

Effet de différentes substances chimiques sur la germination des graines de baobab (*Adansonia digitata* L., Bombacacées)

Moussa DIARRASSOUBA¹, Brahima André SOUMAHORO^{1*}, Lacina KOUROMA²
et Fatogoma SORHO²

¹ École Normale Supérieure d'Abidjan, Département des Sciences et Technologie, Section des Sciences de la Vie et de la Terre, Laboratoire de Physiologie Végétale, 08 BP 10 Abidjan 08, Côte d'Ivoire

² Université Félix Houphouët Boigny, UFR Biosciences, Laboratoire de Biotechnologie, Agriculture et Valorisation des Ressources Biologiques, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

(Reçu le 18 Octobre 2021 ; Accepté le 03 Janvier 2022)

* Correspondance, courriel : andresoumahoro@yahoo.fr

Résumé

Cette étude se propose d'améliorer le taux de germination des graines de *Adansonia digitata* L. par l'emploi de substances hormonales. Des semences sèches de baobab ont été trempées dans H₂SO₄ à 98 % pendant une heure (01H) puis, dans des différentes concentrations d'AIA, GA3 et BAP aux temps respectifs de 6 et 12 heures. Au terme du temps de trempage, les graines ont été ensemencées dans des boîtes de Pétri tapissées de cellulose humide. Les résultats montrent que pour la même concentration de 10⁻⁴ M, le pourcentage de germination est le plus élevé pour une courte durée d'immersion des graines dans la solution d'AIA et lorsque le temps de trempage est prolongé (12 heures) dans les solutions de GA3 et de BAP. La variation de la concentration d'AIA a fortement influencé la réponse à la germination des graines. En effet, le meilleur pourcentage de germination est obtenu lorsque les semences ont été trempées dans des faibles concentrations d'AIA pendant 12 heures ou dans une concentration élevée pour une durée d'immersion de 6 heures. Avec les solutions de GA3 et de BAP, c'est la durée de trempage des graines qui est déterminante sur la germination. Ainsi, le pourcentage de germination est le plus élevé lorsque les graines ont été trempées pendant 12 heures. Les résultats de cette étude peuvent avoir des applications pratiques en termes de domestication de la plante. Les techniques utilisées dans cette étude peuvent être considérées comme des moyens pour produire des plants de baobab et réaliser ainsi la conservation de l'espèce en Côte d'Ivoire.

Mots-clés : *Adansonia digitata*, germination, AIA, GA3, BAP.

Abstract

Effect of different chemical solutions on the germination of baobab seeds (*Adansonia digitata* L., Bombacaceae)

This study proposes to improve the germination rate of seeds of *Adansonia digitata* L. by the use of hormonal substances. Dry baobab seeds were soaked in 98 % H₂SO₄ for one hour (01H) then, in different concentrations of AIA, GA3 and BAP at respective times of 6 and 12 hours. At the end of the soaking time, the seeds were inoculated into Petri dishes lined with moist cellulose. The results show that for the same concentration of

10^{-4} M, the percentage of germination is the highest for a short period of immersion of the seeds in the AIA solution and when the soaking time is prolonged (12 hours) in GA3 and BAP solutions. The variation in AIA concentration strongly influenced the seed germination response. Indeed, the best percentage of germination is obtained when the seeds have been soaked in low concentrations of IAA for 12 hours or in a high concentration for an immersion time of 6 hours. With GA3 and BAP solutions, it is the soaking time of the seeds that is decisive for germination. Thus, the germination percentage is highest when the seeds have been soaked for 12 hours. The results of this study may have practical applications in domestication of the plant. The techniques used in this study can be considered as means to produce baobab plants and thus achieve the conservation of the species in Côte d'Ivoire.

Keywords : *Adansonia digitata*, germination, AIA, GA3, BAP.

1. Introduction

Adansonia digitata L. (baobab) est une espèce ligneuse appartenant à la famille des Bombacacées. La plante est endémique des zones savaniques de l'Australie et de l'Afrique, reconnaissable par sa grande taille [1, 3]. Le baobab est essentiellement exploité pour ses fruits et ses feuilles [4]. L'espèce a une place importante dans la plupart des coutumes traditionnelles locales africaines [5]. Le fruit est la partie la plus exploitée et la plus utilisée de l'arbre. La pulpe du fruit est riche en vitamine C, en calcium et magnésium [6, 7]. Fraîche ou sèche, elle entre dans diverses préparations culinaires traditionnelles et est utilisée pour la préparation des boissons [8]. Les graines de baobab renferment des quantités importantes de protéines (18,4 %), de lipides (12,2 %) et de glucides (45,1 %) [9]. La plante se développe naturellement à l'état sauvage dans les zones savaniques [10]. Ainsi, elle est constamment menacée par les feux de brousse, la surexploitation des pâturages et le manque de régénération naturelle [11]. La destruction continue de l'arbre crée un problème de disponibilité du fruit de baobab et le ravitaillement des marchés. Pour augmenter la production de fruit de baobab, de nombreux pays de l'Afrique de l'Ouest ont entrepris des programmes de domestication de l'espèce. Au Sénégal, des tests de greffage horticole et d'inoculation mycorhizienne du baobab ont été effectués pour améliorer sa croissance en vue d'augmenter la productivité des vergers [12]. Des tests d'introduction de jeunes baobabs en station d'expérimentation et en milieu rural ont été effectués afin de rajeunir le verger et de reconstituer les parcs forestiers au Burkina Faso [13]. Cependant, ces initiatives ont eu peu de succès à cause du manque de matériel végétal. La production de plants à partir de semences est la voie naturelle, la plus rapide et la plus utilisée chez plusieurs espèces végétales [14]. La germination des graines de baobab reste assez difficile à cause d'une certaine forme de dormance que présentent ces semences [15]. Plusieurs travaux ont montré que les téguments des graines de baobab présentent des barrières physiques qui empêchent la pénétration de l'eau [16]. Diverses techniques de prétraitement des semences de baobab ont été étudiées. Le prétraitement des graines avec de l'acide nitrique (HNO_3) ou acide sulfurique (H_2SO_4) ont favorisé la germination chez le baobab. Ces substances chimiques par leurs actions de scarification lèvent la dormance liée aux téguments [17]. Cependant, le taux de germination est resté faible. L'inhibition de la germination des graines de baobab ne semble pas être seulement d'origine tégumentaire. Par ailleurs, des régulateurs de croissance ont souvent été utilisés pour améliorer la germination des semences de différentes espèces qui ont été l'objet de plusieurs types de dormance [18]. De nombreuses études ont montré que ces hormones de croissance végétales appliquées à de faibles concentrations, favorisaient la germination des graines et la vigueur des plantules [19, 20]. L'application de régulateurs de croissance sur les semences aurait certainement un impact positif sur la germination des semences de baobab. L'augmentation du taux de germination permettrait de disposer de matériel de plantation suffisant pour la mise en place du verger de baobab. L'objectif de cette étude est d'améliorer le taux de germination des graines de *Adansonia digitata* L. par l'emploi de substances hormonales.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel végétal

Le matériel d'étude est constitué des graines de baobab (*Adansonia digitata* L.) (**Figure 1**). Elles ont été obtenues à partir des fruits secs récoltés sur des arbres adultes répertoriés dans la savane de Kouto, située au nord de la Côte d'Ivoire dans la région de la Bagoué à 715 km d'Abidjan, entre 9°0'0 de latitude Nord et 5°45'0' de longitude Ouest.



Figure 1 : Image de Graines sèches d'*Adansonia digitata* L.

2-2. Méthodes

2-2-1. Obtention des graines

Des fruits mûrs et secs prélevés sur des arbres adultes de baobab ont été concassés à l'aide d'une barre métallique. Les graines, entourées d'une pulpe farineuse (blanche ou jaune) et mêlées de fibres rougeâtres, ont été extraites avec soins. La pulpe a été séparée des graines par des lavages successifs à l'eau de robinet (**Figure 2**). Les graines isolées ont été séchées et conservées à température ambiante (28°C) pendant une période de 7 jours.



Figure 2 : Image de fruits secs de baobab (A) concassés (B) et lavés à l'eau de robinet (C) pour l'obtention des graines (D)

2-2-2. Test de viabilité

Un test de viabilité des graines a été réalisé par la méthode de flottaison. Le principe est basé sur l'observation du déplacement des graines une fois mise à l'eau. Les graines immatures remontent à la surface tandis que celles qui sont viables vont au fond du récipient. Au bout de 15 minutes d'observation, les graines flottantes ont été recueillies et jetées. Celles qui sont viables ont été séchées à l'air libre avant le prétraitement [21].

2-2-3. Étude de l'influence du type d'hormone sur la germination des graines d'*Adansonia digitata* L.

Des solutions mères ont été préparées à partir des différentes hormones sélectionnées : acide indole acétique (AIA), gibbérelline (GA3) et benzyl aminopurine (BAP). 0,1g de chaque hormone a été prélevé à l'aide d'une balance de précision, puis dissout dans 10 ml de NaOH sous un agitateur magnétique. Après la dissolution complète de l'hormone, la solution obtenue a été complétée à 100 ml avec de l'eau distillée pour une concentration de 10^{-3} M. À partir de ces solutions mères, une concentration de 10^{-4} M de chaque hormone a été préparée par dilution avec de l'eau distillée, pour un volume final de 300 ml. Les flacons contenant les solutions hormonales ont été conservés au réfrigérateur pour éviter leur dégradation et des contaminations de microorganismes. Les graines de baobab ont été trempées dans l'acide sulfurique (H_2SO_4) à 98 % pendant une heure (01h) pour lever l'inhibition tégumentaire de la germination des semences. Au terme du temps de trempage, les graines ont été lavées abondamment avec de l'eau distillée pour éliminer les traces de l'acide sulfurique (H_2SO_4). Ces semences ont été trempées par la suite dans des solutions respectives d'AIA, GA3 et BAP à la concentration de 10^{-4} M à raison de 60 graines par solution. Deux temps de trempage ont été appliqués séparément. La première durée d'immersion des semences a été de 6 heures et le second 12 heures. Au terme de chaque temps d'application, les graines ont été retirées des solutions hormonales. Elles ont été par la suite mises à germer dans des boîtes de Pétri (D : 90×14 mm) tapissées de papiers filtres humide, en nombre

de 20 graines (**Figure 3**). Deux lots de semences ont été ainsi constitués : les graines ayant séjournées pendant 6 heures dans les solutions hormonales et celles trempées pendant 12 heures. Pour le témoin de chaque lot de semences, les solutions hormonales ont été remplacées par l'eau distillée.

2-2-4. Préparation des solutions hormonales

À partir d'une solution mère de $10^{-3}M$ de chaque hormone (AIA, GA3 et BAP), une gamme de concentration (10^{-6} , 10^{-5} et 10^{-4} M) a été préparée pour un volume final de 300 ml. Les graines ont été prétraitées comme précédemment et immergées dans les différentes concentrations hormonales à raison de 60 graines par solution. Les mêmes durées de trempage (6 h et 12 h) de la précédente expérience ont été appliquées. Au terme de chaque temps d'immersion, les graines ont été retirées des solutions hormonales, puis elles ont été mises à germer dans des boîtes de Pétri (D : 90×14 mm) comme dans la précédente expérimentation.

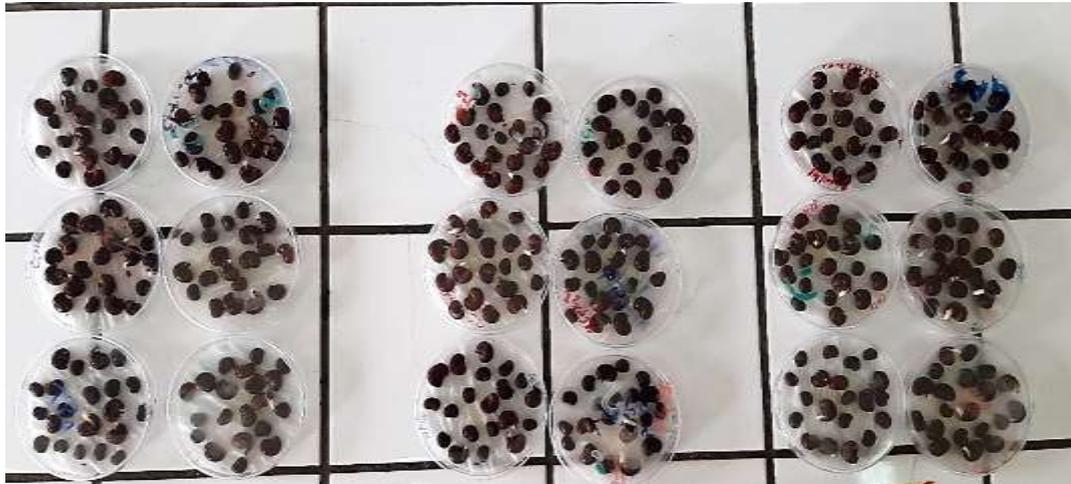


Figure 3 : Images des graines de *A. digitata* traitées et ensemencées dans des boîtes de Pétri sur papier filtre humide et placées en salle de culture

2-2-5. Condition de germination

Les boîtes de Pétri contenant les semences ont été placées de façon aléatoire sur des étagères dans la salle de culture. Pour l'obtention d'une germination optimale, les graines de baobab ont été incubées dans les deux expérimentations à $25^{\circ}C$ sous une photopériode de 16 h pendant 07 jours. La germination a été repérée par la sortie de la radicule hors des téguments de la graine dont la longueur était d'au moins de 02 mm. Le nombre de graines germées a été enregistré chaque jour jusqu'à la fin de germination.

2-2-6. Évaluation de la germination

Les paramètres à évaluer au cours de l'expérience comprennent : le pourcentage de germination (PG), le temps moyen de germination (TMG) et la vitesse de germination (VG) des semences. Le pourcentage de germination (PG) est donné par **Formule** suivante :

$$PG = NT \left(\frac{1}{NTM} \right) 100 \tag{1}$$

NT, est le nombre Total de graines ayant germé au terme de l'expérience
NTM est le nombre total de graines mises à germer

Le temps moyen de germination (TMG) est estimé par **l'Équation** suivante :

$$TMG = \sum NJn \left(\frac{1}{NT} \right) \quad (2)$$

N est le nombre de graines ayant germé le jour *J*; *Jn* est le nombre de jours après semis pour avoir *n* graines germées; *NT* est le nombre total de graines ayant germé.

La vitesse de germination des semences est calculée par la **Formule** suivante :

$$VG = NT \left(\frac{1}{NJE} \right) \quad (3)$$

NJE est le nombre de jours de l'expérimentation.

2-2-7. Analyse statistique des données

Le dispositif expérimental utilisé est complètement aléatoire. Pour tous les traitements, les données collectées ont été enregistrées dans le logiciel EXCEL. Les résultats obtenus ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA) factorielle avec le logiciel STATISTICA 7.1. L'analyse de variance (ANOVA) a été utilisée pour vérifier l'égalité des variances. Lorsqu'une différence a été observée, le test des rangs multiples de Newman-Keuls, au seuil de 5 %, a été appliqué pour séparer les moyennes. Avant les analyses de variance des taux de germination et de contamination, une transformation Arc sin \sqrt{P} (*p* = proportion) a été réalisée.

3. Résultats

3-1. Effet du type d'hormone et la durée du traitement sur la germination des graines d'*Adansonia digitata* L.

Dans cette expérimentation, des graines de baobab ont été ensemencées dans des boîtes de Pétri sur du papier filtre, après traitement avec différentes solutions hormonales (AIA, BAP, GA3) utilisées à 10^{-4} M. La germination a débuté le deuxième jour des semis (**Figure 4**). L'expérience s'est achevée lorsqu'aucune germination de graine ne s'observait. La germination des semences a été suivie quotidiennement à travers plusieurs paramètres. L'analyse des résultats montre que le temps moyen de germination des graines ayant séjournées dans les solutions hormonales est statistiquement plus faible que chez les graines qui n'ont pas subi de traitement (témoin). Toutefois, aucune différence significative n'est enregistrée entre les hormones testées. Contrairement au temps moyen de germination, aucun effet significatif n'est relevé avec la vitesse de germination (**Tableau 1**). Relativement au pourcentage de germination, les valeurs enregistrées sont les plus importantes lorsque les graines ont été trempées dans les solutions AIA pendant 6 h, GA3 pour 12 h et BAP quelle que soit la durée de trempage. Au contraire, les graines qui n'ont pas séjournées dans les solutions hormonales présentent le plus faible pourcentage de germination (**Figure 5**).



Figure 4 : Image de l'aspect des graines de baobab après 2 jours de semis présentant des semences germées avec une radicule bien allongée (A) et des graines non germées (B) sur du papier humide placé dans la boîte de Pétri

Tableau 1 : Effet du type d'hormone et de la durée de trempage sur le temps moyen et la vitesse de germination des graines de baobab

Durée de trempage	Hormones	Temps moyen de germination (TMG)	Vitesse de Germination (VG)
6H	AIA	3,33 ± 0,21b	1,71 ± 0,00a
6H	GA3	3,41 ± 0,21b	1,62 ± 0,05a
6H	BAP	3,33 ± 0,21b	1,71 ± 0,00a
6H	TEMOIN	4,41 ± 0,28a	1,47 ± 0,17a
12H	AIA	3,28 ± 0,19b	1,62 ± 0,05a
12H	GA3	3,22 ± 0,20b	1,76 ± 0,05a
12H	BAP	3,28 ± 0,19b	1,66 ± 0,05a
12H	TÉMOIN	4,12 ± 0,25a	1,52 ± 0,38a

Dans une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre sont identiques selon le texte de Newman-Keuls au seuil de 5 %, (Moyenne ± écart type). Le témoin n'a pas subi de trempage dans les solutions hormonales.

6H AIA : graines trempées dans une solution d'AIA à 10^{-4} M pendant 6 h

12H AIA : graines trempées dans une solution d'AIA à 10^{-4} M pendant 12 h

6H GA3 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-4} M pendant 6 h

12H GA3 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-4} M pendant 12 h

6H BAP : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-4} M pendant 6 h

12H BAP : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-4} M pendant 12 h

6H TEMOIN : graines trempées dans l'eau distillée pendant 6 h

12H TEMOIN : graines trempées dans l'eau distillée pendant 12 h

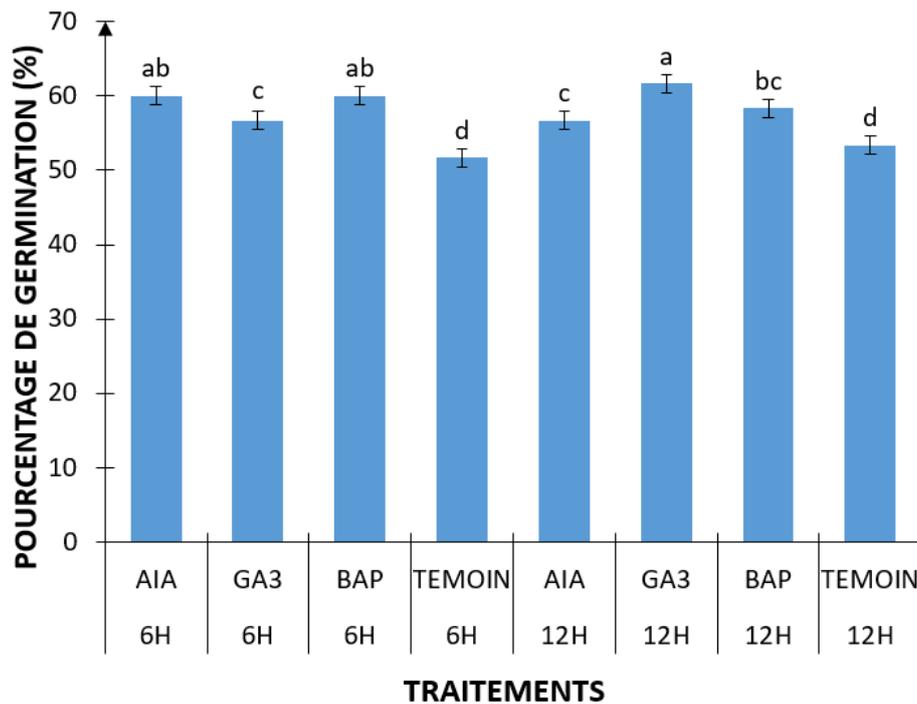


Figure 5 : Pourcentage de germination des semences d'*Adansonia digitata* L. en fonction du type d'hormone et la durée de traitement

6H AIA : graines trempées dans une solution d'AIA à 10^{-4} M pendant 6 h

12H AIA : graines trempées dans une solution d'AIA à 10^{-4} M pendant 12 h

6H GA3 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-4} M pendant 6 h

12H GA3 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-4} M pendant 12 h

6H BAP : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-4} M pendant 6 h

12H BAP : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-4} M pendant 12 h

6H TEMOIN : graines trempées dans de l'eau pendant 6 h

12H TEMOIN : graines trempées dans l'eau pendant 12 h

3-2. Influence de la concentration d'hormone et de la durée de trempage sur la germination des graines d'*Adansonia digitata* L.

3-2-1. Germination des semences d'*Adansonia digitata* L. sous l'effet des concentrations d'AIA et de la durée de traitement

Des graines sèches de baobab prétraitées à l'acide sulfurique ont été trempées dans différentes concentrations d'AIA (10^{-4} M, 10^{-5} M et 10^{-6} M) pendant 6 h et 12 h respectivement. Différents paramètres ont été mesurés au cours de la germination des graines sur du papier filtre humide placé dans des boîtes de Pétri. Les résultats enregistrés montrent que le temps moyen de germination est le plus faible ($3,04 \pm 0,22b$) lorsque les graines sont trempées dans les fortes concentrations d'AIA (10^{-4}) pour une courte durée (6 h) ou dans les solutions de moindre teneur en hormone (10^{-6} M) quand le temps de séjour est assez long (12 h). Les graines n'ayant pas été trempées dans les solutions d'AIA ont enregistré le temps moyen de germination le plus élevé (**Tableau 2**). Les mêmes observations ont été faites concernant la vitesse de germination. La vitesse de germination a été plus élevée pour les graines ayant été trempées pendant 6 h de temps dans les concentrations d'AIA élevées (10^{-4}) et pendant 12 h aux faibles teneurs d'AIA (10^{-6} , 10^{-5} M) comparativement aux autres traitements et les témoins.

Tableau 2 : Effet des concentrations d'AIA et de la durée de trempage sur le temps moyen et la vitesse de germination des graines d'Adansonia digitata L.

Durée de trempage	Concentrations	Temps moyen de germination (TMG)	Vitesse de germination (VG)
6H	C1	3,24 ± 0,33b	1,71 ± 0,08a
6H	C2	3,24 ± 0,33b	1,57 ± 0,08a
6H	C3	3,04 ± 0,22b	1,76 ± 0,13a
6H	TEMOIN	4,34 ± 0,36a	1,47 ± 0,17a
12H	C1	3,52 ± 0,49b	1,85 ± 0,08a
12H	C2	3,56 ± 0,50b	1,81 ± 0,17a
12H	C3	3,69 ± 0,45b	1,57 ± 0,38a
12H	TEMOIN	4,12 ± 0,25a	1,52 ± 0,38a

(Moyenne ± écart type). Le témoin n'a pas subi de trempage dans les solutions hormonales. Dans une même colonne les chiffres suivis de la même lettre sont identiques selon le texte de Newman-Keuls au seuil de 5 %, 6H C1 : graines trempées dans une solution d'AIA à 10⁻⁶ M pendant 6 h
 6H C2 : graines trempées dans une solution d'AIA à 10⁻⁵ M pendant 6 h
 6H C3 : graines trempées dans une solution d'AIA à 10⁻⁴ M pendant 6 h
 12H C1 : graines trempées dans une solution d'AIA à 10⁻⁶ M pendant 12 h
 12H C2 : graines trempées dans une solution d'AIA à 10⁻⁵ M pendant 12 h
 12H C3 : graines trempées dans une solution d'AIA à 10⁻⁴ M pendant 12 h
 6H TEMOIN : graines trempées dans l'eau pendant 6 h
 12H TEMOIN : graines trempées dans l'eau pendant

Concernant le pourcentage de germination, les faibles teneurs (10⁻⁶M) d'hormones ont enregistré les valeurs les plus élevés (65%) lorsque les graines ont été trempées pendant une longue durée (12 h) dans la solution d'AIA. Les graines trempées dans les concentrations d'AIA élevées et les témoins ont présentées les plus faibles pourcentages de germination (**Figure 6**).

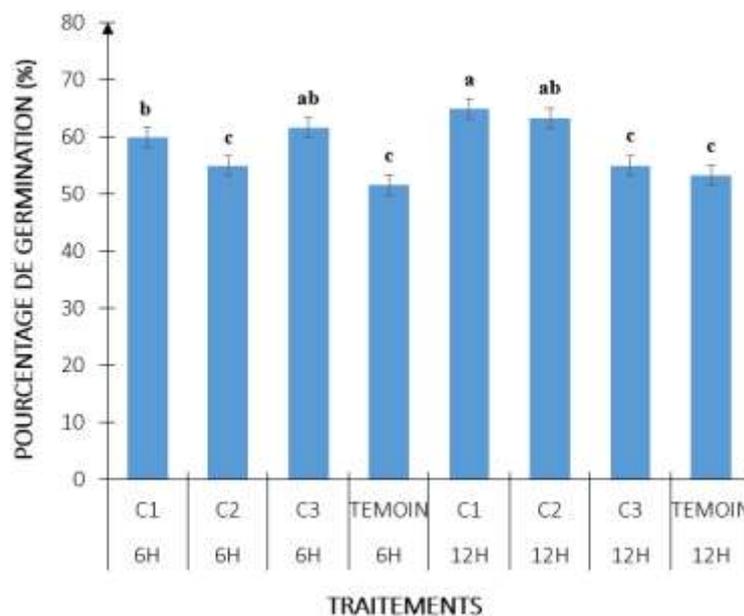


Figure 6 : Pourcentage de germination des semences d'Adansonia digitata L. en fonction des concentrations d'AIA et de la durée de trempage

6H C1 : graines trempées dans une solution d'AIA à 10^{-6} M pendant 6 h

6H C2 : graines trempées dans une solution d'AIA à 10^{-5} M pendant 6 h

6H C3 : graines trempées dans une solution d'AIA à 10^{-4} M pendant 6 h

6H TEMOIN : graines trempées dans l'eau pendant 6 h

12H C1 : graines trempées dans une solution d'AIA à 10^{-6} M pendant 12 h

12H C2 : graines trempées dans une solution d'AIA à 10^{-5} M pendant 12 h

12H C3 : graines trempées dans une solution d'AIA à 10^{-4} M pendant 12 h

12H TEMOIN : graines trempées dans l'eau pendant 12 h

3-2-2. Germination des semences d'*Adansonia digitata* L. sous l'influence des concentrations de GA3 et de la durée de trempage

Dans cette expérience, des graines de *Adansonia digitata* préalablement traitées avec l'acide sulfurique (H_2SO_4) ont été trempées à différents temps (6 h et 12 h) dans des concentrations respectives de 10^{-6} ; 10^{-5} et 10^{-4} M de GA3. La germination des semences a été évaluée à travers le temps moyen, la vitesse et le pourcentage de germination. Les résultats expérimentaux montrent que pour toutes les concentrations de GA3 testées, le temps moyen de germination a été identique et plus faible que celui exprimé par les témoins (semences non traitées avec les solutions de GA3). Par contre, la vitesse de germination a été la plus importante lorsque les graines de baobab ont été trempées dans la solution de GA3 pendant 12 h quelle que soit la concentration considérée. Le temps d'immersion 6h pour les mêmes concentrations et les témoins ont enregistré les plus faibles vitesses de germination (**Tableau 3**). Le pourcentage de germination de graines de baobab a été le plus élevé pour 12 heures de trempage dans les solutions de GA3 aux concentrations de 10^{-4} et 10^{-5} M. Les traitements témoins et les graines qui ont subi un trempage de 6 heures dans la solution hormonale ont enregistré le plus faible taux de germination (**Figure 7**).

Tableau 3 : Effet des concentrations de GA3 et de la durée de trempage sur le temps moyen et la vitesse de germination des graines d'*Adansonia digitata* L.

Durée de trempage	Concentration GA3	Temps moyen de germination (TMG)	Vitesse germination (VG)
6H	C1	$3,45 \pm 0,50b$	$1,52 \pm 0,13ab$
6H	C2	$3,55 \pm 0,34b$	$1,23 \pm 0,09b$
6H	C3	$3,79 \pm 0,18b$	$1,52 \pm 0,29ab$
6H	TEMOIN	$4,34 \pm 0,36a$	$1,47 \pm 0,17ab$
12H	C1	$3,28 \pm 0,29b$	$1,80 \pm 0,21a$
12H	C2	$3,32 \pm 0,42b$	$1,85 \pm 0,22a$
12H	C3	$3,25 \pm 0,06b$	$2,05 \pm 0,05a$
12H	TEMOIN	$4,12 \pm 0,25a$	$1,52 \pm 0,38ab$

Dans une même colonne les chiffres suivis de la même lettre sont identiques selon le texte Newman-Keuls au seuil de 5 %, (Moyenne \pm écart type). Le témoin n'a pas subi de trempage dans les solutions hormonales.

6H C1 : graines trempées dans une solution d'GA3 à 10^{-6} M pendant 6 h

6H C2 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-5} M pendant 6 h

6H C3 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-4} M pendant 6 h

6H TEMOIN : graines trempées dans l'eau pendant 6 h

12H C1 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-6} M pendant 12 h

12H C2 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-5} M pendant 12 h

12H C3 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-4} M pendant 12 h

12H TEMOIN : graines trempées dans l'eau pendant 12 h

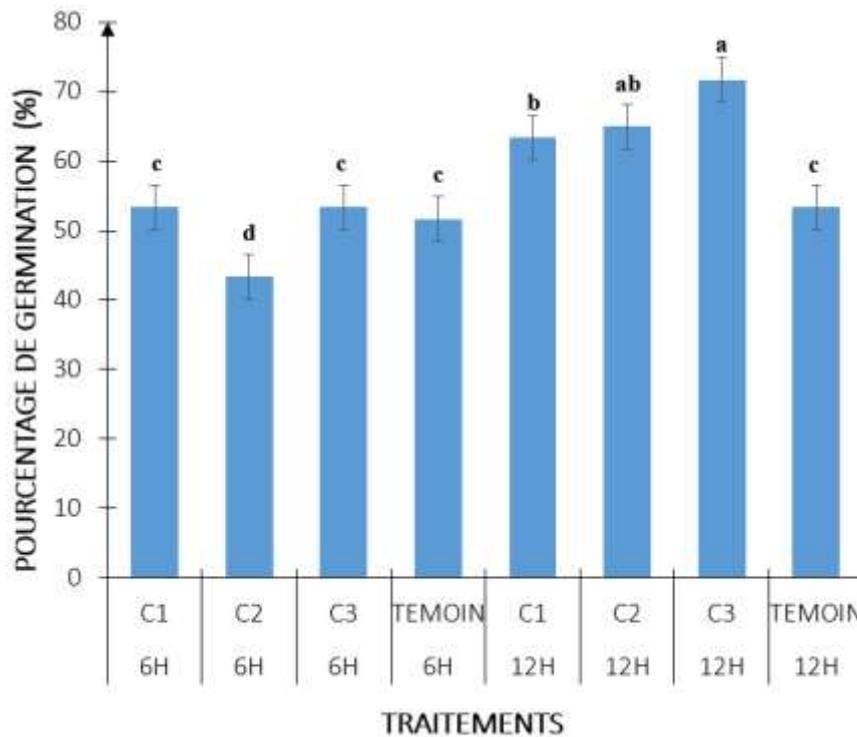


Figure 7 : *Pourcentage de germination des semences d’Adansonia digitata L. en fonction de la concentration de GA3 et de la durée de trempage*

6H C1 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-6} M pendant 6 h

6H C2 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-5} M pendant 6 h

6H C3 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-4} M pendant 6 h

6H TEMOIN : graines trempées dans l’eau pendant 6 h

12H C1 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-6} M pendant 12 h

12H C2 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-5} M pendant 12 h

12H C3 : graines trempées dans une solution de GA3 à 10^{-4} M pendant 12 h

12H TEMOIN : graines trempées dans l’eau pendant 12 h

3-2-3. Germination des semences d’Adansonia digitata L. sous l’effet des concentrations de BAP et de la durée de trempage

Pour cette expérimentation, des graines de baobab prétraitées avec l’acide sulfurique (H_2SO_4) ont subi un trempage de 6 h et 12 h dans des solutions de BAP. Les concentrations 10^{-6} ; 10^{-5} et 10^{-4} M de BAP ont été utilisées. La germination des semences a été évaluée à travers différents paramètres. Les résultats montrent que le temps moyen de germination des graines est statistiquement identique pour toutes les concentrations de BAP testées quelle que soit la durée de trempage des graines. Le traitement témoin a exprimé le temps moyen de germination le plus élevé. Pour toutes les concentrations de BAP considérées, la vitesse de germination a été statistiquement identique à celle du témoin quelle que soit la durée de trempage (*Tableau 4*).

Tableau 4 : Effet des concentrations de BAP et de la durée de trempage sur le temps moyen et vitesse de germination des graines d'*Adansonia digitata* L.

Durée de trempage	Concentration BAP	Temps moyen de germination (TMG)	Vitesse de germination (VG)
6H	C1	3,16 ± 0,32b	1,66 ± 0,31a
6H	C2	3,16 ± 0,32b	1,72 ± 0,38a
6H	C3	3,16 ± 0,32b	1,76 ± 0,41a
6H	TEMOIN	4,34 ± 0,36a	1,47 ± 0,17a
12H	C1	3,28 ± 0,19b	1,95 ± 0,05a
12H	C2	3,42 ± 0,56b	1,80 ± 0,33a
12H	C3	3,56 ± 0,12b	1,85 ± 0,14a
12H	TEMOIN	4,12 ± 0,25a	1,52 ± 0,38a

Dans une même colonne les chiffres suivis de la même lettre sont identiques selon le texte Newman-Keuls au seuil de 5 %, (Moyenne ± écart type). Le témoin n'a pas subi de trempage dans les solutions hormonales.

6H C1 : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-6} M pendant 6 h

6H C2 : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-5} M pendant 6 h

6H C3 : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-4} M pendant 6 h

6H TEMOIN : graines trempées dans l'eau pendant 6 h

12H C1 : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-6} M pendant 12 h

12H C2 : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-5} M pendant 12 h

12H C3 : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-4} M pendant 12 h

12H TEMOIN : graines trempées dans l'eau pendant 12 h

Relativement au pourcentage de germination des graines de baobab, il a été le plus faible pour une durée d'immersion de 6 h quelle que soit la concentration de BAP utilisée. Le pourcentage de germination le plus élevé a été obtenu avec un long temps d'immersion des semences (12 h). Cependant, le pourcentage de germination des graines n'ayant pas séjournées dans une solution hormonale (témoin) a été moins important par rapport à celles traitées avec la BAP pour les deux temps de trempage (**Figure 8**).

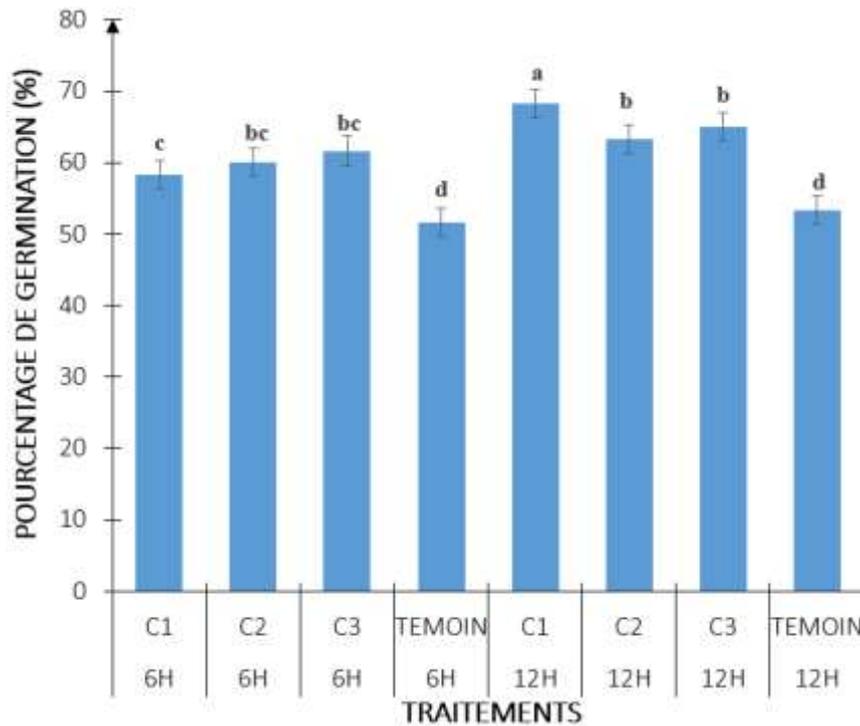


Figure 8 : Pourcentage de germination des semences d'*Adansonia digitata* L. en fonction de la concentration de BAP et de la durée de trempage

6H C1 : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-6} M pendant 6 h

6H C2 : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-5} M pendant 6 h

6H C3 : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-4} M pendant 6 h

6H TEMOIN : gaines trempées dans l'eau pendant 6 h

12H C1 : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-6} M pendant 12 h

12H C2 : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-5} M pendant 12 h

12H C3 : graines trempées dans une solution de BAP à 10^{-4} M pendant 12 h

12H TEMOIN : graines trempées dans l'eau pendant 12 h

4. Discussion

4-1. Influence du type d'hormone sur la germination des graines d'*Adansonia digitata* L.

L'efficacité des différents traitements a varié considérablement selon la nature de l'hormone et la durée de trempage des semences. Avant le trempage dans les solutions hormonales, les graines d'*Adansonia digitata* ont été scarifiées avec l'acide sulfurique (H_2SO_4) à 98 % pendant 1 h. Cette technique est l'une des méthodes de prétraitement les plus efficaces pour améliorer la germination des graines chez plusieurs espèces végétales [16, 22]. Chez d'autres plantes dont les graines ont différents types de dormance, en plus du ramollissement des téguments par un agent chimique, des traitements supplémentaires sont nécessaires pour une amélioration significative de la germination. Dans cette étude, le trempage des graines dans diverses solutions hormonales (AIA, GA3 et BAP) après une scarification chimique à l'acide sulfurique a amélioré les paramètres de la germination chez *A. digitata* L. Le trempage individuel des semences de baobab dans les solutions de 10^{-4} M de AIA pendant 6 heures ou de GA3 pour une durée de 12 heures a favorisé une germination rapide et le pourcentage de germination a été nettement amélioré. Pour cette même

concentration, la variation du temps n'a pas eu d'effet sur la germination des semences trempées dans la solution de BAP. La vitesse et le pourcentage de germination enregistrés sont importants pour les deux durées de trempage. Les graines d'*A. digitata* pourraient avoir une double dormance. L'inhibition tégumentaire étant levée par la scarification ou le ramollissement des téguments, l'immersion subséquente des graines dans les solutions hormonales aurait achevé la maturité physiologique des embryons qui ont une dormance embryonnaire. Les gibbérellines telles que l'acide gibbérellique (GA3) sont connues pour favoriser le processus de levée de dormance et de germination chez plusieurs espèces végétales. Ces hormones induisent la production d'enzymes hydrolytiques qui brisent les barrières tégumentaires de la germination. Ces substances mobilisent les réserves stockées dans les semences et stimulent l'expansion de l'embryon [23]. En effet, la levée de dormance est réalisée par des mécanismes incluant des interactions complexes entre l'environnement et les facteurs internes. Elle est caractérisée par une augmentation de la teneur endogène de gibbérelline (GA3) et une dégradation de l'acide abscissique (ABA) [24]. Dans cette étude le trempage prolongé des semences dans la solution de GA3 a augmenté la teneur endogène de gibbérelline des graines de baobab et a favorisé le processus de germination. L'AIA et la BAP utilisés dans cette expérimentation auraient les mêmes modes d'action que la GA3 sur les semences de baobab. Ces résultats sont similaires à ceux des travaux réalisés avec les graines de *Pinus massoniana*. Les auteurs ont démontré que le trempage des semences de *Pinus massoniana* dans des solutions d'AIA et de GA3 à $10^{-4}M$, réduit le temps et augmente le taux de germination [25].

4-2. Effet de la concentration d'hormone et de la durée de trempage sur la germination des graines d'*Adansonia digitata* L.

La variation de la concentration des trois hormones et du temps de trempage a une grande influence sur la germination des graines d'*Adansonia digitata*. Pour les fortes concentrations d'AIA, la germination est améliorée pour un bref temps (6 h) de trempage des graines. Pour ces mêmes concentrations, le pourcentage de germination est réduit lorsque la durée de trempage est assez longue (12 h). Quant aux faibles concentrations, elles sont efficaces lorsque la durée d'immersion est importante. Le baobab (*Adansonia digitata* L.) serait une espèce sensible à l'action de l'AIA. Cette sensibilité pourrait dépendre de la concentration d'AIA et la durée de trempage des graines dans la solution. Des études similaires réalisées sur différentes espèces végétales ont montrées l'influence de la concentration de l'AIA sur la germination des graines [26]. Plusieurs autres auteurs ont prouvé que l'AIA améliore la capacité de germination de certaines espèces telles que le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), la verrue bouleau (*Betula verrucosa*) et ébène vert (*Jacaranda mimosifolia*) [27]. Contrairement à cette étude, l'AIA a stimulé la germination des graines de différentes espèces dans des conditions de stress, mais n'a pas eu d'effet sur la germination des graines de la plupart des arbres forestiers, y compris les angiospermes et les gymnospermes [28]. Le trempage des graines d'*A. digitata* dans les solutions GA3 ont montrés que l'effet de cette phytohormone dépend de la durée de trempages et la concentration. Le pourcentage et la vitesse de germination ont été les plus élevées pour une immersion de longue durée (12 h) des graines de baobab dans les fortes concentrations de GA3. Ces résultats seraient dus à l'équilibre de GA3/ABA. En effet, la gibbérelline imprègne progressivement les tissus de l'embryon des graines, améliore leur germination en inhibant l'activité d'acide abscissique (ABA). Généralement, la germination est causée par l'activation des catabolismes des enzymes et l'inhibition des voies de biosynthèse associées, ce qui diminue également les quantités d'ABA [29]. Différents autres auteurs ont montré que l'acide gibbérellique est une hormone essentielle dans la stimulation de la germination des graines des espèces végétales et de la croissance des plantules [30, 31]. L'effet positif de la GA3 sur la germination des graines ayant une forme de dormance a été relevé chez différentes espèces de *Cyclamen* [30]. Des observations similaires à la précédente expérimentation ont été faites lorsque les graines de baobab traitées avec la BAP, ont été mises à germer. La BAP a donc une action similaire à celle de la GA3 sur la germination des semences d'*A. digitata*. Chez *Oryza sativa* le traitement des graines avec une cytokinine améliore la germination de celles-ci. [33].

5. Conclusion

Cette étude montre que le trempage des graines dans des solutions d'AIA, GA3 et BAP améliore la germination chez le baobab. Toutefois, il existe une variabilité de l'effet des substances hormonales sur la germination des graines de baobab. L'effet positif des hormones testées (AIA, GA3 et BAP) sur la germination dépend de la concentration utilisée et du temps de trempage des graines. De façon spécifique, l'AIA améliore la germination lorsque les semences de baobab sont trempées dans de faibles concentrations (10^{-6}) pendant une longue durée de 12 heures. Les concentrations très élevée de l'AIA inhibent la germination des graines du baobab. La GA3 et la BAP sont efficaces sur la germination lorsque les semences sont trempées pendant une longue durée de 12 heures.

Références

- [1] - J. GEBAUER, K. EL-SIDDIG and G. EBERT, "Baobab (*Adansonia digitata* L.) : A review on a multipurpose tree with promising future in the Sudan". *Gartenbauwissenschaft*, 67 (4) (2002) 155 - 160
- [2] - A. G. DIOP, M. SAKHO, M. DORNIER, M. CISSE and M. REYNES, "Le baobab africain (*Adansonia digitata* L.) : principales caractéristique et utilisations". *Fruits*, 61 (2006) 55 - 69
- [3] - A. E. ASSOGBADJO and J. LOO, "Adansonia digitata. African baobab. Conservation and sustainable use of genetic resources of priority food tree species in sub-Saharan Africa". *Bioversity International*, Rome, Italy, (2011) 254
- [4] - B. CHRISTINE, S. PREHSLER, A. HARTL and C. R. VOGL, The importance of baobab (*Adansonia digitata* L.) in rural west african subsistence-suggestion of a cautionary approach to international market export of baobab fruits. *Ecology of Food and Nutrition*, 49 (3) (2010) 145 - 172
- [5] - K. OMOTESHO, F. SOLA-OJO, A. ADENUGA and S. GARBA, Awareness and usage of the baobab in rural communities in Kwara State, Nigeria. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, 6 (4) (2013) 412 - 418
- [6] - M. CISSE, M. SAKHO, M. DORNIER, C. DIOP, M. REYNES and O. SOCK, Caractérisation du fruit du baobab et étude de sa transformation en nectar. *Fruits*, 64 (2008) 19 - 34
- [7] - F. CHADARE, A. LINNEMANN, J. HOUNHOUGAN, M. NOUT and M. VAN BOEKEL, Baobab food products : a review on their composition and nutritional value. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49 (2009) 254 - 274
- [8] - M. B. NORDEIDE, A. HARLOY, M. FOLLING, A. OSHAUG and E. LIED, Nutrient composition and Nutritional importance of green leaves and wild foods resources in an agricultural district, Koutiala, in Southern Mali. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 47 (1996) 455 - 468
- [9] - M. A. OSMAN, "Chemical and nutrient analysis of baobab (*Adansonia digitata*) fruit and seed protein solubility". *Plant Foods for Human Nutrition*, 59 (2004) 29 - 33
- [10] - A. KORBO, E. D. KJÆR, H. SANOU, A. RÆBILD, J. S. JENSEN and J. K. HANSEN, "Breeding for high production of leaves of baobab (*Adansonia digitata* L) in an irrigated hedge system". *Tree Genetics & Genomes*, 9 (2013) 779 - 793
- [11] - K. DOSSA, H. TONI, P. AZONANHOUN and A. B. DJOSSA, "Caractérisation de quelques peuplements naturels de Baobab (*Adansonia digitata* L.) et des pressions subies dans les différentes zones chronologiques du Bénin". *Journal of Applied Biosciences*, 93 (2015) 8760 - 8769
- [12] - N. A. S. SAMBA, A. GAYE, S. T. FALL, M. DIOUF and I. DIALLO, "Le baobab, Nouvelle plante maraîchère du Sahel, fiche technique". ISRA, CORAF /WECARD, FNRAA, (2003) 6
- [13] - B. A. BATIONO, N. LAMIEN, N. DERMES and S. KANDJI, "Culture du baobab, *Adansonia digitata* L. (Bombacaceae) en planche maraîchère : une méthode pour simplifier sa récolte et favoriser sa propagation au sahel". *Bois et Forêts des Tropiques*, 99 (1) (2009) 79 - 86

- [14] - N. P. NGUEMA, E. B. BOUANGA, Y. C. MASSOUNGA, B. G. BOUSSIENGUI, "Étude comparée de trois méthodes de multiplication de *Jatropha curcas* L. dans les conditions climatiques du sud-est du Gabon". *Journal of Applied Biosciences*, 65 (2013) 4989 - 4998
- [15] - J. M. BASKIN, C. C. BASKIN and X. LI, "Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds". *Plant species biology*, 15 (2) (2000) 139 - 152
- [16] - M. AZZOUZI, "Baobab (*Adansonia digitata* L.) seed pretreatments for germination improvement". *Seed Science and Technology*, 23 (2) (1995) 469 - 475
- [17] - G. J. ESENOWO, DANTHU, J. ROUSSEL, A. GAYE and E. H. EL, "Studies on germination of *Adansonia digitata* seeds". *Journal of Agricultural*, 117 (1) (1991) 81 - 84
- [18] - C. S. LARISSA, A. G. MARINA, C. MARCELO L, D. VICTOR and F. C. ROGERIO, "Effects of hormonal priming on seed germination of pigeon pea under cadmium stress". *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87 (3) (2015) 1847 - 1852
- [19] - M. ALOUANI and F. BANI-AAMEUR, "Argan (*Argania spinosa* (L.) Skeels) seed germination under nursery conditions : Effect of cold storage, gibberellic acid and mother-tree genotype", *Annals of Forest Science*, 61 (2004) 191 - 194
- [20] - S. Y. C HEN, S. R. KUO and C. T. CHIEN, "Roles of gibberellins and abscisic acid in dormancy and germination of red bayberry (*Myrica rubra*) seeds". *Tree Physiology*, 28 (9) (2008) 1431 - 1439
- [21] - A. E. ASSOGBADJO, B. SINSIN and P. VAN DAMME, "Caractères morphologiques et production des capsules de baobab (*Adansonia digitata* L.) au Bénin". *Fruits*, 60 (2005) 327 - 340
- [22] - B. A. SOUMAHORO, "Caractérisation chimique des huiles essentielles extraites de suspensions cellulaires issues de cals du thé de savane (*Lippia multiflora* Moldenke, Verbenaceae) cultivé en Côte d'Ivoire" Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire, Thèse unique, (2016) 153
- [23] - E. W. FINCH-SAVAGE and G. LEUBNER-METZGER, Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171 (2006) 501 - 523
- [24] - R. FINKELSTEIN, W. REEVES, T. ARIIZUMI and C. STEBER, Molecular aspects of seed dormancy. *Annual Review of Plant Biology*, 59 (2008) 387 - 415
- [25] - G. ZHAO and X. JIANG, "Roles of Gibberellin and Auxin in Promoting Seed Germination and Seedling Vigor in *Pinus massoniana*". *Forest Sciences*, 60 (2) (2014) 367 - 373
- [26] - E. A. A. DA SILVA, P. E. TOOROP, J. NIJSSE, J. D. BEWLEY and H. W. HILHORST, "Exogenous gibberellins inhibit coffee (*Coffea arabica* cv. Rubi) seed germination and cause cell death in the embryo". *Journal of Experimental Botany*, 56 (413) (2005) 1029 - 1038
- [27] - F. LI, L. Y. ZHOU, J. A. SHI and P. GAO, "Promotion of IAA, NAA on seed germination of *Jacaranda mimosifolia*, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2 (11) (2012) 1184 - 1189
- [28] - C. L. LEADEM, "The role of plant growth regulators in the germination of forest tree seeds". *Plant Growth Regulation*, 6 (2) (1987) 61 - 93
- [29] - A. ATIA, A. DEBEZ, Z. BARHOUMI, A. SMAOUI and C. ABALELLY, ABA GA3 and nitrate may control Seed germination of *Crithmum maritimum* (Apiaceae) under conditions. *Comptes Rendus Biologie*, 332 (2009) 704 - 710
- [30] - C. M. KARSSSEN, S. ZAGORSKI, J. KEPCZYNSKI and S. P. C. GROOT, "Key role for endogenous gibberellins in the control of seed germination". *Annals of Botany*, 63 (1) (1989) 71 - 80
- [31] - B. KUCERA, M. A. COHN and G. LEUBNER-METZGER, "Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. *Seed Science Research*, 15 (4) (2005) 281 - 307
- [32] - C. MIHAIELA, P. DORU, R. S. CRISTIAN and M. RODICA, "Gibberellic Acid Can Improve Seed Germination and Ornamental Quality of Selected *Cyclamen* Species Grown Under Short and Long Days. *Agronomy*, 10 (516) (2020) 1 - 19
- [33] - M. KAZUMITSU and S. TADASHI, The effects of Kinitin and gibberellin of the germination of dehulled seed of *insica* and *Japonica* Rice (*Oriza sativa* L.) under anaerobic and aerobic conditions. *Annals of botany*, 80 (19974) 79 - 438