



Impact du changement climatique sur la production des plantes céréalières et forestières de Koulikoro et environs (MALI)

Impact of climate change on cereal and forest crop production in Koulikoro and surrounding areas (MALI)

Vital TRAORÉ¹, Souleymane KONÉ^{2#}, Souleymane Bathiè KONÉ²⁺, Drissa KEÏTA³,
Abdramane SIDIBÉ⁴, Daniel TRAORÉ⁵, Fallaye KANTÉ^{2*}, Mohamed S. MAÏGA⁶.

¹Ph.D, Maître de Conférences ;

Laboratoire de Chimie Analytique, Département de Chimie, Institut des Sciences Appliquées (ISA) Bamako,
Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTT-B), République du Mali.

BP : E 3206 Bamako, République du Mali ;

^{22#}Doctorat Unique, Maître de Conférences, Responsable du Laboratoire de Microbiologie du Sol ;

²⁺Ph.D, Maître-Assistant ;

^{2*}Doctorat Unique, Professeur Titulaire, Membre de la Commission Nationale Scientifique ;

^{22#} ; ²⁺ ; ^{2*} Laboratoire de Microbiologie des Sols, Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques
(FST), Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTT-B), République du Mali.

³Infirmier d'État, Assistant ;

Association Santé Communautaire Kalaban Coura ACI (ASACO-KALA-ACI), Rue 578, Bamako, République du
Mali.

⁴Doctorat Unique, Assistant en Sciences Agronomiques ;

Division de la législation et du Contrôle Phytosanitaire, Direction Nationale de l'Agriculture Bamako.

Rue de Mohamed V ; BP : 1098 Bamako, République du Mali.

⁵Assistant en Hygiène Publique, Ordre du Mérite de la Santé ;

Programme National de Lutte contre le Paludisme, Rue Quartier du fleuve, Bamako, République du Mali.

⁶Doctorat Unique, Professeur Titulaire ;

Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Environnement, Faculté des Sciences et Techniques (FST) Bamako,
Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTT-B), République du Mali.

Résumé

Objectifs : L'étude a porté sur l'évaluation du changement climatique sur la production des céréales et des fruits dans les agrosystèmes et les forêts de Koulikoro. Il s'agissait spécifiquement de (i) déterminer l'effet du changement climatique sur la production des céréales et des fruits dans les agrosystèmes et les forêts urbaines ; (ii) lister les observations et modifications. **Méthodes :** Les mesures dendrologiques, le remplissage des graines de céréales, des noyaux de mangues, des noix de karité et d'anacarde, des gousses du néré et du madd chez *Saba senegalensis* ont été déterminés selon la méthode de la FAO (2003) et celle de Katé et al. (2021). Les observations et les modifications ont été listés selon la méthode de la FAO (2025). **Résultats :** Nos résultats ont montré que les noyaux se remplissaient en moins (± 2 à 4g) chez



Manguifera indica, alors que les noix étaient moins remplies de $\pm 0,92$ à 2g chez *Anacardium occidentale*. Les taux de réduction des rendements variaient entre 0,77%, 0,22% et 2,08% respectivement chez *Sorghum bicolor*, *Zea mays* et *Vigna unguiculata*. La taille maximale (22,20 m) a été enregistrée chez *Parkia biglobosa*, tandis que le diamètre du houppier maximal (11,32 m) a été révélé chez *Vitellaria paradoxa*. **Conclusion** : Le changement climatique influe sur les plantes agricoles et forestières, d'où la nécessité d'inclure les programmes d'adaptation tant en agroforesterie, qu'en forêts urbaines.

Mots-clés : Impact ; changement climatique ; céréales ; forêts ; Koulikoro et environs.

Abstract

Objectives : The study is about the impact of climate change on cereal and fruit production in Koulikoro's agrosystems and forests. It specifically consisted to (i) determine effect of climate change on cereal and fruit production in agrosystems and urban forests; (ii) list observations and changes. **Methods** : Dendrological measurements, grain filling, Mango kernels, Shea and Cashew nuts, and pods of Nere and Madd in *Saba senegalensis* were determined according to FAO method (2003) and Kate and al. (2021). Observations and changes were listed according to FAO method (2025). **Results** : Our results showed that the kernels were less full (± 2 to 4g) in *Manguifera indica*, while the nuts were less full by ± 0.92 to 2g in *Anacardium occidentale*. Yield reduction rates varied between 0.77%, 0.22% and 2.08% for *Sorghum bicolor*, *Zea mays* and *Vigna unguiculata*, respectively. The maximum height (22.20 m) was recorded in *Parkia biglobosa*, while the maximum crown diameter (11.32 m) was found in *Vitellaria paradoxa*. **Conclusion** : Climate change affects agricultural and forestry plants, hence the need to include adaptation programmes in both agroforestry and urban forests.

Keywords: Impact ; climate change ; cereals ; forest ; Koulikoro and surroundings.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.21675459>

1. Introduction

IPCC (2022) définit le changement climatique comme étant « la survenue potentielle d'un phénomène naturel (ou induit par l'homme) pouvant entraîner des dommages aux agrosystèmes et aux ressources environnementales ». La probabilité d'occurrence et les conséquences possibles que peut causer ce phénomène sont les caractéristiques clés des aléas climatiques. Ces aléas se caractérisent par leur intensité, leur probabilité d'occurrence, leur localisation spatiale et leur degré de soudaineté. Christelle (2018) a démontré que les effets du changement climatique peuvent être directs (modifications des rendements agricoles en réponse à une variation de la moyenne, de la fourchette, ou de la variabilité de température, par exemple) ou indirects (dommages causés par des pluies diluviennes). Dans le monde, les fluctuations climatiques entraînent le réchauffement de la terre, l'extinction des espèces sensibles aux changements écosystémiques, la réduction des ressources en eau, la chute progressive de la production des céréales (20 à 75%) et l'augmentation de la quantité des herbicides dans les

agrosystèmes (Melakhessou et al., 2020). Certains travaux (Melakhessou et al., 2020 ; Loconto et Fouilleux, 2021) font le point sur les modifications sur le développement, la croissance et la reproduction chez certaines plantes agricoles et forestières en réponse au changement climatique. Or, l'agriculture est tributaire des conditions climatiques et contribue plus de 42% au PIB du Mali. On note annuellement l'accroissement des gaz à effet de serre tels que CO₂, N₂O, CH₄, O₃, CFC, H₂O (IPCC, 2022). L'évolution du climat affecterait les forêts et l'agriculture (FAO, 2020 ; Valade et Marie, 2020), entraînerait une réduction des potentiels céréaliers et forestiers et menacerait la sécurité alimentaire dans les pays en développement. Cependant, plusieurs travaux (Josiane et Jean-Michel, 2019) ont mis en évidence les avantages des pratiques viables, notamment la plantation des brise-vents, l'utilisation des variétés précoces et de la fumure organique, enfin la culturale sous les plantes pérennes (nééré et karité) permettent de réduire les stress hydrique et thermique, l'évaporation et la vitesse du vent, de maintenir la productivité des sols et d'améliorer les propriétés physiques et chimiques des sols. Ces plantes pérennes réduisent les modifications comme la capacité de séquestration du carbone, le remplissage des graines de céréales, des noyaux de mangues, des noix de karité, d'anacarde et la variation des mesures dendrologiques, imputables aux fluctuations climatiques (FAO, 2020; RECA-Niger, 2022 ; Diémé et al., 2026).

L'étude a consisté à évaluer l'impact du changement climatique sur l'agriculture et les forêts.

Il s'agissait spécifiquement de :

- déterminer l'effet du changement climatique sur la production des céréales et des fruits dans les agroforesteries et les forêts urbaines ;
- lister les observations et les modifications chez les plantes céréalières, fruitières et forestières.

2. Matériel et méthodes

2.1. Présentation des zones d'étude

La ville de Koulikoro située sur le 7°37'28'' de longitude Ouest et le 13°56'41'' de latitude Nord. La ville est située sur la rive gauche du fleuve Niger, à 60 km au Nord-Est de Bamako. Elle s'étend sur la plaine en bordure du fleuve surplombée par un plateau extension des monts Manding appelé le Niana Koulou. La région de Koulikoro est limitée au Nord par la Mauritanie, à l'Ouest par la région de Kayes, au Sud par la Guinée et la région de Sikasso et à l'Est par la région de Ségou. Elle comptait 2 418 305 habitants (INSTAT, 2017) et irriguée par plusieurs fleuves : Niger, Baoulé, Sankarani, Bagoé, Bani et Bafing (ABFN, 2018). Au sud de la région de Koulikoro, le climat est de type soudanien, tandis qu'au nord de l'axe Kita-Bamako, il est

sahélien. Les deux vents dominants sont l'Harmattan (chaud et sec) et la Mousson, soufflant pendant la saison des pluies dans la direction Sud-Ouest et Nord-Est. On distingue Trois (3) zones d'études : agroforesterie (témoin, groupes I et II) et les forêts périurbaines de Koulikoro (Mali). Les caractéristiques géographiques de ces zones sont indiquées dans le tableau 1.

Tableau 1. Coordonnées géographiques des différents des zones d'études

Coordonnées géographiques	Zones d'études
8°00'00'' W 12°32'40'' N	(témoin, décharge) Kabala Est, cercle de Kati, région de Koulikoro
8°00'00'' W 12°32'40'' N	(Groupe I, décharge) Kabala Est, cercle de Kati, région de Koulikoro
8°00'08'' W 12°32'35'' N	(Groupe II, agroforesterie) Kabala Est, cercle de Kati, région de Koulikoro
7°56'22'' W 12°23'51'' N	(Forêts) Sanankoroba, cercle de Kati, région de Koulikoro

Le choix de nos méthodes a été basée sur leur simplicité, fiabilité des résultats et adaptation à plusieurs sites. On a noté deux axes :

- (i) des effets des stress thermiques et hydriques sur les rendements de cultures ont été évalués : remplissage des graines de céréales et des gousses de néré et de noix d'acajou ;
- (ii) des observations portant sur la réponse de certaines plantes céréalières et forestières face au changement climatique ont été listées : chute des fleurs, avortement des fruits et autres

2.2. Impact du changement climatique sur les céréales et les agroforesteries de Koulikoro et environs (Mali)

On a divisé les parcelles agricoles en trois (3) groupes. La première parcelle a servi de témoin et n'a pas reçu ni engrais chimiques, exemptes les semences et la matière organique. Le premier et le deuxième groupes ont été constitués de parcelles de céréales sèches sous les arbres (anacardier, néré, karité et manguier tous âgés au minimum de 10 ans), lesquelles ont été pulvérisées par les herbicides et ont bénéficié des engrais verts et de l'apport de fertilisants indiqué en bas. On note l'utilisation des pesticides contre les mauvaises herbes et les parasites des arbres fruitiers tout en respectant les doses des produits chimiques autorisées par le Comité Inter-États de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS). Concernant l'adaptation et l'atténuation aux variations climatiques, elles ont été effectuées par la plantation des brise-vents (*Eucalyptus smithii* (L.), *Acacia seyal* (Del), *Acacia senegal* (L.) Will, *Leucaena leucocephala*

(Lam.) De Wit, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp) (**figures 1 à 5**) pour de réduire les stress hydrique et thermique et séquestrer le carbone et par l'utilisation des cultivars et des variétés précoces adaptés aux milieux agricoles actuels. Excepté le témoin, toutes les parcelles agroforestières ont été presque soumises aux mêmes conditions climatiques et ont reçu les mêmes intrants agricoles (semences, engrais minéraux chimiques et produits phytosanitaires si nécessaires). La fertilisation organique se composait des déchets de décharge de transit, des débris végétaux, du reste de récolte, des tourteaux de coton, du phosphate naturel, des lisiers des animaux et des litières, afin de renforcer la fertilité des sols étudiés. Des modifications durant les stades de développement et la croissance, attribuables au changement climatique, selon la méthode de la FAO (2023) ont été observées et consignées dans le tableau 2. La rotation culturale pratiquée se présentait comme suit :

- a) Arachide – Maïs – Sorgho – Fonio - Niébé – Coton - Soja – Mil – Jachère longue.
- b) Niébé – Maïs – Mil – Fonio - Soja – Coton - Arachide – Sorgho – Jachère longue.

La neuvième (9^{ème}) année est réservée pour la jachère longue (de 3 ans) dans les agrosystèmes. La décontamination des polluants, la correction du pH du sol (jusqu'aux valeurs comprises entre 7 et 7,2) et augmenté l'activité biologique des bactéries d'intérêt agricole, la séquestration du carbone, la teneur en matière organique et en nutriments (N, P et K) pourraient être améliorés par l'utilisation de la fumure organique. Enfin, le remplissage des graines de céréales, des noyaux de mangues, des noix de karité et d'anacarde, imputable aux fluctuations climatiques, d'origine anthropique ou humaine (**figure 6**) a été estimé selon la méthode de la FAO (2003) et celle de Katé et al. (2021).

2.3. Impact du changement climatique sur les forêts de Koulikoro et environs (Mali)

Le maillage entre les espèces ligneuses connues et les autres a été très variable. Il est tributaire des facteurs abiotiques évidents (lumière, humidité et température), de la dimension de l'arbre et de la texture des sols forestiers. La diversité floristique et faunique est largement inférieure à celle établie par les études antérieures (Yossi et al., 1999). Ces auteurs ont répertorié une flore non ligneuse (*Voscia cuspidata*, *Uricularia inflexa*, *Uricularia reflexa*, *Pistia stratiotes*, *Oriza longisminata*, *Acriceras amplexans*, *Panicum sbalbidum*, *Vetivera nigriflora*, *Mimosa pigra*) et ligneuse (*Acacia kirkii*, *Ziziphus mauritiana*, *Parkia biglobosa*, *Calotropis procera*, *Diosporos mespiliformis*, *Borassus aethiopum*, *Acacia seyal*, *Boscia senegalensis*, *Acacia albida* et *Hyphaene thebaica*) en plus des bougoutières et les autres herbacées associées. Généralement, le maillage a varié de 9,15 m x 7 m pour le karité (*Vitellaria paradoxa*) et 1,32 m x 1 m pour les plantes associées. Entre les arbres dominants poussaient les arbustes et les plantes médicinales.

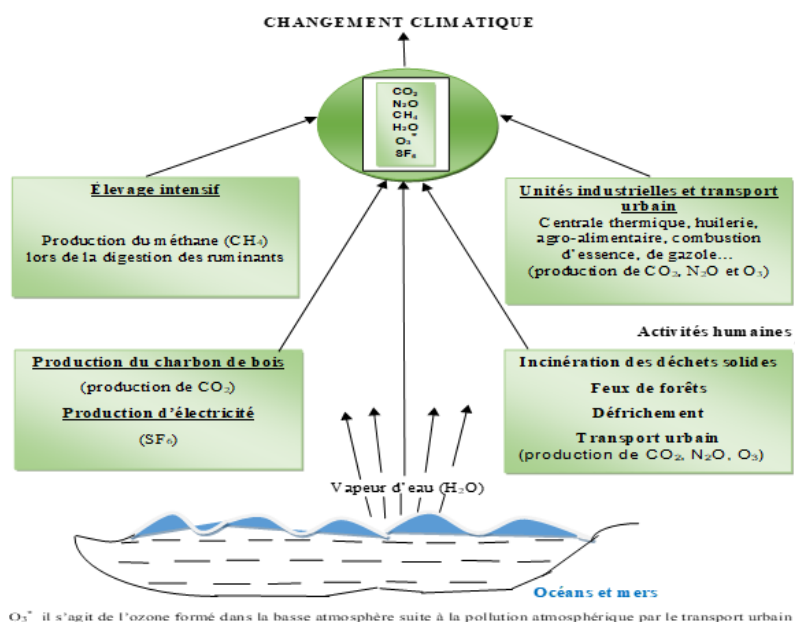
On a cueilli soigneusement les fruits e utilisant les sacs de 50 kg. Le poids des sacs étiquetés a été déterminé. Les observations et les mesures dendrologiques ont été listées selon la méthode de la FAO (2025) et indiquées dans le tableau 3. Dans les forêts, la jachère n'est pas prévue dans notre étude.

Figures 1 à 5 : Les plantes pérennes comme néré (*Parkia biglobosa*) (A), eucalyptus (*Eucalyptus smithii*) (B), manguier (*Mangifera indica*) (C) maïs (*Zea mays*) (D) et anacarde (*Anacardium occidentale*) (E).



Source : élaboration des auteurs

Figure 6 : Activités anthropiques contribuant au changement climatique



Source : élaboration des auteurs

3. Résultats

Tableau 2. Impact du changement climatique sur la production des céréales et des fruits dans les agroforesteries de Koulikoro et environs (Mali)

Plantes céréalières et pérennes	Modifications et observations dues au climat	Mesures dendroïdes	Remplissage des graines, noyaux et noix	Pertes de récolte (Kg/ha)	Rendements (Kg/ha)	Taux de réduction des rendements
Niébé (<i>Vigna radiata</i>)	- Retard dans les stades de développement: montaison, floraison, épiaison et maturité (2 à 3 semaines) -Chute des bourgeons et fleurs.	Taille maximale: 0,67 m Taille minimale: 0,32 m Ecartement:0,5 m X 0,5 m	± 0,4 - 1,3 g pour 50 graines	12,13	595	2,03%
Maïs (<i>Zea mays</i>)		Taille maximale: 3,51 m Taille minimale: 2,36 m Ecartement:0,9 m X 0,9 m	± 0,5 - 1,2 g pour 50 graines	5,15	2.300	0,22%
Sorgho (<i>Sorghum bicolor</i>)		Taille maximale: 4,45 m Taille minimale: 3,45 m Ecartement: 1 m X 1 m	± 0,5 - 0,9 g pour 50 graines	7,83	1.010	0,77%
Manguier (<i>Mangifera indica</i>)	-Retard dans les stades de développement. -Augmentation de la taille des arbres. -Chute des bourgeons et fleurs. - Fruits avortés. -Produits ligneux résistants aux termites.	Taille: 20,25 m Tronc: 1,29 à 2,23 m Diamètre du houppier minimal: 9,30 m Diamètre du houppier maximal: 12,30 m Maillage: 10 m X 10 m	± 2 - 4 g par noyau	806	20.904	3,85%
Anacardier (<i>Anacardium occidentale</i>)		Taille: 7,65 m Tronc: 2,02 m Diamètre du houppier minimal: 9,50 m Diamètre du houppier maximal: 11,78 m Maillage: 10 m X 10 m	± 0,9 - 2 g par noix d'acajou	20	330	5,71%
Production nationale de la République du Mali (en tonnes)						
Céréales		2006-2007	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Maïs (<i>Zea mays</i>)		676.638	1.403.576	1.258.254	1.713.736	1.502.717
Sorgho (<i>Sorghum bicolor</i>)		1.122.773	1.256.306	1.191.020	1.245.569	819.608
Mil (<i>Pennisetum americanum</i>)		1.175.272	1.373.342	1.462.139	1.772.275	1.152.331
Arbre fruitier		2005-2006	2007-2008	2009-2010	2013-2014	2016-2017
Manguiers (<i>Manquifera indica</i>)		4.521	12.676	10.410	699.054	715.632

Source : élaboration des auteurs

Tableau 3. Impact du changement climatique sur la production des fruits dans les forêts de Koulikoro et environs (Mali)

Plantes pérennes forestières	Modifications et observations	Mesures dendroïdes	Remplissage des graines, noix et noyaux	Pertes de récolte (Kg/ha)	Rendements (Kg/ha)	Taux de réduction des rendements
Néré (<i>Parkia biglobosa</i>)	-Retard dans les stades de développement. -Augmentation de la taille des arbres. -Chute des bourgeons et fleurs.	Taille: 22, 20 m Tronc: 1,62 m Diamètre du houppier minimal: 7,20 m Diamètre du houppier maximal:8,20 m	$\pm 0,2 - 0,3$ g par gousse	12,3	62,5 de gousse	24,50%
Karité (<i>Vitellaria paradoxa</i>)	- Fruits avortés. -Produits ligneux résistants aux termites.	Taille: 11,48 m Tronc: 1,61 m Diamètre du houppier minimal: 9,20 m Diamètre du houppier maximal: 11,32 m	$\pm 2 - 3,5$ g par amende non décortiquée	3,11	13,66 d'amendes non décortiquées	22,76%
Production nationale de la République du Mali (en tonnes)						
Arbre forestier	2006-2007		2013-2014	2014-2015	2016-2017	
Karité (<i>Vitellaria paradoxa</i>)	1,53 millions de fruits frais	100.000 d'amendes/an	190.000* d'amendes/an	190.000* d'amendes/an	190.000 d'amendes/an	

Source : élaboration des auteurs

4. Discussion

Nos résultats ont montré que la réduction des rendements des céréales de 2,03 % , 0,22 % et de 0,77 % respectivement chez *Vigna radiata*, *Zea mays* et *Sorghum bicolor*, la taille maximale (22,20 m) révélée chez *Parkia biglobosa* a largement dépassé celle (11,48 m) enregistrée chez *Vitellaria paradoxa*, le remplissage des graines, les pertes de récolte seraient liés au changement climatique. Aussi, les modifications et observations ont porté sur le retard dans les stades de développement, les tailles des arbres, la chute des bourgeons et des fleurs, l'avortement des fruits. Concernant la réduction des rendements la culture sous-bois des céréales sèches et des légumineuses entraînerait la concurrence interspécifique (entre différentes espèces) pour la lumière, la mauvaise gestion de l'enherbement chez ces cultures. Les meilleurs rendements des plantes cultivées ont été obtenus chez *Sorghum bicolor*, *Zea mays* et *Vigna unguiculata*, tandis que les plus sensibles aux fluctuations climatiques ont été les plantes pérennes (*Manguifera indica*, *Anacardium occidentale*). Celui révélé chez *Vigna unguiculata* s'expliquerait par la fixation symbiotique de l'azote (rhizobium) et la présence des bactéries fixatrices libres (*Pseudomonas*, *Azospirillum*) de cet élément chimique dans le sol (Kanté et al., 2023). Celui

enregistré chez *Zea mays* et *Sorghum bicolor* serait lié à la diminution de l'évapotranspiration et à la remontée capillaire de l'eau sous le néré et le karité. De plus, l'ombrage (diamètres des houppiers) chez *Parkia biglobosa* et *Vitellaria paradoxa* a atténué les flétrissements des feuilles des céréales malgré la hausse des températures moyennes. Enfin, cet ombrage a donné un effet positif sur la production de la biomasse aérienne aux cultures sous-arbres. Ces résultats sont corroborés par ceux de Josiane & Jean-Michel (2019) effectués au Burkina Faso. Les pertes en rendements chez *Z. mays* pourraient être récompensés par la perte d'épis frais et la production des fourrages pour animaux. Cette plante, faiblement périodiques, est plus résiliente face au changement climatique. On note une progression en graines d'environ 1,5% par rapport aux rendements nationaux a été enregistré chez le niébé. Aussi, les feuilles de cette légumineuse sont utilisées en période de suture, afin d'équilibrer la nutrition humaine. Par contre, une baisse significative des rendements chez les manguiers de 34 ;84% par rapport à ceux (60 tonnes de mangues/ha) du Burkina Faso. Ce faible taux en mangues serait lié au changement climatique. Des modifications phénologiques ont porté sur le prolongement de la durée de levée et de la dormance de 2 à 3 jours, la chute des bourgeons et des fleurs et l'avortement des fruits ont été observés chez les manguiers. Cette situation s'expliquerait par la persistance des sécheresses et des vents violents (FAO, 2020 ; Valade & Marie, 2020). La plantation des brise-vents (*Eucalyptus smithii* (L.), *Acacia seyal* (Del), *Acacia senegal* (L.) Will, *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp) a obtenu un taux de reprise estimé à 75% pendant la saison pluvieuse. Ce faible taux de reprise des brise-vents résulterait du stress hydrique comme ont noté Bondjow (2023). Ces arbres (haies vives) pourraient séquestrer le carbone et tamponner les fluctuations climatiques. Outre la production de la gomme arabique, utilisée dans les boissons, les produits laitiers, les sauces et les boulangeries, on peut citer celle des produits pharmaceutiques et celle des huiles essentielles à partir d'*Eucalyptus smithii*, qui détruisent les coléoptères et ses larves des denrées alimentaires à la dose de 10 µL/50 g (Aïboud, 2012 ; Taïb, 2015). Dans les forêts urbaines de Koulikoro, la taille maximale (22,20 m) a été enregistrée chez *P. biglobosa*, tandis que celle minimale (11,48 m) a été révélée chez *V. paradoxa*. Le diamètre du houppier maximal (11,32 m) a été obtenu chez le néré, alors que celui (7,20 m) retrouvé chez le néré a été minimal. Les amendes de karité se remplissaient moins par rapport aux gousses chez le néré. Par contre, *P. biglobosa* perdait plus de gousses mûres (12,3 kg/ha), tandis que *V. paradoxa* ne dépassait pas 3,11 kg d'amendes non décortiquées/ha. Le taux de réduction des rendements (22,76 %) chez *V. paradoxa* était moins fort que celui (24,50 %) estimé *P. biglobosa*. Dans ces forêts urbaines, le stress thermique observé chez les animaux est

défini par la loi, qui stipule que généralement le réchauffement des terres tropicales, imputable au changement climatique, entraînerait l'augmentation de certains appendices corporels (dimensions des pattes, pieds, oreilles, queues...) chez les animaux pour s'échapper de la chaleur de la terre. Exception à la loi, les montagnards vivant dans les zones d'une topographie élevée et ceux nichant dans les forêts, où la taille courte (aplomb bas jointé) maintient l'équilibre lors des déplacements (montée et descente des collines, passage entre les arbres ombrophytes), l'accouplement et la concurrence pour l'habitat naturel offrant l'eau et la nourriture pour ces animaux. Dans ces forêts, des modifications ont concerné outre la chute des fleurs, l'amincissement des gousses et des noix respectivement chez le néré et le karité, la réduction du madd, de la croissance et de rendement chez *Saba senegalensis*. De nombreuses études (Parrent et Tandieu, 2014a et b ; Boualem et al., 2021 ; RECA-Niger, 2022 ; Diémé et al., 2026) ont démontré qu'une diminution significative de la croissance et du développement, de la productivité de *Saba senegalensis*, ainsi que la taille et la qualité de son madd et sa capacité à s'adapter à son terroir sauvage soumis aux stress climatiques. Ces modifications pourraient être liées, soit à une réponse positive de ces végétaux forestiers à l'évolution perpétuelle de leurs environnements, soit aux stress hydrique et thermique aggravés, soit au manque de la variabilité génétique et de la plantation polyspécifique, soit à la capacité de se multiplier par graines et noix de qualité, soit à l'efficacité de la photosynthèse nette et conductance stomatique, ou soit la séquestration du carbone (Parrent et Tandieu, 2014a et b ; Boualem et al., 2021 ; RECA-Niger, 2022 ; Diémé et al., 2026). Ces résultats sont confirmés par plusieurs travaux (Bermond, 2017 ; Kabré et al., 2020) portant sur la production et la revalorisation de *Saba senegalensis* cultivé au Sénégal et au Burkina Faso.

En somme, la revalorisation des forêts pourrait diversifier l'économie du Mali. Ainsi, le beurre de karité du néré, est utilisé pour nourrir les cellules épidermiques de la peau et les cheveux secs, aussi dans la cuisine africaine, les produits cosmétiques, l'industrie du chocolat et l'artisanat (Goumbri, 2026). Au Mali, Allaye et al. (2018) ont observé que le beurre de karité a une teneur en gamma-tocophérol (vitamine E) nettement inférieure à celle du constituant essentiel des noix de karité de l'Ouganda. Cette vitamine E pourrait réduire le problème d'infertilité masculine via l'amélioration de ses constituants chimiques et ceux du matériel génétique du végétal étudié (Souaré, 2022). Aussi, le Soumbala obtenu à base des graines de *P. biglobosa*, utilisé dans les boissons, les produits laitiers, les sauces, les arômes, la boulangerie, aurait des propriétés d'anti-cancéreux, d'anti-hypertenseur et d'anti-anémique des défenses

immunitaires et réduirait le goitre (grâce à sa richesse en iode) et tout en contribuant au développement de la faculté intellectuelle infantile (Roukaya et al., 2020 ; Souaré, 2022).

La présente étude innove deux principes en écologie :

- Le principe « *planter pour couper* » ;
- Le principe « *élever pour produire la peau* ».

Le premier principe stipule la plantation des arbres à croissance rapide, moins exigeants en fertilisants et résistants aux aléas climatiques comme matériaux de construction, pour fabriquer les meubles et produire le bois-énergie pour les ménages à faible revenu. Mais, les co-auteurs encouragent la population à l'utilisation des digesteurs pour produire le biogaz à partir des ordures ménagères. Concernant le deuxième principe les peaux utilisées dans l'artisanat doivent provenir des animaux élevés dans les conditions respectueuses de l'environnement et conformément aux objectifs spécifiques ou prioritaires assignés (production de peau et de viande de bonne qualité dans les abattoirs).

5. Conclusion

Nos résultats ont montré que l'utilisation des décharges de Gouana/Cercle de Kati/Koulikoro et les agroforesteries sont très bénéfiques pour la production sous-arbres des céréales, des fruits et des fourrages. Car, ces plantes céréalières, fruitières et pérennes profiteraient de la matière organique et des conditions trophiques (humidité, température optimale...). Au regard des résultats obtenus sur les rendements et les pertes de récolte, on pourrait dire que *Vitellaria paradoxa* est plus résilient face au changement climatique que *Parkia biglobosa* et *Manguifera indica*. Des modifications portant sur la croissance et le développement des cultures (niébé, maïs, sorgho) et des plantes pérennes (manguiers, anacardiens, néré, karité) ont été observées aussi bien en agroforesterie qu'en forêts urbaines.

REFERENCES

- [1] ABFN (Agence du Bassin du Fleuve Niger). (2018). Rapport de l'état du fleuve Niger au Mali. Édition Agence du Bassin du Fleuve Niger (ABFN), Bamako, Mali, 64 p.
- [2] Aïboud, K. (2012). Étude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de la bruche de Niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Mémoire de Master en Biologie et Écologie de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Tizi Ouzou, Algérie, 83 p.

- [3] Allal, F.F. Davriens, G. Piombo, S. Nourrissier, A. Vaillant, J-M. Bouvet, B.A. Kelly, J.B. & Okullo, L. (2008). Variation pattern in fatty acid and Tocopherol in shea tree populations of Mali and Uganda. *Agroforestry Systems*, 87 (5): 1065-1082.
- [4] Allaye, K, B, Davrieux, F. & Bouvet J-M. (2018). A shea butter rich in tocopherols (Vitamin E) at the dogon plateau and seno Bankass in Mali (West Africa). *Journal of Phytology*, 10 : 56-60.
- [5] Bermond, L. (2017). Évaluation *ex ante* de la création d'une indication géographique sur le madd (*Saba senegalensis*) de Casamance. Mémoire de Mission Professionnelle présenté pour l'obtention du diplôme Ingénieur spécialisé en Innovations dans les systèmes agricoles et agroalimentaires du monde. Montpellier Supagro, Bureau d'Études ETDS et la FAO, Casamance, Sénégal, 76 p.
- [6] Bondjow, S. (2023). Guide pratique de production de plants et de reboisement. Édition FAO, Rome, Italie, 62 p.
- [7] Boualem, F, Boukharouba, I. & Djeninat K. (2021). Étude de l'impact des conditions climatiques sur les rendements des céréales (blé dur) dans la wilaya de Tiaret. Mémoire de Mater de la Faculté Sciences de la Nature et de la Vie. Université Ibn Khaldoun – Tiaret, Spécialité : Génétique Moléculaire et Amélioration des Plantes, Algérie, 83 p.
- [8] Christelle, F,T,M. (2018). Changement climatique au Mali : impact de la sécheresse sur l'agriculture et stratégies d'adaptation. Thèse de l'École Doctorale des Sciences Économiques, Juridiques, Politiques et de gestion Centre d'Études et de Recherche sur le Développement International (CERDI), Spécialité : Sciences Economiques, Clermont-Ferrand, France, 197 p.
- [9] DNEF (Direction Nationale des Eaux et Forêts). (2014). Stratégie nationale et plan d'action pour la diversité biologique, Mali. Édition Ministère de l'Environnement, de l'Assainissement et du Développement Durable, Bamako, Mali, 154 p.
- [10] FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). (2003). Les risques du changement climatique pour l'agriculture en Europe et aux États-Unis; Édition FAO, Rome, 29 p.
- [11] FAO (Food and Agriculture Organization). (2020). The state of the world fisheries and aquaculture. Sustainability in action. Edition FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome, Italie, 227 p.
- [12] FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). (2025). Évaluation des moteurs de développement de la déforestation et de la dégradation des

forêts en Afrique de l'Ouest : Méthodologie et principaux résultats. Édition FAO, Rome, Italie, 47 p.

- [13] Goumbri W,B,F. (2026). Contribution à la valorisation du beurre de karité extrait au Burkina Faso : Étude des propriétés physicochimiques et thermiques et mise en évidence du potentiel photoprotecteur. Thèse de Doctorat Unique en Cotutelle Doctorat en de l'Université de Liège et de l'Université Joseph Ki-Zerbo ; Spécialité : Chimie Analytique, Belgique, 272 p.
- [14] INSTAT (Institut National de la Statistique). (2017). Enquête modulaire et permanente auprès des ménages (EMOP). Rapport d'analyse premier passage 2017. Édition INSTAT, Bamako, Mali, 75 p.
- [15] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2022). Climate Change 2022. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edition Cambridge, UK & New York, Cambridge University Press, New York, USA, 3676 p.
- [16] Josiane, S. & Jean-Michel, H. (2019). Agroécologie et services écosystémiques en zone tropicale. Éditions Quæ, Versailles, Île-de-France, France, 254 p.
- [17] Kabré, B. Belem, M. Lankoandé, B. & Ouédraogo, A. (2020). Variabilité démographique de *Saba senegalensis* (A. DC.) Pichon suivant le gradient climatique au Burkina Faso. Bois & Forêts des Tropiques, 345 : 75-85.
- [18] Katé, S, Anago, N, Azontondé, H, Dagbenonbakin, G. & Sinsin, A. (2021). Méthodologie de collectes et d'analyse des données relatives aux mesures de l'influence des variabilités et des changements climatiques sur l'environnement et l'agriculture dans la commune de Banikoara au nord-Est du Bénin. Document Technique et d'Informations (13399), Bénin, 16 p.
- [19] Kanté, F. Coulibaly, A. Koné, S. Traoré, V. & Koné, S,B. (2023). Effets des biofertilisants à base de deux bactéries PGPR (*Burkholderia*, *Pseudomonas*) et des champignons mycorhiziens arbusculaires sur la croissance du niébé cultivé en serre. Cahiers du Centre Béninois de la Recherche Scientifique et Technique, 23: 76-95.
- [20] Kelly, B,A, Davriens, F, Piombo, G, Kamissoko, S. & Senou, O. (2012). Variation des constituants chimiques du beurre de *Vitellaria paradoxa* (karité) en fonction du gradient climatique Nord-Sud au Mali. Les cahiers de l'Économie Rurale de Bamako, 14: 47-62.
- [21] Loconto, A,M. & Foulleux, E. (2021). Une définition politique "globale". La FAO et l'agroécologie, Paris, France: 119-130.

- [22] Melakhessou, Z. Demnati, F. & Boubaker, Z. (2020). Diagnostic de la diversité des plantes adventices dans les agrosystèmes : cas des champs de blé dans les Aurès. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, 89: 39-54.
- [23] Parrent, B. & Tandieu, F. (2014a). Can current crop models be used in the phenotyping era for predicting the genetic variability of yield of plants subjected to drought or high temperature ? Journal of Experimental Botany, 65: 6179-6189.
- [24] Parrent, B. & Tandieu, F. (2014b). Temperature responses of developmental processes have not been affected by breeding in different ecological areas for 17 crop species. New Physiology, 129: 460-468.
- [25] Roukaya, A.S. Halima, O.D. Alio, S.A. Bakasso, Y. & Abdourahamane, B. (2020). Caractérisation Biochimique et Microbiologique de Soumbala de néré (*Parkia biglobosa*) et d'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa*) produits au Niger. European Scientific Journal, 16 (3): 224-243.
- [26] Souaré ML. (2022). Étude de la composition biochimique et de la phyco-chimie d'un modèle alimentaire à base de protéines de *Parkia biglobosa*. Thèse de Doctorat de l'Université Bourgogne France Comté. École Doctorale Environnements Santé ; Spécialité : Biotechnologies Agro-Alimentaires, France, 160 p.
- [27] Taib H. (2015). Étude de l'activité insecticide des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* L. et de *Bosmarimus officinalis* L., à l'égard de la bruche du haricot. Mémoire de Master en Sciences de la Nature et de la Vie. Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud de Tizi-Ouzou, Spécialité : Protection des Plantes Cultivées, Tizi-Ouzou, Algérie, 63 p.
- [28] Valade, A. & Marie, G. (2020). Gérer les forêts pour atteindre les objectifs climatiques: des compromis à trouver. Sciences Eaux Territoires, 3: 78-81.
- [29] Yossi, H. (1999). Le réseau de recherche agroforestière pour les basses terres semi-arides de l'Afrique de l'Ouest. Bilan de dix ans d'expériences au Mali. Édition Institut d'Économie Rurale, Sotuba, Bamako, Mali, 33 p.