. Une espèce telle que *I. dendroides* avec ses 20 paires de folioles serait moins évolué que l'espèce *I. aspera* (2 à 3 paires de folioles).

L'espèce *I. hirsuta* (5 à 7 folioles) serait plus évoluée que l'espèce *I. astragalina* (9 à 11 folioles) par réduction du nombre de folioles et la présence de stipelles (Guignard, 2001).

Cette tendance est illustrée par le cladogramme qui montre que le sous-groupe 2-1 avec des espèces à nombreuses folioles (*I. dendroides*, *I. prioureana*, *I. stenophylla*) est le plus proche du sous-groupe 2-2 qui est composé d'espèces à feuilles simples telles que *I. leprieurii*, *I. paniculata*, *I. polysphaera* et *I. simplicifolia*. Ce résultat est bien illustré par les ACP (Figure 17).

Les espèces à feuilles composées de folioles opposées comme *I. astragalina*, *I. hirsuta*, *I. stenophylla* seraient considérées comme plus évoluées que celles dont les folioles sont alternes telles que *I. oblongifolia* et *I. spicata* (Spichiger *et al.*, 2016). Les espèces à feuilles composées et à folioles subopposées seraient des groupes taxonomiques intermédiaires.

Les espèces à fleurs regroupée en inflorescence sont considérées comme plus évoluées que celles à fleurs solitaires. Le cladogramme isole bien les classes d'espèces à fleurs isolées du sous-groupe 2.3 (*I. nigritana*, *I. leptoclada* et *I. trichopoda*) des autres classes d'espèces à fleurs regroupées en inflorescence (*I. geminata*, *I. terminalis*, *I. brevifilamenta*, *I. sp.*). L'espèce *I. bracteolata* se retrouve comme un taxon intermédiaire entre ces deux classes.

Les résultats des ACP semblent indiquer que le groupe 3 serait le plus évolué, suivi par le groupe 1 qui serait un groupe de transition. Le groupe 2 serait le moins évolué et est composé de plantes herbacées à feuilles simples.

4.3.6 Conclusion partielle

Les résultats obtenus sur les distances taxonomiques, les coefficients de similitude, l'Analyse en Composantes Principales et le cladogramme montrent que :

1. De manière générale, les corrélations entre les espèces du genre *Indigofera* sont relativement élevées et les particularités taxonomiques assez difficiles à ressortir.

2. Toutefois, certaines espèces peuvent se caractériser par un fort degré d'individualisation. C'est le cas de :

- *I. macrophylla* par rapport aux autres taxons de par son port arbustif sarmenteux.
- *I. garckeana* avec l'aspect quadrangulaire de sa tige et de ses gousses.
- *I. nummulariifolia* se singularise par ses feuilles suborbiculaires et sa gousse spinescente.

3. La présence de feuilles simples chez des taxons à feuilles composées (*I. bracteolata*, *I. geminata*, *I. leptoclada*, *I. nigritana*, *I. trichopoda*) montre leur proximité phylogénétique par rapport aux taxons à feuilles simples.

Les résultats du cladogramme ont permis de confirmer le degré de proximité taxonomique entre *I. bracteolata* et *I. leptoclada*, entre *I. arrecta* et *I. suffruticosa*.

4. Il ressort des résultats de la taxonomie numérique que les traits de caractères végétatifs comme le type de feuilles, la forme de la tige, le port de la plante, les traits de caractères biologiques (cycles biologiques) sont aussi significatifs en taxonomie que les traits de caractères reproducteurs liés à la fleur, à l'inflorescence et à la gousse.

5. Les résultats du cladogramme ont permis d'apprécier le caractère discriminant de la nature du substrat dans l'identification des taxons du genre *Indigofera* au Sénégal.

6. Du point de vue évolutif, les espèces du genre *Indigofera* dégagent des tendances relativement complexes que le concours de la taxonomie numérique n'a pas pu apporter des réponses appropriées.

DISCUSSION GENERALE

DISCUSSION GENERALE

La flore du Sénégal est l'une des plus prospectées et des plus connues d'Afrique tropicale. Cependant des difficultés d'identification sont encore notées pour des groupes taxonomiques à diversité élevée comme le genre *Indigofera*. Cette complexité des espèces du genre *Indigofera* (Cronquist, 1948) est essentiellement liée aux caractères morphologiques. Le genre *Indigofera* est le plus diversifié dans la classe des *Dicotyledonae* de la flore du Sénégal avec 44 espèces (Bâ et Noba, 2001) à égalité avec le genre *Cyperus* dans la classe des *Monocotyledonae*. Des travaux de révision ont été initiés au Laboratoire de Botanique-Biodiversité sur les genres *Boerhavia* (Noba, 1990), *Combretum* (Dione, 1996), *Eragrostis* (Sambou, 2000), *Corchorus* (Mbaye, 2002), *Amaranthus* (Sarr R.S., 2003), *Ficus* (Diop, 2013) le genre le plus diversifié de la flore ligneuse du Sénégal, *Digitaria* (Ngom, 2016). Il serait donc important de s'intéresser au genre *Indigofera*, le plus diversifié au Sénégal.

Les résultats des recherches menées sur le genre *Indigofera* ont permis d'actualiser la diversité du genre *Indigofera* et d'améliorer l'identification des différentes unités taxonomiques à partir des caractères chorologiques, écologiques, utilitaires et morphologiques de la plante adulte et du jeune plant.

Répartition géographique

Dans le genre *Indigofera* de la flore du Sénégal, les espèces d'affinité phytogéographique africaine dominant largement (69,66 %). Elles sont suivies par des espèces afro-asiatiques (15,90 %), afro-asiatiques et australiennes (6,66 %), afro-malgaches américaines et asiatiques (4,44 %). Les espèces cosmopolites, afro-malgaches et asiatiques, afro-malgaches et américaines sont faiblement représentées (2,22 % chacune) et aucune espèce du genre *Indigofera* d'affinité européenne n'est répertoriée. Ces espèces afro-asiatiques du genre *Indigofera* sont probablement plus adaptées aux conditions bioclimatiques du Sénégal. La plupart de ces espèces sont en effet localisées en Asie tropicale (Proche orient, Indochine) dans des conditions climatiques assez proches de celles du Sénégal.

Cette prédominance des espèces d'affinité africaine se retrouve dans les travaux sur le genre *Ficus* L. (Diop, 2013). Il en est de même pour le genre *Digitaria* Haller (Ngom, 2016) où les espèces sont largement représentées en Afrique (94,74 %), en Amérique (52,63 %), en Asie et en Océanie (42,11 % chacune), et pour le genre *Corchorus* L (Mbaye 2002) de au Sénégal où les espèces se rencontrent essentiellement en Afrique, en Asie et en Australie.

La répartition selon les affinités biogéographiques des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal est relativement différente de celle des espèces du genre *Boerhavia* et du genre *Amaranthus*. Les espèces telles que *Boerhavia diffusa* L., *B. erecta* L. et *B. repens* L. sont essentiellement intertropicales (Noba, 1990). Les cinq (5) espèces du genre *Amaranthus* L.

ont un spectre chorologique plus large qui couvre la zone intertropicale, de l'Amérique du Sud à l'Asie, en passant par l'Afrique et s'étend en Europe du Nord (Sarr R.S., 2003).

Les 45 espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal sont relativement bien représentées en Afrique centrale, orientale et australe avec respectivement 75,55% ; 44,44% et 42,22%. Par contre, leur présence apparaît relativement moins importante en Afrique du nord avec 17,77 %. Cependant, le plus faible taux se situe dans les archipels de l'Océan indien avec 8,88 %.

Cette distribution relativement large en Afrique des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal, peut s'expliquer par le fait que les trois principales zones phytogéographiques du Sénégal se retrouvent dans toute l'Afrique tropicale.

Cette répartition des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal en Afrique est similaire à celle des espèces du genre *Digitaria* (Ngom, 2016) et celle des espèces du genre *Corchorus* (Mbaye, 2002). Les espèces du genre *Amaranthus* (Sarr R.S., 2003) semblent relativement bien représentées en Afrique du Nord (Algérie, Maroc et Egypte) contrairement aux espèces du genre *Indigofera*. Les espèces du genre *Ficus* ne se rencontrent qu'au niveau du golfe de Guinée et en Afrique subéquatoriale (Diop, 2013).

Au Sénégal, les taxa du genre *Indigofera* sont mieux représentés dans les zones soudanienne et guinéenne avec des proportions respectives de 19 espèces (42,22 %) et 13 espèces (28,887 %). Le plus faible taux est observé dans la zone sahélienne avec 11 espèces (24,44 %). Dans les Niayes, on a répertorié 18 taxons soit 40 %. Les mêmes résultats sont obtenus pour les espèces du genre *Ficus* (Diop, 2013) qui se rencontrent majoritairement dans les régions soudanienne et guinéenne du Sénégal avec plus de 80 % pour les régions Sud, 54 % pour régions du centre et 25 % pour les régions du Nord. Les espèces du genre *Digitaria* sont aussi mieux représentées dans la zone soudanienne (Ngom, 2016).

Ecologie des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal

La majorité des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal (60 %), est constituée par des espèces annuelles (thérophytes), à cycle de vie très court, suivies par des phanérophytes (20 %), des chaméphytes (15,55 %) et des hémicryptophytes (4,44 %). Ces résultats sont similaires à ceux des travaux de Noba *et al.* (1994) sur des espèces du genre *Boerhavia* L., de Sambou, (2000) sur *Eragrostis* Wolf., de Sarr *et al.*, (2001) sur *Amaranthus* L., de Mbaye *et al.*, (2001) sur *Corchorus* L., Ngom, (2016) sur *Digitaria* Haller. Leur cycle est généralement adapté à la fois au climat et aux pratiques culturales, en particulier pour les adventices comme *I. aspera*, *I. astragalina*, *I. dendroides*, *I. hirsuta*, *I. pilosa*, *I. senegalensis* et *I. stenophylla* (Noba *et al.*, 2004 ; Bassène *et al.*, 2012; Kâ *et al.*, 2017). Leur cycle de vie

est généralement synchrone avec celui des cultures pluviales annuelles de la zone bioclimatique.

Dans la zone d'affinité sahélienne, les espèces du genre *Indigofera* sont composées essentiellement de thérophytes (7 sur un total de 11, soit 63,63 %). Ce résultat est similaire à ceux de Diédhiou (1998). Il en est de même dans la zone soudanienne.

Les thérophytes sont pratiquement à égalité avec l'ensemble des espèces vivaces du genre *Indigofera* (chaméphytes, hémicryptophytes et phanérophytes) dans la zone phytogéographique d'affinité guinéenne.

Ces résultats corroborent ceux relatifs aux spectres biologiques dans les différentes régions semi-arides sahéliennes de Cornet et Poupon, (1977) ; Grouzis, (1988) ; Akrimi *et al.*, (1995). Cette caractéristique peut être mise en relation avec la prédominance des conditions d'aridité au Sénégal (Diédhiou, 1998). Les thérophytes sont des arido-passives (Evenari *et al.*, 1975) qui passent la saison sèche défavorable sous forme de graines. Ceci explique la dominance des espèces annuelles du genre *Indigofera* dans la région phytogéographique sahélienne. Les thérophytes sont mieux adaptés aux conditions de faible disponibilité en eau et en azote des sols sahéliens (Diédhiou, 1998).

La zone sahélienne définie par les isohyètes 200 et 600 mm, est la zone de transition entre les végétations saharienne et soudanienne (Trochain, 1940), qui se caractérise par une savane arbustive qualifiée de pseudosteppe à *Acacia senegal* (L.) Willd., *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne, *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del. *Combretum aculeatum* Vent., *Ziziphus mauritiana* Lam., *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poir., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Salvadora persica* L. (Akpo et Grouzis, 1996) et d'herbacées annuelles à *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler, *D. gayana* (Kunth) A. Chev., *D. horizontalis* Willd., *D. nuda* Schmach., *D. perrottetii* (Kunth) Stapf et *D. velutina* (Forssk.) P. Beauv. (Ngom, 2016) sur des sols légers principalement sableux. On y retrouve *Indigofera aspera*, *I. diphylla*, *I. sessiliflora*, *I. tinctoria*. Ces espèces se retrouvent souvent en compagnie des espèces ubiquistes comme *I. astragalina* et *I. hirsuta*. L'espèce *Indigofera microcarpa* est une herbacée vivace des sols salés inondables des abords de cours d'eau. Ces résultats confirment les observations de Berhaut (1976) qui signalent que ces espèces sont communes aux milieux sableux. Seule *I. oblongifolia* se retrouve préférentiellement sur les sols hydromorphes limono-argileux. Nos résultats sont conformes avec ceux de Naegelé (1958) concernant la forte représentation de l'argile dans les sols où *I. oblongifolia* est signalée.

La zone phytogéographique soudanienne occupe les zones comprises entre les isohyètes 600 et 1000 mm (Ngom, 2015). C'est le domaine des savanes arborées à arbustives dominées par *Combretum glutinosum* Perr. ex DC. (Camara, 2000 ; Björghdal et Camara, 2001) et des

savanes boisées (Sonko, 2000 ; Sambou, 2004), avec une empreinte xérophytique souvent marquée (Trochain, 1940). Les savanes arbustives des plateaux à dalle latéritique et des plateaux à sols gravillonnaires à rocailloux de la zone soudanienne, sont les habitats naturels à *Indigofera geminata*, *I. leptocarpa*, *I. nigritana*, *I. terminalis* et *I. trichopoda*. C'est aussi l'habitat du *Ficus cordata* Thunb. et *F. exasperata* Vahl (Diop, 2013).

Les savanes arborées à arbustives sont observées sur les sols sableux et sablo-argileux. On y retrouve *Indigofera bracteolata*, *I. garckeana* et *I. stenophylla*. Cette végétation abrite aussi *Ficus glumosa* Del. var. *glaberrima* Mart (Diop, 2013).

Les savanes boisées sont observées sur les sols argilo-sableux avec comme espèces *Indigofera dendroides* et *I. macrocalyx*. C'est le domaine de *Ficus dicranostyla* Mildbr. et *F. iteophylla* A. Rich. (Diop, 2013).

La zone guinéenne couvre les régions qui reçoivent 1100 à 1200 mm de précipitations moyennes annuelles (Ngom, 2015). C'est le domaine des forêts claires et des plantes herbacées non pyrophitiques avec un sol est plus humide, sablo-argilo-limoneux, argilo-limoneux ou sablo-limoneux. Ces types de végétation abritent *Ficus elasticoides* De Wild, *F. glumosa* Del. var. *glumosa* Del., *F. natalensis* Hochst. subsp. *lepreurii* (Miq.) Berg, *F. ottoniifolia* (Miq.) Miq., *F. scott-eliotii* Milbr. & Burnet (Diop, 2013). Le cortège floristique comprend pour la strate ligneuse *Alchornea cordifolia* (Schumach. & Thonn.) Müll.Arg., *Capara procera* DC., *Erythrophleum suaveolens* (Guill. & Perr.) Brenan, *Parinari excella* Sabine, *Morus mesozygia* Stapf, *Morinda geminata* DC., *Saba senegalensis* (A.DC.) Pichon. La strate herbacée est constituée de *Imperata cylindrica* (L.) Raeusch., *Oplismenus burmannii* (Retz.) P.Beauv., *Echinochloa colona* (L.) Link, *Indigofera capitata*, *I. congesta*, *I. congolensis*, *I. deightonii*, *I. elliotii*, *I. heudelotii*, *I. lepreurii*, *I. macrophylla*, *I. nigritana*, *I. nummulariifolia*, *I. paniculata*, *I. spicata* et *I. subulata*.

La zone des Niayes, située le long de la côte nord-ouest de Dakar à Saint Louis, se caractérise par des conditions édapho-climatiques particulières (Trochain, 1940). En effet, La proximité de la nappe phréatique, la nature du sol et l'alizé maritime atténuent le déficit hygrométrique de la saison sèche et permettent la survie d'espèces d'affinité guinéenne alors que la moyenne des précipitations se situe entre 500 et 600 mm. Dans les Niayes, 18 espèces du genre *Indigofera* ont été répertoriées (Trochain, 1940 ; Raynal, 1963 ; Berhaut, 1967 et 1976 ; Ilboudo, 1976 ; Saradoum, 1998). On a recensé six espèces d'affinité sahéenne (*Indigofera aspera*, *I. colutea*, *I. diphylla*, *I. pilosa*, *I. senegalensis* et *I. sessiliflora*) sur les sols sableux et secs de dunes. Pour les espèces d'affinité soudanienne du genre *Indigofera*, elles sont au nombre de quatre : *Indigofera berhautiana*, *I. bracteolata*, *I. dendroides*, et *I. pulchra*. Les rudérales, *Indigofera astragalina* et *I. hirsuta* sont présentes également dans

les Niayes. Cinq de ces espèces se retrouvent dans la zone guinéenne. Il s'agit de *Indigofera macrophylla*, *I. nummulariifolia*, *I. subulata*, *I. heudelotii*, *I. elliotii* et *I. spicata* en compagnie de *Ficus lutea* Vahl, *Ficus ovata* Vahl, *F. sur* Forssk., *F. sycomorus* L. subsp *gnaphalocarpa* (Miq.) Berg. et *F. thonningii* Blume (Raynal, 1963 ; Ilboudo, 1996 ; Saradoum, 1998).

- Les résultats de la présente étude confirme que le Sénégal est un pays à diversité biologique relativement élevée. Cette diversité spécifique est due aux contrastes climatiques entre le Nord sahélien au climat sec et le Sud plus humide, avec des zones de transition climatique comme les zones sahélo-soudanienne, soudano-sahélienne et soudano-guinéenne. Ces zones de transition sont des lieux de haute diversité biologique. A cela s'ajoute l'influence des paramètres physiques (façade maritime, cours d'eau, reliefs, couverture végétale, exposition au vent, au soleil...), des propriétés physiques du sol (porosité, rétention d'eau...) et la nature du sol (argileuse, sableuse, limoneuse...) et sa composition chimique (calcaires, salés...). Le Sénégal compte ainsi 48 espèces du genre *Indigofera* dont une espèce dite endémique des contreforts du Fouta Djallon (*I. leptoclada*). le Burkina Faso, pays sahélien et continental, est relativement moins diversifié avec 46 taxons du genre *Indigofera* (Thiombiano, Schmidt et al., 2012), de même que le Tchad avec 41 espèces (César et Chatelain, 2018). Le Bénin, pays du golfe de Guinée, enregistre 46 espèces du genre *Indigofera* (Akoègniou et al., 2006). la RD Congo avec 68 taxons du genre *Indigofera* (Cronquist, 1954), est nettement plus diversifiée que le Sénégal. La RD Congo est un des pays les plus vastes d'Afrique, situé dans la zone équatoriale avec le fleuve Congo, ses affluents, les lacs et la forêt équatoriale.

Le Sénégal possède une grande variété d'écosystèmes avec une biodiversité relativement importante (Bâ et Noba, 2001). La zone des Niayes, un écosystème particulier et fragile, située le long de la côte nord-ouest de Dakar à Saint Louis, se caractérise par des conditions édapho-climatiques particulières (Trochain, 1940). En effet, La proximité de la nappe phréatique, la nature du sol et l'alizé maritime atténuent le déficit hygrométrique de la saison sèche et permettent la survie d'espèces d'affinité guinéenne alors que la moyenne des précipitations se situe entre 500 et 600 mm. Dans les Niayes, 18 espèces du genre *Indigofera* ont été répertoriées (Trochain, 1940 ; Raynal, 1963 ; Berhaut, 1967 et 1976 ; Ilboudo, 1976 ; Saradoum, 1998). On a recensé six espèces d'affinité sahélienne (*Indigofera aspera*, *I. colutea*, *I. diphylla*, *I. pilosa*, *I. senegalensis* et *I. sessiliflora*) sur les sols sableux et secs de dunes. Pour les espèces d'affinité soudanienne du genre *Indigofera*, elles sont au nombre de quatre : *Indigofera berhautiana*, *I. bracteolata*, *I. dendroides*, et *I. pulchra*. Des espèces ubiquistes telles que *Indigofera astragalina* et *I. hirsuta* sont présentes également dans les

Niayes. On a noté cinq espèces d'affinité guinéenne. Il s'agit de *Indigofera macrophylla*, *I. nummulariifolia*, *I. subulata*, *I. heudelotii*, *I. elliotii* et *I. spicata*

Usages des organes des espèces du genre *Indigofera*

L'usage le plus connu des espèces du genre *Indigofera* est la production de teinture pour le textile (Sianard, 2010). Pourtant les espèces du genre *Indigofera* peuvent avoir d'autres usages notamment dans le domaine de l'agriculture, l'élevage, de la médecine traditionnelle et dans les opérations de restauration ou de réhabilitation environnementale.

Les résultats obtenus permettent de distinguer quatre (4) groupes de taxons :

- ✓ un groupe de cinq (5) taxons à usages multiples : *I. arrecta*, *I. oblongifolia*, *I. suffruticosa* et *I. tinctoria* ;
- ✓ un groupe de taxons à usages limités : *I. astragalina*, *I. berthautiana*, *I. capitata*, *I. colutea*, *I. dendroides*, *I. macrocalyx*, *I. hirsuta*, *I. pulchra*, *I. secundiflora*, *I. stenophylla*, *I. garckeana*, *I. leptoclada*, etc. ;
- ✓ un groupe de taxons à usage unique : *I. leprieurii* (agronomie), *I. macrophylla* (agronomie), *I. simplicifolia* (balais de maison) et *I. terminalis* (agroforesterie) ;
- ✓ un groupe de sept (7) taxons sans usage reconnu : *I. brevifilamenta*, *I. deightonii*, *I. elliotii*, *I. heudelotii*, *I. congolensis*, *I. polysphaera* et *I. trichopoda*.

- Dans le domaine de l'agriculture

Des plantes telles que *Indigofera arrecta*, *I. oblongifolia*, *I. suffruticosa*, *I. tinctoria* sont utilisées comme des plantes de couverture et d'engrais vert (Diédhiou, 1998 ; Jansen *et al.*, 2005 ; Akoègniou *et al.*, 2006). En plus, l'intérêt agronomique des principaux taxa à usage tinctorial est renforcé par l'utilisation des résidus provenant de l'extraction de l'indigo comme engrais. D'autres espèces comme *Indigofera hirsuta*, *I. nummulariifolia*, *I. spicata*, et *I. subulata*, sont surtout employées comme des plantes de couverture, alors que *I. paniculata* est plutôt utilisée comme engrais vert (Akoègniou *et al.*, 2006). Ces plantes du genre *Indigofera* sont capables aussi de fixer l'azote atmosphérique en association symbiotique avec des bactéries du genre *Rhizobium* permettant d'enrichir le sol en azote minéralisé utilisable par les plantes cultivées.

Plusieurs légumineuses cultivées en rotation ou en engrais vert sont considérés comme d'excellents nématicides. Plusieurs études rapportent l'efficacité de l'indigotier contre un grand nombre de nématodes (Rhoades, 1976; Miller et Ahrens, 1969). Les racines en poudre de *I. tinctoria* ont des propriétés insecticides et nématicides (Jansen *et al.*, 2005), tant que la poudre de racines et de graines de *I. arrecta* est insectifuge (Berhaut, 1976) et celle de *I. suffruticosa* est insecticide.

L'utilisation de ces espèces du genre *Indigofera* comme engrais vert constitue une alternative à l'utilisation d'engrais chimiques.

Les propriétés insecticides, insectifuges et nématicides de certaines espèces du genre *Indigofera* peuvent être testées dans l'agriculture biologique.

Beaucoup d'espèces du genre *Indigofera* ont le statut d'adventices des cultures dans les pays tropicaux (Merlier et Montégut, 1982; Le Bourgeois et Merlier, 1995) et au Sénégal (Mbaye, 2002 ; Noba *et al.*, 2004 ; Bassène, 2012 ; Bassène *et al.*, 2018 ; Mballo *et al.*, 2018 ; Kâ *et al.*, 2019) dont une mauvaise gestion peut être dommageable pour les rendements des cultures.

- Dans le domaine de l'élevage

La valeur fourragère est reconnue pour *Indigofera bracteolata*, *I. capitata*, *I. dendroides*, *I. diphylla*, *I. geminata*, *I. hirsuta*, *I. nummulariifolia*, *I. pilosa*, *I. secundiflora*, *I. spicata* (Berhaut, 1976 ; Akoègniou *et al.*, 2006). L'espèce *Indigofera oblongifolia* joue un rôle important dans l'alimentation du bétail et des chevaux en particulier au Sahel (Berhaut, 1976 ; Diédhiou, 1998). Les rameaux feuillés de *Indigofera tinctoria* sont utilisés pour l'alimentation du bétail au Sahel (Diédhiou, 1998). Les branches feuillées de cette plante vivace, peuvent fournir un fourrage intéressant pour les lapins (Lebas, 2005). Les moutons montrent une bonne appétence pour la plante entière de *I. arrecta* (Jansen *et al.*, 2005). Des espèces telles que *Indigofera aspera*, *I. astragalina*, *I. berhautiana*, *I. colutea*, *I. hirsuta*, *I. microcarpa*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. stenophylla*, *I. suffruticosa* sont aussi appréciés par le bétail (Ould Mohamed Vall *et al.*, 2015). Les autres taxa appréciés sont *I. garckeana*, *I. pulchra* (observations personnelles) et *I. macrocalyx* est brouté par les moutons (informations recueillies auprès d'un paysan sérére habitant dans un village situé près de Forêt classée de Patako). Cette digestibilité des organes de certaines espèces comme *Indigofera arrecta*, *I. costata*, *I. hirsuta*, *I. oblongifolia*, *I. pilosa*, *I. spicata* et *I. subulata*, présentes dans la flore du Sénégal a été confirmée par les résultats des travaux de Hassen *et al.*, 2007. Dans la liste des principales plantes fourragères de la forêt classée de Bandia (Diop, 1981) figurent *Indigofera oblongifolia* et *I. secundiflora*.

- Pour la restauration environnementale

L'amélioration des conditions de vie dans les zones arides et semi-arides passe par la restauration des terres dégradées (Diédhiou, 1994). Cette restauration est possible pour des terres dégradées ayant conservé leur potentiel de régénération, par protection ou mise en repos temporaire (Grouzis, 1988 ; Matty et Diatta, 1999). Les Légumineuses autochtones comme les espèces du genre *Indigofera* ont été préconisées (Grouzis, 1991). Les Légumineuses pérennes considérées comme clef de voûte dont la réintroduction dans un écosystème dégradé

faciliteraient la rétablissement des autres espèces autochtones (Aronson *et al.*, 1993 ; Vincke et Diédhiou, 1995). En plus, ces espèces du genre *Indigofera* sont capables de se mycorhizer permettant aux plantes de mieux supporter les stress environnementaux.

- Sur le plan de la médecine traditionnelle

L'accès aux médicaments conventionnels est réduit dans les zones rurales et les pratiques culturelles restent encore importantes (OMS, 2008). Les espèces du genre *Indigofera* que l'on peut considérer comme les plus importants en médecine traditionnelle au Sénégal sont: *Indigofera arrecta*, *I. colutea*, *I. congesta*, *I. dendroides*, *I. macrocalyx*, *I. oblongifolia*, *I. nigritana*, *I. paniculata*, *I. pulchra*, *I. suffruticosa* et *I. tinctoria*.

Pour l'espèce *Indigofera arrecta*, l'usage de ses organes en médecine traditionnelle a été cité par plusieurs auteurs (Berhaut, 1976 ; Nacoulma, 1996 ; Jansen *et al.*, 2005 ; Bekalo *et al.*, 2009). Les feuilles et les racines de *I. arrecta* sont utilisées en infusion ou en décoction comme anti-splasmodiques, sédatives, vermifuges, fébrifuges, diurétiques, purgatives et anti-blennorragiques, ainsi que dans le traitement des infections des gencives, la gonorrhée, l'épilepsie, la jaunisse, le diabète sucré et l'ulcère peptique (Jansen *et al.*, 2005). Les racines de *I. arrecta* sont aussi utilisées par voie orale (décoction ou mâcher à l'état frais) pour traiter des crampes abdominales en Ethiopie (Bekalo *et al.*, 2009). Cette utilisation médicinale des feuilles et des racines été relevée par Berhaut (1976) qui lui reconnaît en plus une réputation d'antidote de l'arsenic et du mercure. Par ailleurs, des extraits de *I. arrecta* ont des propriétés anti-plasmodiques, antibactériennes, anti-oxydantes (Nacoulma, 1996).

Il ressort que *I. colutea*, *I. macrocalyx*, *I. nigritana* et *I. tinctoria* constituent de bonnes sources de drogues anti oxydantes, inhibitrices d'enzymes et à activités bactériennes. Ces activités justifient leur usage dans le traitement du paludisme, de la dysenterie, de dermatoses, des maladies inflammatoires et des hépatites. Selon Peruma Samy (1998) cité par Bakasso *et al.* (2009), l'espèce *I. colutea* a des propriétés anti-inflammatoires et est utilisée dans le traitement des douleurs de l'estomac.

Les extraits de *I. dendroides* ont des propriétés antibactériennes (Mathabe *et al.*, 2006) et anti-inflammatoires (Esimone *et al.*, 1999 cité par Bakasso *et al.*, 2009). L'usage des organes de *I. dendroides* est confirmé au Sénégal (Kerharo et Adam, 1974 ; Berhaut, 1976). Le traitement des panaris, des abcès et de la lèpre par des plantes de *I. dendroides* a été confirmé (Bouquet, 1969 ; Kerharo et Adam, 1974 ; Adjanohoun *et al.*, 1988).

Le jus des plantes de *I. hirsuta* est utilisé en cas de traumatisme du globe oculaire et d'inflammation des paupières ou pour se débarrasser d'une filaire qui s'est infiltré dans le tissu conjonctif de l'œil (Bouquet, 1969 ; Berhaut, 1976). Au Sénégal, la poudre issue des

graines de *I. hirsuta* est aussi utilisée dans le traitement de diverses affections oculaires (Berhaut, 1976).

Les tiges feuillées de *I. nigritana* sont utilisées en usage interne au Burkina Faso dans le traitement du paludisme, des douleurs gastro-intestinales chez l'enfant, des dermatoses, des mycoses, de la bourbouille, des infections sexuellement transmissibles (I.S.T.), des néphrites, de l'épilepsie, du diabète, de l'hypogalactie et de la fatigue selon Nacoulma (1996).

L'espèce *I. oblongifolia*, à travers l'indigotine et l'acide indigoférique qu'elle contient, inhibe la lipoxygénase, d'où ses propriétés anti-inflammatoires (Sharif *et al.*, 2005). L'espèce *I. oblongifolia* a une propriété hépatoprotectrice selon Sharif *et al.*, 2005. Des études de toxicité induite par le tétrachlorure de carbone et le D-galactosamine, réalisées sur les rats ont montré l'effet protecteur de *I. oblongifolia* vis-à-vis du foie des rats.

La plante entière de *I. pulchra* est utilisée traditionnellement (Adamu *et al.*, 2005 ; Abubacar *et al.*, 2006) dans le traitement du paludisme et de la dysenterie. L'espèce *I. pulchra* a des propriétés antibactériennes (Dahot *et al.*, 1999).

Les extraits de feuilles de *I. tinctoria* entrent dans le traitement de l'épilepsie, des troubles nerveux, de l'asthme, de la bronchite, de la fièvre, des maladies de l'estomac, du foie, des reins, de la rate, etc., (Jansens *et al.*, 2005). Selon des croyances sérères, le bain de macéré de feuilles de *I. tinctoria* permet de se protéger contre les maladies contagieuses comme le coronavirus.

- Ces espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal peuvent apporter des solutions pour le traitement de maladies telles que l'asthme, les maladies liées au dysfonctionnement du foie (hépatite, jaunisse), des reins, l'épilepsie, le diabète, la lèpre, le diabète sucré et l'ulcère peptique, la leucémie chronique.

Dans certaines régions d'Afrique, le port d'habits teintés à l'indigo est réputé prévenir les maladies de la peau (Jansen *et al.*, 2005).

- Pour la production de teinture d'origine végétale

Aucune plante n'a tenu une place aussi importante dans autant de civilisations que les espèces du genre *Indigofera* (Ouédraogo, 1996). Il s'agit essentiellement de *Indigofera arrecta*, *I. suffruticosa* et *I. tinctoria*. En Afrique occidentale, l'indigo est de loin la teinture d'origine végétale la plus connue. Il joue un grand rôle dans les cultures traditionnelles de nombreux peuples comme les Touaregs (Mali, Niger), les Sarakholés (Mauritanie, Mali et Sénégal), les Wolofs (Sénégal), les Dioulas et les Baoulés en Côte D'Ivoire, les Youroubas et les Haoussas du Nigeria, les Bamilékés du Cameroun, etc., (Jansen *et al.*, 2005).

Il ressort de ces résultats que :

- Les espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal peuvent apporter des solutions pour le traitement de maladies telles que l'asthme, les maladies liées au dysfonctionnement du foie (hépatite, jaunisse), des reins, l'épilepsie, le diabète, la lèpre, le diabète sucré et l'ulcère peptique, la leucémie chronique.

- Pour une valorisation de nos ressources naturelles, la production de la teinture d'origine végétale doit être encouragée car la matière première est disponible. Il est probable que d'autres espèces puissent être utilisées dans la filière de production de teinture comme *Indigofera garckeana* et *I. oblongifolia* en plus de *I. parviflora* et *I. nigritana*.

Caractérisation morphologique :

Les résultats de la présente révision du genre *Indigofera* ont confirmé la complexité de ce groupe taxonomique (Cronquist, 1954) :

Au stade de la plante adulte :

Au niveau de forme biologique : les espèces du genre *Indigofera* sont souvent des plantes **herbacées annuelles** (*I. aspera*, *I. astragalina*, *I. bracteolata*, *I. senegalensis*, *I. macrocalyx*, etc.), des plantes **herbacées vivaces** (*I. berhautiana*, *I. capitata*, *I. diphylla*, *I. leptoclada*, *I. microcarpa*, *I. pulchra*, *I. spicata*, *I. subulata*), et des **plantes arbustives** (*I. arrecta*, *I. congesta*, *I. elliotii*, *I. heudelotii*, *I. macrophylla*, *I. oblongifolia*, *I. suffruticosa*, *I. terminalis* et *I. tinctoria*).

Au niveau du port : Très souvent le port est dressé (*I. arrecta*, *I. aspera*, *I. astragalina*, *I. berhautiana*, *I. bracteolata*, *I. capitata*, *I. brevifilamenta*, *I. dendroides*, *I. elliotii*, *I. senegalensis*, *I. simplicifolia*, *I. stenophylla*, etc.). Il peut être étalé (*I. diphylla*, *I. macrocalyx*, *I. microcarpa*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. spicata*), rarement sarmenteux (*I. macrophylla*) et lianescent (*I. subulata*).

Au niveau de la tige : le plus souvent la tige est cylindrique (*I. arrecta*, *I. aspera*, *I. astragalina*, *I. berhautiana*, *I. bracteolata*,..., *I. sp.*), parfois côtelée (*I. costata*, *I. nummulariifolia*, *I. spicata*), rarement anguleuse (*I. suffruticosa*), cannelée (*I. hirsuta*), quadrangulaire (*I. garckeana*), souvent herbacée, sous-ligneuse (*I. capitata*, *I. garckeana*, *I. leptoclada*) et ligneuse (*I. arrecta*, *I. congesta*, *I. elliotii*, *I. heudelotii*, *I. macrophylla*, *I. oblongifolia*, *I. suffruticosa*, *I. terminalis* et *I. tinctoria*).

Au niveau des feuilles :

- La présence de stipelles sur certaines espèces à feuilles pennées (*I. congolensis*, *I. geminata*, *I. hirsuta*, *I. leptoclada*, *I. suffruticosa*, *I. tinctoria*)
- L'absence de stipelles sur d'autres espèces à feuilles pennées (*I. arrecta*, *I. aspera*, *I. astragalina*, *I. berhautiana*, *I. brevifilamenta*, *I. bracteolata*, *I. capitata*, *I. congesta*,

I. elliotii, *I. heudelotii*, *I. macrocalyx*, *I. macrophylla*,... *I. oblongifolia*, *I. suffruticosa*,
I. terminalis, *I. tinctoria*, *I. trichopoda*, *I. sp.*

- La présence d'espèces à feuilles simples telles que *I. lepreurii*, *I. nummulariifolia*,
I. paniculata, *I. polysphaera* et *I. simplicifolia*.
- La présence d'espèces à feuilles composées de 2 folioles caractérisant *I. diphylla*
- La présence d'espèces à feuilles composées de 3 folioles comme *I. pilosa* et
I. subulata.
- La présence d'espèces à feuilles uniquement pennées telles que *I. arrecta*, *I. aspera*,
I. astragalina, *I. berthautiana*, *I. brevifilamenta*, *I. capitata*, *I. colutea*, *I. congesta*,
I. congolensis, *I. deightonii*, *I. dendroides*, *I. elliotii*, *I. garckeana*, *I. heudelotii*,
I. hirsuta, *I. macrocalyx*, *I. macrophylla*, *I. microcarpa*, *I. oblongifolia*, *I. parviflora*,
I. priureana, *I. secundiflora*, *I. sessiliflora*, *I. stenophylla*, *I. suffruticosa*, *I. tinctoria*,
I. trichopoda et *I. sp.*
- La présence d'espèces à feuilles pennées portant des feuilles simples comprenant
I. bracteolata, *I. geminata*, *I. leptoclada*, *I. nigritana*, *I. pulchra* et *I. trichopoda*.

Au niveau de l'inflorescence :

- Inflorescence terminale : *I. capitata* et *I. terminalis*
- Inflorescence axillaire : *I. berthautiana*, *I. bracteolata*, *I. geminata*, *I. leptoclada*,
I. paniculata, etc.
- Terminale et axillaire : *I. congesta* et *I. pulchra*
- Inflorescences en racème : *I. aspera*, *I. astragalina*, *I. brevifilamenta*, *I. congolensis*, etc.
- Inflorescence en panicule : *I. paniculata*
- Inflorescence en épi : *I. arrecta*, *I. diphylla*, *I. spicata*, *I. simplicifolia*
- Fleurs solitaires : *I. berthautiana*, *I. bracteolata*, *I. leptoclada*, *I. nigritana*,
I. trichopoda

Au niveau des gousses :

- Gousses spinescentes uniquement observées chez *I. nummulariifolia*
- Gousses cylindriques chez la plus part des espèces du genre *Indigofera* (*I. arrecta*,
I. astragalina, *I. brevifilamenta*, *I. colutea*, *I. congolensis*..... , *I. tinctoria* et *I. sp*)
- Gousses plates chez *I. aspera*, *I. bracteolata*, *I. deightonii*, *I. leptoclada*,
I. senegalensis et *I. trichopoda*
- Gousses obovoïdes chez *I. capitata*, *I. congesta* et *I. pulchra*
- Gousses ovales chez *I. terminalis*
- Gousses suborbiculaires chez *I. macrocalyx*

- Gousses dressées comme celles de *I. leprieurii*, *I. prioureana*, *I. simplicifolia*, *I. stenophylla*, *I. sp*
- Gousses réfléchies comme chez *I. arrecta*, *I. aspera*, *I. astragalina*, *I. costata*, *I. diphylla*, *I. garckeana*, *I. hirsuta*, *I. macrophylla*, *I. microcarpa*, *I. oblongifolia*, *I. parviflora*, *I. secundiflora*, *I. senegalensis*, *I. spicata*, *I. suffruticosa* et *I. tinctoria*.
- Gousses pendantes chez *I. brevifilamenta*, *I. colutea*.

Au niveau microscopique : poils naviculaires, poils simples glanduleux, poils simples non glanduleux, points glanduleux

Plantes adultes :

➤ Clé de détermination basée sur les feuilles

Les espèces se subdivisent en trois (3) groupes :

Espèces du genre ***Indigofera* à feuilles simples** (groupe 1) :

- La forme obovale ou suborbiculaire du limbe et la forme falciforme des stipules discriminent l'espèce *I. nummulariifolia* des quatre autres espèces à feuilles simples.

A la base des feuilles simples des espèces répertoriées, des stipelles n'ont pas été observées pour qu'on puisse parler de feuilles unifoliolées.

Ces résultats ne sont pas conformes aux descriptions de Cronquist (1954), de Akoègniou *et al.*, (2006) et de César et Chatelain (2019) qui parlent de feuilles unifoliolées chez ces espèces du genre *Indigofera* à feuilles simples. La présence de stipelles permet de discriminer une feuille simple sans stipelles comme celle de *I. nummulariifolia* d'une feuille unifoliolée avec des stipelles comme la feuille de *I. pilifera* de la flore d'Australie (Wilson et Rowe, 2004) ou *I. caloneura* de la flore de Thaïlande (Mattapha et chantaranonthal, 2012). Les feuilles simples portent des bourgeons axillaires qui sont absents à l'aisselle des folioles.

- La longueur et la largeur du limbe ont contribué à dissocier le couplet *I. paniculata* et *I. polysphaera* du couplet *I. leprieurii* et *I. simplicifolia*. La longueur du pétiole a aussi permis de séparer les taxons des deux couplets.
- La longueur du pétiole a permis de séparer *I. polysphaera* à feuilles subsessiles (pétiole long de moins de 1 mm) de *I. paniculata* (pétiole long de plus de 1 mm).

Espèces du genre ***Indigofera* à feuilles pennées** :

- Le nombre de feuilles composées a permis de séparer un sous-groupe d'espèces à feuilles bifoliolées et trifoliolées d'un autre sous-groupe à feuilles pennées
- L'espèce *I. diphylla* à feuilles bifoliolées se détache du sous-groupe d'espèces à feuilles trifoliolées comprenant *I. pilosa* et *I. subulata*.

- La foliole terminale nettement plus longue que les folioles latérales et la pilosité hirsute chez *I. pilosa* permettent de la discriminer de *I. subula* à folioles de même taille et à pubescence rase.
- Dans le sous-groupe d'espèces à 5 folioles, la disposition alterne des folioles latérales permet de séparer *I. oblongifolia* des autres espèces comme *I. berthautiana* et *I. deightonii*. Les poils naviculaires denses, soyeux et argentés de *I. berthautiana* suffisent pour la distinguer de *I. deightonii* à poils naviculaires peu denses, non soyeux ni argentés
- Dans le sous-groupe d'espèces à feuilles portant plus de 17 folioles, le nombre de folioles permet d'identifier *I. priureana* à feuilles composées de 25 folioles par rapport à *I. dendroides* à feuilles ayant plus de 25 folioles.

Cette clé permet d'identifier sans ambiguïté *I. astragalina* de *I. hirsuta*, contrairement à Thiombiano & Schmidt *et al.* 2012, de même que *I. suffruticosa* et *I. tinctoria*.

Espèces du genre *Indigofera* à **feuilles pennées portant des feuilles simples**

- Le nombre de folioles divise le groupe 3 en deux associations de taxons, l'une à rachis portant 7 folioles et l'autre à rachis portant plus de 7 folioles.
- Ce nombre de folioles a permis de distinguer *I. pulchra* avec 15 folioles par rapport au sous-groupe de taxons à 9 folioles.
- Le plus grand développement de la foliole terminale par rapport aux folioles latérales et le non prolongement du rachis au-delà des folioles latérales chez *I. geminata* permettent de la distinguer de *I. trichopoda* où les folioles latérales ont la même taille que la foliole terminale et que le rachis se prolonge au-delà de la dernière paire de folioles latérales.

Dans la flore du Sénégal, Berhaut (1967), le prolongement du rachis au-delà de la dernière paire de folioles a été rattaché au pétiole de la foliole terminale qui est décrit comme plus long que les pétioles des folioles latérales.

- La longueur des pétioles permet de discriminer *I. nigritana* des taxons à folioles subsessiles comme *I. bracteolata* et *I. leptoclada*.
- La présence de stipelles à la base des folioles chez *I. leptoclada* et leur absence chez *I. bracteolata*, permettent de discriminer ces deux taxons et de lever toute confusion.

➤ **Sur l'inflorescence et la fleur**

C'est une clé permettant d'améliorer les clés classiques basées sur les traits de caractères morphologiques de l'inflorescence et de la fleur. Les descriptions sont relativement plus homogènes contrairement aux clés de Berhaut (1967, 1976) qui ne précisent pas le caractère sessile des fleurs des espèces comme *Indigofera congesta* et *I. capitata*. La discrimination des taxons peut se faire grâce aux traits de caractères comme la longueur du pédoncule et celle

des pédicelles des fleurs avec l'exemple de *I. astragalina* et *I. hirsuta* ; ces traits de caractères de ces deux organes ne sont pas pris en compte dans la clé de Berhaut (1967).

- Groupe1 d'espèces à fleurs solitaires ou groupées par deux se distingue d'un autre groupe2 d'espèces à fleurs organisées en inflorescence en racème, en panicule ou en épi.
- Dans le groupe1, le trait de caractère sessile des fleurs de *I. berthautiana* le distingue des autres taxons à fleurs pédicellées que sont *I. bracteolata* et *I. leptoclada*.
- La longueur du pédoncule floral permet de discriminer *I. bracteolata* (1 mm de long) par rapport à *I. leptoclada* à pédoncule long de 2 à 5 mm.
- de l'inflorescence (100 à 120 mm) et du pédoncule (10 à 15 mm) de *I. astragalina* se différencient de l'inflorescence et du pédoncule de *I. hirsuta* respectivement de 140 à 160 mm et de 50 à 90 mm.

➤ Sur les gousses

- Le trait de caractère spinescent de la gousse de *I. nummulariifolia* permet de séparer ce taxon des autres espèces du genre *Indigofera* qui ont des gousses inermes. C'est le trait de caractère d'entrée utilisé par Cronquist (1954) et Ghanzafar (1989) dans les clés de détermination des espèces du genre *Indigofera* respectivement dans les pays des grands lacs anciennement colonisés par le Royaume Belge et dans des zones de savane du Ghana.
- Cette présente clé permet de séparer des espèces de *Indigofera* à gousses plates (*I. aspera*, *I. bracteolata*, *I. deightonii*, *I. leptoclada*, *I. senegalensis* et *I. trichopoda*) des autres taxons spécifiques à gousses non plates (gousses cylindriques, ovoïdes, obovoïdes, ovales et obovales).
- Le trait de caractère de la pilosité mixte (poils naviculaires et poils simples glanduleux) des gousses de *I. colutea* non précisée par Berhaut (1967, 1976) mais relatée par Cronquist (1954) dans la flore du Congo belge et Gillet (1970) a été pris en compte.

➤ Clé complète de la plante adulte du genre *Indigofera*

1. Espèces du genre *Indigofera* à feuilles simples Groupe 1
- 1'. Espèces du genre *Indigofera* à feuilles composées comportant parfois des feuilles simples :
2. Espèces du genre *Indigofera* à feuilles uniquement composées Groupe 2
- 2'. Espèces du genre *Indigofera* à feuilles composées et à feuilles simples Groupe 3
- L'espèce *I. astragalina* a un rachis portant 3 à 5 paires de folioles sans des stipelles contre 2 à 3 paires de folioles pourvues de stipelles chez *I. hirsuta*. Ghazanfar (1989)

parle de *I. hirsuta* portant 9 folioles. Ces deux morphotypes doivent probablement appartenir à deux (2) variétés différentes de *I. hirsuta* car Hutchinson *et al.*, (1958), Lebrun et Stork (1992) signalent la présence en Afrique de l'Ouest de *I. hirsuta* var. *hirsuta* (qui est signalée au Sénégal) et *I. hirsuta* var. *pumila* Welw. ex Bak. Le pédoncule floral est plus court que l'inflorescence et les poils des gousses sont blancs chez *I. hirsuta* var. *pumila* (Hutchinson *et al.*, 1958). Pour *I. hirsuta* var. *hirsuta*, le pédoncule floral bien développé, est au moins 2 fois plus long que l'inflorescence et la gousse porte des poils plutôt bruns. La tige de *I. astragalina* est cylindrique alors que celle de *I. hirsuta* est plutôt cannelée. L'inflorescence est en racème relativement dense chez *I. astragalina* et plutôt lâche chez *I. hirsuta*. Le pédoncule floral est relativement plus court chez *I. astragalina* (10 à 15 mm de long) et relativement plus long au niveau de *I. hirsuta* (50 à 90 mm de long). Les gousses de *I. astragalina* sont cylindriques et relativement plus courtes (10 à 12 mm) et celles de *I. hirsuta* sont plutôt anguleuses et plus longues (17 à 28 mm). Les résultats obtenus pour ces deux taxons sont conformes aux travaux de Berhaut (1967 ; 1976) ; d'Adjanohoun *et al.*, (1980) et d'Akoègniou *et al.*, (2006). Même si *I. astragalina* et *I. hirsuta* sont décrites comme des taxons distincts par César et Chatelain (2019), leurs inflorescences sont qualifiées de denses. Cela n'est pas en phase avec les résultats de la présente étude car l'inflorescence de *I. astragalina* est nettement plus dense et celle de *I. hirsuta* est plutôt lâche.

- L'espèce *Indigofera bracteolata* est considérée dans la présente révision des taxons du genre *Indigofera* au Sénégal comme une espèce herbacée annuelle tandis que *I. leptoclada* a été classée comme une espèce herbacée à souche vivace. Ces résultats sont conformes aux données de Berhaut (1957 ; 1976), Adjanohoun *et al.*, (1980) et Akoègniou *et al.*, 2006. Cet avis n'est pas partagé par Thiombiano & Schmidt *et al.*, (2012) qui considèrent *I. bracteolata* comme plante herbacée vivace tandis qu'*I. leptoclada* est une plante herbacée annuelle. Ces deux taxons sont morphologiquement proches comme l'a reconnu Berhaut (1976), *I. leptoclada* porte des folioles ayant des stipelles axillaires et l'inflorescence est uniquement axillaire. Pour *I. bracteolata*, classée aussi comme une herbacée annuelle par César et Chatelain (2019), les folioles sont dépourvues de stipelles et les fleurs axillaires sont soit solitaires soit groupées en inflorescences axillaires en racèmes.
- Pour Berhaut (1976), *I. terminalis* porte des folioles bien opposées, rachis de 5 à 6 paires de folioles. Les résultats de cette présente thèse indiquent que le rachis peut porter 7 paires de folioles parfois subopposées.

- L'espèce *I. subulata* est une espèce bien vivace (observation personnelle) conformément aux résultats de Cronquist (1954) et Diédhiou (1998) alors que Berhaut (1967 et 1976) est resté imprécis.
- Des pieds de *I. elliotii* à folioles opposées ou subopposées, ont été retrouvés en Casamance près des rizières, alors que Berhaut (1967 ; 1976) ne signale ce taxon qu'à Sangalkam, près du cordon littoral. Par ailleurs, ce taxon a été nommé comme *I. heudelotii* var. *elliotii* Bak. (Berhaut, 1976). Ce nom est rejeté par Lebrun et Stork (1992). Le rachis de *I. elliotii* porte 3 à 4 paires de folioles obovales, les gousses sont glabres. L'espèce *I. heudelotii* dispose de rachis portant 4 à 6 paires de folioles plutôt elliptiques, les gousses sont légèrement pubescentes.
- L'espèce *I. brevifilamenta* porte des poils simples glanduleux sur les valves des gousses contrairement aux résultats de Gillet (1959), conformément à ceux de Cronquist (1954) et Akoégniou *et al.*, (2006).

Jeunes plants

- Cette clé est une contribution pour permettre l'identification des espèces du genre *Indigofera* aux stades juvéniles (plants) qui est considérée comme la première difficulté rencontrée par le malherbologue (Merlier et Montégut, 1982).
- Chez le genre *Indigofera*, les feuilles cotylédonaire sont généralement de même forme et de même dimension pour chaque espèce contrairement aux espèces du genre *Boerhavia* (Noba, 1990) et du genre *Trianthema* (Merlier et Montégut, 1982) où l'anisophyllie est observée entre les deux (2) feuilles cotylédonaire.
- La nervation des feuilles cotylédonaire souvent négligée à tort (Merlier et Montégut, 1982) apparait comme un caractère déterminant de discrimination des taxons du genre *Indigofera* à l'état jeunes plants. Elle permet de séparer des taxons à feuilles cotylédonaire non nervées (innervées) comme *Indigofera dendroides*, *I. colutea*, *I. costata*, *I. pilosa*, *I. senegalensis*, *I. spicata*, *I. terminalis*,..., d'une part, des taxons de plants à feuilles cotylédonaire relativement bien nervées comme *I. astragalina*, *I. garckeana*, *I. macrophylla*, *I. nummulariifolia*, *I. simplicifolia*.
- La clé de détermination des jeunes plants du genre *Indigofera* a mis en exergue la valeur taxonomique du pétiole des feuilles cotylédonaire. Les jeunes plants des espèces du genre *Indigofera* sont souvent subsessiles (Merlier et Montégut, 1982).
- On a dissocié *I. leprieurii* et *I. spicata* à cotylédons sessiles des autres espèces du genre *Indigofera* à cotylédons pétiolés.
- Les plants d'espèces à cotylédons subsessiles (pétiole long de moins 0,5 mm) comme *I. aspera*, *I. congolensis*, *I. berhautiana*, *I. diphylla*, *I. heudelotii*, *I. leptoclada*,

I. macrocalyx, *I. pulchra*, *I. secundiflora*, *I. subulata* et *I. tinctoria* se distinguent du groupe d'espèces dont les plants sont pourvus de feuilles cotylédonaire à pétiole long de plus 0,5 mm. Dans ce dernier lot on retrouve *I. astragalina*, *I. capitata*, *I. colutea*, *I. costata*, *I. dendroides*, *I. garckeana*, *I. geminata*, *I. hirsuta*, *I. macrophylla*, *I. nummulariifolia*, *I. oblongifolia*, *I. paniculata*, *I. parviflora*, *I. pilosa*, *I. prioureana*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*, *I. simplicifolia*, *I. stenophylla*, *I. terminalis*. Si les plantes adultes de *Indigofera congolensis* et *I. geminata* sont confondues (African plants database), les jeunes plants peuvent se distinguer à partir de la longueur du pétiole.

- Par contre cette longueur du pétiole des feuilles cotylédonaire ne permet pas de bien distinguer *I. astragalina* de *I. hirsuta* qui sont même considérées comme des taxons synonymes (Thiombiano & Schmidt *et al.*, 2012).
- La longueur de l'épicotyle a une certaine valeur systématique dans la clé de détermination des jeunes plants du genre *Indigofera*. Les plants de *I. aspera* se particularisent par l'absence d'épicotyle.
- La longueur et la couleur de la base de l'hypocotyle sont des traits de caractères morphologiques remarquables dans l'identification des jeunes plants du genre *Indigofera*.
 - Des espèces à port étalé comme *I. diphylla*, *I. nummulariifolia* et *I. spicata* disposent d'hypocotyles relativement courts (longueur inférieure à 10 mm). Ce résultat a été observé chez des plantes rampantes (Merlier et Montégut, 1982) et notamment au niveau du genre *Boerhavia* (Noba, 1990) où *B. repens* L. au port rampant, dispose d'hypocotyles longs de 0,5 à 1,5 cm contre des hypocotyles longs de 2 cm pour *Boerhavia erecta* L. qui a un port dressé.
 - Des hypocotyles plus longs ont été observés auprès des taxons à port dressé comme chez *I. leprieurii* (hypocotyles longs de 55 à 65 mm) et *I. dendroides* (hypocotyles longs de 40 à 50 mm).
- Le gradient foliaire des jeunes plants est certainement le trait de caractère morphologique le plus apparent. Il a permis de lever des blocages légués par les précédents traits de caractères morphologiques des jeunes plants du genre *Indigofera*. Les premières feuilles juvéniles sont simples, suivies de feuilles trifoliées pour les taxons à feuilles composées imparipennées. La valeur taxonomique du gradient foliaire justifie son utilisation courante dans des clés d'identification de jeunes plants élaborés dans nombreuses études (Merlier et Montégut, 1982 ; Sarr T., 2003).

Par ailleurs, chez le genre *Tephrosia*, la seule clé d'identification des plants est basée sur le gradient foliaire (Sarr T., 2003).

Affinités interspécifiques et tendances évolutives

Les coefficients de similitude sont supérieurs à 65 % : ils varient de 69,80 à 90,20 %. Les distances taxonomiques entre les taxons du genre *Indigofera* varient de 0,34 à 0,55.

Les résultats de la taxonomie numérique montrent une proximité taxonomique plus maquée entre :

- *I. arrecta* et *I. suffruticosa* sont des plantes arbustives, pérennes, à feuilles composées imparipennées, à folioles opposées, à gousses réfléchies et plantes des lieux habités. La distance taxonomique entre les deux taxons est peu élevée avec 0,38.
- *I. macrophylla* et *I. subulata* affichent leur proximité taxonomique à travers : le caractère lianescent, des plantes pérennes, des gousses réfléchies, des taxons de galeries forestières d'affinité plutôt guinéenne sur sols limoneux et sablo-argileux.
- *I. microcarpa* semble plus liée à *I. oblongifolia* : des plantes pérennes savanicoles, d'affinité sahélienne sur sols salés, à tiges cylindriques, à inflorescence en racèmes spiciformes, (pédicelles floraux longs de 0,5 à 1 mm), gousses réfléchies.
- *I. hirsuta*, *I. astragalina* et *I. aspera* partagent des traits de caractères comme des plantes annuelles, à feuilles composées imparipennées, à foliole terminale plus développée que les folioles latérales, des stipules filiformes, à inflorescence en racèmes spiciformes, des pédicelles longs de 0,5 à 1 mm, des gousses réfléchies pubescentes pourvues de bec au sommet, souvent *des* adventices des cultures.
- *I. nummulariifolia* présente plus de proximités taxonomiques avec *I. spicata* : plantes herbacées annuelles d'affinité guinéenne, à port étalé, plantes longues de 30 à 90 cm, tiges côtelées, à inflorescence en racèmes axillaires, à fleurs à corolle rose.
- Le coefficient de similitude entre *Indigofera leptoclada* et *I. trichopoda* est de 90,20 %. Les deux espèces *I. leptoclada* et *I. trichopoda* se révèlent très proches à travers leurs feuilles composées imparipennées et des feuilles simples sur les rameaux florifères, leurs inflorescences en fleurs solitaires, inféodées aux plateaux cuirassés (appelés *bowé* en peul) des savanes arbustes soudaniennes du Sénégal oriental
- Les espèces *I. brevifilamenta* et *I. sp* partagent la même classe à travers les traits de caractères partagés tels que plantes herbacées annuelles à feuilles composées imparipennées, à pubescence mixte avec des poils naviculaires appliqués et des poils simples glanduleux sur les tiges, pétioles et gousses, plantes savanicoles affinité soudanienne sur sols gravillonnaires.
- Les résultats du cladogramme ont confirmé le caractère discriminant du substrat en distinguant un groupe de taxons inféodés aux plateaux sur dalle latéritique (*I. geminata*,

I. leptoclada, *I. terminalis*, *I. trichopoda*) et sur sols gravillonnaires (*I. brevifilamenta*, *I. sp*) d'un autre groupe des taxons attachés aux sols non latéritiques (*I. aspera*, *I. berhautiana*, *I. capitata*, *I. congesta*, *I. congolensis*, *I. deightonii*, *I. diphylla*, *I. elliotii*, *I. pilosa*, *I. pulchra*, *I. senegalensis*, *I. sessiliflora*)

- Ces résultats de la taxonomie numériques basés sur des paramètres morphologiques, chorologiques et écologiques sont presque similaires à ceux de Schrire *et al.*, (2003) basés sur la caractérisation moléculaire et morphologique et à ceux de Soladoye *et al.*, (2010). La proximité de *I. suffruticosa* avec *I. tinctoria* d'une part et entre *I. paniculata* et *I. tetrasperma* d'autre part ont été confirmées. Cette proximité entre *I. suffruticosa* et *I. tinctoria* justifie les travaux de Jahari *et al.*, (2015) basés sur les traits de caractères morphologiques entre ces taxons.

En considérant un indicateur de phylogénie comme **le type de feuilles**, les groupes taxonomiques à feuilles composées seraient plus évolués que ceux à feuilles simples. Ce résultat a été illustré avec les ACP, puis confirmés par le cladogramme.

Le groupe 1 :

En prenant comme indicateur de phylogénie, **le nombre de folioles** :

Un taxon à nombre de folioles plus élevé (*I. dendroides* avec ses 20 paires de folioles) est classé comme moins évolué qu'un autre à folioles moins élevé (*I. aspera* avec 2 à 3 paires de folioles).

En considérant la **disposition des folioles** sur la rachis :

Des espèces du genre *Indigofera* à folioles opposées comme *I. astragalina*, *I. hirsuta*, *I. stenophylla* sont considérées comme plus évoluées que celles dont les folioles sont alternes telles que *I. oblongifolia* et *I. spicata*. Les espèces dont les feuilles composées à folioles subopposées seraient des groupes taxonomiques intermédiaires (*I. tinctoria*).

En prenant **le regroupement des fleurs** comme indicateur de phylogénie :

Les espèces du genre *Indigofera* à fleurs regroupées en inflorescences (*I. arrecta*, *I. astragalina*, *I. pulchra*, etc.) sont considérées comme plus évoluées que des espèces à fleurs solitaires (*I. berhautiana*, *I. nigritana* et *I. trichopoda*). Des espèces telles que *I. bracteolata* et *I. leptoclada* se retrouvent comme des taxons intermédiaires entre les deux classes.

**CONCLUSION GENERALE
&
PERSPECTIVES**

CONCUSION GENERALE ET PERSPECPECTIVES

Cette étude dont l'objectif général est de contribuer à une meilleure connaissance de la diversité du genre *Indigofera* au Sénégal aux points de vue chorologique, écologique, utilitaire et morphologique, a permis de tirer les conclusions suivantes :

Le genre *Indigofera* à égalité avec le genre *Cyperus* avec 44 espèces avant cette présente étude, devient le genre le plus diversifié des phanérogames de la flore du Sénégal avec quatre (4) nouvelles espèces soit un total de **48 taxons**. Il s'agit:

- *Indigofera brevifilamenta* et *I. sp* à Sabodala (Sénégal oriental)
- *I. deightonii* à Kolda (Haute Casamance)
- *I. polysphaera* à Kolda (Haute Casamance)

Les espèces du genre *Indigofera* répertoriées dans la flore du Sénégal sont relativement bien distribuées dans le monde et en particulier dans les tropiques. Ces espèces du genre *Indigofera* au Sénégal, sont essentiellement d'origine africaine (69,66 %), suivies de loin par des espèces d'origine afro-asiatique (15,90 %) ; puis celles d'origine afro-asiatique et australienne (6,66 %).

La majorité des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal (60 %), est constituée par des espèces annuelles (thérophytes), à cycle de vie très court. Le genre *Indigofera* est plus diversifié dans les Niayes (18 espèces) et dans la zone soudanienne (17 espèces) alors qu'il est moins diversifié (10) dans la zone sahélienne. *Indigofera* reste relativement assez diversifié en zone guinéenne avec 16 taxons spécifiques. Il ressort de ces résultats que la diversité du genre *Indigofera* varie en fonction de la pluviométrie et des conditions édapho-climatiques.

Cette révision des espèces du genre *Indigofera* au Sénégal a permis de renforcer la collection de l'herbier DAKAR et d'apporter quatre taxons nouveaux pour la flore du Sénégal : *Indigofera brevifilamenta*, *I. deightonii*, *I. polysphaera* et *I. sp*; et aussi de collecter des échantillons de plantes de la flore du Sénégal que Berhaut n'a pas rencontré et qui ont été collectés par Fotius dans la région de Kédougou : *Neuracanthus niveus* S. Moore (Fotius K. 256/a) et *Heeria pulcherrima* (Schweinf.) O. Kze (Fotius k. 65 a).

La présente étude a permis d'élaborer quatre (4) clés d'identification des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal à l'état adulte et une (1) clé de détermination des jeunes plants.

Les résultats obtenus sur les coefficients de similitude, les distances taxonomiques, l'Analyse Factorielle des Correspondances et le cladogramme montrent que les corrélations entre les espèces du genre *Indigofera* sont relativement élevées (>65%). Les résultats montrent néanmoins :

- Un fort degré d'individualisation de *I. macrophylla* lié à son port arbustif sarmenteux.
- *I. garckeana* s'individualise des autres espèces par l'aspect quadrangulaire de sa tige et de ses gousses.
- *I. nummulariifolia* se singularise des autres taxons du genre *Indigofera* avec ses feuilles simples suborbiculaires, ses stipules foliacées et surtout sa gousse spinescent.
- La présence de feuilles simples chez des taxons à feuilles composées (*I. bracteolata*, *I. geminata*, *I. leptoclada*, *I. nigritana* et *I. trichopoda*) montre leur proximité phyllogénétique avec les taxons à feuilles simples.
- Les résultats du cladogramme ont permis de confirmer le degré de proximité taxonomique entre *I. bracteolata* et *I. leptoclada*, entre *I. arrecta* et *I. suffruticosa*.
- Les résultats de la taxonomie numérique montrent que les traits de caractères végétatifs comme le type de feuilles, la forme de la tige, le port de la plante, les traits de caractères biologiques (cycles biologiques) et écologiques (nature du substrat) sont aussi importants en taxonomie que les traits de caractères reproducteurs liés à la fleur, à l'inflorescence et à la gousse.

Du point de vue des tendances évolutives, les résultats de la taxonomie numérique indiquent que les espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal se retrouvent dans trois groupes.

- Un groupe relativement plus évolué plus homogène constitué d'espèces de plantes à feuilles composées telles que *Indigofera arrecta*, *I. garckeana*, *I. macrophylla*, *I. suffruticosa*, *I. tinctoria*.
- Un deuxième groupe intermédiaire plus hétérogène composé de plantes d'espèces à feuilles uniquement composées comme *Indigofera aspera*, *I. astragalina*, *I. diphylla*, *I. hirsuta*, *I. pilosa*, *I. oblongifolia*, etc. et de plantes d'espèces à feuilles composées comprenant des rameaux à feuilles simples comme *I. bracteolata*, *I. leptoclada*, *I. nigritana*, *I. pulchra*, *I. trichopoda*. Ce groupe comporte des taxons spécifiques annuels et des taxons spécifiques pérennes.
- Une troisième groupe le moins évolué composé exclusivement de plantes annuelles à feuilles simples telles que *Indigofera leprieurii*, *I. nummulariifolia*, *I. paniculata*, *I. polysphaera* et *I. simplicifolia*.

A la suite de la présente étude sur le genre *Indigofera*, il serait intéressant :

➤ de poursuivre les prospections botaniques dans tout le Sénégal et plus particulièrement au Sénégal oriental et en Casamance où la biodiversité reste relativement importante. Une cartographie des zones prospectées du Sénégal permettrait de mieux orienter ces prochaines prospections.

- Elaborer une florule complète du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal
- Il serait intéressant aussi de rechercher les quatre (4) espèces du genre *Indigofera* signalées par Mugnier (2008) dans les pays limitrophes du Sénégal. C'est le cas de *Indigofera atriceps* et *I. longicalyx* qui sont signalées en Guinée Conakry, *I. cordifolia* et *I. hochstetteri* en Mauritanie.
- Faire des études de chimio-taxonomie et de caractérisation moléculaire conjuguées à la caractérisation morphologique pour apporter plus de précision sur les tendances évolutives et les liens de parenté entre ces taxons du genre *Indigofera*.
- De poursuivre des études de révision des genres à diversité spécifique élevée de la flore du Sénégal comme les genres *Cyperus* L. et *Pycneus* Pal. (*Cyperaceae*); *Brachiaria* (Trin.) Griseb. et *Panicum* L. (*Poaceae*); *Ipomoea* L. (*Convolvulaceae*); *Cassia* L., *Aeschynomene* L., *Crotalaria* L. et *Vigna* Savi. (*Fabaceae*); *Hibiscus* L. (*Malvaceae*); *Tertminalia* L. (*Combretaceae*)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 Adamu D., Koudouvo K., Togola A., Haidara M., Dembélé M., Ballo F.N., Sanogo R., Diallo D. (2017) – Savoir traditionnel sur les plantes antipaludiques à propriétés analgésiques utilisées dans le district de Bamako (Mali). <https://doi.org/10.4314/jab. V112i1.32017>. *Journal of Applied Biosciences*, **112**: 10985–10995.
- 2 Adjanohoun E.J., Ahyi A.M.R, Aké Assi L., Dan Dicko L., Daouda H., Delmas M, De Souza S., Garba M., Guinko S., Kayonga A., N’Golo D., Raynal J.L., Saadou M. (1980) – Médecine traditionnelle et pharmacopie: contribution aux études ethnobotaniques et floristiques au Niger. 250 p.
- 3 Adjanohoun É.J., Adjakidje A., Aké Assi L., Akoègniou A., Dalmeida A., Chadare B., Cusset D., Eyme G., Gbaguidi E. et Hougnon Z. (1989) – Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Populaire du Bénin. *Agence de coopération culturelle et technique*. 895 p.
- 4 Akoègniou A., Van der Burg W.J., Van der Maesen L.J.G. (2006) – Indigofera de la Flore analytique du Bénin. *Backhuys Publishers*. 689-702.
- 5 Akpo L.-E., Grouzis M. (1996) – Influence du couvert sur la régénération de quelques espèces ligneuses sahéliennes (Nord Sénégal, Afrique occidentale). *Webbia*, **50** (2) : 247-263.
- 6 APG III. (2009) - An update of the Angiosperm Phylogeny Group, classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of Linnean Society*, **161**: 105-121.
- 7 Arbonnier M. (2009) – Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d’Afrique de l’Ouest. *Editions Quae*. 579 p.
- 8 Armand Bouquet (1969) – Féticheurs et médecines traditionnelles du Congo (Brazzaville). *O.R.S.T.O.M.*
- 9 Aronson J., Floret C., Le Floc’h E., Ovalle C., Pontanier R. (1993) – Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I. A view from the south. *Restoration ecology*, **1**, 8–17.
- 10 Aubréville A. (1959a) – La flore forestière de la Côte d’Ivoire vol. 1. *Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, France*, **3**, 372.
- 11 Aubréville A. (1950) – Flore forestière soudano-guinéenne: *AOF, Cameroun, AEF*. Société d’éditions géographiques. 523 p.
- 12 Ba A.T., (1990) – Cours magistral de Botanique, License en Sciences Naturelles. Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal.

- 13 Ba A.T., Noba K. (2001)** – Flore et biodiversité végétale au Sénégal. *Science et changements planétaires / Sécheresse*, **12**, 149–55.
- 14 Ba N., Noba K., Dieye M., Kane A., Mbaye M.S., Sarr R.S., Hane P.D., Kane M., Ba A.T. (2006)** – Les cyanophycées de quelques rizières de la moyenne vallée et du delta du fleuve Sénégal. *Webbia*, **61**, 261–269.
- 15 Bakasso S. (2009)** – Eudes phytochimiques et potentialités biologiques de cinq espèces d'*Indigofera (Fabaceae)* utilisées en médecine traditionnelle au Burkina Faso. Thèse de doctorat unique, Département de Biochimie et Microbiologie, Université de Ouagadougou. 135 p.
- 16 Bangirinama F., Havyarimana F., Bogaert J., Bigendako M.J. (2012)** – Analyse de la flore des jachères du Burundi. *Bull.Sci.Inst.nati.environ.*, 1-19.
- 17 Bassene C., Mbaye M.S., Kane A., Diangar S., Noba K. (2012)** – Flore adventice du maïs (*Zea mays* L.) dans le sud du Bassin arachidier (Sénégal) : structure et nuisibilité des espèces. *Journal of Applied Bioscience*, **59**, 4307-4320.
- 18 Bassène C. (2014)** – La flore adventice dans les cultures de maïs (*Zea mays* L.) au sud du Bassin Arachidier : structure, nuisibilité et mise au point d'une méthode de désherbage. Thèse Unique de Doctorat, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar. 189 p.
- 19 Bassene C., Mbaye M.S., Camara A.A., Kane A., Gueye M., Sylla S.N., Sambou B., Noba K. (2014)** – La flore des systèmes agropastoraux de la Basse Casamance (Sénégal): cas de la communauté rurale de Mlomp. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **8**, 2258–2273.
- 20 Bassène C., Mansaly N., Mballo R., Camara A.A., Mbaye M. S., Noba K. (2018)** – Structure et caractéristiques de la flore adventice de la ferme agricole de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis (Sénégal). *European Scientific Journal, ESJ*, **14**, 229.
- 21 Bassène E. (2012)** – Initiation à la recherche sur les substances naturelles. Extraction – Analyse – Essais biologiques. *Presses universitaires de Dakar*, 150 p.
- 22 Bekalo T.H., Woodmatas S.D., Woldemariam Z.A. (2009)** – An ethnobotanical study of medicinal plants used by local people in the lowlands of Konta Special Woreda, southern nations, nationalities and peoples regional state, Ethiopia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, **5**, 26.
- 23 Berhaut J. (1967)** – Flore du Sénégal. *Clairquifrique*, Dakar, 485 p.
- 24 Berhaut J. (1971–1979)**. Flore illustrée du Sénégal. Dakar, Sénégal, Ministère du développement rural et de l'hydraulique, direction des eaux et forêts.
- 25 Bernhard-Reversat f. (1988)** – Soil nitrogen mneralization under Eucalyptus plantation

- and à natural Acacia forest in Sénégal. *Forest Ecology Management*, n°23, pp. 233-244.
- 26 Bharal S., Rashid A. (1979)** – Regeneration of Plants from Tissue Cultures of the Legume *Indigofera enneaphylla* Linn. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie*, **92**, 443–447.
- 27 Bjorkdahl G. et Camara A.A (1998)** – Régénération, croissance et productivité de *Combretum glutinosum* après exploitation de peuplements naturels au Sénégal oriental. Actes du séminaire international : *Aménagement intégré des forêts naturelles des zones tropicales sèches de l’Afrique de l’ouest*, Ouagadougou (Burkina Faso), p. 93-101.
- 28 Bodard M. (1963)** – Première contribution à la révision du genre *Bulbostylis* (Cypéracées) en Afrique. *Annales Faculté des Sciences Dakar*, **9**, 51-80.
- 29 Bodian M. Y. (2000)** – Systématique et biologie des algues macrophytes collectées pendant la pointe hivernale dans la zone incluant Dakar et la petite côte. Mémoire de Diplôme d’Etudes Approfondies (DEA) de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 162 p
- 30 Bonnet P., Arbonnier M., Grard P. (2008)** – *Ligneux du Sahel: outil graphique d’identification*. Ed. Quae.
- 31 Bonnier G., Du Sablon M.L. (1905)** – Cours de botanique. Librairie générale de l’enseignement *Botanique, Syst.*
- 32 Bouquet A. (1969)** – Féticheurs et médecines traditionnelles du Congo (Brazzaville). *Mémoires ORSTOM Paris* n°36.
- 33 Bouquet A. (1972)** – Plantes médicinales du Congo Brazzaville: *Uvariopsis pauridiantha*. *Diospyros*. *ORSTOM*, Paris n°13.
- 34 Bradbury M. (1990)** – The effect of water stress on growth and dry matter distribution in juvenile *Sesbania sesban* and *Acacia nilotica*. *Journal of Arid Environments*, **18**, 325–333.
- 35 Brewbaker J.L. (1986)** – Leguminous trees and shrubs for Southeast Asia and the South Pacific. In: *Forages in Southeast Asia and South Pacific Agriculture. Proceedings of an international workshop held at Cisarua, Indonesia, ACIAR*, p. 43.
- 36 Camara A.A. (2000)** – Régénération des peuplements ligneux des chantiers de production de bois de chauffe et de charbon de bois au Sénégal. Mémoire de Diplôme d’Etudes Approfondies (D.E.A.) de Biologie végétale. Faculté des Sciences et Techniques ; Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 50 p.
- 37 Camara A.A., Mbaye M.S., Bassène C., Sambou Y., Sarr M., Kâ S.L., Ngom A., Mballo R., Ngom P.I., Diop D. et Noba K. (2019)** – Une nouvelle espèce du genre

- Indigofera* L. *Fabaceae* Lindley (*Leguminosae* Juss.) *Faboideae* pour la flore du Sénégal. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>. **13 (1)** : 399-410.
- 38 César J. et Chatelain C. (2019)** – Flore Illustrée du Tchad. *Conservatoire et jardin botaniques de la Ville de Genève*, Université de N'Djamena et la coopération suisse. 387 p.
- 39 Chauhan V., Pandey A.K., Schaefer H. (2013)** – *Indigofera himachalensis* (*Fabaceae* : *Indigofereae*), a new species from Himachal Pradesh, India. *Phytotaxa*, **112**, 43-49.
- 40 Coughenour M.B., Coppock D.L., Rowland M., Ellis J.E. (1990)** – Dwarf shrub ecology in Kenya's arid zone: *Indigofera spinosa* as a key forage resource. *Journal of Arid Environments*, **18**, 301–312.
- 41 Cronquist A. (1954)** – Description du genre *Indigofera* dans Flora du Congo Belge et du Ruanda-Urundi. Vol. 5, p. 117-173.
- 42 Darmency H., Jusuf M., Nguyen Van E P.-H.S., Barreneche T., Pernès J. (1984)** – Relation génétiques dans le complexe *Setaria italica* (L.). *PB rendus du 7ème Coll Int Ecol Biol Syst mauvaises herbes, Paris*, 235-242.
- 43 Diédhiou I. (1994)** – Importance des légumineuses dans les systèmes écologiques arides et semi-arides du Sénégal. Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A.) en Sciences de l'Environnement. Institut des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 64 p.
- 44 Diédhiou I. (1998)** – Réponses à la contrainte hydrique de *Indigofera oblongifolia* Forssk et *Indigofera tinctoria* L. Deux suffrutescentes de la zone sahélienne au Sénégal. Thèse d Doctorat de 3^{ème} cycle. Institut des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences et Techniques, *Université Cheikh Anta Diop de Dakar*. 129 p.
- 45 Dieng B. (2019)** – Floriculture à Dakar (Sénégal) : Diagnostic des exploitations, caractérisation des taxons et valorisation, tome 1. Thèse de Doctorat Unique. Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 220 p.
- 46 Dione D. (1996)** – Etude biosystematique et chimiotaxonomique de sept espèces affines du genre *Combretum* au Sénégal. Université Cheikh Anta Diop-Dakar, Faculté des Sciences et Techniques. 109 p.
- 47 Dione D., Ba A.T. (2003)** – Quelques critères anatomiques dans la position systématique de sept espèces du genre *Combretum* Loefl. *Webbia*, **58**, 121-132.
- 48 Diop A. T. (1981)** – Contribution à l'étude des plantes fourragères de la forêt de Bandia (Sénégal). Thèse de doctorat ès Sciences et Médecine Vétérinaires, Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires, Université de Dakar. 101 p.
- 49 Diop D., Diop D., Bruggeman-Nannenga M.A., Mbaye M.S., Noba K., Hedenäs L.,**

- Gradstein S.R., Reeb C., Vanderpoorten A. (2018)** – Bryophytes of Kédougou (Eastern Senegal), with a key to the Fissidens of Senegal. *Journal of Bryology*, **40**, 62-67.
- 50 Diop D. (2006)** – Contribution à l'étude biosystématique des espèces du genre *Ficus* au Sénégal. Thèse de Doctorat de 3^{ième} cycle, Faculté des Sciences et Techniques, UCAD, Sénégal. 178 p.
- 51 Diop D., Mbaye M.S., Kane A., Sambou B., Noba K., Ba A.T., Nongonierma A. (2012)** -- Une nouvelle espèce du genre *Ficus* L. (*Moraceae* L.) dans la flore du Sénégal. *Bulletin IFAN Ch. Diop*. Dakar T.1.III, sér. A, n°1, pp. 89-98.
- 52 Diop D. (2013)** – Contribution à l'étude biosystématique des espèces du genre *Ficus* L. (*Moraceae*) au Sénégal. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, Faculté des Sciences et Techniques, UCAD, Sénégal. 212 p.
- 53 Domínguez X.A., Martínez C., Calero A., Hinojosa M., Zamudio A., Watson W.H., Zabel V. (1978)** – Mexican Medicinal Plants XXXI Chemical Components from “Jiquelite” *Indigofera suffruticosa*. Mill. *Planta Medica*, **34**, 172–175.
- 54 Duval J. (1993)** – *Las plantas nématocidas*. AGRO-BIO.
- 55 Dzhuraev K.S., Anikina N.B., Kazakova N.M. (1986)** – Chemical characterization of *Indigofera tinctoria* L. grown under irrigation in Tadzhikistan. *Izv Akad Nauk Tadzh SSR Otd Biol Nauk*, **3**, 62-64.
- 56 Fournier A., Floret C., Gnahoua G.-M. (2001)** – Végétation des jachères et succession post-culturale en Afrique tropicale. *La jachère en Afrique tropicale*, 123-168.
- 57 Frahm-Leliveld J.A. (1962)** – Further Observations on Chromosomes in the Genus *Indigofera* L. *Acta botanica neerlandica*, **11**, 201-208.
- 58 Garcez W.S., Garcez F.R., Honda N.K., da Silva A.J. (1989)** – A nitropropanoyl-glucopyranoside from *Indigofera suffruticosa*. *Phytochemistry*, **28**, 1251-1252.
- 59 Gautier-Béguin D. (1992)** – Plantes de cueillette à utilisation alimentaire en Côte d'Ivoire Centrale. *Boissiera*, **46**, 341.
- 60 Geerling C. (1982)** – Guide de terrain des ligneux sahéliens et soudano-guinéens. Veenman et Zonen B.V., 340 p.
- 61 Ghazanfar S.A. (1989)** – Savanna plants of Africa. An illustrated guide. *Macmillan Publishers*, 222 p.
- 62 Gillett J.B. (1960)** – *Indigofera hirsuta* L. & *I. astragalina* DC. *Kew Bulletin*, **14**, 290-295.
- 63 Gillett J.B. (1970)** – Additions to our knowledge of *Indigofera* L. in East Tropical Africa. *Kew Bulletin*, **24**, 465-506.

- 64 Godron M. (1994)** – The natural hierarchy of ecological systems. In: *Ecosystem classification for environmental management*, pp. 69–83. Springer.
- 65 Goudiaby A. (1996)** – Etude de la flore et de la végétation du site de Dindéfello (Sud-est du Sénégal): éléments pour un Aménagements. Thèse de 3^{ème} Cycle ès- Sciences de l'Environnement, Faculté des sciences et techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 75 p.
- 66 Grouzis M. (1988)** – Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (*Mare d'Oursi, Burkina Faso*). Ed de l'ORSTOM. Coll. Etudes et Thèses, 336 p.
- 67 Grouzis M. (1991)** – Projet STD3 Réhabilitation des terres dégradées au nord et au sud du Sahara : utilisation de légumineuses pérennes et des micro-organismes associés pour l'établissement de formations pluristrates. *ORSTOM, Dakar*.
- 68 Grouzis M., Akpo L.-E. (1997)** – Influence of tree cover on herbaceous above-and below-ground phytomass in the Sahelian zone of Senegal. *Journal of Arid Environments*, **35**, 285–296.
- 69 Gueye M., Ba N., Bodian M.Y., Mbaye M.S., Bassène C., Kane M., Noba K., Ngom A. (2014)** – Les Cyanophyceae marines de l'île de Ngor (Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **8**, 144-156
- 70 Guignard J.-L. (2001)** – Abrégés de Botanique Systématique moléculaire. 12^{ème} édition révisée. *Masson*, 290 p.
- 71 Hassen A., Rethman N.F.G., Van Niekerk W.A., Tjelele T.J. (2007)** – Influence of season/year and species on chemical composition and in vitro digestibility of five *Indigofera* accessions. *Animal feed science and technology*, **136**, 312–322.
- 72 Hawthorne W.D., Jongkind C.C. (2006)** – Woody plants of Western African forests, A guide to the forest trees, shrubs and lianes from Senegal to Ghana. Royal Botanic Gardens, Kew. 1023 p.
- 73 Henriques B.M.A.Sarangdhar V. C. (2005)** - Process for manufacture of indigo from indigo plants. (Secretary Ministry of Environment and Forest, India) India Pat.Appl.20 p.
- 74 Högborg P. (1986)** – Soil nutrient availability, Root symbiosis and tree species composition in tropical Africa: a review. *Journal of Tropical Ecology*, **2**: 359-372.
- 75 Hutchinson J., Dalziel J.M. (1954)** – Flora of West Africa. Crown Agent for Overseas Government and Administration, Millbank, London, *SWI*, **1**, 428–429.
- 76 Hutchinson J., Dalziel J.M. (1958)** – Flora of west tropical Africa. Vol.1, Part 2. Whitfriars Press, London, 828 p.

- 77 **Hutchinson J., Dalziel J.M. JM (1954-1972)** - *Flora of west tropical Africa*, The British West African Colonies, British Cameroons, the French and Portuguese Colonies south of the Tropic of Cancer to Lake Chad, and Fernando Po.
- 78 **Hyde M.A., Wursten B.T., Ballings P., Palgrave C.M. (2018)** – Flora of Zimbabwe: www.zimbabweflora.co.zw/index.php.
- 79 **Ilboudo J. B. M. H. (1996)** – Etat et tendances évolutives de la flore et de la végétation de la Réserve spéciale botanique de Noflaye (environs de Dakar – Sénégal), Eléments pour un aménagement. Thèse de Doctorat de 3^{ème} Cycle en Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 81 p.
- 80 **Jansen P.C.M., Grubben G.J.H., Cardon D. (2005)** – Ressources végétales de l'Afrique tropicale 3. *Colorants et tanins. Wageningen. Pays-Bas: PROTA, 238.*
- 81 **Ka S.L. (2019)** – La flore adventice du sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en Haute Casamance (Sénégal) : structure, dynamique, nuisibilité et calendrier de désherbage Doctorat unique. Cheikh Anta Diop, Dakar. 168 p.
- 82 **Kâ S.L., Mbaye M.S., Gueye M., Bamba B., Ly M.O., Diouf N., Noba K. (2017)** – Systematic composition, life forms and chorology of fallow lands in Eastern Senegal and Casamance, Senegal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **11**, 2573-2586.
- 83 **Kâ S.L., Mbaye M.S., Gueye M., Camara A.A., Dieng B., Noba K. (2019)** – Flore adventice du sorgho (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) en Haute Casamance, zone soudanienne du Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **13**, 411-425.
- 84 **Kamal R., Mangla M. (1987)** – Rotenoids from *indigofera tinctoria* and their bio-efficacy against cyclops, the carrier of dracunculiasis. *Die Pharmazie*, **42**, 356-356.
- 85 **Kamal R., Mangla M. (1993)** – In vivo and in vitro investigations on rotenoids from *Indigofera tinctoria* and their bioefficacy against the larvae of *Anopheles stephensi* and adults of *Callosobruchus chinensis*. *Journal of biosciences*, **18**, 93-101.
- 86 **Kane A. (2014)** – Les champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) dans le sud du bassin arachidier du Sénégal : diversité et impact des pratiques culturelles sur la mycorhization et le développement de trois cultures et de leurs adventices. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences. Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 220 p.
- 87 **Kane M. (20014)** – Contribution à l'étude systématique des champignons supérieurs à

- sporophore du Sénégal. Thèse Unique de Doctorat, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop. 246 p.
- 88 Kerharo J., Adam J.-G. (1974)** – La pharmacopée sénégalaise traditionnelle: plantes médicinales et toxiques. Ed. Vigot Frères, 23 Rue de l'École de Médecine, 75006, Paris, 1011 p.
- 89 Lavie P. (1990)** – Vitacées de l'Ouest africain: Espèces sénégalaises. Ministère de la coopération et du développement, Paris. 199 p.
- 90 Lebas F. (2005)** – Plantes tropicales utilisables comme fourrage pour les lapins. Méthodes et techniques d'élevage de lapins. WWW.cuniculture.info. 190 p.
- 91 Le Bourgeois T. (1993)** – Les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord Cameroun (Afrique) – Amplitude d'habitat et degrés d'infestation, - Cycle de développement. Thèse de Doctorat, USTL, Montpellier, France. 214 p.
- 92 Le Bourgeois T et Merlier H. (1995)** – Adventrop : Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne. CIRAD-CA Montpellier, 637 p.
- 93 Le Houérou H.N. (1989)** – The Grazing Land Ecosystems of the African Sahel. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 282 p.
- 94 Lebrun J. (1966)** – Les formes biologiques dans les végétations tropicales. *Bulletin de la Société Botanique de France*, **113**, 164-175.
- 95 Lebrun J.-P. (1969)** – Nouvelle contribution à la connaissance de la flore de la République du Sénégal et bibliographie botanique sénégalaise 1941-1969. *Bulletin de la Société Botanique de France*, **116**, 249-277.
- 96 Lebrun J.-P. (1973)** – Enumération des plantes vasculaires du Sénégal. Etude botanique n°2, 52 p.
- 97 Lebrun J.P., Stork A. (1992)** – Énumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale, vol. 2. Chrysobalanaceae à Apiaceae. *Conservatoire et Jardin botanique de la Ville de Genève, Genève*. 257 p.
- 98 Lebrun J.P., Stork A.L. (2008)** – Tropical African flowering plants: ecology and distribution. Volume 4: *Fabaceae (Desmodium-Zornia)*. 291p.
- 99 Lebrun J.-P., Stork A.L. (2008)** – Tropical African flowering plants: ecology and distribution. Vol. 3: *Leguminosae. Mimosaceae-Fabaceae (incl. Derris)*. Ville de Genève, Éd. des Conservatoire et Jardin Botaniques. 326 p.
- 100 Lejoly J., Ndjele M. B. et Geerinck D. (2010)** – Catalogue-Flore des plantes vasculaires des districts de Kisangani et de la Tshopo (RD Congo). *Taxonomania*, revue de taxonomie et de nomenclature botaniques 4^{ème} édition N°30, 308 p.
- 101 Lémée G. (1978)** – Précis d'écologie végétale Ed. Masson, Paris. 285 p.

- 102 Li L., He H., Hao X. (2006).** Study on chemical components in the stems of *Indigofera mengtzeana* Craib. *Zhongcaoyao*, **37(5)**, 665-666.
- 103 Lima A.K. de, Amorim E.L.C. de, Aquino T.M. de, Lima C.S. de A., Pimentel R.M. de M., Higino J.S., Albuquerque U.P. de (2003)** – Pharmacognostical study of *Indigofera microcarpa* Desv.(Fabaceae). *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, **39**, 373-379.
- 104 Lô M. (1988)** – Contribution à l'étude biosystématique de *Detarium senegalense* J. F. Gmel (*Caesalpinaceae*). Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), Biologie Végétale, Université Cheikh Anta Diop, Dakar (Sénégal). 76 p.
- 105 Mabberley D.J. (1997)** – The plant-book: a portable dictionary of the vascular plants. Cambridge university press. 858 p.
- 106 Malik A., Riaz N. (2004)** – Lipoxygenase inhibiting flavonoids from *Indigofera hetrantha*. *Heterocycles*, **63**, 359-366.
- 107 Mall I. (2017)** – Evaluation des ressources en eau dans le Sénégal oriental : Apports des outils Géochimiques, Géostatistiques, de la Télédétection et des SIG. Thèse Unique de Doctorat. Ecole Doctorale «Eau, Qualité et Usages de l'Eau» Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal). 232 p.
- 108 Martin J. P. (1970)** – Plantes fourragères de l'ouest africain. Cours E.N.S.A. Abidjan, 49 p.
- 109 Mattapha S., Chantaranonthai P. (2012)** – The Genus *Indigofera* L. (*Leguminosae*) in Thailand. *Tropical Natural History*, **12**, 207-244.
- 110 Matty F., Diatta M. (1999)** – Régénération de la végétation ligneuse en zone de savane sur plateau cuirassé au centre sud Sénégal. *Webbia*, **54**, 119-132.
- 111 Mballo R. (2013)** – Les Angiospermes du Sénégal : diversité et clé de détermination des Familles. Mémoire de Master Taxonomie, Biodiversité, Ethnobotanique et Conservation des Ressources Naturelles (TABEC-RN). Laboratoire de Botanique et Biodiversité, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal. 42 p.
- 112 Mballo R., Bassène C., Mbaye M.S., Diallo S., Camara A.A., Noba K. (2018)** – Caractérisation de la flore adventice du riz irrigué dans quatre sites d'expérimentation dans la vallée du fleuve Sénégal. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **Vol.38, Issue 2: 6257-6271**.
- 113 Mballo R. (2019)** – Les communautés adventices du riz irrigué dans la vallée du fleuve Sénégal: structure de la flore, amplitude d'habitat et degrés d'infestation des espèces et amélioration de la gestion de l'enherbement. Thèse Unique de Doctorat, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop. 174 p.

- 114 Mbaye M.S., Noba K., Sarr R.S., Kane A., Sambou J.M., Ba A.T. (2001)** – Caractères spécifiques d'identification au stade jeune plant d'adventices sénégalaises du genre *Corchorus* L. (*Tiliaceae*). *Ann. Bot. Afr.*, **1**, 35-42.
- 115 Mbaye M.S. (2002)** – Contribution A L'étude Biosystématique Du Genre *Corchorus* L. (*Tiliaceae*) Au Sénégal. Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle, Université Cheikh Anta Diop De Dakar. 82 p.
- 116 Mbaye M.S. (2013)** – Association mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br] et niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]: arrangement spatiotemporel des cultures, structures, dynamique et concurrence de la flore adventice et proposition d'un itinéraire technique. Thèse de Doctorat d'état, UCAD. 236 p.
- 117 Mbow C. (2009)** – Potentiel et Dynamique des stocks de carbone des savanes soudaniennes et soudano-guinéennes du Sénégal. Doctorat d'état. Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
- 118 Médail F., Quézel P. (2018)** – Biogéographie de la flore du Sahara. *IRD Editions, Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève*. Marseille, 366 p.
- 119 MEDD (2015)** – Stratégie nationale & plan d'actions pour la biodiversité, 66 p.
- 120 Merlier H., Montégut J. (1982)** – Adventices tropicales. Flore aux stades plantule et adulte de 123 espèces africaines ou pantropicales. *Ministère des relations extérieures*. 490 p.
- 121 Michel P. (1973)** – Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie: étude géomorphologique. Thèse de Doctorat d'Etat. Mém. ORSTOM, 365 p.
- 122 Miller P.M., Ahrens J.F. (1969)** – Influence of growing marigolds, weeds, two cover crops and fumigation on subsequent population of parasitic nematodes and plant growth. *Plant Disease Reporter*.
- 123 Mingou P., Gueye M. (2017)** – La flore ptéridologique de quelques endroits humides de la région de Kédougou (Sénégal). *European Scientific Journal, ESJ*, **13**, 127.
- 124 Mugnier J. (2008)** – Nouvelle Flore illustrée du Sénégal et des régions voisines. *Agroservices. fr, France*. 2162 p.
- 125 Muracciole M. (1984)** – Weed communities in citrus orchards of Oriental Corsica. In: 7. Colloque International sur l'Ecologie, la Biologie et la Systématique des Mauvaises Herbes, Paris (France), 9-11 Oct. 1984. COLUMA.
- 126 Nacoulma O.G. (1996)** – Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles au Burkina Faso: cas du plateau central. Thèse de doctorat d'Etat. Faculté des Sciences et Techniques, Université de Ouagadougou, **320 p.**
- 127 Naegelé A. (1977)** – Les Graminées des pâturages de Mauritanie. *Pat Cult Fourr*, Et 5,

- AGPC, FAO, Rome, 298 p.
- 128 Naegelé A. (1958)** – Contributions à l'étude de la flore et des groupements végétaux de la Mauritanie. *Bull de l'IFAN*, **2**, 293-305.
- 129 Narender T., Khaliq T., Puri A. (2006)** – Antidyslipidemic activity of furano-flavonoids isolated from *Indigofera tinctoria*. *Bioorganic & Medicinal chemistry letters*, **16**, 3411-3414.
- 130 Ndao M. (2019)** – Contribution à l'étude de la biodiversité, de la dynamique spatio-temporelle, de la biomasse et de la valorisation de quelques algues macrophytes marines du littoral centre du Sénégal. Thèse de Doctorat Unique. Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, **125 p.**
- 131 Ndiaye M. (1994)** – Place des légumineuses pérennes dans les systèmes de production des zones arides et semi-arides du Sénégal. DEES, CRESA, Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, Niamey, 70 p.
- 132 Ndour, S., Mbaye, M. S., Diouff, J., Mballo, R., Sarr, M., Gueye, M., & Noba, K. (2019).** Impacts écologiques et socio-économiques de *Ceratophyllum demersum* L., une plante aquatique envahissante dans le delta du fleuve Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **13**(6), 2739-2749.
- 133 Ngom A., Mbaye M.S., Barnaud A., Kane A., Ba N., Gueye M., Camara A.A., Ndour Y.B., Noba K. (2016)** – Révision du genre *Digitaria* Haller (*Poaceae*) au Sénégal : proposition d'une clé de détermination pour une meilleure identification des espèces. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **10**, 58-86.
- 134 Noba, K., Bassene, C., Ngom, A., Gueye, M., Camara, A. A., Kane, M., ... & Bodian, M. Y. (2017).** Invasive Plants of West Africa: Concepts, Overviews and Sustainable Management. *Adv Recycling Waste Manag*, **2**(121), 2.
- 135 Noba K., Ngom A., Guèye M., Bassène C., Kane M., Diop I., Ndoye F., Mbaye M.S., Kane A., Ba A.T. (2014)** - L'arachide au Sénégal: état des lieux, contraintes et perspectives pour la relance de la filière. *OCL*, **21**, D205.
- 136 Noba K., Mbaye M.S., Coundoul M., Kane A., Hane P.D., Ba N., Mbaye N., Guissé A., Faye M.N., Ba A. T. (2010)** – La flore du Parc national des oiseaux de Djoudj, une zone humide du Sénégal. *Sécheresse*, 71-78
- 137 Noba K., Ba A.T., Caussanel J.-P., Mbaye M.S., Barralis G. (2004)** – Flore adventice des cultures vivrières dans le sud du Bassin arachidier (Sénégal). *Webbia*, **59**, 293-308.
- 138 Noba K. (2002)** – La flore adventice dans le sud du bassin arachidier (Sénégal) : structure, dynamique et impact sur la production du mil et de l'arachide. Thèse de

- Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles. Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal. 137 p.
- 139 Noba K. et Ba A.T. (1998)** – La végétation adventice du mil (*Pennisetum typhoides* Stapf. Et Hubbard) dans le Centre Ouest du Sénégal : étude floristique et phytosociologique. *AAU Rapports*. **39** : 113-125.
- 140 Noba K., Samb P.I., Ba A.T. (1994)** – Sur quelques caractères macro et micromorphologiques du jeune plant dans la systématique de trois espèces du genre *Boerhavia* L.(Nyctaginaceae). *Bull IFAN Sér ACA Diop*, **47**, 51-62
- 141 Noba K., Ba A.T. (1992)** – Réexamen de la systématique de 3 espèces du genre *Boerhavia* L. (Nyctaginaceae). *Webbia*, **46**, 327-339.
- 142 Noba K. (1990)** – Contribution à l'étude biosystématique de trois espèces du genre *Boerhavia* (Nyctaginaceae) : *B. diffusa* L., *B. erecta* L., *B. repens* L. Doctorat de 3^{ème} cycle. Cheikh Anta Diop, Dakar. 178 p.
- 143 Nongonierma A. (1964)** – Utilisation et valeur des caractères des graines et des plantules dans la systématique des *Tephrosia* (Papilionaceae) de l'Ouest africain. Mémoire de Diplôme d'Etudes Supérieures de Botanique, Faculté des Sciences, Université de Dakar, Sénégal, 113 p.
- 144 Poilecot P. (1995)** – Les *Poaceae* de Côte-d'Ivoire. *Boissiera* **50**. ISBN2-8277-0066-2. Genève. 688 p.
- 145 Olorode O. (1984)** – Taxonomy of West African Flowering Plants. United States of America. London Inc.
- 146 Ouédraogo G.G. (1996)** - Les espèces des systèmes agrosylvopastoraux de Boromenga (Provence du Bazèga). Dynamique, potentialités et perspectives. Mémoire de fin d'étude (I.D.R.) Bobo Dioulasso. 106 p.
- 147 Ould Mohamed Vall A, Taleb M.S., Abed N.E.H., Cheikh Abdellahi, Kokou K. et Morou B. (2015)** – Contribution à l'étude de la flore de Mauritanie 2. Biodiversité et importance écosystémique des *Fabaceae*. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie, n°37, 29-37.
- 148 Pointereau P. (2001)** – Légumineuses : quels enjeux écologiques ? Courier de l'environnement de l'INRA n° 44 : 69-72.
- 149 Polhill R.M., Raven P.H., Stirton C.H. (1981)** – Evolution and systematics of the Leguminosae. *Advances in legume systematics*.
- 150 Raunkiaer C. (1934)** – The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon, Press Oxford. 623 p.
- 151 Raynal A. (1963)** – Flore et végétation des environs de Kayar (Sénégal) de la cote au lac

- Tama. *Annales Faculté des Sciences Dakar*, **9**, 121-231.
- 152 Raynal A. (1974)** – genre *Nymphoides Menyanthaceae*) en Afrique et à Madagascar. 2. taxonomie. *Adansonia*, sér. 2, 14 (1) : 405-458.
- 153 Rehman A., Malik A., Mehmood S., Jahan E., Ahmad H. (2005)** – Phytochemical studies on *Indigofera hetrantha*. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, **27**, 440-442.
- 154 Sall K., Sinclair T.R. (1991)** – Soybean genotypic differences in sensitivity of symbiotic nitrogen fixation to soil dehydration. *Plant and Soil*, **133**, 31-37.
- 155 Sambou B. (2004)** – Evaluation de l'état, de la dynamique et des tendances évolutives de la flore et de la végétation ligneuses dans les domaines soudanien et sub-guinéen au Sénégal. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Dakar. 210 p.
- 156 Sambou J.M. (2000)** – Contribution à l'étude biosystématique de quatre espèces du genre *Eragrostis* Wolf au Sénégal. Mémoire de DEA, Université Cheikh Anta DIOP, Dakar, 75 p.
- 157 Sané S. (2006)** – Contrôle environnementa de la production primaire du lac de Guiers, au nord du Sénégal. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle d'écologie planctonique, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop. 199 p.
- 158 Sanjappa M. (1995)** – Revision of the genus *Indigofera* in India. *Fascicles of Flora of India*, **21**, 1–160.
- 159 Santa Ram A. (1983)** – A chemotaxonomic study of some species of *Coffea*. *Cafe Cacao The*, **27**, 183-190.
- 160 Saradoum G. (1998)** – Contribution à l'étude phytosociologique et dynamique de la végétation herbacée des Niayes. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 74 p.
- 161 Sarr R.S. (2003)** – Contribution à l'étude biosystématique du genre *Amaranthus* L. (*Amaranthaceae*) au Sénégal. Thèse de Doctorat de 3^{ème} Cycle, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop. 92 p.
- 162 Sarr R.S., Mbaye M.S., Ba A.T. (2007)** – La flore adventice des cultures d'oignon dans la zone péri-urbaine de Dakar (Niayes) Sénégal. *Webbia*, **62**, 205-216.
- 163 Sarr T. (2003)** – Contribution à l'étude biosystématique du genre *Tephrosia* Pers. (*Papilionaceae*) au Sénégal. Dilplôme d'Etudes Supérieurs (DES). Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 72 p.
- 164 Schnell R. (1971)** – Introduction à la Phytogéographie des pays tropicaux. Les problèmes

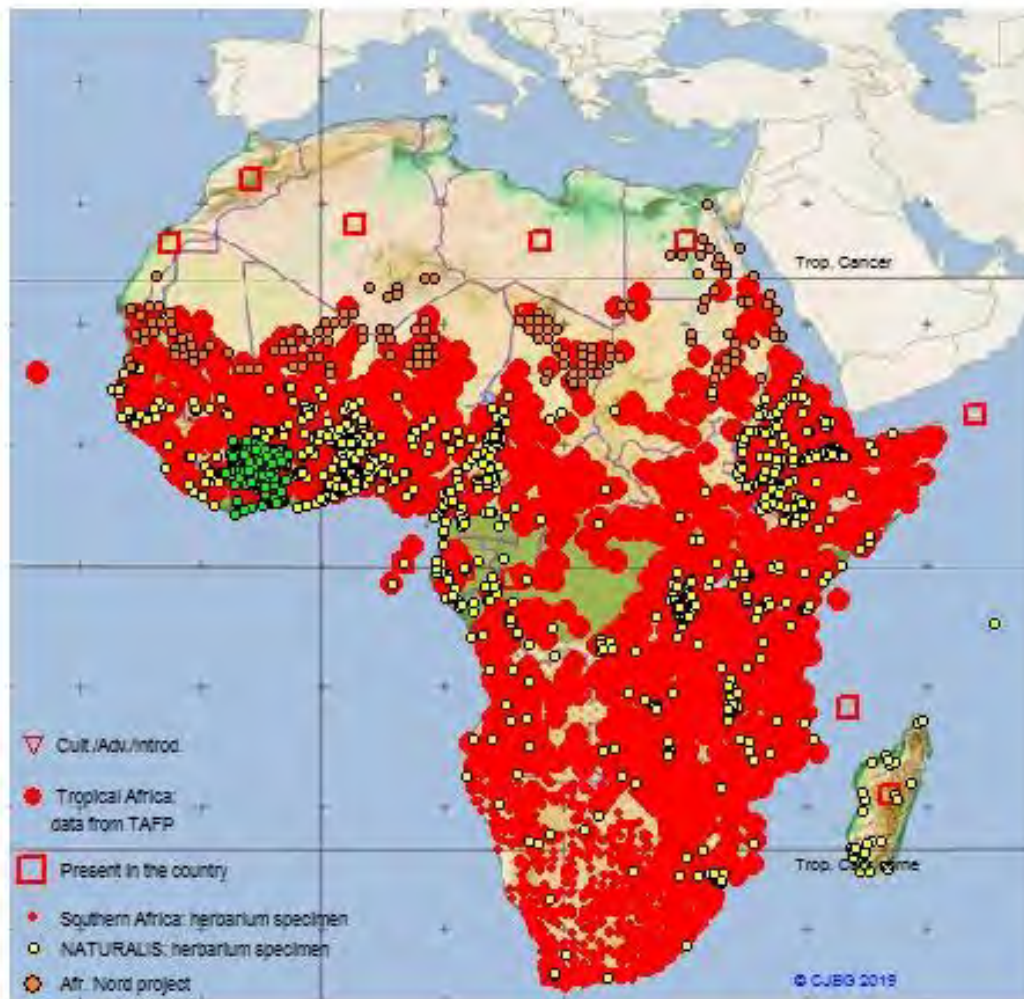
- généraux Vol. 2. Les milieux – les groupements végétaux. Troisième partie. Les plantes et les milieux intertropicaux. Ed Gauthiers-Villars. 446 p.
- 165 Schrire B.D. (1992)** – New combinations and resurrected names in *Microcharis* and *Indigastrum* (*Fabaceae*—*Papilionoideae*). *Bothalia*, **22**, 165-170.
- 166 Schrire B.D. (2005)** – Biogeography of the Leguminosae. *Legumes of the World*, 21-54.
- 167 Schrire B. (2013)** – A review of tribe *Indigofereae* (*Leguminosae*–*Papilionoideae*) in Southern Africa (including South Africa, Lesotho, Swaziland & Namibia; excluding Botswana). *South African journal of botany*, **89**, 281-283.
- 168 Schrire B.D., Lavin M., Barker N.P., Cortes-Burns H., Von Senger I., Kim J.H. (2003)** – Towards a phylogeny of *Indigofera* (*Leguminosae*-*Papilionoideae*): identification of major clades and relative ages. *Advances in legume systematics, part*, **10**, 269-302.
- 169 Schrire B.D., Lavin M., Barker N.P., Forest F. (2009)** – Phylogeny of the tribe *Indigofereae* (*Leguminosae*–*Papilionoideae*): Geographically structured more in succulent-rich and temperate settings than in grass-rich environments. *American Journal of Botany*, **96**, 816-852.
- 170 Sébire R.P.A. (1899)** – Les plantes utiles du Sénégal: plantes indigènes-plantes exotiques. 427 p.
- 171 Sianard F.D. (2010)** – Inventaire des plantes psychotropes du Congo, des recettes de désintoxication et études chimique et toxicologique de *Indigofera capitata* Kotschy et *Tetracarpidium conophorum* (Mull-Arg.) Hutch & Dalziel. Thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat Thesis. Université Marien Ngouabi. 144p.
- 172 Sianard F.D., Banzouzi J.T., Champy P., Tchissambou L. (2012)** – Contribution à l'étude chimique d'une *Fabaceae*: *Indigofera capitata* Kostchy. *Pharmacopée et médecine traditionnelle africaine*, **16**.
- 173 Sneath P.H. et Sokal R.R., (1973)** – *Numerical Taxonomy*. Freeman, 573 p.
- 174 Sokal, Robert R., and Sneath Peter H. A., (1963)** - Principles of Numerical Taxonomy. W. H. Freeman and Co., San Francisco and London. Pp. xvi + 359, illus.
- 175 Soladoye M.O., Sonibare M.A., Chukwuma E.C. (2010)** – Morphometric Study of the Genus *Indigofera* Linn/ (*Leguminosae*-*Papilionoideae*) in South-Western Nigeria. *International Journal of Botany*, 343-350.
- 176 Sonko I. (2000)** – Etude des effets de différents régimes de feux sur la dynamique de la flore et de la végétation ligneuses des plateaux du Parc du Niokolo Koba (Sud-Est du Sénégal). Thèse de Doctorat de 3^{ème} Cycle, Institut des Sciences de l'Environnement, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 138 p.

- 177 Sosef MS, Dauby G, Blach-Overgaard A, et al. (2017)** - Exploring the floristic diversity of tropical Africa. *BMC Biol.* ;15(1):15. doi:10.1186/s12915-017-0356-8
- 178 Spichiger R.-E., Perret M., Figeat M., Jeanmonod D., Gauthier L., Price M.J. (2016)** – Botanique systématique avec une introduction aux grands groupes de champignons. *Presses polytechniques et universitaires romandes*. 448 p.
- 179 Spichiger R., Savolainen V.V., Figeat M. (2000)** – Botanique systématique des plantes à fleurs: une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales. *Presses polytechniques et universitaires romandes*. 372 p.
- 180 Stuessy T.F. (2009)** – Plant taxonomy: the systematic evaluation of comparative data. *Columbia University Press*. 514 p.
- 181 Su Y., Yang Y., Fan W., Min L., GUO Z., Ju-xian L. (2006)** – Chemical constituents of *Indigofera kirilowii* stems and leaves. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, **37**, 1775.
- 182 Takawira-Nyenyanya R., Cardon D. (2005)** – *Indigofera tinctoria* L. Record from protabase. PROTA (Plant Resources of Tropical Africa/Ressources végétales de l’Afrique tropicale), *Wageningen*. 15 p.
- 183 Täckholm V. (1974)** – Students flora of Egypt. Second edition. *Published by Cairo University*. Beirut, Lebanon. 888 p.
- 184 Thiombiano A., Schmidt M., Dressler S., Ouédraogo A., Hahn K. et Zizka G. (2012)** – Catalogue des plantes vasculaires du Burkina Faso. Mémoires de botanique systématique, volume **65**. *Conservatoire et jardin botaniques de la Ville de Genève*. 391 p.
- 185 Thulin M. (1982)** – New and noteworthy species of *Indigofera* (*Leguminosae*) from NE Africa. *Nordic Journal of Botany*, **2**, 41-50.
- 186 Thusoo A., Raina N., AHMED S. (1982)** – Flavonoids And Other Constituents Of *Indigofera-Hetrantha*. *Scientific Publ-India 5-A, New Pali Rd, Po Box 91, Near Ho^{TEL} Taj Hari Mahal*.
- 187 Thione L. A. (2000)** Biologie de la reproduction et étude de l’impact de l’exploitation des feuilles et des fruits sur la productivité de *Borassus aethiopum* Mart. Thèse de doctorat de 3^{ème} Cycle. Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 134 p.
- 188 Trochain J. (1940)** – Contribution à l’étude de la végétation du Sénégal. *Commonw Rev*, **46**, 310-316.
- 189 Trochain J.-L. (1966)** – Types biologiques chez les végétaux intertropicaux (Angiospermes). *Bulletin de la Société Botanique de France*, **113**, 187-196.

- 190 UNESCO (1960)** – Les plantes médicinales des zones arides. Recherches sur la zone aride-XIII, Paris, 97 p.
- 191 Vanden Berghen C. (1988)** – Flore Illustrée du Sénégal IX. *Gouvernement du Sénégal, Dakar*. 522 p.
- 192 Vanden Berghen C. (1991)** – Monocotylédones et Ptéridophytes. In Flore illustrée du Sénégal. Dakar, Sénégal. *Ministère du Développement rural et de l'Hydraulique, Direction des Eaux et Forêts*. 490 p.
- 193 Vincke C., Diedhiou I. (1995)** – Réhabilitation des terres dégradées au nord et au sud du Sahara. Utilisation des légumineuses pérennes et des micro-organismes associés pour le rétablissement de formations pluristrates: Vingt ans d'évolution de la végétation ligneuse dans le Ferlo Sénégalais.
- 194 Wu E., Komolpis K., Wang H.Y. (1999)** – Chemical extraction of indigo from *Indigofera tinctoria* while attaining biological integrity. *Biotechnology techniques*, **13**, 567–569.
- 195 Yanfang S., Yuan Y., Wei F., Min L., Zengjun G., Juxian L. (2006)** – Chemical constituents of *Indigofera kirilowii* stems and leaves *Article Information* *J-GLOBAL. Zhongcaoyao*, **37**, 1775-1777.

ANNEXES

Annexe 1 :



**Carte de distribution des espèces du genre *Indigofera* en Afrique,
(Base de données des plantes à fleur d'Afrique, 12/08/2019)**

Annexe 2 : Répartition géographique (R.G.) dans le Monde, en Afrique, au Sénégal, types biologiques (T.B.) des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal

| ESPECES | R.G. dans le Monde | R.G. en Afrique | R.G. au Sénégal (zones phytogéographiques) | T.B. |
|-----------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------|
| 1. <i>I. arrecta</i> | As | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale
Afrique australe | zone soudanienne | P |
| 2. <i>I. aspera</i> | As | Afrique occidentale
Afrique centrale | zone sahélienne et des Niayes | T |
| 3. <i>I. astragalina</i> | As | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique australe | Toutes les zones phytogéographiques | T |
| 4. <i>I. berhautiana</i> | A | Afrique occidentale | zone soudanienne et des Niayes | H |
| 5. <i>I. bracteolata</i> | A | Afrique occidentale
Afrique centrale | zone soudanienne et des Niayes | T |
| 6. <i>I. brevifilamenta</i> | A | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique australe | zone soudanienne | T |
| 7. <i>I. capitata</i> | A | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale | zone guinéenne | Ch |
| 8. <i>I. colutea</i> | AsAu | Afrique occidentale
Afrique australe
Afrique du Nord | zone sahélienne et des Niayes | T |
| 9. <i>I. congesta</i> | AsAu | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale
Afrique australe | zone guinéenne | Ch |
| 10. <i>I. congolensis</i> | A | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale
Afrique australe | zone guinéenne | T |
| 11. <i>I. costata</i> | A | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale | zone sahélienne | T |
| 12. <i>I. deightonii</i> | A | Afrique occidentale
Afrique orientale | zone guinéenne | T |
| 13. <i>I. dendroides</i> | A | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale | zone soudanienne | T |
| 14. <i>I. diphylla</i> | A | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale | zone sahélienne et des Niayes
zone soudanienne (Patako) | Ch |
| 15. <i>I. elliotii</i> | A | Afrique occidentale | zone guinéenne et des Niayes | P |
| 16. <i>I. garckeana</i> | A | Afrique occidentale
Afrique centrale | zone soudanienne | Ch |

Afrique orientale

| | | | | |
|-------------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----|
| 17. I. geminata | A | Afrique occidentale | zone soudanienne | T |
| 18. I. heudelotii | A | Afrique occidentale
Afrique centrale | zone guinéenne et des
Niayes | P |
| 19. I. hirsuta | Cosm | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale
Afrique austral | Toutes les zones
phytogéographiques | T |
| 20. I. leprieurii | A | Afrique occidentale
Afrique centrale | zone guinéenne | T |
| 21. I. leptoclada | A | Afrique occidentale | zone soudanienne | H |
| 22. I. macrocalyx | A | Afrique occidentale
Afrique centrale | zone soudanienne | T |
| 23. I. macrophylla | A | Afrique occidentale
Afrique centrale | zone guinéenne et des
Niayes et
zone soudanienne
(Patako) | P |
| 24. I. microcarpa | MAm | Afrique occidentale
Afrique orientale
Afrique australe
Océan indien | zone sahélienne | Ch |
| 25. I. nigritana | A | Afrique occidentale
Afrique centrale | zone guinéenne | T |
| 26. I. nummulariifolia | As | Afrique occidentale
Afrique orientale
Afrique australe | zone guinéenne et des
Niayes
zone Soudanienne
(Patako) | T |
| 27. I. oblongifolia | As | Afrique occidentale
Afrique orientale
Afrique du Nord
Afrique australe | zone sahélienne | P |
| 28. I. paniculata | A | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique australe | zone guinéenne | T |
| 29. I. parviflora | AsAu | Afrique occidentale
Afrique orientale
Afrique centrale
Afrique australe | zone sahélienne | T |
| 30. I. pilosa | A | Afrique occidentale
Afrique orientale
Afrique australe | zone sahélienne et des
Niayes
zone soudanienne | T |
| 31. I. polysphaera | A | Afrique occidentale
Afrique orientale
Afrique centrale
Afrique australe | zone Guinéenne | T |
| 32. I. priureana | A | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale | zone soudanienne | T |
| 33. I. pulchra | A | Afrique occidentale
Afrique centrale | zone soudanienne, les
Niayes et zone | Ch |

| | | | | |
|-----------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----|
| | | Afrique orientale
Afrique australe | guinéenne | |
| 34. <i>I. secundiflora</i> | A | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale | zone soudanienne | T |
| 35. <i>I. senegalensis</i> | A | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique du Nord | zone sahélienne et des
Niayes | T |
| 36. <i>I. sessiliflora</i> | As | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale
Afrique du Nord | zone sahélienne et des
Niayes | T |
| 37. <i>I. simplicifolia</i> | A | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale
Afrique australe | zone soudanienne | T |
| 38. <i>I. spicata</i> | MAs | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale
Afrique australe
Océan indien | zone guinéenne et des
Niayes | H |
| 39. <i>I. stenophylla</i> | A | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale | zone soudanienne | T |
| 40. <i>I. subulata</i> | MAsAm | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique australe
Afrique du Nord
Océan indien | zone guinéenne et des
Niayes | Ch |
| 41. <i>I. suffruticosa</i> | MAsAm | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale
Afrique australe
Océan indien | zone soudanienne | P |
| 42. <i>I. terminalis</i> | A | Afrique occidentale | zone soudanienne | P |
| 43. <i>I. tinctoria</i> | As | Afrique occidentale
Afrique centrale
Afrique orientale
Afrique australe | zone sahélienne et
zone soudanienne | P |
| 44. <i>I. trichopoda</i> | A | Afrique occidentale
Afrique centrale | zone soudanienne | T |
| 45. <i>I. sp</i> | A | Afrique occidentale | zone soudanienne | T |

Annexe 3 : Collection d'échantillons de *Indigofera* consultés

| Noms des espèces | Collection Herbar DAKAR | Collection Herbar IFAN | Collection Camara |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Indigofera arrecta</i> (4) | | Diémé 36, 66,86 - Adam 5488 | |
| <i>Indigofera aspera</i> (27) | Berhaut 3683, 3769, 5396- Kane 618, 635, 734, 834, Madsen 3500, 3518, 3519, 3566, 4124, 4116, 4196, 5732, 5801 | Diémé sn - Pitot sn - Adam19199
Adam 19609, 19363 - Martine sn - Raynal 5914 | Camara14, 15, 24, 26 |
| <i>Indigofera astragalina</i> (19) | Berhaut 3711, 3971, 5471- Kane 597, 605 - Lykke 88 - Madsen 3572, 4461, 3521, 6042 - Marchad 266 - B. Sambou 467 | Pitot sn - Kerharo 1591- Adam 19659 - Bodian sn - Martine sn - Monod sn | Camara 39 |
| <i>Indigofera berhautiana</i> (20) | Berhaut 3529 - Kane 431, 698, 863, 882, 884 - Marchad 139 -Miège 123 - Madsen 3737 - Sonko 005 | Raynal 6478, 6497 - Pitot sn - Diémé sn
Adam 17018, 15088, 18155 - Monod sn | Camara 8, 20 |
| <i>Indigofera bracteolata</i> (7) | Miège 122 -Madsen 4016, 5866, 6604 | Pitot sn - Raynal 6863 - Adam 18269 | |
| <i>Indigofera brevifilamenta</i> (6) | | | Camara 54, 56, 57, 62, 82, 109 |
| <i>Indigofera capitata</i> (11) | Madsen 3605 | Diémé sn, 406 - Schneider 468 - Adam17144, 18520, 15129 - Etesse sn - Raynal 6944 | Camara 42, 50 |
| <i>Indigofera colutea</i> (6) | Kane 876 | | Camara 5, 10, 17, 21, 53 |
| <i>Indigofera congesta</i> (3) | | Diémé 405, 407, sn | |
| <i>Indigofera congolensis</i> (2) | Madsen 2179 | | Camara 66 |
| <i>Indigofera costata</i> (4) | | Diémé sn | Camara 4,16, 52 |
| <i>Indigofera deightonii</i> (1) | | | Camara 142 |
| <i>Indigofera dendroides</i> (36) | Berhaut 3737, 3328, 3887, 4165 - Kane 681, 860- Madsen 2010,2011, 2095, 2198, 2316, 2434, 2566, 2593, 2828, 3299, 3693, 3926, 4294, 4536, 5829 - B. Sambou 379, 382- Goudiaby 94, 197 | Diémé sn, 328 - Pitot sn ; Adam 15665, 17113, 18401, 18495 - Monod 8551, 8597 | Camara 6,18 |
| <i>Indigofera diphylla</i> (20) | Berhaut 3690 -Kane 498, 572, 595, 727, 1067 - Madsen 2671, 3382, 4119, 4137, 4205, 5730 -Traoré 29 | Adam 19203 - Raynal 5930 - Monod 8736 - Diémé 302 - Pitot sn | Camara 7, 19 |
| <i>Indigofera elliotii</i> (11) | Berhaut 4867, 3686, 5066, 5095, 5101 | Diémé sn, 401, 407- Morton 141- Adam 435 | Camara 91 |
| <i>Indigofera garckeana</i> (6) | Berhaut 3750 | Adam 17124- Pitot sn - Schneider 152 - K. Sambou 59 | Camara 46, 70 bis |

| | | | |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <i>Indigofera geminata</i> (23) | Berhaut 3111, 4633- Madsen 2024, 3297, 3352, 2586, 3355, 4533, 6330, 5967-B. Sambou 373, 436 | Diémé sn - Raynal 6756 - Nongonierma 157 - Adam 15626, 15638, 15862 - Garnier sn - Roberty 243 | Camara 25, 34, 65 |
| <i>Indigofera heudelotii</i> (3) | | Adam 19133, 19937 | Camara 44 |
| <i>Indigofera hirsuta</i> (30) | Berhaut 3776, 3818 - Kane 241, 634, 944 - Vanden Berghen 10168- Madsen 1227, 2246, 2341, 2428, 2493, 2571, 2818, 2827, 2973, 2988, 3328, 3742, 3911, 4033 - Bernth 16 | Raynal 6030 - Monod 8508 - Pito sn - Diémé sn - Adam 18406, 18804 -Martine 129 - Pierre de Coninck 05 | Camara 9 |
| <i>Indigofera leprieurii</i> (12) | Berhaut 3842 - Madsen 3357, 6200 - Goudiaby 92 | Diémé 320, 323 - Adam 19995 - Raynal 5150 - Pitot sn | Camara 33, 36, 41 |
| <i>Indigofera leptoclada</i> (15) | Berhaut 3168, 3283, 4373, 4382, 4831, 5632 - Kane 429 - Madsen 3173, 4481 | Adam 17383 - Diémé sn | Camara 63, 43, 115, 120 |
| <i>Indigofera macrocalyx</i> (19) | Berhaut 4321, 4346, 3759, 3024 - Madsen 1102, 1145, 2334, 2473, 2887, 2931, 2986, 3347, 3751 | Diémé sn, 106 - Adam 19730, 17351 | Camara 12, 23 |
| <i>Indigofera macrophylla</i> (13) | Berhaut 3675, 5560 - Marchad 244 - Lykke 699 - Goudiaby 215 | Diémé 65, 403 - Adam 1321, 18252, 18203 - Schneider 747 - Pitot sn | Camara 89 |
| <i>Indigofera microcarpa</i> (2) | | Adam 1422 | Camara 146 |
| <i>Indigofera nigritana</i> (9) | Berhaut 4286, 4408, 4529, 4617-Madsen 2022, 2596-B. Sambou 396 | Diémé sn | Camara 35 |
| <i>Indigofera nummulariifolia</i> (12) | Madsen 2452, 3928, 5394, 5433- Vanden Berghen50195 | Schneider 520 – Diémé 69 – Adam 17229, 18134,19265 | Camara 92, 41 |
| <i>Indigofera oblongifolia</i> (17) | Berhaut 5520, 3567 – Madsen 1042A, 4109, 4154, 4741 – Kane 691- Lawesson 5266 | Adam 17346 – Raynal 6656, 5877 – de Wailly 4525 | Camara 18, 22, 33, 41, 85 |
| <i>Indigofera paniculata</i> (9) | Berhaut 3043, 4442 – B. Sambou 344 – Goudiaby 93 | Diémé sn – Adam 15770 | Camara 58, 116, 144 |
| <i>Indigofera parviflora</i> (7) | Berhaut 3362, 3543, 3580, 5528 – Kane 864 | | Camara 2,16 |
| <i>Indigofera pilosa</i> (18) | Berhaut 3746, 4894 – Kane 526, 630, 744, 844 – Madsen 2040, 3929 – Goudiaby 101 | Diémé 39, 316 – Bodian 27 - Schneider189 – Adam 18158, 19193 – Kerharo 1585 – Naegélé 39 | Camara 51 |
| <i>Indigofera polysphaera</i> (1) | | Monod sn | |
| <i>Indigofera priureana</i> (7) | Kane 705 – Madsen 3340, 3741 – Lykke 127 | Diémé320, 324 | Camara 80 |
| <i>Indigofera pulchra</i> (21) | Berhaut 1205, 4554 – Kane 701, 874 – Marchad 144, 212 –Raynal 206 – Madsen 1214, | Pitot sn – Diémé 404 – de wailly4557 –Adam 18090 – Raynal 5890 | Camara 45, 49 |

| | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| | 1373, 3141, 4081, 4733 –
Goudiaby 200 – Sonko 004 | | |
| <i>Indigofera secundiflora</i> (15) | Berhaut 3807, 3960, 4232 –
Kane 414, 658 – Madsen
1075 – Raynal 119 | Diémé 85 – Raynal
5748 – de Wailly 4536
– Heudelot sn – Pitot sn
– Martine 109 | Camara 40, 70 |
| <i>Indigofera senegalensis</i> (12) | Berhaut 3408 – Kane407,
460, 574 – Raynal 120 –
Vanden berghen 10050 | Duong sn, Pitot sn-
Bodian 113 – Raynal
6335, 6455 | Camara 36 |
| <i>Indigofera sessiliflora</i> (7) | Madsen 2665, 2859 | Diémé 300 – leprieur sn
– Raynal 6499 – Pitot
sn – Monod sn | |
| <i>Indigofera simplicifolia</i> (11) | Berhaut 4328, 4344 – Madsen
1228, 2223, 2449, 2981 | Diémé sn – Adam
15658 | Camara 37, 68,
137 |
| <i>Indigofera spicata</i> (7) | Berhaut 5043, 5159 | Raynal 6446, 6566 – K.
Sambou sn – Pitot sn | Camara 67 |
| <i>Indigofera stenophylla</i> (29) | Berhaut 3092, 3167, 3242,
3738, 5633 – Madsen 2000,
2088, 2166, 2494, 2529,
2597, 3370, 3375, 3703,
3796, 3925, 4292, 4552 – B.
Sambou 320, 345 – Goudiaby
102, 204 | Diémé sn – Schneider
20bis – Adam 1705,
18424 – Kerharo 1590 | Camara 30 |
| <i>Indigofera subulata</i> (8) | Berhaut 3395, 3439 | Monod sn – Adam
14113 – Diémé sn –
Raynal 6396 | Camara 42, 71 |
| <i>Indigofera suffruticosa</i> (4) | Berhaut 5577, 5587 | Raynal 5708 – Adam
19786 | |
| <i>Indigofera terminalis</i> (10) | Berhaut 3280, 4509, 5461 –
Madsen 3996 | Diémé sn – Adam
17131- Raynal 5248 | Camara .39, 46,
64 |
| <i>Indigofera tinctoria</i> (14) | Berhaut 3953 – Kane 601,
906 – Madsen 1042B, 1080,
1084, 3460, 6033 | Diémé 87, 304 -
Schneider 284 | Camara 13, 24,
86 |
| <i>Indigofera trichopoda</i> (6) | Berhaut 3166 | Diémé sn – Raynal
6994 – Heudelot sn -
Adam15705 | Camara 114 |
| <i>Indigofera sp</i> (4) | | | Camara 55,
61,69, 83 |

Annexe 4 : Noms vernaculaires des espèces du genre *Indigofera* au Sénégal

(- = aucun nom)

| Noms scientifiques | Bambara | Diola | Mandingue | Peul | Sérère | Toucouleur | Wolof |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|
| <i>Indigofera arrecta</i> | gala, gara,
ngala | - | karo,
karoding,
karomeseng | Boru | nônan,
nona | boru | gâdj,
ngâdié |
| <i>I. aspera</i> | - | - | - | ñañandé
révré,
ñasko | - | - | - |
| <i>I. astragalina</i> | - | - | - | ñañagil,
sini
moño,
sini goño,
ndorbadé | djo gôr | lédérur | garab
mbam,
ñasèn,
ndogdial,
tioli sinar |
| <i>I. berthautiana</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. bracteolata</i> | gala sina | - | - | takèl pôli | i bib | - | - |
| <i>I. capitata</i> | - | - | - | ñamdu
vuyiru | - | - | - |
| <i>I. colutea</i> | djéné gala
sina, zañi | - | - | Ñañaalé | - | - | - |
| <i>I. congesta</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. congolensis</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. costata</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. dendroides</i> | ba
kumbélé | - | kamarin
korimô,
mamabuso,
manabuso | légir,
légirté,
niébé
géralal | - | - | séléuléu |
| <i>I. diphylla</i> | - | - | - | bélééré
gudo,
buru,
diégiti
ngar, guri
bambali,
guri
bamadi,
guru
bamédia | nonâ,
nonan | - | ngâdièn,
diégi
tingar,
ñasal,
tiékèr |
| <i>I. elliotii</i> | - | bu sèngéré ¹ | - | - | - | - | - |
| <i>I. garckeana</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. geminata</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. heudelotii</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. hirsuta</i> | - | - | silatalo,
forato karo | gèrté
gélodi,
kordé,
guri bayli,
tanangél | kordio kôr,
kordi nak,
mbarângel,
poga pok | - | - |
| <i>I. leprieurii</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. leptoclada</i> | - | - | vurésésé | - | - | - | - |
| <i>I. macrocalyx</i> | - | - | - | bukèl,
takonponi | - | vavrédébo,
wauré débo | - |

| | | | | | | | |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| <i>I. macrophylla</i> | - | ka bun éniab, ka bun é sèngèt, ka bun é bampon, é hondiololo | - | - | - | - | - |
| <i>I. microcarpa</i> | - | - | - | balhamadi diéri | - | - | - |
| <i>I. nigritana</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. nummulariifolia</i> | - | - | - | - | ndur | - | - |
| <i>I. oblongifolia</i> | - | boro, balboro, badboro, badoborudé | karo | - | - | balburial, boro | gèndiu nat, karbet mbam, gândié |
| <i>I. omissa</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. paniculata</i> | - | - | - | - | nonan ² | - | - |
| <i>I. parviflora</i> | donzo ka vélé, vélé guéna | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. pilosa</i> | - | - | - | varbulèl | - | - | - |
| <i>I. preureana</i> | - | - | furatu karo | - | - | - | - |
| <i>I. pseudosubulata</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. pulchra</i> | - | - | - | - | - | - | mbûn |
| <i>I. secundiflora</i> | - | - | bratjina | varbulèl | nônan nak, nônan a kob, nônan gôr, kordio kôr, kordio nak | - | ngândial nak |
| <i>I. senegalensis</i> | - | - | diamba kokoyo | nianandé, nianialé | - | - | - |
| <i>I. sessiliflora</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. simplicifolia</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. spicata</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. stenophylla</i> | - | - | - | - | - | légi légirdé | - |
| <i>I. subulata</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. suffruticosa</i> | - | - | - | boru, borudji | nonâ, nonan | - | ngâdia, ngâdièn, ngâdj |
| <i>I. terminalis</i> | - | - | karasina | - | - | - | - |
| <i>I. tetrasperma</i> | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>I. tinctoria</i> | gala, gara, ngala | - | karo, karoding, karomeseng | Boru | nônan, nona | boru | ngândia |
| <i>I. trichopoda</i> | - | - | - | - | - | - | - |

Annexe 5 : Caractères morphologiques des tiges des espèces du genre *Indigofera*

| | Pilosité | Type de poils | Forme |
|---------------------------|---------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|
| <i>I. arrecta</i> | Pubescente | poils naviculaires | cylindrique |
| <i>I. aspera</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. astragalina</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. berthautiana</i> | Pubescente | poils simples | Cylindrique |
| <i>I. bracteolata</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. brevifilamenta</i> | Pubescente | poils naviculaires et poils simples glanduleux | Cylindrique |
| <i>I. capitata</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. colutea</i> | Pubescente | poils naviculaires et poils simples glanduleux | Cylindrique |
| <i>I. congesta</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. congolensis</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. costa</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Côtelée |
| <i>I. deightonii</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. dendroides</i> | glabrescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. diphylla</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. elliotii</i> | glabrescente dessus | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. garckeana</i> | Pubescente | Poils naviculaires | quadrangulaire |
| <i>I. geminata</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. heudelotii</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. hirsuta</i> | Pubescente | Poils naviculaires | cannelée |
| <i>I. lepriouri</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. leptoclada</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. macrocalyx</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. macrophylla</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. microcarapa</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. nigritana</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. nummulariifolia</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Côtelée rugueuse |
| <i>I. oblongifolia</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. paniculata</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. parviflora</i> | Pubescente | Poils naviculaires | cylindrique à fines raillures |
| <i>I. pilosa</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. polysphaera</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. priureana</i> | Pubescente | Poils naviculaires | cylindrique à fines raillures |
| <i>I. pulchra</i> | Pubescente | Poils naviculaires | cylindrique violacée |
| <i>I. secundiflora</i> | Pubescente | poils naviculaires et poils simples glanduleux | Cylindrique |
| <i>I. senegalensis</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. sessiliflora</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. simplicifolia</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. spicata</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Côtelée rugueuse |
| <i>I. stenophylla</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. subulata</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |

| | | | |
|------------------------|------------|--------------------|-------------|
| <i>I. suffruticosa</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. terminalis</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. tinctoria</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |
| <i>I. trichopoda</i> | Pubescente | Poils naviculaires | Cylindrique |

Annexe 6 : Tableau des traits de caractères morphologiques des fruits des espèces du genre *Indigofera*

| Traits de Caractères | <i>I. arrec</i> | <i>I. aspe</i> | <i>I. astrag</i> | <i>I. berhaut</i> | <i>I. bracte</i> | <i>I. brevifil</i> | <i>I. capit</i> | <i>I. colu</i> | <i>I. conge</i> | <i>I. congo</i> | <i>I. cost</i> |
|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------------------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|---------------------------------|
| longueur pédicelle | sessile | 1 mm | 0,5 - 1 mm | sessile | 1 mm | 1 mm | sessile | 1 mm | sessile | 1 mm | 1 mm |
| longueur pédoncule | 5 à 10 mm | 10 à 20 mm | 10 à 15 mm | 1 mm | 1 mm | 3 - 5 mm | 4 - 7 mm | 6 - 10 mm | 2 - 3 mm | 5 - 10 mm | 15 - 30 mm |
| forme des fruits | droite
linéaire,
subtétrag | linéaire plate,
faucille | cylindriq | cylindriq | obovale
plate | droite
cylindriq | obovoïde | cylindriq | obovoïde | linéaire | linéaire
arquée au
sommet |
| longueur des fruits | 10-25 mm | 20 - 25 mm | 10 - 12 mm | 4 mm | 4 - 5 mm | 7 - 12 mm | 2 - 4,5 mm | 20 - 23 mm | 2 - 3 mm | 9 - 15 mm | 25 - 40 mm |
| largeur des fruits | 1,5-2,5 mm | 1,5 - 1,7 mm | 2,5 - 3 mm | 1 mm | 1 mm | 1 - 1,5 mm | 1,5 - 2,5
mm | 1,5 mm | 2 mm | 1,5 mm | 1,5 mm |
| pilosité des fruits | glabresc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | glabre | pubesc |
| Type de poils | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils
navicul | poils
navicul | poils
naviculaires
et poils
glanduleux | poils
navicul | poils
navicul | poils navicul | poils
navicul | poils navicul |
| sommet des fruits | bec court | bec fin | bec noir | muconé | bec | bec court | mucroné | bec | bec filiforme | bec noir | en coin |
| nombre de graines par fruit | 4 à 8 | 12 à 15 | 2 à 4 | 1 à 2 | 1 | 3 à 8 | 1 à 2 | 9 à 13 | 1 à 2 | 6 à 10 | 9 à 20 |
| orientation des fruits | étalée ou
réfléchie | étalée ou
réfléchie | réfléchie | pendante | pendante | étalée | pendante | étalée | pendante | pendante | réfléchie |

I = *Indigofera*, arrec = arrecta, aspe = aspera, astrag = astragalina, berhaut = berhautiana, bracte = bracteolata, brevifil = brevifilamenta, capit = capitata, colu = colutea, conge = congesta, congo = congolensis, cost = costata

Suite 1 annexe 6

| Caractères | <i>I. dendr</i> | <i>I. diphy</i> | <i>I. elliot</i> | <i>I. garck</i> | <i>I. gemin</i> | <i>I. heude</i> | <i>I. hirsu</i> | <i>I. deigh</i> | <i>I. lepri</i> | <i>I. lepto</i> | <i>I. macroc</i> |
|------------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| longueur pédicelle | 2 mm | sessile | 2 mm | 2 mm | 1 mm | 0,5 - 1 mm | 0,5 - 1 mm | 0,5 - 1,5 mm | 0,5 - 1 mm | 1 mm | 0,5 - 1 mm |
| longueur pédoncule | 20 - 45 mm | 1,5 - 3 mm | 5-7 mm | 20 -120 mm | 6 - 10 mm | 10-20 mm | 50 - 90 mm | 5-20 mm | 2 - 4 mm | 2 - 3 mm | 10 - 15 mm |
| forme des fruits | linéaire droite | linéaire falcif | cylindriq | linéaire quadrang arquée au sommet | linéaire cylindriq | linéaire cylindriq | linéaire | linéaire plate | cylindriq | ovale et plate | suborbicul |
| longueur des fruits | 35 - 45 mm | 10 - 12 mm | 12 - 15 mm | 35 - 69 mm | 3 - 10 mm | 14 - 19 mm | 17 - 28 mm | 3 - 10 mm | 25 - 35 mm | 3 - 4 mm | 2 mm |
| largeur des fruits | 3 mm | 1,5 - 2 mm | 5-10 mm | 3 - 4 mm | 1 mm | 1,3 - 1,9 mm | 2,5 - 3 mm | 1 - 1,5 mm | 2,5 - 3 mm | 2 mm | 1,8 - 2 mm |
| pilosité des fruits | pubesc | pubesc | glabre | glabrescent | pubesc | glabrescent | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | glabrescent |
| Type de poils | poils navicul | poils navicul | glabre | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul |
| sommet des fruits | en coin | en bec | en bec | en pointe acuminée | bec | bec | bec | bec | pointe | bec filiform | bec |
| nombre de graines par fruit | 13 à 25 | 1 à 2 | 3 à 5 | 7 à 12 | 1 à 3 | 4 à 6 | 4 à 8 | 2 à 5 | 9 à 12 | 1 | 1 |
| orientation des fruits | étalée ou pendante | pendante | étalée ou pendante | réfléchie | pendante | étalée, pendante | réfléchie | étalée ou refléchie | pendante | pendante | étalée |

dendr = dendroides, diphy = diphylla, elliot = elliotii, garck = garkeana, gemin = geminata, heude = heudelotii, hirsu = hirsuta, aff. = affilié, deigh = deightonii, lepri = lepriurii, lepto = leptoclada, macroc = macrocalyx, cylindriq = cylindrique, falcif = falciforme, navicul = naviculaire, pubesc = pubescent, quadrang = quadrangulaire, orbicul = orbiculaire

Suite 2 annexe 6

| Caractères | <i>I. macrop</i> | <i>I. micro</i> | <i>I. nigri</i> | <i>I. nummu</i> | <i>I. oblon</i> | <i>I. panic</i> | <i>I. parvi</i> | <i>I. pilo</i> | <i>I. polysp</i> | <i>I. prieur</i> | <i>I. pulch</i> | <i>I. secund</i> |
|----------------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|----------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------|
| longueur pédicelle | 0,5 - 1 mm | 0,5 - 1 mm | 0,5 - 1 mm | 0,5 - 1 mm | 1 mm | 2 - 3 mm | 3 mm | 1 mm | 0,5 - 1 mm | 1 mm | 1 mm | 1 mm |
| longueur pédoncule | (18) 20 - 25 mm | 10 mm | 15 - 26 mm | 10 - 40 mm | 3 - 6 mm | 4 mm | 0,5 mm | 10 - 12 mm | 4 - 20 mm | 5 - 10 mm | 7 mm | 10 - 30 mm |
| forme des fruits | linéaire arquée au sommet | cylindriq | cylindriq | falcif spinesce | linéaire en faucille | linéaire droite | linéaire droite arquée au sommet | linéaire droite | oblongue | subquadrang droite subligneuse | obovoide | cylindriq |
| longueur des fruits | 20 - 40 mm | 5 - 6 mm | 4 - 5 mm | 7 - 9 mm | 10 - 17 mm | 4 - 6 mm | 20 - 40 mm | 10 - 27 mm | 5 - 6 mm | 30 - 50 mm | 3 - 4 mm | 5 - 8 mm |
| largeur des fruits | 2 - 3 mm | 2 mm | 2 mm | 4 - 6 mm | 2 - 3 mm | 1 - 2 mm | 1 - 2 mm | 1,5 - 2 mm | 1,5 - 2 mm | 4 - 5 mm | 2 mm | 2 - 2,5 mm |
| pilosité des fruits | glabrescent | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc |
| Type de poils | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul |
| sommet des fruits | bec | bec | bec | mucroné | mucroné | mucroné | en bec | bec | bec | bec | mucroné | en pointe acuminée |
| Nbre de graines par fruit | 3 à 7 | 1 à 3 | 1 à 2 | 1 à 2 | 4 à 7 | 1 à 2 | 10 à 17 | 8 à 14 | 1 à 2 | 7 à 8 | 1 à 2 | 2 à 4 |
| orientation des fruits | réfléchie | réfléchie | pendante ou étalée | étalée | réfléchie | pendante ou étalée | réfléchie | étalée | pendante | pendante ou étalée | pendante ou étalée | réfléchie ou étalée |

macrop = macrophylla, micro = microcarpa, nigri = nigritana, nummu = nummulariifolia, oblon = oblongifolia, pani = paniculata, pilo = pilosa, polysp = polysphaera, prieur = prieurana, pulch = pulchra, secund = secundiflora, spinesce = spinescente

Suite 3 annexe 6

| Traits de Caractères | <i>I. senegal</i> | <i>I. sessil</i> | <i>I. simpli</i> | <i>I. spica</i> | <i>I. steno</i> | <i>I. subul</i> | <i>I. suffru</i> | <i>I. termi</i> | <i>I. tinct</i> | <i>I. tricho</i> | <i>I. sp</i> |
|------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| longueur pédicelle | 1 mm | 0,5 - 1 mm | 0,5 - 1 mm | 1,5 - 2 mm | 0,5 - 1 mm | 1 mm | 1 mm | sessile | 1 mm | 1,5 - 2 mm | 1 - 1,5 mm |
| longueur pédoncule | 10 - 15 mm | 0,5 - 2 mm | 2 - 4 mm | 15 mm | 3 - 10 mm | 25 - 30 mm | 5 - 10 mm | 2 - 4 mm | 2 - 4 mm | 25 - 30 mm | 1-4 mm |
| forme des fruits | linéaire
plate | droite
linéaire | linéaire
droite | linéaire
droite | linéaire | linéaire
arquée au
sommet | linéaire et
en faucille | ovale
elliptique | linéaire ou en
faucille | plate | cyllindriq |
| longueur des fruits | 8 - 13 mm | 10 - 12 mm | 18 - 23 mm | 6 - 13 mm | 30 - 40 mm | 20 - 35 mm | 10 - 16
mm | 3 mm | 25 - 35 mm | 5 - 6 mm | 8 - 12 mm |
| largeur des fruits | 3 mm | 1 - 1,5 mm | 1,5 - 2 mm | 2 mm | 2,5 - 3 mm | 1 - 2 mm | 1,5 - 2,5
mm | 1 - 1,5 mm | 2 - 2,5 mm | 1 - 1,5 mm | 1,5 mm |
| pilosité des fruits | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc | glabresce | pubesc | pubesc | pubesc | pubesc mixte |
| Type de poils | poils
navicul | poils
navicul | poils
navicul | poils
navicul | poils
navicul | poils
navicul | poils
navicul | poils
navicul | poils navicul | poils navicul | poils navicul
et poils
glduleux |
| sommet des fruits | bec fin | bec | Bec | bec | Bec | en pointe
acuminée | bec | pointe
acuminée | en pointe
acuminée | bec | en bec |
| nombre de graines par fruit | 3 à 5 | 3 à 6 | 8 à 12 | 2 à 4 | 10 à 13 | (3)6 à 12 | 3 à 7 | 1 | 9 à 13 | 1 à 2 | 4 à 7 |
| orientation des fruits | réfléchie | étalée | dressée | réfléchie | dressée | réfléchie | réfléchie | dressée | réfléchie | réfléchie ou
étalée | dressée |

senegal = senegalensis, sessil = sessiliflora, simpli = simplicifolia, spica = spicata, steno = stenophylla, subul = subulata, suffru = suffruticosa, termi = terminalis, tinct = tinctoria, tricho = trichopoda, sp = species, glduleux = glanduleux

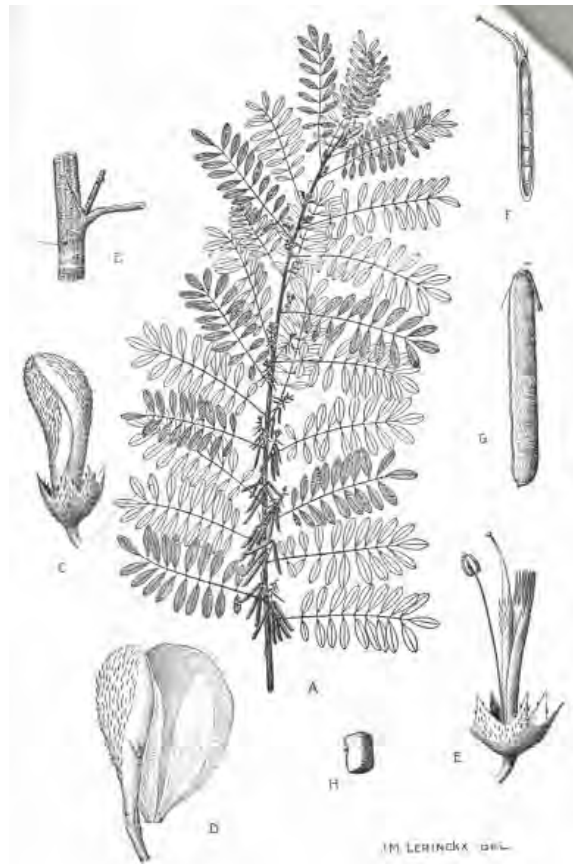
Annexe 7 : Illustrations des 45 espèces étudiées du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal

Planche 1 : *Indigofera arrecta*, Cronquist (1940) modifiée par Camara 2019.

- A. Rameau fertile (x ½)
- B. Pétiole, stipule et pédoncule (x 3)
- C. Bouton floral (x 10)
- D. Corolle (x 10).
- E. Fleur (x 10)
- F. Gynécée en coupe longitudinale (x 10).
- G. Gousse (x 3)
- H. Graine (x 3)



Planche 2 : *Indigofera hirsuta*, Adjanohoun (1980) modifiée par Camara (2019)

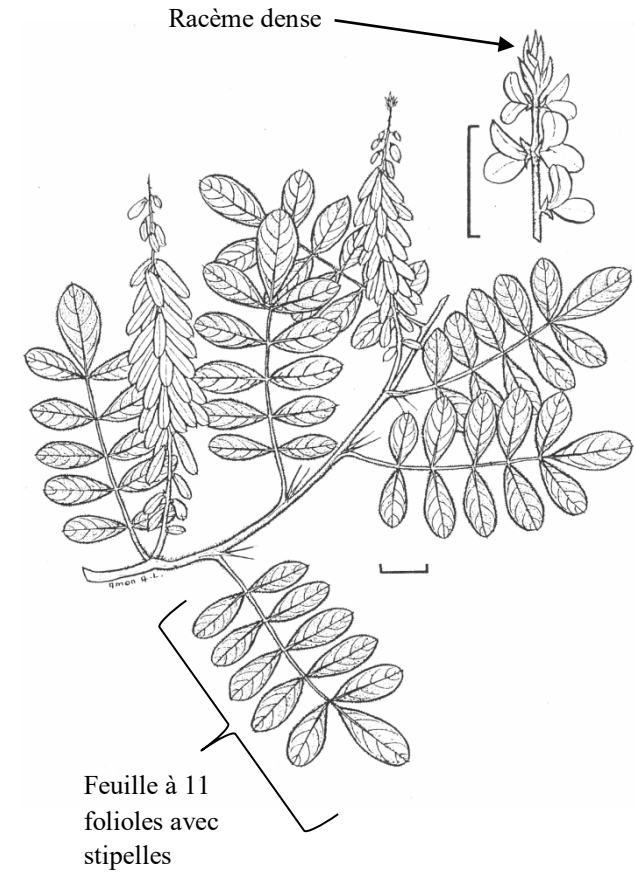


Planche 3 : *Indigofera astragalona*, Adjanohoun (1980) modifiée par Camara (2019)



Planche 4 : *Indigofera berhautiana*
Adjanooun (1980) modifiée par Camara (2019)



Planche 5 : *Indigofera bracteolata*
Adjanooun (1980) modifiée par Camara (2019)

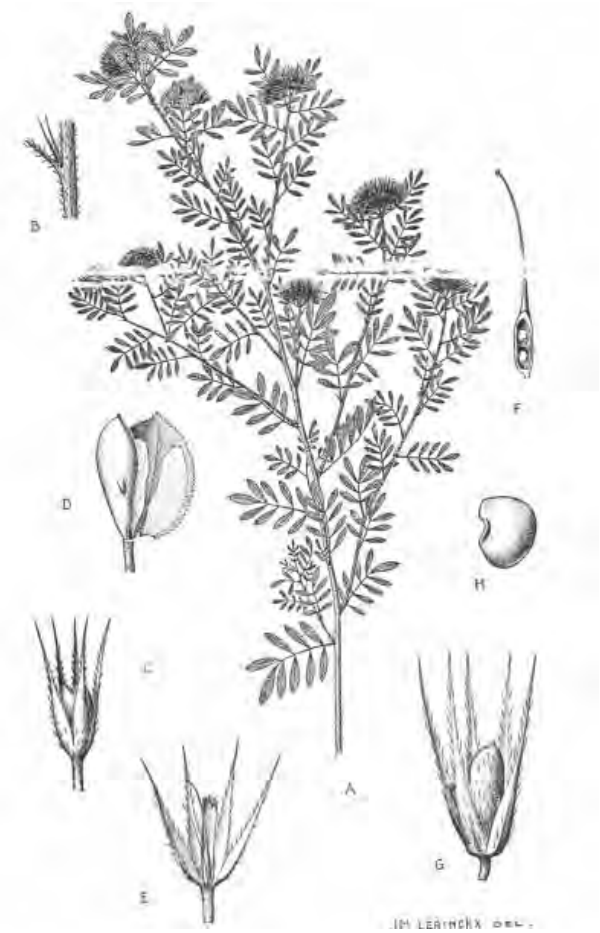


Planche 6 : *I. capitata*, Cronquist (1940),
modifiée par Camara (2019).

- A. Rameau fertile (x ½) ;
- B. pétiole et stipules ;
- C. bouton floral (x 5) ;
- D. corolle (x 5) ;
- E. Fleur (x 5) ;
- F. Gynécée, coupe longitudinale (x 10) ;
- G. Gousse (x 5) ;
- H. Graine (x 10)

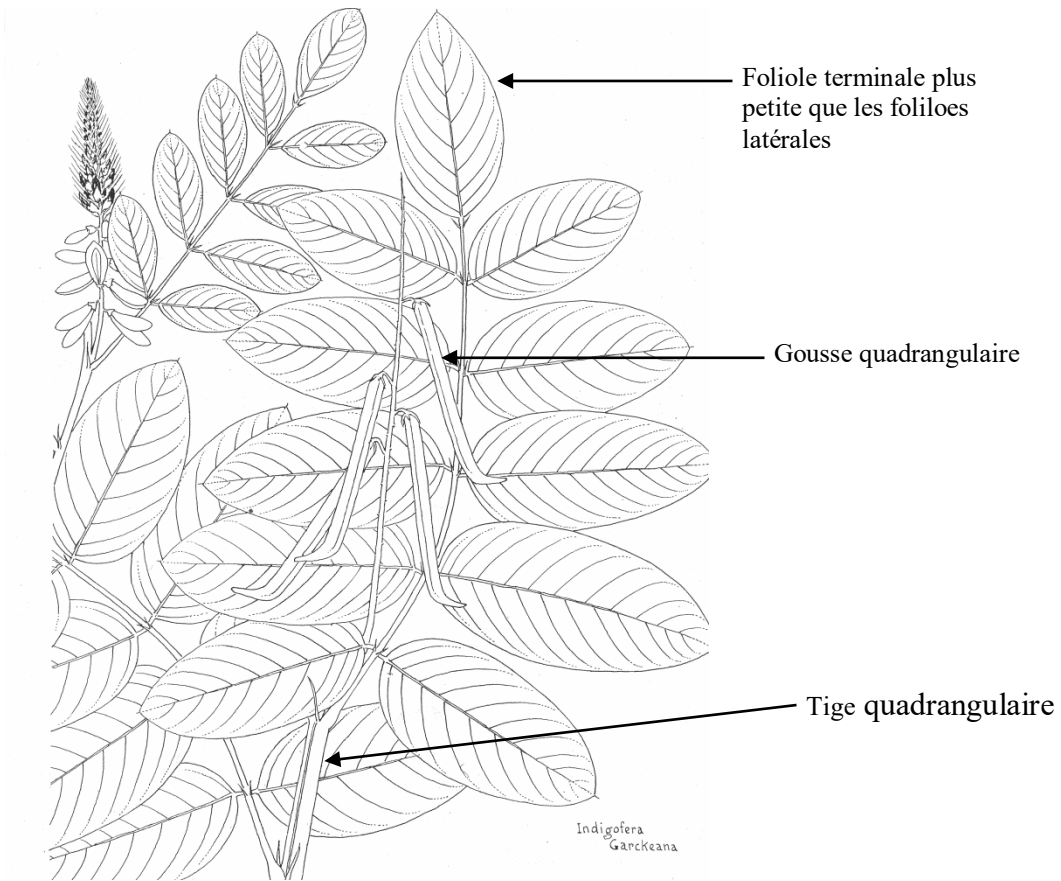


Planche 7 : *Indigofera garckeana*, Berhaut (1976) modifiée par Camara (2019)

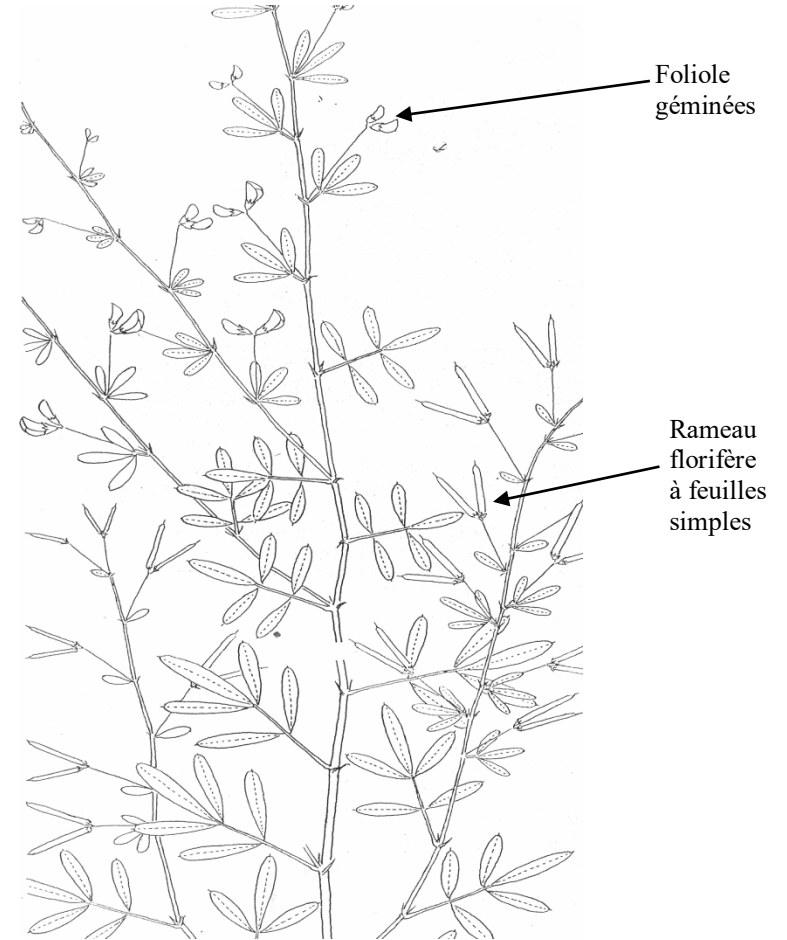


Planche 8 : *Indigofera geminata*, Berhaut (1976) modifiée par Camara (2019)

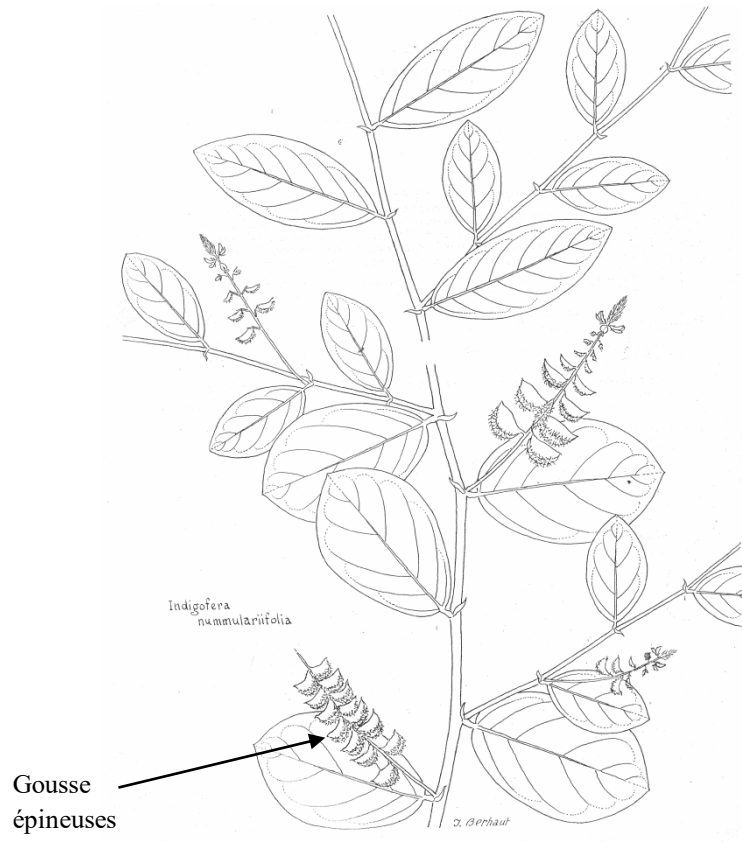


Planche 9 : *Indigofera nummulariifolia*, Berhaut (1976) modifiée par Camara (2019)

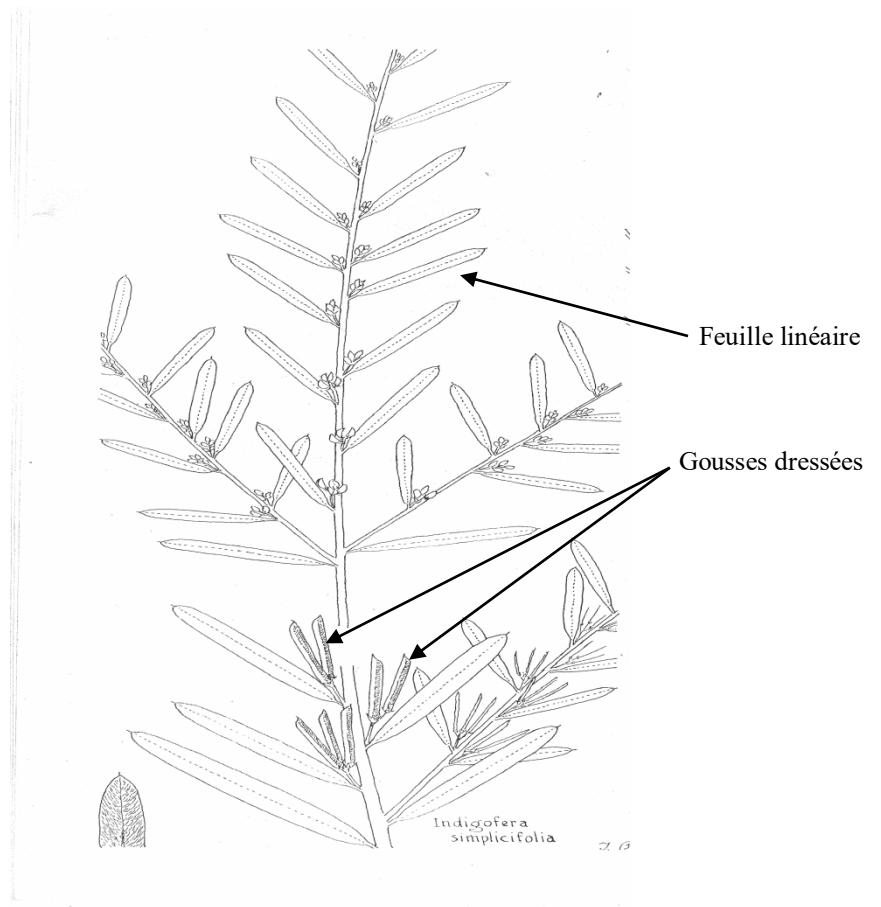


Planche 10 : *Indigofera simplicifolia*, Berhaut (1976) modifiée par Camara (2019)

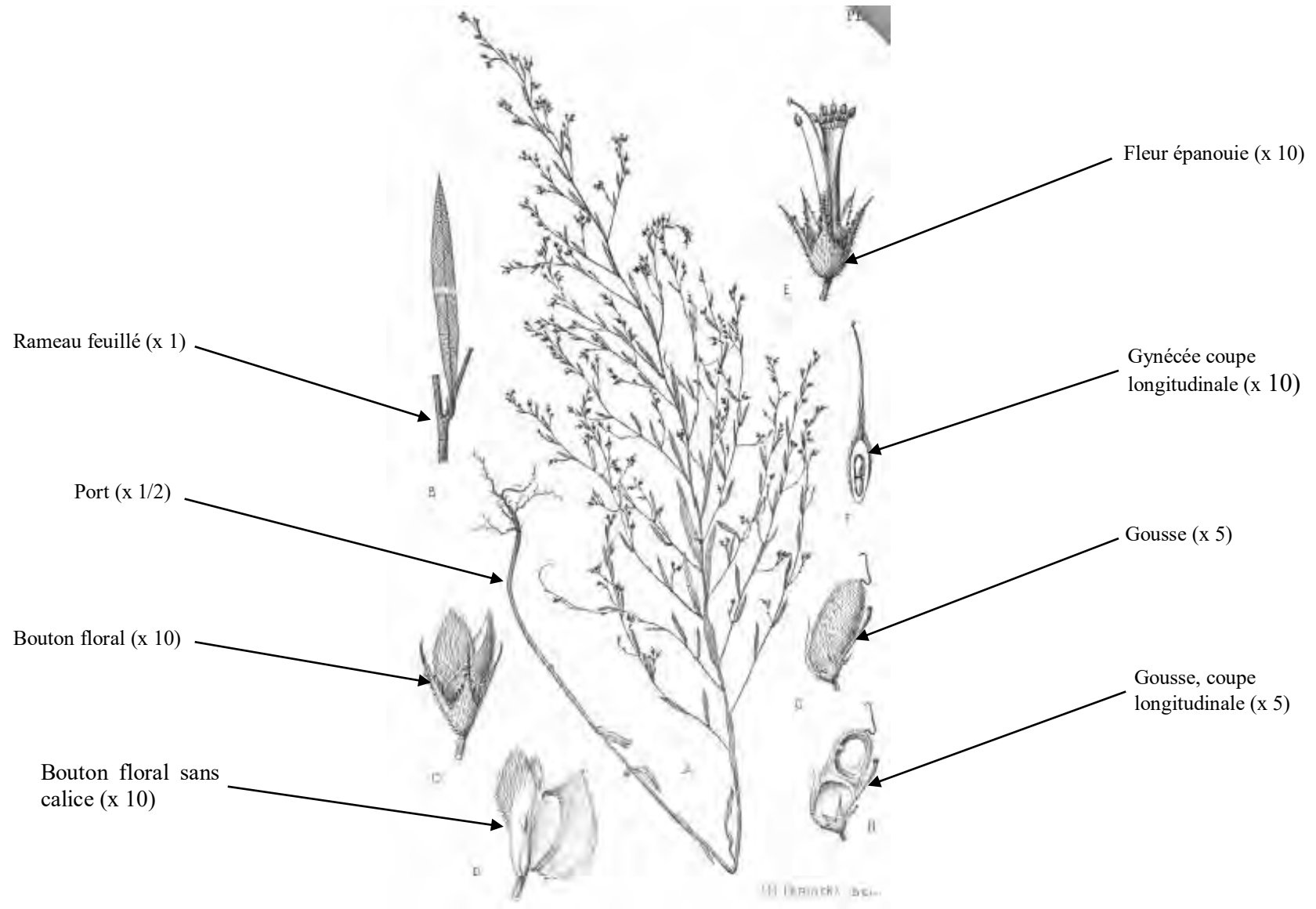


Planche 11 : *I. paniculata*, Cronquist (1940) modifiée par Camara (2019)

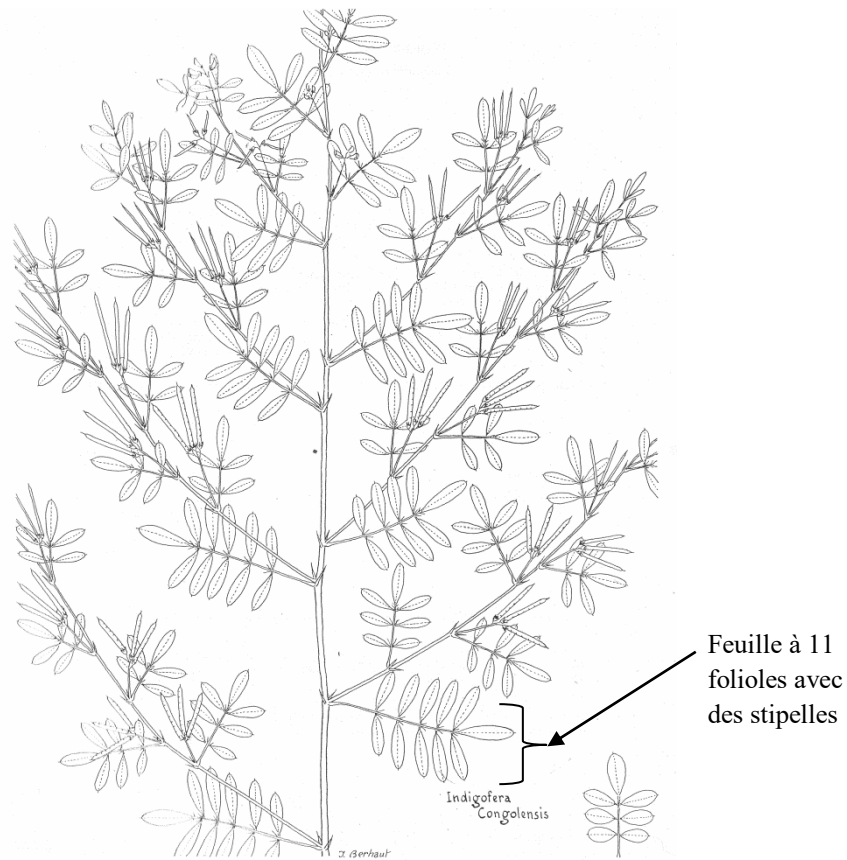


Planche 12 : *Indigofera congolensis*, Berhaut (1976)
modifiée par Camara (2019)

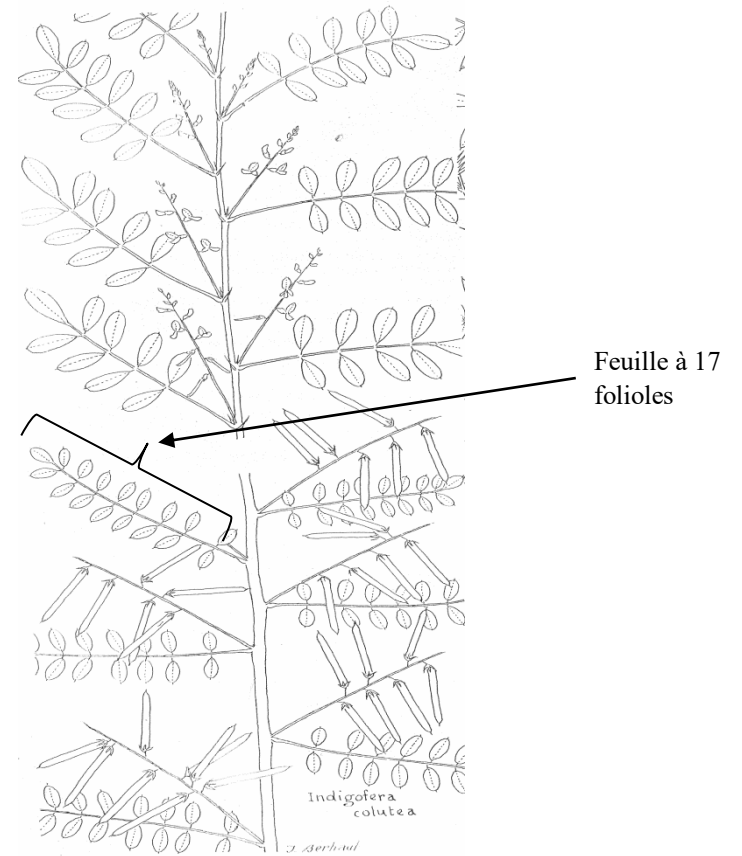


Planche 13 : *Indigofera colutea*, Berhaut (1976)
modifiée par Camara (2019)

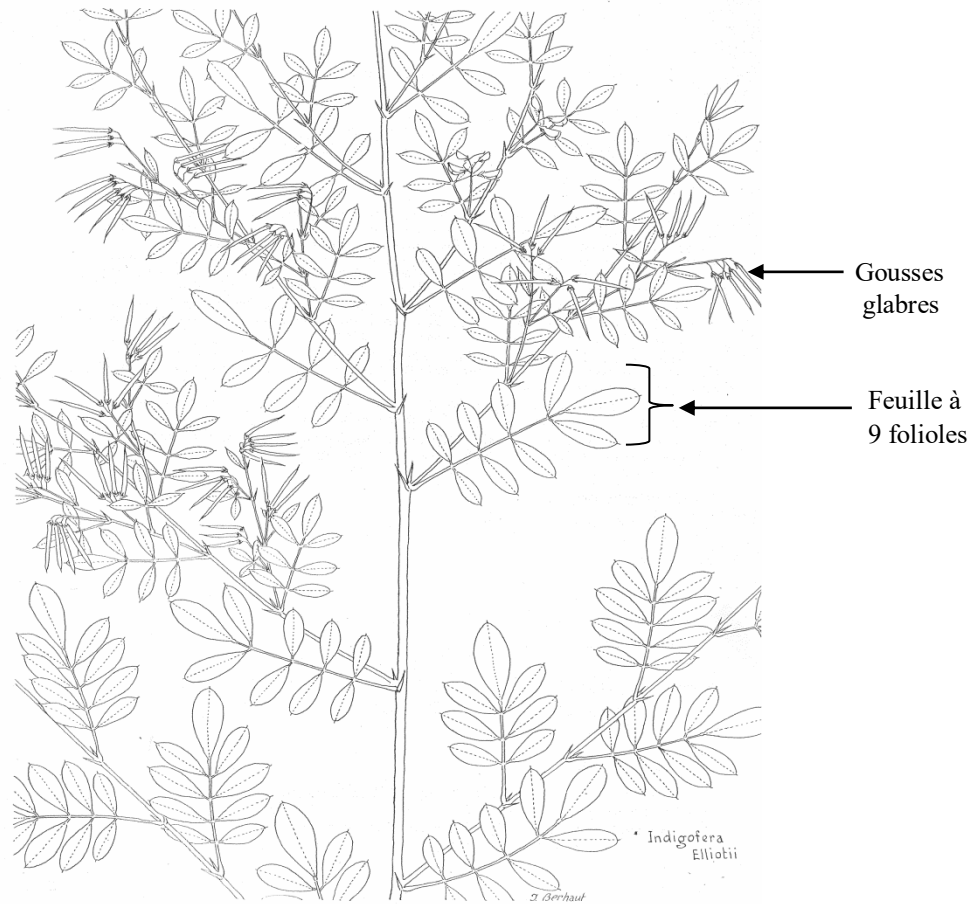


Planche 14 : *Indigofera elliotii*, Berhaut (1976) modifiée par Camara (2019)

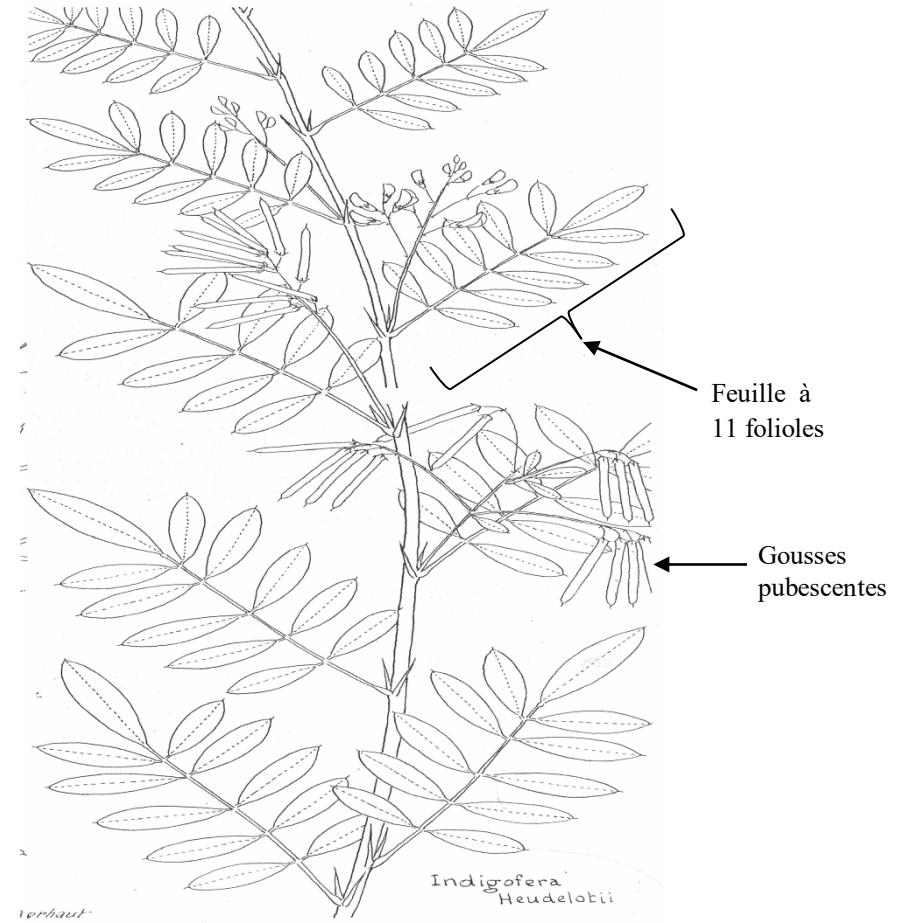


Planche 15 : *Indigofera heudelotii*, Berhaut (1976) modifiée par Camara (2019)

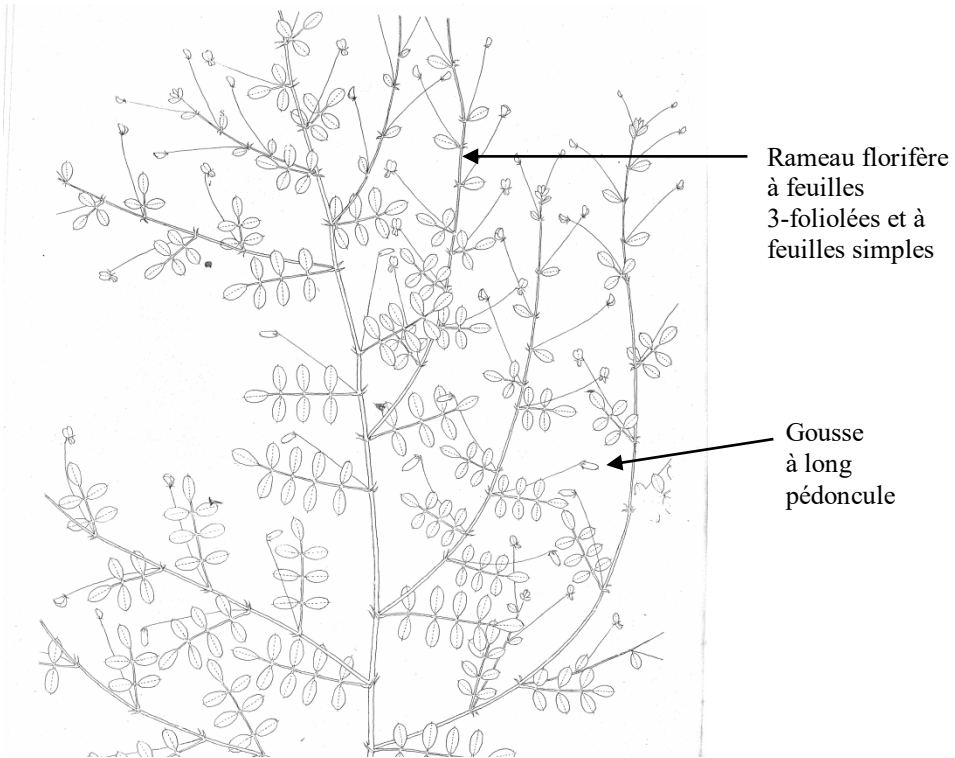


Planche 16 : *Indigofera trichopoda*, Berhaut (1976) modifiée par Camara (2019)

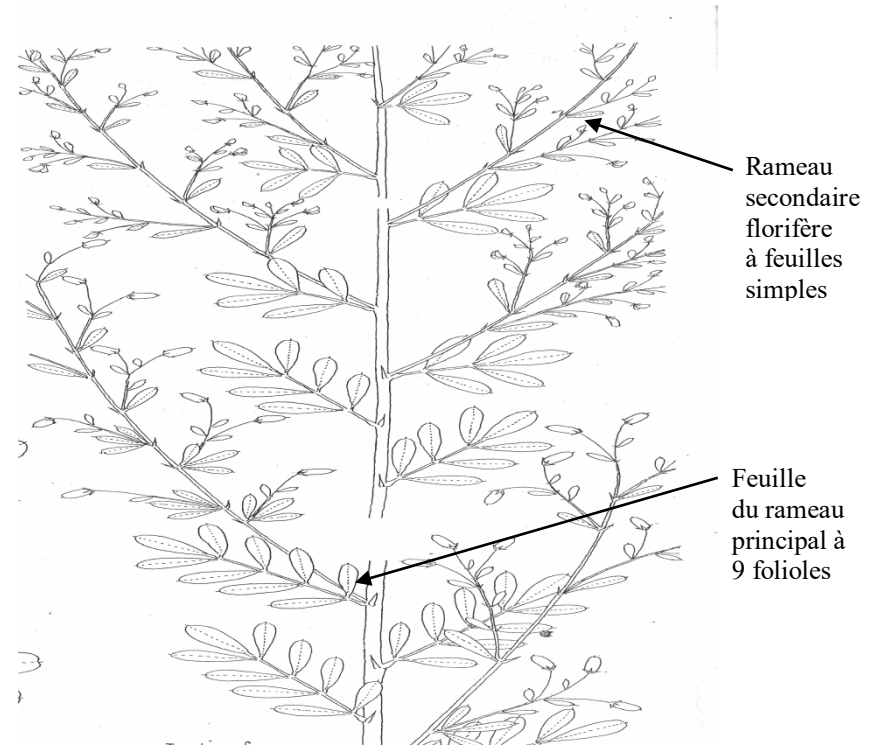


Planche 17 : *Indigofera nigritana*, Berhaut (1976) modifiée par camara (2019)



Planche 18 : *Indigofera oblongifolia*, Berhaut (1976) modifiée par Camara (2019)

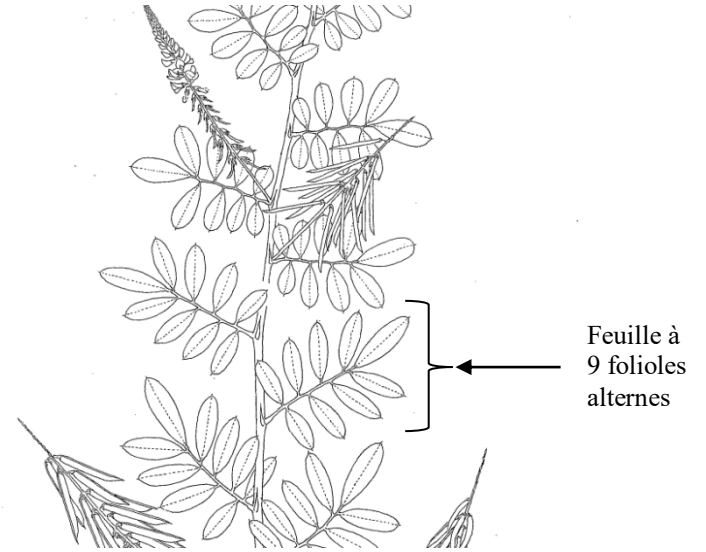


Planche 19 : *Indigofera spicata*, Berhaut (1976) modifiée par Camara (2019)



Planche 20 : *Indigofera pilosa*, Berhaut (1976)
modifiée par camara (2019)

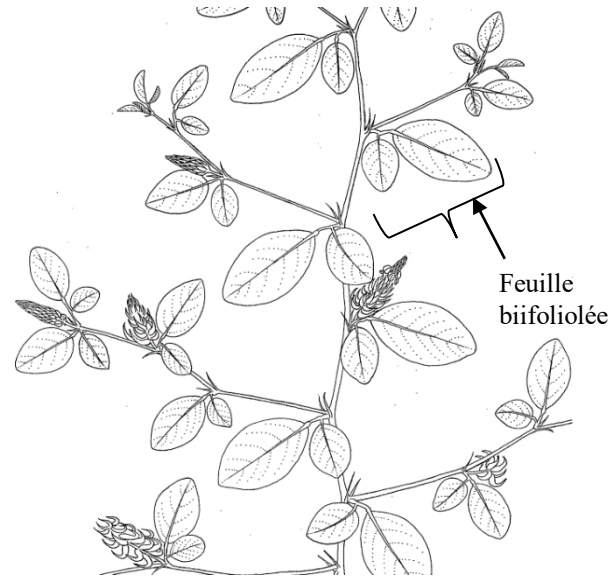


Planche 21 : *Indigofera diphylla*, Berhaut (1976)
modifiée par Camara (2019)



Planche 22 : *Indigofera lepreurii*, Berhaut (1976)

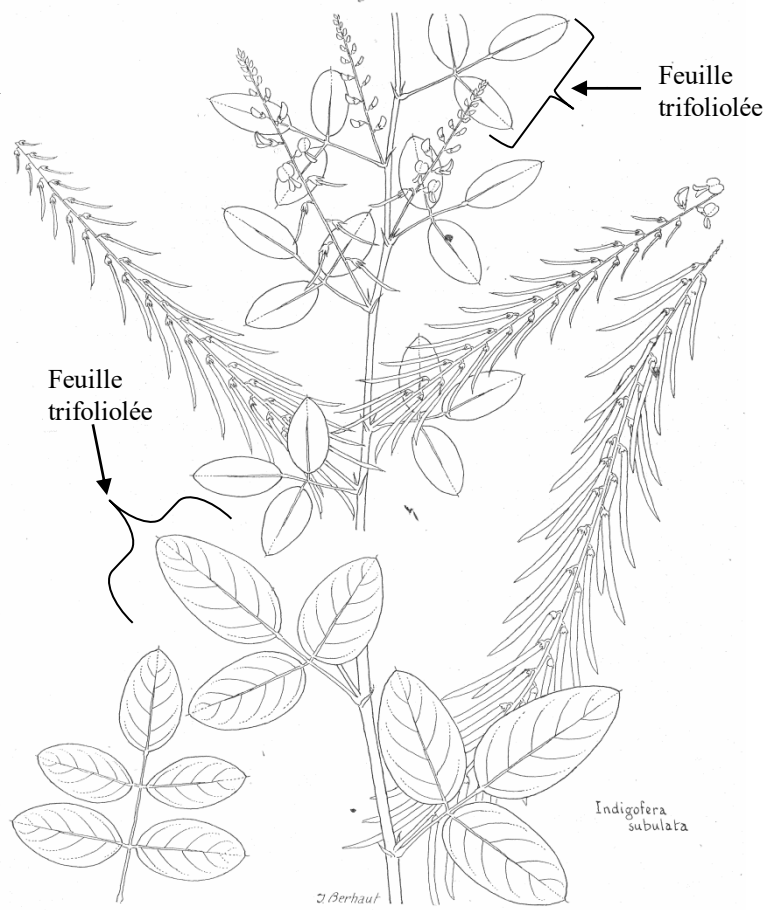


Planche 23 : *Indigofera subulata*, Berhaut (1976)
modifiée par Camara (2019)

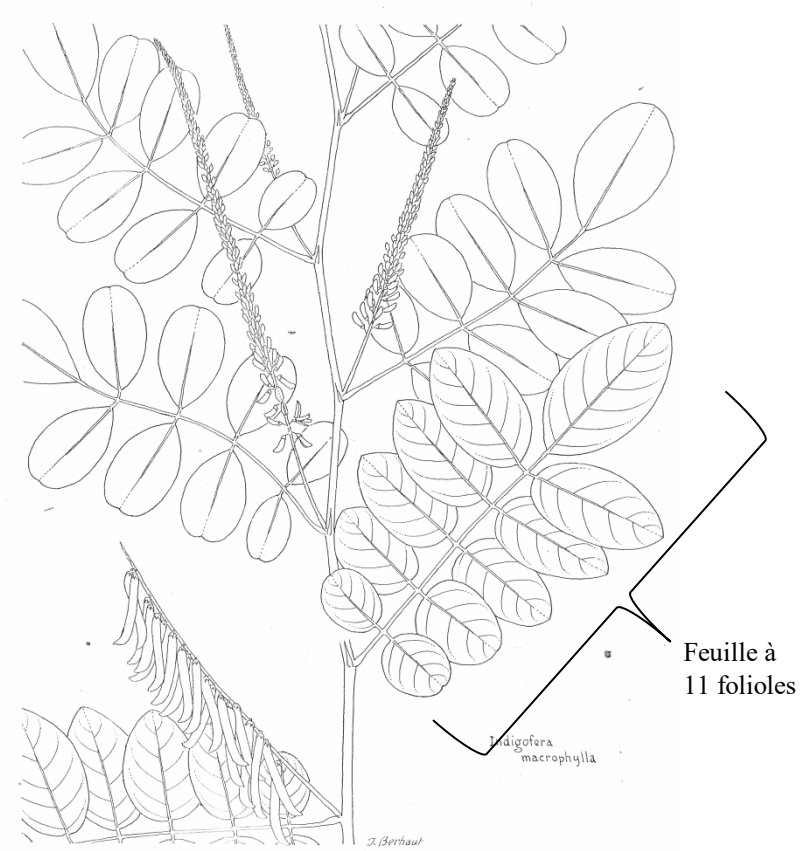


Planche 24 : *Indigofera macrophylla*, Berhaut (1976)
modifiée par Camara (2019)

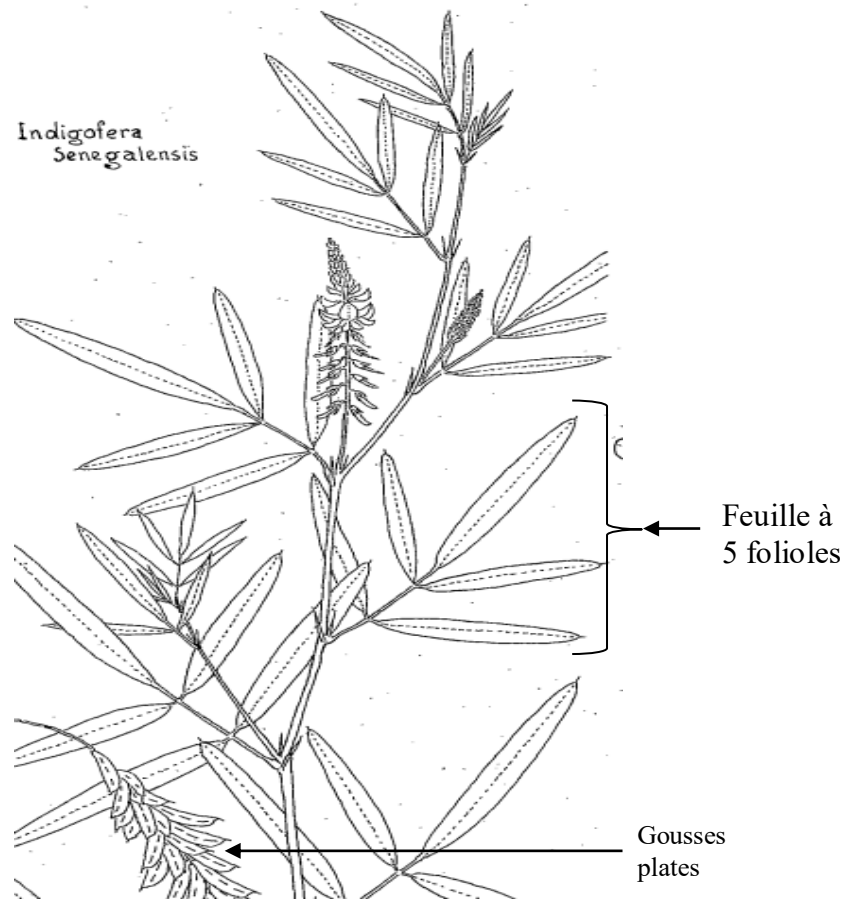


Planche 25 : *Indigofera senegalensis*, Berhaut (1976)
modifiée par Camara (2019)

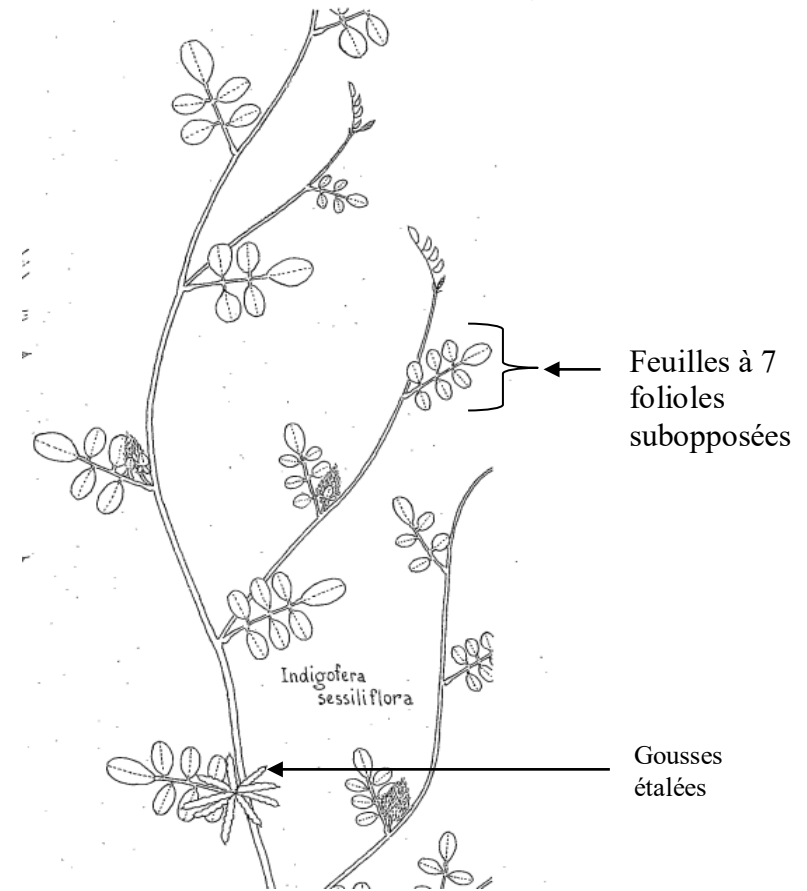


Planche 26 : *Indigofera sessiliflora*, Berhaut (1976)
modifiée par Camara (2019)

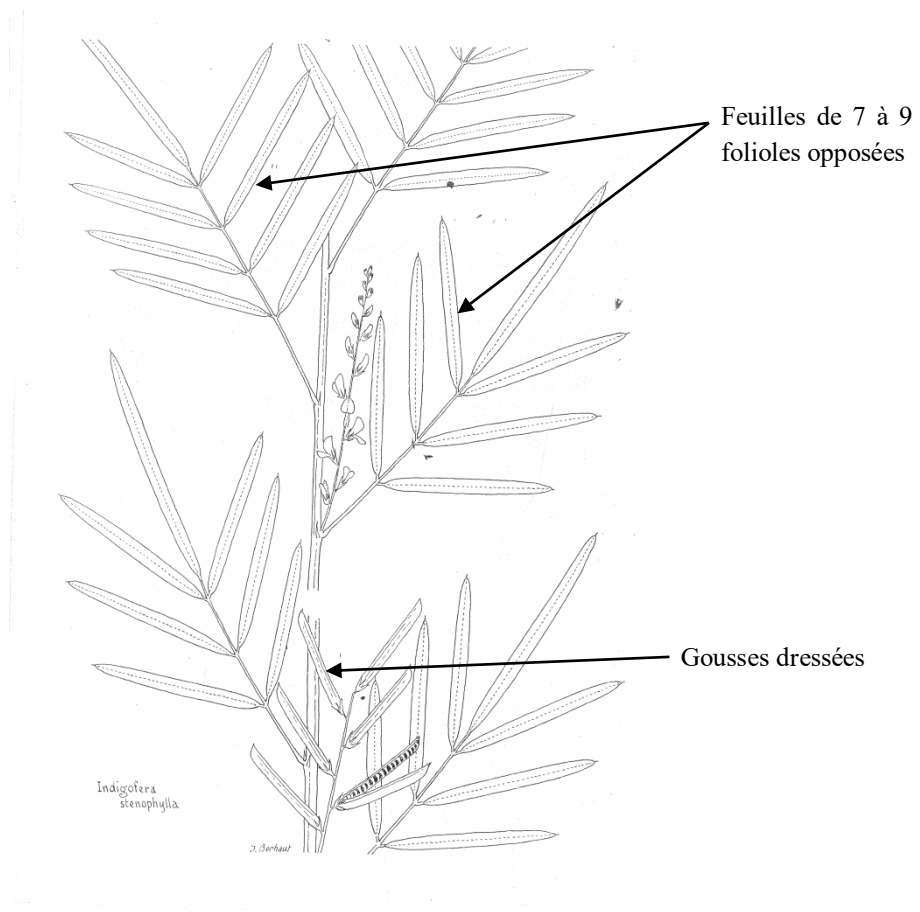


Planche 27 : *Indigofera stenophylla*, Berhaut (1976),
modifiée par Camara (2019)

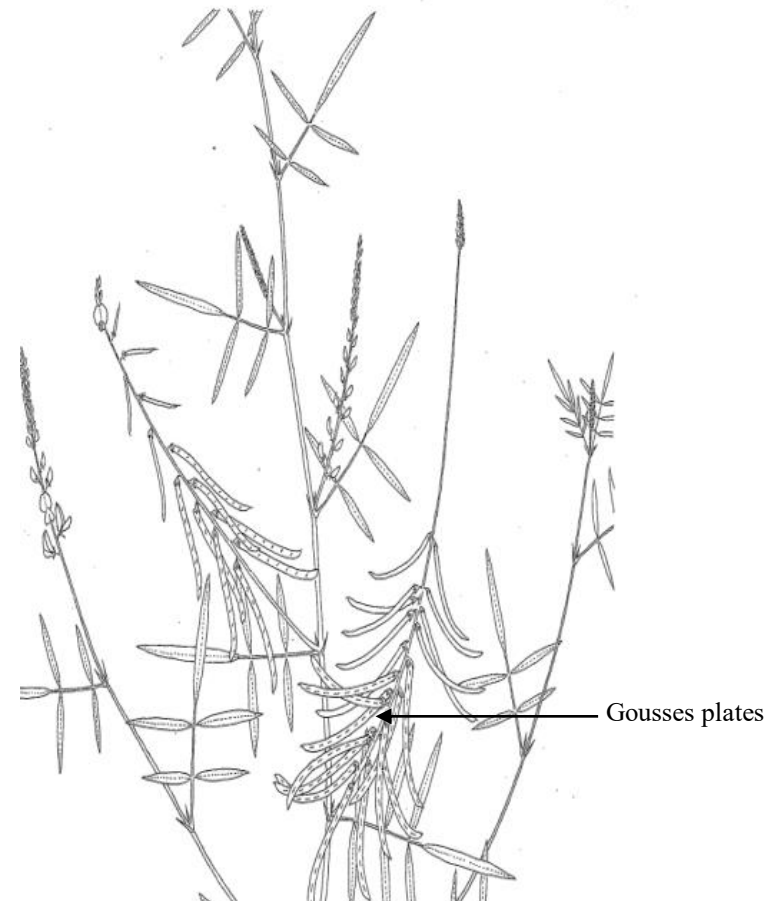


Planche 28 : *Indigofera aspera*, Berhaut (1976)
modifiée par Camara (2019)

Indigofera secundiflora

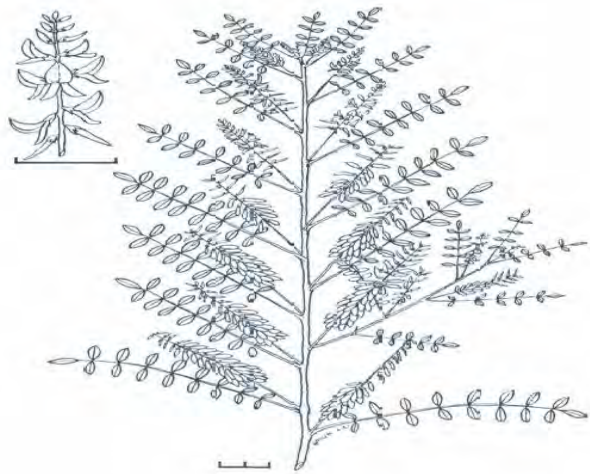


Planche 29 : *Indigofera secundiflora*, Adjanohoun (1980)

Feuille à
19 folioles

Gousses
dressées

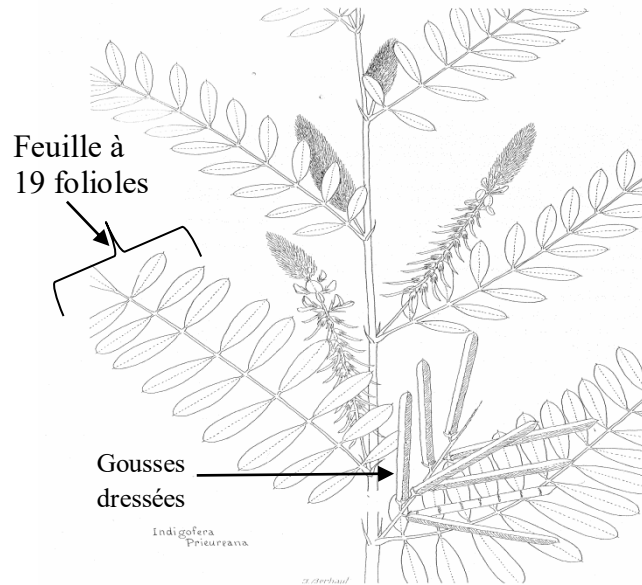


Planche 30 : *Indigofera prieureana*, Berhaut (1976) modifiée par Camara (2019)

Gousses
arquées au
sommet

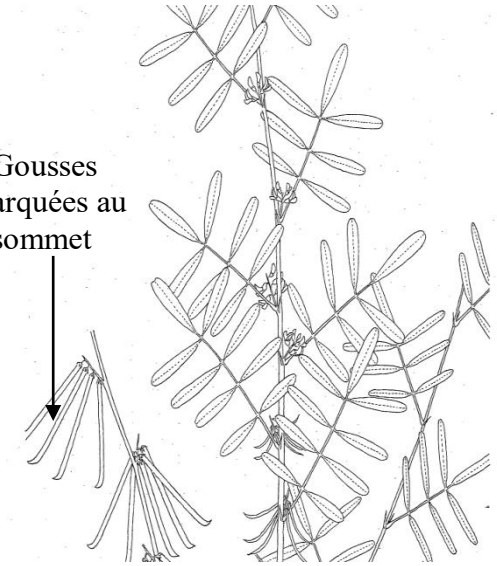


Planche 31 : *Indigofera parviflora*, Berhaut (1976) modifiée par Camara (2019)

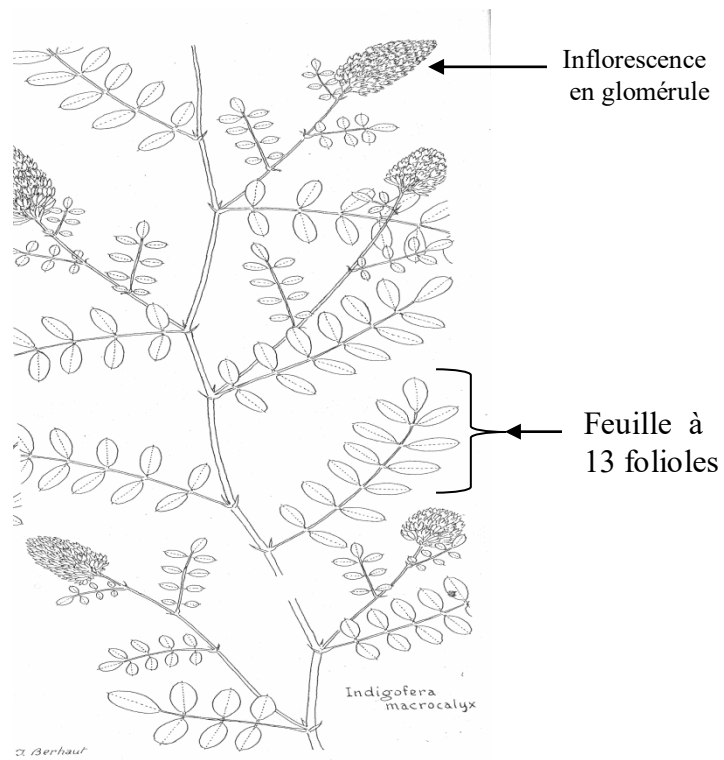


Planche 32 : *Indigoferamacrocalyx* Berhaut (1976)
modifiée par Camara (2019)

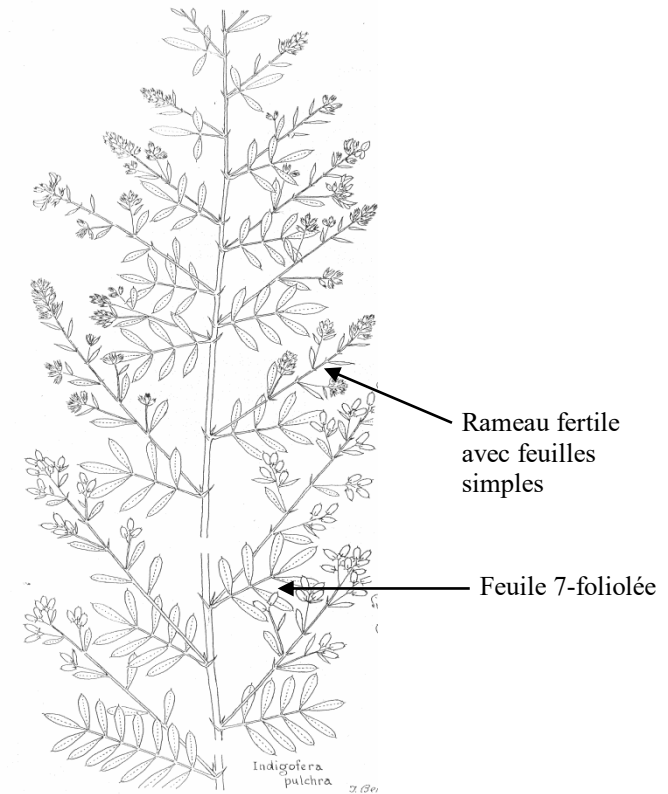


Planche 33 : *Indigofera pulchra*, Berhaut (1976)
modifiée par Camara (2019)

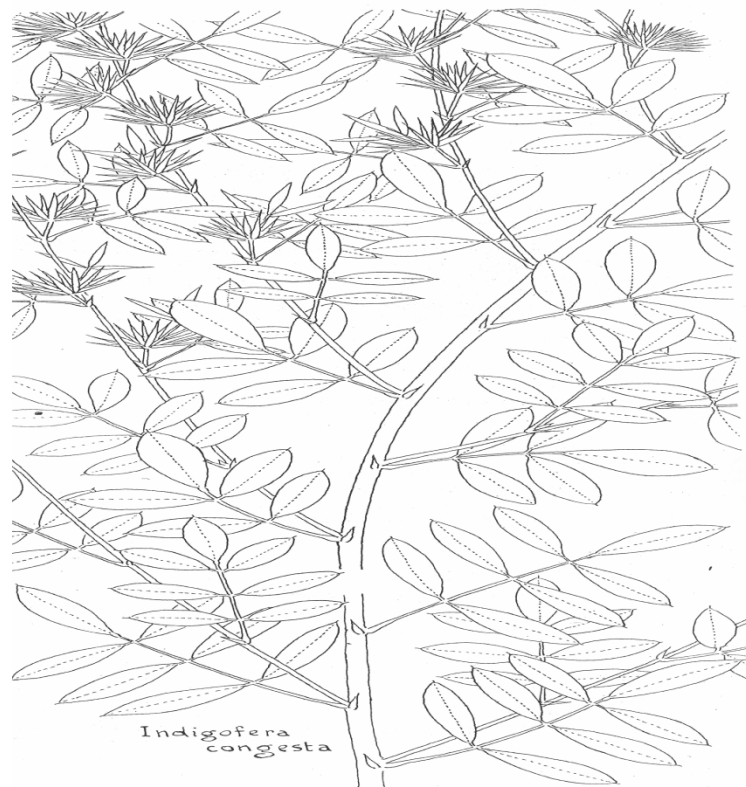


Planche 34 : *Indigofera congesta*, Berhaut (1976)



Planche 35 : *Indigofera dendroides*, Cronquist (1940) modifiée par Camara (2019).

- A : Rameau fertile (x ½) -
- B : Partie de rameau tige, pétiole, stipules, pédoncule (x 5)
- C : bouton folral (x 10)
- D : Bouton floral san calice (x 10)
- E : fleur (x 8)
- F : Gynécée, coupe longiundinale (x 10)
- G : Gousse (x 2)
- H : ... (x 5)

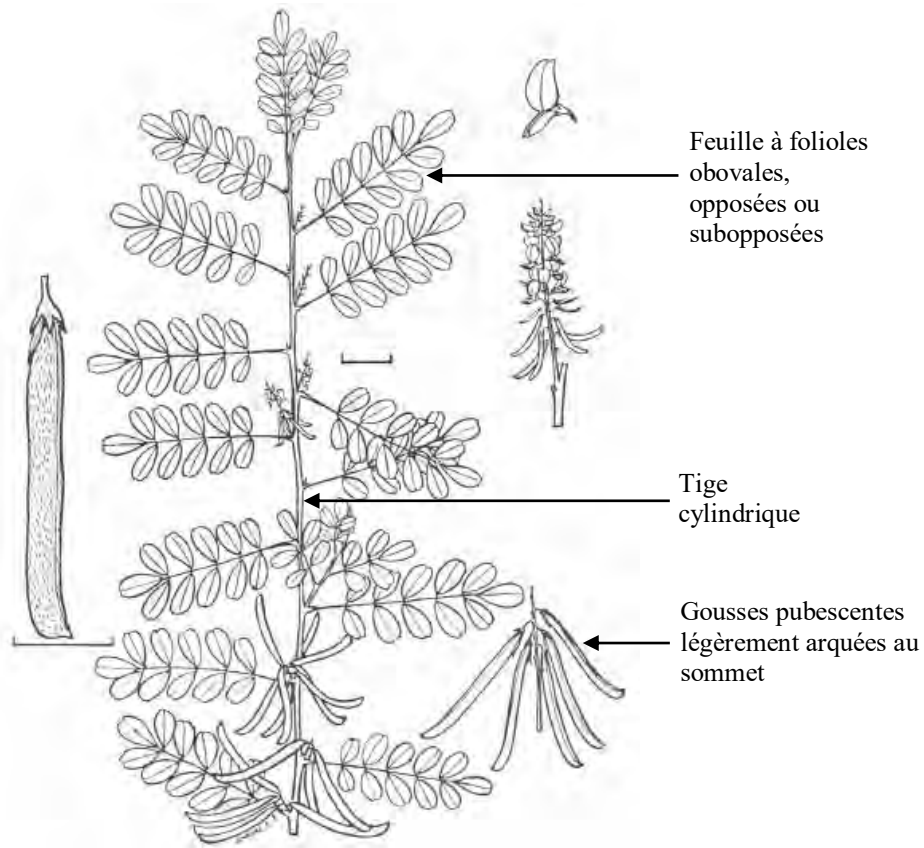


Planche 36 : *Indigofera tinctoria*, Adjanohoun (1980) modifiée par Camara (2019)

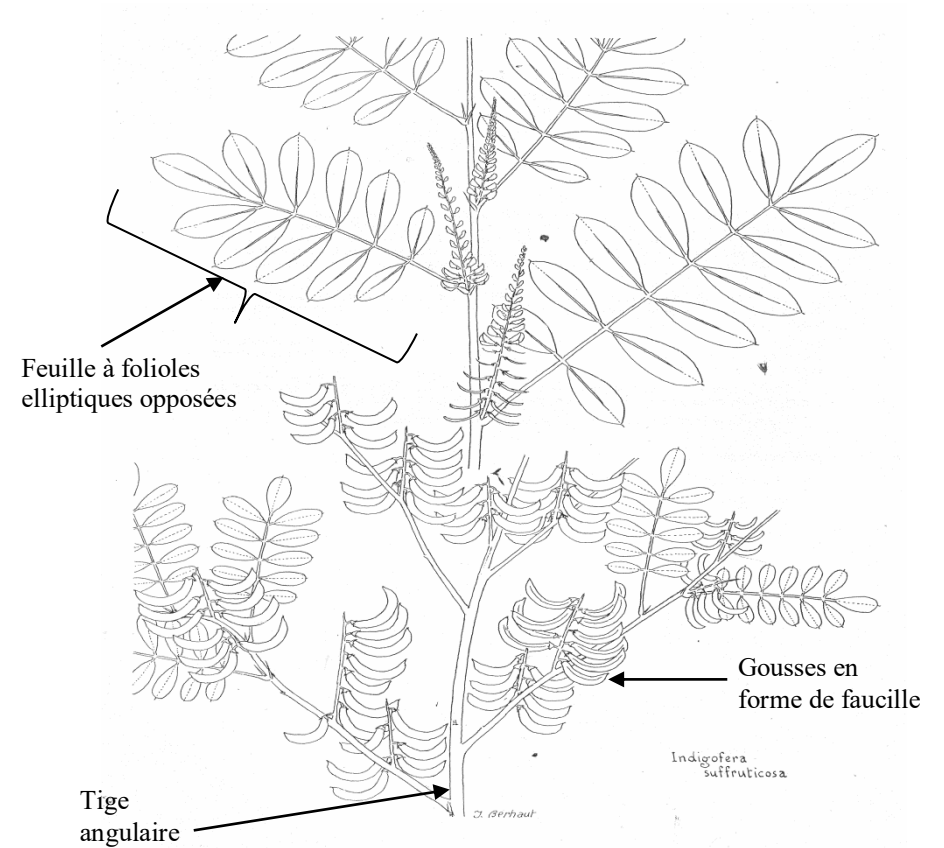


Planche 37 : *Indigofera suffruticosa*, Berhaut (1976), modifiée par Camara (2019)

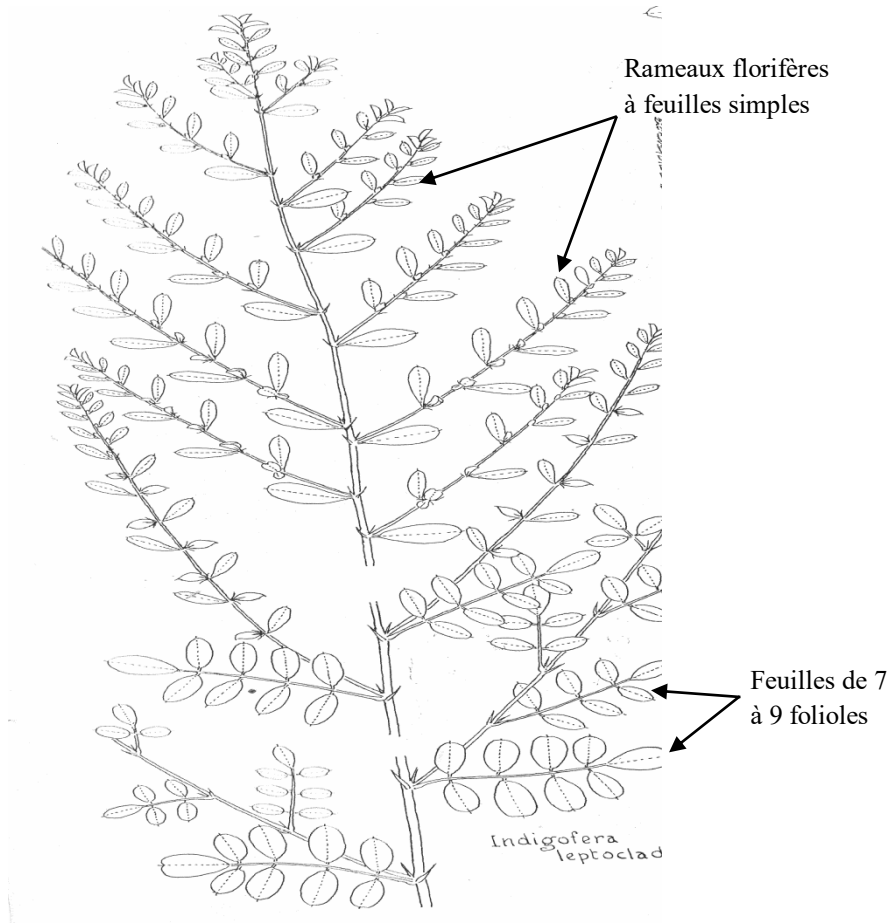


Planche 38 : *Indigofera leptoclada*, Berhaut (1976), modifiée par Camara (2019)

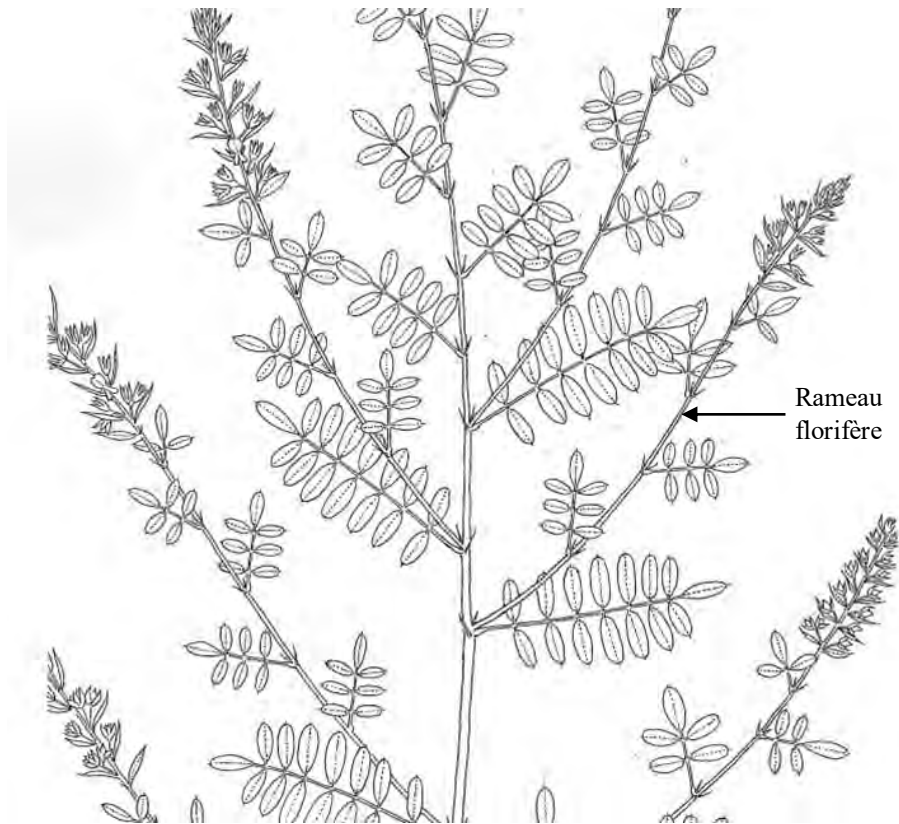


Planche 39 : *Indigofera terminalis*, Berhaut (1976), modifiée par Camara (2019)

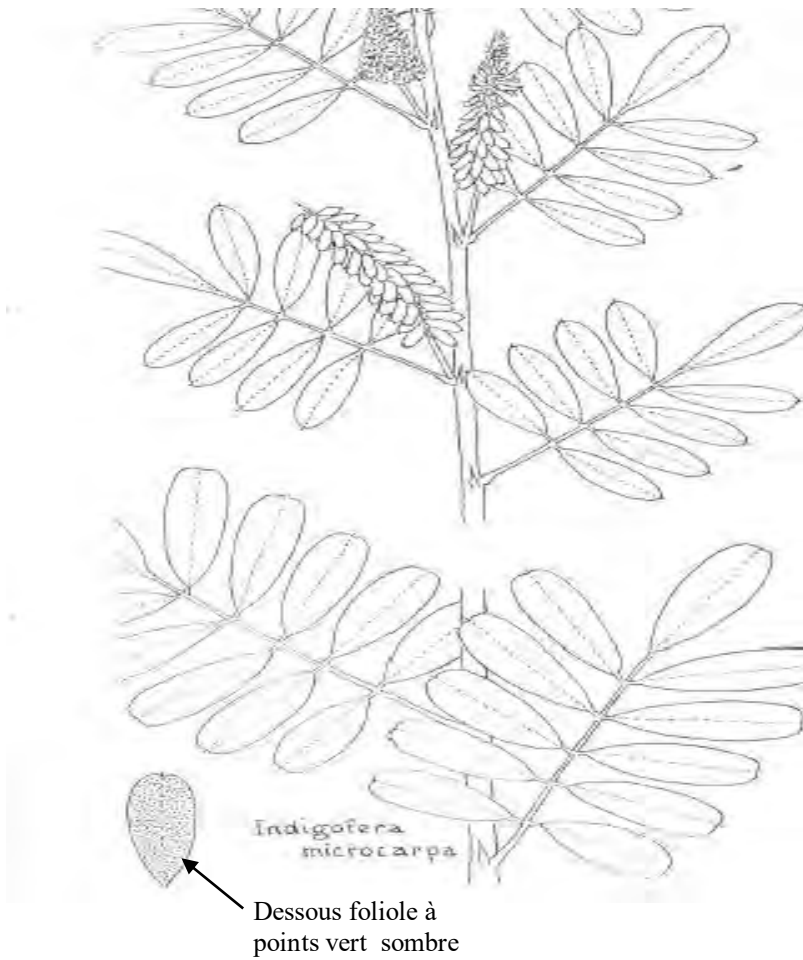


Planche 40 : *Indigofera microcarpa*, Berhaut (1976) modifiée par Camara (2019)

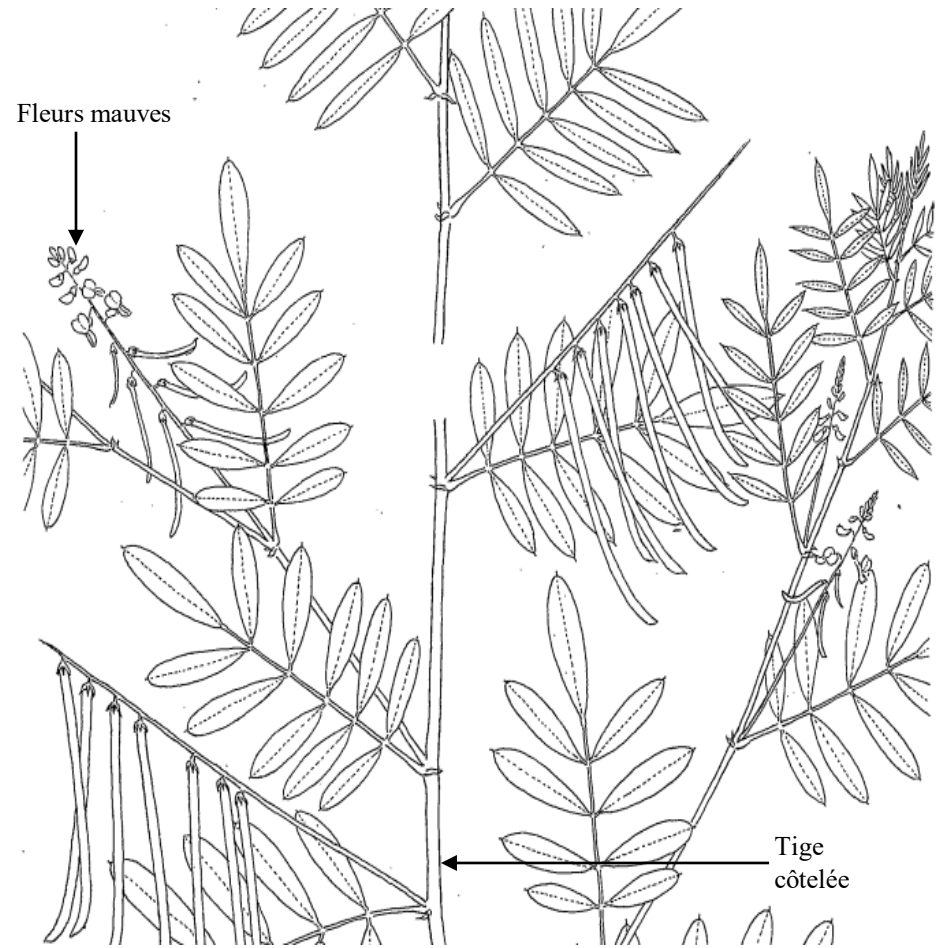


Planche 41 : *Indigofera costata*, Berhaut (1976), modifiée par Camara (2019)

Annexe 8 : Illustrations de jeunes plants d'espèces du genre *Indigofera*



2° feuille juvénile simple

1° feuille juvénile simple

Photo 1 : Plant *I. parviflora* Camara 2019



Photo 2 : Plant *I. secundiflora* Camara 2019



7° feuille juvénile trifolioée

Photo 3 : *I. pilosa* Camara 2019

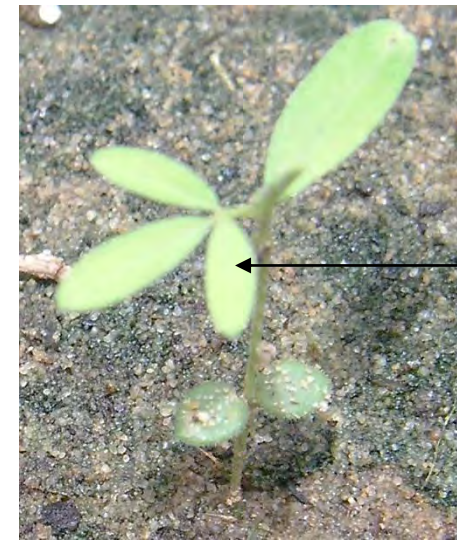


Feuilles cotylédonaire

Photo 4 : Plant *I. tinctoria* Camara 2019



Photo 5 : Plant *I. astragalina* Camara 2019



2° feuille juvénile

Photo 6 : Plant *I. congolensis* Camara 2019



3° feuille
juvénile

Photo 7 : Plant *Indigofera senegalensis* Camara 2019



3° feuille
juvénile
trifoliolée

Feuilles
cotylédonaire

Photo 8 : plant *Indigofera aspera* Camara 2019



Photo 9 : Plant *I. costata* Camara 2014



Photo 10 : Plant *I. colutea* Camara 2014



Photo 11 : Plant *I. berthautiana* Camara 2014



Photo 12 : Plant *I. subulata* Camara 2014

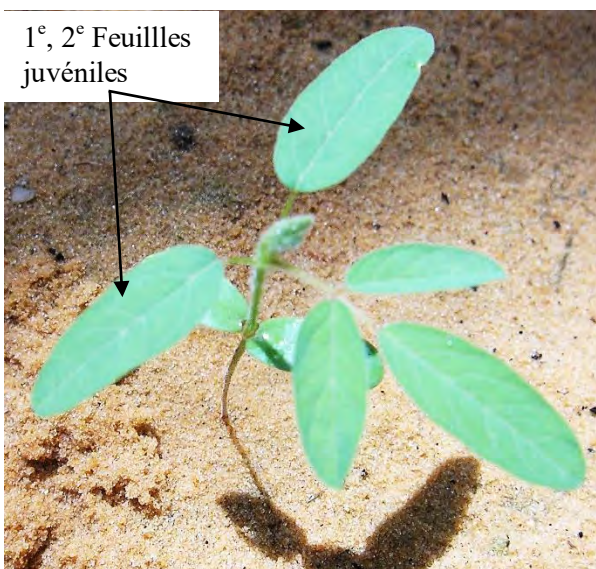


Photo 13 : Plant *I. hirsuta* Camara 2014



Photo 14 : Plant *I. sessiliflora* Camara 2014



Une nouvelle espèce du genre *Indigofera* L. *Fabaceae* Lindl. (*Leguminosae* Juss.) *Faboideae* pour la flore du Sénégal

Abdoul Aziz CAMARA^{1*}, Mame Samba MBAYE¹, César BASSENE^{1,2},
Hyacinthe SAMBOU³, Mariame SARR¹, Samba Laha KA¹, Ablaye NGOM¹,
Rahini MBALLO¹, Papa Ibrahima NGOM¹, Doudou DIOP⁴ et Kandjioura NOBA¹

¹Laboratoire de Botanique et Biodiversité, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, BP 5005 Dakar Fann, Sénégal.

²Section Productions Végétales et Agronomiques, UFR des Sciences Agronomiques, de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires, Université Gaston Berger de Saint Louis, BP. 234 Saint Louis.

³Institut des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, BP 5005 Dakar Fann, Sénégal.

⁴Laboratoire de Botanique, Institut Fondamental d'Afrique Noire, Université Cheikh Anta Diop, Dakar Sénégal.

*Auteur correspondant; E-mail: abdulazizcamara@univfd.fr; Tel.: (+221) 77 533 52 00.

RESUME

Le Laboratoire de Botanique et Biodiversité du Département de Biologie Végétale de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar s'est lancé dans un programme de connaissance des unités taxonomiques à diversité élevée ou peu connue de la flore du Sénégal. Le genre *Indigofera* L. *Fabaceae* Lindl. (*Leguminosae* Juss.) est le genre le plus diversifié de la classe des *Mégalopsales* (*Dicotylédones*) des plantes à fleur de la flore du Sénégal avec 44 espèces. Cette étude est une contribution à la systématique des espèces du genre *Indigofera* au Sénégal. Des missions de prospection ont permis la collecte d'une espèce qui se révèle différente des autres espèces répertoriées jusqu'ici au Sénégal. La comparaison des caractères macro et micro-morphologiques de cette espèce avec ceux des échantillons déposés dans les collections des herbiers DAKAR et IFAN de l'Université Cheikh Anta Diop n'ont pas permis de l'identifier avec précision. Des échantillons doubles de cette espèce envoyés à l'herbier de Kew Botanic Gardens semblent le rapprocher de *Indigofera breviflamma* Gillet. La présence de poils simples glanduleux et de poils réticulaires indique que cette nouvelle espèce du genre *Indigofera* appartient à la section des *Viscosae*. Une étude comparative de caractères descriptifs de *Indigofera breviflamma* Gillet par rapport aux deux espèces de la section des *Viscosae* de la flore du Sénégal que sont *Indigofera colutea* (Burm.) Merrill et *I. secusiflora* Poir, montre que *Indigofera breviflamma* se distingue principalement des autres par sa taille relativement plus petite, ses folioles à poils réticulaires sans poils glanduleux et son inflorescence bête.

© 2019 International Formulas Group. All rights reserved.

Mots clés : *Indigofera* L., *Fabaceae* Lindley *Faboideae*, clé de détermination, flore du Sénégal.

Mention : Connaissance, Conservation et Valorisation de la Biodiversité **Spécialité** : Botanique Systématique

Nom et prénoms du candidat : CAMARA Abdoul Aziz

Etude biosystématique du genre *Indigofera* L. (*Fabaceae* Lindl.) au Sénégal

Résumé

La flore du Sénégal est l'une des flores les plus connues d'Afrique tropicale au sud du Sahara. Toutefois, certains groupes taxonomiques chez la plupart des cryptophytes sont insuffisamment étudiés. Par ailleurs, chez les Spermaphytes, groupe le plus connu, des difficultés d'identification sont persistantes pour certains groupes taxonomiques à diversité spécifique élevée. C'est ainsi qu'une révision taxonomique du genre *Indigofera* L. qui est l'un des genres les plus diversifiés dans la classe des *Dicotyledonae* DC. de la flore du Sénégal avec 44 espèces a été entreprise pour améliorer l'identification des différents taxons reconnus comme tels à partir des informations scientifiques tirées de l'étude : 1- de la répartition géographique dans le monde, en Afrique et au Sénégal des espèces du genre *Indigofera* en rapport avec leur écologie et leurs usages ethnobotaniques, 2- d'identifier des traits caractères morphologiques discriminants des différentes espèces, 3- ressortir des affinités interspécifiques et des tendances évolutives. Les sources d'informations proviennent principalement de la flore du Sénégal, de la flore illustrée du Sénégal, des échantillons des herbiers DAKAR et IFAN, des échantillons de notre collection, des sites d'internet et des populations locales des zones prospectées. En somme, 45 espèces du genre *Indigofera* sont retenues pour réaliser cette étude. Les résultats de cette étude révèlent que les espèces africaines (66,66%) sont les plus représentées dans le genre *Indigofera* de la flore du Sénégal, suivies par des espèces afro-asiatiques (15,55%), afro-asiatiques et australiennes (6,66%) et enfin afro-malgaches américaines et asiatiques (4,44%). En Afrique, les espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal sont relativement bien représentées (75,55%) en Afrique centrale, (44,44%) en Afrique orientale, (42,22%) en Afrique australe, (17,77%) en Afrique du nord et (8,88%) dans les archipels de l'Océan indien. Au Sénégal, les taxa du genre *Indigofera* sont plus représentés dans les zones soudanienne et guinéenne avec des proportions respectives de 42,22% et 28,88% des espèces. La zone sahélienne ne compte que 24,44% des espèces du genre *Indigofera*. La majorité des espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal (60%) est constituée d'espèces annuelles (thérophytes), à cycle de vie très court. Au plan utilitaire, *Indigofera arrecta*, *I. oblongifolia*, *I. suffruticosa*, *I. tinctoria* apparaissent comme les taxa les plus utilisés. Une caractérisation morphologique des espèces du genre *Indigofera* a permis d'élaborer quatre clés d'identification de la plante adulte et une clé de détermination avec des proportions respectives de 42,22% et 28,88% des espèces. La zone sahélienne ne compte que 24,44% des espèces du genre *Indigofera*. Cette étude a permis de découvrir quatre (4) nouveaux taxons pour la flore du Sénégal qui sont : *I. brevifilamenta*, *I. deightonii*, *I. polysphaera* et *I. sp.* Le genre *Indigofera* devient ainsi le genre le plus diversifié des plantes à fleurs de la flore du Sénégal avec 48 espèces. Les résultats de la taxonomie numérique ont montré que les 45 espèces du genre *Indigofera* de la flore du Sénégal ont des corrélations taxonomiques relativement fortes. La distance taxonomique la plus faible (0,31) est observée entre *Indigofera leptoclada* et *I. trichopoda* contrairement à la distance taxonomique la plus élevée (0,55), observée entre *I. aspera* et *I. macrophylla* d'une part et entre *I. macrophylla* et *I. colutea* d'autre part.

Mots clés : genre *Indigofera*, caractères morphologiques, jeune plant et plantes adultes, taxonomie, flore du Sénégal

UNIVERSITY CHEIKH ANTA DIOP OF DAKAR / PhD THESIS

Mention: Knowledge, conservation and enhancement of biodiversity

Specialty: Systematic botany

Candidate names: CAMARA Abdoul Aziz

Biosystematic study of the genus *Indigofera* L. (*Fabaceae* Lindl.) in Senegal

Abstract

The flora of Senegal is one of the most studied in tropical zone of Africa. However, identification difficulties are persistent for small taxonomic groups such as Algae, Pteridophytes, Bryophytes and Lichens and also for vascular plants with highest specific diversity. This specific diversity is a main source of species identification problems. Therefore, a study on the genus *Indigofera* which is one of the most diversified genera in the *Dicotyledonae* class of Senegal flora with 44 species tied with the *Cyperus* genus of the monocotyledonous class was undertaken. The main objective of the study was to carry out a taxonomic revision of *Indigofera* species of Senegalese flora by improving the keys of identification or by proposing new keys. The specific objectives are: 1- to study the distribution of *Indigofera* species in relation to their ecology and ethnobotanical uses, 2-to improve the existing determination keys or to propose a new keys, 3- to highlight interspecific affinities and evolutionary trends. The study consisted in establishing the list of species of the genus *Indigofera* reported in the flora of Senegal, recording all the stored specimens of the genus in the collections of DAKAR and IFAN herbaria, finally we carried out field surveys across agroecological zones of Senegal where samples of plants and seeds were collected. The results revealed that flora consisted of 45 species. Biogeographical distribution analysis indicated that the genus *Indigofera* is largely dominated by African species with 66,66% species. They are followed by Afro-Asian ((15,55%), Afro-Asiatic and Australian (6,66%) and Afro-Malagasy Americans and Asians (4,44%) species. Our investigation showed that the species of the genus *Indigofera* of Senegalese flora are relatively well represented in Central, East, Southern and Northern Africa with respectively 75,55%, 44,44%, 42,22% and 17,77% species of recorded species. The lowest presence was noted in the Indian Ocean Islands with 8,88% species. In Senegal, higher number of *Indigofera* taxa were recorded in the Sudanian and Guinean zones with respectively 42,22% and 28,88% species. Only 24,44% species of the *Indigofera* of Senegalese flora were recorded in the Sahelian zone of the country. Spectrum analysis indicated that the flora is largely dominated by therophytes, which includes 60% of the recorded species. These species are characterized by their short life cycle. The ethnobotanical study showed that *Indigofera arrecta*, *I. oblongifolia*, *I. suffuticoa* and *I. tinctoria* were the most used taxa. Four new species of the *Indigofera* (*I. brevifilamenta*, *I. deightonii*, *I. polysphaera* and *I. sp.*) are described in this study bringing the total recognized for the genus to 48 species. Therefore, the genus *Indigofera* appears as the most diversified in Senegal before the genus *Cyperus* which accounts 44 species. The results of the numerical taxonomy have shown that the 45 species of the *Indigofera* genus have relatively close taxonomic correlations. The lowest taxonomic distance (0.34) is observed between *Indigofera leptoclada* and *I. trichopoda*; *I.bracteolata* and *I. leptoclada*; *I. brevifilamenta* and *I. sp.*; *I. geminata* and *I. trichopoda*; *I.prieureana* and *I. stenophylla* while the highest taxonomic distance (0.55) are noticed between *I. aspera* and *I. macrophylla* and between *I. macrophylla* and *I. colutea*

Keywords: *Indigofera* genus; morphological characters; seedling; adult plants; taxonomy; flora of Senegal

