



## Biologie florale de *Ceratotheca sesamoides* Endl., un légume feuille traditionnel en voie de domestication au Bénin

Sinébou V<sup>1</sup>, Ahoton L.E.<sup>1\*</sup>, Ahohuendo B.C.<sup>1</sup>, Etèka C.A.<sup>1</sup>, Amadji G<sup>1</sup>, Dansi A.<sup>2</sup>, Ahanchédé A.<sup>1</sup>, Hounhouigan DJ.<sup>1</sup>, Vodouhè SR<sup>3</sup> et Sanni A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou 01, République du Bénin. 6

<sup>2</sup> Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou 01, République du Bénin.

<sup>3</sup> Biodiversité Internationale, Office pour l'Afrique du centre et de l'ouest, 08 BP 0931, Cotonou, Bénin.

\*Auteur correspondance : E-mail : [essehahaton@yahoo.fr](mailto:essehahaton@yahoo.fr) phone : 00229 67 58 78 23 or 00229 90 91 45 42

Original submitted in on 14<sup>th</sup> August 2012. Published online at [www.m.elewa.org](http://www.m.elewa.org) on 31<sup>st</sup> October 2012.

### RESUME

**Objectif :** Les légumes-feuilles traditionnels jouent un rôle extrêmement important dans la sécurité alimentaire et la lutte contre la pauvreté en Afrique. Malgré leur importance économique et nutritionnelle, ces espèces sont sous la menace d'une disparition progressive du fait de leur cueillette répétée par les populations. Pour des besoins de connaissances scientifiques du système de reproduction et de la production de semences de cette espèce, une étude a été conduite pour comprendre les mécanismes mis en jeu par la plante pour développer la phase générative.

**Méthodologie and résultats :** Les résultats de cette étude ont montré que *Ceratotheca sesamoides* est une plante hermaphrodite avec un régime de reproduction dominé par l'allogamie. Le ratio fleurs mâles sur fleurs femelles est de 166,05 et range cette espèce dans le groupe des espèces facultativement autogames. L'indice d'auto-incompatibilité (0,60) déterminé pour cette espèce permet de dire aussi que cette Pédaliacée est partiellement auto-incompatible. La période favorable à l'ouverture des fleurs se situe entre 2 et 10 heures avec un pic à l'aube entre 4 et 6 heures. L'androcée comporte 4 étamines égales et deux à deux soudées au 1/5 inférieur du tube de la corolle. Le gynécée comprend un ovaire contenant 35 ovules. Les insectes rencontrés et identifiés sur les fleurs au cours de la floraison sont nombreux et les deux groupes majoritaires étant les Hyménoptères et les Diptères. Les heures de fréquentation des fleurs varient d'un insecte à un autre.

**Conclusion and application :** La simultanéité de floraison intraspécifique ainsi que l'attractivité équivalente sont déterminantes pour la production de semences.

**Mots clés :** Anthèse, système de reproduction, pollinisation, *Ceratotheca sesamoides*, Bénin

### Abstract:

#### Floral biology of *Ceratotheca sesamoides* Endl., a traditional leafy vegetable in domestication in Benin

Traditional leafy vegetables play an extremely important role in food security and poverty alleviation in Africa. Despite their economic and nutritional importance, these species are under threat of progressive extinction because of their repeated collection by people. For scientific knowledge and seed production

purpose, a study was conducted to understand the mechanisms involved in *Ceratotheca sesamoides* to develop the generative phase.

**Methodology and results:** The results of this study showed that *Ceratotheca sesamoides* is an hermaphrodite plant with a breeding system dominated by outcrossing. The ratio of male flowers to female flowers is 166.05 and ranges the species in the group of optionally autogamous species. The self-incompatibility (ISI) index of 0.6 found in this study indicates that this Pedaliaceae is partially self-incompatible. The favorable period during flower opening is between 2 and 10 o'clock with a peak at dawn between 4 and 6 o'clock. The androecium has four equal stamens two by two welded at the 1/5 lowest part of the corolla tube. The gynoecium has an ovary containing 35 ovules. Many and diverse pollinators were encountered and identified during the flowering time, but the two major groups being the Hymenoptera and Diptera. Flower visiting hours vary from one to another insect.

**Conclusion and application:** The simultaneity in intraspecific flowering and the equivalent attractiveness of the insects are critical for seed production.

**Key Word:** Anthesis, breeding system, pollination, *Ceratotheca sesamoides*, Benin

## INTRODUCTION

De plus en plus, de nombreuses espèces végétales sont surexploitées et sont par conséquent en voie de disparition à cause des prélèvements répétés de leurs organes et de la forte dégradation de l'environnement (Dansi *et al.*, 2008a). Malheureusement, de telles espèces se rencontrent notamment dans les régions tropicales et sont souvent négligées par la recherche. C'est le cas notamment de *Ceratotheca sesamoides* qui est une herbe annuelle prostrée, pubescente d'origine africaine poussant à l'état sauvage dans les champs, les jachères et les forêts. La plante peut atteindre 120 cm de hauteur et porte parfois des rhizomes ligneux. La tige est pubescente, prostrée ou érigée. Les feuilles sont simples, opposées ou presque opposées. Le pétiole atteint 6 cm de long chez les feuilles inférieures, mais il est très court chez les feuilles supérieures. Les graines, d'ordinaire noires à maturité, possèdent un tégument lisse mais radialement rugueux au bord. La germination des graines est épigée (Bedigian 54 & Adetula, 2004). Au Bénin, les feuilles de ce gluant sont consommées fraîches ou séchées puis écrasées pour être utilisées en période de soudure par les populations (Adéoti *et al.*, 2009 ; Adjatin, 2006). La sauce à base de feuilles de *C. sesamoides* lutte contre la constipation ; la macération des feuilles facilite l'accouchement et traite la conjonctivite (Diouf *et al.*, 1999). Les études menées par Tchiégang & Aissatou (2004) sur les données ethnonutritionnelles et les

caractéristiques physico-chimiques des légumes feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun) montrent que *C. sesamoides* est très riche en protéines et vient en deuxième position après *V. unguiculata* au niveau des espèces analysées. Si l'espèce a encore un statut sauvage au Bénin, elle connaît un début de culture au nord du Cameroun, au Tchad, dans les régions sèches du Nigéria et en zone sahélienne, où sa culture est réalisée par les femmes sur de petites surfaces autour des habitations pour la consommation domestique (Schippers, 2000). Une enquête préliminaire conduite au Bénin en 2009 dans les zones de savane soudanienne et guinéenne du sud a révélé que les femmes qui commencent à s'adonner à la culture de cette espèce sont confrontées à un faible pouvoir germinatif des graines. En outre, une étude sur la germination des graines et le développement de l'espèce a révélé que la productivité en fruits est faible et que les semences germent difficilement (Etèka *et al.*, 2010). La connaissance de la biologie florale d'une espèce est une étape très importante dans la compréhension de tous les mécanismes nécessaires (hybridation, sélection variétale, système de reproduction, production de semences, conservation *in situ* et *ex situ*, etc.) à sa culture (Adoukounou-Sagbadja *et al.*, 2010). En dehors de quelques informations éparses sur les données botaniques d'espèces du même genre, il n'existe pas d'informations relatives au système de

reproduction de cette espèce. La présente étude se propose d'étudier la biologie de développement et la biologie florale de *C. sesamoides* en vue d'assurer la promotion, la domestication et la conservation de cette espèce.

**Milieu d'étude :** Les essais ont été conduits de septembre 2009 à janvier 2010 à la station expérimentale de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) située à Abomey-Calavi (6°25 N ; 2°19 E) au sud Bénin sur une parcelle ayant abrité une culture pure de *Mucuna* sp. la campagne précédente et dans le champ d'un producteur habitant à Savè (8°02 N ; 2°16 E) dans le centre du pays pour étudier la diversité des insectes assurant la pollinisation. Le précédent cultural de la parcelle qui a abrité l'essai de Savè est constitué de chaumes de maïs. Le climat au sud du Bénin est de type guinéen avec deux saisons pluvieuses (mars à juillet et septembre à

novembre) intercalées par deux saisons sèches (décembre à février et juillet à août). Le sud du pays est caractérisé par une savane forestière avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1270 mm et une température moyenne mensuelle de 26,8°C. L'humidité moyenne de l'air relevée y est de 78,5% avec une insolation annuelle de 2290 heures (IITA, 2007). Le sol est de nature ferrallitique dominé par des sédiments sablo-argileux du continental terminal. Par contre, au centre du Bénin, le climat est de type soudano-guinéen avec une seule saison pluvieuse et une seule saison sèche. Le total pluviométrique moyen annuel enregistré dans la zone de Savè est de 1099 mm avec une insolation totale de l'année de 2305 heures (Asecna, 2009). La zone est dominée par les sols ferrugineux tropicaux non concrétionnés développés sur le socle cristallin granito-gneissique du Précambien.

## MATERIEL ET METHODES

**Matériel végétal et approche méthodologique :** *Ceratotheca sesamoides* est une espèce très répandue au centre et au nord du Bénin. Les semences ont été collectées auprès des producteurs de ces deux zones. Les graines prélevées ont été conservées jusqu'au semis dans des récipients en matière plastique à température ambiante (25 à 30°C) et dans un milieu où régnait une humidité relative ambiante de 80%. Cinq planches expérimentales mesurant chacune 3 m de long sur 1,50 m de large ont été installées sur chaque site expérimental. Elles comportent chacune 28 plantes alignées sur quatre rangées de sept plantes. L'espacement entre les rangées et entre les poquets d'une rangée est de 50 cm. Une fumure de fond composée de 20 t/ha de fiente de volaille, 40 kg/ha de phosphore et 80 kg/ha de potassium a été appliquée aux plantes. Les planches ont reçu un arrosage régulier en fonction de l'humidité du sol. Les observations ont porté sur l'anthèse, la morphologie et la structure florale, la viabilité du pollen, les polinisateurs, le régime de reproduction.

**Anthèse :** La durée de mise en fleur a été déterminée à partir de trois boutons floraux par plante chez les 10 plantes centrales de chaque

parcelle expérimentale. Les boutons floraux ont été étiquetés puis suivis depuis l'initiation florale jusqu'à l'ouverture de la fleur. Pour l'identification de la période favorable à l'ouverture des fleurs, trois boutons floraux prêts à s'ouvrir, soit 30 par planche, sont suivis durant une journée entière de 24 heures à partir de 18 heures jusqu'au lendemain. La période d'ouverture la plus favorable correspond à celle au cours de laquelle le taux le plus élevé de fleurs ouvertes a été enregistré. Le nombre de fleurs ouvertes est relevé toutes les 2 heures.

**Morphologie et structure florales :** Pour l'examen de la morphologie et de la structure des organes floraux, 36 fleurs ont été collectées à partir des parcelles expérimentales pour être disséquées en vue de la détermination du sexe de la fleur, du nombre de fleurs mâles (gynécée absent ou stérile), de fleurs femelles (androcée absent ou stérile), et de fleurs hermaphrodites (androcée et gynécée contenus dans une même fleur et tous fertiles). La structure des organes floraux a été observée : il s'agit de l'organisation du périanthe (nombre, forme, couleur, soudure ou non des pièces florales par verticille périanthaire), la structure de l'androcée (nombre d'étamines, de

verticilles, structure de l'étamine, soudure ou non des étamines par le filet), la structure du gynécée [ombre de carpelles, liens entre les carpelles (soudure, mode de soudure ou dialycarpie), longistylie ou brévistylie, position du gynécée par rapport au réceptacle floral et aux autres pièces florales (ovaire supère, infère ou supéro-infère), la présence ou non d'un disque nectarifère]

**Viabilité du pollen :** Le nombre de cellules viables par anthère a été dénombré chez 60 étamines provenant de 30 fleurs à partir de 15 plantes collectées à quatre périodes de la journée (7h, 10h, 12h, 17h) (Stanley et Linskens, 1974, Leduc *et al.*, 1990). Deux étamines par fleur (une petite et une grande) ont été immergées directement dans une solution de carmin acétique dès la collecte de la fleur (Tandon *et al.*, 2003). Les étamines ont été ensuite retirées du réactif puis chaque anthère a été écrasée puis montée entre une lame et une lamelle pour être observée au microscope optique, grossissement 100 x afin de déterminer le nombre de grains de pollen viables et non viables (forme irrégulière, pas intensément colorés).

**Pollinisation et régime de reproduction :** Les insectes ont été observés sur deux fleurs fraîchement ouvertes par plante chez trois plantes sélectionnées au hasard par planche expérimentale. Le comportement des insectes, les substances florales recherchées, l'heure de visite, le nombre d'individus sur chaque fleur ont été relevés. Des spécimens (1 à 5 individus) par espèce ont été collectés dans des tubes contenant de l'alcool à 70° pour leur identification au

Laboratoire du muséum d'insectes au Centre de lutte biologique de l'IITA. La pollinisation manuelle ou non a eu lieu sur sept plantes au total. Quatre lots comprenant une paire de fleurs par plante et définissant quatre tests de pollinisation sont traités et suivis. Il s'agit de : lot 1 = fleurs non émasculées et non ensachées laissées à l'air libre (lot témoin pollinisation croisée); lot 2 = fleurs non émasculées et ensachées (auto-pollinisation naturelle); lot 3 = fleurs non ouvertes, émasculées, ensachées la veille de l'ouverture des fleurs et autopollinisées avec du pollen prélevé sur d'autres fleurs de la même plante (auto-pollinisation manuelle) et ensachées à nouveau après fécondation; lot 4 = fleurs non ouvertes, émasculées mais non ensachées (allopollinisation naturelle). Les fleurs ainsi traitées sont suivies pour vérifier la fécondation ou non et l'évolution des fleurs fécondées en fruits.

**Analyse des données :** La statistique descriptive a été utilisée pour calculer le taux d'ouverture des fleurs (100 x nombre de fleurs ouvertes / nombre de fleurs suivies), le taux de succès de la pollinisation à partir de l'effectif de fleurs réellement fécondées par rapport au nombre de fleurs initialement testées. Le taux de 154 pollinisations a été transformé en arc sinus pour une analyse de variance afin de vérifier si le taux de 155 succès de pollinisation est similaire pour tous les tests manuels de pollinisation. L'analyse de la variance a été réalisée avec le logiciel SAS (version 8.1) pour savoir s'il y a une différence significative entre les deux étamines.

## RESULTATS

**Anthèse :** L'ouverture des fleurs a été initiée à partir de deux heures du matin et a pris fin à 10 heures de la même journée (Figure 1). Il a été relevé à deux heures du matin 10,5% de fleurs ouvertes, puis à quatre heures et à six heures du matin, respectivement 57,9% et 26,3% contre seulement 5,3% à 8 heures du matin. A 10 heures

du matin de cette journée, toutes les fleurs sont pratiquement ouvertes (100%). Il ressort de ces résultats que l'intervalle de temps compris entre quatre et six heures du matin est la période favorable à l'ouverture des fleurs chez *C. sesamoides* au cours des essais.

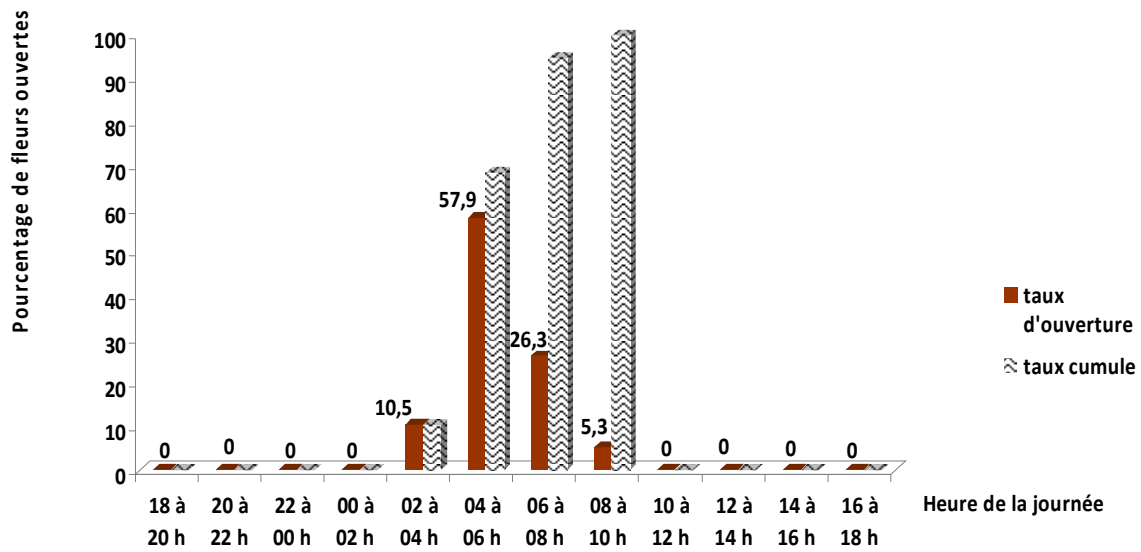


Figure 1 : Taux d'ouverture des fleurs de *C. sesamoides* en fonction du temps

**Morphologie et structures florales :** Toutes les fleurs disséquées sont hermaphrodites, soit 100%.

La figure 2 montre la structure d'une fleur de *C. sesamoides*.

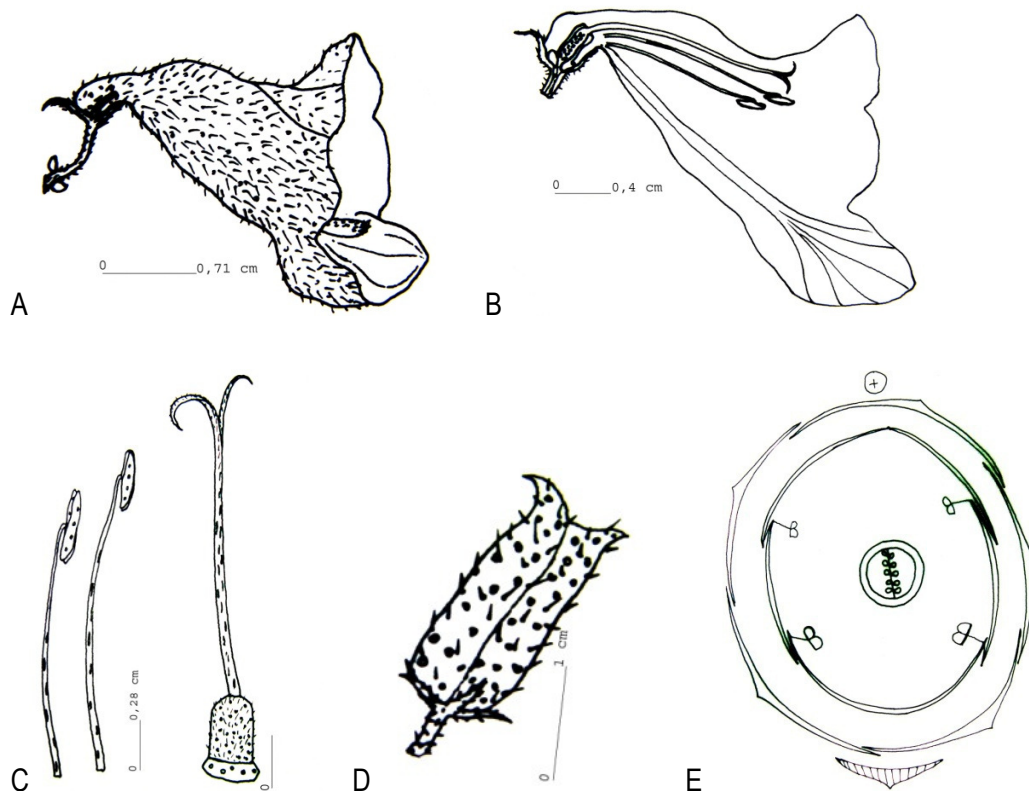


Figure 2 : Morphologie florale de *Ceratotheca sesamoides* : A = forme d'une fleur ; B = coupe longitudinale d'une fleur ; C = Détail d'une étamine externe, d'une étamine interne et d'un gynécée ; D = Un fruit ; E = Diagramme floral.

Le périanthe est composé d'une bractée, de deux petites glandes violettes et nectarifères situées de part et d'autre du pédoncule floral, d'un calice et d'une corolle. La bractée est triangulaire et précocement caduque. Le calice est formé de cinq sépales triangulaires, poilus, égaux, libres et à préfloraison imbriquée simple. La corolle de couleur rose est gamopétale infundibuliforme (ou en forme de cloche) largement ouverte et terminée par cinq lobes dont quatre sont égaux, le 5<sup>ème</sup> représente le lobe inférieur en forme de lèvre et est strié de pourpre à l'intérieur ; la préfloraison est imbriquée simple rappelant une préfloraison carénale. Les pétales sont alternisépales. L'androcée gamostémone est formé de quatre étamines égales deux à deux soudées au 1/5 inférieur du tube de la corolle, alternant avec les quatre pétales égaux. L'androcée est didyname. Une étamine est formée d'un filet qui porte à son sommet une anthère introrse à fente de déhiscence longitudinale. L'anthère de l'étamine la plus longue est située au même niveau que le stigmate. Le gynécée ou pistil est constitué d'un ovaire supère, rectangulaire, bicarpellé surmonté d'un style et terminé par un stigmate bifide. La placentation est axile, l'ovaire compte  $35 \pm 5$  ovules mais des cas d'avortements excessifs d'ovules sont couramment relevés dans des fleurs. Les deux papilles stigmatiques s'ouvrent avant la maturité de l'anthère.

**Viabilité de pollen :** L'androcée de *C. sesamoides* comprend deux petites et deux grandes étamines.

Plus de 1300 grains de pollen viables arrondis de forme variable ont été dénombrés dans chaque anthère. Ces grains de pollen sont souvent groupés en amas dans les anthères des fleurs non ouvertes. Ils sont très peu nombreux dans les anthères déjà éclatées des fleurs épanouies. Le nombre moyen de grains de pollen viables observés varie selon le type d'étamines (grandes et petites étamines) des fleurs échantillonnées. Il n'existe pas de différence significative entre le nombre de grains de pollen des deux étamines. Le nombre total de grains de pollen viables par fleur est évalué à 5812 c'est-à-dire  $[(1440 \pm 220) \times 2] + [(1466 \pm 246) \times 2]$ . Le ratio nombre de grains de pollen viables sur nombre d'ovules est de 166,05. Ce ratio est compris entre 31,9 et 396,0 indiquant ainsi un régime de reproduction facultativement autogame.

**Tests manuels de pollinisation et régime de reproduction :** L'analyse de variance a révélé qu'il n'existe pas de différence significative au seuil de 5% ( $p$ -value = 0,38) entre les résultats des quatre essais de pollinisation effectués. Ces résultats montrent que l'allopollinisation couplée à l'autopollinisation existe aussi chez cette espèce à fleurs hermaphrodites (Tableau 1). A ce niveau nous avons aussi calculé l'indice d'auto-incompatibilité (index of self-incompatibility ISI) en divisant le pourcentage de fruits obtenus par autopollinisation par le pourcentage de fruits obtenus par pollinisation manuelle (Zapata et Arroyo, 1986).

**Tableau 1 :** Taux de succès des essais de pollinisation réalisés sur *Ceratotheca sesamoides*

Lots	Taux moyen de succès de pollinisation (%)
Témoin (fécondation naturelle)	50,00 $\pm$ 40,82
Autopollinisation stricte entre étamines et stigmate de la même fleur	21,40 $\pm$ 26,72
Autopollinisation assistée entre étamines et stigmate de différentes fleurs du même pied	35,71 $\pm$ 24,39
Allopollinisation	35,71 $\pm$ 24,39
ddl	24
F-value	1,0667
p-value Pr(>F)	0,38

**Agents pollinisateurs et éléments floraux recherchés :** Les pollinisateurs collectés sur les fleurs sont tous des insectes dont la liste est inscrite dans le tableau 2. Parmi les espèces d'insectes inventoriées, seulement 16 ont été

déterminées et se répartissent en 13 genres, 4 ordres et 10 familles. Les ordres les plus représentés sont respectivement les Hyménoptères suivi des Diptères, des Héteroptères et des Lépidoptères.

**Tableau 2 :** Liste des insectes pollinisateurs des plantes étudiées

Espèce	Ordre	Famille	Eléments recherchés	Sites
<i>Eurycareus</i> sp.	Diptères	Bombyliidae	Nectar	Savè
<i>Litorrhynchus</i> sp.	Diptères	Bombyliidae	Nectar	Savè
<i>Paragus borbonicus</i> Macquart	Diptères	Syrphidae	Nectar	Savè
<i>Promachus</i> sp.	Diptères	Asilidae	Nectar	Savè
<i>Deraeocoris punctulatus</i> (Fall.)	Hétéroptères	Miridae	Nectar	Savè
Indéterminée	Hétéroptères	Miridae	Nectar	Savè
<i>Amegilla acraensis</i> (Fabricius)	Hyménoptères	Anthophoridae	Nectar, pollen	Savè, IITA
<i>Amegilla</i> sp.	Hyménoptères	Anthophoridae	Nectar, pollen	Savè, IITA
<i>Apis mellifera</i> L.	Hyménoptères	Apidae	Nectar, pollen	Savè, IITA
<i>Bracon</i> sp.	Hyménoptères	Braconidae	Nectar, pollen	Savè
<i>Lasioglossum duponti</i> (Vachal)	Hyménoptères	Halictidae	Nectar, pollen	Savè
<i>Polistes africanus</i> (Palisot)	Hyménoptères	Vespidae	Nectar	Savè
<i>Rhynchium marginellum</i> (Fabricius)	Hyménoptères	Vespidae	Nectar	Savè
<i>Xylocopa luteola</i> (Lepelletier)	Hyménoptères	Anthophoridae	Nectar, pollen	Savè, IITA
<i>Xylocopa torrida</i> (Westwood)	Hyménoptères	Apidae	Nectar, pollen	IITA
<i>Gretna waga</i> (Ploetz)	Lépidoptères	Hesperiidae	Nectar	Savè, IITA

Les insectes ont visité principalement : (1) les 2 petites glandes violettes situées de part et d'autre du pédoncule floral. L'insecte atterrit directement sur la corolle et accède immédiatement aux glandes sur lesquelles il pose sa trompe ; (2) le disque nectarifère situé au fond de la corolle et sur lequel repose l'ovaire. Grâce aux structures particulières de la corolle (forme et couleur), l'insecte se pose sur le pétale supérieur et se dirige à l'intérieur de l'ovaire. La structure de la base de la corolle ne permet pas de suivre la suite du comportement mais la capture de l'insecte avec la fleur qui le contient quelques instants après, a révélé que l'insecte a déjà sorti sa trompe. Ce qui permet de déduire qu'il suce le nectar du disque nectarifère ; (3) les anthères pour prélever les grains de pollen; la récolte est si rapide que 3 secondes après, les pattes de l'insecte montrent

des pelotes des grains de pollen. Les Hyménoptères sont très actifs dans cette tâche. La densité de visite de *Lasioglossum duponti* (Vachal), *Apis mellifera* L., *Amegilla* sp., *Amegilla acraensis* (Fabricius) et *Xylocopa* sp. est égale à 2 et l'individu passe 1 s à 2 s sur la fleur pour récolter les grains de pollen ; chez *Bracon* sp., la densité et la durée de visite sont respectivement égales à 3 et 5 s. En général, tous les insectes pollinisateurs n'ont pas été observés dans la même période. Certains ont visité les fleurs très tôt le matin entre 6 heures et 9 heures, c'est le cas d'une Apidae indéterminée, *Apis mellifera*, *Hypotrigona* sp. ; d'autres ont pris le relais entre 9 heures et 10 heures (*Amegilla* sp.). D'autres par contre, ont visité les fleurs toute la journée, c'est le cas de *Xylocopa* sp.

## DISCUSSION

### **Anthèse, biologie et structure florales :**

L'anthèse a lieu à l'aube entre deux heures et dix heures du matin avec un fort taux d'ouverture entre quatre heures et six heures chez cette espèce. Le stigmate bifide s'ouvre et devient réceptif aux grains de pollen libérés par les étamines au cours de cette période. Cette observation est conforme à celle décrite par Purseglove (1968) chez cette Pedaliacée. Au cours de la présente étude, l'anthèse s'est étendue sur une période de huit heures. Il est très bien connu que le phénomène d'ouverture de la fleur est sous le contrôle de différentes hormones sécrétées par la plante lorsque les pièces florales ont atteint leur taille définitive sous l'influence de la pression osmotique (Mazliak, 1982). D'autres facteurs environnementaux y contribuent en l'occurrence les variations de la quantité de lumière, plus précisément la photonastie (Boutinot, 1999) traduisant ainsi la réaction motrice des plantes à la succession rythmée des jours et des nuits. La lumière par son effet direct et/ou indirect contrôle l'ouverture et la fermeture des stomates qui à leur tour contrôlent le potentiel hydrique. Bien qu'il soit reconnu que la lumière joue un rôle de premier plan dans le déclenchement d'ouverture de la fleur, le fort pourcentage de fleurs ouvertes à l'aube permet d'émettre l'hypothèse selon laquelle la température et l'hygrométrie sont des facteurs qui interfèrent dans ce phénomène chez cette espèce. Selon plusieurs auteurs comme Thomas (2006), Tsuji *et al.* (2008), Wilkie *et al.* (2008) et Schwartz *et al.* (2009), la période de floraison est sous le contrôle de plusieurs gènes qui s'expriment ou qui sont réprimés en fonction des signaux internes et des facteurs environnementaux comme la durée de l'éclairement et sa qualité et la température. L'hormone responsable de la floraison est l'anthocaline ou le florigène. Elle prend naissance dans les feuilles et agit à faible dose sur les bourgeons chez lesquels elle détermine la mise à fleur. La mise à fleur est conditionnée par un rapport C/N ou mieux glucides/nitrates plus élevé (Rideout *et al.*, 1992 ; Vergauwen *et al.*, 2000 ; Corbesier *et al.*, 2002 ). Le déclenchement de la

floraison est suivi d'une réduction de la largeur des feuilles chez cette espèce.

Au niveau floral, la structure pentamère et tétramère et la symétrie des fleurs observées permettent de dire que l'appareil reproducteur est de type évolué car chez les Angiospermes, l'évolution se traduit par une réduction des pièces florales. Les résultats obtenus après dissection de la fleur chez *Ceratotheca sesamoides* sont identiques à ceux décrits sur la même espèce (Aubréville 1959, Kerharo & Adam, 1974, Dupriez & de Leener, 1987). Dans la nature et en culture, le gynécée de cette Pédaliacée est fortement parasité créant une hypertrophie de l'ovaire et la destruction des ovules, réduisant ainsi le nombre de graines, ce qui peut constituer une menace pour la productivité en graines de cette espèce.

### **Tests manuels de pollinisation et régime de reproduction :**

La fleur est zygomorphe et l'androcée est didyname. Le nombre de grains de pollen viables ne présente aucune différence significative entre les deux types d'étamines. Bien que situées spatialement à des niveaux différents, les quatre étamines sont donc fonctionnellement identiques. Toutefois, les deux étamines plus proches du stigmate augmentent les chances d'autopollinisation par rapport à celles dont l'anthère est située plus bas que le stigmate. D'ailleurs, il a été rapporté par plusieurs auteurs que la distance séparant l'anthère du stigmate affecte souvent l'efficacité de l'autofécondation (Jacquemart et Thompson, 1996; Karron *et al.*, 1997; Affre and Thompson, 1998). Les différents tests de pollinisation réalisés chez cette Pédaliacée ont révélé l'existence d'une autopollinisation couplée à l'allopollinisation. Ce régime de reproduction caractérise en général les Angiospermes à fleurs hermaphrodites. Les taux de succès obtenus avec les essais d'autopollinisation assistée et d'allopollinisation sont identiques et faibles (35,71%). Les faibles pourcentages de fruits obtenus par les différentes méthodes de pollinisation (autopollinisation, pollinisation assistée ou manuelle, pollinisation libre) peuvent s'expliquer soit par le faible nombre de grains de pollen déposés sur le stigmate



(Ganeshaiah et al., 1986) soit par une auto-incompatibilité entre grains de pollen et stigmate. (Zapata et Arroyo, 1986 ; Tangmitcharoen et Owens, 1997). L'indice d'auto-incompatibilité trouvé pour cette espèce (0,60) le range dans le groupe des espèces partiellement auto-incompatibles (Zapata et Arroyo, 1986). Ces auteurs ont classé les plantes selon leur indice d'auto-incompatibilité comme suit :  $> 1$  = auto-compatibles ;  $> 0,2 < 1$  = partiellement auto-incompatibles ;  $< 0,2$  = généralement auto-incompatibles,  $0$  = complètement auto-incompatibles. Ce faible taux de succès obtenu pourrait expliquer la faible productivité en fruits observée chez cette espèce. Le taux d'autopollinisation stricte est plus faible, soit

21,40%. Le taux d'allofécondation obtenu est plus élevé que celui de 1% sur *Sesamum* sp. rapporté par Schippers (2000). D'après cet auteur, la maturation de l'anthere et la réceptivité stigmatique se produisent simultanément à l'anthèse, ce qui favorise l'autopollinisation et limite l'allopollinisation assurée par les insectes. La coexistence du régime de reproduction mixte observée est également confirmée par le ratio pollens/ovules compris entre 31,9 et 400 indiquant aussi un régime de reproduction facultativement autogame (Dafni, 1992 ; Cruden, 1977). Le faible taux d'autopollinisation enregistré permet de dire que cette Pédaliacée est partiellement auto-incompatible.

## CONCLUSION

Cette étude montre que les fleurs s'ouvrent chez cette espèce à l'aube sous l'effet des facteurs internes et environnementaux. Les fleurs sont zygomorphes, la corolle présente une structure adaptative à attirer les insectes pollinisateurs qui atterrissent sur le pétale inférieur en forme de lèvres. Le ratio pollen : ovule indique un régime de reproduction facultativement autogame confirmé par les tests manuels de pollinisation. L'indice d'auto-incompatibilité déterminé permet de dire que cette Pédaliacée est partiellement auto-incompatible. Les Hyménoptères et Diptères sont les insectes visiteurs majoritaires des fleurs et sont à la recherche de grains de pollen et de nectar. En

complément aux résultats obtenus, il serait intéressant de poursuivre le travail en : (i) étudiant l'influence des insectes pollinisateurs sur la productivité en fruits de l'espèce étudiée ; (ii) évaluant la quantité du nectar et la concentration du sucre dans le nectar suivant les heures de visites des insectes pollinisateurs ; (iii) réalisant des croisements intergénériques entre *Sesamum* sp. et *Ceratotheca sesamoides* pour l'amélioration de la production de feuilles ainsi que l'évaluation des hybrides obtenus (iv) étudiant les ovaires hypertrophiés aux champs afin d'identifier les parasites en cause.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adjatin A, 2006. Contribution à l'étude de la biodiversité des légumes-feuilles traditionnels consommés dans le département de l'Atacora. Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies, DEA, Université d'Abomey-Calavi, 55pp.
- Adoukonou-Sagbadja H, Wagner C, Ordon F, Friedt W (2010) Reproductive system and molecular phylogenetic relationships of fonio millets (*Digitaria* spp., Poaceae) with some polyploid wild relatives. *Tropical Plant Biololgy* 3:240-251.
- Affre L and Thompson JD, 1998. Floral trait variation in four *Cyclamen* (Primulaceae) species. *Plant Syst. Evol.* 212: 279-293.
- ASECNA, Bénin 2009. Agence pour la sécurité et la navigation en Afrique et à Madagascar, Données 326 météorologiques, 12p.
- Aubreville A, 1959. La Flore forestière de la Côte d'Ivoire, Tome 3. 2ième éd. CTFT, Nogent-sur- 328 Marne, France. 334pp.
- Bedigian D and Adetula, OA, 2004. *Ceratotheca sesamoides* Endl. [Internet] Fiche de Protabase.

- Boutinot D, 1999. *Alternance Jour / nuit et effets sur les plantes*. 6 p. [www.univers-nature.com](http://www.univers-nature.com)
- Corbesier L, Bernier G, Périlleux C, 2002. C : N ratio in the phloem sap during floral transition of the long-day plants *Sinapis alba* and *Arabidopsis thaliana*. *Plant cell physiol.* Vol. 43 n° 6: 684-688.
- Cruden RW, 1977. Pollen - ovule ratios: a conservation indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution* 31: 32-46.
- Dafni A, 1992. - *Pollination ecology. A practical approach*. D. Oxford University Press, Oxford, 250 pp.
- Dansi A, Adjatin A, Adoukonou-Sagbadja H, Faladé V, Yedomonhan H, Odou D, Dossou B, 2008a. Traditional leafy vegetables and their use in the Benin Republic. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 55:1239-1256.
- Diouf M, Diop M, Lo C, Drame K A, Sene E, Ba CO, Gueye M, Faye B, 1999. *Prospection de légumes feuilles traditionnels de type africain au Sénégal*. In: Biodiversity of traditional leafy vegetables in Africa. Editors J.A Chweya and P. Eyzaguilre, International Plant Genetic Institute (IPGRI) via delle 342 sette Chiese 14200145 Rome Italie, 121-150.
- Dupriez H. and de Leener P, 1987. *Jardins et vergers d'Afrique*. Terres et Vie, Nivelles, Belgique. 344 pp.
- Etèka CA, Ahohuendo BC, Ahoton LE, Dabadé SD, Ahanchédé A, 2010. Seeds' germination of four traditional leafy vegetables in Benin. *Tropicultura* vol. 3 n° 28: 148-152.
- Ganeshiah KN, Shaankar RU, Shivashankar G, 1986. Stigmatic inhibition of pollen grain germination its implication for frequency distribution of seed number in pods of *Leucaena leucocephala* Lam. *De Wit. Oecologia* 70: 568-572.
- IITA, Bénin 2007. International institut of tropical agriculture, relevés pluviométriques, 9p.
- Jacquemart AL. and Thompson JD, 1996. Floral and pollination biology of three sympatric *Vaccinium* (*Ericaceae*) species in the Upper Ardennes Belgium. *Canadian Journal of Botany* 74: 210-221.
- Karron JD, Jackson RT, Thumser NN, Schlicht SL, 1997. Outcrossing rates of individual *Mimulus ringens* genets are correlated with anther- stigma separation. *Heredity* 79:365-370.
- Kerharo J. and Adam JG, 1974. *La pharmacopée sénégalaise traditionnelle, Plantes médicinales et toxiques*. Editions Vigot Frères, Paris, France. 1011pp.
- Mazliak P. 1982. *Croissance et développement, physiologie végétale II*. Hermann Paris, Collection Méthodes, France. 461pp.
- Purseglove JW, 1968. *Tropical crops : Dicotyledons*. Longman, Green and Co. Ltd, London, 346 pp.
- Rideout JW, Raper CD, Miner GS, 1992. Changes in ratio of soluble sugars and free amino nitrogen in the apical meristem during floral transition of tobacco. *International Journal of Plant Science*, 153: 78-88.
- Schippers RR, 2000. - *African indigenous vegetables. An overview of the cultivated species*. Natural Resources Institute, University of Greenwich, London, United Kingdom, 214 pp.
- Schwartz C, Balasubramanian S, Warthmann N, Michael PT, Lempe J, Sureshkumar S, Kobayashi Y, 364 Maloof JN, Borevitz JO, Chory J, Weigel D 2009. , cis-regulatory Changes at flowering locus Mediate Natural Variation in Flowering Responses of *Arabidopsis thaliana*. *Genetics*, 183: 723-732.
- Tandon R, Shivanna KR, Mohan Ram HY, 2003. Reproductive biology of *Butea monosperma* (Fabaceae). *Annals of Botany* 92: 715-723.
- Tangmitcharoen S. and Owens JN, 1997b. Pollen viability and pollen tube growth following controlled pollination and their relation of low fruit production in teak (*Tectona grandis* Linn. F.). *Annals of Botany* 80: 401-410.
- Tchiégang C. and Aissatou K, 2004. Données ethno-nutritionnelles et les caractéristiques physico- chimiques des légumes feuilles

- consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). *Tropicultura* vol. 22 n° 1 : 11-18.
- Thomas B, 2006. Light signals and flowering. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 57, 13: 3387–3393.
- Tsuji H, Shojiro Tamaki S, Reina Komiya R, Shimamoto K, 2008. Florigen and the photoperiodic control of flowering in rice. *Rice*, 1: 25-35.
- Vergauwen R, Van den E, Van L, 2000. The role of fructan in flowering of *Campanula rapunculoides*. *Journal of Experimental Botany*. Vol. 51 n° 348 : 1261-1266.
- Wilkie JD, Sedgley M, Olesen T, 2008. Regulation of floral initiation in horticultural trees *Journal of Experimental Botany*, vol. 59 n° 12: 3215–3228.
- Zakpata TR. and Arroyo MTK, 1986. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica* 40: 221-230.