

# Germination et croissance de *Anacardium occidentale* L. en pépinière au Bénin : effets de la durée de conservation et du trempage pré-germinatif des semences sous diverses conditions climatiques

Romarc Serge Lokossou, Kouami N'Djolossè, Adolphe Azonkpin, Marius E.S. Agassounon, Raoul Yabi

Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)/Centre de Recherche Agricole Centre (CRA-Centre), Savè (Bénin). E-mail : lokossouromarc@yahoo.fr

Reçu le 18 juillet 2024, accepté le 2 juin 2025, mis en ligne le 7 août 2025.

Cet article est distribué suivant les termes et les conditions de la licence CC-BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>)

DOI : 10.25518/1780-4507.21333

**Description du sujet.** L'une des contraintes majeures de la réussite des opérations de greffage en toute saison est le manque d'informations sur les paramètres qui optimisent la production uniforme des plants (porte-greffe) d'anacardier vigoureux et sains nécessaires pour le greffage.

**Objectifs.** L'objectif est d'étudier l'effet des différents facteurs (durée de conservation des semences, trempage pré-germinatif) sur la production des plants sains et vigoureux.

**Méthode.** La présente étude est un essai en pépinière réalisé en milieu réel durant 12 mois qui a mis en jeu plusieurs facteurs. Les analyses de corrélation multiple, de variance avec le modèle GLM et les tests post hoc de Tukey HSD ont été réalisés avec R 4.2.2.

**Résultats.** Les résultats ont révélé que la durée de conservation des semences d'anacardier impacte négativement le taux de germination (Tg) ( $p = 0,000128 < 0,05$ ), l'énergie germinative (Eg) ( $p = 2,10^{-16} < 0,05$ ), la hauteur ( $p = 0,0027 < 0,05$ ) et l'état sanitaire (ES) des plants ( $p = 2,10^{-16} < 0,05$ ). L'anacardier garde les taux germinatifs les plus élevés (de 94 à 99 %) et une énergie germinative élevée (de 34 % à 54 %) induisant des plants sains durant les sept premiers mois de conservation des semences. Pour des semences âgées (plus de six mois), une augmentation des températures maximales associée à une diminution des humidités minimales entraîne une baisse de l'Eg qui est améliorée avec le trempage pré-germinatif des semences dans l'eau pendant 72 h.

**Conclusions.** Ces informations permettront aux pépiniéristes de planifier les opérations afin de produire des plants sains et vigoureux pour le greffage.

**Mots-clés.** Trempage des graines, santé des plantes, Afrique occidentale.

## Germination and growth of *Anacardium occidentale* L. in a nursery in Benin: effects of seed storage time and pre-germination soaking under several climatic conditions

**Description of the subject.** One of the main constraints on the success of grafting operations in all seasons is the lack of information on the parameters that optimize seed germination to produce vigorous and good-health cashew plants (rootstocks) needed for grafting.

**Objectives.** The objective is to study the effect of different factors (seed storage time, pre-germination soaking, and climatic conditions) on producing healthy and vigorous plants.

**Method.** The current study is a nursery trial undertaken over 12 months involving several factors in a split-plot design: statistical-based analyses like multiple correlation, analyses of variance (GLM) and post hoc Tukey HSD tests were performed with R 4.2.2.

**Results.** The results showed that the cashew seeds storage time negatively impacted the germination rate (Gr) ( $p = 0,000128 < 0,05$ ), germinative energy (Ge) ( $p = 2,10^{-16} < 0,05$ ), height ( $p = 0,0027 < 0,05$ ) and the health status (HS) of the

plants ( $p = 2.10^{-16} < 0.05$ ). Cashew seeds maintain the highest Gr (94 to 99%) and good Ge (34 to 54%), inducing plants in good health conditions during the first seven months of seed conservation. For seeds over six months old, increasing maximum temperatures associated with a decreasing minimum air humidity leads to a drop in Ge, which is significantly improved by seeds pre-germinative soaking during 72 h in water.

**Conclusions.** This information will allow nursery operators to plan their operations to obtain uniform, vigorous, and healthy plants for grafting.

**Keywords.** Seed soaking, plant health, West Africa.

## 1. INTRODUCTION

Le Bénin fait partie des cinq plus grands pays producteurs africains de noix de cajou et sa production est en pleine croissance (Ricau, 2019). La production moyenne annuelle de noix de cajou au Bénin a progressé de 84900 à 165050 tonnes de 2009 à 2019 (N'Djolossè, 2022). L'anacarde représente le deuxième produit agricole d'exportation après le coton. Les exportations de noix brutes de cajou sont en plein essor, passant de 36487 tonnes en 2001 à 146332 tonnes en 2011 (ACA, 2012). Les superficies emblavées ont été estimées en 2015 à 285567 ha (Adégbola & Crinot, 2016). Ces accroissements de production reposent sur les superficies emblavées qui augmentent au fil des années. En effet, le rendement moyen des arbres en noix de cajou demeure relativement faible (3 à 6 kg·arbre<sup>-1</sup>) par rapport à celui obtenu dans les pays grands producteurs comme l'Inde, le Vietnam, le Brésil et la Tanzanie (10 à 15 kg·arbre<sup>-1</sup>) (Masawe, 2010 ; Tandjiékpon, 2010). Ce faible rendement réduit considérablement les revenus des planteurs. Au nombre des facteurs qui limitent ce rendement, il est possible de citer principalement le non-respect des itinéraires techniques élaborés au moment de la réalisation des plantations comme l'utilisation des noix « tout venant » en semis direct sans trouaison ni fumure et la forte densité de plantation (plus de 100 arbres·ha<sup>-1</sup>) ((Djaha et al., 2012 ; Batamoussi et al., 2017 ; Bello, 2018 ; Adiko et al., 2023).

Pour lever cette contrainte de faibles rendements, l'une des solutions envisagées est la production de plants greffés avec des clones d'arbres élites (Djaha et al., 2010). Dans les pays grands producteurs d'anacarde comme l'Inde, le Brésil, le Vietnam, le Mozambique, la Tanzanie, la Côte d'Ivoire, entre autres, les plants greffés d'anacardier sont de plus en plus utilisés par les producteurs (Djaha, 2004 ; Djaha et al., 2010 ; Nayak et al., 2020). L'utilisation de ce matériel végétal associée à l'application de pratiques culturales adéquates permet de créer des vergers homogènes à haut rendement (Djaha et al., 2010 ; Nayak et al., 2020).

Le Bénin, à l'instar des pays grands producteurs d'anacarde, se retrouve dans cette dynamique, et cela justifie les interventions de la recherche et des

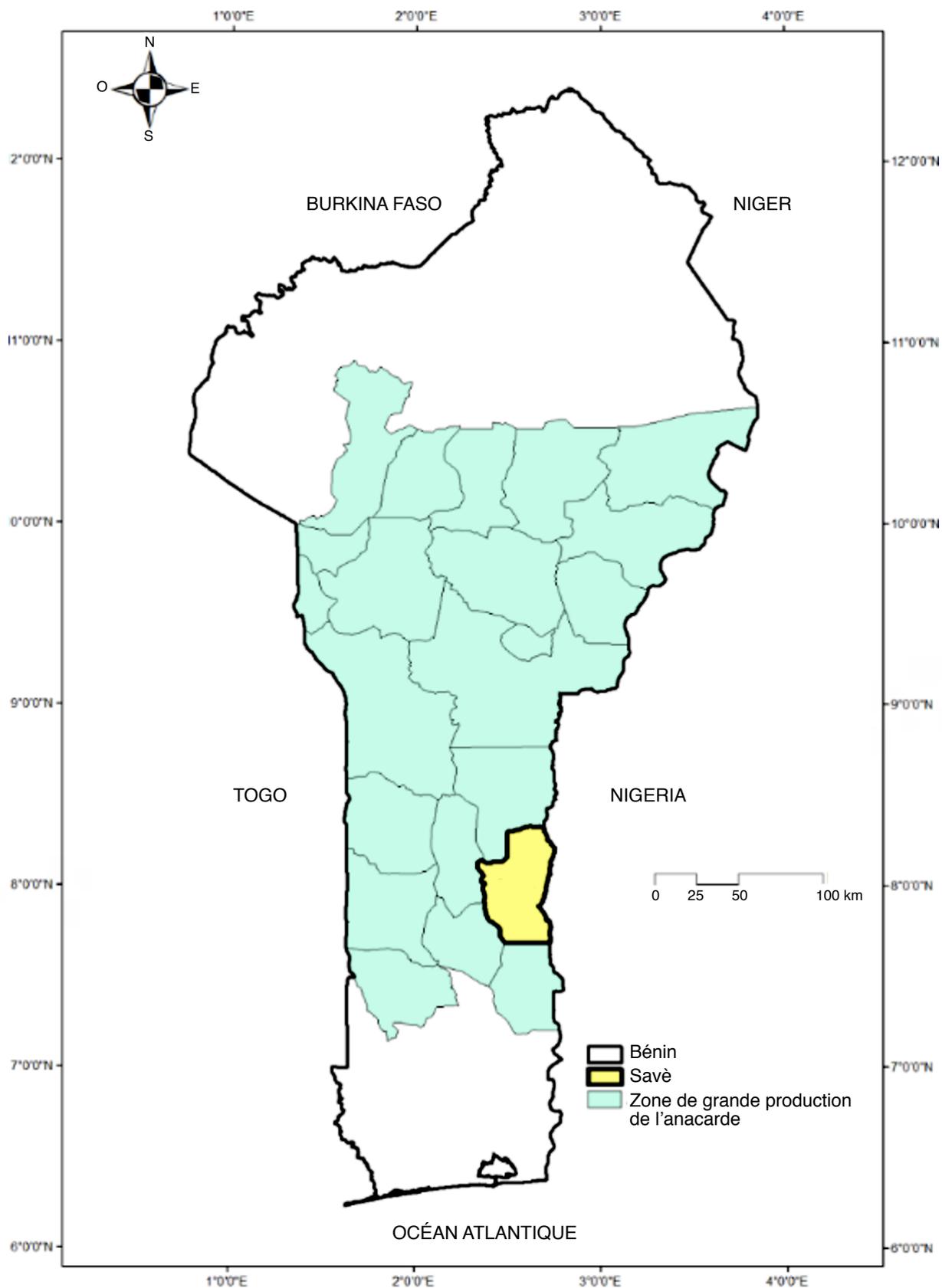
partenaires techniques et financiers essentiellement focalisées ces dernières années sur l'amélioration du matériel végétal (N'Djolossè et al., 2020). Pour le programme d'actions du gouvernement du Bénin, le développement et l'organisation du système semencier visent à produire en quantité suffisante des plants greffés performants (Hinnou et al., 2022).

Parmi les principales contraintes qui minent la production des plants greffés, la courte période de production des plants (de février à mai) figure au premier plan. À cela s'ajoutent le manque d'informations sur la durée de stockage et les traitements pré-germinatifs favorisant la germination et la croissance des plants. En effet, un prétraitement avant le semis est nécessaire pour certaines essences à noix dures pour lever la dormance et assurer une germination rapide et uniforme (Ministère de la Coopération et du Développement, 1991). L'objectif principal de cet essai a été celui de tester, sous diverses conditions climatiques, l'effet de la durée de conservation et des trempages prégerminatifs des semences sur la germination et la croissance des plants afin d'améliorer la production des plants d'anacardier en toutes saisons en pépinière.

## 2. MÉTHODOLOGIE

### 2.1. Milieu d'étude

Cette expérimentation est un essai en station (pépinière) en milieu non contrôlé au niveau du site de recherche de Ouoghi du Centre de Recherche Agricole du Centre (CRA-Centre) situé à Savè (8.0336°N, 2.4851°E) au centre du Bénin (**Figure 1**). Le climat est de type tropical humide de transition, caractérisé tantôt par quatre saisons (deux pluvieuses et deux sèches), tantôt par deux saisons (une pluvieuse et une sèche) (Akoègninou, 2004) avec une température moyenne de 27,67 °C et des précipitations moyennes annuelles de 1107,99 mm avec cinq mois de période sèche. La végétation est une mosaïque de savanes, de forêts claires parsemées de galeries forestières, de champs et de plantations (Akoègninou et al., 2006). Les sols sont de type ferrugineux tropical sur socle cristallin aux caractéristiques très variables (INSAE, 2016).



**Figure 1.** Localisation de la station de recherche de Ouoghi au CRA Centre/INRAB — *Localisation of Ouoghi Research Station at CRA Centre/INRAB.*

Source : INRAB, 2024.

## 2.2. Matériel végétal

Les semences utilisées dans le cadre de cette étude sont récoltées sur le clone SAKA06 du germoplasme de la station de recherche de Ouoghi du Centre de Recherche Agricole Centre (CRA-Centre). Ce germoplasme regroupe les arbres élites du Bénin ayant les meilleures performances agronomiques. Le clone SAKA06 fait partie des arbres mères élites du Bénin dont l'origine se situe dans le village de Katakou dans la commune de Savè (**Figure 1**). Il est principalement caractérisé par un rendement moyen en noix de 33 kg-arbre<sup>-1</sup>, un poids moyen de 7,1 g-noix<sup>-1</sup> et un taux d'amandes de 30,33 % (Bello et al., 2020).

## 2.3. Collecte et conservation des noix semences

Les fruits de l'anacardier constitués de la pomme et de la noix, arrivés à maturité, sont ramassés et les noix sont séparées des pommes par simple torsion. Ces noix sont transportées hors du verger pour être séchées sur des claies, tandis que les pommes sont abandonnées sous les arbres. Dans le présent travail, les noix semences ont été collectées deux fois par semaine de février à avril 2022. L'échantillon de noix semences ( $n = 7500$ ) pris en considération pour ce travail a été stocké à l'intérieur d'une salle aérée à température ambiante dans un sac de jute posé sur une palette en bois où les prélèvements se font chaque mois pour le semis. Avant le semis, la qualité des semences a été évaluée par la technique de flottaison. Seules les noix restant au fond de l'eau ont été retenues pour la conduite de l'essai.

## 2.4. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est du type split-plot à deux facteurs, à savoir la durée de conservation des semences avant le semis (facteur principal) avec 12 modalités et la durée de prétraitement des semences avant le semis (facteur secondaire) avec 4 modalités (**Figure 2**).

Les différentes modalités des facteurs mis en jeu sont :

- premier facteur (principal) : durée de conservation des semences avec 12 modalités. Au total, 12 semis ont été réalisés, à raison d'un semis par mois à partir d'avril 2022 jusqu'en avril 2023 ;
- deuxième facteur : traitement pré-germinatif des semences d'anacardier basé sur la durée de trempage dans l'eau :
  - T0 : sans trempage dans l'eau (pratique paysanne 1) ;
  - T1 : trempage dans l'eau pendant 24 h (pratique paysanne 2) ;
  - T2 : trempage dans l'eau pendant 48 h ;
  - T3 : trempage dans l'eau pendant 72 h.

Le semis a été effectué dans des pots en sachet de polyéthylène mesurant 25 cm x 10 cm, remplis de terre végétale utilisée comme substrat. La terre végétale utilisée est ramassée en forêt et est constituée d'un sol de type ferrugineux tropical lessivé à concrétions (Dubroeuq, 1977) et de texture sablo-limoneux. Ces sols lessivés font encore partie de l'ensemble des sols profonds évoluant sur du matériau d'altération kaolinique issu de granite et de granito-gneiss à deux micas (Dubroeuq, 1977). Cette terre végétale prélevée a été tamisée pour en extraire les débris de végétaux pouvant perturber le bon accroissement des racines. Le remplissage des sachets a été fait en veillant à ce qu'il n'y ait aucun vide pouvant limiter le développement des racines.

Au total, quatre traitements ont été réalisés et répliqués en trois répétitions. Un traitement comporte 35 pots, soit 420 pots pour l'essai chaque mois. L'essai a été répété tous les 12 mois avec des lots de noix différents prélevés à la même source, en stock depuis le mois de mars 2022. Le nombre total de pots utilisés pour les 12 mois qu'a duré l'essai est de 5040 pots.

Les noix sont semées dans une position où le point d'attache à la pomme est orienté vers le haut. Les pots remplis de substrat sont arrosés avec l'eau du robinet, à température ambiante, deux fois par jour (matin et soir), à raison de deux arrosoirs de 11 l pour 350 pots, ce qui correspond à 0,126 l par pot par jour (pratique paysanne).

## 2.5. Paramètres mesurés ou calculés

Les paramètres de germination pris en compte dans le présent essai sont le taux de germination, la cinétique de germination et l'énergie germinative.

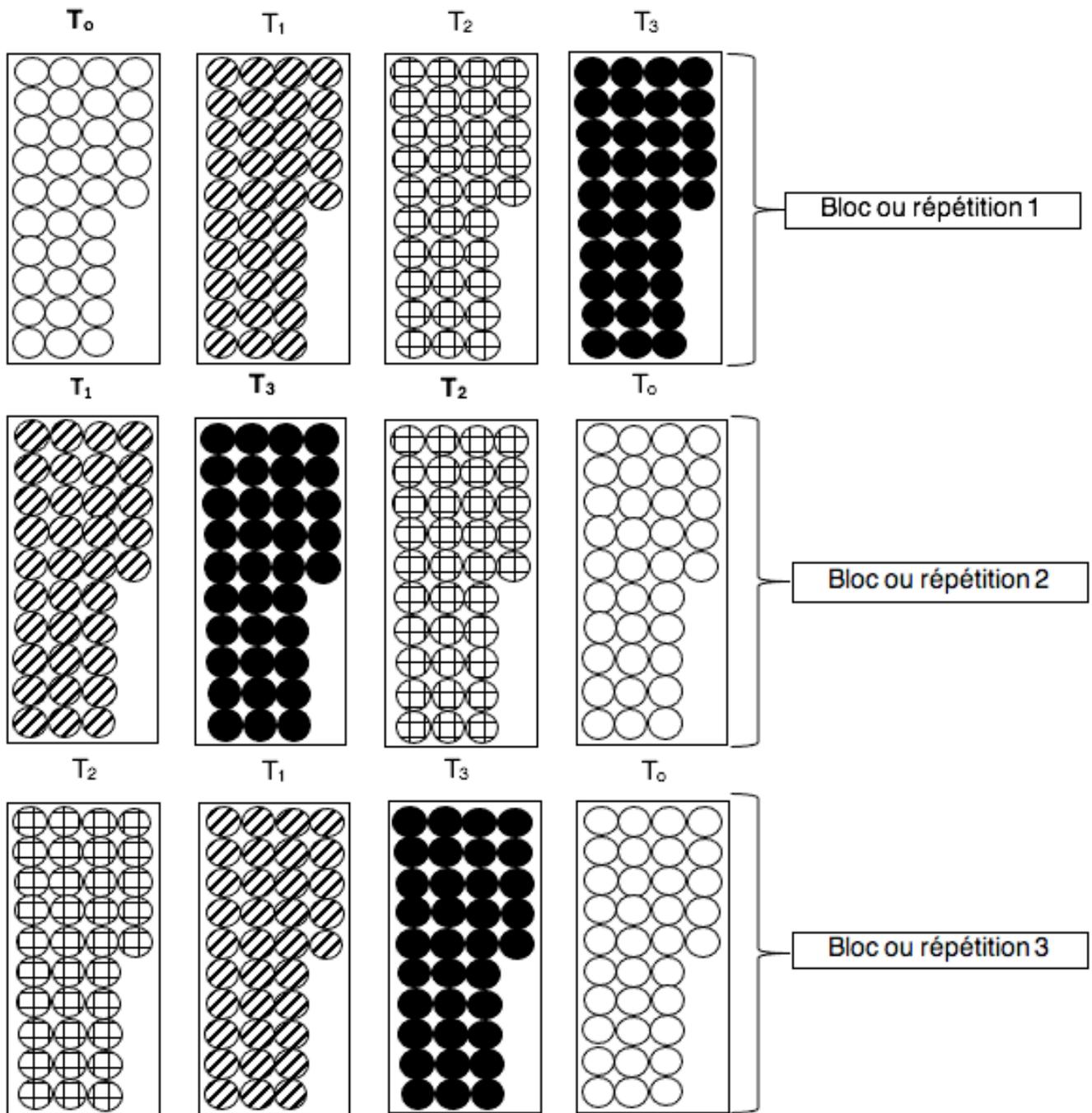
Les variables comme la levée, l'apparition des premières feuilles et les fontes de semis ont été enregistrées quotidiennement à partir du premier jour après semis pour le calcul du taux de germination, de l'énergie germinative et de la cinétique de germination.

**Taux de germination.** Le taux de germination, appelé aussi pouvoir germinatif, est le pourcentage de semences vivantes ou qui peuvent germer quand elles sont placées dans les conditions les plus favorables. Il est encore appelé faculté germinative (ACCT, 1977). Dans cet essai, la durée convenue est de quatre semaines, soit 30 jours après semis.

Le taux de germination est donné par la formule suivante :

$$Tg = \frac{G \times 100}{N}$$

avec  $Tg$  (%) : taux de germination,  $G$  : nombre de noix ayant germé dans les conditions les plus favorables,  $N$  : nombre total des noix semées.



- T<sub>0</sub> : sans trempage dans l'eau (pratique paysanne 1)
- T<sub>1</sub> : trempage dans l'eau pendant 24 heures (pratique paysanne 2)
- T<sub>2</sub> : trempage dans l'eau pendant 48 heures
- T<sub>3</sub> : trempage dans l'eau pendant 72 heures

**Figure 2.** Schéma du dispositif expérimental installé chaque mois durant l'expérimentation — *Scheme of the experimental design established each month during the experiment.*

**Cinétique de germination.** La cinétique de la germination correspond aux variations dans le temps du taux de germination des graines dans les conditions

de l'expérimentation. Pour tracer la courbe de variation du taux de germination, les taux quotidiens de germination ont été calculés avec la formule :

$$\text{Taux quotidien de germination} = \frac{\text{Nombre de noix germées quotidiennement} \times 100}{\text{Nombre total de noix mises en germination}}$$

**Énergie germinative.** L'énergie germinative, qui indique aussi la vitesse de germination des graines, est la proportion des graines germant au cours d'un essai pendant une première fraction de la durée convenue (ACCT, 1977). Elle est calculée à partir du tiers du temps d'observation du taux de germination ( $T_g$ ) ou pouvoir germinatif. Dans cet essai, la première fraction est le tiers de la durée convenue, soit 10 jours après semis.

L'énergie germinative est déterminée par la formule suivante :

$$V_g (\%) = E_g (\%) = \frac{n \left(\frac{1}{3}\right) \times 100}{N}$$

avec  $E_g (\%)$  : énergie germinative ;  $n (1/3)$  : nombre de graines ayant germé au tiers du temps fixé pour la germination ;  $N$  : nombre total des graines semées ou soumises au test.

Les paramètres de croissance des plants et l'état sanitaire des plants ont été enregistrés à la fin de l'essai (30<sup>e</sup> jour après semis dès l'apparition d'au moins deux paires de feuilles).

Les paramètres de croissance considérés dans le présent essai sont la surface foliaire, la hauteur, le diamètre au collet et la vigueur des plants.

**Surface foliaire.** La longueur des feuilles ( $L$ ) correspond à la longueur du limbe en suivant la nervure principale de la glande à la pointe. La mesure de la largeur ( $l$ ) est faite sur la partie la plus large de la feuille et ceci perpendiculairement à la nervure principale. La formule de Murthy et al. (1984) a été utilisée pour calculer la surface foliaire totale des plantules :

$$SFT = NF \times SF$$

avec  $SFT$  : surface foliaire totale ;  $NF$  : nombre de feuilles.

La surface foliaire d'une feuille est déterminée par la relation suivante :  $SF = 0,21 + 0,69 P$  avec  $P = L \times l$

**Vigueur des plants.** Elle a été calculée à partir de la hauteur et du diamètre au collet des plants par semaine suivant la formule d'Alexandre (1977) :

$$V = \frac{H}{D}$$

avec  $V$  : viabilité ;  $H$  : hauteur et  $D$  : diamètre au collet.

La prise de mesure relative à la croissance en hauteur a été effectuée à l'aide d'un décimètre gradué en cm du collet jusqu'au sommet du bourgeon terminal. La mesure de diamètre au collet a été prise au moyen d'un pied à coulisse au niveau du collet du plant.

**État sanitaire.** L'état sanitaire est l'état des plants à la fin de l'essai (sains, attaqués par des ravageurs ou agents pathogènes et rabougris). L'état sanitaire des plants a été apprécié par simple observation visuelle et comptage des plants présentant des malformations, rabougrissements et autres symptômes, dégâts de ravageurs ou pathologies.

**Paramètres climatiques.** Les paramètres climatiques considérés dans le cadre de cette étude sont les moyennes journalières des températures minimales et maximales, des humidités relatives maximales et minimales de l'air. Ces paramètres sont essentiellement ceux identifiés comme ayant des répercussions majeures sur la germination des graines (Leblanc et al., 1998). Les données climatiques ont été obtenues à la station météorologique de Savè.

## 2.6. Analyses statistiques

Le calcul des paramètres de germination et de croissance ainsi que les analyses exploratoires des données ont été réalisés grâce à des fonctions spécifiques dans le tableur Excel. Avant toute analyse statistique approfondie, le test de normalité de Shapiro Wilk a été effectué avec le logiciel R pour vérifier la normalité des données.

Une corrélation multiple sur la base de la méthode d'analyse de Spearman a été utilisée pour mettre en évidence l'effet des paramètres climatiques sur les paramètres de germination considérés. Les variables mises en jeu dans ce modèle sont la durée de conservation des semences d'anacardier ( $D_{Cons}$ ), l'énergie germinative des semences d'anacardier ( $E_g$ ), le taux de germination ( $T_g$ ), l'état sanitaire ( $ES$ ), la hauteur ( $H$ ), le diamètre au collet ( $D$ ), la surface foliaire ( $SF$ ), les précipitations ( $P_{mn}$ ), les températures minimales ( $T_{min}$ ) et maximales ( $T_{max}$ ), les humidités minimales ( $H_{min}$ ) et maximales ( $H_{max}$ ) et enfin l'ensoleillement ( $Ens$ ).

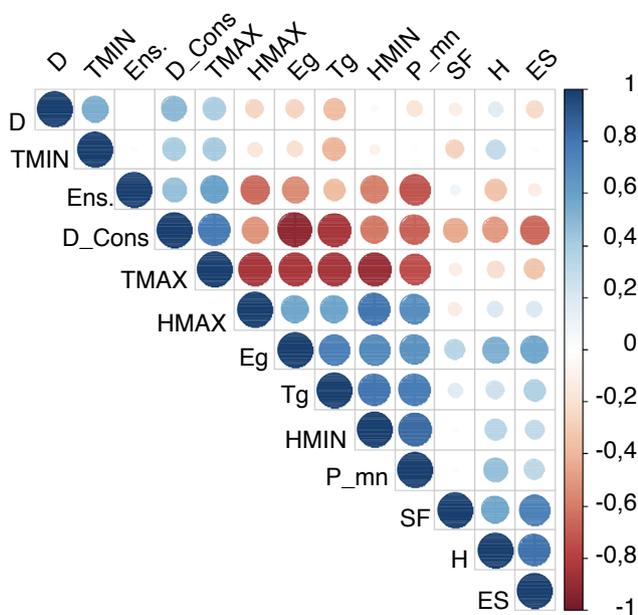
Des modèles linéaires généralisés (GLM) ont été utilisés pour les analyses de variance. Des fonctions spéciales ont été utilisées dans R et ont permis de sélectionner la famille de distribution la mieux adaptée aux données, telle que Gamma (link="log"). Les variables mises en jeu dans ce modèle sont :  $D_{Cons}$ ,  $E_g$  et  $T_g$  ainsi que les paramètres de croissances  $H$ ,

D, SF et ES. Les différents groupes de moyennes ont été formés à l'aide du test post hoc HSD Tukey à 5 %. Toutes les analyses ont été effectuées avec le logiciel R version 4.2.2.

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Relation entre la durée de conservation des semences, la germination, la croissance des plants et les paramètres climatiques

L'analyse de corrélation s'est focalisée sur les variables réponses que sont Tg, Eg, H, D, SF, ES en interaction avec les variables explicatives, à savoir D\_Cons ainsi que les paramètres climatiques (P\_mn, Tmin et Tmax, Hmin et Hmax et Ens). Les résultats révèlent, au seuil de 5 %, l'existence d'une très forte corrélation négative entre D\_Cons et Tg ( $r = -0,85 ; p = 0,005$ ), Eg ( $r = -0,95 ; p = 0,0000$ ) et ES ( $r = -0,77 ; p = 0,0037$ ) (Tableau 1, Figure 3). En effet, lorsque l'âge de la semence augmente, Tg et Eg diminuent. Par ailleurs, les paramètres climatiques, à savoir Tmax, Hmin et P\_mn, affectent Tg et Eg au seuil de 5 %. Ainsi, une augmentation des Tmax associée à une diminution des Hmin et des P\_mn entraîne une diminution de Tg et Eg des semences d'anacardier, surtout les plus âgées.



**Figure 3.** Corrélogramme des variables mises en jeu — *Correlogram of the variables involved.*

Les corrélations positives sont en bleu et les négatives en rouge. L'intensité des couleurs et la taille des cercles sont proportionnelles au coefficient de corrélation — *Positive correlations are in blue and negative ones in red. The intensity of the colors and the size of the circles are proportional to the correlation coefficient.*

**Tableau 1.** Matrice de corrélation des variables mises en jeu avec les différents niveaux de signification (p-value) au seuil de 5 % — *Correlation matrix of the variables involved with the different levels of significance (p-value) at 5%.*

	D_Cons	H	D	SF	ES	Tg	TMAX	TMIN	HMAX	HMIN	P_mn	Ens.
<b>D_Cons</b>												
<b>H</b>	0,1876											
<b>D</b>	0,1076	0,2785										
<b>SF</b>	0,7037	0,33	0,6103									
<b>ES</b>	0,0037	0,0036	0,063	0,3027								
<b>Eg</b>	0	0,2202	0,3426	0,952	0,0078							
<b>Tg</b>	0,0005	0,6144	0,2894	0,7141	0,1185	0,0014						
<b>TMAX</b>	0,0121	0,7729	0,2619	0,6929	0,2149	0,0076	0,0002					
<b>TMIN</b>	0,4462	0,4888	0,2322	0,2711	0,982	0,5776	0,1914	0,1735				
<b>HMAX</b>	0,089	0,4859	0,4548	0,2136	0,252	0,0559	0,047	0,0054	0,4163			
<b>HMIN</b>	0,0285	0,3999	0,4989	0,4471	0,1629	0,0141	0,001	0	0,9724	0,0001		
<b>P_mn</b>	0,0215	0,7107	0,1851	0,6523	0,2031	0,0113	0,0002	0,0004	0,4982	0,0006		
<b>Ens.</b>	0,3221	0,9713	0,719	0,5264	0,6136	0,1108	0,1753	0,0315	0,9799	0,0656	0,1173	0,0128

Les semences ayant une bonne énergie germinative donnent pour la plupart des plants de hauteur moyenne élevée et jouissant d'un bon état sanitaire (sains, non attaqués par des ravageurs, non malades, non rabougris) (**Tableau 1, Figure 3**).

### 3.2. Effet du trempage pré-germinatif des semences sur la cinétique de germination

Les résultats présentés dans la **figure 4** se réfèrent à l'évolution de la cinétique de germination selon les différentes durées de trempage des semences d'anacardier dans l'eau avant le semis. Ce graphique exprime pour chaque type de prétraitement réalisé, l'évolution du taux moyen de germination en fonction du nombre de jours après semis. Les résultats révèlent que la germination démarre précocement le 7<sup>e</sup> jour en moyenne pour les traitements T<sub>2</sub> et T<sub>3</sub>, alors qu'elle commence en moyenne au 8<sup>e</sup> jour pour T<sub>1</sub> et au-delà pour T<sub>0</sub>. Par ailleurs, le taux de germination reste le plus élevé pour le prétraitement T<sub>3</sub> suivi de T<sub>2</sub> et T<sub>1</sub> durant la période de germination.

### 3.3. Effet de la durée de conservation sur le taux de germination des semences

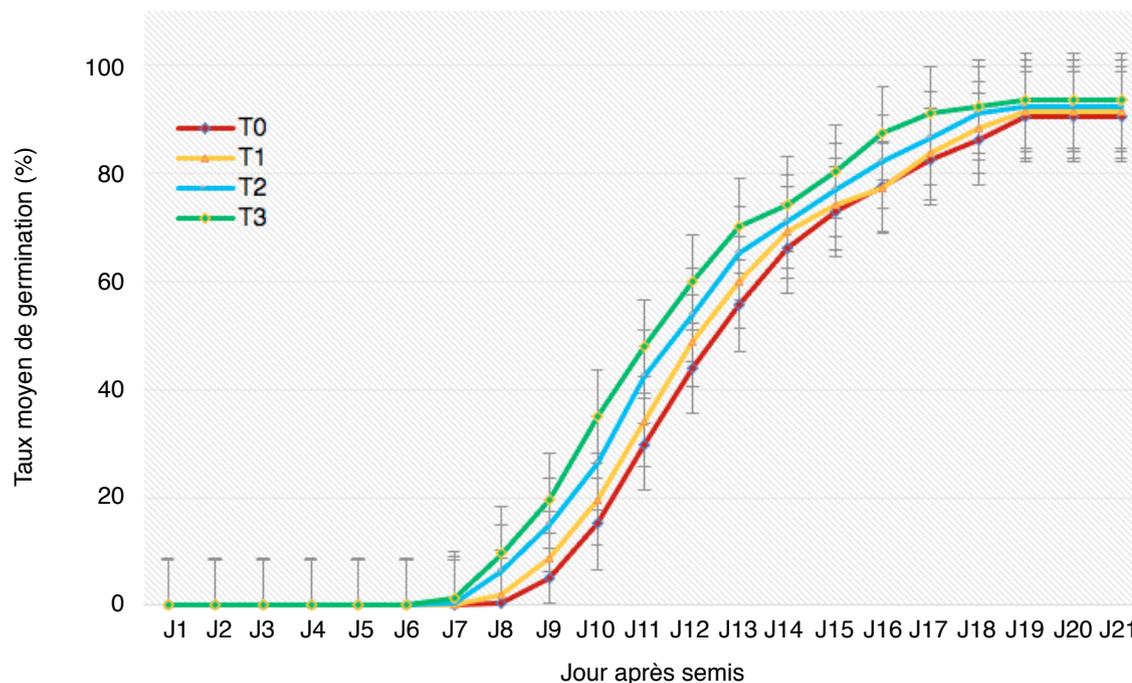
La durée de conservation des semences a significativement influencé le taux de germination ( $p = 0,000128 < 0,05$ ). Comme l'illustre la **figure 5**, le taux de germination diminue lorsque la durée de

conservation des semences d'anacardier augmente. Le taux de germination moyen ( $96,29 \pm 1,63$ ), bien qu'étant significativement différent les 7 premiers mois, connaît une stabilité puis une forte tendance à la baisse le 8<sup>e</sup> mois de conservation, comme l'indique la moyenne mobile d'ordre 3 (**Figure 5**). Les fortes valeurs du taux de germination enregistrées les 5<sup>e</sup> mois (99%) et 7<sup>e</sup> mois (96,75 %) correspondent respectivement aux mois d'août et d'octobre 2022.

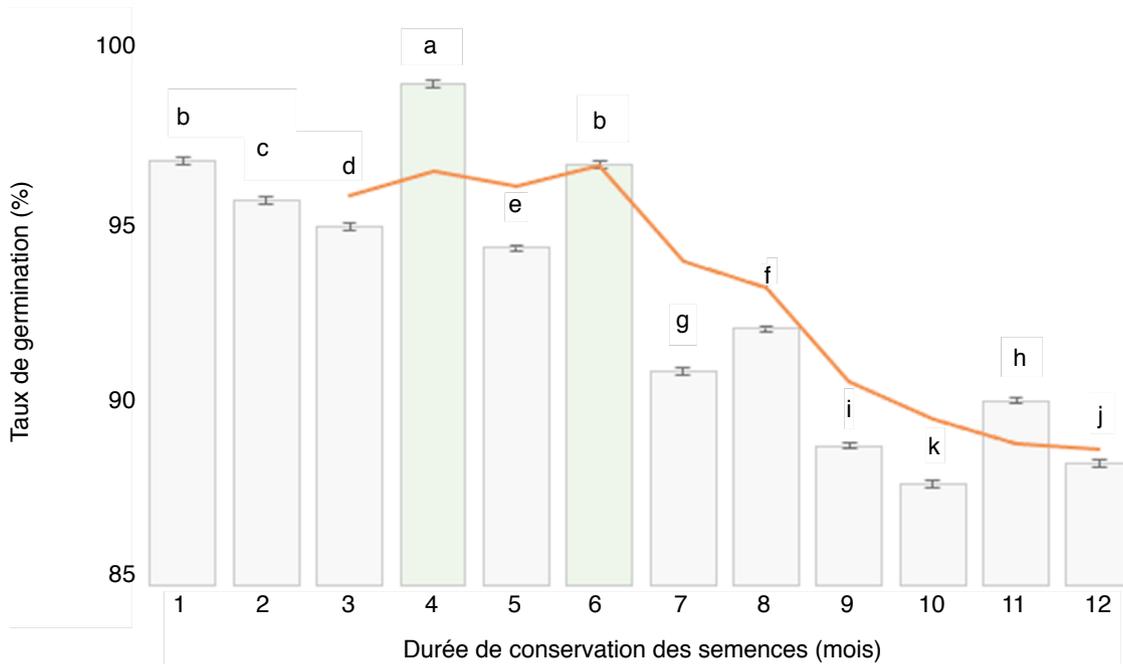
### 3.4. Effet de la durée de conservation et du trempage pré-germinatif des semences sur l'énergie germinative

La **figure 6** illustre l'énergie germinative en fonction de la durée de conservation de semences ( $p = 2.10^{-16} < 0,05$ ). Il en ressort que l'énergie germinative (Eg) ou la vitesse de germination diminue significativement lorsque la durée de conservation des semences augmente. Les semences germent plus vite ( $Eg > 50\%$ ) lorsque les noix sont conservées pendant une période inférieure à trois mois (**Figure 6**). Après 6 mois, une diminution des humidités relatives minimales couplée à une augmentation des températures maximales accentuent la diminution de l'énergie germinative.

La **figure 7** montre l'évolution de l'énergie germinative en fonction de la durée de conservation des semences d'anacardier selon les différentes durées de trempage des semences dans l'eau. Pour des semences de moins de trois mois d'âge, le traitement T<sub>1</sub> permet

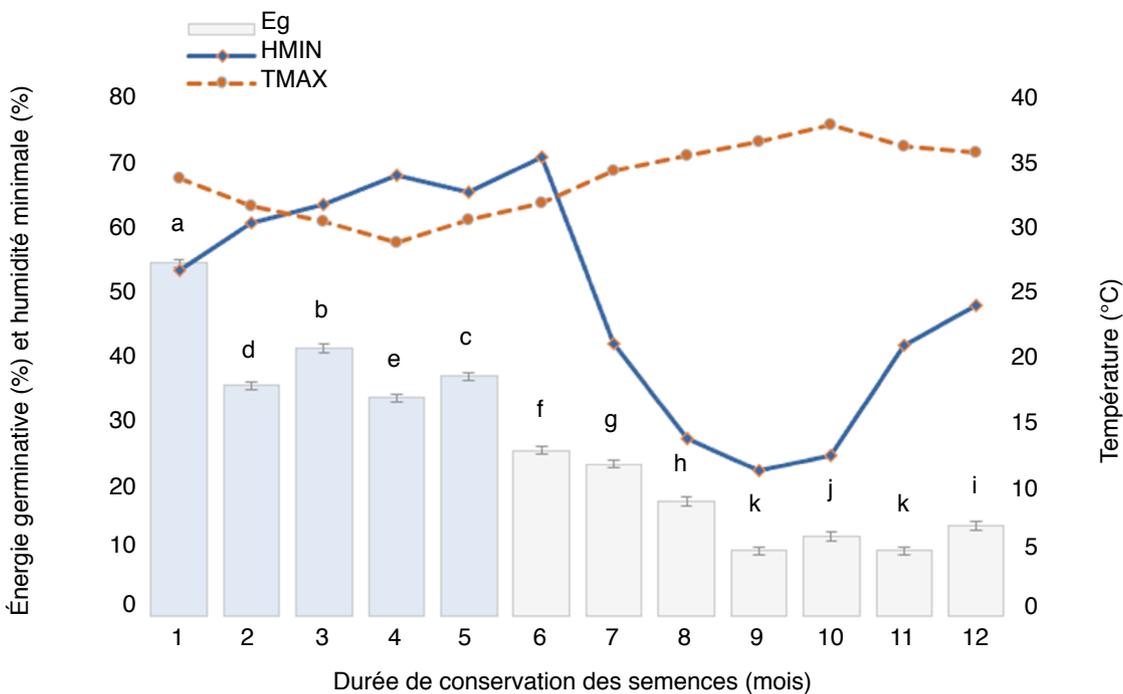


**Figure 4.** Cinétique de germination selon les durées de trempage des semences dans l'eau — *Germination kinetics according to the soaking times of the seeds in water.*



**Figure 5.** Variation du taux de germination en fonction de la durée de conservation des semences. — *Variation in germination rate depending on seed storage time.*

Les barres Tukey HSD qui chevauchent indiquent une moyenne non significative à 5 % — *Overlapping Tukey HSD bars indicate a non-significant mean at the 5%.*



**Figure 6.** Variation de l'énergie germinative en fonction de la durée de conservation des semences — *Variation in germination energy depending on seed storage time.*

Les barres Tukey HSD qui chevauchent indiquent une moyenne non significative à 5 % — *Overlapping Tukey HSD bars indicate a non-significant mean at 5%.*

de mieux conserver l'énergie germinative. Après trois mois de conservation des semences, l'énergie germinative est mieux conservée avec l'application du traitement T<sub>3</sub> (trempage dans l'eau pendant 72 h).

### 3.5. Effet de la durée de conservation et du prétraitement des semences sur les paramètres de croissance des plants et leur état sanitaire en pépinière

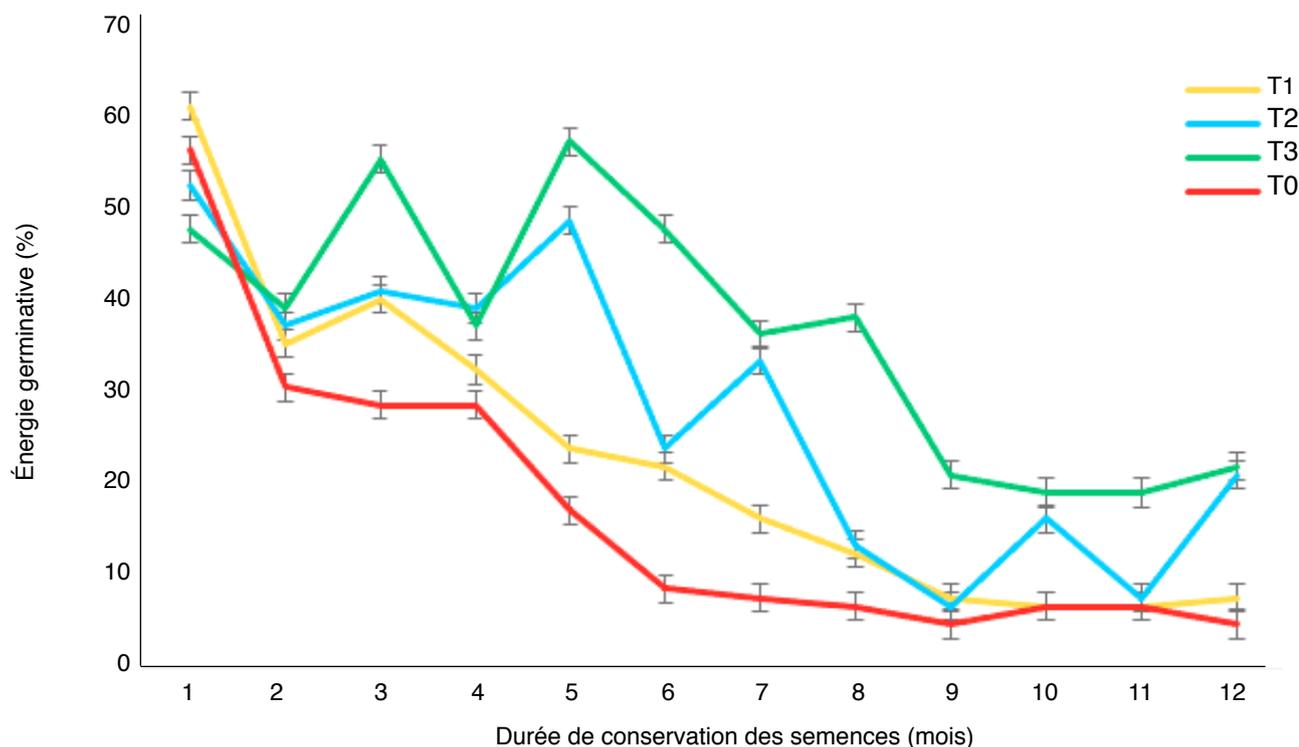
La durée de conservation et les pré-traitements de semences n'ont pas eu d'effets significatifs sur le diamètre au collet ( $p > 0,05$ ) et la surface foliaire des plants ( $p > 0,05$ ). Seuls la hauteur ( $p = 0,0027 < 0,05$ ) et l'état sanitaire ( $p = 2.10^{-16} < 0,05$ ) des plants ont été significativement affectés par la durée de conservation des semences. On note une hauteur moyenne élevée des plantes avec une certaine stabilité au cours des sept premiers mois de conservation des semences. Après huit mois de conservation des semences, la hauteur moyenne a baissé mais reste stable (**Figure 8**).

Les hauteurs moyennes plus faibles ( $12,67 \pm 1,62$  cm) pour les plants ont été enregistrées pendant le mois d'août (4<sup>e</sup> mois).

## 4. DISCUSSION

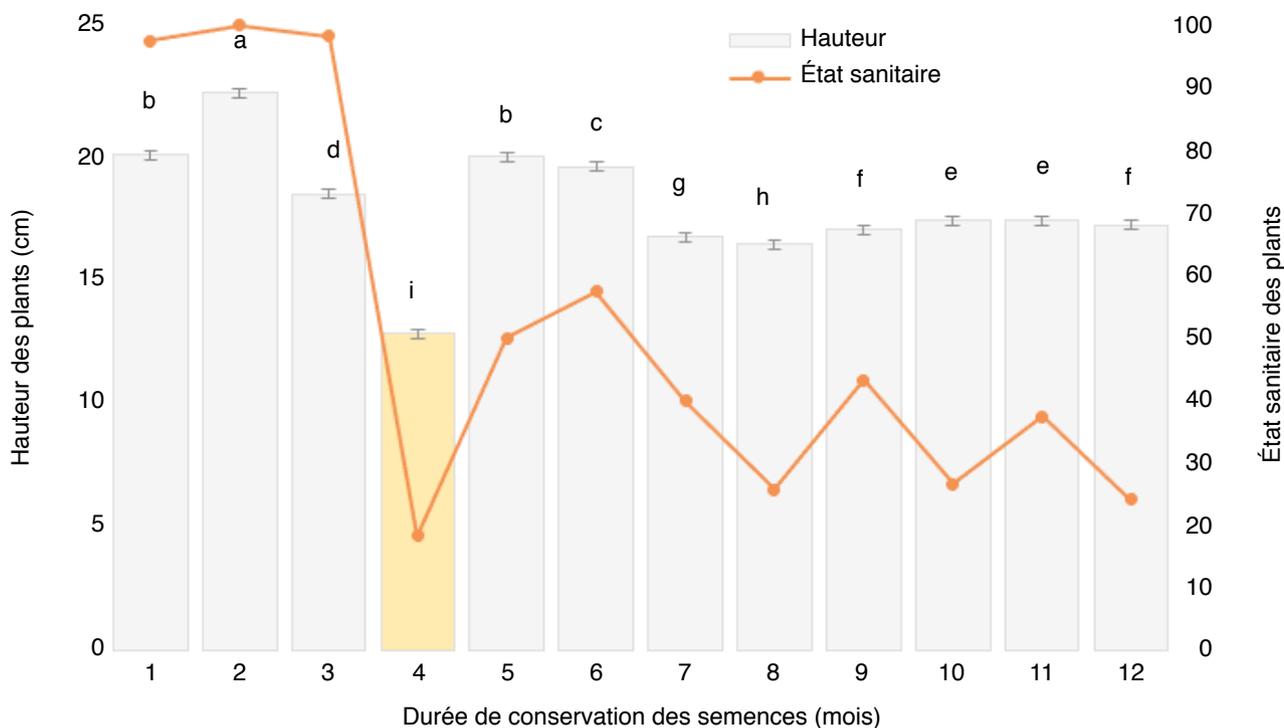
### 4.1. Effet de la durée de conservation des semences sur le taux de germination (Tg) et l'énergie germinative (Eg)

La durée de conservation des semences d'anacarde affecte significativement Tg et Eg. L'énergie germinative des semences d'anacardier reste relativement élevée (33,57 à 54,28 %) durant les six premiers mois de conservation, induisant des taux élevés de germination ( $> 94$  %) constatés jusqu'à sept mois. Ce taux révèle une faculté germinative très élevée comparativement aux résultats de Djaha et al. (2010) qui ont obtenu des taux variant de 66,6 à 75 %. Toutefois, ce taux paraît normal selon Lefèbvre (1966) qui a montré que le taux de germination des semences d'anacardier oscille habituellement de 93 à 98 % entre quatre à cinq mois après la récolte. C'est la raison pour laquelle Sanogo et al. (2013) et Lompo et al. (2019) recommandent l'utilisation des fruits fraîchement récoltés pour les semis afin de garantir un taux de germination élevé dans le cas des Meliaceae et Anacardiaceae, comme l'anacardier.



**Figure 7.** Variation de l'énergie germinative en fonction de la durée de conservation des semences selon les trempages pré-germinatifs — *Variation in germinative energy as a function of seed storage time depending on pre-germination soakings.*

Les barres Tukey HSD qui chevauchent indiquent une moyenne non significative à 5 % — *Overlapping Tukey HSD bars indicate a non-significant mean at 5%.*



**Figure 8.** Évolution de la hauteur des plants et de l'état sanitaire des plants en fonction de la durée de conservation des semences — *Evolution of the height and the health status of the plants depending on seed storage time.*

Les barres Tukey HSD qui chevauchent indiquent une moyenne non significative à 5 % — *Overlapping Tukey HSD bars indicate non-significant mean at 5%.*

Il faut noter que même après 12 mois de conservation, les semences ont encore un bon taux de germination, de plus de 80 % malgré la tendance à la diminution. Outre les facteurs climatiques, cela pourrait s'expliquer aussi par certaines aptitudes ou caractères génétiques de l'arbre élite mère. Selon Assogbadjo et al. (2011) et Corbineau (2022), le processus de germination dépend des facteurs de l'environnement et des caractéristiques propres aux semences elles-mêmes, c'est-à-dire aux facteurs d'ordre génétique et/ou environnemental (édapho-climatique). En effet, les semences utilisées proviennent du clone SAKA06 du germoplasme de la station de recherche de Ouoghi du Centre de Recherche Agricole Centre. Ce germoplasme regroupe les arbres élites du Bénin ayant les meilleures performances agronomiques. Ces performances pourraient conférer aux noix une certaine résilience face aux facteurs environnementaux et une conservation du pouvoir germinatif de la graine sur une longue durée.

Comme l'étude de Lefèbvre (1966) qui a montré une baisse du taux de germination à 55 % à partir du 8<sup>e</sup> mois de stockage puis à 45 % le 12<sup>e</sup> mois, les présents résultats montrent également une tendance à la diminution mais avec des taux relativement plus élevés, 91 % le 8<sup>e</sup> mois, puis 87 % après 12 mois. L'énergie germinative chute à 25,47 %, puis à 10 % après 12 mois. Plusieurs auteurs comme Jaouadi et al.

(2010), Sanogo et al. (2013) et Lompo et al. (2019) ayant constaté cette diminution, la baisse du taux de germination serait due à une perte du pouvoir germinatif des graines au cours de la conservation. En effet, lorsque les graines sont fraîchement récoltées, elles détiennent un fort pouvoir germinatif grâce à leur teneur élevée en eau. D'autres comme Schmidt (2000), Neya et al. (2008) et Tandema (2008) lient la diminution de l'énergie germinative dans le temps à une dormance tégumentaire induite par la dureté de l'endocarpe commune aux Anacardiaceae et qui peut constituer une barrière physique à l'imbibition de l'embryon, aux échanges gazeux respiratoires ou à l'émergence de la radicule.

#### 4.2. Effet du trempage prégerminatif sur l'énergie germinative (Eg)

L'énergie germinative en constance diminution avec l'âge est améliorée lors du trempage des semences dans l'eau pendant 72 h avant le semis. En effet, le trempage ou l'imbibition des graines avant le semis favorise la germination (Lefèbvre, 1966 ; Randrianavosoa et al., 2011). Selon Mbaye et al. (2002), Agboola et al. (2006) et Hamidou et al. (2014), les traitements pré-germinatifs ont pour action de fragiliser les parois ou les téguments des fruits ou des graines et de faciliter, d'une part,

l'accès de l'eau et de l'air à l'embryon et d'autre part, la sortie radiculaire. L'eau réactive le métabolisme des semences qui passent alors d'un état quiescent à un état métabolique actif (Randrianavosoa et al., 2011). Les matières de réserve solubilisées migrent alors dans l'embryon qui développe d'abord vers le sol la radicule puis en sens inverse, la tigelle et la gemmule (Gauthier, 1991). Le séjour prolongé des semences dans l'eau pourrait alors activer ce métabolisme qui aboutirait à la production de l'énergie utilisable pour la germination (Randrianavosoa et al., 2011), cet effet serait plus accentué lorsque le trempage dans l'eau dure 72 h.

#### **4.3. Corrélation entre les paramètres climatiques (température, humidité de l'air) et l'énergie germinative (Eg)**

Il faut noter une forte corrélation entre les paramètres climatiques (température maximale, humidité minimale de l'air) et l'énergie germinative, surtout lorsque les semences sont conservées plus de six mois. Ces résultats paraissent congruents car selon Leblanc et al. (1998) et Corbineau (2022), les principaux facteurs ayant des répercussions majeures sur la germination des graines sont la température, l'eau ou l'humidité, l'oxygène et parfois la lumière. Randrianavosoa et al. (2011) valident ces résultats lorsqu'ils trouvent dans leur étude une corrélation positive entre l'humidité relative de l'air et la teneur en eau des graines, alors qu'ils observent une corrélation négative entre la teneur en eau des graines et la durée de séchage à l'ombre. Ces mêmes auteurs observent que, plus la teneur en eau diminue, plus la durée totale de la germination des semences de l'espèce est longue et les graines libèrent une quantité plus élevée d'eau suivant un gradient décroissant de l'humidité relative du milieu ambiant. La température, quant à elle, est le facteur capital contrôlant la germination. Elle agit de façon directe sur les vitesses des réactions biochimiques et de façon indirecte sur la solubilité de l'oxygène et donc, sur l'apport de l'oxygène à l'embryon qui est indispensable pour la reprise du métabolisme des semences et la germination. La température est négativement corrélée avec l'énergie germinative puisque les besoins en oxygène pour la germination augmentent avec l'élévation de la température. En effet, la solubilité de l'oxygène dans l'eau d'imbibition diminue, alors que le besoin en oxygène pour la respiration augmente (Corbineau, 2022).

#### **4.4. Effet de la durée de conservation des semences sur les paramètres de croissance**

Parmi les paramètres de croissance des plants, seuls la hauteur et l'état sanitaire des plants ont été

significativement affectés par la durée de conservation des semences. Contrairement aux plants issus des semences stockées durant moins de sept mois et qui ont présenté des hauteurs moyennes relativement plus élevées et stables, les plants issus des semences conservées plus de huit mois ont connu une diminution progressive de la hauteur moyenne en fonction du temps. Toutefois, il a été enregistré une chute drastique de la hauteur moyenne des plants pour les semis faits au début du mois d'août (5<sup>e</sup> mois). La chute des hauteurs moyennes pourrait s'expliquer par le mauvais état sanitaire (maladies) des plants durant ce mois où les conditions de température et d'hygrométrie élevées favorisent la prolifération d'agents pathogènes responsables des maladies (Mourichon, 1991). Les semences conservées moins de sept mois disposent d'une bonne énergie germinative et donnent le plus souvent des plants de hauteur moyenne élevée jouissant d'un bon état sanitaire. Selon Willan (1985), la vitesse de germination ou l'énergie germinative renseigne sur la vigueur des graines et des plants qui est une fonction de la hauteur des plants. Vitoekpon et al. (2021) mettent encore plus en exergue l'effet de l'énergie germinative sur la germination et la croissance lorsqu'ils suggèrent que l'énergie germinative des graines pourrait être utilisée comme un paramètre fiable dans la sélection des populations d'élites d'espèces d'intérêt pour avoir observé une vigueur à la germination et une croissance initiale élevées dans le cadre de ses travaux sur les tamariniers.

## **5. CONCLUSIONS**

La présente étude a porté sur l'effet de la durée de conservation et du trempage pré-germinatif des semences sur les paramètres de germination et de croissance des plants en pépinière sous diverses conditions climatiques. Les résultats ont révélé globalement que la durée de conservation des semences d'anacardier impacte négativement le taux de germination, l'énergie germinative, la hauteur et l'état sanitaire des plants durant les 12 premiers mois.

Les semences d'anacardier possèdent une énergie germinative relativement élevée pour des semences conservées moins de 6 mois. Cela induit un taux élevé de germination et des plants sains de hauteur moyenne élevée. Par ailleurs, il est important de souligner une forte corrélation entre la température maximale, l'humidités minimale de l'air et l'énergie germinative, surtout lorsque les semences sont conservées durant plus de six mois. En revanche, la conservation de cette énergie germinative est améliorée après le trempage des semences dans l'eau pendant 72 h avant le semis. Ces nouvelles connaissances sur le sujet permettront aux pépiniéristes de planifier les opérations afin

d'obtenir des plants uniformes et vigoureux dans des états optimaux pour le greffage.

## Bibliographie

- ACA (African Cashew Alliance), 2012. *Annual report of 2011*. Accra: ACA, [https://www.africancashewalliance.com/sites/default/files/documents/aca\\_annual\\_report\\_2011.pdf](https://www.africancashewalliance.com/sites/default/files/documents/aca_annual_report_2011.pdf), (03/06/2025).
- ACCT (Agence de Coopération Culturelle et Technique), 1977. *Dictionnaire d'agriculture*. Paris : La Moisson Rustique.
- Adégbola P.Y. & Crinot G., 2016. *Recensement des producteurs d'anacarde, des vergers d'anacardiens et des unités de transformation de cajou au Bénin. Rapport technique*. Cotonou : Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (MAEP), Programme Cadre d'Appui à la Diversification Agricole (ProCAD), Projet d'Appui à la Diversification Agricole (PADA).
- Adiko O.Y.Y. et al., 2023. Effet des facteurs influençant la régénération de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) après recepage, au Centre-Nord de la Côte d'Ivoire. *Agron. Afr.*, **35**(2), 275-284.
- Agboola D.A., Idowu W.F. & Kadiri M., 2006. Seed germination and seedling growth of the Mexican sunflower *Tithonia diversifolia* (Compositae) in Nigeria, Africa. *Rev. Biol. Trop.*, **54**, 395-402, doi.org/10.15517/rbt.v54i2.13881
- Akoègninou A., 2004. *Recherches botaniques et écologiques sur les forêts actuelles du Bénin*. Thèse de doctorat : Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire).
- Akoègninou A., van der Burg W.J. & van der Maesen L.J.G., 2006. *Flore analytique du Bénin*. Wageningen, The Netherlands: Backhuys Publishers.
- Alexandre D.Y., 1977. Régénération naturelle d'un arbre caractéristique de la forêt équatoriale de Côte d'Ivoire : *Turraeanthus africana* Pellegr. *Oecologia Plant.*, **12**(3), 241-262.
- Assogbadjo A.E. et al., 2011. Natural variation in fruit characteristics, seed germination, and seedling growth of *Adansonia digitata* L. in Benin. *New For.*, **41**, 113-125, doi.org/10.1007/s11056-010-9214-z
- Batamoussi M.H. et al., 2017. Contribution à l'amélioration du taux de réussite du greffage de l'anacardier (*Anacardium occidentale*) en pépinière dans la commune de Parakou au Nord-Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(5), 2270-2276.
- Bello O.D., 2018. *Effect of climate change, genotype-environment (GxE) interaction and adaptation strategies on cashew (Anacardium occidentale L.) cultivars productivity in Benin*. Thèse de doctorat : Faculté des Sciences Agronomiques/Université d'Abomey-Calavi (Bénin).
- Bello S. et al., 2020. *Caractérisation et géo-référencement des arbres-mères d'anacardiens sélectionnés dans les plantations paysannes au Bénin de 2013 à 2015. Fiche technique*. Abomey-Calavi, Bénin : INRAB.
- Corbineau F., 2022. *Les facteurs de la germination. Fiche questions sur... n° 06-04-Q02*. Paris : Académie d'Agriculture de France, [https://www.academie-agriculture.fr/sites/default/files/publications/encyclopedie/final\\_06.04.q02\\_facteurs\\_germination\\_2022.pdf](https://www.academie-agriculture.fr/sites/default/files/publications/encyclopedie/final_06.04.q02_facteurs_germination_2022.pdf), (03/06/2025).
- Djaha A.J.B., 2004. *Regional cashew competitiveness seminar – African region. Rapport de mission*. Pemba, Mozambique.
- Djaha J.B.A., N'Guessan A.K., Ballo C.K. & Ake S., 2010. Germination des semences de deux variétés d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) élites destinées à servir de porte-greffe en Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, **32**, 1995-2001, <https://elewa.org/JABS/2010/32/6.pdf>, (03/06/2025).
- Djaha A.J.B. et al., 2012. Croissance et aptitude au greffage de deux génotypes d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) élites utilisés comme porte-greffe en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(4), 1453-1466, doi.org/10.4314/ijbcs.v6i4.5
- Dubroeuq D., 1977. *Notice explicative n° 66(3). Carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire du Bénin à 1/200 000. Feuille de Savè*. Paris : ORSTOM.
- Gauthier J., 1991. *Notions d'agriculture. Le sol, les cultures, les élevages, l'économie et la gestion*. Périgueux, France : J. Gauthier, 118-123.
- Hamidou A. et al., 2014. Potential germination and initial growth of *Sclerocarya birrea* (A.Rich.) Hochst, in Niger. *J. Appl. Biosci.*, **76**, 6433-6443, doi.org/10.4314/jab.v76i1.12
- Hinnou C.L., Agbotridja V.D., Coco A.K.U. & Sossou R., 2022. Déterminants de la rentabilité de la production de plants greffés d'anacardier au Bénin. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.*, **22**(9), 21568-21595, doi.org/10.18697/ajfand.114.21295
- INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique), 2016. *Cahier des villages et quartiers de ville du département des collines (RGPH-4, 2013)*. Cotonou : INSAE.
- Jaouadi W., Hamrouni L., Souayah N. & Khouja M.L., 2010. Étude de la germination des graines d'*Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **14**(4), 643-652, <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=6419>, (03/06/2025).
- Leblanc M., Cloutier D., Leroux G. & Hamel C., 1998. Facteurs impliqués dans la levée des mauvaises herbes au champ. *Phytoprotection*, **79**(3), 111-166, doi.org/10.7202/706140ar
- Lefèbvre A., 1966. Technologie et culture de l'anacardier à Madagascar. *Bois For. Trop.*, **108**, 21-41, doi.org/10.19182/bft1966.108.a18976
- Lompo O., Dimobe K., Lankoandé B. & Ouédraogo A., 2019. Performances germinatives des graines de *Lannea*

- microcarpa* Engl. & K. Krause (Anacardiaceae) de provenance sahélo-soudanienne du Burkina Faso. *Tropicultura*, **37**(3), 1338, doi.org/10.25518/2295-8010.1338
- MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et la Pêche), 2017. *Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) 2025 et Plan National d'Investissements Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PNIASAN) 2017-2021*. Cotonou : MAEP, <https://faolex.fao.org/docs/pdf/Ben184002.pdf>, (03/06/2025).
- Masawe P.A.L., 2010. *Consultancy report on cashew improvement programme for selected West African countries (Benin, Burkina, and Côte d'Ivoire)*. Accra: ACi (The African Cashew Initiative Promoting Competitiveness of African Cashew Farmers).
- Mbaye N. et al., 2002. Étude du comportement germinatif et essais de levée de l'inhibition tégumentaire des graines de *Zornia glochidiata* Reichb. ex DC., légumineuse fourragère. *Rev. Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **55**, 1, 47-52, doi.org/10.19182/remvt.9845
- Ministère de la Coopération et du Développement, 1991. *Mémento de l'agronome*. 4<sup>e</sup> éd. Paris : Ministère de la Coopération et du Développement, 782-788, [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers20-08/34646.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers20-08/34646.pdf), (03/06/2025).
- Mourichon X., 1991. *Maladies des anacardiens : proposition pour une lutte raisonnée. Rapport de mission au Mozambique, du 1<sup>er</sup> au 11 octobre 1991*. Paris : CIRAD-IRFA, [https://agritrop.cirad.fr/581219/1/IRFA\\_Rapport%20de%20mission%20au%20Mozambique.pdf](https://agritrop.cirad.fr/581219/1/IRFA_Rapport%20de%20mission%20au%20Mozambique.pdf), (03/06/2025).
- Murthy K.N. et al., 1984. A rapid non-destructive method of estimating leaf area in cashew. In: Bhaskara Rao E.V.V. & Hameed Khan H. *Cashew research and development*. Kudlu, India: Indian Society for Plantation Crops, 46-48.
- N'Djolossè K. et al., 2020. Performances agronomiques des arbres-mères d'anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) sélectionnés dans les plantations paysannes au Bénin. *J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(5), 1536-1546, doi.org/10.4314/ijbcs.v14i5.4
- N'Djolossè K., 2022. *Évaluation génétique d'arbres-mères et identification des régions génomiques (QTN/ gènes candidats) contrôlant les principaux caractères agronomiques de l'anacardier (Anacardium occidentale L.) au Bénin*. Thèse de doctorat : Université d'Abomey-Calavi (Bénin).
- Nayak M.G., Muralidhara B.M. & Preethi P., 2020. Quality planting material production in cashew. In: *Training manual on cashew production and post-harvest technologies*. Puttur, India: ICAR-Directorate of Cashew Research, 32-38.
- Neya O., Hoekstra F.A. & Golovina E.A., 2008. Mechanism of endocarp-imposed constraints of germination of *Lannea microcarpa* seeds. *Seed Sci. Res.*, **18**, 13-24, doi.org/10.1017/S0960258508890058
- PNDP-Anacarde (Programme National de Développement de la Filière Anacarde au Bénin), 2018. *Étude de faisabilité technique, économique, sociale et environnementale du programme de développement de la filière anacarde au Bénin*. Présidence de la République.
- Randrianavosoa H., Andrianoelina O. & Ramamonjisoa L., 2011. Tolérance à la dessiccation des graines d'*Uapaca bojeri*, Euphorbiaceae. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(1), 72-79, doi.org/10.4314/ijbcs.v5i1.68086
- Ricau P., 2019. *The West African cashew sector in 2018: general trends and country profiles*. Nitidae, [https://www.nitidae.org/files/41dc7432/wa\\_cashew\\_sector\\_review\\_2019\\_nitidae.pdf](https://www.nitidae.org/files/41dc7432/wa_cashew_sector_review_2019_nitidae.pdf), (10/06/2025).
- Sanogo S., Sacandé M., Van Damme P. & NDiaye I., 2013. Caractérisation, germination et conservation des graines de *Carapa procera* DC. (Meliaceae), une espèce utile en santé humaine et animale. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **17**(2), 321-331, <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=16905&file=1&pid=9877>, (10/06/2025).
- Schmidt L., 2000. *Guide to handling of tropical and subtropical forest seed*. Humlebaek, Denmark: Danida Forest Seed Center, <https://typeset.io/pdf/guide-to-handling-of-tropical-and-subtropical-forest-seed-2g53se8q5a.pdf>, (10/06/2025).
- Tandema Oripale C., 2008. *Essai de scarification par la méthode thermique pour améliorer la germination des graines de cyprès (Cupressus lusitanica) à Kisangani*. Mémoire d'ingénieur forestier : Faculté des Sciences Agronomiques/Université de Kisangani (RDC).
- Tandjiékpon A.M., 2010. *Analyse de la chaîne de valeur du secteur anacarde du Bénin*. Cotonou : Initiative du Cajou Africain (iCA).
- Vitoekpon I., Fandohan A.B., Ayimasse A.F. & Adekanmbi D.I., 2021. Performances de germination et de croissance de trois provenances du tamarinier (*Tamarindus indica* L.) en région guinéo-congolaise. *Rev. Marocaine Sci. Agron. Vét.*, **9**(4), 746-754, [https://www.agrimaroc.org/index.php/Actes\\_IAVH2/article/download/985/1518/](https://www.agrimaroc.org/index.php/Actes_IAVH2/article/download/985/1518/), (10/06/2025).
- Willan R.L., 1985. *A guide to forest seed handling: with special reference to the tropics*. FAO forestry paper 20/2. Roma: FAO, <https://www.fao.org/4/ad232e/AD232E00.htm#TOC>, (10/06/2025).