

F0000296
1994
2/1

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT SENEGALAIS
DE
RECHERCHES AGRICOLES

F0000296



Abeilles butinant des fleurs de *Acacia senegal*

ETUDE DE QUELQUES ASPECTS DE LA **BIOLOGIE**
DE LA **REPRODUCTION** DE ACACIA **SENEGAL (L.) WILLD.**

MEMOIRE DE CONFIRMATION

ISMAILA DIALLO

AOUT 1994

DIRECTION DES RECHERCHES SUR LES PRODUCTIONS FORESTIERES

3 1.3. Physiologie des organes reproducteurs	26
31.3 1. Les organes mâles	26
a) Rythme d'ouverture des anthères	26
b) Viabilité, Germination et conservation des grains de pollen	26
3 1.32. Les organes femelles	28
3.2. Pollinisation contrôlée	28
3.3. Principaux agents pollinisateurs	30
3.4. Suivi phénologique	31
4. Discussions	33
Conclusion et perspectives	37
Références bibliographiques	40
Liste des Figures	45
Annexes	46

SOMMAIRE

	Pages
Remerciements	i
Introduction	1
1. Données bibliographiques	3
1.1. Importance des acacias	3
1.2. Biologie de la reproduction chez les acacias	4
1.3. Ecologie de <i>Acacia senegal</i>	5
1.4. Phénologie de <i>Acacia senegal</i>	6
1.5. Importance de <i>Acacia senegal</i>	7
2. Matériel et méthodes	9
2.1. Matériel végétal	9
2.2. Méthodes	11
22.1. Etude biologique de la reproduction	11
22.11. Etude de la dynamique d'ouverture des fleurs	11
22.12. Etude des organes reproducteurs	11
a) Le grain de pollen	11
b) Le pistil	15
22.2. Contrôle de la pollinisation	16
22.3. Agents pollinisateurs	17
22.4. Etude phénologique	18
3. Résultats	20
3.1. Les organes reproducteurs	20
3 1.1. Type d'inflorescence	20
3 1.2. Structure des organes reproducteurs	20
3 1.21. Structure de l'anthere	24
3 1.22. Structure de l'ovaire	24

REMERCIEMENTS

Le présent travail a été initié et réalisé sous l'égide de la Direction des Recherches sur les Productions Forestières (DRPF) et le Département de Biologie Végétale de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar avec l'appui financier du PRONASEF/FAO et la collaboration technique de l'École Nationale des Cadres Ruraux de Bambey (ENCR).

A cet effet, je tiens à remercier les membres du jury à savoir :

- monsieur Papa Ibra SAMB, chargé d'enseignements à la Faculté des Sciences de l'Université C.A. DIOP. yui a bien voulu superviser ce mémoire. Ses observations, critiques et sa rigueur dans le travail m'ont profondément marqué; qu'il soit assuré de toute ma reconnaissance;

- monsieur Abibou GAYE, chercheur à la DRPF. pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail. Ses suggestions et tous les efforts consentis ont permis de mener à terme cette étude; qu'il soit assuré de toute ma gratitude;

- monsieur Pape Ndiengou SALI,, Directeur de la DRPF, pour toutes ses contributions positives, son goût du travail bien fait et les facilités accordées pour la réalisation de ce travail; qu'il soit assuré de ma profonde reconnaissance;

- monsieur Kandioura NOBA, Maître-Assistant à la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Dakar, pour ses critiques et suggestions. Je lui témoigne toute ma reconnaissance;

- monsieur Bassirou SOUGOIJFARA, Chef de la Division Sylviculture et Reboisement au Service des Eaux et Forêts, pour ses critiques et sa contribution; qu'il soit assuré de toute ma considération;

- monsieur Amadou FOFANA, Chercheur au CNRA de Bambey, pour toutes ses observations; je l'en remercie très sincèrement;

Je remercie du fond du coeur tout le personnel enseignant et administratif du Département de Biologie végétale et singulièrement madame DIA, madame NDIAYE, madame DELGADO, Oureye SY, Isabelle HYPPOLITE, Souleymane SAKHO, Elie AKPO, Dibor DIONE et Ahmed Tidiane DIALLO pour la grande disponibilité dont il a fait montre.

Je remercie Ibrahima DIAÏTE et sa famille, Alioune SARR et sa famille, Omar DIOUF et la famille de Ngor SENE à Bambey pour leur grande hospitalité.

J'associe à ces remerciements mes chers amis :

Fatou NIANG	Sadio SOW	Kaky DIALLO
Aby WAGUE	Marème KABA	Sidy L. SY
Djibril CISSE	Amadou T. FOFANA	Abib NIANG
Ousmane DIEYE	Abdoulaye DIALLO	Moussa THIAM

pour toutes leurs contributions.

JE DEDIE CE MEMOIRE A MES PARENTS, FRERES ET SOEURS.

- monsieur Jean Marc LeBLANC, Chef du Laboratoire de Génétique de l'ORSTOM Bel-Air, pour ses contributions inestimables, qu'il soit assuré de toute ma reconnaissance;

- monsieur Simon BADJI, Directeur du FIDA, pour avoir accepté de juger ce travail malgré ses multiples préoccupations.

Je remercie Amadou Tidaine BA, professeur et chef du Département de Biologie végétale, qui n'a jamais cessé de me faire bénéficier de sa grande culture scientifique. Sa disponibilité et ses critiques ont considérablement permis d'améliorer ce travail. Je le remercie du fond du coeur.

Je remercie les chercheurs du programme Génétique et Amélioration des Ressources Forestières.

Marie Hélène CHEVALLIER

Pascal DANTHU

Jean ROUSSEL

I leusmane COULIBALY

Mes remerciements vont également à l'endroit de messieurs CAMARA et NDAO de l'École Nationale des Cadres Ruraux de Bambey.

Je suis heureux de pouvoir témoigner toute ma reconnaissance aux chercheurs et au personnel administratif de la DRPF en particulier madame FALL, Ali NDIAYE, Mamadou Moctar CISSE, Issa DIOP, Younouss SANE, Arphang NGOM et les comptables pour leur sympathique collaboration.

Je remercie le personnel technique du programme GARF :

Pierre SAGNA, Abdou Sacor SARR et Dominique MANGA

Mes remerciements vont également à l'endroit du personnel de la station de MBiddi/Dahra particulièrement Mamadou DIONE, Mamadou NDIAYE et Momar WADE pour leur collaboration.

INTRODUCTION

Depuis une vingtaine d'années, les pays sahéliens sont confrontés à une sécheresse persistante qui compromet la régénération naturelle et constitue ainsi une menace pour la végétation ligneuse. La conservation et la restauration de cet écosystème sahélien nécessitent la mise au point de stratégies de reforestation rationnelles et appropriées. Compte tenu de leur importance économique et écologique au Sahel et de leur adaptation relative à cet écosystème; les légumineuses occupent une place de choix dans ces stratégies. En effet, elles présentent un grand intérêt de par leur action fertilisante sur les systèmes de culture et leur capacité à fixer l'azote atmosphérique. Sur les terrains pauvres, elles peuvent fixer jusqu'à 180 kg d'azote par hectare et par an (FAO, 1980; cité par NDIAYE, 1993). Les légumineuses constituent également une bonne partie de l'alimentation de l'homme et du bétail.

Le genre *Acacia* est probablement, parmi les légumineuses, le plus répandu dans les zones arides et semi-arides d'Afrique (ROSS, 1979). Il est doué d'une plasticité écologique qui lui permet de pousser dans plusieurs zones écologiques à différences marquées (NONGONIERMA, 1978). Cette plasticité écologique confère au genre un intérêt accru par le fait que sa rusticité le place aux premiers rangs des genres indigènes pour l'aménagement du territoire et la lutte contre la désertification.

Parmi les nombreuses espèces du genre, *Acacia senegal* (communément appelée gommier du Sénégal ou *verek*), utilisée dans les systèmes agro-sylvo-pastoraux sahéliens, présente une distribution naturelle se situant dans la région du Sahel recevant une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 150 et 600 mm (GIFFARD, 1974). Au Sénégal, il est essentiellement rencontré dans la partie Nord du pays correspondant au Ferlo.

Le gommier est aussi très intéressant pour sa production de gomme arabique, son fourrage aérien d'appoint et son bois de feu ou de service. Il fournit à lui seul près de 90 % de la gomme arabique mondiale (VON-MAYDELL, 1.983). La production moyenne annuelle au Sénégal est comprise entre 500 et 2000 tonnes avec environ 240 kg à l'hectare (VASSAL et DIONE, 1993). La productivité y est donc faible en raison d'une surexploitation par les populations locales, d'un déficit pluviométrique persistant, du broutage et du piétinement par le bétail rendant aléatoire toute régénération naturelle. Il devient dès lors important de bien connaître, à travers sa reproduction, la stratégie mise en oeuvre par l'espèce pour se propager dans un environnement de plus en plus difficile. Malgré l'importance des *Acacia* et du gommier en particulier, on ne peut que s'étonner de la rareté des travaux sur la biologie de la reproduction des espèces du genre en Afrique. On peut citer les travaux de TYBIRK (1989) sur la floraison, la pollinisation et la production de graines chez *Acacia nilotica*; TYBIRK et JORGENSEN (1991) sur la biologie florale et la pollinisation chez quelques espèces du genre; TYBIRK (1992) sur la pollinisation, le système d'élevage et l'avortement des graines chez quelques acacias africains et BUITELAAR (1993) sur la biologie de la reproduction et l'hybridation chez *Acacia nilotica*.

Après une synthèse bibliographique sur le genre *Acacia* et en particulier sur *Acacia senegal*, notre étude portera sur la dynamique de la floraison; l'appareil reproducteur et la reproduction notamment les périodes de maturité du grain de pollen et de réceptivité du stigmate, la viabilité du grain de pollen et le système de reproduction (protogyne, protandre ou synchrone). Nous tenterons aussi de mettre au point des techniques de collecte et de conservation du pollen et nous déterminerons le mode de pollinisation, par le biais des croisements contrôlés, et les principaux agents pollinisateurs. Enfin, nous étudierons la phénologie chez *Acacia senegal*.

1. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

Dans les zones tropicales sèches, le cortège des ligneux est nettement dominé par les légumineuses qui constituent l'essentiel des plantes fixatrices d'azote. Elles enrichissent en azote les végétaux qui leur sont associés. Ainsi, la teneur en azote de certaines espèces peut passer de 0.8 à 1.4% lorsqu'elles coexistent avec des légumineuses (SKERMAN, 1982). Parmi les légumineuses, le genre *Acacia* créé par MILLER en 1754 est l'un des plus diversifiés avec plus de 1200 espèces déjà étudiées, mais aussi parmi les plus importants de par les divers biotopes occupés et les nombreuses utilisations en agroforesterie et en plantation.

1.1. IMPORTANCE DES ACACIAS

Le genre *Acacia* est l'un des genres spontanés les plus utiles pour l'économie car jouant un rôle important dans la pédologie, l'agriculture la reforestation et l'élevage (NONGONIERMA, 1978). En effet, la teneur en protéines des légumineuses du genre *Acacia* est de l'ordre de 17% et peut atteindre 55.7% chez certaines espèces (NDIAYE, 1993). Par ailleurs, les *Acacia* augmentent le potentiel de productivité des sols non arables (FAGG et GREAVES, 1990) grâce à leur aptitude à former une symbiose fixatrice d'azote atmosphérique. La fixation d'azote est un phénomène qui permet, lorsqu'une symbiose racinaire est établie, de réduire l'azote moléculaire atmosphérique en azote ammoniacal et azote nitrique assimilables par les plantes. Les bactéries de la famille des *Rhizobiaceae* présentes dans la rhizosphère sont spécifiquement attirées vers les racines de la plante-hôte qu'elles infectent. Dans le cas de l'infection par les poils absorbants, une glycoprotéine, la lectine, et des exopolysaccharides bactériens interviendraient dans la liaison spécifique (BADJI et SOUGOUFARA, 1994).

La symbiose est le résultat d'interactions complexes entre la bactérie et la plante-hôte. La bactérie cède ses composés azotés à la plante en échange de substances énergétiques que lui procure celle-ci.

Comprendre les interactions symbiotiques demande non seulement l'analyse des gènes de fixation et de nodulation mais également une bonne connaissance des deux symbiotes.

A côté des bactéries symbiotiques, l'infestation par des champignons mycorrhiziens, qui semble être la règle chez les acacias (DUCOUSSO, 1991) constitue également un effet bénéfique aussi bien pour les partenaires que pour l'écosystème. Enfin: les acacias comportent beaucoup d'espèces produisant du fourrage à haute valeur protéique pour le bétail ou des fruits ou graines comestibles.

Malgré la place et le rôle des acacias: les mécanismes de reproduction et de dispersion des espèces du genre en Afrique sont encore mal connus et méritent une attention particulière du fait notamment de la précarité des facteurs écologiques et environnementaux.

1.2. BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION CHEZ LES ACACIAS

Le cycle de reproduction de la plupart des arbres tropicaux dure seulement quelques mois et n'est pas interrompu par une période de dormance entre l'initiation florale et la pollinisation (OWENS et BLAKE, 1985). Chez les *Mimosoïdae*, le rôle de la "glande" de l'anthère n'est toujours pas bien connu; cependant des études indiquent qu'elle dégagerait une odeur au moment de l'anthèse ce qui attirerait les agents pollinisateurs (TYBIRK, 1989). La présence ou non de la "glande" nectarifère et la forme du grain de pollen déterminent, pour une large part, le type de pollinisation chez les acacias. Le mode de pollinisation est donc en rapport avec les caractères de la fleur (ROBBERTSE, 1974).

Les grains de pollen des acacias, groupés en polyades, sont arrangés dans un disque biconvexe puis libérés à l'anthèse en une seule unité (KENRICK et KNOX, 1989). Des méthodes physiologiques (germination *in vitro*) et cytochimiques (fluorescence) sont actuellement utilisées pour déterminer la capacité germinative et la viabilité du pollen.

Cependant, très peu de données existent sur les techniques de collecte et de conservation du pollen chez les ligneux tropicaux d'une manière générale (OWENS et *al.*1991).

Une des possibilités d'amélioration des espèces du genre *Acacia* est constituée par les techniques de pollinisation croisée dans le but de produire des hybrides intra et interspécifiques (SEDGLEY et *al.*1992). Ces techniques supposent une bonne connaissance de la biologie florale, de la dynamique de la floraison et des mécanismes de la reproduction (BUITELAAR, 1993 j).

1.3. ECOLOGIE DE ACACIA SENEGAL

Le domaine climatique du gommier en Afrique se situe de la zone sahélienne à la zone soudanienne recevant une pluviométrie moyenne annuelle de 150 à 860 mm (SYLLA, 1988). Au Sénégal, son aire de distribution correspond à la moitié Nord du pays avec une limite Sud qui est la même que celle du secteur soudano-sahélien; lui-même sujet à fluctuations. Le gommier apparaît alors comme une espèce à large amplitude écologique: mais qui trouve ses conditions optimales de développement dans les stations moyennement humides lui permettant de survivre à la sécheresse (SYLLA, 1988). Il semblerait qu'il résiste assez bien au feu et au broutage (CHEEMA et QADIR, 1973) et aurait une longévité estimée à environ 40 ans (DELWAULLE, 1977).

Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés semblent être favorables au développement du gommier (POUPON, 1980). SINA (1988) estime pour sa part que le gommier se développe mieux sur les terrains abandonnés notamment à l'emplacement des anciennes zones de cultures.

Dans les conditions de pluviométrie favorables, le gommier présente une croissance rapide et des rejets de souche au stade jeune plant (DIONE, 1988).

1.4. PHENOLOGIE DE *ACACIA SENEGAL*

La phénologie c'est la science qui étudie l'influence des facteurs climatiques locaux sur le comportement physiologique des végétaux (BOUILLARD, 1988). Elle est principalement conditionnée par la pluviométrie, la température et l'évaporation.

Selon GIFFARD (1974), la feuillaison commence en Avril-Mai et dure 7 mois. Les premières fleurs apparaissent en Mai-Juin et les dernières sont observées vers la fin Octobre. La fructification commence en Novembre-Décembre pour s'estomper en Janvier-Février.

NONGONIERMA (1978) estime que chez *Acacia senegal* la feuillaison commence généralement en Mars-Avril pour s'estomper en Novembre-Décembre. La période de floraison s'étend de Mai à Octobre avec un pic en Juillet-Août. Il y a généralement un seul cycle annuel de floraison qui commence dès que la plante a 4 ans environ. La fructification a lieu entre Août et Décembre.

POUPON (1980) a déterminé à Fété-Olé (Nord-Ouest de Mbiddi) que la période de feuillaison du gommier s'étend de Mai à Décembre; la floraison a lieu entre Août et Novembre alors que la fructification commence en Décembre pour s'estomper en Mars.

Par ailleurs, l'auteur signale l'existence d'une deuxième période de floraison entre Janvier et Fevrier.

Il ressort de ces études que la durée des phénophases chez *Acacia senegal* est variable suivant les années.

D'après SYLLA (1988), la période de végétation est décalée selon qu'on se trouve en site dunaire ou en site dépressionnaire. En effet, à Mbiddi il semble qu'en dépression la feuillaison commence avant le mois de Juin et dure au moins 9 mois; tandis que sur les dunes elle commence en Juillet-Août et dure 3 à 7 mois. Contrairement à la dépression, au niveau des dunes, il n'y a pas de floraison d'où pas de fructification. En dépression, les premières fleurs apparaissent en Juillet et les dernières sont observées en fin Septembre. La fructification commence en Septembre-Octobre et la chute des gousses a lieu entre Janvier et Fevrier. Une deuxième floraison a été signalée par l'auteur vers la fin Octobre en milieu naturel. Chez *Acacia senegal*, il existe, en plus de la variation inter-annuelle, une variation inter-site de la phénologie liée à la topographie; ce qui indique que les séquences phénologiques sont parfois dépendantes de facteurs microclimatiques.

La connaissance du cycle phénologique complet du gommier, pour chaque station ciblée, s'avère nécessaire pour :

- * une meilleure maîtrise de sa reproduction et des périodes favorables pour effectuer les saignées; et

- * une bonne évaluation des potentialités de régénération naturelle.

1.5. IMPORTANCE DE *ACACIA SENEGAL*

Comme toutes les espèces du genre, le gommier présente une aptitude à fixer l'azote atmosphérique. Cependant, son intérêt majeur réside dans le fait qu'il est le plus important producteur de gomme arabique commercialisée, La sécrétion de gomme est communément appelée gommose ou exsudation.

La gommose résulterait d'une dégénérescence cellulaire due à une altération du cambium et du liber (GIFFARD, 1974). Les membranes des cellules s'épaississent et les cavités centrales diminuent progressivement: un certain nombre de cellules voisines sont atteintes et il se crée une poche dont les tissus diffluent prennent une consistance gommeuse. Les lacunes s'étendent de plus en plus et lorsqu'elles atteignent la surface de la tige, la gomme s'échappe par les gerçures.

La gomme est composée de sels de potassium, de calcium, de magnésium, d'un acide glycosique (acide arabique) de sucres et d'une enzyme (l'oxydase).

L'exploitation de la gomme se fait en saignant les arbres par le "taping" qui consiste à arracher un morceau d'écorce de 2 à 3 cm de largeur et 30 cm à 1 m de longueur. Un bourrelet cicatriciel se forme sur les bords de la blessure d'où la gomme exsude au bout de trois semaines (GIFFARD, 1966). Généralement les arbres commencent à être saignés entre 3 et 4 ans; mais l'âge optimum de la saignée n'est toujours pas connu (AUBREVILLE, 1950; DIONE 1986).

Même si des études ont révélé une forte hétérozygotie chez les populations échantillonnées au Sénégal (DIALLO, 1992), l'on demeure toujours mal informé quant à la nature et au rôle des facteurs génétiques qui déclenchent la gommose. La maîtrise des facteurs induisant celle-ci et la recherche de gommiers hauts producteurs et résistants à la sécheresse (par le biais de croisements génétiques) constituent des aspects fondamentaux pour l'amélioration génétique de l'espèce.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. MATERIEL VEGETAL

- Site d'étude

Le site de Bandia qui avait initialement été retenu, s'est révélé inapproprié du fait d'attaques importantes de larves de papillons et de cantharides (insectes phytophages) sur les boutons floraux et les jeunes gousses. C'est ainsi que le choix a été porté sur la plantation équienne, qui date de 1986, appartenant à l'Ecole Nationale des Cadres Ruraux (ENCR) de Bambey (15° 34' N; 14° 50' W) qui offre l'avantage d'être entièrement protégée, suffisamment vaste (environ 10 hectares) et très peu d'attaques de la part des insectes phytophages. La plantation est divisée en 3 blocs (de 3 hectares chacun environ) avec des individus tout-venant dont les origines ne sont pas spécifiées. Les pieds ont une hauteur moyenne de 5 mètres et l'écartement est de 5 X 5 mètres. Le site est un vaste plateau avec un sol sablo-argileux. La pluviométrie moyenne annuelle, sur les 10 dernières années? est de 500 mm.

- Présentation de l'arbre

Le gommier est un arbuste qui ne dépasse pas souvent 6 mètres de haut. La ramification commence presque à la base avec des branches ascendantes épineuses (**Figure 1**). L'écorce est lisse et blanchâtre chez les jeunes sujets; alors qu'elle est rugueuse, noirâtre et crevassée chez les adultes. Les feuilles composées bipennées et alternes sont de couleur gris-vert et présentent 3 à 5 paires de folioles portant chacune 9 à 12 paires de foliolules, à bords ciliés, larges de 1 à 2 mm et longues de 3 à 5 mm. A la base du pétiole partent 3 petites épines noirâtres groupées et recourbées en forme de crochets aigus. L'épine médiane se courbe vers la base du rameau; tandis que les épines latérales divergent légèrement. Les fleurs sont sessiles et regroupées en inflorescences qui prennent naissance à l'aisselle des épines. Le fruit est une gousse oblongue et plate renfermant en moyenne 5 graines ovoïdes aplaties et réticulées.

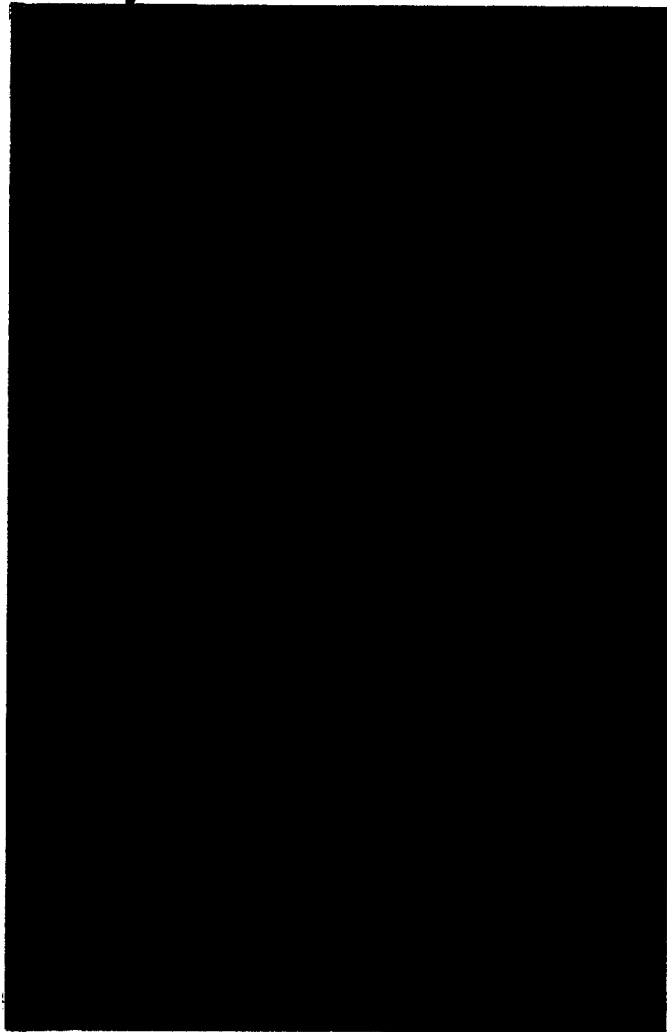


Figure 1 : Acacia senegal en floraison (plantation E.N.C.R. - Bambey)

2.2. METHODES

22.1 **Etude biologique** de la **reproduction**

22.11 ETUDE DE LA DYNAMIQUE D'OUVERTURE DES FLEURS

Dix inflorescences avec des fleurs au stade bouton floral sont marquées puis observées pendant 2 jours toutes les deux heures de 6 heures à 20 heures. A chaque observation, le stade floral et la couleur des pièces protectrices sont notés. Ces observations permettent de déterminer :

- * le changement de couleur des pièces protectrices en fonction du temps; qui est un indice pour déterminer le moment favorable pour la pose des poches de pollinisation;

- * la morphoséquence d'ouverture des fleurs sur les inflorescences.

22.12 ETUDE DES ORGANES REPRODUCTEURS

a) Le grain de pollen

Les méthodes de comptage des grains de pollen dans l'anthère et d'observation de leur structure au microscope électronique à balayage sont décrites; puis leur période de maturité est déterminée et des tests de germination et de viabilité sont effectués. et enfin des techniques de collecte et de conservation sont testées.

- * Nombre de grains de pollen par anthère

La méthode par transparence permet de compter le nombre de grains de pollen par anthère. A cet effet, des anthères sont récoltées dans des boîtes de Pétri puis conservées dans de l'alcool 70° avant d'être autoclavées dans de l'eau à 120°c pendant 20 minutes. Elles sont ensuite trempées successivement dans une solution concentrée de soude (NaOH 10N) pendant 48 heures puis dans une solution d'eau de javel à 6° pendant 24 heures et enfin dans du phosphate de potassium (KH_2PO_4 0.1M à pH 12.4) contenant 0.1% de bleu d'aniline pendant 24 heures.

Après les trempages dans la soude et l'eau de Javel, les anthères sont rincées à l'eau distillée. Le nombre de grains de pollen est compté après montage entre lame et lamelle et observation au microscope optique.

La soude permet de ramollir les tissus végétaux, l'eau de Javel vide les contenus cellulaires et le bleu d'aniline colore les parois cellulaires.

* Structure du grain de pollen

Des fleurs sont fixées, au champ, à froid, pendant 2 à 24 heures dans du glutaraldéhyde en solution à 4% tamponné au cocodylate de sodium (pH 7.2). Après fixation et deshydratation, le matériel est passé au point critique puis métallisé à l'or. Les observations au microscope électronique à balayage sont faites au Jeol 35 C.F. sous une tension de 20 kv.

* Période de maturité des grains de pollen.

Dans le but d'étudier le mode et la chronologie de l'ouverture des anthères, une dizaine d'inflorescences, sensiblement au même stade floral, sont étiquetées sur un seul arbre. A partir de l'anthèse (ouverture des fleurs), une fleur est récoltée toutes les heures sur chacune des inflorescences puis conservée dans une boîte de Pétri contenant du coton imbibé d'alcool 70°. Les fleurs sont observées à la loupe et le nombre d'anthères ouvertes est compté. L'ouverture des anthères correspond à la maturité des grains de pollen.

* Viabilité du pollen

Elle peut être déterminée par le test fluorochromatique. Ainsi, des inflorescences sont repérées au stade bouton floral et, dès que les fleurs commencent à s'ouvrir, deux sont récoltées toutes les heures puis badigeonnées afin de déposer des grains de pollen sur une lame de microscope. L'observation est faite au microscope à fluorescence au grossissement 10.

Principe du test fluorochromatique : le pollen déposé sur une lame de microscope est arrosé par une solution composée de 1 μ l de diacétate de fluorescéine (2mg de diacétate de fluorescéine dans 1ml d'acétone) et de 1ml de tampon Tris 0.05M à pH 6.5 contenant 15% de saccharose.

Au bout de 2 à 3 minutes, le pollen est observé au microscope à fluorescence à la lumière bleue (495 nm). Le diacétate de fluorescéine pénètre dans le pollen, et sous l'action des estérases cytoplasmiques, il est clivé et la fluorescéine est dissociée du diacétate. La fluorescéine ainsi libérée est retenue par la paroi exinique et le pollen apparaît vert-jaunâtre au microscope.

La coloration est d'autant plus intense que le grain de pollen est viable. Dans le cas de pollen non viable, la fluorescéine n'est pas retenue par l'exine; d'où absence de fluorescence.

* Germination *in vitro* des grains de pollen

La capacité germinative des grains de pollen a été étudiée après badigeonnement des fleurs, récoltées toutes les heures à partir de l'anthèse, sur le milieu de culture de BREWBAKER et KWACK (1963).

Principe de la germination *in vitro* : le pollen est déposé sur le milieu de culture puis conservé à température ambiante pendant 24 heures. Les lames sont observées au microscope optique après dépôt d'une goutte de Bleu d'Aniline à 0,1% qui permet de colorer les tubes polliniques.

Le milieu de culture se compose comme suit :

- Acide borique	100 mg	} Solution 1
- Nitrate de calcium	300 mg	
- Sulfate de magnésium	200 mg	
- Nitrate de potassium	100 mg	
- Eau distillée qsp	100 ml	

Solution 1	10 ml	} Solution 2
Saccharose	10%	
Agar	0.5 g	
Eau distillée qsp	100 ml	

La solution 2 est portée à ébullition jusqu'à l'obtention d'une gelée. Le liquide est alors délicatement versé sur des lames de microscope qui sont placées à température ambiante jusqu'à refroidissement, Les grains de pollen peuvent alors être déposés sur le milieu de culture.

* Collecte et conservation du pollen

A l'ouverture des fleurs, des inflorescences sont collectées et séchées à l'air en les étalant sur une surface plane sous ombrière pendant 4 heures. Les fleurs sont ensuite tamisées à travers des mailles de $53\ \mu\text{m}$ d'un tamis en acier.

Le pollen est collecté sur une surface noire et lisse sur laquelle il est facilement récupérable. Il est alors récupéré dans des boîtes de Pétri puis conservé à température ambiante et au frais (environ -3°C). Des tests de viabilité et de germination sont effectués après 24 et 48 heures de stockage. Ceci permet d'avoir une idée sur les conditions susceptibles de maintenir et de prolonger la viabilité et la capacité germinative des grains de pollen.

b) Le pistil

* Nombre d'ovules par ovaire

Le nombre d'ovules par ovaire est déterminé par la même méthode de transparence utilisée pour les grains de pollen et décrite précédemment.

* La réceptivité du stigmate

Elle a été étudiée selon les méthodes suivantes :

Première méthode : à partir de l'anthèse. deux inflorescences sont récoltées toutes les deux heures pendant 24 heures et le déploiement du style est mesuré en fonction du temps. Le style est d'autant plus dressé que le stigmate entre en phase de réceptivité.

Deuxième méthode : la réaction estérasique; les stigmates placés dans une solution de naphthol acétate pendant 15 minutes sont rincés à l'eau distillée puis observés au microscope. La présence d'activité estérasique, mise en évidence par une intense coloration rouge, traduit la réceptivité des stigmates.

Préparation de la solution de naphthol acétate :

- * dissoudre 10 mg d'α-naphtyl acétate dans 1 ml d'acétone
- * ajouter 50 ml de tampon Tris 0.2M à pH 6.5
- * ajouter 30 mg de Fast blue BB secouer puis filtrer.

Troisième méthode : la réaction peroxydasique; des pistils sont placés dans une boîte de Pétri contenant de l'eau oxygénée. L'apparition de bulles d'air, au bout de quelques minutes, à la surface de l'eau est un signe de réceptivité.

22.2 Contrôle de la pollinisation

Pour déterminer le mode préférentiel de pollinisation et contrôler le transfert du pollen, des poches de pollinisation ont été utilisées sur une quinzaine d'arbres aux branches florifères accessibles. Les poches sont des sachets en plastique microperforés de dimension 205 X 405 mm, épais de 15 µm avec 25 trous par cm² de 0.4 mm de diamètre. Les sachets offrent l'avantage d'empêcher l'accès des agents pollinisateurs aux fleurs et de permettre les échanges gazeux avec l'extérieur.

Les inflorescences sont ensachées au stade bouton floral jaunâtre; c'est-à-dire avant l'anthèse. Les opérations suivantes ont été effectuées : pollinisation entre fleurs de la même inflorescence. pollinisation entre fleurs d'inflorescences différentes du même pied et pollinisation entre fleurs d'inflorescences de pieds différents et ont été comparées avec la pollinisation naturelle.

1. Pollinisation naturelle : elle se fait de façon naturelle sans aucune intervention manuelle. Au total 212 inflorescences sont utilisées pour cette opération.

2. Pollinisation entre fleurs de la même inflorescence : elle consiste à maintenir dans une poche une seule inflorescence. Ceci a pour objectif d'estimer l'aptitude du grain de pollen à polliniser le stigmate de la même fleur ou celui d'une autre fleur située sur la même inflorescence. Cette opération a été menée dans 28 poches.

3. Pollinisation entre fleurs d'inflorescences différentes du même pied : elle peut être étudiée de deux manières. Soit en maintenant dans une poche plusieurs inflorescences jusqu'à l'apparition des gousses ou au flétrissement des fleurs soit en retirant la poche quand les fleurs sont complètement ouvertes et en transférant les grains de pollen sur les stigmates par badigeonnement de fleurs récoltées sur le même pied avant de remettre la poche. La première méthode a été retenue pour minimiser les risques de contamination.

Cette expérience permet d'apprécier l'aptitude du pollen d'une fleur à polliniser le stigmate d'une autre fleur située sur une autre inflorescence du même pied. A cet effet, les 28 poches utilisées ont permis d'isoler 260 inflorescences.

4. Pollinisation entre fleurs d'inflorescences de pieds différents : elle consiste à maintenir dans une poche plusieurs inflorescences jusqu'à l'ouverture des fleurs; c'est-à-dire 2 à 3 jours après la pose. La poche est alors retirée et des fleurs d'un autre pied sont badigeonnées sur celles qui étaient préalablement ensachées dans le but de déposer du pollen sur les stigmates.

La poche est replacée immédiatement après le transfert du pollen. Cette pollinisation a été effectuée dans 28 poches faisant intervenir 296 inflorescences. Au moment du transfert du pollen, les inflorescences dont toutes les fleurs ne sont pas ouvertes sont enlevées dans le souci de travailler avec des fleurs sensiblement au même stade physiologique.

Dans les trois derniers modes de pollinisation, les poches sont retirées dès que les gousses commencent à se former; c'est-k-dire environ 15 jours après leur pose.

22.3 Agents pollinisateurs

Pendant 3 jours (du 21 au 23 Août 1993), les insectes visiteurs des fleurs ont été observés sur 5 arbres et des captures réalisées entre 8 et 9 heures; 11 et 13 heures 16 et 17 heures.

Un thermohygromètre placé sous le houppier des arbres a permis de relever la température et l'humidité relative au cours de la journée.

Les insectes sont capturés à l'aide d'un filet placé à l'extrémité d'une longue perche. Ils sont ensuite immédiatement tués en les plongeant dans un flacon contenant de l'acétate d'éthyle.

Les grains de pollen sont décrochés des pattes et du corps des insectes par "lavage" à l'alcool 70°. Après centrifugation de l'alcool de rinçage à 2000 trs/mn pendant 20 minutes. le culot contenant les grains de pollen est déposé sur une lame de microscope pour observation et comptage. Ceci permet d'avoir une idée sur les principaux insectes pollinisateurs qui sont ensuite identifiés.

Pour déterminer un éventuel transport du pollen par le vent, des lames de microscope entourées de ruban adhésif ont été suspendues à des branches suffisamment dégagées.

22.4. **Etude phénologique**

La méthode utilisée essaie de réunir les conditions idéales définies par FRANKIE et *al* (1974) pour une étude phénologique à savoir : station non perturbée, effectif élevé et observations sur plusieurs années. Elle s'adresse principalement à la population de l'espèce dans la station considérée. L'effectif de l'échantillon est au moins égal à 30 individus reflétant la diversité phénotypique de la population. La synthèse bibliographique effectuée a permis de constater une variabilité phénologique inter-annuelle, intra-annuelle et même inter-site en fonction de la topographie chez *Acacia senegal*. En conséquence., l'étude de la phénologie entreprise suit les isohyètes dans le sens d'un gradient Nord-Sud pour mieux cerner la variabilité en fonction de la pluviométrie. Les sites retenus sont Diaménar, Dahra, Vélingara et Kidira avec une extension à Ngane sur sols salés. Les observations sont réalisées tous les 15 jours au cours de la saison de végétation et tous les mois en saison sèche. Elles sont consignées sur une fiche conçue à cet effet (**Annexe 1**).

Les stades suivants ont été retenus pour :

1. la feuillaison

F1 : gonflement des bourgeons, pas de feuilles développées;

F2 : bourgeons foliaires + feuilles épanouies (plus de 10% et moins de 50% des rameaux de l'individu);

F3 : feuilles en majorité épanouies;

F4 : feuilles vertes ou feuilles sèches ayant changé de couleur (plus de 10% et moins de 50%);

F5 : plus de 50% des rameaux de l'individus ont des feuilles sèches, chute des feuilles. C'est un stade difficile à noter car suivant les espèces il peut s'étaler sur plusieurs mois.

2. la floraison

F11 : bourgeons floraux uniquement;

F12 : bourgeons floraux + fleurs épanouies (plus de 10% et moins de 50%);

F13 : plus de 50% des rameaux portent des fleurs épanouies;

F14 : fleurs épanouies + fleurs sèches (plus de 10% et moins de 50%);

F15 : fleurs sèches en majorité; chute des pièces florales.

3. la fructification

Fr1 : nouaison;

Fr2 : phase d'évolution du fruit jusqu'à sa taille normale;

Fr3 : maturité du fruit, changement de couleur des gousses;

Fr4 : fruit mûr + début dissémination (ouverture ou chute des gousses);

Fr5 : fruit entièrement sec et chute.

Le stade 1 correspond à l'installation et le stade 5 à la disparition de la phase. Les stades 2, 3, 4 représentent pour un individu l'évolution au sein d'une phase donnée.

3. RESULTATS

3.1. LES ORGANES REPRODUCTEURS

31.1 Type d'inflorescence

L'inflorescence a une croissance monopodiyue; c'est-à-dire que les bourgeons latéraux ne se substituent pas à l'axe principal qui s'allonge dans la même direction. Sa croissance est dite indéfinie car l'axe principal n'est pas terminé par un bouton floral. Les inflorescences sont localisées sur des rameaux secondaires et sont généralement groupées par 2 ou plus. La longueur moyenne d'une inflorescence est de 7 cm.

Les fleurs sont sessifes et donc insérées directement sur l'axe inflorescentiel (les pédicelles ont une longueur de 0.5 mm). Des inflorescences portant de telles fleurs sont dites indéfinies de type épi.

Le nombre de fleurs par inflorescence est d'environ de 120, et les plus âgées sont situées à la base de l'axe inflorescentiel tandis que les plus jeunes sont au sommet: ce sont des inflorescences centripètes.

31.2 Structure des organes reproducteurs

Toutes les fleurs sont hermaphrodites et longues de 7 mm environ avec une largeur comprise entre 1 et 2 mm. La bractée florale ne dépasse pas 1 mm de longueur.

Les fleurs sont complètes (présence de toutes les pièces florales) et présentent une symétrie axiale. Les fleurs proximales s'ouvrent les premières puis suivent les médianes et les distales (**Figure 2**).

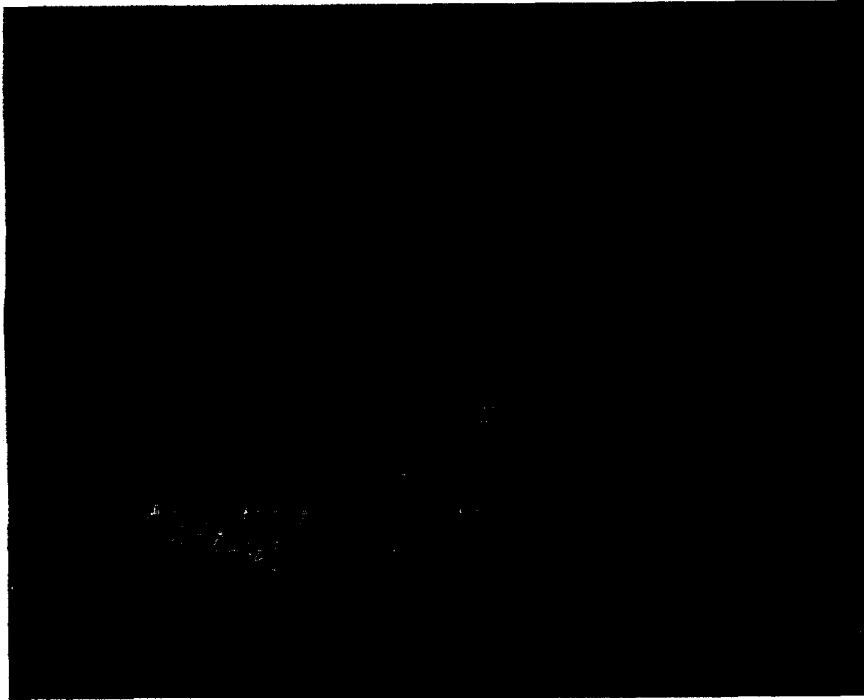
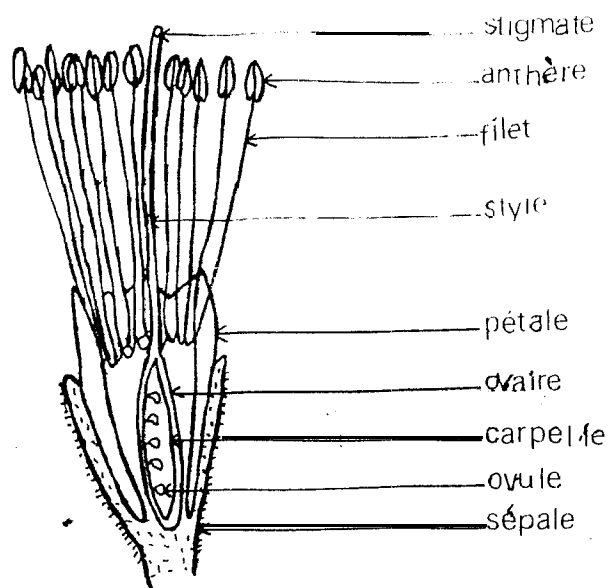


Figure 2 : dynamique d'ouverture des fleurs sur une inflorescence
a : stade bouton **floral**
b : ouverture **des fleurs basales**
c : stade fleurs **épanouies**

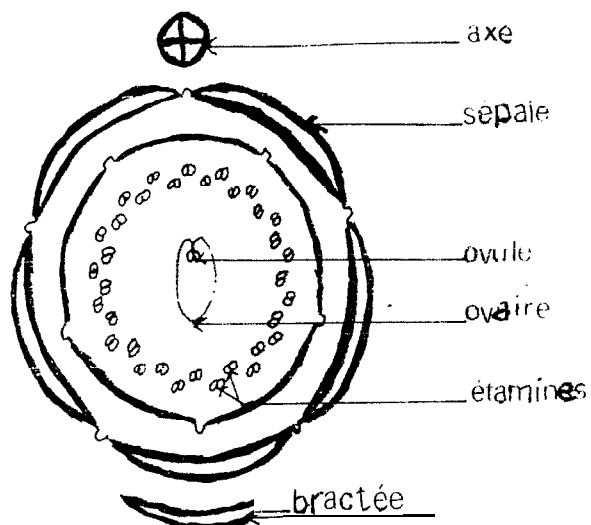
Le périanthe est pentamère (**Figure 3**) avec un calice gamosépale pubescent de couleur verte et une corolle gamopétale glabre de couleur blanche ou crème devenant jaunâtre à maturité.

L'androcée méristémone est formé de 82 étamines en moyenne dont la disposition donne une forme campanulée à la fleur à l'anthèse. Les longs filets des étamines sont libres les uns des autres et terminés par une anthère bilobée (**Figure 4**) qui porte les sacs polliniques. L'anthère est pourvue d'une glande apicale qui est libérée avant l'anthèse.

Le gynécée est uniloculaire et comporte un ovaire surmonté d'un long style (environ 7 mm) terminé par un stigmate en forme de coupelle. L'ovaire supérieur est caché au fond du tube de la corolle. Il renferme plusieurs ovules anatropes à placentation pariétale. Le carpelle donne naissance à des gousses, qui s'ouvrent suivant une fente longitudinale adaxiale, contenant en moyenne 5 graines ovoïdes aplaties.



3a



3b

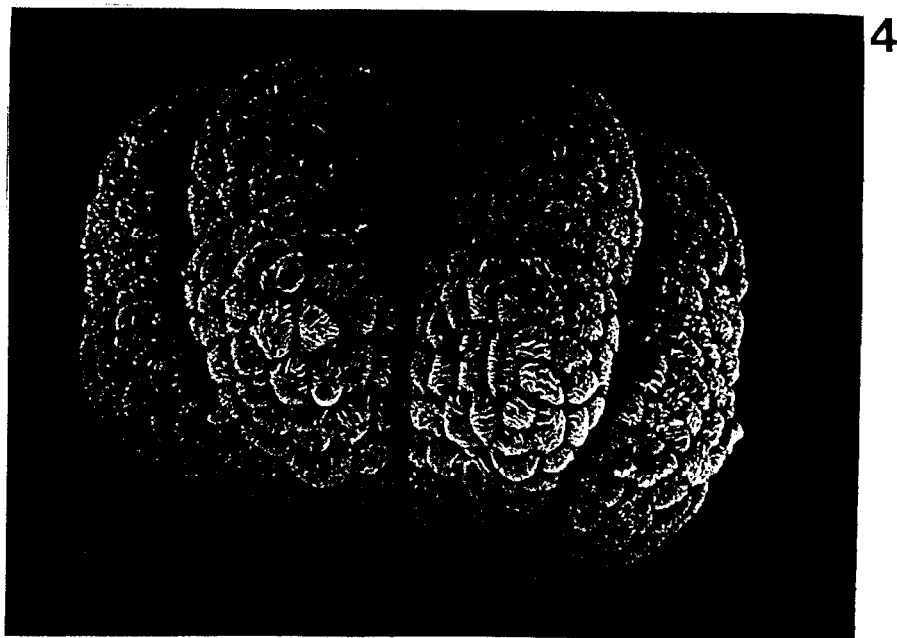


Figure 3 : morphologie florale
 a : coupe longitudinale d'une fleur *Acacia senegal*
 b : diagramme floral
 Formule florale : $5S + 5P + 2nE + 1C$
 Figure 4 : anthère avec ses 2 loges (X450)

31.21 STRUCTURE DE L'ANTHERE

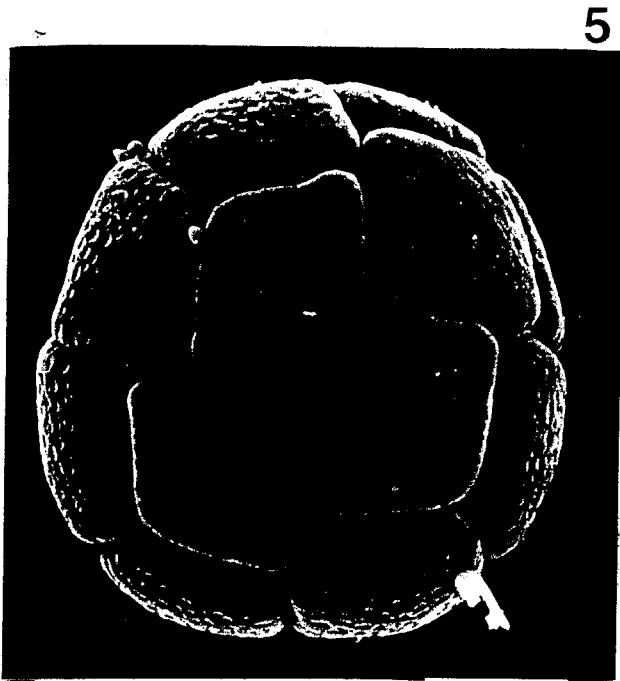
L'observation des anthères au microscope électronique à balayage montre que chaque sac pollinique contient un grain de pollen composé appelé polyade. La polyade est composée de 16 unités élémentaires agrégées qui portent le nom de monades (**Figure 5**). Le nombre moyen de polyades par fleur se calcule à partir du nombre moyen d'étamines par fleurs (=82) que multiplie le nombre de loges par anthère (=2) et le nombre de polyades par loges (=4) (**Figure 6**). Chaque fleur renferme alors 656 polyades, soit 10496 monades (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Quelques caractéristiques des fleurs d'*Acacia senegal*

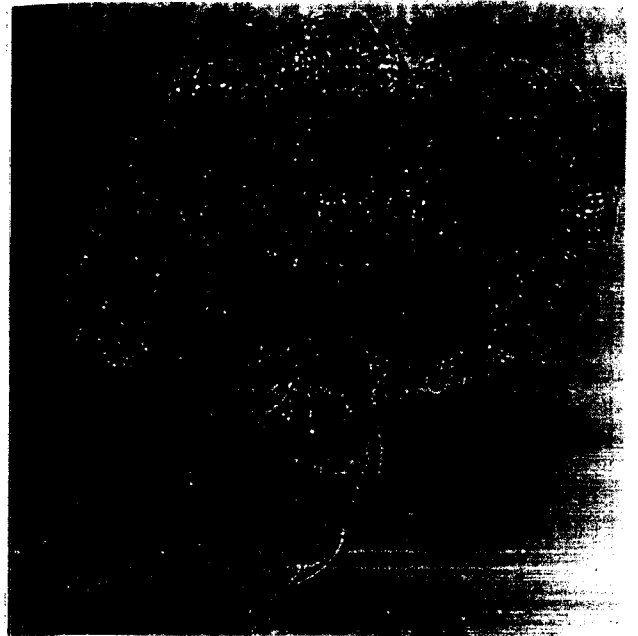
Paramètres floraux	Nbre de fleurs par inflorescence	Nbre d'anthères par fleur	Nbre de pollen par fleur	Nbre de pollen par inflorescence	Nombre de monades par pollen	Nombre d'ovules par ovaire	Ratio monade/ovule	Ratio graines/ovules
Valeurs moyennes	120	82	656	78720	16	10	1.6	0.45

31.22 STRUCTURE DE L'OVAIRE

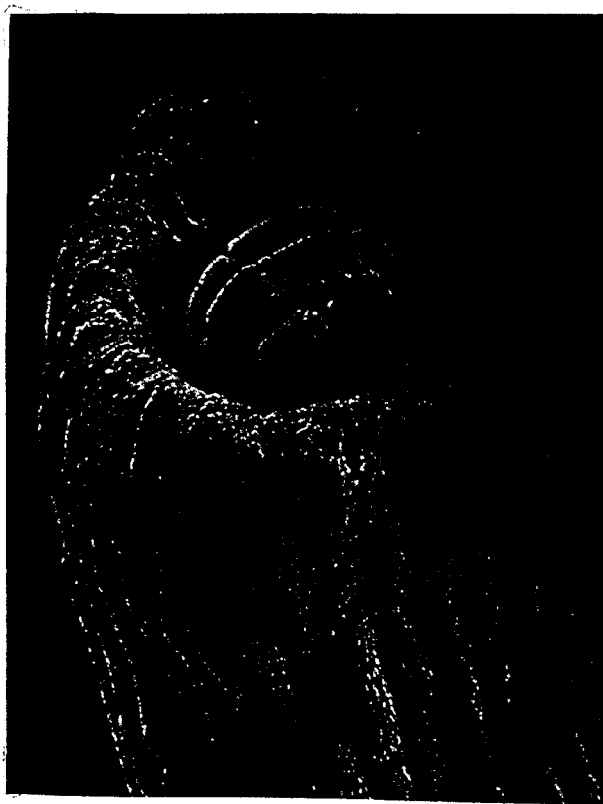
L'ovaire uniloculaire à placentation pariétale comporte en moyenne 10 ovules anatropes fixés sur la suture adaxiale du carpelle (**Figure 7**). Le style est de longueur variable en fonction des stades physiologiques contrôlés par la réceptivité ou non des stigmates. Le stigmate apparaît sous forme d'une coupelle dans laquelle se loge, en période de réceptivité, une seule polyade (**Figure 8**).



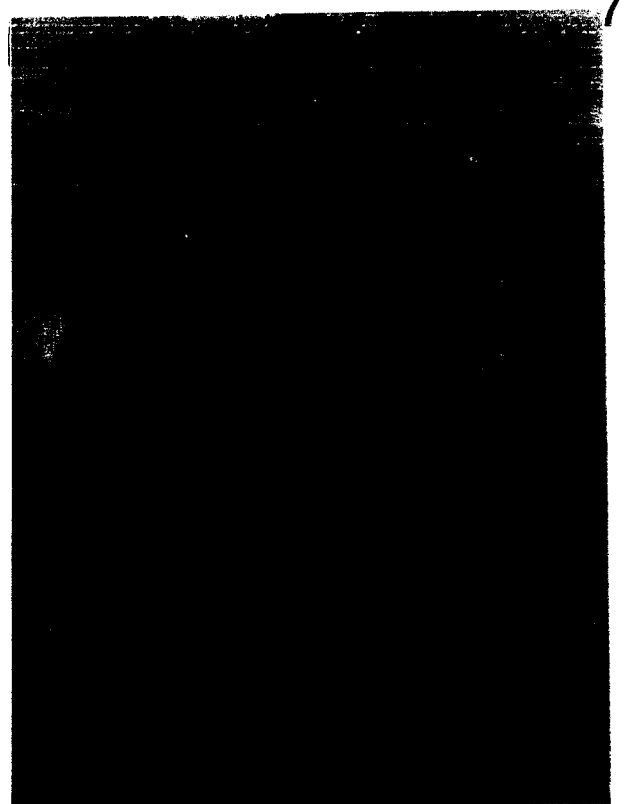
5



6



8



7

Figure 5 : monades agrégées en palyade (X2500)
 Figure 6 : loge de l'anthere avec 4 sacs polliniques
 Figure 7 : ovaire contenant des ovules
 s=style; c=carpelle et o=ovaire
 Figure 8 : stigmate avec grain de pollen (X700)

3 1.3 Physiologie des organes reproducteurs

31.31 LES ORGANES MALES

a) Rythme d'ouverture des anthères

L'ouverture des anthères correspond à la maturité des grains de pollen. Les résultats présentés sous forme de graphique (**Figure 9**) montrent que les anthères commencent à s'ouvrir aux environs de 10 heures et vers 16 heures elles sont presque toutes ouvertes.

h) Viabilité, Germination et conservation des grains de pollen

Les fleurs fraîchement récoltées aux environs de 12 heures sont secouées sur une lame de microscope contenant une goutte de solution de diacétate de fluorescéine et sur le milieu de culture gélosé. L'observation au microscope à fluorescence révèle que près de 90% des grains de pollen présentent une fluorescence donc sont viables. Par contre les grains de pollen mis en culture et observés au microscope optique présentent un pourcentage de germination inférieur à 60 et un nombre de tubes polliniques compris entre 1 et 6 (**Figure 10**). Ces résultats montrent que près de 30% des grains de pollen viables n'émettent pas de tubes polliniques dans le milieu de culture choisi.

Les tests effectués sur les grains de pollen conservés à température ambiante pendant 48 heures révèlent que seulement 60% sont viables: tandis que la capacité germinative est presque nulle. De même, ceux conservés au frais ont présenté un pourcentage de viabilité voisin de 80 et un pourcentage de germination de l'ordre de 20. Il apparaît donc que la conservation au frais semble mieux maintenir et prolonger la viabilité et la capacité germinative des grains de pollen.

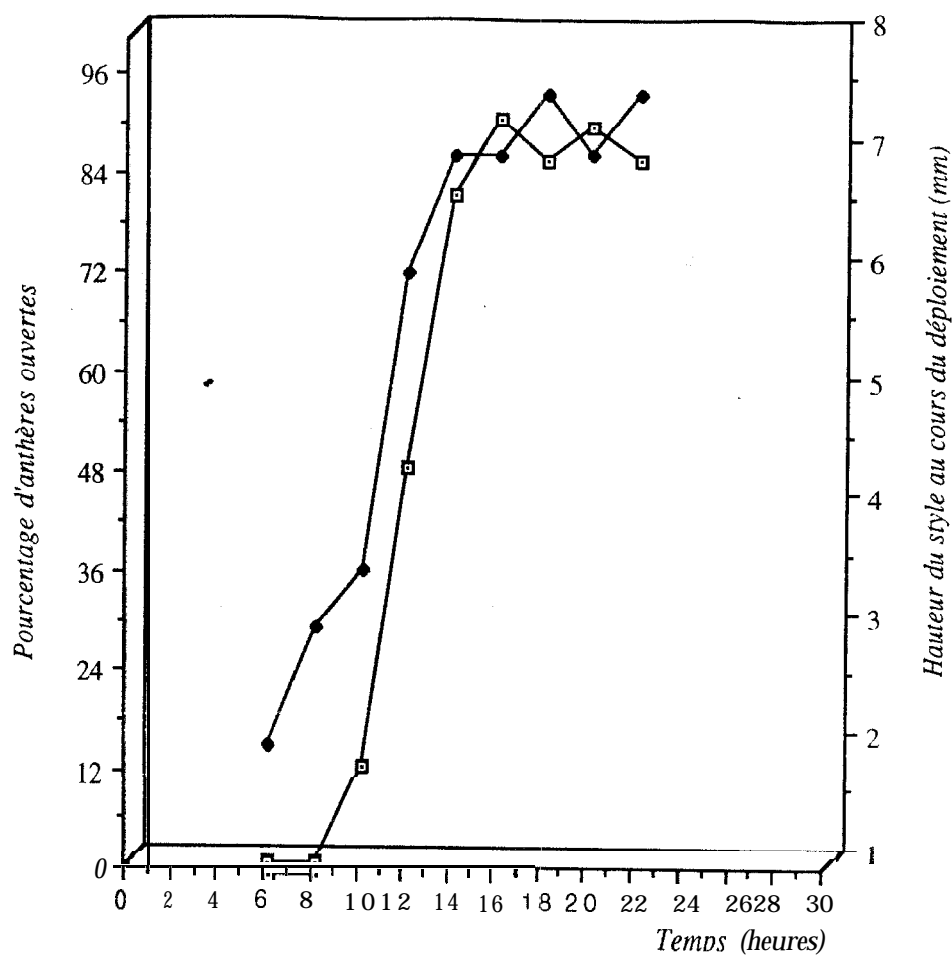


Figure 9 : périodes de maturité des grains de pollen et de réceptivité des stigmates

—□— Pourcentage d'anthères ouvertes
 —◆— Hauteurs du style au cours du déploiement (mm)

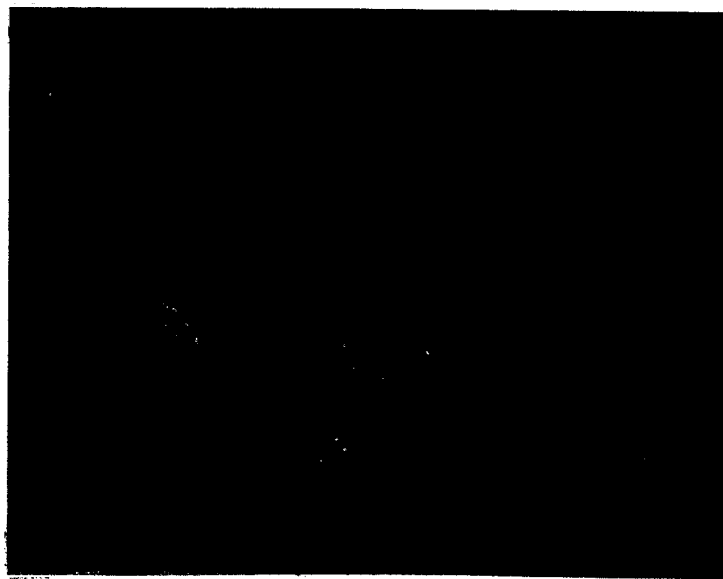


Figure 10 : grain de pollen germé sur milieu nutritif gélosé
 tp=tube pollinique

3 1.32 LES ORGANES FEMELLES

Il apparaît (**voir figure 9**) que le style des premières fleurs ouvertes se dresse sur toute sa longueur vers 12 heures. Le déploiement du style contribue à hisser le sigmate à la hauteur des anthères de manière à faciliter le dépôt éventuel du grain de pollen qui n'a lieu qu'en période de réceptivité.

Les stigmates des fleurs fraîchement ouvertes ne présentent aucune réaction estérasiqque; tandis que ceux des fleurs récoltées aux environs de 12 heures se colorent en brun foncé, ce qui est un signe de réceptivité. Sur les stigmates des fleurs récoltées en fin d'après-midi (entre 17 et 18 heures) la réaction estérasiqque diminue se traduisant par une faible intensité de coloration. Le test péroxydasique a permis de constater que le dégagement de bulles d'air est très important pour les stigmates des fleurs récoltées entre 11 et 12 heures. En effet, chez les stigmates dont le style n'est pas complètement déployé. quelques bulles d'air apparaissent à la surface de l'eau oxygénée. Ces trois résultats montrent que le stigmate des fleurs d'*Acacia senegal* deviennent réceptifs aux environs de 12 jusque vers 16 heures.

3.2. POLLINISATION CONTROLEE

Par cette méthode, trois types de pollinisation ont été étudiés expérimentalement en vue de les comparer à la pollinisation naturelle. Ainsi, au moment du retrait des poches de pollinisation le nombre de gousses formées est compté pour chaque type de pollinisation. Les résultats sont consignés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Contrôle de la pollinisation

Type pollinisation	Nbre inflorescences ensachées	Nbre Fleurs	Nbre de gousses formées	Pourcentage fructification
Pollinisation naturelle	212 ^{''}	2.5440	446	1,75
Pollinisation même inflorescence	28	3360	4	0,12
Pollinisation entre fleurs du même pied	260	31200	217	0,69
Pollinisation entre fleurs de pieds différents	185	22200	321	1,44

les inflorescences ne sont pas ensachées pour la pollinisation naturelle.

Pollinisation naturelle : sur les 212 inflorescences portant au total 25440 fleurs, 446 gousses ont été dénombrées. Ainsi, le taux de fructification est d'environ 1,75% .

Pollinisation entre fleurs de la même inflorescence : 4 gousses se sont formées pour les 28 inflorescences concernées. Le pourcentage de fructification est de 0,12; ce qui indique que statistiquement il y a moins d'une gousse par inflorescence.

Pollinisation entre fleurs d'inflorescences différentes du même pied : ce type de pollinisation a été étudié sur 260 inflorescences soit 3 1200 fleurs. Le nombre de gousses formées est de 217; ce qui correspond à un pourcentage de fructification de 0,69 environ.



Pollinisation entre fleurs d'inflorescences de pieds différents : sur les 296 inflorescences de départ seules 185 ont été utilisées puisque celles dont toutes les fleurs ne sont pas ouvertes au moment du transfert du grain de pollen sont enlevées à l'aide d'une paire de ciseaux. Le nombre de gousses obtenues est de 321 avec environ 1,44% de fructification.

3.3. PRINCIPAUX AGENTS POLLINISATEURS

La période de grande fréquentation des fleurs par les insectes est comprise entre 10 et 14 heures alors que l'humidité relative se situe entre 50 et 60% et la température entre 25 et 30°C. Les résultats sur les insectes pollinisateurs sont consignés dans le Tableau 3.

Tableau 5 : Insectes pollinisateurs

Ordre	Famille	Genre	Espèce	Effectif	Pollen
<i>Hymenopte- ru</i>	<i>Anthophoridae</i>	<i>Xylocopa</i>	<i>aestuans</i>	8	22s
	<i>Megachilidae</i>	<i>Megachile</i>	<i>olivacea</i>	2	13
		"	"	sp	1
	<i>Sphecidae</i>	<i>Sphex</i>	<i>tubercularis</i>	1	18
	<i>Scoliidae</i>	<i>Scoliu</i>	<i>alaris</i>	1	4
<i>Coleoptera</i>	<i>Meloïdus</i>	<i>Mylabris</i>	<i>affinis</i>	4	3
<i>Lepidoptera</i>	<i>Danaïdæ</i>	<i>Danaus</i>	<i>chrysipus</i>	3	3
	<i>Nymphalidae</i>	<i>Hypolimnas</i>	<i>mysisipus</i>	2	1

Parmi les insectes, les abeilles et les guêpes (Hyménoptères) sont numériquement les plus fréquentes puis viennent les scarabées (Coléoptères) et les papillons (Lépidoptères).

Les abeilles (**Figure 11**) et les guêpes visitent très rapidement beaucoup de fleurs de la même inflorescence; tandis que les papillons en visitent un petit nombre et mettent un peu plus de temps. Les scarabées quant à eux “labourent” les fleurs d’une inflorescence pendant plusieurs minutes. Les abeilles transportent plus de pollens que tous les autres groupes. Le genre *Xylocopa* est le plus important du point de vue effectif et quantité de pollens transportés.

Par ailleurs, aucun grain de pollen n’a été trouvé sur les lames suspendues; ce qui signifie que le vent n’interviendrait pas dans le transport du pollen chez *Acacia senegal*.

3.4. SUIVI PHENOLOGIQUE

Après l’échantillonnage dans les différents sites ciblés, les observations n’ont pu se faire de façon correcte parce que le travail a commencé au mois d’Août quand le cycle végétatif était très avancé. En conséquence, il a fallu attendre la prochaine saison de végétation, c’est-à-dire en Mai-Juin de l’année suivante, pour entamer les observations qui se poursuivent encore. De ce fait, c’est à la fin de la présente saison de végétation que des données complètes seront disponibles, pour la première année, sur l’ensemble des sites. Toutefois, les observations effectuées sur le site d’étude ont permis d’avoir une idée sur la durée relative des différentes phénophases. Ainsi, la feuillaison a commencé en Avril-Mai, avec un pic en Juin-Juillet, et s’estompe en Decembre-Janvier. La floraison s’étend de Juin à Septembre avec un maximum en Juillet-Août. La fructification commence en Juillet-Août et s’achève en Janvier-Fevrier. Il est très fréquent de rencontrer sur un même pied 2 cycles de floraison dans la période de floraison considérée.

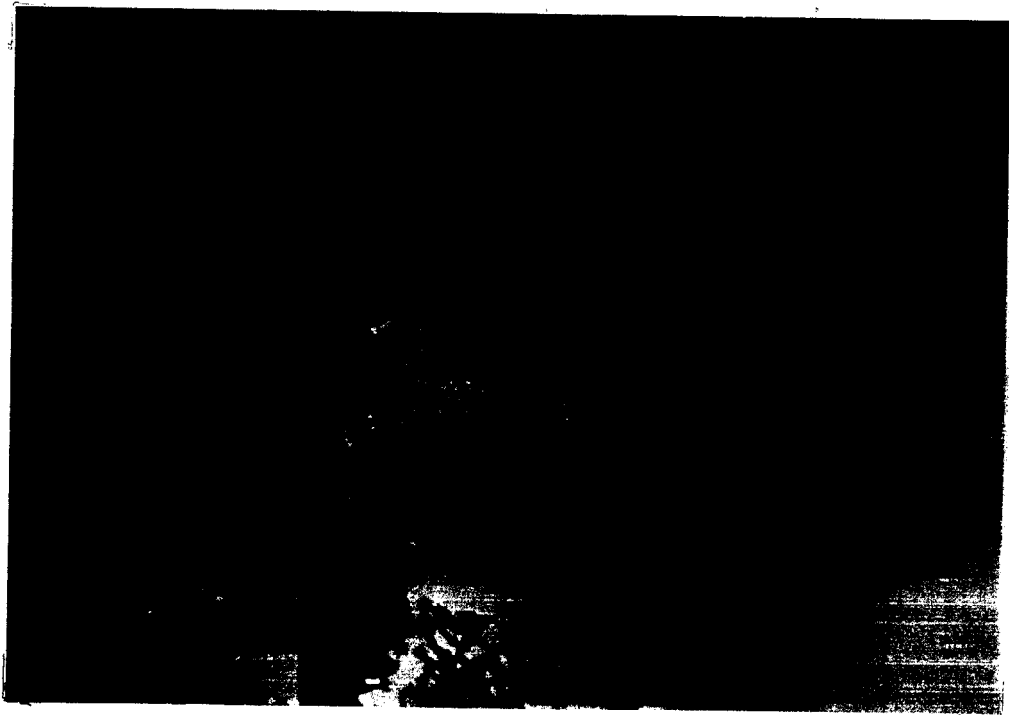


Figure 11 : abeille butineuse des fleurs de *Acacia senegal*

4. DISCUSSIONS

Les fleurs, chez *Acacia senegal*, ne s'ouvrent pas *de* façon synchrone contrairement aux autres espèces du genre qui ont des inflorescences en capitule (ARROYO, 1981; TYBIRK et JORGENSEN, 1991). Les fleurs basales s'ouvrent généralement avant les médianes et les terminales. L'ouverture des fleurs a lieu aux environs de 6 heures et le plein épanouissement intervient vers 9 heures. Au cours de la journée aucune ouverture n'est constatée. Toutes les fleurs d'une inflorescence s'ouvrent généralement au bout de 24 heures. Ceci confirme les observations de TY BIRK et JORGENSEN (1991) sur différents acacias africains dont *Acacia senegal*.

Les anthères des fleurs commencent à libérer les grains de pollen vers 10 heures pour finir aux environs de 16 heures : c'est dans cet intervalle de temps que se situe la période de maturité des grains de pollen. Au cours de cette période, le style se déploie sur toute sa longueur. La corrélation entre la longueur du style et la réceptivité du stigmate a été faite par KENRICK et KNOX (1981) et KENRICK *et al* (1989). Il apparaît donc chez *Acacia senegal* que la maturité du grain de pollen est synchrone avec la réceptivité du stigmate. Ceci a également été constaté par TYBIRK (1989) chez *Acacia nilotica*; alors que les acacias australiens sont généralement protogynes (SEDGLEY et HARBAR, 1993).

Par ailleurs, les tests de germination effectués sur les grains de pollen fraîchement récoltés ont donné un pourcentage de germination voisin de 60% . Toutefois, il semble que l'activité enzymatique révélée par le test fluorochromatique persisterait après la perte de la capacité germinative des grains de pollen (SEDGLEY et HARBAR, 1993) .

D'après OWENS et *al* (1991) la longueur du tube pollinique est un indicateur de vigueur. Ainsi, si la longueur est égale au double du diamètre du grain de pollen celui-ci est considéré comme vigoureux. Sur les quelques tubes polliniques formés (entre 1 et 6) chez les grains de pollen de *Acacia senegal* la longueur dépasse généralement le double du diamètre.

La période de réceptivité du stigmate a été déterminée par les réactions estérasique et peroxydasique en plus de la méthode de longueur du style. La fiabilité est plus grande pour les méthodes estérasique et de longueur puisque la méthode peroxydasique reste plus subjective. En effet, un dégagement de bulles d'air est observé aussi bien avec les **stigmates** réceptifs que les non réceptifs; la seule différence se situe au niveau de la quantité. Un stigmate réceptif ne peut recevoir qu'un seul grain de pollen. Ceci a également été signalé par TYBIRK et JORGENSEN (1991) chez certains acacias africains.

Le nombre de monade par polyade est fortement corrélé avec le nombre d'ovules par ovaire (KENRICK et KNOX, 1982). En effet, le rapport monade sur ovule rend compte de l'efficacité **du** moyen de transport du grain de pollen. Plus le ratio est faible plus le système de transport est efficace. Chez *Acacia senegal*, le ratio monade/ovule est de 1.6 alors qu'il est de 1 chez *Acacia nilotica* (TYBIRK, 1989).

La réunion des monades en paquet de polyade est souvent fortement corrélée avec un degré très élevé de pollinisation croisée chez un grand nombre d'espèces (WHITEHEAD, 1969).

Dans les conditions naturelles de pollinisation, on s'aperçoit que sur les 212 inflorescences repérées: 446 gousses se sont formées, soit un pourcentage de fructification égal à 1,75, **chez** *Acacia senegal*. TYBIRK (1989) a trouvé un pourcentage de fructification de 0,3 chez *Acacia nilotica*. Il apparaît que la production de gousses est plus importante *chez Acacia senegal* que chez *Acacia nilotica*.

Ceci pourrait être dû au fait que près de 70% des fleurs de *Acacia nilotica* sont des males (TYBIRK, 1989). Cependant, BAWA et WEBB (1984) estiment que d'une manière générale la production de gousses est limitée par les ressources disponibles.

Contrairement aux conclusions de KENRICK et KNOX (1989), beaucoup de gousses se sont formées dans des conditions naturelles chez *Acacia senegal*. Le nombre moyen de graines par gousse observé est de 5; d'où un ratio graine/ovule égale à 0,5. TYBIRK (1991) estime qu'un faible ratio graine/ovule pourrait être dû à une faible viabilité du grain de pollen ou à un phénomène d'avortement.

Dans le cas de la pollinisation entre fleurs de la même inflorescence, sur les 3360 fleurs concernées, seules 4 gousses se sont formées; tandis que la pollinisation entre fleurs d'inflorescences différentes du même pied a donné 217 gousses pour un total de 31200 fleurs. TYBIRK (1991) estime que chez *Acacia tortilis* les gousses formées par autopolinisation peuvent résulter soit d'une autopolinisation réelle soit de grains de pollen transportés par les papillons qui se déposent sur les poches soit de grains de pollen déposés sur les boutons floraux avant ensachage. La perte rapide de viabilité des grains de pollen en condition naturelle chez *Acacia senegal* et le peu de grains de pollen transportés par les papillons autorisent à envisager une réelle pollinisation par l'autopollen au sens large. Toutefois, l'autopolinisation *sensu stricto* reste à confirmer. La pollinisation croisée a donné 321 gousses sur 22200 fleurs concernées; elle apparaît comme le mode préférentiel de pollinisation chez *Acacia senegal*.

La morphologie des inflorescences des espèces du genre *Acacia* serait caractéristique d'une pollinisation entomophile (ARROYO, 1981; TYBIRK et JORGENSEN, 1991). Les insectes ont un odorat très fin; d'où l'importance de l'émanation d'odeur dans les premiers rapports Plante-Pollinisateur (RENNER, 1990).

Ainsi chez *Acacia senegal*, la glande de l'anthère, dont le rôle dans la production d'odeur a été signalée, est libérée avant la déhiscence des anthères. De même le nectar., qui est une source d'énergie importante pour certains insectes adultes, a été signalé chez les fleurs de *Acacia senegal*. Cependant il n'a pas pu être quantifié et sa composition reste encore à déterminer. Toutefois, il semble qu'il existerait une relation linéaire entre le volume de nectar, la biomasse florale et le poids du pollinisateur (BENTLEY et ELIAS, 1983). WILLNER (1983) puis CORBET (1990) estiment pour leur part que les abeilles préfèrent du nectar concentré.

Ainsi, parmi les insectes visiteurs des fleurs de *Acacia senegal*, le groupe des hyménoptères (abeilles et guêpes) est le plus important du point de vue de la fréquence des visites, du nombre de visiteurs et de la quantité de pollen transportés. Les scarabées et les papillons sont considérés comme des pollinisateurs secondaires.

L'importance des abeilles dans la pollinisation des fleurs a également été signalée par BERNHARDT (1989) chez les acacias australiens. Les scarabées sont surtout considérés comme des prédateurs; les papillons quant à eux transportent peu de grains de pollen parce que leurs ailes protègent leur corps réduisant ainsi la surface de contact avec les grains de pollen et le stigmate. Il a également été constaté que la période de grande affluence des insectes pollinisateurs coïncide avec les périodes de maturité du grain de pollen et de réceptivité du stigmate.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ces premiers résultats ont permis de préciser la morphologie florale et la structure des organes reproducteurs chez *Acacia senegal*. Cette étude a notamment permis de faire les observations suivantes:

- toutes les fleurs sont hermaphrodites;
- les fleurs s'ouvrent de la base vers le sommet au bout de 24 heures généralement;
- l'ovaire renferme 10 ovules anatropes (recourbés):
- le grain de pollen est composé de 16 monades unies: et
- l'anthère est formée de deux loges, renfermant chacune 4 sacs polliniques, avec une glande apicale odorifère libérée à l'anthèse.

Les anthères commencent à libérer leurs grains de pollen aux environs de 10 heures; et leur déhiscence est complète vers 16 heures. En outre, au cours de cette période, le style se déploie sur toute sa longueur et le stigmate entre en phase de réceptivité. Ainsi, la maturité des grains de pollen est synchronisée avec la réceptivité du stigmate.

Par ailleurs, les grains de pollen produits présentent un pourcentage de viabilité très élevé (90%) même si la capacité germinative, dans le milieu de culture choisi, reste moyenne et le nombre de tubes polliniques faible.

A température ambiante on observe une diminution très sensible de la viabilité des grains de pollen; alors que la conservation au frais semble être plus appropriée pour maintenir et prolonger leur durée de vie.

La mise au point d'une méthode de conservation pouvant assurer une bonne viabilité des grains de pollen sur une période plus ou moins longue dans la perspective des croisements contrôlés entre "individus plus" géographiquement distants s'avère nécessaire.

L'étude a montré également que l'allopollinisation est le mode préférentiel de pollinisation chez *Acacia senegal* même si des gousses ont pu se former par autopolinisation au sens large.

Une étude plus approfondie mérite d'être menée pour confirmer la possibilité de pollinisation par l'autopollen au sens strict.

La maîtrise des techniques de croisements contrôlés qui repose sur une bonne connaissance des périodes de maturité des grains de pollen et de réceptivité des stigmates intègre parfaitement la stratégie d'amélioration génétique de *Acacia senegal* élaborée par le programme Génétique et Amélioration des Ressources Forestières (GARF) (**Annexe 2**).

En effet, les croisements contrôlés ont pour but la création d'hybrides performants pour des caractères d'adaptabilité et de productivité entre autres. Ainsi, à partir d'individus déjà sélectionnés dans la zone sylvo-pastorale pour leur importante production de gomme arabique, des croisements intraspécifiques seront effectués. Les graines issues de ces croisements seront semées en pépinière de manière à les comparer avec: d'autres graines récoltées sur les mêmes arbres mais issues de pollinisation naturelle. En pépinière, la technique de l'électrophorèse pourrait renseigner sur la ressemblance ou non des profils électrophorétiques des deux lots de descendances d'une part et entre les descendances et les parents géniteurs d'autre part dans le but de mieux orienter les choix. Un essai comparatif multilocal de descendances va permettre, au bout de 5 ans, de suivre les performances et la stabilité de chaque descendance du point de vue de l'adaptation, de la vigueur, de la production de gomme, de la nodulation efficace etc. Si les tests de saignée révèlent un meilleur comportement de certaines descendances et concordent avec les résultats fournis par l'électrophorèse enzymatique, les sélections pourraient alors être envisagées dès la pépinière de manière à gagner beaucoup de temps. Ces individus "améliorés" seraient préférentiellement recommandés aux services du Développement.

Des croisements interspécifiques seront réalisés avec des espèces voisines telles que *Acacia laeta*, qui semble être plus adaptée aux conditions climatiques du Sahel (RAPPORT ANNUEL MBIDDI, 1992), en vue de produire des hybrides à haute valeur hétérozygotique plus performants que les parents géniteurs. De même, l'étude sera étendue à des espèces comme *Zizyphus mauritiana* ciblée par le programme Génétique et Amélioration des Ressources Forestières dans le cadre du Projet National de Semences Forestières (PRONASEF/FAO).

D'autre part, il apparaît que d'une manière générale le gommier présente un cycle phénologique complet; c'est-à-dire présence de toutes les phases. Ainsi, les problèmes de régénération dans les gomméraires naturelles sont plus liés aux conditions écologiques qu'à la production de semences. A cet effet, dans le but de maîtriser la production de semences et les possibilités de croisements intra et interspécifiques en vue de la création variétale, la connaissance des phénophases des différentes provenances de *Acacia senegal* et d'autres espèces déclarées prioritaires s'avère indispensable. Pour assurer un meilleur suivi, il est nécessaire d'initier un personnel aux techniques d'observation de la phénologie d'une part et de disposer de moyens suffisants d'autre part. Dans le cadre du Projet National de Semences Forestières, l'étude de la phénologie sera étendue à d'autres espèces prioritaires. Au terme de ces études, l'on devrait être à mesure, pour chacune des espèces forestières choisies, d'indiquer avec précision les périodes favorables pour effectuer des croisements contrôlés; mais aussi pour la récolte des semences.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ARROYO, M.T.K.,(1981) Breeding systems and pollinisation biology in Leguminosae.Ds : Polhill,R.M., Raven, P.H. (eds), Advances in Legume systematics,Kew, 723-769.
2. AUBREVILLE,A. (1950) Flore forestière soudano-guinéenne. A.O.F. Caméroun Paris.
3. BADJI,S. et SOUGOUFARA,B. (1994) Fixation biologique de l'azote atmosphérique : application à la foresterie. Séminaire sur l'écologie et la gestion des ressources naturelles. Thiès (Sénégal) 50p
4. BAWA,K.S. et WEBB, C.J.(1984) Flower, fruit and seed abortion in tropical forest trees : Implication for the evolution. Am. J. Bot. 71:731-751.
5. BENTLEY,B. et ELIAS, T. (eds) (1983). The biology of nectaries. New York : Columbia Univ. Press.
6. BERNHARDT, P. (1989) The floral ecology of Australian *Acacia* IN: Stirton, C.H. Zarucchi, J.L. (eds.) Advances in Legume Biology, Mongr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 29, Missouri Botanical Garden, St-Louis,263-281.
7. BOUILLARD,B. (1988) Dictionnaire de Botanique. Ellipses 282p
8. BREWBAKER, J.L. et KWACK,B.H. (1963) : The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. Am. J. Bot. 50:859-865.
9. BUITELAAR,M. (1993) Reproductive Biology, Phenotypical variability and interspecific hybridation of *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del. in Burkina. Stageverslag I.A.H. Larenstein richting Botanische Laboratorium Technisk,53p
10. CHEEMA, M.S.Z. et QADIR, S.A. (1973) Autoecology of *Acacia senegal* (L.) Willd. vegetation, 27 (1-3) : pp 131-161
11. CORBET,S.A.(1990) Pollination and the weather.Israel J. Bot.39: PP 13-30.

12. DELWAULLE, J.C. (1977) Le rôle de la foresterie dans la lutte contre la désertification et contribution au développement "Bois et Forêts des Tropiques" : 173 pp 3-22
13. DIALLO, I. (1992) Etude de la variabilité génétique de populations d'*Acacia senegal* (L.) Will. var. *senegal* par électrophorèse isoenzymatique. Mem. D.E.A. Dpt. Biol. Veg. Université C.A.D. Dakar. 64p.
14. DIONE, M. (1986) Actions de recherches et de développement sur le gommier et la gomme arabique au Sénégal. Bilan, Contraintes, Perspectives. Mem. Confirmation ISRA/DRPF Dakar. 93p
15. DIONE, M. (1988) Le gommier et la gomme arabique au Sénégal : bilan des actions de recherches et de développement, perspectives d'avenir. ds . SYGGA III. Troisième symposium sous-régional sur le gommier et la gomme arabique. Saint-Louis (Sénégal) ISRA. ed. 306p
16. DUCOUSSO, M. (1991) Importance des symbioses racinaires pour l'utilisation des acacias d'Afrique de l'ouest. Thèse, Univ. Lyon I. CIRAD-ISRA (Eds) Nogent sur Marne, France et Dakar, Sénégal, 205p
17. FAGG, C.W. et GREAVES, A. (1990b) *Acacia turtilis*- Annotated bibliography, F. 4 I, Commonwealth Agricultural Bureau, Oxon, U.K.
18. F.A.O (1990) Les légumineuses alimentaires, Répartition, Adaptabilité et Biologie du rendement Rome 120p
19. FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. et OPLER, P.A. (1974) Comparative phenotypical studies of trees in tropical wet and dry forest sites of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62 : 881-919
20. GIFFARD, P.L. (1966) Les gommiers : *Acacia senegal* Will., *Acacia laeta* R.Br. *Bois et Forêts des Tropiques* 95 : 21-33
21. GIFFARD, P.L. (1974) L'arbre dans le paysage sénégalais. Centre Tech. Forest. Tropical. Dakar 452p

22. **GUINET, P.** et **VASSAL, J.** (1978) Hypotheses of the differentiation of the major group in the genus *Acacia* (*Leguminosae*). *Kew. Bull.* 32: 509-527.
23. **KENRICK, J.** et **KNOX, R.B.** (1981) Post-Pollination exudates from stigmas of *Acacia* (*Mimosaceae*) *Am. Bot.* 48, 103-106
24. **KENRICK, K.** et **KNOX, R.B.** (1982) : Function of the polyad in reproduction of *Acacia*. *Am. Bot. SO* 72 1-717.
25. **KENRICK, J.**; **MARGINSON, R.**; **BERESFORD, G** et **KNOX, R.B.** (1983) Birds and pollination in *Acacia terminalis*. IN : Williams, E.G.; Knox, R.B.; Gilbert, J.H. et Bernhardt, P. (eds.) *Pollination* 82. Univ. of Melbourne PP102-109.
26. **KENRICK, J.** et **KNOX, R.B.** (1989) Pollen-Pistil interaction in *Leguminosae* (*Mimosoideae*) IN Stirton, C.H. et Zaracchi, J.L. (eds.) *Advances in Legume Biology, Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 29, Missouri Botanical Garden, St-Louis 127- 156.
27. **NDIAYE, M.** (1993) Place des Légumineuses pérennes dans les systèmes de production des zones arides et semi-arides du Sénégal. **DESS, CRESA, Fac. d'Agronomie Univ. Abdou Momouni Niamey** 70p
28. **NONGONIERMA, A.** (1978) Contribution à l'étude biosystématique du genre *Acacia* Miller (*Mimosaceae*) en Afrique occidentale. *Fac. Scien. Univer. de Dakar*
29. **OWENS, J.N., SORNSATHAPORNKUL, P.** et **TANGMITCHAROEN, S.** (1991) : Studying flowering and seed ontogeny in tropical forest trees. *Manual of ASEAN-Canada Forest Tree Seed Center Project.* Muak- Lek, Sarahuri, 18 180, Thailand. 134p.
30. **OWENS, J.N.** et **BLAKE, M.D.** (1985) Forest tree seed production. A review of the literature and recommandation for future research. *Canadian Forest Service Information Report PI-X-53p*

- 31. PIETERSE, P.J. et CAIMS, A.L.P. (1988)** : Factors affecting the reproductive success of *Acacia longifolia* (Andr.) Willd. in the banhoek valley, South-Western cape. South-Africa J. Bot. 54 (5) 461-464.
- 32. POUPON, H. (1980)** Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au Nord du Sénégal. Travaux et Documents de l'ORSTOM, N°115
- 33. RAPPORT ANNUEL DE MBIDDI, (1992)** Les potentialités gommiers de *Acacia Zaeta*. ISRA/DRPF. 40p
- 34. RENNER, S.S. (1990)** Angiosperm Reproductive Ecology. Course taught at the Botanical Institutes of the University of Aarhus. 36p.
- 35. ROBBERTSE, P.J. (1974)** : A scanning electron microscope investigation of the pollen of South African *Acacia* species. J.S.Afr. Bot. 40 (2), 1974.
- 36. ROSS, J.H. (1979)** A conspectus of the African Acacias. Mem. Bot. Surv. of South Africa, 44 : 1-155
- 37. SEDGLEY, M. et HARBARD, J. (1993)** Pollen storage and breeding system in Relation to Controlled Pollination of Four Species of *Acacia*. Aust. J. BOT., 41, 601-609
- 38. SEDGLEY, M., HARBARD, J., SMITH, R.M., WICKNESWARL, R. et GRIFFIN, A.R. (1992)** Reproductive Biology and interspecific hybridization of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis* A. Conn. ex. Benth (*Leguminosae: Mimosoïdeae*) Aust. J. Bot. 40, 37-48
- 39. SKERMAN, J. (1982)** Les légumineuses fourragères tropicales, FAO. Rome, 66p
- 40. SINA, S. (1988)** Synthèse des résultats de quelques travaux sur *Acacia senegal* effectués au Burkina Faso. ds . SYGGA III. Troisième symposium sous-régional sur le gommier et la gomme arabique. Saint-Louis (Sénégal) ISRA ed. 306p

41. SYLLA,C (1988) Comportement de *Acacia senegal* en plantation et dans la nature au Sahel sénégalais, perspective d'avenir des reboisements gommiers. ds SYGGA III. Troisième symposium sous-régional sur legommier et la gomme arabique Saint-Louis (Sénégal) ISRA ed. 306p
42. TYBIRK, K. (1989) : *Acacia nilotica* in Kenya : aspects of flowering, pollination, seed production and regeneration. Special reports Botanisk Institute 75p.
43. TYBIRK,K. et JORGENSEN,A. (1991) Floral biology and pollination in some African *Acacia* and *Faidherbia albida*. Proc. 13. AETFAT Congress.
44. TYBIRK,K. (1992) Pollination, Breeding system and seed abortion in some African acacias. Institute of Biol. Scien. Dpt. of Syst. Botany. Aarhus University, Nordlandsvej, DK-8240 Risskov. Danemark : 107-137
45. VASSAL,J. et DIONE (1993) Les acacias gommiers au Sahel : Exsudation gommère et production- Perspectives Natural Resources and Social Conflicts in the Sahel 180-191
46. VON-MAYDELL, H-J. (1983) : Arbres et arbustes du sahel : leurs caractéristiques et leurs utilisations. Eschborn: GTZ, 530p.
47. WHITEHEAD, D.R. (1969) : Wind pollination in Angiosperms. Evolutionary and environmental considerations. Evolution, N° 23 28-35.
48. WILLNER,P.G (1983) Thermal constraints on activity patterns in nectar-feeding insects. Ecol. Entomol. 8 : 455-469.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : pied d'Acacia senegal en floraison

Figure 2 : dynamique d'ouverture des fleurs sur une inflorescence

Figure 3 : morphologie florale

Figure 4 : anthère avec ses deux loges

Figure 5 : monades agrégées en polyades

Figure 6 : loge de l'anthère avec 4 sacs polliniques

Figure 7 : ovaire contenant des ovules

Figure 8 : stigmate avec grain de pollen

Figure 9 : périodes de maturité des grains de pollen et de
réceptivité des stigmates

Figure 10 : grain de pollen germé sur milieu nutritif gélosé

Figure 11: abeille butinant des fleurs d'Acacia senegal

ANNEXE 1

FICHE DE SUIVI PHENOLOGIQUE

Site : Espèce Température :

Date : Observateur : Humidité :

Sujet	Phénophase	Sujet	Phénophase
1		16	
2		17	
3		18	
4		19	
5		20	
6		21	
7		22	
8		23	
9		24	
10		25	
11		26	
12		27	
13		28	
14		29	
15		30	

Observations

ANNEXE 2

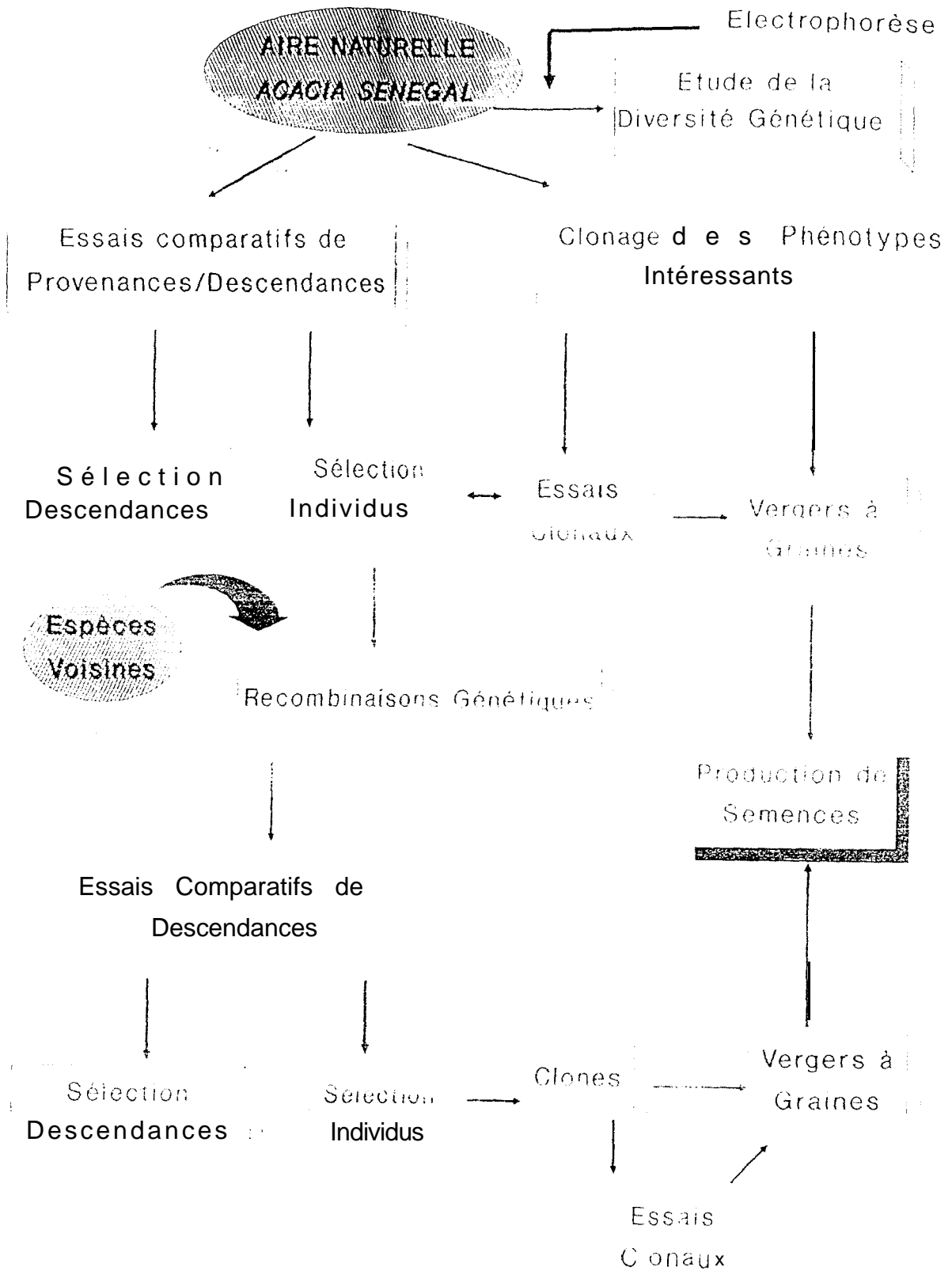


Figure 7.: Schéma d'amélioration génétique d'*Acacia senegal* (L.) Willd. var. *senegal*.
(A. Gaye/M-H. Chevallier, I.S.R.A./D.R.P.F., 1992)

RESUME

Acacia senegal est une espèce dont les fleurs hermaphrodites, groupées en inflorescence de type épi, ne s'ouvrent pas de façon synchrone. La période de maturité des grains de pollen, située entre 10 et 16 heures, coïncide avec la période de réceptivité du stigmate. Le grain de pollen est composé et constitué par l'agrégation de 16 monades qui ne se séparent pas pendant la germination. Le pourcentage de viabilité est très élevé (90%). La conservation au frais (environ -3°c) semble mieux maintenir et prolonger cette viabilité. Même si la pollinisation croisée est la règle, la possibilité de pollinisation par l'autopollen n'est pas à exclure. Les abeilles et les guêpes sont les principaux insectes pollinisateurs.

Mots-clés : *Acacia senegal* ; Fleur; Hermaphrodite; Grain de pollen; Maturité; Viabilité; Germination; Stigmate; Réceptivité; Pollinisation.



Stigmate avec grain de pollen (x 2000)