

**DETERMINISME DE LA GERMINATION *IN SITU* CHEZ *Garcinia kola* EN ZONE GUINEO-CONGOLAISE AU BENIN**

AZALOU-TINGBE Nondégnissè Claude^{*1}, AHANHANZO Corneille², ASSOGBADJO E. Achille³, HOUEDJISSIN Sètonджи Serge⁴, AFFOSSOGBE Sèdjro Antoine Tranquillin⁵, CACAÏ Habib Todjro Gilles⁶

1. Doctorant, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Département de Génétique et des Biotechnologies (D/GB), Laboratoire Central des Biotechnologies Végétales et d'Amélioration des Plantes (LCBVAP) ; Département de l'Aménagement et de Gestion des Ressources Naturelles (D/AGRN), Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), 01 BP : 1534, Abomey-Calavi, azaloutingbenondegnisseclaud@yahoo.com. Il est l'auteur correspondant.
2. Professeur Titulaire (PT), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Département de Génétique et des Biotechnologies (D/GB), Laboratoire Central des Biotechnologies végétales et d'Amélioration des Plantes (LCBVAP) ; Centre Béninois de la Recherche Scientifique et Technique (CBRST), 01 BP : 526 Cotonou, Email : corneillea@yahoo.com
3. Professeur Titulaire (PT), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Département de l'Aménagement et de Gestion des Ressources Naturelles (D/AGRN), Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), 05 BP : 1752, Cotonou, Email : assogbadjo@yahoo.fr
4. Docteur (PhD), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Département de Génétique et des Biotechnologies (D/GB), Laboratoire Central des Biotechnologies Végétales et d'Amélioration des Plantes (LCBVAP), 01 BP : 526 Cotonou, Email : sergesth01@yahoo.fr.
5. Master of Sciences, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Département de l'Aménagement et de Gestion des Ressources Naturelles (D/AGRN), Laboratoire de Biomathématiques et d'Estimation Forestières (LABEF), 04 BP : 1525, Cotonou, Email : tranqaffos@gmail.com
6. Maître Assistant (MA), Université d'Abomey-Calavi, Département de Génétique et des Biotechnologies (D/GB), Laboratoire Central des Biotechnologies Végétales et d'Amélioration des Plantes (LCBVAP), 01 BP : 526 Cotonou, Email : caghat@yahoo.fr



RESUME

Garcinia kola est une espèce multi-usage classée parmi les dix espèces prioritaires qui doivent être évaluées et améliorées. Malheureusement, elle est en déclin en Afrique en général et au Bénin en particulier à cause de la difficulté de germination de ses graines, des nombreuses menaces socio-anthropologiques et de sa culture très limitée. Il est alors urgent de restaurer de manière participative avec les populations locales, l'espèce dans ses zones agroécologiques favorables. C'est dans ce cadre que la présente étude a été initiée afin d'étudier la variabilité inter et intra district phytogéographique de la cinétique de germination in situ chez *Garcinia kola* afin restaurer l'espèce dans son habitat naturel. 256 graines ont été collectées à partir de deux types de fruits échantillonnés (fruits mûrs cueillis de l'arbre et fruits mûrs tombés de l'arbre) dans deux districts (district phytogéographique de Pobè et district phytogéographique de la vallée de l'Ouémé). 16 traitements ont été appliqués à chaque graine avec 4 répétitions. Les temps moyens de germination ont été collectés aussi bien sur les graines appartenant à chaque district phytogéographique que sur les graines issues d'un district phytogéographique et germées dans un autre district phytogéographique. Une analyse de variance ANOVA avec permutation et interaction sur variables quantitatives a été faite sur l'ensemble des données suivit des graphiques des histogrammes avec barre d'erreur surmonté des valeurs moyennes. Afin de voir le facteur impactant le temps de germination des graines, une analyse de variance avec permutation a été utilisée précédé de la vérification de la normalité de l'homosedasticité lié au temps moyen de germination. Les résultats ont montré que non seulement le type de graine, le district phytogéographique et le traitement, influencent le temps moyen de germination in situ, mais aussi que les traitements impliquant l'enlèvement de téguments, le trempage de graines ainsi que les semis dans des troncs de bananiers, optimisent le temps moyen de germination chez *Garcinia kola*. Aussi, les résultats ont montré que les Graines Issues des Fruits Mûrs Tombés de l'Arbre (GIFMTA) ayant subies le traitement « Graine Non Scarifié Sans Tégument Avec un Trempage de 48 heures dans l'eau et semée dans un tronc de bananier (GNSSTA48B) » sont plus propices à la germination in situ de *Garcinia kola* au Bénin. Ces résultats impliquent que la germination de *Garcinia kola* peut se faire in situ par les populations locales avec des matériels disponibles et qui sont à leur portée.



Mots clés : *Traitement, fruits, graine, temps moyen de germination, in situ.*

ABSTRACT

Garcinia kola is a multi-use species listed among the top ten priority species that need to be evaluated and improved. Unfortunately, it is in decline in Africa in general and in Benin in particular because of the difficulty of germination of its seeds, the many socio-anthropological threats and its very limited cultivation. It is therefore urgent to restore, in a participatory manner with local populations, the species in its favorable agroecological zones. It is in this context that the present study was initiated to study the inter and intra phytogeographic variability of in situ germination kinetics in *Garcinia kola* in order to restore the species to its natural habitat. 256 seeds were collected from two types of fruits sampled (ripe fruits picked from the tree and ripe fruits fallen from the tree) in two districts (Pobè phytogeographic district and Ouémé valley phytogeographic district). 16 treatments were applied to each seed with 4 repetitions. The mean germination times were collected both from seeds belonging to each phytogeographic district and from seeds originating from one phytogeographic district and germinated in another phytogeographic district. An ANOVA analysis of variance with permutation and interaction on quantitative variables was carried out on all the data followed by graphs of histograms with error bar topped by the mean values. In order to see the factor impacting the seed germination time, a permutation analysis of variance was used preceded by the verification of the normality of the homoscedasticity related to the mean germination time. The results showed that not only the type of seed, the phytogeographic district and the treatment, influence the mean germination time in situ, but also that the treatments involving the removal of seed coats, the soaking of seeds as well as the sowing in seedlings banana trunks, optimize the average germination time in *Garcinia kola*. Also, the results showed that the seeds from Ripe Fallen Fruits of the Tree (GIFMTA) having undergone the treatment "Unscarified Seed Without Tegument With 48 hours soaking in water and sown in a banana tree trunk (GNSSTA48B)" are more conducive to in situ germination of *Garcinia kola* in Benin. These results imply that the germination of *Garcinia kola* can be done in situ by the local populations with available materials which are within their reach.

Key words: *Treatment, fruits, seed, mean time to germination, in situ.*



INTRODUCTION

Garcinia kola est une espèce multi-usage appartenant à la famille des Clusiaceae (Akoègninou *et al.*, 2006). Cette espèce a une très grande importance médicale, économique, commerciale, industrielle, alimentaire, usuelle, socio-culturelle et culturelle (sur le plan spirituel magico-religieux) (Uko *et al.*, 2001 ; Nicole *et al.*, 2001 ; Guedje et Fankap, 2001; Codjia *et al.*, 2018 ; Djotan *et al.*, 2018). En raison de son importance et de son statut de conservation, il a été classé parmi les dix espèces prioritaires qui doivent être évaluées et améliorées (Assogbadjo *et al.*, 2017). *Garcinia kola* est endémique dans la végétation humide de la forêt pluviale de basses terres d'Afrique occidentale et centrale et se développe dans les zones côtières et les plaines de basse altitude (Adebisi, 2004 ; Vivien et Faure, 2011). Au Bénin, elle se retrouve surtout dans le district phytogéographique côtier, dans le district phytogéographique de Pobè, dans le district phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé et dans le district phytogéographique du Plateau (Neuschwander *et al.*, 2011). Elle occupe au Bénin, la troisième place parmi les plantes médicinales en termes de nombre de recettes dans lesquelles elle est incorporée (Souza de, 2001, Eyog-Matig *et al.*, 2007). Elle représente l'espèce prioritaire pour la conservation suivant les critères de répartition, de multiplication, d'utilisations potentielles et d'échanges régionaux (Eyog Matig *et al.*, 2000).

Malheureusement, *Garcinia kola* est en déclin en Afrique en Général et au Bénin en particulier (Cheek, 2004 ; Neuenschwander *et al.*, 2011). La difficulté de germination de ses graines (Savi, 2018), les nombreuses menaces socio-anthropologiques (Adebisi, 2004 ; Vivien et Faure, 2011 ; Kouchadé, 2013 ; Codjia *et al.*, 2018 ; Dadjo *et al.*, 2018), ainsi que sa culture très limitée malgré son importance socioculturelle et économique au Bénin (Dah-Nouvlessounon *et al.*, 2015), l'ont inscrite sur la liste rouge de l'IUCN comme « vulnérable » (Yaoitcha *et al.*, 2014 ; UICN, 2001 ; IUCN, 2020). Il est alors urgent de restaurer l'espèce dans ses zones agroécologiques favorables (UICN, 2001 ; Dadjo, 2019). La restauration d'une espèce passe nécessairement non seulement par la maîtrise de ses techniques de régénération dont celles liées à la germination des graines, mais aussi par l'étude du déterminisme naturel de la germination (Eyog-Matig *et al.*, 2006 ; Andrianaivo, 2009 ; Amani *et al.*, 2015 ; Dadjo, 2019).



Malheureusement au Bénin, les producteurs ruraux ne produisent pas considérablement *Garcinia kola* non seulement à cause des difficultés de germination, mais aussi à cause des préjugés locaux et socio-anthropologiques (Codjia *et al.*, 2018 ; Dadjo, 2019). Le taux de germination ainsi que le temps moyen de germination de l'espèce sont très faibles (Eyog-Matig *et al.*, 2006 ; 2007 ; Kouchadé, 2013 ; Dadjo, 2019). Afin de surmonter facilement la dormance des graines et améliorer la germination chez *Garcinia kola*, plusieurs études ont été entreprises au Bénin (Kouchadé, 2013 ; Savi, 2018 ; Dadjo, 2019), au Cameroun (Kanmegne et Omokolo, 2008), au Nigéria (Nzegbule et Mbakwe (2001) ; Anegbah *et al.*, 2006 ; Adeyemi *et al.*, 2016), au Ghana (Agyili *et al.*, 2007), et en Côte d'Ivoire (Emmanuel et Roy, 2001). Mais force est de constater que la majorité des travaux réalisés pour améliorer la germination de *Garcinia kola* au Bénin, ont été menées en milieu contrôlé et en station ; ce qui ne facilite pas l'accès du monde rural aux techniques optimales de germination de *Garcinia kola*. En effet, de la majorité de ces travaux, aucune procédure standard n'a été prescrite aux populations rurales. D'un autre côté, Eyog Matig *et al.* (2007) signalent que les boutures sont très difficiles à enraciner et cette technique réussit très rarement. La restauration d'une espèce vulnérable ne peut se faire sans l'expérimentation de procédés accessibles aux producteurs locaux afin de mettre à leur disposition des fiches techniques efficaces ainsi que des matériels facilement disponibles pour une germination optimale de l'espèce (UICN, 2001 ; Andrianaivo, 2009 ; Eyog Matig *et al.*, (2007)). De plus Kouchadé (2013), précise que la sauvegarde et la restauration de l'espèce *in situ* passe par la mise en place de jardins à *Garcinia kola* dans ses localités favorables. Il existe peu de documentation sur des essais *in situ* de traitements de germination chez *Garcinia kola* dans les phytodistricts favorables à sa croissance et à son développement. C'est dans ce cadre que la présente étude a été initiée afin d'étudier la variabilité inter et intra district phytogéographique de la cinétique de germination *in situ* chez *Garcinia kola*. Spécifiquement, il s'agit de :

- Analyser la variation du temps moyen de germination *in situ* suivant le type de graine, le district phytogéographique et le traitement ;
- Déterminer le traitement optimisant au mieux le temps moyen de germination *in situ* des graines de *Garcinia kola*.

De ces objectifs spécifiques, découlent les hypothèses de travail ci-après :



- Le type de graine, le district phytogéographique et le traitement, influencent le temps moyen de germination in situ chez *Garcinia kola* ;
- Le traitement impliquant l'enlèvement de téguments, le trempage de graine ainsi que le semis dans des troncs de bananiers, optimise au mieux le temps moyen de germination chez *Garcinia kola*.

1. METHODOLOGIE

La mise en application et la réalisation de cette expérience s'est faite suivant la méthodologie que voici.

1.1. Méthodologie d'échantillonnage et traitement des semences

Les graines de *Garcinia kola* ont été collectées dans deux districts, il s'agit du district phytogéographique de Pobè et du district phytogéographique de la vallée de l'Ouémé. Dans chacun de ces districts, 21 pieds de l'espèce ont été identifiés pour la collecte des échantillons de semences. La figure 1 illustre non seulement la répartition géographique des arbres sur lesquelles les semences ont été collectées mais aussi les sites d'expérimentation. .

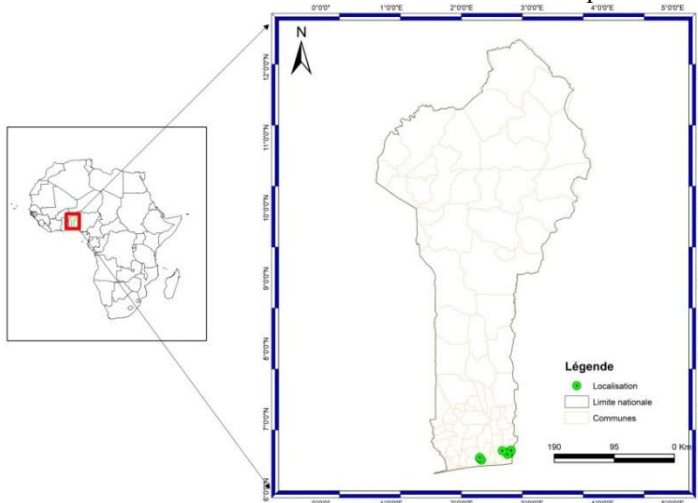




Figure 1 : Répartition géographique d'arbres ayant servi de sites de collecte et d'expérimentation.

Deux types de fruits ont été échantillonnés (fruits mûrs cueillis de l'arbre et fruits mûrs tombés de l'arbre). De ces fruits, ont été extraites des graines. Après extraction des graines, nous avons procédé à un triage, qui consiste à retirer du lot les graines malformées ou présentant des signes d'infection. Après ces opérations, 256 graines ont été retenues soit 128 graines par district phytogéographique. Ces graines ont été par la suite réparties en deux groupes de graines : les graines issues des fruits cueillis de l'arbre et les graines issues des fruits tombés de l'arbre. Chaque groupe a été scindé en 2 sous-groupes : le sous-groupe des graines sans tégument et celui avec les graines avec téguments. Dans chaque sous-groupe, on note les graines scarifiées et les graines non scarifiées. Chacune de ses graines, a subi un trempage de 48 heures mais aussi un trempage de 00 heure (qui a constitué le témoin de l'expérience), avant d'être semée dans des troncs de bananiers d'une part et dans des pots en sachets de polyéthylène d'autre part. Cette méthodologie est une méthodologie de Kouchadé (2016) qui a été complétée et améliorée dans cette présente étude à travers l'ajout de facteurs importants que sont : « la scarification et la non scarification des graines », « les Graines issues des fruits mûrs tombés de l'arbre et les graines issues des fruits mûrs cueillis de l'arbre », « les graines appartenant à chaque district phytogéographique et les graines d'un district phytogéographique, semées dans un autre district phytogéographique », « Trempage pendant 00 heure ». Au total, dans cette étude, 16 traitements ont été appliqués aux graines qui ont été semées suivant les dispositifs qui suivent :

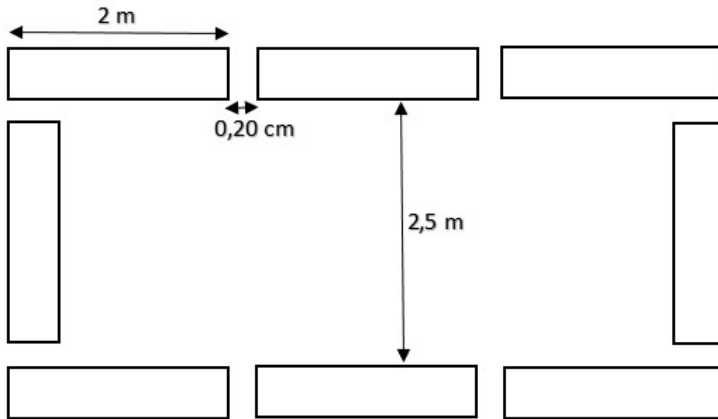
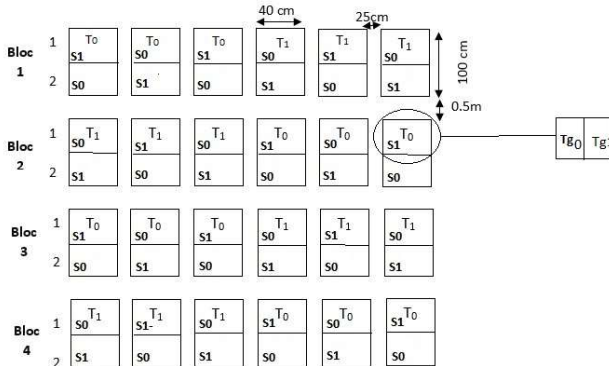


Figure 2 : Dispositif mettant en jeu les plants de bananerais



Légende : T₀= graine non trempé T₁ = graine trempé

S₀= Graine sans tégument, S₁ = Graine avec tégument, 1= ligne de premiers facteurs, 2= ligne de deuxième facteurs.

Tg₀= graine avec tégument, Tg₁= graine sans tégument

Figure 3 : Plan expérimental de culture de *Garcinia kola* sur le site expérimental.

1.2. Méthodologie de collecte des données de germination



Les collectes des données de germination ont été faites sur la base d'une fiche de donnée préétablie. Ainsi, après arrosage des semis, matins et soirs, une observation de germination est faite chaque semaine, afin de voir si les graines ont germées ou pas. Cette information nous a permis de calculer le temps moyen de germination des graines. Afin de tester si le district phytogéographique a une influence sur la germination des graines, les temps moyens de germination ont été collectés à partir des graines provenant d'un district phytogéographique qui ont été germées dans l'autre district phytogéographique.

1.3. Méthodologie d'analyse de données

Plusieurs groupes de variables constitués en feuilles dans le Tableur Excel ont été utilisés. Il s'agit du temps moyen de germination des graines de *Garcinia kola* par district et répartie par type de graines (graines issues de fruits mûrs cueillis de l'arbre et graines issues des fruits mûrs tombés de l'arbre). A partir de ces bases de données, le temps moyen de germination des graines de *Garcinia kola*, a été calculé par district et par traitement suivant la formule ci-après (Yousheng et Sziklai, 1985) :

$$TMG = \frac{\sum_{i=1}^n (ni * di)}{\sum_{i=1}^n ni}$$

ni= nombre de graines germées au jour **d** dans le pot **i** ; **di**= jour de germination de la graine du pot **i**, **ou** jour auquel un nombre donné de graines germées est enregistré.

Ce calcul nous a permis de faire une reconstitution des données. Deux variables étaient répétées au sein de chacune des feuilles du classeur Excel constitué, il s'agit des variables « type de graine » avec deux modalités et « district » avec quatre modalités. Sur cette base s'est faite des tests de normalité, d'égalité ou d'homogénéité de variance dans le logiciel R. Au cours de l'analyse de ces feuilles, il a été remarqué que les répétitions pour chaque type de fruits étaient non seulement restreintes mais aussi pour chacune des variables, les conditions de normalité étaient violées, c'est-à-dire que les données ne suivaient pas une distribution normale. A cet effet, une analyse de variance ANOVA avec permutation et interaction sur variables quantitatives a été faite sur l'ensemble des données suivit des

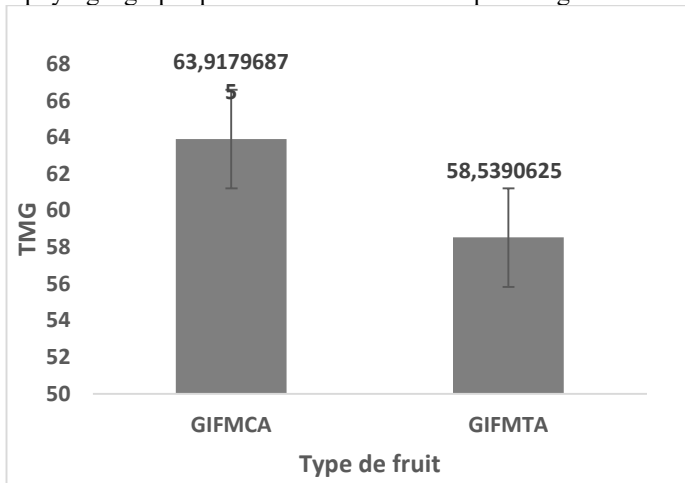
graphiques des histogrammes avec barre d'erreur surmonté des valeurs moyennes. Afin de voir le facteur impactant le temps de germination des graines, une analyse de variance avec permutation a été utilisée précédé de la vérification de la normalité de l'homosedasticite lié au temps moyen de germination.

2. RESULTATS

2.1. Variation du temps moyen de germination suivant le type de graine, les districts phytogéographiques et le traitement

2.1.1. Variation du temps moyen de germination suivant le type de graine, tout district phytogéographique confondu

L'évolution du temps moyen de germination suivant le type de graine tout district phytogéographique confondu est illustrée par la figure 4.



GIFMCA : Graine Issue de Fruit Mûr Cueilli de l'Arbre ; GIFMTA : Graine Issue de Fruit Tombée de l'Arbre.

Figure 4: Evolution du temps moyen de germination suivant le type de graine tout district phytogéographique confondu.

Il ressort de l'analyse de cette figure 4 que les graines issues des fruits mûrs tombés de l'arbre, germent plus vite (58,5 jours) que celles qui sont issues des fruits mûrs cueillis de l'arbre (63.9 jours). Au regard de ces résultats, le type de graine influence la germination des graines de *Garcinia kola* ; mais une telle hypothèse ne pourra être validée qu'à travers des tests statistiques. La figure 5 illustre les images de quelques graines germées.



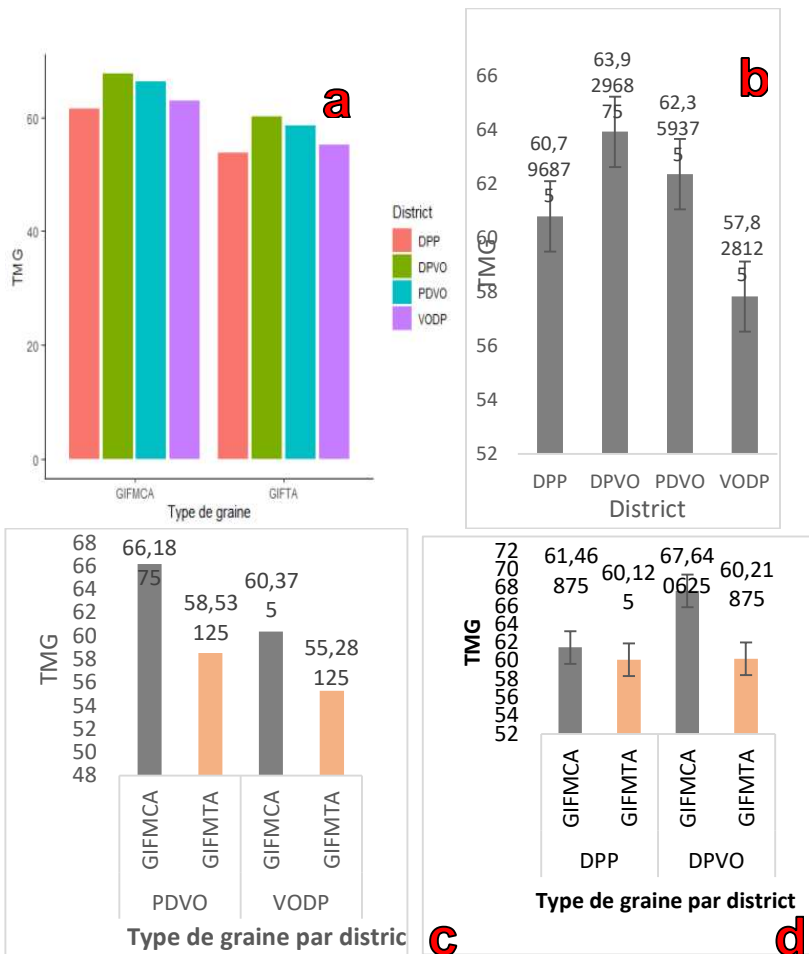
Photos prises par Claude N. AZALOU-TINGBE (2020)

Figure 5 : Exemple de quelques graines germées. a) Exemples de graines germées dans les pots ; b) Exemple de graine germée dans un tronc de bananier.



2.1.2. Variation du temps moyen de germination *in situ* suivant les types de graines et les districts

Les résultats liés au temps moyen de germination *in situ* de *Garcinia kola* suivant les types de graines et les districts sont présentés par la figure 5.





GIFMCA : Graine Issue de Fruit Mûr Cueilli de l'Arbre ; GIFTA/GIFMTA : Graine Issue de Fruit Tombée de l'Arbre ; DPP : District Phytogéographique de Pobè ; DPVO : District Phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé ; PDVO : Graines du district phytogéographique de Pobè, semées dans le District phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé ; VOPD : Graines du district phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé, semées dans le District phytogéographique de Pobè.

Figure 5 : Temps moyen de germination de *Garcinia kola* suivant les types de graines et les districts. a) histogramme issu des statistiques descriptives des données relatives au temps moyen de germination en fonction des graines et des districts ; b) histogramme issu des inférences statistiques des données relatives au temps moyen de germination en fonction des types de graines semées dans leur propre district phytogéographique ; c) histogramme issu des inférences statistiques des données relatives au temps moyen de germination en fonction des types de graines dont les provenances ont été inversées ; d) histogramme de fréquences représentant le temps moyen de germination en fonction des types de graines dans chaque district de provenance d'une part et des types de graines dont les provenances ont été inversées d'autre part.

De l'exploitation de la figure 5a, il revient de noter que, quand on considère chaque district phytogéographique, les graines issues des fruits mûrs tombés de l'arbre (GIFMTA), ont en moyenne un temps de germination beaucoup plus court (54 jours pour le DPP, 62 pour le DPVO, 58 pour PDVO et 56 pour VODP) que le temps de germination des graines issues des fruits mûrs cueillis de l'arbre (GIFMCA) (63 pour DPP, 70 pour DPVO, 67 pour PDVO et 65 pour VODP).

Les figures 5b, 5c et 5d illustrant des inférences statistiques des données relatives au temps moyen de germination en fonction des types de graines dans chaque district de provenance, montre que quel que soit les types de graines, le temps de germination est plus court dans le district phytogéographique de Pobè que dans le district phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé. Les figures 5c et 5d illustrent des inférences statistiques des données relatives au temps moyen de germination en fonction des types de graines dont les provenances ont été inversées. Ces figures montrent que les graines (tout type confondu) du district phytogéographique de Pobè germées dans le district phytogéographique de la vallée de l'Ouémé ont vu leur temps moyen de germination augmenter de 2 jours [61 jours en



moyenne quand on considère les types de graines (figure 5b) et 63 jours en moyenne quand on considère les types de graines (figure 5c) ; cette augmentation de 2 jours s'est également confirmée sur la figure 5d. Les figures 5c et 5d montrent aussi que les graines (tout type confondu) du district phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé germées dans le district phytogéographique de Pobè ont vu leur temps moyen de germination baissé de 6 jours [64 jours en moyenne quand on considère les types de graines (figure 5b) et 58 jours en moyenne quand on considère les types de graines (figure 5c) ; cette diminution de 6 jours s'est également confirmée sur la figure 5d. Au regard de ces résultats, le district phytogéographique de Pobè serait plus favorable à une excellente germination que le district phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé ; mais une telle hypothèse ne pourra être validée qu'à travers des tests statistiques.

2.1.3. Variation du temps moyen de germination suivant le traitement, tout district phytogéographique confondu, toute provenance confondue

Les résultats liés à l'évolution du temps moyen de germination *in situ* suivant le traitement, toute provenance confondue sont présentés par la figure 6.

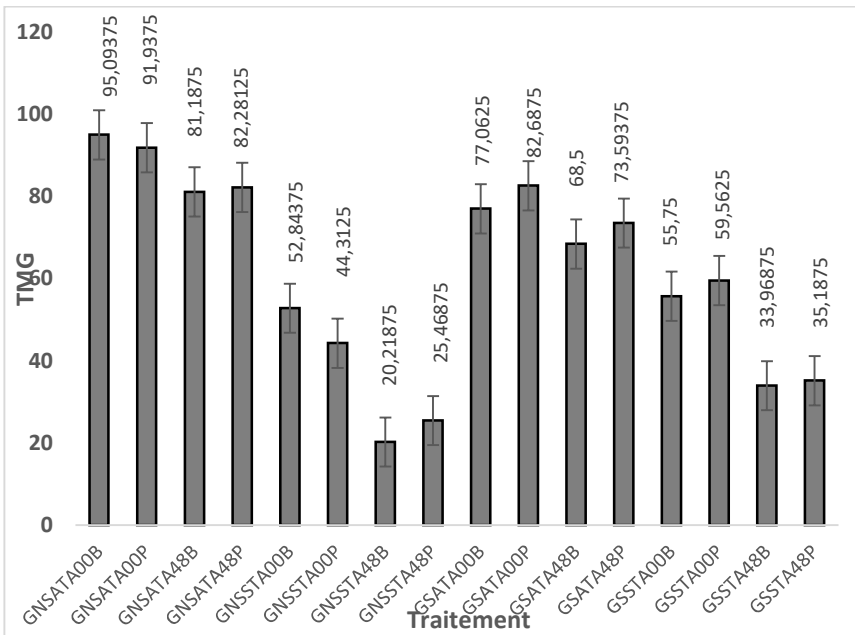


Figure 6: Evolution du temps moyen de germination suivant le traitement, tout district phytogéographique confondu, toute provenance confondue.

L'application de traitement a montré que quel que soit le district phytogéographique ou la provenance, les graines non scarifiées, sans tégument et semées dans les troncs de bananier après 48h de trempage (GNSSTA48B) ont donné les meilleurs temps de germination soit environ 21 jours. Les graines non scarifiées, avec tégument, semées dans les troncs de bananier sans trempage (GNSATA00B) ont obtenu les plus long temps moyen de germination soit 96 jours. On remarque ici que la présence de téguments ralentit considérablement la germination des graines [en témoin GNSATA00B (96 jours), GNSATA00P (92 jours), GNSATA48B (82), GNSATA48 P (83)] et que la scarification des graines améliore également la germination [en témoin GSATA00B (78 jours) et GNSATA00B (96 jours), GSATA00P (81 jours) et GNSATA00P (92 jours), GSATA48B (69 jours) et GNSATA48B (82 jours), puis GSATA48P

(74 jours) et GNSATA48P (83 jours)]. Aussi, le semi en pots diminue légèrement la germination de 5.25 jours, comme en témoigne GNSSTA48B.



Photos de Claude N. AZALOU-TINGBE (2020)

Figure 7: Méthode de semis dans les troncs de bananiers. a) Recherche de troncs de bananiers à sectionner; b) Section des troncs de bananiers ; c) Réalisation de trous de semis ; d) semis des graines ; e) Mise en terre des troncs de bananiers contenant les semis.

Au regard de ces résultats, le traitement influence fortement la germination des graines de *Garcinia kola* ; mais une telle hypothèse ne pourra être validée qu'à travers des tests statistiques. La figure 7 illustre la méthode de semis dans les troncs de bananiers.

Facteurs impactant statistiquement le temps de germination des graines



Les résultats du test d'analyse de variance avec permutation, précédé de la vérification de la normalité de l'homoscedasticité lié au temps moyen de germination, sont consignés dans la figure 8.

Tableau : Résultats récapitulatifs des tests statistiques. a); b); c) ; d); e); f).

A					
Résultats des tests statistiques d'influence du district et du type de fruit sur la germination					
Paramètres	Sum sq	Df	Mean sq	F value	Prob (>F)
District	157	1	157.03	0.2197	0.632
Type fruit	307	1	307.34	0.43	0.533
District:Type fruit	148	1	147.77	0.2067	0.646
Residuals	42888	60	714.79		

B					
Résultats des tests statistiques d'influence du district et du traitement sur la germination					
Paramètres	Sum Sq	Df	Mean Sq	F value	Pr (>F)
District	157	1	157.03	0.9471	0.355
Traitement	35667	15	2377.77	14.3414	0.001
District:Traitement	2371	15	158.04	0.9532	0.514
Residuals	5306	32	165.8		

C					
Résultats des tests statistiques d'influence du type de fruit et du traitement sur la germination					
Paramètres	Sum Sq	Df	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Type fruit	307	1	307.34	1.9501	0.185
Traitement	35667	15	2377.77	15.0873	0.001
Type fruit:Traitement	2483	15	165.51	1.0502	0.462
Residuals	5043	32	157.6		

D					
Résultats des tests statistiques d'influence du type de graine et du traitement sur la germination					
Paramètres	Sum Sq	Df	Mean Sq	F value	Pr (>F)



District	157	1	157.03	0.2197	0.644
Type graine	307	1	307.34	0.43	0.496
district:Type graine	148	1	147.77	0.2067	0.632
Residuals	42888	60	714.79		

E**Résultats des tests statistiques d'influence du district et du traitement sur la germination**

Paramètres	Sum Sq	Df	Mean Sq	F value	Pr (>F)
District	157	1	157.03	0.9471	0.359
Traitement	35667	15	2377.77	14.3414	0.001
District:Traitement	2371	15	158.04	0.9532	0.546
Residuals	5306	32	165.8		

F**Résultats des tests statistiques d'influence du type de graine et du traitement sur la germination**

Paramètres	Sum sq	Df	Mean sq	F value	Pr (>F)
Type graine	307	1	307.34	1.9501	0.173
Traitement	35667	15	2377.77	15.0873	0.001
Type graine: Traitement	2483	15	165.51	1.0502	0.447
Residuals	5043	32	157.6		

L'analyse du **tableau 8a** montre que ni le district [Prob (>F)=0,632], ni le type de fruit [Prob (>F)= 0.533], ni l'interaction du type de fruit avec le district [Prob (>F)= 0.646], n'ont d'impact significatif sur le temps moyen de germination des graines.

Le **tableau de la figure 8b** ci-dessus indique que ni le district [Prob (>F)= 0.355], ni l'interaction entre le district et le traitement [Prob (>F)= 0.514] n'influence le temps moyen de germination. Mais seul le traitement [Prob (>F)= 0.001] influence fortement le temps moyen de germination des graines.

Du **tableau de la figure 8c**, il ressort également que ni le type de fruit [Prob (>F)= 0.185], ni l'interaction entre le type de fruit et le traitement [Prob (>F)= 0.462] n'influence la germination des graines. Mais seul le traitement [Prob (>F)= 0.001] influence le temps moyen de germination des graines.



Les tableaux des figures 8d, 8e et 8f sont celles issus du test ANOVA avec permutation pour les graines de Pobè dans la vallée de l'Ouémé et aussi pour les graines de la vallée de l'Ouémé installé dans la zone de Pobè.

Le tableau de la figure 8d montre que ni le type de graine [Prob (>F)= 0.496], ni le district [Prob (>F)= 0.644], ni l'interaction entre le district et le type de graine [Prob (>F)= 0.632], n'ont d'impact sur le temps moyen de germination des graines.

Le tableau de la figure 8e montre que ni le district [Prob (>F)= 0.359], ni l'interaction entre le district et le traitement [Prob (>F)= 0.546] n'ont d'impact sur la germination des graines. Mais le traitement [Prob (>F)= 0.001] influence significativement le temps moyen de germination des graines.

Le tableau de la figure 8f montre que ni le type de graine [Prob (>F)= 0.173], ni l'interaction entre le type de graine et le traitement [Prob (>F)= 0.447] n'ont d'impact sur la germination des graines. Mais le traitement [Prob (>F)= 0.001] influence significativement le temps moyen de germination des graines.

En conclusion, on remarque que seul le traitement influence le temps moyen de germination des graines de *Garcinia kola*.

2.2. Traitement optimisant le temps de germination des graines de *Garcinia kola*

Les récents résultats montrent que le traitement influence la germination des graines de *Garcinia kola*. Il est alors important de connaître parmi les traitements, le traitement le plus optimal pour un meilleur temps de germination des graines de *Garcinia kola*. A cet effet, des interactions plot entre type de fruits et traitement sont nécessaire tout district phytogéographique confondu.

2.2.1. Interaction plot entre type de fruits et traitement

L'interaction plot entre « type de fruits » et « traitement », tout district phytogéographique confondu, est présentée par la figure 9, qui illustre le graphique d'interaction entre les deux types de fruits lié aux traitements.

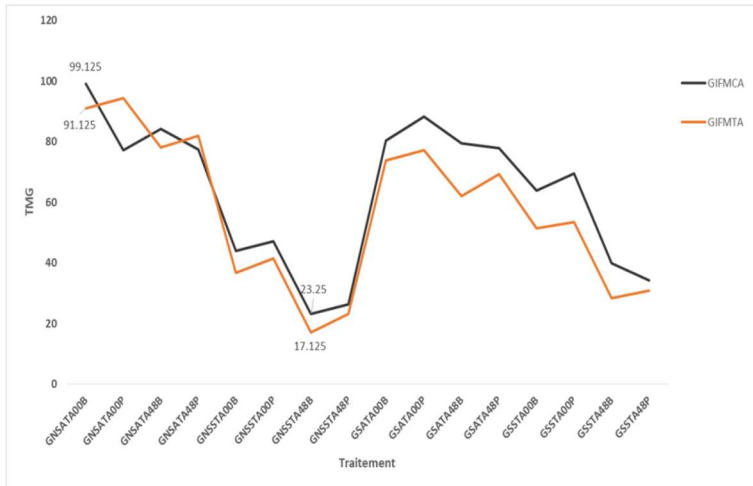


Figure 9 : Interaction plot entre type de fruits et traitement

Il ressort de l'exploitation de cette figure 9 que les graines issues des fruits mûrs tombés de l'arbre présentent un meilleur temps de germination surtout au niveau du traitement Graine Non Scarifiées Sans Tégument Avec 48 heures de trempage et semées dans des troncs de Bananiers (GNSSTA48B) ; soit 18 jours. Le meilleur temps de germination est aussi obtenu pour le même traitement pour les graines issues des fruits mûrs cueillis de l'arbre ; soit 24 jours.

2.2.2. Interaction plot entre type de fruits et traitement dans le district phytogéographique de Pobè

L'interaction plot entre type de fruits et traitement, dans le district phytogéographique de Pobè est présentée par la figure 10, qui illustre le graphique d'interaction entre les deux types de fruits lié aux traitements, dans ce district.

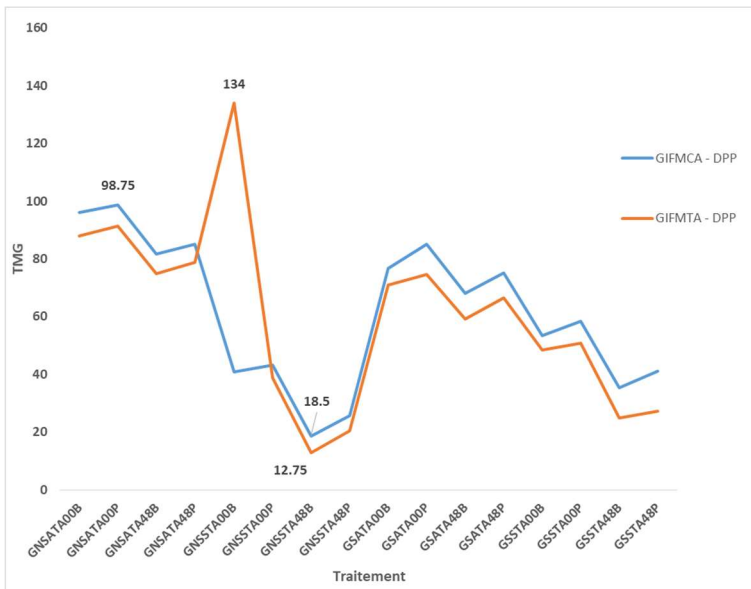


Figure 10 : Interaction plot entre type de fruits et traitements dans le district phytogéographique de Pobè.

L'interaction plot entre traitements et type de graines dans le district phytogéographique de Pobè, sur le temps moyen de germination montre que le traitement GNSSTA48B montre un meilleur temps de germination pour les graines issues de fruits mûrs tombés de l'arbre provenant du district phytogéographique de Pobè; soit un temps moyen de germination de 13 jours. Ce temps est le meilleur temps de germination obtenu pour tous les types de graines et pour les deux provenances de graines.

2.2.3. Interaction plot entre type de fruits et traitement dans le district phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé

L'interaction plot entre type de fruits et traitement, dans le district phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé est présentée par la figure 11, qui illustre le graphique d'interaction entre les deux types de fruits lié aux traitements, dans ce district.

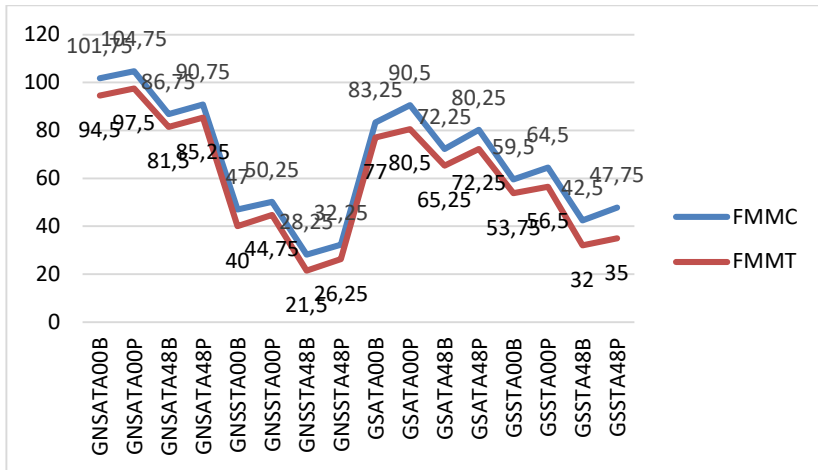


Figure 11 : Interaction plot entre type de fruits et traitements dans le district phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé.

L'interaction plot entre traitements et type de graines dans le district phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé, sur le temps moyen de germination montre que le traitement GNSSTA48B montre un meilleur temps de germination pour les graines issues de fruits mûrs tombés de l'arbre provenant du district phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé; soit un temps moyen de germination de 22 jours.

3. DISCUSSION

La meilleure germination des graines issues des fruits mûrs tombés de l'arbre par rapport à celles issues des fruits mûrs cueillis de l'arbre tout district phytogéographique confondu, s'expliquerait par le fait que les graines issues des fruits tombées des arbres, auraient non seulement déjà atteint le maximum de maturité avant d'être semées mais aussi diminué de fraîcheur. Cette maturité maximale atteinte et cette réduction d'état de fraîcheur, auraient beaucoup plus favorisé la germination au niveau des graines issues des fruits mûrs tombés de l'arbre ; ce qui n'aurait pas été le cas au niveau des graines issues des fruits mûrs cueillis de l'arbre. Ces



résultats confirment les travaux d'Agyili et *al.* (2006) qui ont expliqué non seulement que la maturité des graines de *Garcinia kola* joue un rôle très important dans la vitesse de germination, mais aussi que des graines trop fraîches bien que viables sont très dormantes et rendent difficile une germination rapide et uniforme. Les mêmes résultats se confirment quand on considère chaque district phytogéographique avec les graines issues des fruits mûrs tombés de l'arbre qui ont en moyenne un temps de germination beaucoup plus court que celui des graines issues des fruits mûrs cueillis de l'arbre.

Quel que soit le type de graine, le temps de germination est plus court dans le district phytogéographique de Pobè que dans le district phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé. De même, les graines (tout type confondu) du district phytogéographique de Pobè germées dans le district phytogéographique de la vallée de l'Ouémé ont vu leur temps moyen de germination, s'augmenter de deux (2) jours. Aussi, les graines (tout type confondu) du district phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé germées dans le district phytogéographique de Pobè ont vu leur temps moyen de germination se réduire de 6 jours. Au regard de ces résultats, le district phytogéographique de Pobè serait plus favorable à une excellente germination que le district phytogéographique de la Vallée de l'Ouémé. Ces résultats confirment les travaux de Kanmegne et Omokolo (2008) qui ont expliqué que la germinabilité et le temps moyen de germination des graines de *Garcinia kola*, varie considérablement d'un site de collecte des graines à un autre, d'une provenance à une autre et d'une zone agro-écologique à une autre ; ce qui peut expliquer la controverse actuelle sur la germination des graines de *Garcinia kola*.

L'application de traitement a montré non seulement que quel que soit le district phytogéographique ou la provenance, les graines non scarifiées, sans tégument et semées dans les troncs de bananier après 48 heures de trempage ont donné les meilleurs temps de germination soit environ vingt-et-un (21 jours) mais aussi que la présence de tégument ralentit considérablement la germination des graines et que la scarification des graines améliore la germination. Ces résultats confirment les travaux de Nzegbule et Mbakwe (2001) qui ont démontré que le trempage des graines de *Garcinia kola* dans de l'eau pendant 48 heures facilite leurs germinations. Dans cette même logique, Yakubu et *al.* (2014) ont stipulé que le prétraitement des graines de



Garcinia kola dans de l'eau améliore la germination des semences de *Garcinia kola*. Aussi, Nzegbule et Mbakwe (2001) et Agyili et al. (2007) évoquent que le trempage des graines est une bonne méthode de prétraitement en ce sens que le taux de germination de *Garcinia kola* diminue proportionnellement avec la teneur en eau de la graine. C'est pour cette raison que Kouchadé (2013) explique que l'absorption d'eau par les graines est un facteur important permettant de lever la dormance des graines de *Garcinia kola* ; il enrichit son explication en précisant que le trempage des graines de *Garcinia kola* dans de l'eau simple pendant 48 h a quand même eu un certain effet positif sur la germination de *Garcinia kola*. Cependant, il évoque que le trempage dans de l'eau chaude ou tiède pourrait donner des résultats plus intéressants. L'importance du trempage est encore plus révélée dans les études d'Eyog Matig et al. (2007) qui ont prouvé qu'en dessous d'un minimum d'humidité de 20,2%, toutes les graines de *Garcinia kola* meurent et ne germent plus. De plus, Kouchadé (2013) et d'Eyog Matig et al. (2007) ont précisé que le trempage des graines pendant une courte durée (24 heures et 48 heures) ainsi que l'enlèvement des téguments des graines de *Garcinia kola*, permet de lever la dormance.

Les résultats positifs obtenus par les graines germées sans téguments, confirment les travaux de Dadjo (2019) qui ont stipulé que l'absence des téguments améliore positivement le temps moyen de germination des graines de *Garcinia kola*. La même conclusion a été faite sur la germination d'*Acacia tortilis* par Jaouadi et al. (2007) qui ont expliqué que les téguments retardent la germination des graines. Dans cette même lancée, Kouchadé (2013) explique que la durée de germination est significativement réduite lorsque les graines de *Garcinia kola* sont débarrassées de leur tégument. Ces résultats corroborent également ceux obtenus par Le Floc'h et Grouzis (2003) ainsi que Jaouadi et al. (2007), qui ont signalé que le trempage simple des graines des espèces végétales dans l'eau, n'est d'aucune efficacité pour lever l'inhibition tégumentaire. Ces résultats indiquent alors que les téguments des graines de *Garcinia kola* agissent comme une barrière mécanique à la fois à la perméabilité à l'eau et à la saillie des radicules. C'est pour cela que Yong Liu et al. (2005), Eyog Matig et al. (2007) et Kouchadé (2013) ont rapporté que non seulement l'enlèvement du tégument a une incidence positive sur la dormance en réduisant le temps moyen de germination, mais aussi que la présence de téguments serait un frein à l'hydrolyse des nombreux composés chimiques



(flavonoïdes, tannins, alcaloïdes, anthraquinones, saponosides, terpenoïdes, stéroïdes etc.) présentes dans la graine de *Garcinia kola*. Avec les traitements utilisés dans la présente étude, l'absence de tégument a réduit le temps moyen de germination de 61 jours ; ce qui confirme les travaux de Eyog-matig et al. (2007) qui ont noté que l'absence de tégument a réduit le temps moyen de germination de 46 jours avec les traitements de germination qu'ils ont utilisés. L'effet positif de l'enlèvement des téguments est également prouvée pour d'autres espèces végétales comme *Pistacia atlantica* (Aït Radi, 1979), *Olea laperrini* (Berrar et Bouguedoura, 2000), *Argania spinosa* (Derridj et al., 2000), *Balanites aegyptiaca* (Traoré, 2002) et *Pistacia vera* L (Benmahioul et al., 2010).

Les résultats positifs obtenus par les graines germées dans des troncs de bananiers, confirment les travaux de Kouchadé (2013) qui a expliqué que le temps moyen de germination se réduit au fur et à mesure que le tronc de bananier pourrit ; la vitesse de germination de *Garcinia kola*, augmente ainsi à mesure du pourrissement du tronc de bananier. En effet, le pourrissement des troncs de bananier, libèrerait des substances responsables de la germination des graines de *Garcinia kola*.

Les résultats positifs obtenus par les graines scarifiées confirment les travaux de Jaouadi et al. (2007), Njehoya et al. (2014) et de Toumi et al. (2017), qui ont stipulé que la scarification des graines des espèces végétales ligneuses comme *Garcinia kola* (*Acacia tortilis*, *Moringa oleifera*, *Robinia pseudoacacia* L.,...) favorise les meilleurs résultats de germination. Yong Liu et al. (2005) ajoute que la scarification des graines favorise la saillie rapide de la radicule des graines.

Le meilleur temps moyen de germination dans cette étude tout district phytogéographique confondu est de 18 jours, tandis que celui trouvé par Kouchadé (2013) est de 23 jours et quelques heures, celui trouvé par Nzegbule et Mbakwe (2001) est de 26 jours et celui trouvé par Eyog Matig et al. (2007) est de 130 jours ; le traitement Graine Non Scarifié Sans Tégument Avec un Trempage de 48 heures dans l'eau et semée dans un tronc de bananier (GNSSTA48B) pour les Graines Issues des Fruits Mûrs Tombés de l'Arbre (GIFMTA) est pour le moment le plus optimal pour obtenir une rapide germination *in situ* des graines de *Garcinia kola* au Bénin. Il a été constaté que pour le même traitement, les Graines Issues des



Fruits Mûrs Cueillis de l'Arbre (GIFMCA) ont pu germées après 23 jours de semis ; ce qui est presque équivalent au temps moyen de germination trouvé par Kouchadé (2013) qui n'avait exploité que des graines de *Garcinia kola*, issues de fruits cueillis des arbres. Il relève de ces études que les Graines Issues des Fruits Mûrs Tombés de l'Arbre (GIFMTA) ayant subies le traitement « Graine Non Scarifié Sans Tégument Avec un Trempage de 48 heures dans l'eau et semée dans un tronc de bananier (GNSSTA48B) » sont plus propices à la germination *in situ* de *Garcinia kola* au Bénin.

CONCLUSION

L'étude de la variabilité inter et intra district phytogéographique de la cinétique de germination *in situ* chez *Garcinia kola* a révélé que non seulement que le type de graine, le district phytogéographique et le traitement, influencent le temps moyen de germination *in situ*, mais aussi que les traitements impliquant l'enlèvement de téguments, le trempage de graines ainsi que les semis dans des troncs de bananiers, optimisent le temps moyen de germination chez *Garcinia kola*. Il a donc été noté que les graines issues des fruits mûrs tombés de l'arbre ont mieux germées que celles issues des fruits mûrs cueillis de l'arbre et également que la scarification des graines ainsi que le retrait des téguments des graines, améliorent la germination chez *Garcinia kola*. De même, les semis dans les troncs de bananiers ont offert un temps moyen de germination meilleur à celui de obtenu lors des semis dans des pots en pépinières. Dans le même sens, le trempage des graines dans de l'eau pendant une courte durée (24 heures et 48 heures) améliore également la germination chez *Garcinia kola*. Le traitement « Graines non scarifiées, sans tégument et semées dans les troncs de bananier après 48 heures de trempage » a ainsi donné le meilleur temps de germination obtenu tout district phytogéographique confondu. Du côté du phytodistrict, le district phytogéographique de Pobè facilite une meilleure germination de graines que celui de la Vallée de l'Ouémé. Tout ceci implique que les problèmes socio-anthropologiques et techniques liés à la germination chez *Garcinia kola*, ont été résolu à travers la participation des populations rurales à cette étude de germination. Il revient aux gestionnaires forestiers, de réaliser la restauration de *Garcinia kola* au Bénin, à travers des sensibilisations et des actions, qui visent à encourager les populations locales et les Gouvernants à produire ces plants, dans le but



de garantir leur patrimoine génétique pour les générations actuelles et futures. Les hypothèses formulées au cours de cette étude ont été ainsi confirmées. Une étude sur le déterminisme *in situ* des stades de croissances juvéniles chez l'espèce, permettra non seulement d'améliorer davantage sa production, mais aussi de rendre durable sa restauration.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Gouvernement de la République du Bénin d'avoir financé cette étude à travers son Programme « Appui aux Doctorants (PAD) ». Nous remercions également le Laboratoire Central des Biotechnologies Végétales et d'Amélioration des Plantes (LCBVAP) du Département de Génétiques et des Biotechnologies (D/GB) de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) et le Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), du Département d'Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles (D/AGRN), de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Adebisi, A.A. 2004. A case study of *Garcinia kola* nut production-to-consumption system in J4 area of Omo forest reserve, South-west Nigeria. In Sunderland T., Ndoye O. (Eds). Forest Products, Livelihood and Conservation (Case study of Non-Timber Forest Product Systems) 2 Africa: 115-132.
2. Adeyemi A.A., Ibe A.E., Onuoha G.N., Ikeazota E.N. 2016. Evaluation of Early Growth of Bitter kola, *Garcinia kola* (Heckel) Development under Different Fertilizer Treatments. Futo Journal Series (FUTOJNLS), 2(1): 1–8. www.futojnls.org.
3. Ait R. I. -1979- Multiplication par voie végétative et par semis de *Pistacia atlantica* Desf. Et *Ailanthus altissima*. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, INA El Harrach (Alger) : 40 p.
4. Andrianaivo A.O. 2009. Diversité génétique, physiologie de reproduction et étude d'impact de la fragmentation sur *Dalbergia monticola* de la forêt orientale de Madagascar. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Département des Eaux et Forêts. Ecole



- Supérieure des Sciences Agronomiques. Université d'Antananarivo, 140p.
5. Agyili J., Sacande M., Kouame C. 2006. *Garcinia kola* Heckel. Seed Leaflet, No. 113. 3p.
 6. Agyili J., Sacande M., Koffi E., Pephrah T. 2007. Improving the collection and germination of West African *Garcinia kola* Heckel seeds. *New Forests*, 34(3): 269–279. <https://doi.org/10.1007/s11056-007-9054-7>.
 7. Akoègninou A., van der Burg W.J., van der Maesen L.J.G. 2006. Flore Analytique du Benin. Backhuys Publishers, Wageningen, 1034p.
 8. Amani A., Inoussa. M.M., Guimbo D., Mahamane A., Mahamane S., Lykke A.M. 2015. Germination et croissance de quatre espèces de Combretaceae en pépinière. *Tropicicultura*, 33 (2): 135-145. Project: UNDESERT. <https://www.researchgate.net/publication/282807623>.
 9. Anegbèh P.O., Iruka C., Nkirika C. 2006. Enhancing germination of bitter cola (*Garcinia kola*) Heckel: prospects for agroforestry farmers in the Niger delta, *In Sci. Afr.* 5: 1–7.
 10. Assogbadjo A.E., Idohou R., Chadare F.J., Salako V.K., Djagoun C.A.M.S., Akouehou G., Mbairamadji J. 2017. Diversity and prioritization of non-timber forest products for economic valuation in Benin (West Africa). *African Journal of Rural Development*, 2(1): 105-115.
 11. Benmahiou B., Khelil B., Kaïd-harche M., Daguin F. 2010. Étude de la germination et de l'effet du substrat sur la croissance de jeunes semis de *Pistacia vera* L. *Acta Botanica Malacitana* 35 : 87-94.
 12. Berrar D., Bouguedoura N. 2000. Essais de germination de l'olivier de Laperrine (*Olea laperrini* Batt. et Trab.). Actes du séminaire international, Djanet (Algérie) : 100–105.
 13. Cheek M. 2004. *Garcinia kola*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T34715A9884648.
 14. Codjia S., Aoudji A., Koura K., Ganglo J.C. 2018. Systèmes Agroforestiers A *Garcinia kola* Heckel Au Sud-Est Du Bénin : Distribution Géographique, Connaissances Endogènes Et Retombées Financières. In *European Scientific Journal*, édition 14(12) : 188-208. ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. Doi: 10.19044/esj.2018.v14n12p188
[URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n12p188](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n12p188).



15. Dadjo C. P. A. F. 2019. Caractérisation génétique et régénération *in vitro* du *Garcinia kola* (Heckel) : une espèce médicinale menacée au Bénin (Afrique de l'ouest). PhD Thesis, Biologie moléculaire et biotechnologie, Bénin, 189 p.
16. Dadjo C., Toyi M., Nyende A.B., Salako K.V., Assogbadjo A.E. 2018. Impact of land-use on tree and fruit morphometric variation of the bitter kola (*Garcinia kola* Heckel) in Benin: Insight for domestication and production. In Journal of Horticulture and Forestry, 10(8): 127-134.
17. Dah-Nouvlessounon D., Hubert A.-S., Nafan D., Adolphe A., Farid B.-M., Alphonse S., Baba-Moussa L. 2015. Indigenous knowledge and socio- economic values of three kola species (*Cola nitida*, *Cola acuminata* and *Garcinia kola*) used in Southern Benin. European Scientific Journal, 11 : 1857–7881.
18. Derridj A., Boughanem K., Saadi F. 2000. Etude de la biométrie et de la germination des graines et des amandes de l'arganier de Tindouf (*Argania spinosa L.*). Actes du séminaire international, Djanet (Algérie).
19. Djotan A. K. G., Aoudji A.K.N., Codjia S.A.F., Gbètoho A.J., Koura K., Ganglo J.C. 2018. How far can climate changes help to conserve and restore *Garcinia kola* Heckel, an extinct species in the wild in Benin (West Africa), International Journal of Biodiversity and Conservation, 10(5): 203-213. DOI: 10.5897/IJBC2018.1180.
20. Emmanuel N., Roy M. 2001. Effect of pre-sowing and incubation treatment on germination of *Garcinia kola* (Heckel) seeds. Fruits 56(6). Doi: 10.1051/fruits : 2001106.
21. Eyog Matig O., Adjanohoun E.A., S. de Souza S., Sinsin B. 2000. Réseau «Espèces Ligneuses Médicinales». Cotonou, Bénin. Institut International des Ressources Phytogénétiques. ISBN 92-9043-470-8 IPGRI Nairobi, Kenya.
22. Eyog Matig O., Ndoye O., Kengue J., Awono A. 2006. Les fruitiers Forestiers Comestibles du Cameroun. IPGRI, 2006, 204p.
23. Eyog-Matig O., Aoudji A.K.N., Linsoussi C. 2007. *Garcinia kola* Heckel seeds dormancy-breaking. Applied Ecology and Environmental Research, 5(1): 63-71.
24. Guedje N.M., Fankap R. 2001. Utilisations traditionnelles de *Garcinia lucida* et *Garcinia kola* (Clusiaceae) au Cameroun. National Botanic Garden of Belgium.



25. IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1. ISSN 2307-8235 (online). <https://www.iucnredlist.org>. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T34715A9884648.en>. <https://www.iucnredlist.org/species/34715/9884648>. Consulted in April 2020.
26. Jaouadi W., Hamrouni L., Souayah N., Khouja M.L. 2007. Etude de la germination *in vitro* et *ex vitro* d'*Acacia tortilis* subsp raddiana var. raddiana du parc national de bou hedma. Actes des 14emes Journées Scientifiques sur les résultats de la recherche agricole – Hammamet, 6 et 7 Décembre : 709-720.
27. Kanmegne G., Omokolo N.D. 2008. Germination of *Garcinia kola* (Heckel) seeds in response to different hormone treatments. *Fruits* 63 : 155–161. Cirad/EDP Sciences, Doi: 10.1051/fruits : 2008005 www.fruits-journal.org.
28. Kouchadé M. 2013. Connaissances endogènes et évaluation écophénotypique de *Garcinia kola* (Heckel) au Sud-Bénin : 66 p.
29. Le Floch E., Grouzis M. 2003. Un arbre au désert, IRD Éditions : 319 pages. Source OAI.
30. Yong L., Yu-Ping Q., Ling Z., Hang, Jin C. 2005. Dormancy Breaking and Storage Behavior of *Garcinia cowa* Roxb. (Guttiferae) Seeds: Implications for Ecological Function and Germplasm Conservation. *Journal of Integrative Plant Biology, Formerly Acta Botanica Sinica*, 47 (1): 38–49.
31. Neuenschwander P., Sinsin B., Georgen G. 2011. Protection de la nature en Afrique de l'Ouest: une liste rouge pour le Bénin. *Nature Conservation in West Africa: Red list for Benin*. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria: 365p.
32. Nicole M., Guedje C., Fankap R.B., Bernard A.N.C. 2001. Le genre *Garcinia* (Guttiferae) au Cameroun, diversité et utilisations traditionnelles. Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie. Université Libre de Bruxelles, CP 169 Avenue F. F. Roosevelt 50 B-1050. Bruxelles auteur pour correspondance [manigue@hotmail.com].
33. Njehoya C.A.S., Bourou P.M.D., Awono K., Bouba H. 2014. Évaluation du potentiel de germination de *Moringa oleifera* dans la zone soudano-guinéenne du Cameroun. *Journal of Applied Biosciences* 74(1): 6141p. Doi: 10.4314/jab.v74i1.5.



34. Nzegbule E., Mbakwe R. 2001. Effect of pre-sowing and incubation treatment on germination of *Garcinia kola* (Heckel), Fruits 56(6): 437–442.
35. Savi M. K. 2018. Project Rufford Update: March 2018, 3p. Consulted August 5th, on <https://www.rufford.org/files/21717-2%20March%202018.pdf>.
36. Souza de S. 2001. Rapport du Bénin. In Eyog-Matig O., Adjanonhoun E., Souza de S., Sinsin B. (eds): Compte rendu de la première réunion du Réseau "Espèces Ligneuses Médicinales" 15-17 décembre 1999 Station IITA Cotonou, Bénin. International Plant Genetic Resources Institute, Kenya, Nairobi: 4-10.
37. Toumi M., Barris S., Seghiri M., Cheriguene H., Aid F. 2017. Effet de plusieurs méthodes de scarification et du stress osmotique sur la germination des graines de *Robinia pseudoacacia* L. Effect of several methods of scarification and osmotic stress on seed germination of *Robinia pseudoacacia* L. Elsevier Comptes Rendus Biologies 340 (5) : 264-270. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2017.02.002>.
38. Traore B. 2002. Contribution à l'étude de la caractérisation et de la germination de *Balanites aegyptiaca* L. Del. Dans la région de Tamanrasset et Ahaggar-Algérie méridionale. Mémoire d'ingénieur d'état en foresterie, Université de Tlemcen, 147p.
39. UICN 2001. Catégories et critères de l'UICN pour la liste rouge : version 3.1. Commission de la sauvegarde des espèces de l'UICN. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni, 32p.
40. Uko O.J., Usman A.A., Ataja M. 2001. Some biological activities of *Garcinia kola* in growing rats. Vet. arhiv 71 : 287-297.
41. Vivien J., Faure J.J. 2011. Arbres des forêts denses d'Afrique Centrale, Edition Nguila Kerou.
42. Yakubu F.B., Bolanle-Ojo O.T, Ogunade O.J., Yahaya D.K. 2014. Effets de l'imprégnation en eau et de la lumière sur la dormance des graines de *Garcinia kola* (Heckel). Revue européenne de recherche agricole et forestière, 2 (2) : 17-26.
43. Yaoitcha A., Houehanoua T.D., Kassa B., Houinato M.B., Arbonnier M., Sinsin B.A. 2014. Importance of medicinal tree species used in Benin and its surroundings countries in Africa: literature review and quantitative approach. In Contribution de la recherche scientifique et technologique à la réalisation des objectifs du développement humain



durable en Afrique. Programmes et résumés des communications.
Campus universitaire de Lomé.

44. Yousheng C., Sziklai O. 1985. Preliminary study on the germination of *Toona sinensis* (A. Juss.) roem. seed from eleven chinese provenances. *Forest Ecology and Management* 10(3): 269-281. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(85\)90119-7](https://doi.org/10.1016/0378-1127(85)90119-7).