
Communication au colloque de l'UAC

Essai d'amélioration du taux de fructification des cultivars florifères du complexe *Dioscorea cayenensis*- *Dioscorea rotundata* dans les champs des producteurs des communes de Dassa-Zoumè et Savalou.

N. DENADI^{1,2,3}; E.I. ASSABA²; M. YOLOU²; C. GANDONOU³ ; M. QUINET¹ J. ZOUNDJIHEKPON²

1 : GRPV/UCL ; 2 : LGE/UAC ; 3 : LAPVESE/UAC

Introduction

L'agriculture est la principale source d'alimentation des populations à travers le monde. Elle connaît des essors de plus en plus remarquables grâce aux connaissances accrues des travaux scientifiques en général, et de la floraison et la fructification des plantes alimentaires en particulier. Dans les régions d'Afrique tropicale et subtropicale, l'agriculture garde un caractère traditionnel, celui qui vise principalement la production de denrées de subsistance, avec néanmoins une place de choix accordée aux plantes à tubercules et racines dont le manioc, la patate douce, l'igname et les aracées. D'une façon générale, la production d'ignames constitue une source de revenu importante pour plus de 75% de la population rurale (Loko et al. 2013) et contribue à plus du tiers des apports caloriques dans les zones de production (Adejumo et al., 2013). Au Bénin, quatrième pays producteur mondial d'ignames après le Nigéria, la Côte d'Ivoire et le Ghana en Afrique de l'Ouest (FAOSTAT, 2013), on retrouve au premier rang les ignames cultivées du complexe d'espèces *Dioscorea cayenensis*-*D. rotundata* (Dansi et al., 2000). Parallèlement aux besoins alimentaires grandissants des populations, on remarque une augmentation graduelle de la production annuelle d'ignames. Au Bénin on note en effet, une production d'ignames de 2 047 006 tonnes avec un rendement de 13 879 tonnes/hectare lors de la campagne agricole 2009/2010, contre 2 624 011 tonnes ; 2 734 831 tonnes et 2 366 000 tonnes respectivement lors des campagnes agricoles 2010/2011, 2011/2012 et 2012/2013 (MAEP Annuaire statistique 2010-2013). Mais l'une des contraintes de la production d'ignames au Bénin et partout ailleurs est le coût et la disponibilité des semences. Le cultivateur utilise chaque année près de 25 à 30% de sa récolte pour la semence, soit environ 2500kg/ha dans toutes les zones de production d'ignames de l'Afrique de l'Ouest (Dumont, 1969 ; Anonyme, 1987 ; Zoundjihékpon, 1993). Bien que le cultivateur sélectionne ses propres tubercules semences dans son champ, ceux qui souhaitent augmenter leur production sont parfois obligés d'acheter la semence ; encore que sur le marché ces semences se font rares et leur prix unitaire peut aller jusqu'à 200 F CFA (Dansi et al., 2003). L'impact négatif d'une telle pratique n'est plus à démontrer sur la vie des producteurs. Pourtant plusieurs investigations entreprises sur la biologie de la reproduction ont montré que les ignames du complexe *D. cayenensis*-*D. rotundata* fleurissent (Miège, 1952 ; Sadik et al., 1975 ; Zoundjihékpon 1993 ; Dumont et al., 2010 ; Yolou et al., 2015b), fructifient et les graines contenues dans les fruits germent en 23 jours environ, avec un taux de germination qui varie entre 26 et 85% (Dumont et al., 2010 ; Yolou et al, 2015c). De plus, les plantules issues de ces graines produisent des tubercules en fin de cycle de multiplication végétative (Miège, 1952 ; Sadik et al., 1975 ;

Zoundjihékpon 1993 ; Dumont et al., 2010 ; Yolou et al., 2015c) quiEssai d'amélioration du taux de fructification des cultivars florifères du complexe *Dioscorea cayenensis* *Dioscorea rotundata* dans les champs des producteurs des communes de Dassa-Zoumè et Savalou deviennent généralement comestibles au bout de trois cycles (Zoundjihékpon, 1993 ; Yolou, 2016). L'option d'un système semencier basé sur l'utilisation de graines se révèle alors de plus en plus possible, et une fois adoptée, permettra de résorber la perte causée par le système "tubercule-semence". Mais malgré la très grande disponibilité de semences/graines chez les ignames cultivées du complexe *D. cayenensis* *D. rotundata* (Dumont, 1977 ; Stessen 2002 ; Yolou 2016), nombreux sont les cultivars qui donnent très peu de fruits viables ou pas du tout de fruits (Akoroda, 1983 ; Tokpa, 1988 ; Zoundjihékpon 1993 ; Dansi, 2003), à telle enseigne que le cultivateur ne pourrait pas toujours disposer de suffisamment de graines pour tous les cultivars femelles ou monoïques. Au risque de se retrouver tôt ou tard face à une situation d'insécurité/souveraineté semencière (Almekinders, 2001) dans le contexte actuel de changements climatiques, il est alors plus qu'urgent d'adopter une approche participative entre chercheurs et producteurs pour améliorer le taux de fructification des ignames cultivées du complexe *D.cayenensis*-*D.rotundata* dans le sens de son uniformisation et d'évaluer les possibilités d'utilisation de la reproduction sexuée dans la gestion durable et l'amélioration des ignames africaines cultivées. C'est ce qui a motivé le choix de ce thème intitulé : « Essai d'amélioration du taux de fructification des cultivars florifères du complexe d'espèces *Dioscorea cayenensis*-*Dioscorea rotundata* dans les champs des producteurs des Communes de Dassa-Zoumè et Savalou ».

Objectifs

Améliorer le taux de fructification des ignames cultivées du complexe d'espèces *D. cayenensis**D. rotundata* par l'utilisation de méthodes reproductibles par les producteurs.

De façon spécifique, il s'agira :

- ☐ d'évaluer le taux de fructification par pollinisation naturelle ;
- ☐ de déterminer l'effet du rapprochement des pieds mâles et femelles sur un même tuteur sur le taux de fructification ;
- ☐ d'examiner l'influence du taux de germination des grains de pollen du géniteur mâle sur le taux de fructification.

Hypothèses

- ☐ Le taux de fructification obtenu par rapprochement des pieds mâles et femelles sur un même tuteur est meilleur que celui obtenu par hybridation selon le dispositif paysan ;
- ☐ Le taux de malformation des fruits est plus élevé chez les monoïques et les femelles couplés que chez les femelles non couplés ;
- ☐ Le taux de fructification augmente avec le taux de germination des grains de pollen du géniteur mâle

Matériel et méthode

Les ignames florifères du complexe d'espèces *D.cayenensis*-*D.rotundata* ont fait l'objet de cette étude.

Identification des cultivars florifères

Dans les différents champs prospectés, tous les cultivars ont été identifiés, qu'ils soient florifères ou non. Les sexes des pieds ont été identifiés. Toutes les inflorescences mâles, femelles ou monoïques ont été observées. Chez toutes les femelles, la longueur de 5 inflorescences a été mesurée sur 10 pieds différents. Le nombre de fleurs et de fruits sont comptés sur 20 inflorescences et sur 10 différents pieds de chaque cultivar. Les pieds mâles et femelles relativement proches ont été mis sur un même tuteur pour le couplage. Les couples naturellement formés sans notre intervention, c'est-à-dire pieds mâles et pieds femelles sur un même tuteur ont été également considérés. Pour chaque couple formé, une étiquette en plastique portant le nom des cultivars couplés a été mise afin de faciliter leur identification. Les différents couples naturels ou formés sont présentés dans le tableau III. Le cultivar femelle Gnidou est le plus fréquent avec lequel la plupart des cultivars mâles rencontrés ont été croisés. Gnidou a été donc pris comme la femelle testeuse, c'est-à-dire le cultivar femelle (un paramètre fixé) sur lequel le pouvoir de germination des grains de pollen des différents géniteurs mâles a été testé. Cette fixation de la femelle a permis d'éviter l'effet maternel sur le taux de fructification et de pouvoir lier toute fluctuation du taux de fructification à l'effet paternel, c'est-à-dire le pouvoir de germination des grains de pollen.

Viabilité des grains de pollen

Pour chaque cultivar mâle utilisé dans le couplage, les inflorescences d'autres pieds ont été échantillonnées et stockées dans une enveloppe à papier portant les indications requises (nom de l'échantillon, numéro de l'échantillon, le lieu de collecte, la date de collecte, le nom du collecteur). Ces échantillons sont transférés au laboratoire le même jour pour servir au test de viabilité des grains de pollen. Pour tester la viabilité des grains de pollen, le test de germination *in vitro* des grains de pollen a été choisi. Le choix de ce test est fondé non seulement sur sa reproductibilité mais surtout sur la fiabilité des résultats qui tient compte de la capacité du pollen à émettre un tube pollinique pour assurer la fécondation. A cette fin, une dizaine de fleurs a été disséquée à la loupe pour chaque préparation. Après dissection, les anthères ont été récupérées et secouées délicatement pour isoler les grains de pollen qui sont ensuite transférés sur un milieu de culture étalé sur une lame.

Le milieu de culture utilisé ici est celui appliqué aux palmiers à huile à l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB, 2016) que nous avons adapté aux ignames en modifiant la température et la durée de l'incubation. Le milieu de culture est constitué de 4 g de saccharose, 1mg d'acide borique, 5 mg de nitrate de calcium, 0,46g d'agar agar (500g) additionné d'eau distillée, qsp 20 ml puis chauffé avec une lampe à alcool jusqu'à l'ébullition et stérilisé à l'autoclave. Les préparations sont ensuite déposées dans des boîtes de pétri stériles contenant du papier filtre imbibé d'eau distillée pour saturer l'enceinte d'humidité. L'ensemble est enfin déposé dans une étuve à une température de 28°C, pendant 24 heures (Zoundjihékpon, 1993). L'observation des préparations est faite au microscope photonique, suivie de la photographie du champ microscopique à l'aide d'un appareil photo numérique incorporé (Camiris 1.4). Un grain de pollen est considéré comme germé lorsque la longueur de son tube pollinique est supérieure ou égale au triple de son diamètre (Pfeiffer, 1955). Cette méthode tient compte aussi bien de l'influence de la qualité du grain de pollen que de son âge. La moyenne des grains germés dans cinq différents champs microscopiques a été calculée (INRAB, 2016).

Analyses Statistiques et traitement des données

Le tableur Excel a été utilisé pour la saisie des données. Une analyse statistique descriptive des données (moyenne et écart type) a été réalisée avec le logiciel R (3.1.1) sur les données florales. Le taux de fructification est évalué en faisant le rapport du nombre de fruits observés sur le nombre de fleurs femelles par inflorescence ; par la suite, le pourcentage des fruits mal formés est calculé en faisant le rapport entre le nombre de fruits malformés sur le nombre total de fruits formés. Afin de comparer les moyennes, les données florales (la longueur des inflorescences, nombre de fleurs, de fruits bien et mal formés) ont été soumises successivement au test de normalité de Ryan Joiner, au test d'égalité de Levene et à l'ANOVA pour les données normales. Pour les données non normales, le test de comparaisons de moyennes de Tukey a été réalisé. Les données florales comptées ont été soumises au test de GLM (General Linear Model) avec la méthode de poisson. Le test de corrélation de Pearson a été effectué à l'aide du logiciel XLstat (2014) afin de déterminer d'une part l'existence d'une éventuelle relation entre le nombre de fleurs et la longueur des inflorescences femelles, ainsi que l'influence de ces paramètres sur le taux de fructification et de malformation des fruits sur les pieds non couplés, et d'autre part examiner la corrélation entre le taux de fructification conféré par un géniteur mâle à la femelle testeuse (cultivar Gnidou) et le taux de germination des grains de pollen.

Résultats et Discusion

Les taux de fructification et de malformation des fruits de tous les cultivars non couplés ont été déterminés et matérialisés par la figure 5. En ce qui concerne le taux de fructification, il varie entre 3,74 % et 34,98% assignés respectivement aux cultivars Gangni et Mondji. Soit un taux de fructification de 16,34 % observé sur ce site. Quant au taux de malformation des fruits, il varie entre 0% (cultivar Anago) et 91,83% (cultivar Gangni) soit un taux de malformation moyen de 24,39% dans le rang des cultivars non couplés.

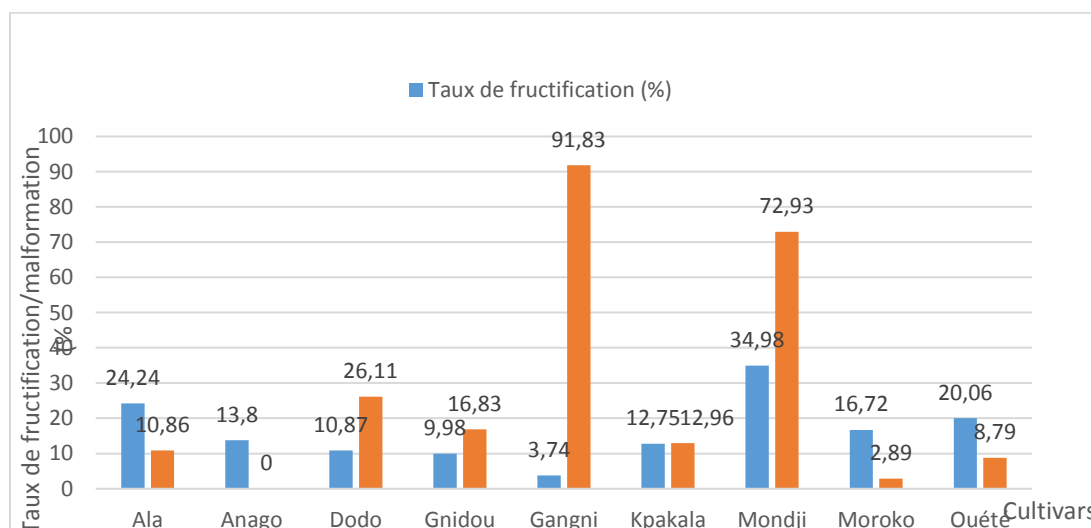


Figure 5 : fructification des cultivars de type femelle hybridé par pollinisation naturelle

	Nombre de couples obtenus	Types de croisement : femelle x mâle	Commune/Localité
	4	Gnidou x Laboko	Savalou/ Lahotan
	5	Gnindou x Flou	

	5	Gnidou x Alassoro	
	5	Gnidou x Watchabim	
	5	Gnidou x Wetanam	
	6	Ouété x Flou	
	4	Gangni x Laboko	Savalou/ Ouèssè
	6	Gangni x Wetanam	
	2	Gnidou x Laboko	
	5	Dodo x Dodo	Dassa/ Idaho
	6	Kpakala x Kpakala	
	5	Ala x Laboko	Dassa/Soglobo
	10	Moroko x Laboko	
	5	Mondji x Wetanam	
Total	73		

3.2.1. Cas des pieds pollinisés par hybridation orientée (pieds croisés)

Les croisements réalisés à ce sujet sont à priori non contrôlés. Il concerne huit cultivars femelles avec certaines répétitions et cinq cultivars mâles avec également un certain nombre de répétitions (voir tableau VI).

Les taux de fructification et de malformation des fruits de tous les cultivars couplés ont été déterminés et matérialisés par la figure 6. En ce qui concerne le taux de fructification, il varie entre 4,44 % et 58,97% assignés respectivement aux cultivars Gnidou et Gangni. Soit un taux de fructification de 26,39 % observé sur le site. Quant au taux de malformation des fruits, il varie entre % (cultivar Anago) et 93,52% (cultivar Gangni) soit un taux de malformation moyen de 26,39% dans le rang des cultivars non couplés.

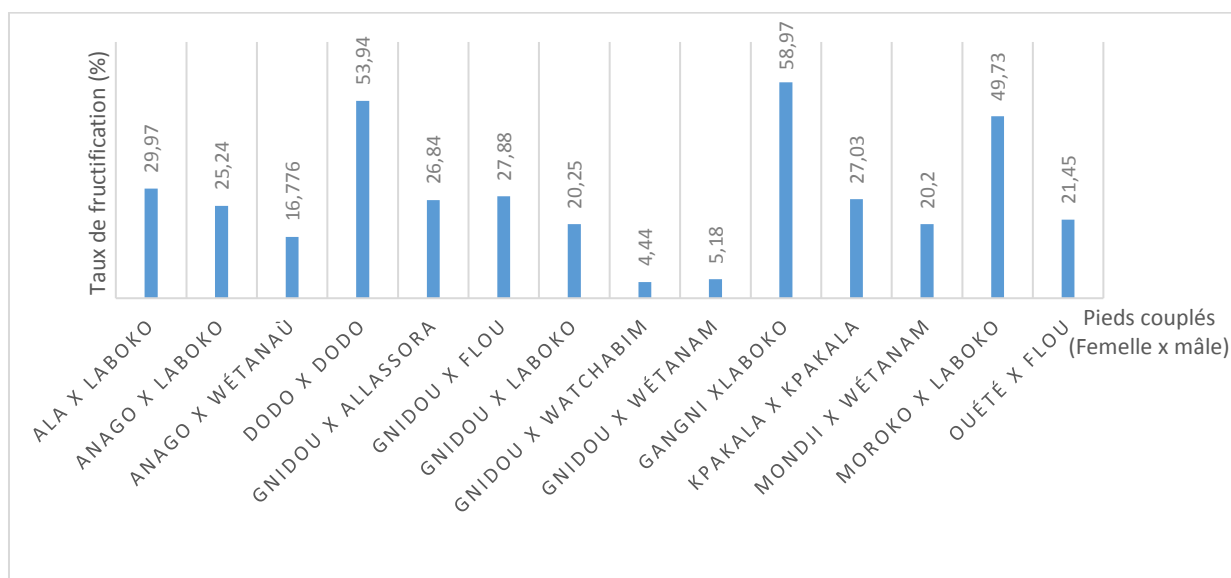


Figure 1: Taux de fructification des cultivars dont les pieds sont sur le même tuteur que les mâles

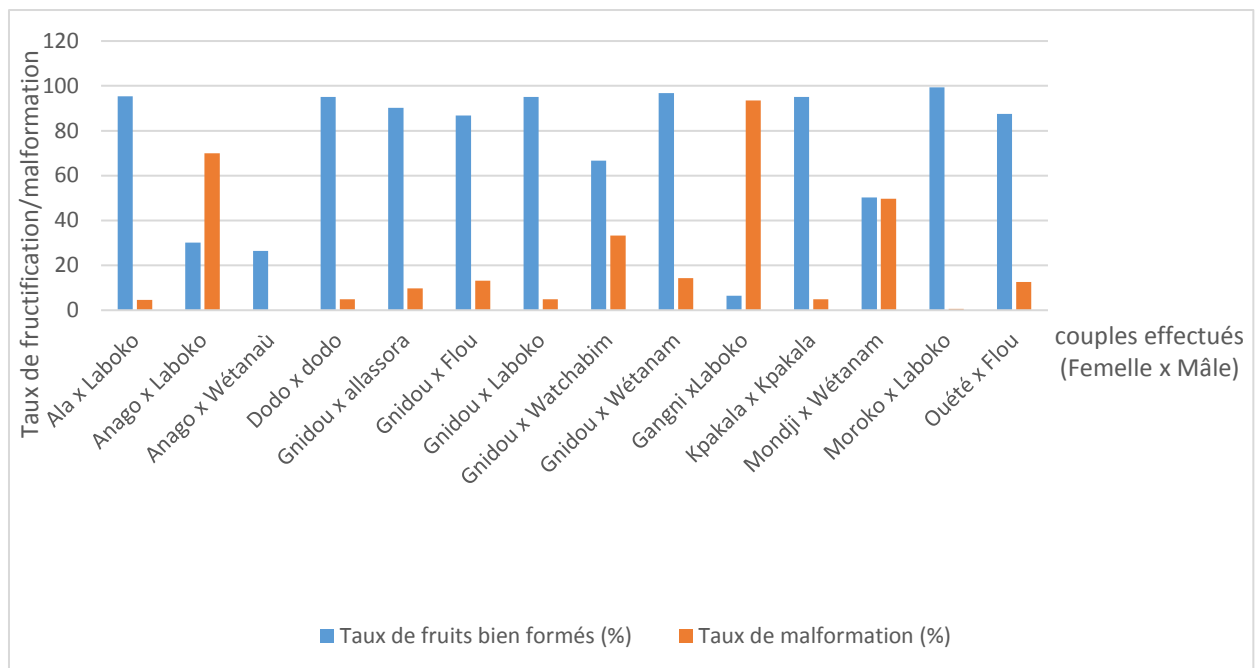


Figure 2 : Pourcentage de fruits bien formés et mal formés chez les pieds porté par le même tuteur

3.2.2. Cas des monoïques

Le taux de fructification et le pourcentage des fruits mal formés chez tous les cultivars monoïques ont été déterminés et représentés par les figures 13 et 14. Chez le cultivar Gnidou, le taux de fructification est de 68,97 % avec 75,11% de fruits mal formés ; chez Kpakala il est de 57,01 avec 80,21% de fruits mal formés, soit un taux de fructification moyen de 62,75 % avec 77,52% de fruits mal formés.

Comme le montre la figure 10, il est question ici d'axes inflorescentiels mixtes "inflorescences monoïques" présentant un grand nombre de fruits mal formés.

La malformation observée chez ces monoïques se traduit par des fruits entièrement globuleux allongés (Figure 11) ou globuleux ovoïdes (Figure 12).

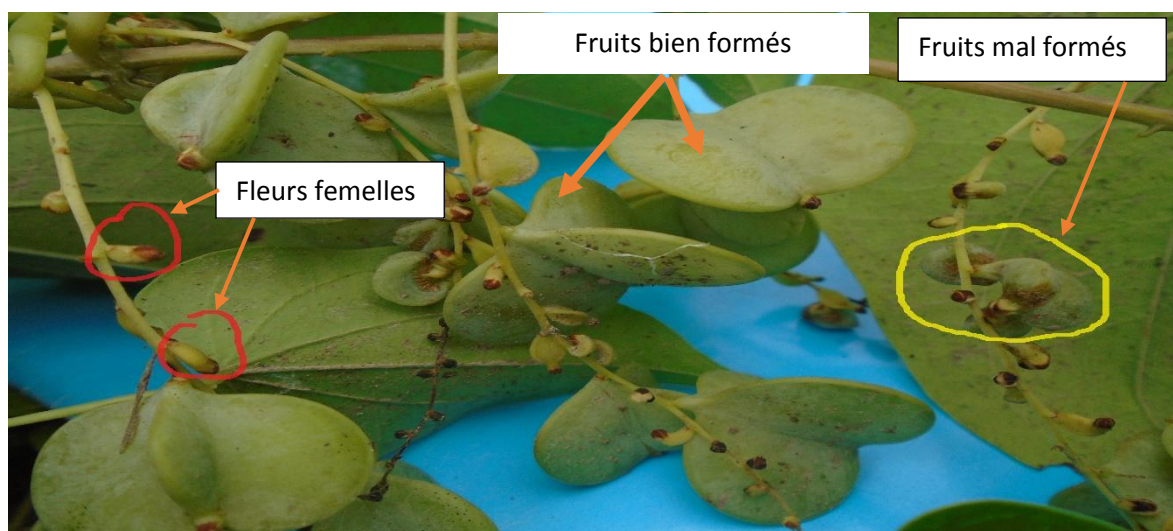


Figure 3 : Fleurs femelles et fruits mal et bien formés chez le cultivar Kpakala (Monoïque)

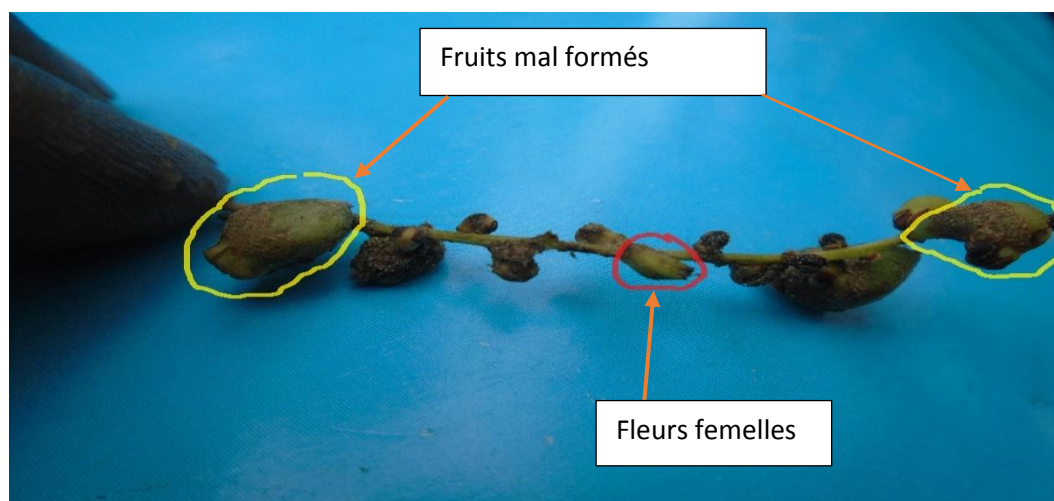


Figure 4 : Fruits entièrement mal formés chez le cultivar Kpakala (monoïque)

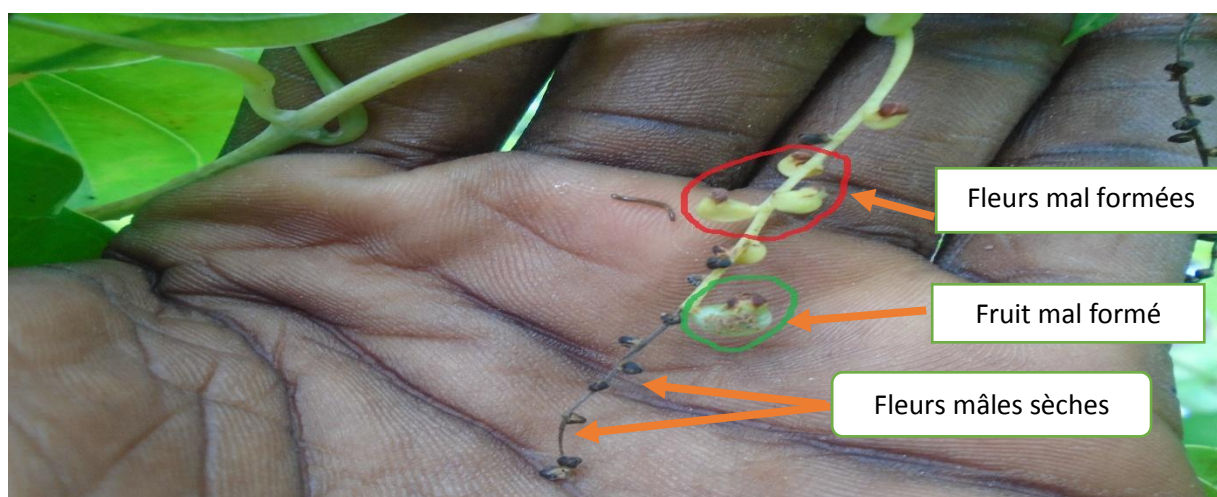


Figure 5 : Fleurs et fruits mal formés chez le cultivar Gnidou (monoïque)

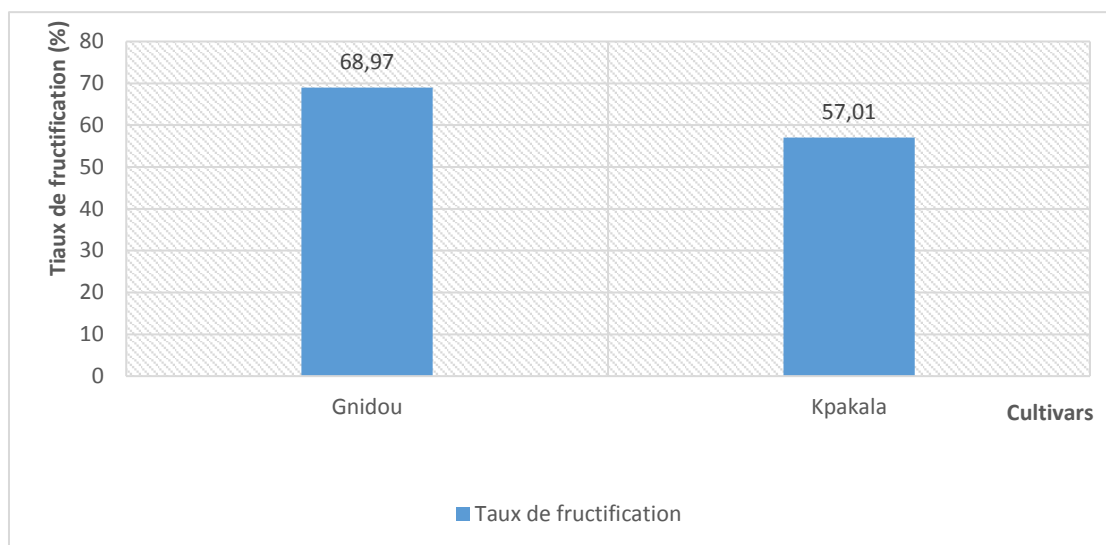


Figure 6 : Taux de fructification chez les cultivars monoïques

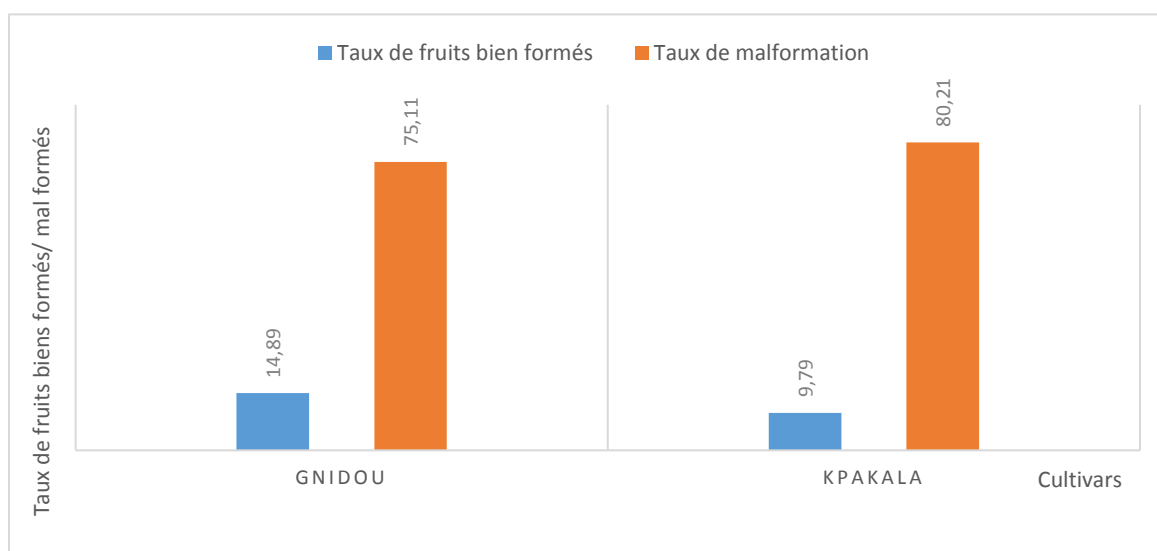


Figure 7 : Pourcentage de fruits bien formés et mal formés chez les cultivars monoïques

En général, on constate que les cultivars monoïques comportent plus de fruits mal formés que de fruits bien formés (Figure 14).

De l'ensemble des résultats relatifs aux taux de fructification et le pourcentage de fruits bien formés et mal formés chez les trois groupes de pieds, à savoir les pieds femelles et mâles sur le même tuteur, les pieds femelles non couplés et les monoïques, on constate que ce sont les monoïques qui ont présenté le taux de fructification le plus élevé (62,75%), mais avec la majorité des fruits mal formés, soit 77,52% de taux de malformation. Comparativement aux pieds femelles sans essai de couplage qui ont donné un taux moyen de fructification de 16,34% avec 24,39% de fruits mal formés, les pieds femelles mis sur un même tuteur avec les mâles ont donné un taux de fructification un peu plus élevé (26,39%) et un taux de malformation d'environ 21,96% (figure 16). On observe un écart net de 10,05% de taux de fructification entre pieds couplés et non couplés (Figure 15) avec une baisse de 4,43% du taux de fruits malformés. Autrement le rapprochement des pieds mâles et femelles sur un même tuteur (mono tutorat) contribue à une augmentation du taux de fructification de l'ordre de 10,05% et réduit la

malformation des fruits de 4,43% au seins des cultivars florifères du complexe d'espèces *Dioscorea cayenensis*-*Dioscorea rotundata*. Il faut noter que contrairement aux cultivars dioïques, les monoïques comportent plus de fruits mal formés que de fruits bien formés (Figure 16).

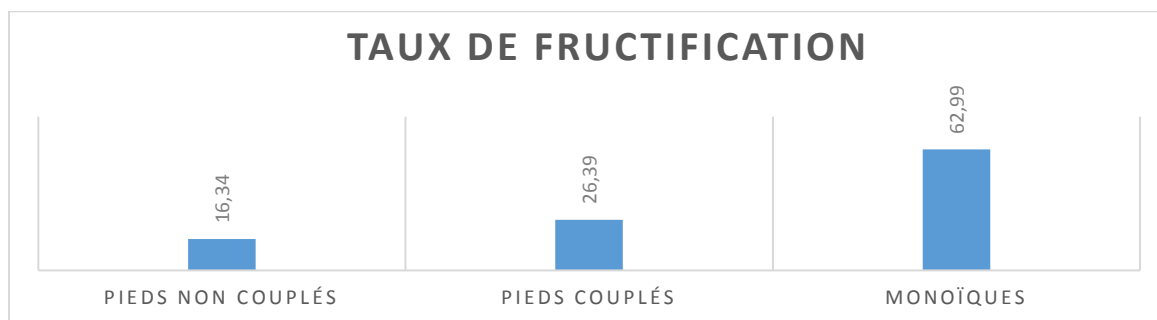


Figure 8 :Taux de fructification selon les types de pieds (couplés non couplés et monoïques).

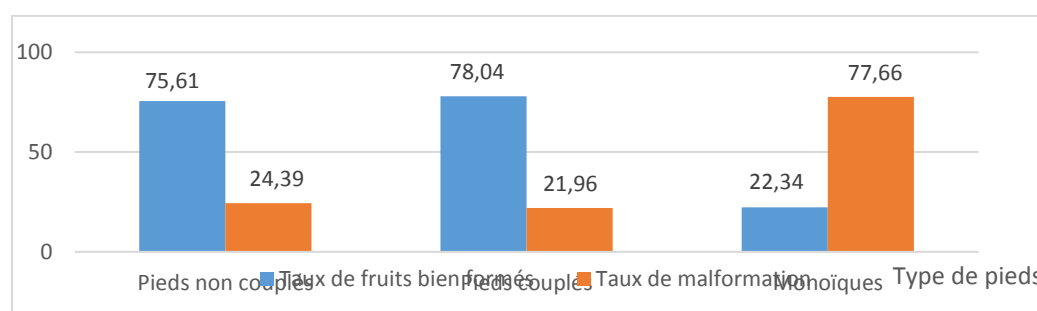


Figure 9 : Fruits bien formés et mal formés selon les types de pieds (couplés non couplés et monoïques).

3.2.3. Effet du parent mâle sur le taux de fructification

La contribution des différents cultivars mâles au taux de fructification a été testée sur le cultivar femelle Gnidou dite testeuse. Les différents taux de fructification et le pourcentage des fruits biens formés et mal formés présentés par la femelle testeuse pour chacun des géniteurs mâles sont déterminés et retracés sur la figure 17. Ces résultats montrent que les cultivars Allassoro, Flou, Laboko présentent les taux de fructification les plus élevés soit respectivement 26,84% ; 27,88% et 20,25%. Les cultivars Wétanam (5,18%) et Watchabim (4,44%) présentent les taux de fructification les plus faibles. S'agissant du pourcentage de fruits mal formés, Les cultivars Watchabim et Wétanam sont en tête avec respectivement 33,33% et 14,28% de fruits mal formés suivis des cultivars Flou (13,28%) ; Alassoro (9,81%) et Laboko (4,87%) (figure 17).

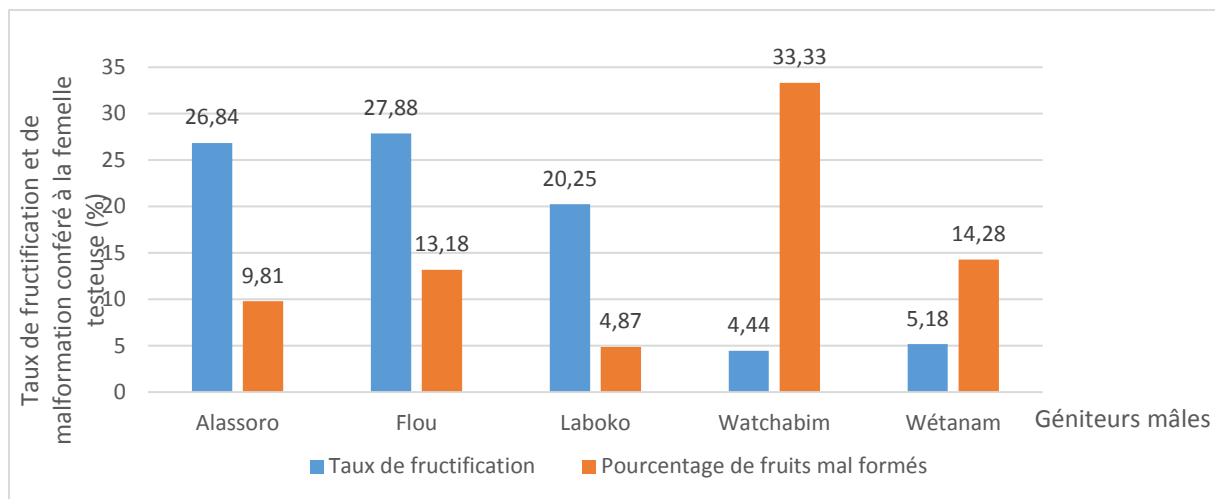


Figure 10 : Taux de fructification et de fruits mal formés en relation avec les différents géniteurs mâles et la femelle testeuse.

3.2.4. Viabilité des grains de pollen

Dans cette étude, la méthode de germination des grains de pollen *in vitro* a été utilisée. Le taux de germination des grains de pollen des cinq cultivars dont les pieds ont été mis sur le même tuteur que les femelles a été calculé et matérialisé par la figure 18. Les grains de pollen germés, avec les différentes parties sont représentés par les figures 19 et 20. Les cultivars Flou, Alassoro et Laboko ont présenté les taux de germination les plus élevés soit respectivement 96,66% ; 94,44% et 80%. Le cultivar Wétanam a seulement 20% de ses grains de pollen germés. Par contre Watchabim n'a aucun grain de pollen germé, et présente en plus une anthère quasiment vide comme le montre la figure 21-A. En moyenne on a un taux de germination des grains de pollen de l'ordre de 58,22%.

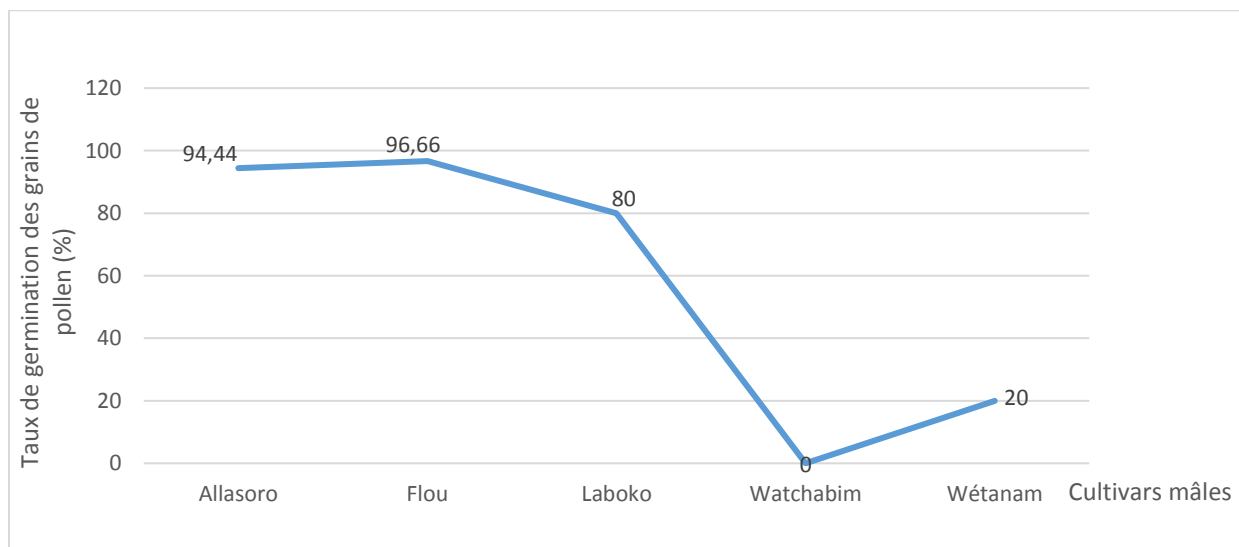


Figure 11 : Taux de germination des grains de pollens des cinq cultivars mâles

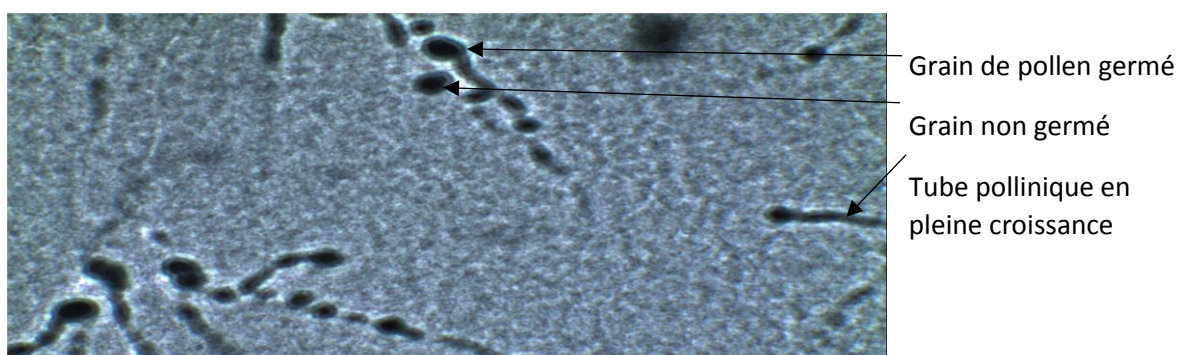


Figure 12 : Grains de pollen du cultivar Alassoro observés au microscope photonique à l'objectif X10 ; oculaire X10 (G = X 100)

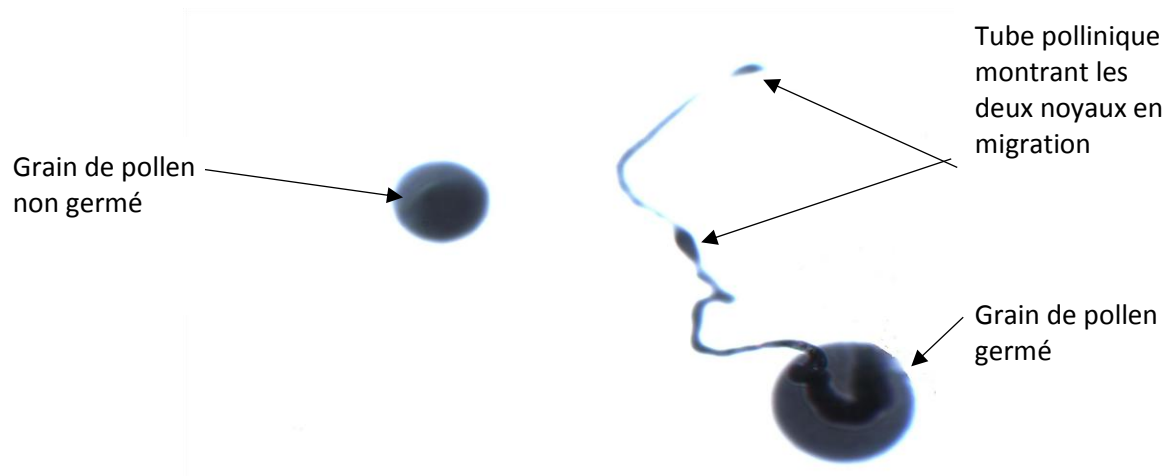
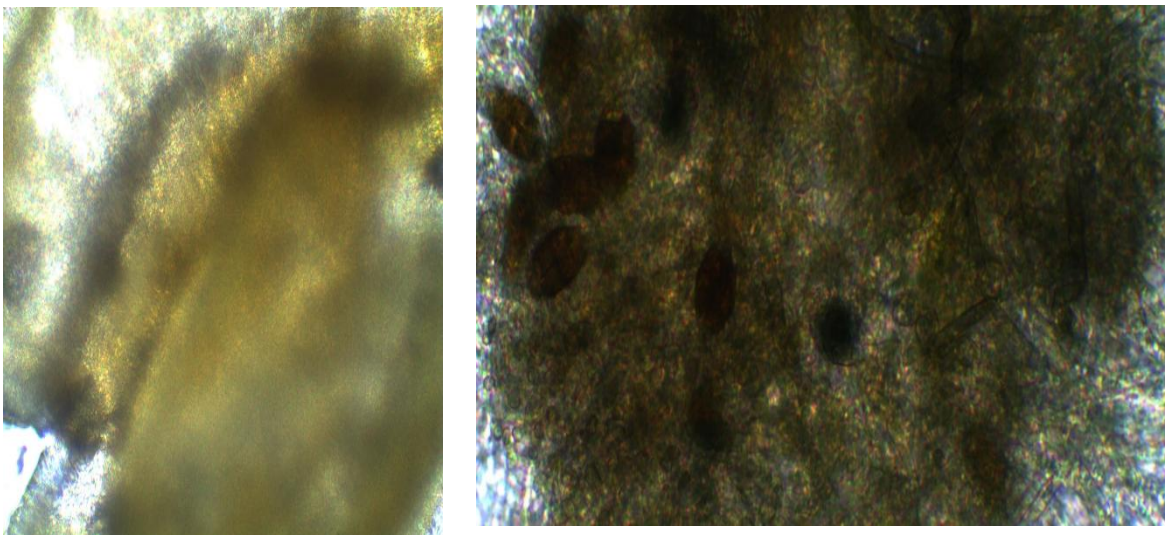


Figure 13 : Grains de pollen du cultivar Flou observés au microscope photonique ; G = X 400



A : Anthère de Watchabim

B : Anthère de Flou

Figure 14 : Anthères de Watchabim et Flou ; G = X 400

3.3. Analyses multivariées

3.3.1. Relation entre les variables quantitatives

Les différentes corrélations entre variables quantitatives sont présentées dans le tableau VI.

Tableau I : Matrice de corrélation entre les différentes variables.

Variables	LI	NFI	TS	P	TF	TM	Légende : LI : Longueur d'inflorescence NFPI : Nombre de Fleurs par Inflorescence TS : Type Sexuel P : Précocité TF : Taux de Fructification
LI	1						
NFI	0,167	1					
TS	0,140	-0,125	1				
PC	-0,284	0,104	-0,767	1			
TF	-0,173	0,049	0,063	-0,065	1		
TM	-0,638	-0,558	-0,250	0,359	0,010	1	

NB : Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

Le test de corrélation de Pearson montre à travers le tableau VI que ni la longueur des inflorescences femelles, ni le nombre de fleurs par inflorescence, ni le type sexuel, ni la précocité des cultivars n'ont d'influence significative sur le taux de fructification et le pourcentage de fruits mal formés. En effet, d'après le test on constate d'une part qu'entre le taux de fructification et ces différentes variables ci-dessus citées s'observent les probabilités respectives associées de 0,65 ; 0,90 ; 0,87 et 0,86 au seuil de 5%. D'autre part, entre le taux de malformation des fruits et ces mêmes variables se présentent les probabilités respectives associées de 0,06 ; 0,11 ; 0,51 et 0,34 au seuil de 5%.

Néanmoins, comme le montre le tableaux VI, les inflorescences femelles, selon qu'elles sont plus longues peuvent contribuer à une baisse de 17,3% du taux de fructification et 63,8% du taux de malformation des fruits. Un nombre important de fleurs par inflorescence peut engendrer une augmentation de 4,9% du taux de fructification et une baisse du taux de malformation des fruits à l'ordre de 55,8%. Le type sexuel (de la monoécie à la dioécie) peut induire une diminution de 6,3% du taux de fructification et une baisse du pourcentage de fruits mal formés à l'ordre de 25%. Chez les monoïques où les fleurs mâles et femelles sont sur la même inflorescence, l'écart de contribution d'avec les dioïques est de 53,27% pour le taux de fructification et 56,65% pour le pourcentage de fruits mal formés. Enfin la précocité des cultivars a une influence négative à l'ordre de 6,5% sur la fructification et augmente le pourcentage de fruits mal formés de 35,59%.

3.3.2. Relation entre taux de germination des grains de pollen, taux de fructification et le pourcentage de fruits mal formés

Les différentes corrélations entre taux de germination des grains de pollen, taux de fructification et le pourcentage de fruits mal formés sont consignées dans le tableau VII.

Tableau II : Corrélation entre Fructification et germination des grains de pollen

Variables	TG	TFT	TM	Légende : TG Taux de germination des grains de pollen TFT : Taux de Fructification de la femelle Testeuse TM : Taux de fruits mal formés

TG	1		
TFT	0.984	1	
TM	-0.778	-0.657	1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha = 0.05$

Le test de corrélation de Pearson a montré que le taux de germination des grains de pollen a une influence significative (de l'ordre de 98,4%) sur le taux de fructification, avec une probabilité associée de $P = 0,002$ au seuil de 5%. Par contre, avec une probabilité associée de $P = 0,12$ l'influence du taux de germination des grains de pollen sur le taux de malformation des fruits n'est pas significative au seuil de 5%. Elle peut toutefois contribuer à la baisse du pourcentage de fruits mal formés de 12,31% dans 77,8% des cas.

On retient de cette analyse qu'en couplant un cultivar femelle avec un cultivar mâle pourvu d'un taux de germination des grains de pollen élevé, on peut accroître le taux de fructification d'au moins 15,27% dans 98,4% des cas et baisser le pourcentage de fruits mal formés d'au moins 12,31% dans 77,8% des cas.

Cette étude a révélé qu'un rapprochement des pieds mâles et femelles sur un même tuteur a permis d'accroître le taux de fructification d'au moins 10,05%, sans pour autant augmenter le taux de malformation des fruits. Cette même observation a été faite par Zoundjihékpon (1993) en Côte d'Ivoire. Sans avancer de valeurs précises, l'auteur indique que le taux de fructification est meilleur, quand les inflorescences mâles et femelles sont entremêlées sur le même tuteur chez *D. cayenensis* - *D. rotundata*. Les mêmes études menées sur *D. trifida* ont montré que c'est la seule condition d'avoir des fruits chez cette espèce (Degras ; 1982). Akoroda (1985-b) puis Segnou *et al.*, (1992) ont montré que les pollinisations libres par les thrips sont moins efficaces que les pollinisations contrôlées manuellement. Mais dans le premier cas, on arrive à obtenir quelques fruits en installant deux populations à 30 mètres l'une de l'autre. De ces différentes observations on retient que la distance de pollinisation joue énormément sur le taux de fructification, mais affecte très peu le taux de malformation des fruits. Ainsi la méthode culturale qui consiste à éloigner les cultivars dans un même champ de vaste étendue (ou dans des champs différents) pour faciliter leur identification au cours de la récolte peut faire que plusieurs cultivars femelles se retrouvent à plus de 20 m, la distance de pollinisation chez les ignames (Zoundjihékpon, 1993) des mâles et risquent de réduire leur taux de fructification.

4.1. Monoécie et fructification

Chez les cultivars monoïques les résultats ont montré une augmentation spectaculaire du taux de malformation de fruits. Si chez tous les monoïques qui ont fait l'objet dans cette étude toutes les inflorescences sont "monoïques" (monoécie caractérisée par la présence des fleurs mâles et femelles sur le même axe inflorescenciel), Zoundjihékpon, 1993 avait observé en Côte d'Ivoire des inflorescences "femelles" et des "monoïques" sur un même pied, et précise que les inflorescences monoïques comportaient beaucoup plus de fruits mal formés que les inflorescences entièrement femelles. Il est important de noter que dans le cas de la présente étude, les fruits ont présenté une anomalie de forme beaucoup plus poussée complètement différente de ce qui est observé chez les cultivars femelles et les cultivars monoïques observés

par Zoundjihékpon en Côte d'Ivoire. En effet, les fruits que nous avons observés étaient globuleux et ovoïdes ne rappelant aucunement la forme trilobée des fruits d'ignames. Par contre la malformation des fruits chez les femelles hybrides et les monoïques de Zoundjihékpon (1993) se traduisait par une distorsion des ailles ou l'absence d'une loge. L'auteur estime qu'une autofécondation en serait la cause. Mais au-delà de cette interprétation, nous pensons que ce taux de malformation très élevé serait le résultat des conséquences d'un mécanisme génétique qui a tenté de riposter à l'autofécondation. Il peut bien s'agir d'une auto-incompatibilité (sporophytique ou gamétophytique) ou d'une forme de stérilité. Mais ç'aurait été le premier cas et nous n'aurons même pas de fruits formés puisque la germination des grains de pollen serait inhibée. Cette première hypothèse semble alors moins plausible.

Partant du constat que la forme des fruits est le reflet de celle des fleurs, l'anomalie aurait donc d'abord touché en premier les fleurs. Ainsi, en faisant recours au modèle ABC de Meyerowitz et Coen (1991) sur *Arabidopsis* approfondi par Raven et al. 2008 qui estime trois classes de gènes d'identités des organes floraux dont les sépales (classe A), les pétales (classes A et B), les étamines (classes B et C), et les carpelles (classe C), nous pensons qu'une défectuosité des gènes notamment ceux de la classe C pouvait créer une stérilité de forme (carpelles anormaux) qui empêche le développement de l'embryon après la fécondation. L'absence de référence dans la bibliographie concernant une forme précise de stérilité chez les ignames ne nous aide pas dans la conclusion. Cependant, une stérilité femelle paraît beaucoup plus probante chez les monoïques.

4.2. Viabilité des grains de pollen et fructification

Le test de germination effectué montre un taux de germination des grains de pollen allant de 0 à 96,44%. Il est extrêmement très élevé ($\geq 80\%$) chez les cultivars Allassoro, Flou et Laboko et très faible chez les cultivars Wétanam et Watchabim ($< 5\%$). Généralement, les résultats sont très variables selon les auteurs. Sur les variétés d'ignames du Ghana, on n'observe aucune germination des grains de pollen pour un milieu de culture composé de saccharose et d'acide borique (Doku 1973). Sur les variétés nigérianes, Akoroda (1985-b) constate une variation de 0,3% à 85%, respectivement avec les milieux de culture TDr 800 et le SU 411. En Guadeloupe le taux de germination maximale est de 2,7% (Bulle-Legrand ; 1983). Kouakou (1987) a observé un taux de germination allant de 9 à 62%. Zoundjihékpon (1993) a observé un taux maximal de 45% chez les cultivars d'Afrique de l'Ouest en collection en Côte d'Ivoire. L'une des raisons fondamentales qui justifient la grande variation du taux de germination pourrait être la faible quantité de grains de pollen dans les anthères de certains cultivars comme Watchabim. Bulle-Legrand (1983) avait eu à faire une telle remarque en Guadeloupe, et affirme que certains cultivars de *D. cayenensis* comportent très peu de grains de pollen et leur nombre peut varier selon les années (entre 20 et 105). Pour Mbainaissem (1991) qui a travaillé sur le cultivar Zrézrou en Côte d'Ivoire, la formation des grains de pollen n'est pas synchrone, mais plutôt progressive jusqu'à maturité, les fleurs comportaient au moins 10% de microspores mononuclés ; raisons qui justifieraient la grande variation du taux de germination des grains de pollen. Mais Zoundjihékpon (1993) pense plutôt aux variations de niveaux de ploïdie et l'état d'aneuploïdie qui peuvent influencer la qualité du pollen et être à la base des variations observées dans le taux de germination des grains de pollen. Le même auteur avance également comme raison, la mauvaise qualité de la méiose liée à l'accumulation et au maintien de mutation chez les ignames, en tant qu'espèce polyploïde à multiplication végétative.

Par ailleurs, les analyses multivariées effectuées ont révélé une corrélation significative entre le taux de germination des grains de pollen et le taux de fructification. En d'autres termes, le taux de fructification augmente avec le taux de germination *in vitro* des grains de pollen. La même observation a été faite par Zoundjihékpon (1993). Par contre, Akoroda (1984-a) parvient à une conclusion tout à fait contraire. Cependant, l'auteur a montré qu'il n'existe pas une corrélation significative entre le taux de germination des grains de pollen et le taux de fructification de telle sorte que, même avec un faible taux de germination, un pollen peut conférer un taux de fructification assez important.

L'analyse de l'ensemble de ces résultats permet de dire que l'amélioration du taux de fructification des cultivars florifères du complexe *D. cayenensis* - *D. rotundata* nécessite une bonne connaissance de la biologie de la reproduction de la plante. Aussi, une étude palynologique préalable, surtout en ce qui concerne la viabilité des grains de pollen serait-il un atout favorable dans le choix des cultivars mâles susceptibles de conférer aux femelles un taux de fructification assez important avec le moins possible de fruits mâles formés.

La présente étude nous a permis de faire l'état des lieux en ce qui concerne le taux de fructification au sein des cultivars florifères du complexe *D. cayenensis* *D. rotundata* du centre Bénin (Dassa et Savalou) et d'évaluer les possibilités de son amélioration.

Conclusion

Au vue des différents résultats, nous parvenons à conclure que le taux de fructification à l'état actuel est très faible et reste indépendant de la longueur des inflorescences femelles, le nombre de fleurs par inflorescence, la densité des fleurs ainsi que la précocité des cultivars. Il est néanmoins très influencé par la distance de pollinisation de telle sorte qu'une hybridation par un simple rapprochement des pieds mâles et femelle sur un même tuteur suffit pour accroître le taux de fructification d'au moins 10% et réduire de peu le taux de fruits mal formés.

Particulièrement chez les monoïques (hybrides), nous avons déduit avec beaucoup de réserve qu'une forme de stérilité s'opposant à l'autofécondation serait à la base du fort taux de malformation observé.

Par ailleurs, la fructification dans l'ensemble se révèle d'autant plus grande lorsque les grains de pollen des géniteurs mâles qui sont utilisés dans les hybridations sont dotés d'un pouvoir de germination assez important.

Il est alors souhaitable, dans une vision d'amélioration du taux de fructification, de procéder à une étude palynologique préalable surtout en ce qui concerne la viabilité des grains de pollen de l'ensemble des cultivars mâles du complexe *D. cayenensis* *D. rotundata* afin d'opérer des choix efficaces sur des géniteurs mâles susceptibles de conférer aux femelles un taux de fructification assez important avec le moins possible de fruits mâles formés.

En nous limitant à cette étude, nous pouvons dégager les cultivars Alassoro, Flou et Laboko en tant des géniteurs mâles qui conviennent le mieux à un éventuel programme d'amélioration par voie sexuée des cultivars florifères du complexe *D. cayenensis* *D. rotundata*.

Les résultats de notre recherche laissent entrevoir de belles perspectives quant à l'amélioration du taux de fructification en vue de l'adoption d'un système semencier basé sur l'utilisation de la graine dans la production des igames cultivées du complexe d'espèce *D. cayenensis* *D. rotundata*. Il est alors souhaitable :

D'élargir ces travaux à d'autres villages des deux communes voir d'autres communes du Bénin,
D'étudier au mieux les formes de stérilité adoptées par les ignames en priorisant les cultivars monoïques afin d'évaluer les possibilités d'amoindrir le taux de malformation des fruits en leurs sein,

D'effectuer des études palynologiques sur le plus grand nombre possible de cultivars mâles en ce qui concerne la viabilité des grains de pollen et leurs états d'aneuploïdie.

Référence bibliographique

Abraham K. 1997. Flowering deficiencies and sterility preventing natural seed set in *Dioscorea alata* cultivars. *Tropical Agriculture* 74(4): 272-276

Abraham K., Nair P.G., 1990. Floral biology and artificial pollinisation in *Dioscorea alata* L. *euphytica* 48: 45-51

Abraham K. et Nair P.G. 1991. Poliploidy and sterility in relation to sex in *Dioscorea alata* L. (Dioscoreaceae). *Genetica* 83: 93-9.

Adejumo, B. A., Okundare, R. O., Afolayan, O. I. et Balogun S. A., 2013. Quality attributes of ignam flour (Elubo) as affected by blanching water temperature and soaking time. *Intl. J. Engr. Sci (IJES)*, 2 (1): 213-221.

Alexander, M. P., 1969. Differential staining of aborted and nonaborted pollen. *Stain Technology*, 44 (2): 117-122.

Almekinders, L. C., 2001. Impingement syndrome. *Clinics in sports medicine*; 20 (3):491-504.

Akomagni A. L., 2006. Monographie de Dassa et de Savalou. *Afrique Conseil* Avril 2006 (Mission de décentralisation) ; 75 pages.

Akomagni A. L., (2006). Monographie de Dassa et de Savalou. *Afrique Conseil* Avril 2006 (Mission de décentralisation) ; 36 pages.

Akoroda M. O., 1983-b. Long-term storage of yam pollen. *Scientia Horticulturae*, 20: 225-230.

Akoroda, M. O., 1983-c. Floral biology in relation to hand Pollination of white yam. *Euphytica*, 32: 831-838.

Akoroda M. O., 1984-a. Estimating pollen viability for controlled hybridization in white yam. *Crop. Res. (Hort. Res.)*, 24: 11-22.

Akoroda. O., 1984-b. Patterns of set multiplication ratio among seed-derived biparental families of white yam (*Dioscorea rotundata* Pflanzengzucht, 93: 280-290.

Akoroda M. O. et Hahn S. K., (1995). Yams in Nigeria: Status and trends. *African Journal of Root and Tuber Crops*, 1:37-41.

Alexander J. et Coursey D.G., (1969). The origins of yam cultivation. In: The domestication and exploitation of plants and animals. *Edited by: P.J. Ucko, G.W. Dimbleby.* Aldine Publishing Company. Chicago. Chap. 1. pp. 405-425.

Assaba E.I, 2013. Diversité génétique et Biologie de la reproduction des ignames cultivées du complexe *Dioscorea cayenensis*-*D. rotundata* et *Dioscorea dumetorum* : cas de la Commune de Dassa. Mémoire de master GBRB. Université d'Abomey-Calavi, Bénin ; 67p.

Ayensu E. S. et Coursey D.G, (1972): *Guinea yams*. The botany, ethnobotany, use and possible future of yams in West Africa. Econ. Bot. 26 (4) pp 301-318.

Baco M. N., Gauthier Biaou, Florence Pinton et Jean Paul Lescure., (2007). Les savoirs paysans traditionnels conservent-ils encore l'agrobiodiversité au Bénin. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2007, 11(3), 201-210.

Baco M. N., (2000). Domestication des ignames sauvages dans la sous-préfecture de Sinandé: Savoirs locaux et pratiques endogènes d'amélioration Génétique des *Dioscorea abyssinica* Hochst. Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome à la FSA/UNB, Abomey-Calavi; 170p.

Binder, W. D. et D. J. Ballantyne, 1975. The respiration and fertility of *Pseudotsuga menziesii* (*Douglas fir*) Pollen. Can. J. Bot. 53: 819-823.

Brewbaker, J.L. et B. H. Kwack, 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. Amer J. Bot. 50 (9) 859-865.

Bricas N et Attaie H., 1998. La consommation alimentaire des ignames. Synthèse des connaissances et enjeux pour la recherche. In : L'igname, plante séculaire et culture d'avenir. Eds Berthaud J, Bricas N & Marchand JL. CIRAD. 21-30 pp.

Bulle-Legrand, M. H., 1983 Etude de la floraison de quatre espèces d'ignames en vue d'une amélioration par la voie sexuée. Thèse de Doctorat de 3^e cycle. Spécialité : Développement et amélioration des végétaux. Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay : 158p.

Burkill, I. M. 1939. Notes on the genus *Dioscorea* in The Belgian Congo. Bull. Jard. Bot. Etat Brux. 15 : 345-392.

Chair H., X. Perrier, C. Agbangla, J.L. Marchand, O. Daïnou et J.L. Noyer., (2005). Use of cp SSRs for the characterisation of yam phylogeny in Benin. Genome 48 : 674-684.

Chevalier A., (1936). Contribution à l'étude de quelques espèces africaines du genre *Dioscorea*. Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, 2e Série 8 (6), 520-551.

Ching, T. M. et K. K. Ching, 1976. Rapid viability tests and aging study of some coniferous pollen. Can. J. For. Res 6: 616-622.

Ching, T. M., M. W. Ranzoni et K. K. Ching, 1975. ATP content and pollen germinability of some conifers. Plant Sc. Lett. 4: 331-333.

Christiansen, H., 1969. On the germination of pollen of *Larix* and *pseudotsuga*

Colas, F., 1992. Influence de la teneur en eau dans le maintien de la viabilité du pollen d'arbres forestiers. Ministère des Forêts, Direction de la recherche. Rapport interne n° 345. 82 p.

Coursey D. G., (1976). – Yam: an account of the nature, origin, cultivation and utilization of the useful members of the *Dioscoreacea*, London, Longmans, 230p.

Coursey D.G., (1967). Yams. An account of the nature, origins, cultivation and utilization of the useful members of the *Dioscoreaceae*. Tropical Agriculture Series, (Ed.) Longmans 229p.

Coyne Christopher, Russell Sobel et John Dove., (2010). "The Non-Productive Entrepreneurial Process," Mimeo.

Crawford D. G., (1985). Electrophoretic data and plant speciation. Systematic Botanic, pp 405-416.

Cruden, W. W., 1977. Pollen-Ovule ratios a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. Evolution 3 1: -46.

Daïnou O., Agbangla C., Berthaud J. et Tostain S., (2002). Le nombre chromosomique de base des espèces de *Dioscorea* constituant la section Enantiophyllum pourrait être égal à $x=20$. Quelques preuves. Annales des Sciences Agronomiques du Bénin 3, 21-43.

Dansi A., Vernier P. et Marchand J-L., (2003). Les variétés d'ignames cultivées : Savoir-faire paysans au Bénin. *Dioscorea cayenensis*, *Dioscorea Rotundata*. FAO. Rome, Italy 5-48 pp.

Dansi A. et Chair H., (2005). Collecte et Caractérisation morphologique d'ignames *D. cayenensis* – *rotundata* du nord Bénin. Rapport final de Projet. IRDCAM, 50p.

Dansi A., Zoundjihékpou J., Mignouna H. D. et Quin F. M., (1997). Collecte d'ignames cultivées du Complexe *Dioscorea cayenensis* - *rotundata* au Bénin. Plant Genetic Resources Newsletter 112: 81 - 85.

Davis J. I. et Gilmartin A. J., (1987). Morphological variations and speciation. Systematic Botany 10-4: pp 417-425.

Degras L., (1986). L'igname : Plante à tubercule tropicale. Editions G.P. Maisonneuve & Larose. Paris, Agence de Coopération Culturelle et Technique. 408 p.

Dielhl, L. et Winch, F. E. 1979. Yam based farming systems in the southern guinea savannah of Nigeria. Discussion paper n°1, International Institute of Tropical Agriculture.

Doku E.V., 1973. Sexuality and reproductive biology in Ghanaian yam *Dioscorea* species cultivars. I. Preliminary studies. Third Intern. Symp. on Trop. Root Crops, IITA, Ibadan, 7 p.

Denison, N. P. et E. C. Franklin, 1975. Pollen management. Forestry commission Bulletin No. 5: Seed orchards Ed. Faulkner. London 92-100.

Dossou-yovo R, 2013. Possibilités d'amélioration des ignames africaines cultivées *Dioscorea cayenensis*-*D. rotundata* par voie sexuée : Cas de la Commune de Djidja. Mémoire de Master GBRB. Université d'Abomey-Calavi, Bénin ; 72p.

Dumont R., Zoundjihékpou J. et Vernier P., (2010). Origine et diversité des ignames *Dioscorea rotundata* Poir : Comment le savoir-faire des paysans africains leur permet d'utiliser la biodiversité sauvage dans l'agriculture. Cah Agric, vol. 19 N 4, pp 255-261. recherche, 174 : 193-203.

Dumont R., Dansi A. Vernier P. et Zoundjihékpou J., 2005. Biodiversité et domestication des ignames en Afrique de l'Ouest. Pratiques traditionnelles conduisant à *Dioscorea rotundata*. Collection repère. Montpellier : CIRAD, éd., 2005.

- Dumont R. et Vernier P., 2000.** Domestication of yams (*Dioscorea cayenensis-rotundata*)
- Dumont R., (1977).** Etude morphobotanique des ignames *Dioscorea cayenensis- D.rotundata* cultivées au Nord –Bénin. L'agronomie tropicale, 32 : 225-241.
- Ettien, D. J.B., 2009.** Fertilisation minérale des ferralsols pour la production d'igname en zone de Savane Guinéenne de l'Afrique de l'Ouest : cas des variétés d'igname traditionnelle sur dystic ferralsols du Centre de la Côte d'Ivoire. Journal of Applied Biosciences 23 : 1394 – 1402 pp.
- Faderin B. et Degras L., (1991).** Quelques problèmes concernant la floraison de l'igname. In: Proceedings 25 th annual meeting of Caribbean Food Crops Society (CFCS), Gosier (Guadeloupe), 2-8 july 1989. INRA-AG. Paris. pp. 487-496.
- FAO., (2013).** FAOSTAT, Annuaire de production www.faostat.fao.org.
- FAO., (2015).** FAOSTAT, Annuaire de production www.faostat.fao.org.
- Gamiette F., Bakry F. et Ano G., (1999).** Ploidy determination of some yam species
- Gamiette F., Bakry F. et Ano G., (1999).** Ploidy determination of some yam species (*Dioscorea spp*).
- Foua-bi K., Babacauh, K. D. et Demeuse M., 1979.** Pertes sur les ignames au cours du stockage CIT, Aupele, Yaoundé.
- Ghosh S. P., Ramanujam T., Jos J.S. et Nair R. G., (1988).** Tuber crops. New Delhi: Oxford & IBH publishing CO. PVT, LTD. 403 p.
- Hamon P, Brizard J.P, Zoundjihékpou J, Duperray C et Borgel A, (1992 a).** Etude des index d'ADN de huit espèces d'ignames (*Dioscorea sp.*) par cytométrie en flux. Can. J. Bot. 70, 996-1000.
- Hamon P., Zoundjihékpou J., Dumont R. et Tio-Touré B., (1992 b).** La domestication de l'igname.
- Hamon P., (1987).** Structure, origine génétique des ignames cultivées du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* et domestication des ignames en Afrique de l'Ouest. Thèse de doctorat, Université Paris XI, France.
- Heslop-harrison, J. 1979-a. Aspects of structure cytochemistry and germination of the pollen of rye (*Secale cereal L.*). Ann. Bot. 44: 2-65.
- Houemassou Bossa J. 2001.** Gestion de la diversité variétale au sein du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* et la domestication de *D. praehensilis*: savoirs locaux et pratiques endogènes dans la sous-préfecture de Djidja. Thèse d'Ingénieur Agronome, Université d'Abomey-Calavi, Bénin. Langella O. 2001.
- IPGRI / IITA, (1997).** Descripteurs de l'igname (*Dioscorea spp.*). Institut International d'Agriculture Tropicale, Ibadan, Nigeria / Institut International des Ressources Phytogénétiques, Rome, Italie. 65 pp.
- Kapyla, M., 1991. Testing the age and viability of airborne pollen. Econ. Bot. 15: 91-98.

Kermarrec A., Degras L., Anais G., 1980. Le nématode de l'igname, *Scutellomena bradys*, dans la caraïbe : distribution et quarantaine internationale. L'igname ; Séminaire International de Pointe-à-Pitre du 28-07 au 02-08-80 ; 75-84pp.

Knoth, K. 1993. Le stockage traditionnel de l'igname et du manioc et son amélioration. GTZ - Postharvest Project.

Kouakou A. M., 1987. Etude de quelques facteurs qui influencent la sexualité mâle chez les ignames du complexe *D. cayenensis-D. rotundata*. Mémoire de D.A.A., Option Production Végétale - Amélioration des plantes. ENSA de Rennes : 36 p. MAEP, (2004). Statistique annuel de production agricole, Cotonou Bénin.

Lawton, J.R.S. and Lawton, J.R., 1967. The morphology of the dormant embryo and young seedling of five species *Dioscorea* from Nigeria. Proc. Linn. Soc., 178 (2): 153-159.

Marsh, R. P. et Shive, J. W., 1941. Boron as a factor in calcium metabolism of the corm plant. Soil Sci. 41: 141-151.

Martin, F. W. 1959. Staining and observing pollen tubes in style by means of fluorescence. Stain technol. 34: 27-36

Mbainaissem, E., 1991. L'androgénèse du complexe *D. cayenensis- rotundata*, cultivar rézrou. D.E.A. de Biotechnologies et Amélioration de Production Végétale. Université Nationale de Côte d'Ivoire. 68 p.

Mellerowicz, E. et Bonnet-Masimbert, M., 1983. Pollen de Douglas, Mélèze, aulnes et peupliers. Bilan des recherches conduites en 1982-1983. Doc. Amél. Arbres forestiers. INRA, Orléans, 6/83, 51 p. + 66 p., tabl. et fig.

Miège J., (1952). Contribution à l'étude systématique des *Dioscorea* ouest africains. Thèse de doctorat, Université de Paris, France.

Miège J., (1957). Influence de quelques caractères des tubercules semences sur la levée et le rendement des ignames cultivées. J. Agric. Trop. Bot. Appl. (JATBA). 4(7/8): 315-342.

Miège J., (1954). Nombre chromosomique et répartition géographique de quelques plantes tropicales et équatoriales, Rev. Cytol. Biol. Végét. 15: 312-348.

Mondy, W. R. et Jett, J. B., 1990. Effects of pollen viability and vigor on seed production loblolly pine. South. J. Applied. For. 14 (1): 33-38.

Nygaard, P., 1977. Utilization of exogenous carbohydrates for tube growth and starch synthesis in pine pollen suspension culture. Physiol. Plant. 39: 206-210.

O'keleley, J. C., 1985. External carbohydrate in growth and respiration of pollen tube in vitro. Amer. J. Bot. 44: 239-244.

Okereke, O. U., 1977. Germination of yam pollen in nutrient medium. Ghana J. Agric. Sci. 10: 17-22.

Olesen, J. M. et Warncke, E., 1989. Temporal changes in pollen flow and neighborhood structure in population of saxifrage *hirculus* L. Oecologia. 79(2) : 205-211

Okry KF., (2000). L'igname dans le système de production agricole de Bantè et la domestication de quelques-unes de ses formes sauvages : savoirs locaux et pratiques endogènes de culture et d'amélioration génétique. Thèse d'ingénieur agronome. FSA/UNB. 119 pp.

Owczark, A., 1952. The rapid method for mouting pollen grains. Stain technol. 27(5) : 249-251.

Lebot V. 2009. Tropical root and tuber crops. Eds. CABI. 413 p.

Olympio H. K., (1982). L'igname au Togo. In Yams-Ignames. Pages 173-184.

Orkwor G. C., Asiedu R. and Ekanayake I. J., 1998. *Food Yams. Advances in Reasearch.* IITA and NRCRI, Nigeria, 249 pp.

ONASA / MAEP., (2004/20015) évolution des exportations et des importations du *Bénin* de 2001 à 2009. Rapport annuel d'activité.

Onwueme I. et Hamon, P., (2002). *Dioscorea cayenensis* Lam. [Internet] Fiche de PROTA4U. Oyen, L.P.A. & Lemmens, R.H.M.J. (Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas.

Osagie A. U., (1992). The yams tuber in storage. Postharvest Reasearch Unit. University of Benin. Benin City, Nigeria 247 pp.

Palfi G. et Gulyas S., 1975. Rapid determination of pollen fertility of tow insect pollinated plant species by staning with aid of proline-isatine reation. Act Biol. (Szeged) 31: 49-53.

Pfeiffer, N. E., 1955. Effect of iyophilization on the viability of liliun pollen. Contr. Boyce Thompson. Inst. 18: 153-158.

Picton, J. M. et Steer, M. W., 1983. Evidence for the role of Ca²⁺ ion of tip extension in pollen tubes. J. Theor. Biol. 98: 15-20.

Pinney, K. et Polito, V. S. 1990. Olive pollen storage and *in vitro* germination. Act. Hort. 286: 207-210.

Rankine, L. B. & Ferguson T.U. 1974. Yam production in Jamaïca. A review. Doc. multigraph. Fac. Agric. UWI, trinidad, 94 pages.

Raven, Johnson, Losos, Singer, 2008. Biologie. Editions de Boeck Université. ISBN 978-2-8041-5307-6: 1205p.

Sadik, S. et Okereke, O.U., 1975-b. Flowering, pollen grain germination, fruiting, seed germination and seedling development of white yam, *Dioscorea rotundata*. Annals of Botany, 39: 597-604.

Sarr, A., 1987. Analyse génétique de l'organisation reproductive du mil (*Pennisetum typhoïdes* STPAF et HUBB). Implications pour son amélioration et la gestion des ressources génétiques. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Paris-Sud. Centre d'Orsay :179 p.

Sarsen, T. S. et Vasisht, S., 1983. Effect of sucrose concentration on in vitro germination of fresh and storaed pollen in two arboreal species. Ind. J. For. 6 (2): 120-124.

Sauphanor et Ratnadass., (1985). Problèmes entomologiques liés à la conservation de l'igname en Côte d'Ivoire. Sauphanor B., Ratnadass A. 1985. Agronomie Tropicale, 40 (3) : 261-270.

Scarcelli N., (2005). Structure et dynamique d'une plante cultivée à multiplication végétative : le cas des ignames au Bénin (*Dioscorea* sp.). Thèse de doctorat, Biologie des systèmes intégrés, Agronomie – Environnement, Université de Montpellier II, France.

Segnou, Fatokun, C.A., Akoroda, M. O., and HAHN, S.K., 1992. Studies on the reproductive biology of white yam (*Dioscorea rotundata* Poir.). Euphytica 64: 197-203.

Shivanna, K. R. et Johri, B. M., 1985. The angiosperm pollen. Structure and function. Willey eastern. Ltd. 373 p.

Shivanna, K. R., Lenskens, H. F. et Cresti M., 1991. Pollen viability and pollen vigor. Theor. Appl. Genet. 31: 38-42.

Sidhu, R. J. K. et Malik C. P., 1985. Metabolic role of boron in germination pollen an growing pollen ttubes. Biotechnol. & Ecol. Pollen, Porc. Internat. Conf. Biotechnol. & ecol. Jury 9-11, Amherst. N. H: 273-278.

Sowa, S. et Connor K., 1995. Biochemical changes during pollen germination measured in vitro infrared spectroscopy. Plant science 105: 23-30.

Stanley, H. G., 1971. Pollen chemistry and tube growth. Dans: pollen: Heslop-harrison J. (ed.). Development and physiology. Appleton centry. Crofts, New York 131-155.

Stanley, H. G. et H F. Linskens, 1974. Pollen: Biology, biochemistry and management. Springer-Verlag, New-York. 305 p.

Stensen, J. 2002. Analyse technique et économique des systèmes de reproduction agricoles au Nord de la Côte d'ivoire. Thèse de doctorat N°. 530. Katolieke Universiteit Leuven. 302p.

Synder, E. B. et Clausen K. E., 1974. Pollen handling. Dans: Seeds of Woody Plants in United States. Agric. Handbook No. 450, Chap. IV: 75-97

Thouvenel J. C. et Fauquet C., (1977, 1979). Une mosaïque de l'igname (*Dioscorea spp*) causée un virus filamenteux en Cote - d'Ivoire. CR Acad. Sci. Paris CCLXXXIV, 1947-1949

Thouvenel J.C. et Dumont R., (1990). Perte de rendement de l'igname infectée par le virus de la mosaïque en Côte-d'Ivoire. L'Agronomie Tropicale, 45, 125-129.

Tostain S., Agbangla C. et Daïnou O., (2002). Les ignames *Dioscorea abyssinica* et *D. praehensilis* en Afrique de l'Ouest. Diversité génétique estimée par des marqueurs AFLP. Annale des Sciences agronomiques du Bénin, 3: 1-20.

Trouslot N., (1985). Analyse de la croissance et morphogénèse de l'igname *Dioscorea*. - ORSTOM, 1985. - 369 p.

Tokpa, G., 1988. Amélioration variétale des ignames. Rapport annuel, 1987. Institut des savanes : 7 p.

Tostain S. Agbangla C., Scarcelli N. et al., (2007). Genetic diversity analysis of yam cultivars (*Dioscorea rotundata* Poir) in Benin using simple sequence repeat (SSR) marker. Plant Genetic Resour, 5 :71-81.

Vasil, I. K., 1987. Physiology and culture of pollen. Internat. Rev. Cytol. 107 : 127-174.

Veilleux, L., ST-Arnault D., Mercier S. et Lambany G., 1992. Technique d'analyse des composés employés dans la division de R-D sur les semences, boutures et plants. Ministère des forêts, Direction de la recherche. Guide [interne] d'utilisation 90 p.

Vergano, G. Radicati, L. Martino, I., 1990 investigation on viability and germinability of English walnut pollen. Act. Hort. 284: 285-293.

Vernier P. et Dansi A., (2006). Evaluation participative de cultivars locaux d'ignames (*D. cayennais* et *D. rotundité*) au Bénin. Plant Genetic Resources Newsletter, 147 :38-46.

Vernooy, R., 2003. *Un focus : les semences du monde. L'amélioration participative des plantes.* CRDI, Canada, 120 p.

Vissier, T., 1955. Germination and storage of pollen. Meded. Land bouwhogesch., Wageningen. 55: 1-68.

Webber, J. E. et Bonnet-Masimbert, 1989. Influence of moisture content of forest tree pollen on its response of different viability tests. Ann. Sci. For. 46 (Suppl.): 60-63.

Webber, J. E. et Bonnet-Masimbert, 1993. The response of dishydrated Douglatess-fir (*Pseudotsuga menziesii*) pollen to three *in vitro* viability essays and their relationship to actual fertility. Ann. Sci. For. 50: 1-22.

Webber, J. E., 1995. Pollen management for intensive seed orchard production. Tree physiology 15: 507-514.

Webber, J. E., 1996. Douglas-fir pollen management manuel. 2^e édition. B. C. Ministry of forests. Victoria, Work Paper 02/1996. 91 p.

Whelan, R. J. et Goldingay, R. L., 1989. Factors affecting fruit-set in *Telopea syeciosissima* (Proteaceae): the importance of pollen. J. Ecol. 77: 1123-1 134.

Widen, B. and Widen, M. 1990. Pollen limitation and distance dependent fecondity in females of the clonal gynodioecious. Oecologia 83: 191-196.

Won Lee, C., Thomas J. C., et Buchmann S. L., 1985. Factors affecting *in vitro* germination and storage of jojoba pollen. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110 (5): 671-676.

Wyatt, R., 1983. Pollinator-Plant interactions and the evolution of breeding systems. In pollination biology Eds Real, L. Academic Press; London.

Yolou M., (2012). Biologie de la reproduction sexuée des ignames africaines cultivées *Dioscorea cayenensis* - *D. rotundata*: Cas de la Commune de Ouaké. Thèse de Master en Génétique, en Biotechnologies et Ressources Biologiques. Fast/Université d'Abomey-Calavi, 61 p.

Yolou M, Anizèhou I, Dossou-yovo R, Akoègninnou A, Zongo JD et Zoundjihékpou J, 2015a. Etat des lieux de la reproduction sexuée des ignames africaines *Dioscorea cayenensis* – *Dioscorea rotundata* cultivées au Bénin. Int. J. Biol. Chem. Sci. 2174.

Yolou M, Zoundjihékpou Jeanne, Assaba Elie Idossou, Anizehou Ida, Akoègninnou Akpovi 2015b : La floraison des ignames africaines cultivées (*D. cayenensis* – *D. rotundata* et *D. dumetorum*) dans les champs des producteurs du Centre-Bénin (article soumis à Journal of Applied Biosciences).

Yolou M, Zoundjihékpou Jeanne, Tiama Djakaridia, Anizèhou Sèssi Ida Assaba Elie Idossou, Adéchokan Hibath Audrey Agbékè Mahougnon, Zongo Jean Didier et Akoègninnou Akpovi. 2015c. Evaluation of yam (*Dioscorea cayenensis* – *Dioscorea rotundata*) seed germination grown in Centre Benin. International Journal of Advanced Research, Volume 3, Issue 12, 277 – 284.

Wilson, J. E.1980. Careful storage of yams. Common-wealth Secretariat, London, England. 8p.

Yolou M., 2016. Diversité génétique des ignames africaines cultivées (Complexe *Dioscorea cayenensis* – *D. rotundata* et *D. dumetorum*) et perception des paysans du Centre-Bénin des questions des droits de propriété intellectuelle. Thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin 155p.

Zannou A., Richards P., Struik P C., (2006). Knowledge on yam variety development: insights from farmers' and researchers' practices. Know. Manage. Dev. J. 2(3):30-39.

Zoundjihékpou J., Essad S. et Toure B., (1990). Dénombrement chromosomique dans dix groupes variétaux du complexe *Dioscorea cngtenezsis-rotundata*. Cytologia 55: 115 - 120.

Zoundjihékpou J., (1991). Floral biology of cultivated yams of West Africa, *Dioscorea cnyerzeizsis-rotundnta*. Plant Sciences Today. Ed. INRA, Y. de KOUCHKOVSKY. Paris, FRANCE. Les Colloques N° 59 : 84.

Zoundjihékpou J., (1993). Biologie de la reproduction et génétique des ignames cultivées de l'Afrique de l'ouest, *Dioscorea cayenensis-rotundata*, Thèse de Doctorat d'Etat, Université Nationale de Côte d'Ivoire. p. 306.

Zoundjihékpou J., Hamon P., Hamon S. et Tio-Touré B, (1995). Relation entre germination, mise à fleurs et niveau de prélèvement des semenceaux d'ignames du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata*. Agronomie Africaine. 7(3): 223-235.

Zoundjihékpou J., Hamon P., Noirot M., Tio-Touré B. et Hamon S., (1997). Flowering synchronisation between male and female West African cultivated yams (*Dioscorea cayenensis-rotundata* complex). Euphytica. 95(3): 371-375.