

# REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE



## MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

### MASTER

BIORESSOURCES et AGRONOMIE

Option : Amélioration des Ressources Agricoles

Par

**N'GUESSAN ESSO WILFRIED**

---

### THEME

---

**VARIABILITE DE L'HUMIDITE ET DE LA  
TEMPERATURE DES SOLS DES  
AGROSYSTEMES A BASE DE CACAOYERS  
DANS LA SOUS-PREFECTURE DE BONON  
(CENTRE-OUEST DE LA COTE D'IVOIRE)**

---

Soutenu le, 28 Septembre 2022

#### Jury

<b>M. BAKAYOKO Sidiky</b>	Professeur Titulaire, UJLoG,	<b>Président</b>
<b>M. BARIMA Yao Sadaïou Sabas</b>	Professeur Titulaire, UJLoG,	<b>Directeur scientifique</b>
<b>M. N'GOURAN Kobenan Pierre</b>	Maître-Assistant, UJLoG,	<b>Encadreur</b>
<b>M. ZRO BI Gohi Ferdinand</b>	Maître de Conférences, UJLoG,	<b>Examineur</b>

Année Académique

2021 - 2022

Numéro d'ordre

070 /2022

# REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

### MASTER

BIORESSOURCES et AGRONOMIE

Option : Amélioration des Ressources Agricoles

Par

**N'GUESSAN ESSO WILFRIED**

---

### THEME

---

**VARIABILITE DE L'HUMIDITE ET DE LA  
TEMPERATURE DES SOLS DES  
AGROSYSTEMES A BASE DE CACAOYERS  
DANS LA SOUS-PREFECTURE DE BONON  
(CENTRE-OUEST DE LA COTE D'IVOIRE)**

---

Date de soutenance :

Année Académique

2021 - 2022

Numéro d'ordre

/2022

## **DEDICACES**

*Je dédie ce mémoire à :*

*ma mère, OHOU Koko Anasthasie*

*mon père, N'GUESSAN Ezzo*

*ma grande sœur N'GUESSAN Ezzo Esther Carine*

*mes frères et sœurs,*

*mes oncles et mes tantes,*

*ma grande mère Feu OHOU Ovo Agnès*

## AVANT PROPOS

Cette étude sur « **Variabilité de l'humidité et de la température des sols des agrosystèmes à base de cacaoyers dans la Sous-préfecture de Bonon (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire)** » a été conduite dans le cadre du projet Cocoa4Future (C4F) qui bénéficie d'un financement de l'Initiative européenne DeSIRA au titre de la convention de subvention n° FOOD/2019/412-132 et de l'Agence française de développement.

Le projet C4F fédère de multiples compétences pour répondre aux enjeux de développement de la cacaoculture ouest-africaine. Il rassemble de nombreux partenaires qui ont pour ambition partagée d'œuvrer pour remettre l'Humain et l'Environnement au cœur de la cacaoculture de demain.

Deleted[HP]: ouest

Deleted[HP]: -

Le stage de fin de formation pour le master a été réalisé au sein du Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Ecologie du Paysage et en Environnement (GRIEPE) de l'Université Jean Lorougnon Guédé.

## REMERCIEMENTS

« J'aimerais mieux avoir 1 % des efforts de 100 personnes que 100 % de mes propres efforts »

C'est par cet extrait de J. Paul GETTY que nous commençons à remercier, avec beaucoup de respect et de gratitude tous ceux qui, par leur collaboration, ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Nous voudrions dire merci en premier lieu à Mme TIDOU Abiba Sanogo Epouse KONE, Professeur titulaire d'Ecotoxicologie, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé pour les efforts qu'elle fait quotidiennement en vue de la bonne marche de l'institution.

Nos remerciements vont à l'endroit de M. KONE Tidiani, Professeur titulaire d'Hydrobiologie, Vice-Président chargé de la Pédagogie, de la Vie Universitaire, de la Recherche et de l'Innovation Technologique de l'Université Jean Lorougnon Guédé qui a toujours été disponible pour répondre à nos préoccupations au plan académique ;

Nos remerciements à M. AKAFFOU Doffou Sélastique, Professeur titulaire de Génétique, Vice-Président chargé de la Planification, de la Programmation et des Relations Extérieures de l'Université Jean Lorougnon Guédé pour ses conseils et son implication dans l'épanouissement des étudiants ;

Nos sincères reconnaissances à Mme TONESSIA Dolou Charlotte, Maître de Conférences en Phytopathologie, Directrice de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) Agroforesterie, pour sa disponibilité et ses sages conseils dont nous avons bénéficiés durant les années académiques ;

Nos remerciements vont à l'endroit de M. GROGA Noël, Maître de Conférences en Ecologie fonctionnelle-Biologie végétale, responsable de la filière Bioressources et Agronomie et M. SOUMAHIN Eric, Maître-Assistant en Physiologie végétale, vice-responsable de la filière, pour leurs conseils, leurs dynamismes et surtout leurs promptitudes à résoudre les problèmes ;

Nous voudrions particulièrement remercier M. BARIMA Yao Sadaïou Sabas, Professeur Titulaire en Ecologie du paysage, Responsable du Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Ecologie du Paysage et en Environnement (GRIEPE), pour avoir accepté de diriger ce travail. Nous lui disons également merci pour ses conseils et critiques à notre endroit qui nous a été indispensables à l'achèvement de ce manuscrit.

Nous présentons nos remerciements à M. N'GOURAN Kobenan Pierre, Maître-Assistant en Ecologie Végétale, pour avoir accepté de nous encadrer. Ses conseils, son aide

morale et surtout pour son expérience enrichissante, sa disponibilité et son plein intérêt et son dévouement au travail bien fait. Merci infiniment Docteur pour tout.

Notre infinie reconnaissance à M. BAYALA Roger, Assistant en Agro Pédologie, pour l'encadrement technique de ce travail, ses conseils et surtout pour sa disponibilité. Docteur BAYALA, ce travail est aussi le fruit de vos efforts. Merci pour tout cher Maître.

Nous sommes reconnaissants à MM. KPANGUI Kouassi Bruno, SANGNE Yao Charles, KOUAKOU Kouassi Apollinaire, BAMBA Issouf, KOFFI N'GUESSAN Achille, KOUAKOU Akoua Tamia Madeleine, ASSALE Annie Yvette, ZANH Golou Gisèle, Enseignants-chercheurs, chercheurs au GRIEPE pour leurs conseils et critiques qui ont permis d'améliorer ce mémoire.

Grand merci aux membres du jury d'avoir accepté de siéger pour l'évaluation finale de mon mémoire de Master. Ce sont, M. BAKAYOKO Sidiky Professeur Titulaire en Agropédologie qui a accepté de présider ce jury et M. ZRO BI Gohi Ferdinand Maître de Conférences en Agropédologie, examinateur de ce mémoire, pour son importante contribution qui a permis de parfaire ce présent mémoire.

Nous remercions tous les doctorants et mémorants du GRIEPE pour leurs suggestions, soutien moral et encouragements tout au long de ces travaux de recherche.

Nous adressons également nos remerciements aux habitants de Dabouzra en général et à M. FARRAS en particulier, qui nous ont témoigné leur confiance et accordé une partie de leur temps afin de favoriser le bon déroulement des travaux sur le terrain.

Merci à tous ceux avec qui j'ai partagé au moins un instant de bonheur et d'amitié, s'il n'y a pas assez de place sur ces pages pour inscrire vos noms sachez bien qu'ils sont inscrits dans mon cœur et que je ne vous ai pas oubliés.

## TABLE DES MATIERES

	Page
DEDICACES .....	i
AVANT PROPOS .....	ii
REMERCIEMENTS .....	iii
TABLE DES MATIERES .....	v
SIGLES .....	viii
LISTE DES FIGURES .....	ix
INTRODUCTION .....	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES .....	3
I.1. Zone d'étude .....	3
I.1.1. Situation géographique .....	3
I.1.2. Hydrographie .....	3
I.1.3. Climat .....	3
I.1.4. Sol et relief .....	4
I.1.5. Végétation .....	4
I.1.6. Population et activités économiques .....	5
I.2. Cacaoyer .....	5
I.2.1. Description biologique .....	5
I.2.2. Origine et historique .....	5
I.2.3. Exigences écologiques .....	6
I.3. Importance du cacaoyer .....	6
I.3.1. Au plan économique .....	6
I.3.2. Au plan socioculturel .....	6
I.4. Agrosystèmes .....	7
I.4.1. Définitions et caractéristiques d'un agrosystème .....	7
I.4.2. Importance des agrosystèmes à base de cacaoyers .....	7

I.4.3. Typologie des agrosystèmes à base de cacaoyers en Côte d'Ivoire .....	8
I.5. Sol .....	9
I.5.1. Humidité du sol .....	10
I.5.2. Température du sol .....	11
DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES .....	12
II.1 MATERIEL .....	11
II.2. METHODES .....	12
II.2.1. Choix des sites des cacaoyères .....	12
II.2.2. Dispositif expérimental de collecte de l'humidité et la température du sol .....	12
II.2.3. Collecte de données .....	13
II.2.4. Suivi de l'humidité et de la température du sol .....	13
II.2.5. Analyse des données .....	14
II.2.5.1. Humidité et température .....	14
II.2.5.2. Indice de couvert végétal .....	14
TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION .....	15
III.1. Résultats .....	15
III.1.1. Indices foliaires en fonction de la densité des arbres .....	15
III.1.2. Variation spatio-temporelle de l'humidité dans les cacaoyères .....	16
III.1.2.1. Variation spatiale de l'humidité du sol dans les placettes .....	16
III.1.2.2. Variation de l'humidité moyenne du sol en fonction des placettes .....	17
III.1.2.3. Variation temporelle de l'humidité du sol .....	17
III.1.3. Variation spatio-temporelle de la température dans les cacaoyères .....	18
III.1.3.1. Variation de la température du sol dans les placettes .....	18
III.1.3.2. Variation de la température moyenne du sol en fonction des placettes .....	19
III.1.3.3. Variation temporelle de la température du sol .....	20
III.1.3.4. Evolution de la température et de l'humidité du sol en fonction de la densité d'arbres par placette .....	21



III.1.4. Relation de l'indice de végétation, l'humidité et la température du sol .....	22
III.1.4.1. Relation entre l'humidité et la température du sol .....	22
III.1.4.2. Relation entre l'humidité du sol et l'indice de couvert végétal .....	23
III.1.4.3. Relation entre la température du sol l'indice de couvert végétal .....	23
III.2. Discussion .....	24
III.2.1. Variabilité spatio-temporelle de l'humidité du sol dans les cacaoyères .....	24
III.2.2. Variabilité spatio-temporelle de la température dans les placettes cacaoyères .....	25
III.2.3. Relation entre l'indice de végétation, l'humidité et la température .....	26
CONCLUSION, RECOMMANDATION ET PERSPECTIVES .....	27
REFERENCES .....	28

## SIGLES

- BNETD : Bureau National d'Études Techniques et de Développement
- CNRA : Centre National de Recherche Agronomique
- FAO : Food and Agricultural Organization
- GPS : Global Positioning System
- GRIEPE : Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Ecologie du Paysage et en  
Environnement
- IFCC : International Federation of Clinical Chemistry
- PIB : Produit Intérieur Brut
- RGPH : Recensement Général de la Population Humaine

## LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1 : Localisation de la Sous-préfecture de Bonon et le site d'étude .....	3
Figure 2 : Courbe ombrothermique de la Sous-préfecture de Bonon de 2000 à 2021 .....	4
Figure 3 : Composition (en volume) d'un sol de texture médiane.....	10
Figure 4 : Matériel technique de terrain .....	11
Figure 5 : Dispositif de suivi de l'humidité et de la température du sol dans les placettes .....	12
Figure 6 : Collecte des données d'humidité et de température du sol sur la parcelle .....	13
Figure 7 : Indices foliaires en fonctions de la densité des arbres .....	15
Figure 8 : Evolution de l'indice foliaire dans les placettes en fonction des arbres .....	16
Figure 9 : Répartition de l'humidité du sol dans les placettes .....	16
Figure 10 : Variation de l'humidité moyenne du sol en fonction des placettes .....	17
Figure 11 : Variation de l'humidité du sol en fonction du temps .....	18
Figure 12 : Variation de la température dans les placettes .....	19
Figure 13 : Variation de la température en fonction des placettes dans les cacaoyères .....	20
Figure 14 : Variation temporelle de la température du sol.....	21
Figure 15 : Evolution de la température et de l'humidité en fonction de la densité d'arbres par placette .....	22
Figure 16 : Relation entre l'humidité et la température .....	22
Figure 17 : Relation entre l'humidité et l'indice de couvert végétal .....	23
Figure 18 : Relation entre la température et l'indice de couvert végétal .....	24

# **INTRODUCTION**

La déforestation est un phénomène qui s'accroît de plus en plus au profit de l'agriculture dans le monde (Balaguru *et al.*, 2006). En Afrique, la dégradation du couvert forestier a atteint des proportions alarmantes. En effet, les surfaces des forêts africaines qui étaient de 749 millions d'hectares en 1990 sont passées de 674 millions d'hectares en 2010 (Forest resources assessment, 2010). Selon World Resources Institute (2006), 80 % de la couverture forestière mondiale originelle a été détruite ou dégradée de 1976 à 2006. Les forêts ivoiriennes, n'échappent pas à ce phénomène de déforestation (N'guessan *et al.*, 2006). En effet, au lendemain de son indépendance, la Côte d'Ivoire a axé son développement économique sur les cultures d'exportations (café, cacao, palmier à huile, hévéa, etc.). Ces cultures se pratiquant en zone forestière, particulièrement la cacaoculture ont conduit à une dégradation de plus de 83 % des forêts (N'Da *et al.*, 2008). Ainsi la couverture forestière ivoirienne qui, dans les années 1990, était de 7,8 millions d'hectares est passée à 3,4 millions d'hectares en 2015 (BNETD 2015), ce qui a entraîné une baisse des éléments nutritifs naturels des sols agricoles qui ne sont quasiment pas compensés (Wessel & Quist-Wessel, 2015). Cette situation pose un problème de durabilité de la productivité des sols naturellement pauvres et surtout de la qualité des produits agricoles.

Pour tenter de freiner la dégradation de son couvert végétal et améliorer de façon durable la productivité du cacaoyer, plusieurs chercheurs ont proposé l'agroforesterie (Rice & Greenberg, 2000 ; Sonwa *et al.*, 2007 ; Adou Yao *et al.*, 2016), une activité agricole complexe intégrant les arbres aux cultures et à l'élevage du bétail (Nair, 1993) comme une alternative écologiquement soutenable, socialement acceptable et économiquement profitable à l'agriculture conventionnelle. En effet, l'agroforesterie représente aux yeux des chercheurs, une des meilleures solutions pour réconcilier durablement la production agricole et la protection de l'environnement (Agroforestry Systems, 1982 ; Vroh *et al.*, 2017). En effet, les avantages liés à ce système incluent la réduction des effets du climat, la séquestration du carbone, l'amélioration de la fertilité du sol et la régulation des pathogènes (Rhoades, 1996 ; Jose, 2009 ; Nair & Nair, 2009).

De nombreuses études ont déjà été effectuées en Côte d'Ivoire pour montrer l'impact des activités anthropiques (exploitations forestières, agriculture, feux de végétation, etc.) sur la fertilité du sol (Kouamé *et al.*, 2004 ; Kassi *et al.*, 2010 ; Adou Yao *et al.*, 2011). Mais, celles traitant de l'état de l'humidité des sols et de la température des sols sous cacaoyères sont rares.

La présente étude est une contribution en vue de pallier cette insuffisance. Elle s'est tenue dans la Sous-préfecture de Bonon (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Ce choix se justifie par le fait que cette région, localisée dans l'ancienne boucle du cacao (Koné, 2015), présente un paysage avec une diversité de systèmes agraires allant des cultures annuelles aux cultures pérennes (Ahoua *et al.*, 2015). Cependant, seule la culture cacaoyère a fait l'objet de cette étude, car, selon Aka *et al.* (2013), la cacacoculture a contribué énormément à la disparition de la forêt et à la dégradation du sol dans cette zone. Ainsi, la présente étude a pour objectif principal de déterminer les seuils d'humidité et de température des sols à base de cacaoyer en vue d'une production optimale du cacaoyer dans la Sous-préfecture de Bonon.

. De façon spécifique, il s'agissait de :

- déterminer l'indice du couvert végétal dans trois systèmes agroforestiers à base de cacaoyers ;
- déterminer l'humidité du sol en fonction du couvert végétal dans trois systèmes agroforestiers à base de cacaoyers ;
- déterminer la température du sol en fonction du couvert végétal dans trois systèmes agroforestiers à base de cacaoyers.

Le présent mémoire comporte, outre l'introduction, la conclusion, les références bibliographiques, trois grands chapitres. Le premier chapitre sera consacré à la généralité, le second traitera du matériel et des méthodes utilisées pour la réalisation de cette étude, le dernier chapitre sera dédié aux résultats et à la discussion.

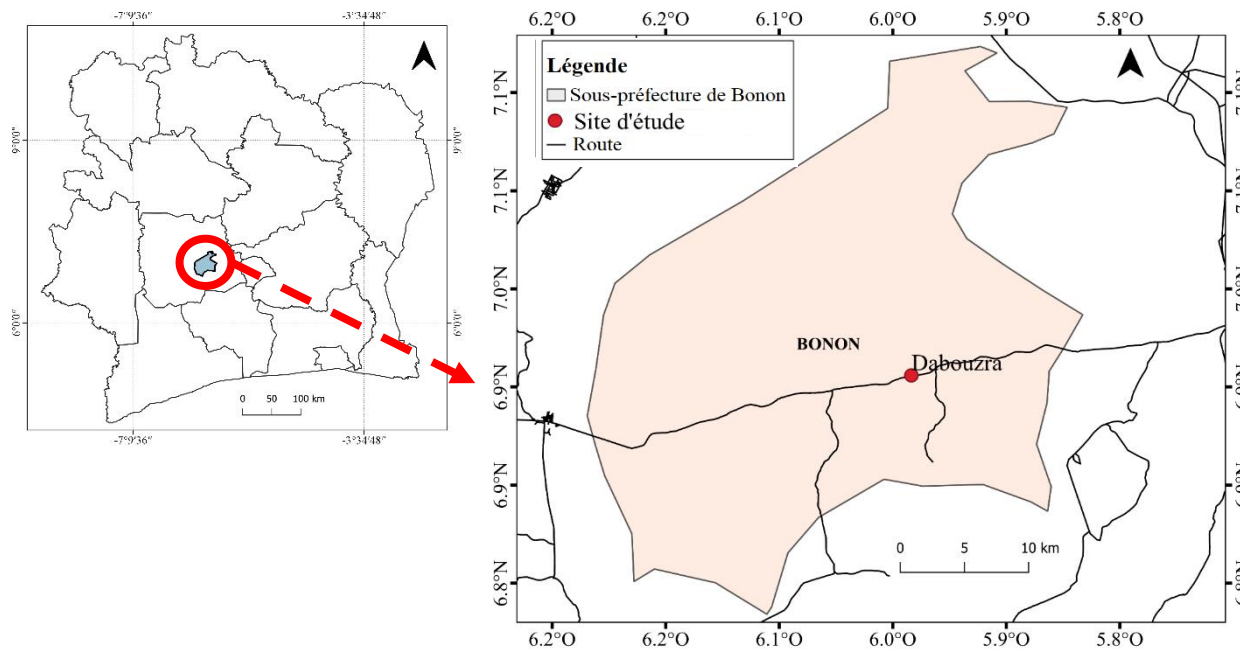
**PREMIERE PARTIE :**

**GENERALITES**

## I.1. Zone d'étude

### I.1.1. Situation géographique

Les travaux de terrain se sont déroulés à Dabouzra, village de la Sous-préfecture de Bonon situé à 85 kilomètres à l'Ouest de Yamoussoukro et à 46 km de Daloa. Ladite Sous-préfecture composée de 10 villages, est située dans la région de la Marahoué au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Cette Sous-préfecture couvre une superficie de 520 Km<sup>2</sup> et est localisée entre 6°14'0" et 5°52'0" de longitude Ouest et 7°10' 0" et 6°45'0" de latitude Nord.



**Figure 1** : Localisation de la Sous-préfecture de Bonon et le site d'étude

### I.1.2. Hydrographie

L'hydrographie est essentiellement constituée par le fleuve Bandama rouge ou fleuve Marahoué (Kouakou *et al.*, 2018). Le paysage de Bonon est aussi dominé par un réseau hydrographique exclusivement composé de cours d'eau temporaires qui alimentent une succession de bas-fonds et de versants courts et étroits qui se raccordent aux affluents de la Marahoué (Gohourou, 2020).

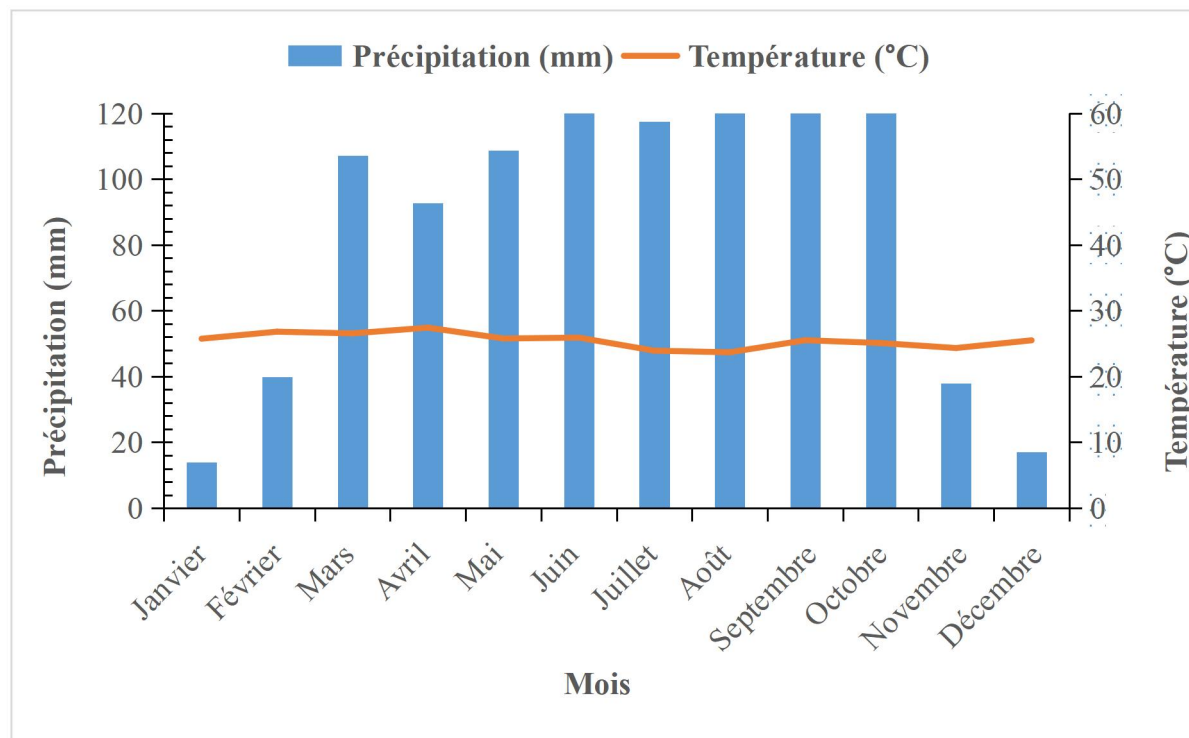
### I.1.3. Climat

La Sous-préfecture de Bonon bénéficie d'un climat de type guinéen (Gohourou, 2020) à pluviométrie bimodale caractérisé par deux saisons de pluies et deux saisons sèches. Le diagramme ombrothermique (Figure 2) réalisé à partir des moyennes pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles des 21 dernières années (2000 à 2021) présente deux



grandes saisons. Une grande saison des pluies qui s'étend de mars à octobre avec un pic de précipitation en août de 106,80 mm. La saison sèche, s'étend de novembre à février, avec une pluviométrie moyenne mensuelle de 73,84 mm.

Quant aux températures, les valeurs moyennes minimales et maximales sont respectivement de 26,3 °C et 27,90°C de 2000 à 2021. Ces conditions climatiques sont favorables pour la pratique agricole dans la Sous-préfecture de Bonon.



**Figure 2 :** Courbe ombrothermique de la Sous-préfecture de Bonon de 2000 à 2021 (Source des données : [www.tutientpot.net](http://www.tutientpot.net))

#### **I.1.4. Sol et relief**

Le relief dans la Sous-préfecture de Bonon est composé de bas-plateaux avec une altitude de 250 m et de petits bas-fonds (N'Gnessan *et al.*, 2017).

Les sols sont pour la plupart ferrallitiques, moyennement dénaturés à dominance argilo-sableux. Ces ferralsols se caractérisent par un horizon humifère peu épais mais riche en matières organiques, faiblement acide et bien structurés (Kouakou *et al.*, 2018).

#### **I.1.5. Végétation**

La végétation de la Sous-préfecture de Bonon, est une forêt dense du type mésophile ou semi-décidue appartenant au secteur ombrophile du domaine guinéen (Guillaumet & Adjanohoun 1971). La savane de cette région ressemble à une zone intermédiaire entre la

savane herbeuse et les savanes arborée et arbustive (Yapi *et al.*, 2014). Du fait des actions anthropiques, la structure originelle de la végétation a été fortement dégradée, laissant ainsi place à de grandes étendues de jachères et de plantations de cultures pérennes (Kouamé, 2008).

### **I.1.6. Population et activités économiques**

La population de la Sous-préfecture de Bonon qui était estimée à 112 629 habitants (RGPH, 2014), est essentiellement rurale avec une agriculture de type traditionnelle comme activité principale. Récemment, la culture de l'anacarde a fait son apparition dans la zone.

Depuis quelques années, l'élevage de bovins prend de l'importance dans cette Sous-préfecture du fait des transformations paysagères qui l'autorisent. Cette activité constitue un bon complément économique aux activités agricoles (Krouba *et al.*, 2018).

## **I.2. Cacaoyer**

### **I.2.1. Description biologique**

Le cacaoyer dont le nom scientifique est *Theobroma cacao* (Théo = Dieu et Broma = Boisson) qui signifie la boisson de Dieu, appartenait à la famille des Sterculiacées. Cette espèce a été reclassée récemment dans la famille des Malvacées (Motamayor *et al.* 2002). Le cacaoyer est une espèce diploïde ( $2n = 2X = 20$ ) avec un petit génome (Lanaud *et al.*, 1992). D'autres espèces du genre *Theobroma* sont récoltées dans la nature à moindre échelle pour l'usage humain comme *T. bicolor*, *T. grandiflorum*, *T. speciosum*, *T. leicocarpum* et *T. subincanum* (Hebbar *et al.*, 2011).

### **I.2.2. Origine et historique**

Le cacaoyer est une plante native de la forêt humide d'Amérique du sud. Certains auteurs situent sa zone de dispersion dans les vallées des bassins de l'Amazonie et de l'Orénoque (Continent américain). L'histoire du cacaoyer remonte à celle des Indiens d'Amérique Centrale, qui considéraient le cacao comme un élixir divin. Sa culture a commencé en Amérique Centrale et s'est répandue successivement grâce aux civilisations Olmèques, Mayas et Aztèques (Motamayor *et al.*, 2002).

Cette culture fut introduite en Afrique, plus précisément au Ghana, en 1857 par des missionnaires suisses en provenance du Surinam (Braudeau, 1969). Son arrivé en Côte d'Ivoire date de 1892 par la première introduction des cabosses sur les bords du Cavally (IFCC, 1979).

Selon le modèle itinérant, la culture des cacaoyers a connu trois phases. Ce sont d'abord la culture de cacaoyers sous forêt aménagée, ensuite la culture sous recrû naturel et enfin la culture en plein soleil de cacaoyers à potentiel productif élevé en association avec des cultures vivrières et divers fruitiers (Harmand *et al.*, 2015).

### **I.2.3. Exigences écologiques**

Les cacaoyers sont cultivés sur de nombreux types de sols. (Assiri *et al.*, 2015) préconisent que le sol doit être d'autant plus profond que la pluviométrie est faible et mal répartie. Selon ces auteurs, il faut choisir un sol riche, profond, non gravillonnaire et non sableux, où la nappe phréatique est à plus d'un mètre de profondeur. Il faut préférer les précédentes forêts au recrû forestier, vieilles cacaoyères ou caféières.

## **I.3. Importance du cacaoyer**

### **I.3.1. Au plan économique**

De nos jours, la culture du cacaoyer est une source de devise pour les pays producteurs. La production mondiale du cacao est assurée à 70 % par l'Afrique. En Côte d'Ivoire, le cacaoyer est cultivé sur une superficie de près de 2 000 000 d'hectare par plus de 1 000 000 de planteurs. Sur cette superficie, sont produites en moyenne 1,335 millions de tonnes représentant 40 % de la production mondiale, (MACI, 2008).

En effet, la cacaoculture représente 15 % du PIB, et assure les moyens de subsistance de près de huit millions de personnes. La Côte d'Ivoire occupe la première place de producteur mondial avec une production annuelle de 1,2 millions de tonnes (Cacao.gouv.ci).

### **I.3.2. Au plan socioculturel**

Le cacaoyer est cultivé pour ses fèves utilisées comme matières premières dans la fabrication des produits alimentaires, pharmaceutiques ou cosmétiques. Le cacao a longtemps été assimilé à un aliment/ médicament (Dillinger *et al.*, 2000).

L'utilisation médicinale du cacao ou du chocolat a été diffusée d'Amérique latine en Europe au milieu des années 1500. Le cacao aurait des vertus pour la stimulation du système immunitaire, l'amélioration de la digestion et la détoxification cellulaire. Des préparations à partir des fleurs, des écorces des feuilles ou du beurre sont utilisées contre la fatigue ou pour traiter des troubles intestinaux et les irritations de la peau (Dillinger *et al.*, 2000).

## **I.4. Agrosystèmes**

### **I.4.1. Définitions et caractéristiques d'un agrosystème**

Un agrosystème est un écosystème modifié par l'homme afin d'exploiter une part de la matière organique qu'il produit, généralement à des fins alimentaires (cultures, élevages etc.) (Chauvel, 2012). Dans un agrosystème, l'homme favorise une seule espèce aux dépens des autres.

L'agrosystème est caractérisé, entre autres, par :

- une forte production primaire ;
- une biodiversité maintenue faible volontairement par l'agriculteur ;
- un apport énergétique important en complément de flux solaire (réduction des facteurs limitants en azote, eau, phosphate, etc.) ;
- une aide aux facteurs impliquant une augmentation de la biomasse (ajout de bactéries fixatrices d'azote).

L'exploitation des récoltes d'un agrosystème constitue un flux de matière sortant qui doit être compensé par un apport d'engrais. Aussi, l'apport de ces intrants dans la culture favorise-t-il l'augmentation de la production primaire et l'amélioration des rendements (la productivité). La mise en place d'un agrosystème se base sur deux principes.

Selon le premier principe, la matière produite par un agrosystème est à majorité exportée. En effet, la biomasse exportée sous forme de récolte est une partie importante de la production primaire constituant la récolte qui est exportée (Conway, 1987). La matière organique correspondante ne pourra donc pas être recyclée par les décomposeurs. Ainsi, il y a une perte nette d'ions minéraux à chaque récolte.

Le second principe stipule qu'un agrosystème est mis en place dans le but de rechercher un maximum de rendement. En effet, dans un agrosystème, l'homme élimine les mauvaises herbes afin de favoriser l'accès à la lumière, à l'eau et aux minéraux du sol à la plante cultivée (Chauvel, 2012). Ces échanges permettent de maintenir la diversité biologique très basse à travers des pratiques comme la déforestation, le désherbage mécanique ou chimique, le travail du sol et le paillage.

### **I.4.2. Importance des agrosystèmes à base de cacaoyers**

Pour se nourrir, l'homme pratique la culture végétale à travers la création et la gestion des écosystèmes naturels modifiés en intervenant aussi bien sur les facteurs abiotiques (eau, sol température, ensoleillement) que sur les facteurs biotiques (êtres vivants) (Ater & Hmimsa, 2005). Ces agrosystèmes traditionnels permettent aux paysans de s'approvisionner en

ressources ligneuses et non ligneuses (Clark & Sunderland, 2004), pour couvrir leurs besoins en bois d'œuvre, en bois de chauffe, en aliments et en remèdes issus de plantes médicinales (Adou Yao *et al.*, 2016). Outre ces services directs, les systèmes agroforestiers participent à la conservation des sols, des eaux, du climat et de la biodiversité (Clough *et al.*, 2011). Ils servent également de refuge pour des espèces animales et végétales (Gascon *et al.*, 2004).

De même, les agrosystèmes les plus complexes séquestrent plus de carbone (Nair, 2012), en contribuant ainsi à atténuer le réchauffement climatique (Somarriba *et al.*, 2013). Ces agrosystèmes traditionnels diffèrent de ceux proposés par les organismes de certification du cacao et de recherche ivoirien telles que le CNRA (Sanial, 2015), lesquels se résument à associer un nombre limité d'espèces végétales sélectionnées. En plus de la production du cacao, quand un système est complexe, il rend divers services écosystémiques dont il faut tenir compte.

#### **I.4.3. Typologie des agrosystèmes à base de cacaoyers en Côte d'Ivoire**

Plusieurs travaux scientifiques ont été consacrés à l'étude de la complexité des agrosystèmes à base de cacaoyers afin d'établir une classification des différents systèmes de production (Kpangui *et al.*, 2015). En effet, sur la base de la description de pratiques agricoles existantes dans la cacaoculture, 3 types de systèmes agroforestiers ont été distingués depuis l'introduction de la culture de cacao en Côte d'Ivoire (Vroh, 2019). Ce sont les systèmes agroforestiers caractérisés par :

- des vergers où les paysans utilisent des techniques empiriques d'entretien des vergers ;
- des pratiques culturelles de cacao par un abandon des systèmes de culture de cacao sous ombrage des espèces forestières ;
- des plantations où il n'y a pas d'ombrage véritable durant toute la phase culturale.

Dans le premier type de système agroforestier, il n'y a pas de gestion intégrée des déprédateurs, ni d'utilisation d'engrais (Adou Yao *et al.*, 2011). Les antécédents cultureux sont essentiellement de très vieilles jachères. Ces plantations de cacaoyers comportent plus de 15 arbres par hectare, généralement grand de plus de 15 m de hauteur (Vroh *et al.*, 2017). L'ombrage des arbres forestiers est permanent et n'est généralement pas moins de trois strates au-dessus du cacaoyer.

Dans le second système agroforestier, les arbres natifs qui fournissent peu ou pas de retour financier sont éliminés par les producteurs (Dolumbia *et al.*, 1990). Ce système comporte 5 à 6 arbres émergents par hectare. La majorité des arbres présentent une hauteur de

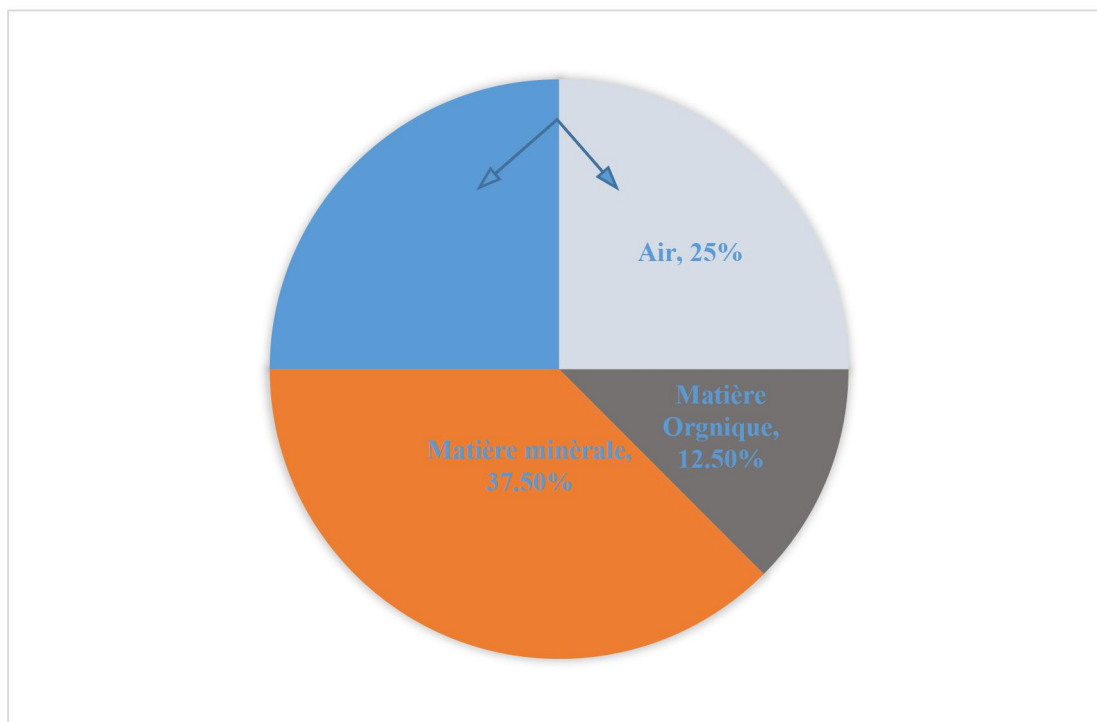
moins de 10 m et offrent moins de trois strates au-dessus des cacaoyers (Rice & Greenberg, 2000).

Dans le troisième système agroforestier les variétés de cacao cultivées sont des hybrides à haut rendement et résistantes aux maladies (Vroh *et al.*, 2017). Dans ce système, seuls les bananiers et d'autres cultures vivrières (l'igname et le riz) ou industrielles (palmier à huile) servent d'ombrage lors de la mise en place de la cacaoyère (Koulibaly, 2008 ; Tano, 2012). Ce type de système comporte 3 arbres émergents à l'hectare avec une gestion intégrée des déprédateurs et apport de fertilisation minérale.

### **1.5. Sol**

Le sol est la partie superficielle de l'écorce terrestre, plus ou moins tendre et friable, qui est le résultat de l'action conjuguée des altérations des roches mères du sous-sol et de la décomposition de la matière organique sous l'effet de divers facteurs (climats, nature de la roche mère, activité biologique, ...) (Wafia & Wafa, 2019). Il comporte le plus souvent plusieurs horizons correspondant à une organisation des constituants organiques et/ou minéraux (la terre). Cette organisation est le résultat de la pédogenèse et de l'altération du matériau parental.

Le sol est un milieu vivant composé de nombreux microorganismes, essentiellement hétérotrophes (Lepinay, 2013). Il peut donc être représenté comme un compartiment triphasé, constitué d'une matrice solide (plantes, matières minérales, micro-organismes) partiellement remplie d'une solution aqueuse et d'air. Les trois phases sont les suivantes : phase solide (la matrice du sol), phase liquide (l'eau du sol ou solution du sol) qui contient des substances dissoutes et phase gazeuse (l'atmosphère du sol).



**Figure 3** : Composition (en volume) d'un sol de texture médiane.

50 % du volume est occupé par la matrice du sol et 50 % par le réseau des vides, ce dernier étant rempli par l'air et l'eau du sol de façon équivalente. Les flèches représentent les échanges entre les 2 phases (Hillel, 2004a).

### I.5.1. Humidité du sol

L'humidité du sol dépend des facteurs climatiques, des propriétés du sol mais aussi des pratiques culturales.

Les facteurs climatiques ainsi que la présence d'un couvert végétal influencent l'humidité du sol. Ces facteurs sont à l'origine des principaux processus affectant ces propriétés tels que l'alternance des cycles de dessiccation et la réhumectation, l'absorption de l'eau par les plantes et l'évapotranspiration (Jirků *et al.*, 2013).

La présence des arbres dans les parcelles agricoles peut entraîner le phénomène de compétition ou au contraire favoriser la nutrition hydrominérale des cultures. Par exemple, dans les parcs agroforestiers à *Faidherbia albida* du Sahel où on assiste à une inversion saisonnière de la phénologie, il n'existe pas de compétition entre les cultures et l'espèce (Kessler, 1992). Cette observation a été faite pour d'autres espèces arbustives comme *Piliostigma reticulatum* et *Guiera senegalensis* qui de plus, améliorent les rendements des cultures associées (Bogie *et al.*, 2019 ; Bayala *et al.*, 2022).

### **I.5.2. Température du sol**

La température du sol (comme celle de l'air) peut affecter la germination, la croissance et le remplissage des grains. Elle agit donc sur le rendement des cultures, particulièrement en climat chaud (Monteith *et al.*, 1991). De façon générale, les arbres en milieux agroforestiers pourraient réduire les extrêmes de température auxquels seraient exposées les cultures et qui affectent parfois sévèrement les rendements agricoles (Nathaniel *et al.*, 2018). De plus, la présence de la litière sur le sol joue un rôle de paillage qui améliore la température du sol, favorable à la germination des graines pendant les périodes critiques (Facelli & Pickett, 1991a).



**DEUXIEME PARTIE :**  
**MATERIEL ET**  
**METHODES**

## II.1 MATERIEL

Le matériel utilisé est constitué de matériel technique (Figure 4) à savoir :

- une sonde TDR PM710 qui a servi à mesurer l'humidité du sol à 20 cm de profondeur ;
- un GPS (Système de Positionnement Géographique) de type GARMIN pour la prise des coordonnées géographiques des placettes et les points qui ont servi de prise de mesures ;
- un décamètre de 50 mètres pour la délimitation des différentes placettes ;
- une tarière qui a permis de forer le sol ;
- des tuyaux gaines qui ont servi de tube d'accès pour la mesure d'humidité du sol à une profondeur de 20 cm ;
- un appareil photographique pour les prises de vue ;
- un thermomètre de cuisine de type TP300 qui a servi à mesurer la température du sol.



Appareil photo



GPS GARMIN



Dècamètre



Thermomètre



Sonde TDR



Tarière

**Figure 4 :** Matériel technique de terrain

## II.2. METHODES

### II.2.1. Choix des sites des cacaoyères

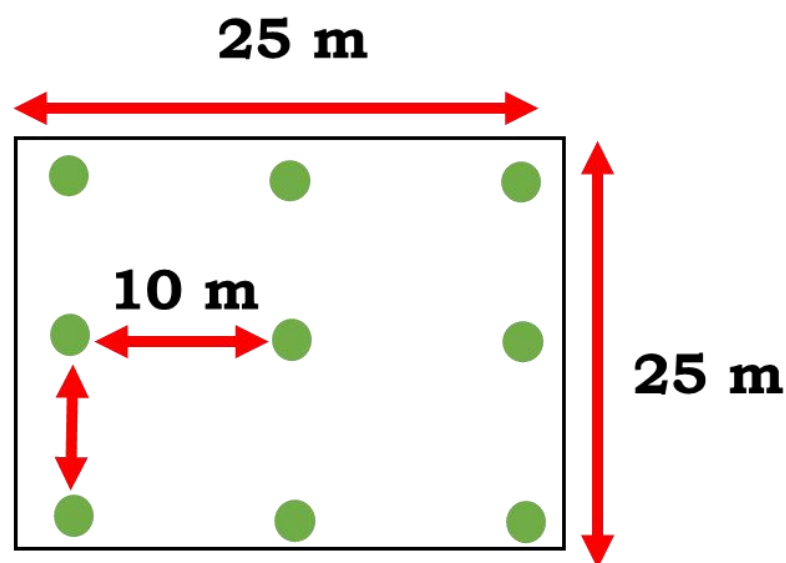
L'étude a été faite dans trois différentes s cacaoyères dans le village de Dabouzra dans la Sous-préfecture de Bonon. Ces plantations ont été sélectionnées dans trois directions distinctes à partir du village afin d'obtenir des paramètres physiques du sol différentes. Les cacaoyères choisies se caractérisent par une association de cacaoyers à différents âges avec des espèces forestières et fruitières telles que *Citrus sinensis* (Citronnier), *Persea americana* (Avocatier), *Carica papaya* (Papayers) et *Ananas comosus* (Ananas).

### II.2.2. Dispositif expérimental de collecte de l'humidité et la température du sol

Pour cette étude, dans chaque cacaoyère, 3 placettes de 625 m<sup>2</sup> (25 m x 25 m) ont été installées dans différentes zones caractérisées par le nombre d'arbres. Ainsi, les 3 placettes obtenues dans chaque cacaoyère sont les suivantes :

- Placette 1 (P1) contenant 0 à 1 [0-1] arbre ;
- Placette 2 (P2) contenant 2 à 3 [2 - 3] arbres ;
- Placette 3 (P3) contenant plus de 3 arbres.

Le dispositif expérimental mis en place dans le cadre de ces travaux est destiné à déterminer la variabilité de l'humidité et de la température du sol dans une cacaoyère. Pour ce faire, un maillage de la parcelle a été effectué à raison d'un point de mesure tous les dix mètres. Ainsi, sur la placette de 625 m<sup>2</sup> (25 m x 25 m), neuf (09) points de prise de mesure ont été identifiés (Figure 5).



**Figure 5** : Dispositif de suivi de l'humidité et de la température du sol dans les placettes

### II.2.3. Collecte de données

Les données ont été collectées sur la période de mars à avril 2022. La collecte a démarré après la mise en terres des tuyaux gaine mis en terre horizontalement à une profondeur de 15 cm et s'est poursuivie des prises de mesure à une fréquence de 2 jours jusqu'à la fin de l'expérience (environ 30 jours).

Elle a consisté à enfoncer la sonde TDR de type PMS710 dans les tuyaux mis dans le sol afin de prendre les mesures d'humidité à une profondeur de 20 cm. Pour la mesure de la température, le thermomètre TP300 a été enfoncé dans le sol pour prendre les différentes mesures de température à la même fréquence comme celle de l'humidité.

Le nombre d'arbres associés aux cacaoyers a été déterminé par comptage, en considérant tous les individus d'une hauteur supérieure à celle des cacaoyers. En outre, 5 prises de vue de la surface foliaire de chaque placette ont été réalisées afin de déterminer les indices foliaires.



**Figure 6 :** Collecte des données d'humidité et de température du sol sur la parcelle

### II.2.4. Suivi de l'humidité et de la température du sol

L'humidité et la température du sol ont été suivies tous les 2 jours. Les mesures ont été effectuées entre le 07 mars et le 06 avril 2022 selon un maillage des parcelles étudiées.

## II.2.5. Analyse des données

### II.2.5.1. Humidité et température

Les données d'humidité et de températures collectées ont été saisies sur le tableur Microsoft Office Excel 2016 afin d'effectuer la statistique descriptive (somme, moyenne, pourcentage). Les différentes analyses ont été faites à l'aide du logiciel STATISTICA version 7.1 et le test de Tukey des variances et de comparaison multiple des moyennes.

### II.2.5.2. Indice de couvert végétal

Les données d'indice de couvert végétal ont été traitées à l'aide du logiciel CAN EYE. Les différents résultats sont présentés sous forme de diagramme et d'image.

Elle est déterminée selon la méthode de Weiss *et al.*, (2008) par la formule suivante :

$$P_0(\theta_v, \phi_v) = e^{-\lambda_0 G(\theta_v, \phi_v)} \cdot LAI \cdot \cos \theta_v$$

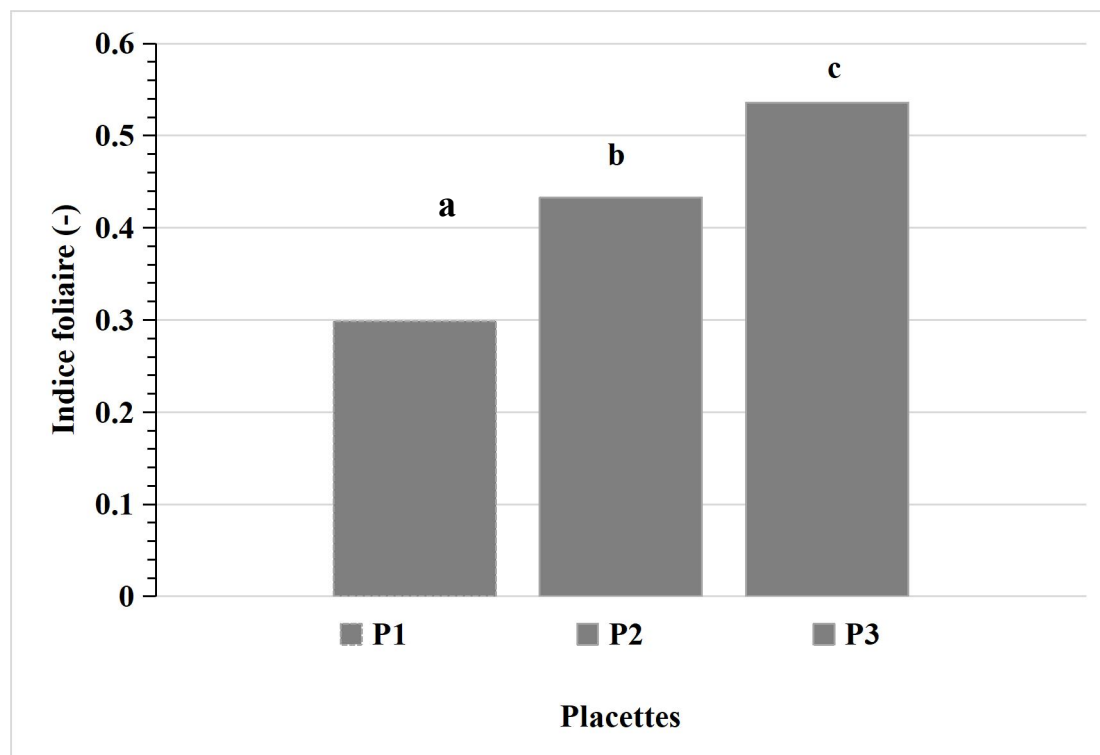
$P_0(\theta_v, \phi_v)$  est la fraction de trou bidirectionnelle,  $\lambda_0$  est le paramètre d'agrégation des feuilles et  $G(\theta_v, \phi_v)$  est fonction de projection des feuilles dans la direction  $(\theta_v, \phi_v)$ .

**TROISIEME PARTIE :**  
**RESULTATS ET**  
**DISCUSSION**

### III.1. Résultats

#### III.1.1. Indices foliaires en fonction de la densité des arbres

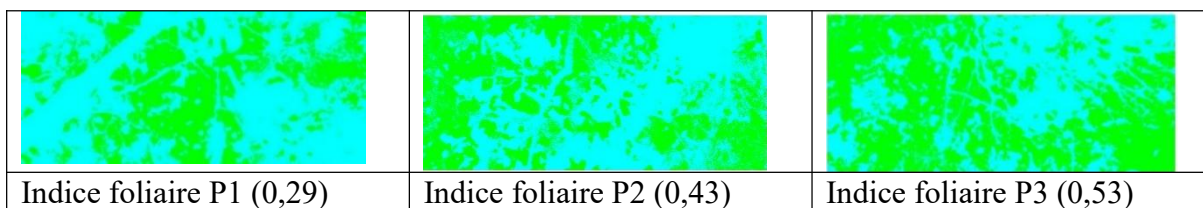
La figure 7 présente l'indice du couvert végétal moyen dans chaque type de placette. L'analyse statistique a montré une différence significative entre les placettes. Les résultats montrent en effet que les placettes 3 (P3), avec des densités d'arbres les plus élevées ont des indices foliaires moyens significativement plus élevés avec une valeur moyenne de 0,53 soit un taux de couverture de 53 % que les indices moyens obtenus dans P1 et P2 qui affichaient respectivement des valeurs moyennes 0,3 et 0,43 soit 30 % et 43 % du taux de couverture végétal. Cependant, l'on remarque que l'indice du couvert végétal de la placette 1 (0,3) est relativement plus faible que celles des autres placettes.



**Figure 7** : Indices foliaires en fonctions de la densité des arbres

P1 : Placette où le nombre d'arbre est compris entre 0 et 1. P2 : Placette où le nombre d'arbres est compris entre 2 et 3. P3 : Placette où le nombre d'arbres est > 3. Les lettres a, b, c montrent la différence significative entre l'indice foliaire des placettes.

La répartition spatiale de l'indice foliaire sur les placettes et l'indice foliaire moyen par placette sont représentées sur la figure 8. Ces images montrent que l'indice foliaire des agrosystèmes est inégalement réparti sur la placette. L'on remarque également que les placettes avec une forte densité d'arbres ont présenté les indices foliaires plus élevés.

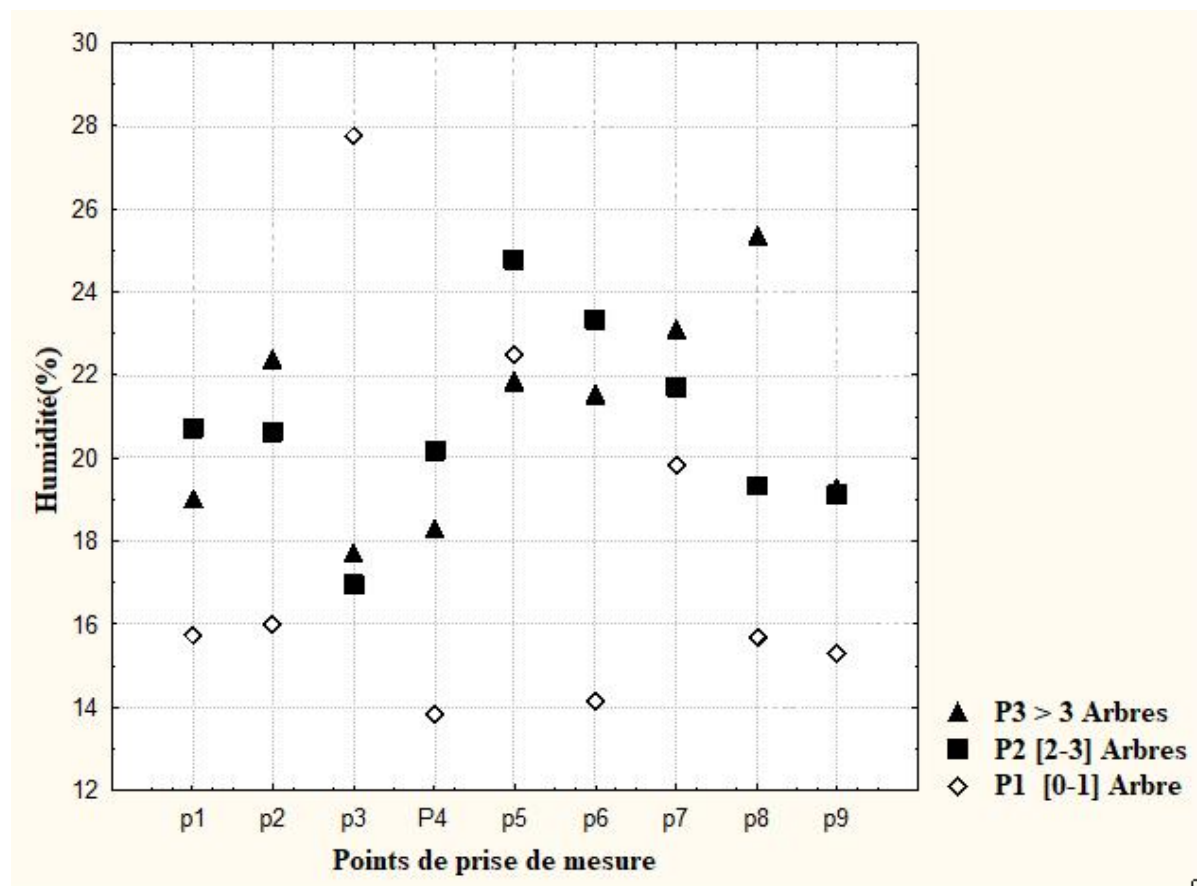


**Figure 8** : Evolution de l'indice foliaire dans les placettes en fonction des arbres

### III.1.2. Variation spatio-temporelle de l'humidité dans les cacaoyères

#### III.1.2.1. Variation spatiale de l'humidité du sol dans les placettes

L'humidité du sol varie au sein d'une placette mais également d'une placette à une autre (Figure 9). Pour la placette 1 (P1), la valeur minimale est de 14 % quand le maximum est de 28 %. L'humidité moyenne est de 17,87 %. Pour P2 et P3, les valeurs minimales du pourcentage d'humidité sont respectivement de 17 % et 18% et les valeurs maximales sont de 25 % et 26 %. La moyenne du taux d'humidité est de 20,76 % pour P2 et 20,96 % pour P3.



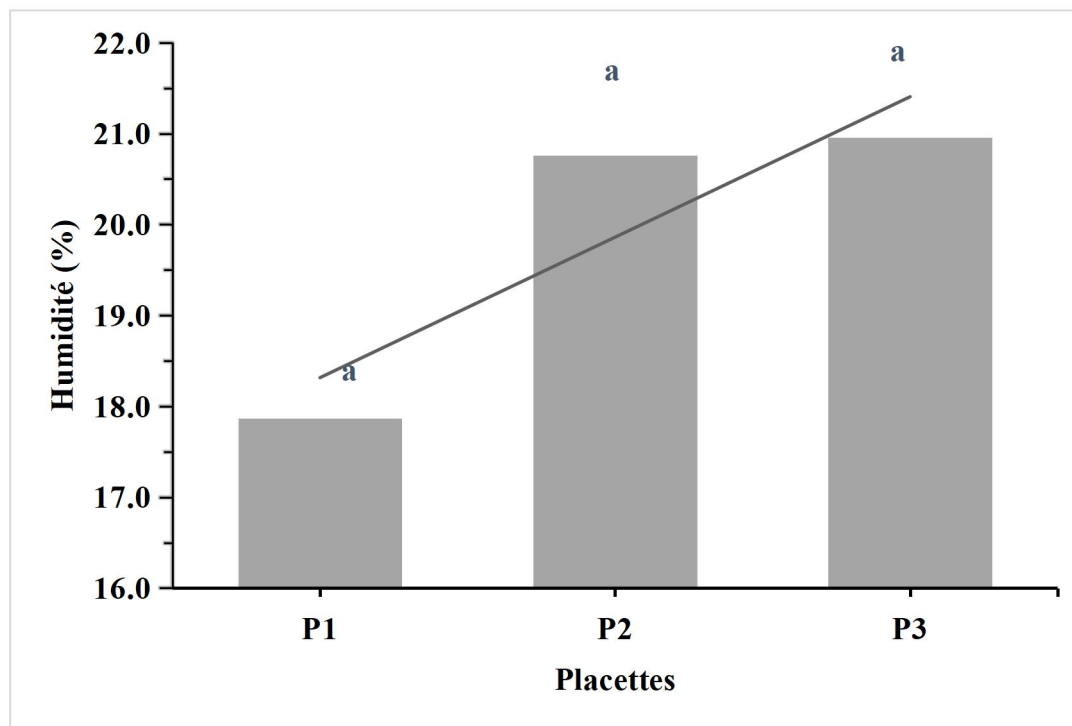
**Figure 9** : Répartition de l'humidité du sol dans les placettes

P1 : Placette où le nombre d'arbre est compris entre 0 et 1. P2 : Placette où le nombre d'arbres est compris entre 2 et 3. P3 : Placette où le nombre d'arbres est > 3. p1, p2, ..., p9 : Points de prise de mesure.



### III.1.2.2. Variation de l'humidité moyenne du sol en fonction des placettes

La variation de l'humidité du sol en fonction des placettes sont respectivement présentées sur la figure 10. On note qu'aucune variabilité significative ( $p > 0,05$ ) des valeurs moyennes de l'humidité du sol n'a été observée dans les placettes. Explicitement, bien qu'aucune différence n'ait été observée statistiquement entre les valeurs moyennes de l'humidité du sol, il faut cependant noter qu'on relève une augmentation progressive des valeurs moyennes en comparant respectivement les placettes P1, P2 et P3. Autrement dit, l'humidité du sol est plus élevée dans les placettes P2 et P3 avec des valeurs moyennes respectives de 20,76 % et 20,96 % par rapport à la placette P1 qui affiche une valeur moyenne de 17,87 %.



**Figure 10** : Variation de l'humidité moyenne du sol en fonction des placettes

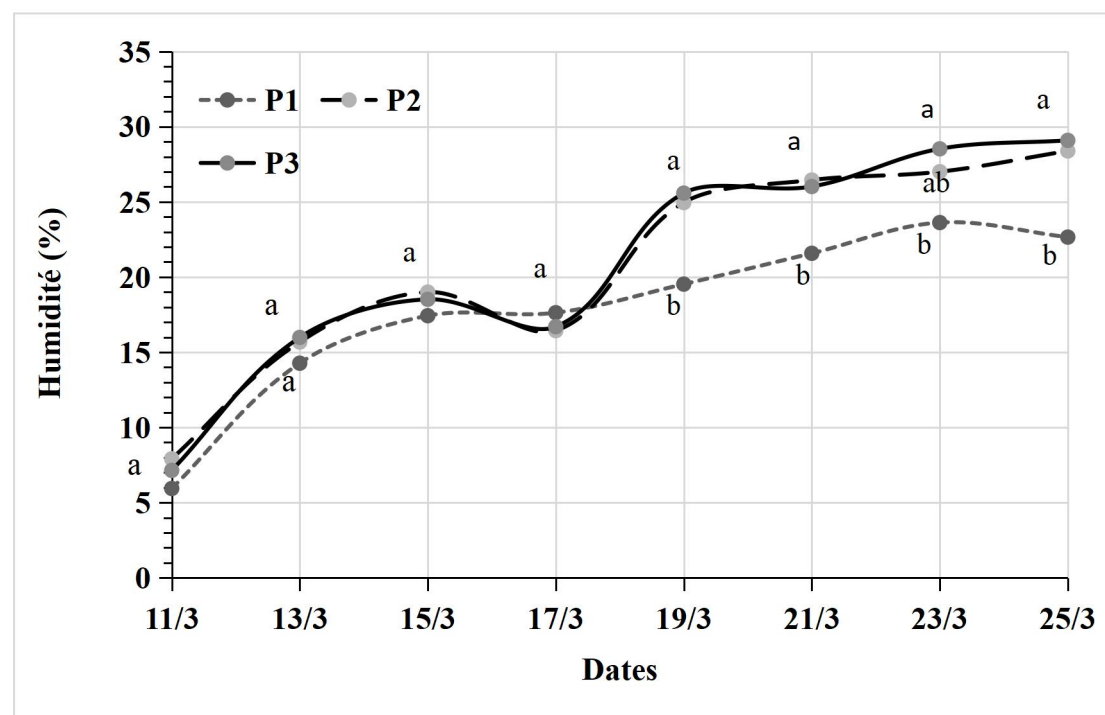
P1 : Placette où le nombre d'arbre est compris entre 0 et 1. P2 : Placette où le nombre d'arbres est compris entre 2 et 3. P3 : Placette où le nombre d'arbres est  $> 3$ . La lettre a montre l'absence de différence significative

### III.1.2.3. Variation temporelle de l'humidité du sol

L'humidité du sol dans les 3 placettes varient pendant toute la durée de prise de mesures (Figure 11). Ainsi, on observe une augmentation progressive du taux d'humidité de 5 à 23 % pendant les 7 premiers jours c'est-à-dire entre le 11/03/2022 et 23/03/2022 à la placette 1 (P1).

Au contraire, une légère baisse de l'humidité de 1 % a été enregistrée dans cette placette du 23/03/2022 au 25/03/2022.

Les résultats ont montré une augmentation progressive au niveau de P2 et P3 du 11/03/2022 au 15/03/2022 et une légère diminution de 1 % entre le 15/03/2022 au 17/03/2022. A partir du 17/03/2022, on observe à nouveau une forte augmentation du taux de l'humidité au niveau des placettes P2 et P3 passant de 18 % à 25 % soit une variation de plus de 10 %. Dans la placette 1 (P1), l'augmentation de l'humidité observée est relativement faible par rapport aux deux autres placettes (Figure 11).



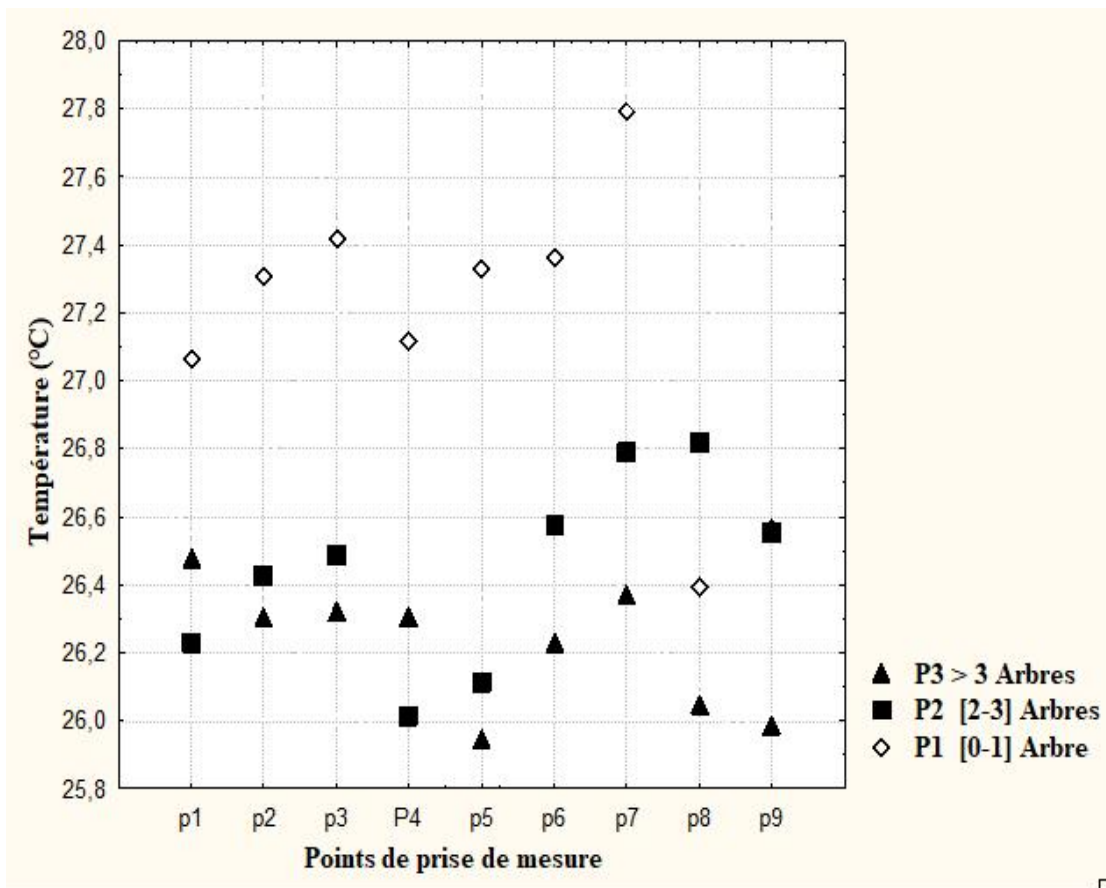
**Figure 11** : Variation de l'humidité du sol en fonction du temps

P1 : Placette où le nombre d'arbre est compris entre 0 et 1. P2 : Placette où le nombre d'arbres est compris entre 2 et 3. P3 : Placette où le nombre d'arbres est > 3. Les lettres a, b, ab montrent la différence significative entre l'humidité.

### III.1.3. Variation spatio-temporelle de la température dans les cacaoyères

#### III.1.3.1. Variation de la température du sol dans les placettes

La température du sol varie au sein d'une placette mais également d'une placette à une autre (Figure 12). Pour la placette 1 (P1), la valeur minimale est de 26,4°C quand le maximum est de 27,8°C. La température moyenne est de 27,15°C. Pour P2 et P3, les valeurs minimales du degré des température sont respectivement de 26°C et 25°C et les valeurs maximales sont de 26,8°C et 26,5°C. La moyenne du taux de température est de 26,44°C pour P2 et 26,2°C pour P3.



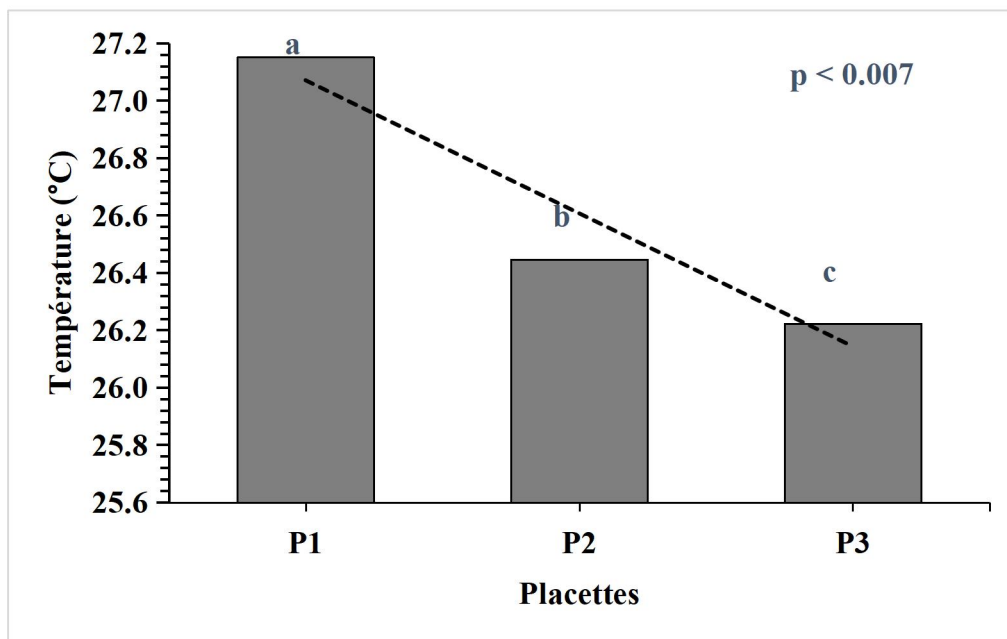
**Figure 12** : Variation de la température dans les placettes

P1 : Placette où le nombre d'arbre est compris entre 0 et 1. P2 : Placette où le nombre d'arbres est compris entre 2 et 3. P3 : Placette où le nombre d'arbres est > 3. p1, p2, ..., p9 : Points de prise de mesure.

### III.1.3.2. Variation de la température moyenne du sol en fonction des placettes

La figure 13 présente la température du sol en fonction des différentes placettes. L'analyse de la variance de la température du sol montre qu'il existe une différence significative entre les différentes placettes durant toute la période de prise mesures.

Les résultats montrent que la température du sol est significativement plus élevée dans la placette 1 avec une valeur moyenne de 27,15 °C par rapport aux placettes P2 et P3 qui affichent des valeurs moyennes respectives de 26,44 °C et 26,2 °C. Toutefois, il existe des différences significatives dans le taux de température dans les différentes placettes.



**Figure 13** : Variation de la température en fonction des placettes dans les cacaoyères

P1 : Placette où le nombre d'arbre est compris entre 0 et 1. P2 : Placette où le nombre d'arbres est compris entre 2 et 3. P3 : Placette où le nombre d'arbres est > 3. Les lettres a, b, c montrent la différence significative entre l'indice foliaire des placettes.

### III.1.3.3. Variation temporelle de la température du sol

La figure 14 présente la variation de la température du sol en fonction de la densité des arbres au cours du temps dans les placettes. L'analyse de la variance de la température du sol a montré qu'il existe une différence significative entre les différentes placettes durant toute la période de mesure.

Les résultats montrent que la température est significativement plus élevée dans la placette 1 (P1) que P2 et P3. En effet, l'augmentation drastique de la température au niveau de P1 a été observée le 15/03/2022 avec des valeurs de plus 2,5 °C par rapport aux P2 et P3. Après cette date, l'on observe une tendance à la baisse de la température. A ce stade, les valeurs de températures apparaissent plus faibles dans les placettes P2 et P3 que celle de P1.

Les différences les plus élevées se rencontrent dans la placette P1 avec un maximum de 28,30°C à la date du 15/03/2022.



**Figure 14 :** Variation temporelle de la température du sol

P1 : Placette où le nombre d'arbre est compris entre 0 et 1. P2 : Placette où le nombre d'arbres est compris entre 2 et 3. P3 : Placette où le nombre d'arbres est > 3. a et b : différences significatifs

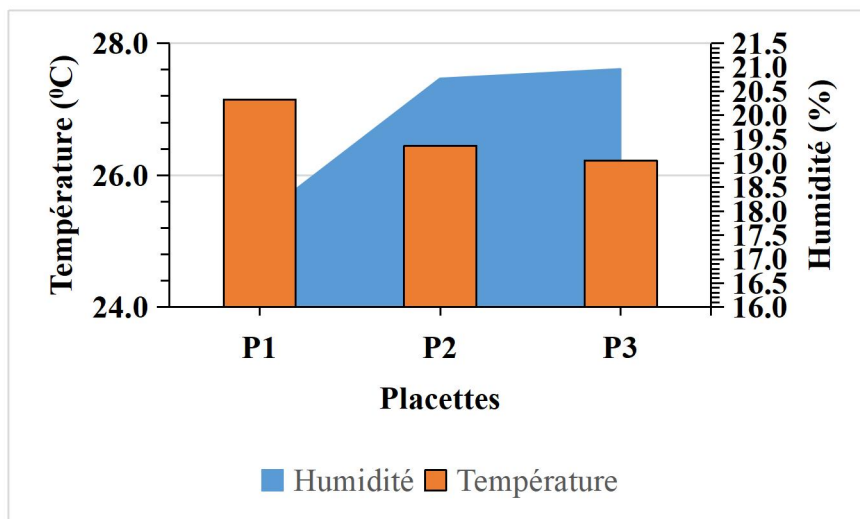
#### III.1.3.4. Evolution de la température et de l'humidité du sol en fonction de la densité d'arbres par placette

Les résultats d'évolution de la température et de l'humidité du sol dans les placettes sont représentés par la figure 15. On constate que ces deux paramètres varient inversement durant toute la période de prise de mesures. En effet, au fur et à mesure que le nombre d'arbres dans les placettes augmente, l'humidité du sol également augmente tandis que la température diminue. Ainsi, on constate que l'humidité du sol dans les placettes contenant au plus un arbre est à 18 % et la température élevée à 27°C.

Dans les placettes contenant 2 à 3 arbres nous remarquons que l'humidité du sol est à 20% et la température quant à elle est à 26°C.

Par contre dans les placettes de plus de 3 arbres nous observons un taux d'humidité qui est égale à 21% tandis que la température est à 26°C.

On observe une humidité élevée au fur et à mesure que la température diminue tout au long de la période de prise de mesure, les mesures d'humidité et de température maximales sont de 21 % et 27°C.

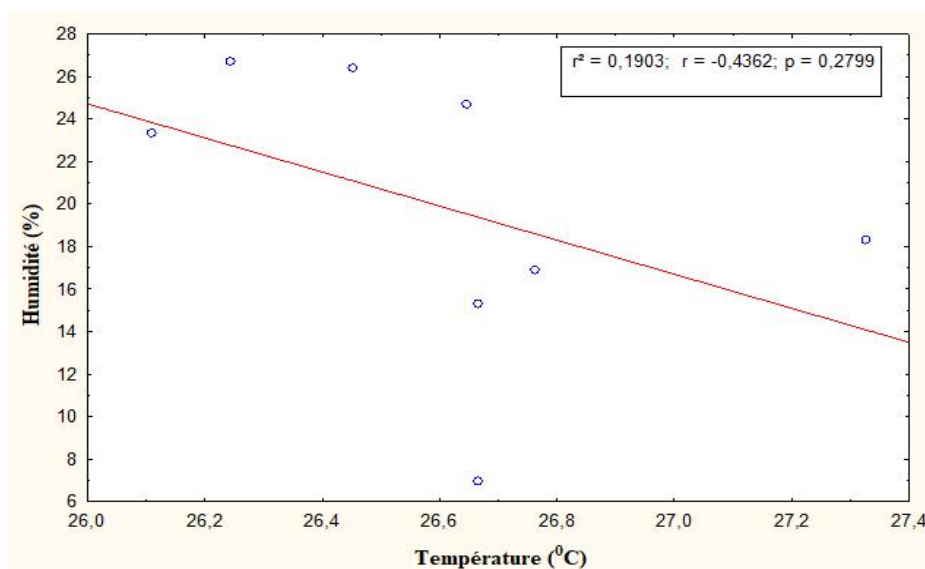


**Figure 15** : Evolution de la température et de l'humidité en fonction de la densité d'arbres par placette P1 : Placette où le nombre d'arbre est compris entre 0 et 1. P2 : Placette où le nombre d'arbres est compris entre 2 et 3. P3 : Placette où le nombre d'arbres est > 3

### III.1.4. Relation de l'indice de végétation, l'humidité et la température du sol

#### III.1.4.1. Relation entre l'humidité et la température du sol

La relation entre l'humidité du sol et la température du sol est présentée sur la figure 16. On note aucune variabilité significative ( $p > 0,05$ ) des valeurs moyennes de l'humidité et de la température du sol. Bien qu'on observe aucune différence statistique entre ces deux variables, il faut cependant noter que la droite de régression ( $r < 0,5$ ) est comprise entre -1 et 1 ce qui montre qu'il n'existe pas de corrélation entre les variables. Autrement dit les deux variables n'évoluent pas dans le même sens, c'est-à-dire que lorsque l'humidité augmente, la température diminue.



**Figure 16** : Relation entre l'humidité et la température

### III.1.4.2. Relation entre l'humidité du sol et l'indice de couvert végétal

La relation entre l'humidité du sol et l'indice de couvert végétal est présentée sur la figure 17. On note aucune variabilité significative ( $p > 0,05$ ) des valeurs moyennes de l'humidité du sol et de l'indice de couvert végétal. Bien qu'on observe aucune différence statistique entre ces deux variables, il faut cependant noter que la droite de régression ( $r > 0,5$ ) est comprise entre -1 et 1 ce qui montre qu'il existe une corrélation entre les variables. Autrement dit les deux variables évoluent dans le même sens, c'est-à-dire que lorsque le couvert végétal augmente l'humidité du sol augmente également.

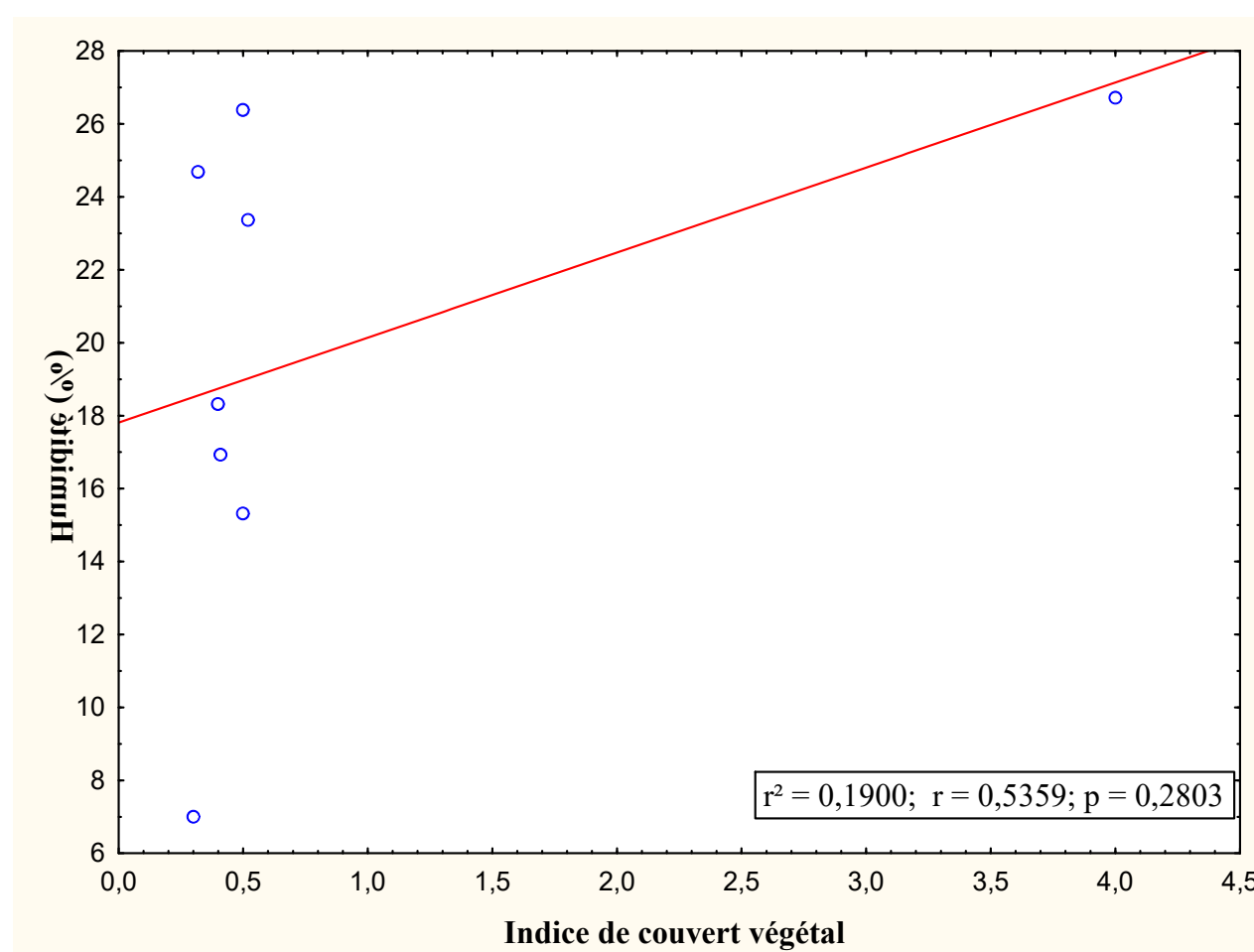
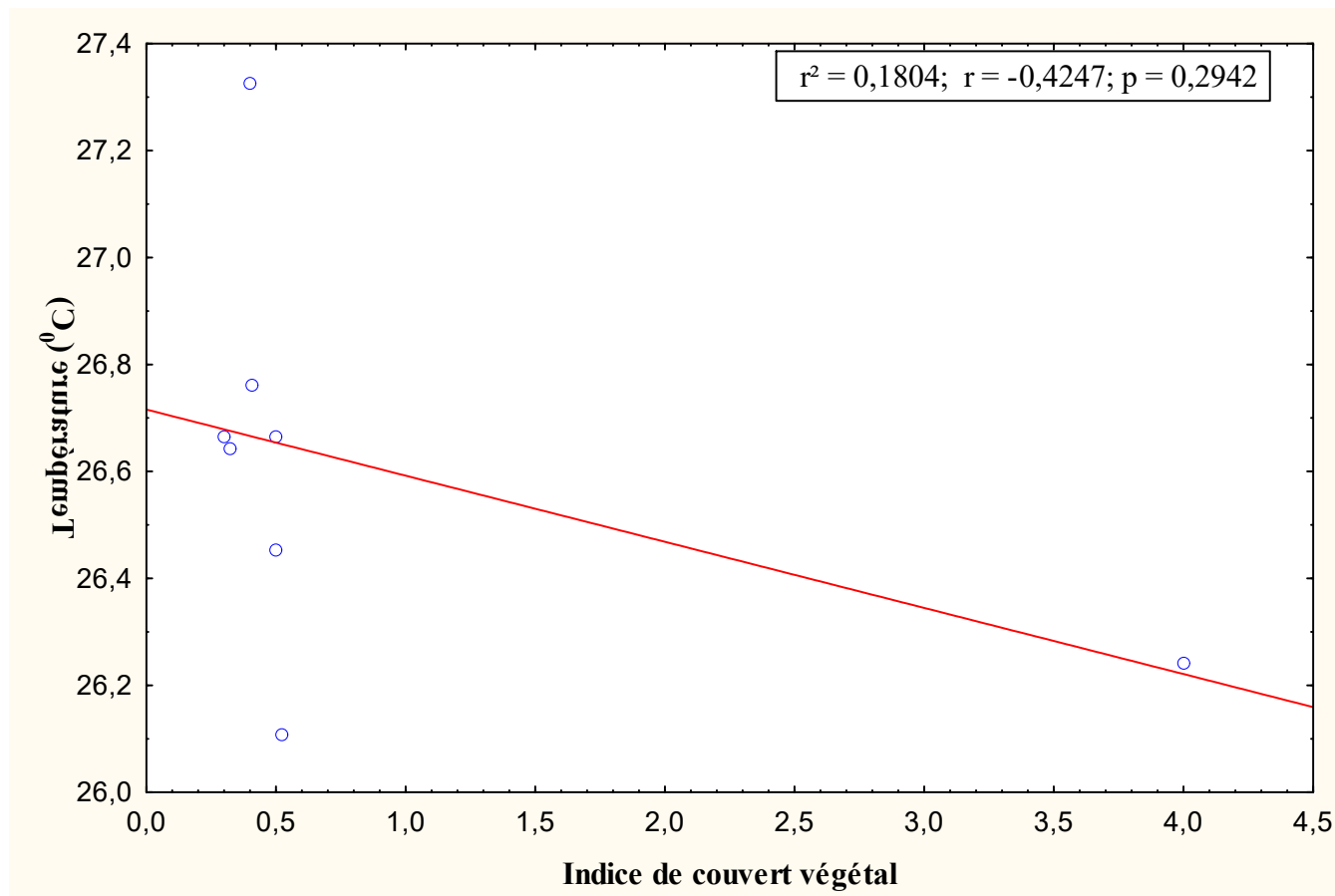


Figure 17 : Relation entre l'humidité et l'indice de couvert végétal végétation

### III.1.4.3. Relation entre la température du sol l'indice de couvert végétal

La relation entre la température du sol l'indice de couvert végétal est présentée sur la figure 18. On note aucune variabilité significative ( $p > 0,05$ ) des valeurs moyennes de l'humidité et

de la température du sol. Bien qu'on observe aucune différence statistique entre ces deux variables, il faut cependant noter que la droite de régression ( $r < 0,5$ ) est comprise entre -1 et 1 ce qui montre qu'il n'existe pas de corrélation entre les variables. Autrement dit les deux variables n'évoluent pas dans le même sens, c'est-à-dire que lorsque couvert végétal diminue la température augmente.



**Figure 18** : Relation entre la température et l'indice de couvert végétal

## III.2. Discussion

### III.2.1. Variabilité spatio-temporelle de l'humidité du sol dans les cacaoyères

Les résultats de la variabilité spatio-temporelle de l'humidité du sol dans les placettes cacaoyères ont montré l'influence du nombre d'arbres sur l'humidité du sol lors des différentes prises de mesures. En effet, l'humidité augmente avec le nombre d'arbre dans les placettes. Les forts taux d'humidité du sol sont observés dans les cacaoyères avec le nombre élevé d'arbres dans la placette.

L'augmentation du taux d'humidité du sol peut s'expliquer par l'effet de l'arbre qui par son ombrage, protège le sol des rayons du soleil. Plusieurs auteurs ont rapporté l'effet



bénéfique de l'ombrage pour les cultures (Blaser *et al.*, 2017 ; Tschora & Cherubini, 2020). Ces auteurs ont surtout montré qu'il existe des services écosystémiques bénéfiques à la culture en termes de microclimat. Cette particularité joue un rôle de régulateur des conditions environnemental. Par ailleurs, l'amélioration du statut hydrique avec la présence des arbres serait le fait de la matière organique abondante au sol qui consiste à recouvrir le sol d'une couche de matières organiques (paille, feuilles d'arbres, tonte de pelouse, déchets verts etc.) afin de conserver l'eau dans le sol (Sauvadet *et al.*, 2020).

### **III.2.2. Variabilité spatio-temporelle de la température dans les placettes cacaoyères**

Le réchauffement significatif du sol dans les différentes placettes cacaoyères étudiées pourrait s'expliquer par le nombre relatif réduit d'arbres dans les plantations cacaoyères. En effet, l'augmentation rapide des températures dans les parcelles avec moins d'arbres peut être attribuée au faible taux de couverture. Toutefois, ce taux de couverture n'exclue pas des changements dans les répartitions entre les jours secs et jours pluvieux, notamment les longues séquences sèches (Raymond *et al.*, 2019). Ces changements drastiques des conditions d'évapotranspiration potentielle associés au réchauffement des températures rends des sols plus secs, aggravant ainsi le risque de sécheresses végétales et agricoles. En effet, une conséquence directe de l'augmentation des températures est l'accélération du cycle hydrologique (Sick *et al.*, 2021). Un fort réchauffement comme celui observé dans les placettes avec un taux d'arbres faiblement élevé induit une augmentation très importante de l'énergie et du contenu en eau de l'atmosphère (Pascolini *et al.*, 2021), ce qui a pour conséquence une accélération de l'évapotranspiration. Les mêmes auteurs soulignent que la demande évaporatoire de l'atmosphère étant de plus en plus forte, assèche les sols, aggravant le risque de sécheresses agricole et hydrologique. Spatialement, c'est surtout les placettes avec un faible taux d'arbres qui sont les plus fortement touchées par l'élévation des températures et ses effets induits sur l'évapotranspiration et l'humidité des sols. Nos travaux ont permis de montrer que le réchauffement généralisé des températures s'exprime certes par un assèchement moyen des sols mais également par des épisodes de sols très secs à extrêmement secs de plus en plus marqués. De plus, nos résultats ont montré l'importance du couvert dans la régulation des conditions atmosphériques. Bogie *et al.* (2018), dans leurs travaux au sahel, ont trouvé que l'association des arbustes réduit la température du sol dans la rhizosphère du mil. Pour ces auteurs, la litière venant des arbustes combinés à son ombrage constitue un facteur de refroidissement du sol.

### **III.2.3. Relation entre l'indice de végétation, l'humidité et la température**

L'estimation du couvert végétal a permis de déterminer les différentes placettes. Ce paramètre a permis de suivre l'humidité et la température du sol et d'expliquer les variations de l'humidité et de la température dudit sol. Il semble exister une bonne corrélation entre les différents paramètres. En effet nos résultats montrent que lorsqu'une des deux variables entre l'humidité du sol et le couvert végétal augmente, l'autre augmente aussi ; par contre lorsque l'humidité augmente, la température quant à elle diminue, aussi lorsque nous avons un faible taux de couvert végétal la température du sol augmente. Ces résultats ont été démontrés par Bogie *et al.* (2018) qui ont expliqué la baisse de température et l'augmentation de l'humidité du sol par une augmentation de l'indice de surface foliaire. En d'autres termes, ces paramètres varient en fonction de la croissance des cultures.

**CONCLUSION, RECOMMANDATION  
ET PERSPECTIVES**

La présente étude a permis de déterminer la relation qui existe entre le couvert végétal et les caractéristiques physiques du sol dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyers. Les prises de mesure réalisées au cours de cette étude ont permis de mettre en place 3 types de systèmes en fonction de la densité des arbres dans les placettes de 625 m<sup>2</sup>, ce sont les placettes contenant 0 à 1 [0-1] arbre, celle de 2 à 3 [2 - 3] arbres et plus de 3 arbres.

Les résultats des prises de photos ont permis de montrer que l'indice de couvert végétale dans l'exploitation de cacao avec plus de 3 arbres est celui qui est le plus élevés. Aussi les placettes avec 2 à 3 arbres et ceux avec plus de 3 arbres affichent des taux d'humidité élevées et des températures plus basses, Le taux d'humidité et de la température des sols dans les agrosystèmes cacaoyères sont fonction du nombre d'arbres dans les placettes cacaoyères.

Pour une amélioration durable des plantations de cacao nous recommandons aux paysans d'introduire plus de 3 arbres sur une superficie de 625 m<sup>2</sup> soit plus de 48 arbres dans une cacaoyères de 1 ha.

En perspective, il serait important d'élargir le nombre d'exploitations cacaoyères et de suivre plusieurs paramètres physico-chimiques dans les différents systèmes agroforestiers. Aussi, une étude comparative entre les deux grandes saisons c'est-à-dire la saison sèche et la saison pluvieuse pourrait permettre de mieux appréhender l'effet des arbres associés aux rendements des exploitations.

# REFERENCES

- Adou Yao C.Y., Bakayoko A., N'Da D.H., Kouassi K.E., N'Guessan K.E. & Aké A.L. (2011). Distribution, Régénération and Conservation Status of *Nuxia Congesta* R. Br. Ex Fresen. (Buddlejaceae) in Côte d'Ivoire. *American Journal of Scientific and Industrial Research*, 2(5) : 774-785.
- Adou Yao C.Y., Kouassi B.K., Vroh B.T.A. & Djakalia O. (2016). Pratiques culturelles, valeurs d'usage et perception des paysans des espèces compagnes du cacaoyer dans des agroforêts traditionnelles au Centre de la Côte d'Ivoire. *Revue d'ethnoécologie*, 9 : 19.
- Agroforestry Systems. (1982). Editorial-What is Agroforestry? *Agroforestry Systems*, 1 : 7-12.
- Ahoua T.E., Loba A.D.F., Dakoun G.D.F., & Aloko-N'guessan J. (2015). La ville d'Abengourou et sa campagne : des relations ville-campagne croisées. *European Scientific Journal of research*, 11(14) : 7857-7881.
- Aka N., Bamba S. B, Soro G. & Soro N. (2013). Étude hydrochimique et microbiologique des nappes d'altérites sous climat tropical humide : Cas du département d'Abengourou (sud-est de la Côte d'Ivoire). *Larhyss Journal*, 16 : 31-52.
- Assiri A.A., Konan A., N'guessan K.F., Kébé B.I., Kassin K.E., Couloud J.Y., Yapo A.R., Yoro G.R. & Kouamé A.Y. (2015). Comparaison de deux techniques de replantation cacaoyère sur antécédents ulturaux non-forestiers en Côte d'Ivoire. *African Crop Science Journal*, 23(4) : 365-378.
- Ater M. & Hmimsa Y. (2005). L'Agrobiodiversité dans les agrosystèmes traditionnels du bassin versant de Oued Laou (Maroc). In *Proceedings of the MEDCORE International Conference Florence*, 10-15 Novembre 2005, Tetouan, Maroc, pp 10-14.
- Balaguru B., Britto S.J., Nagamurugan N., Natarajan D. & Soosairaj S. (2006). Identifying conservation priority zones for effective management of tropical forests in Eastern Ghats of India. *Biodiversity and Conservation*, 15 : 1529 -1543.
- Bayala R., Ibrahima D., Nathaniel A.B., Matthew B.H.B., Yacine N.B., Teamrat A.G. & Richard P.D. (2022). Intercropping with *Guiera Senegalensis* in a Semi-arid Area to Mitigate Early-season Abiotic Stress in *A. Hypogea* and *P. Glaucum*. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 208(2) : 158-167.
- Blaser W.J., Oppong J., Yeboah E. & Six J. (2017). Shade trees have limited benefits for soil fertility in cocoa agroforests. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 243 : 83-91.

- BNETD (2015). Gestion durable des ressources forestières. Rapport pour les Etats généraux de la forêt, de la faune et des ressources en eau de Côte d'Ivoire, 89 p.
- Bogie N.A., Bayala R., Diedhiou I., Dick R.P. & Ghezzehei T.A. (2019). Intercropping with Two Native Woody Shrubs Improves Water Status and Development of Interplanted Groundnut and Pearl Millet in the Sahel. *Plant and Soil*, 435(1) : 143-159.
- Bogie N.A., Bayala R., Diedhiou I., Dick R.P. & Ghezzehei T.A. (2018). Alteration of Soil Physical Properties and Processes after Ten Years of Intercropping with Native Shrubs in the Sahel. *Soil and Tillage Research*, 182 : 153-163.
- Braudeau J. (1969). Le Cacaoyer, GP Maisonneuve & Larose Paris (France), 1304 p.
- Chauvel L. (2012). Les raisons de la peur : Les classes moyennes sont-elles protégées de la Crise ? *Les Notes OFCE*, 2012, pp 1-16.
- Clark L.E. & Sunderland C.H.T. (2004). The key non-timber forest products of entral Africa : State of the knowledge. *Office of Sustainable Development*, 99 : 100-105.
- Clough Y., Jan B., Jana J., Michael K., Thomas C.W., Alam A., Damayanti B., Daniele C., Kevin D. & Dadang D.P. (2011). Combining High Biodiversity with High Yields in Tropical Agroforests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(20) : 8311-8316.
- Conway G.R. (1987). The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*, 24(2) : 95-117.
- Dillinger T.L., Patricia B., Sylvia E., Martha J., Diana S.L. & Louis E.G. (2000). Food of the gods : Cure for humanity ? A cultural history of the medicinal and ritual use of Chocolate. *The Journal of Nutrition*, 130(8) : 2057-2072.
- Doumbia S., Bamba V., Aman S.A., Zaghai H.S. & Tra B.T. (1990). Points de la recherche et du développement de l'agriculture en couloir en Côte d'Ivoire. Communication présentée à la deuxième assemblée générale annuelle des Membres du Réseau de Recherche sur Agriculture en couloir pour l'Afrique tropicale. Ibadan, Nigéria,
- Facelli, J. M., & Pickett, S. T. (1991). Plant litter : light interception and effects on an old-field plant community. *Ecology*, 72(3) : 1024-1031.
- Forest resources assement (2010). Rapport national Bénin, 54 p.
- Gascon C., Vasconcelos H.L. & Izac A.M.N. (2004). Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes. Island Press. Washington (US), 535 p.
- Gohourou F. (2020). Populations locales et stratégies de développement de l'économie agricole à Bonon (Centre-Ouest Ivoirien). *RIGES, Revue Ivoirienne de Géographie Des Savanes*, 9 : 98-113.

- Guillaumet J.L. & Adjanohoun E. (1971). La végétation de La Côte d'Ivoire. In J.M. Avenard, M. Eldin *et al.* (Eds.), *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*, Paris : Mémoire ORSTOM, 50 : 166-262.
- Harmand J., Zobi I.C. & Coulibaly B. (2015). Etats généraux de la forêt, de la faune et des ressources en eau. Rapport Technique. Abidjan (Côte d'Ivoire) : Ministère des Eaux et Forêt, 87 p.
- Hebbar P., Bittenbender H. B. & O'Doherty D. (2011). Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Cacao (*Theobroma Cacao*). *Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry*, 19 p.
- Hokett S.L., Chapman J. B. & Russell C.E. (1992). Potential use of time domain reflectometry for measuring water content in rock, *Journal of hydrology*, 138(1-2) : 89-96.
- HILLEL, D. - Soil physics and soil physical characteristics. *Introduction to Environmental Soil Physics*, Elsevier, Academic Press, 3-172.
- Jirků, V., Kodešová, R., Nikodem, A., Mühlhanslová, M., & Žigová, A. (2013). Temporal variability of structure and hydraulic properties of topsoil of three soil types. *Geoderma*, 204 : 43-58.
- Jose S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems*, 76 : 1-10.
- Kassi N.J., Aké-Assi E. & Tiébré M.S. (2010). Biodiversité végétale et vitesse de la régénération de la forêt classée de Sanaïmbo. *Sciences et Natures*, 7(2) : 195-206.
- Koné M. (2015). Évolution du couvert forestier dense et impact de la déforestation sur la migration de la boucle du cacao en Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat de l'Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 185 p.
- Kouakou A.C.A., Coulibaly B., Kaba D., Anoh K.P. & Courtin F. (2018). Dynamique de peuplement et modification paysagère dans le Parc National de la Marahoué (Côte d'Ivoire). *Tropicultura*, 36(2) : 206-216.
- Kouamé N.F., Bongers F., Poorter L. & Traoré D. (2004). Climbers and logging in the forêt classée du Haut-Sassandra, Côte-d'Ivoire. *Forest Ecology and Management*, 194 : 259-268.
- Kouamé S.A.K. (2008). Mise en place et entretien des productions végétales et/ ou animales : Cas du cacao. Mémoire d'ingénieur. Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, Yamoussoukro (Côte d'Ivoire), 65 p.



- Koulibaly A. (2008). Caractéristiques de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques forêts-savanes, des régions de la réserve de lamto et du parc national de la Comoé, en Côte d'Ivoire. Doctorat de Thèse Unique, UFR : Biosciences, Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), 216 p.
- Kpangui K.B., Kouamé D., Gone B.Z.B., Vroh B.T.A, Koffi B.J.C. & Adou Y.C.Y. (2015). Typology of cocoa-based agroforestry systems in a forest-savannah transition Zone: Case study of Kokumbo (Centre, Côte d'Ivoire). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 6(3) : 36-47.
- Krouba G.I.D., Ouattara A.A., Kouakou A.C.A., Adopo A.R.I., Fauret P., Coulibaly B., Kaba D., Koffi Y. J. J., Kaudjhis P.J. & Courtin F. (2018). Dynamiques de peuplement et modifications paysagères dans la zone rurale Sud de la ville de Bonon entre 2000 et 2015 (Région de la Marahoué, Côte d'Ivoire). *Tropicultura*, 36(2) : 206-216.
- Lanaud C., Hamon P. & Duperray C. (1992). Estimation of Nuclear DNA Content of *Theobroma Cacao L.* by Flow Cytometry. *Cafe Cacao The (France)*, 31(11) : 3-9.
- Lepinay C. (2013). Etude des interactions plantes-microbes et microbes-microbes au sein de la Rhizosphère, sous un aspect coûts-bénéfices, dans un contexte de variation environnementale. Thèse de Doctorat en Ecologie Microbienne, Université de Bourgogne (France), 257 p.
- MACI (2008). Etude sur le revenu et les investissements des producteurs de café et de cacao en Côte d'Ivoire. Rapport final, 118 p.
- Monteith J.L., Ong C.K. & Corlett J.E. (1991). Microclimatic Interactions in Agroforestry Systems. *Forest Ecology and Management*, 45(1-4) : 31-44.
- Motamayor J.C., Risterucci A.M., Procopio A.L., Ortiz C. F., Moreno A. & Lanaud C. (2002). Cacao domestication I : The origin of the cacao cultivated by the mayas. *Heredity*, 89(5) : 380-386.
- N'Da D.H, Adou Y.C.Y., N'guessan K.E., Moussa K.M. & Sangne Y.S. (2008). Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué, Centre-Ouest de Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 4 : 552-579.
- N'Gnessan B.V., Saley M.B., Yeï M.O., Yapi A.F., Kouadio B.H., Biemi J. & Kouadio A. (2017). "Caractérisation de la sécheresse hydrologique dans la Région de la Marahoué (Centre-Ouest de La Côte d'Ivoire)." *International Journal of Engineering Science*, 10 (10) : 1-11.

- N'Guessan K.E., N'da D.H., Bellan, M.F. & Blasco F. (2006). Pression anthropique sur une réserve forestière en Côte d'Ivoire : Apport de la télédétection. *Télédétection*, 5(4) : 307-323.
- Nair R.P.K. (1993). An Introduction to agroforestry. Kluwer academic publishers, Dordrecht (The Netherlands), 499 p.
- Nair P.K.R., Kumar B.M. & Nair V.D. (2009). Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition Soil Science*, 172 : 10-23.
- Nair P.K.R. (2012). Carbon Sequestration Studies in Agroforestry Systems: A Reality-Check. *Agroforestry Systems*, 86(2) : 243-253.
- Pascolini-C.M., Reager J.T., Chandanpurkar H.A., Rodell M. (2021). A 10 per cent increase in global land evapotranspiration from 2003 to 2019. *Nature*, 593 : 543-547.
- Raymond F., Ullmann A., Tramblay Y., Drobinsky P. & Camberlin P. (2019). Evolution of Mediterranean extreme dry spells 2 during the wet season under climate change. *Regional Environmental Change*, 19 : 2339-2351.
- Rhoades, C.C. (1996). Single-tree influences on soil properties in agroforestry : lessons from natural forest and savanna ecosystems. *Agroforestry Systems*, 35 : 71-94.
- Rice R.A. & Russell G. (2000). Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 29(3) : 167-73.
- Sanial E. (2015). À la recherche de l'ombre : Analyse du retour des arbres associés dans les plantations de cacao Ivoiriennes. *Université Jean Moulin Lyon 3 (France)*, 343 p.
- Sauvadet M., Saj S., Freschet G.T., Essobo J.D., Enock S., Becquer T., Tixier P. & Harmand J.M. (2020). "Cocoa agroforest multifunctionality and soil fertility explained by shade tree litter traits". *Journal of Applied Ecology*, 57 : 476-487.
- Sick L., Ullmann A., & Roucou P. (2021). La rupture climatique de 1987 en France : quels effets sur l'humidité des sols ? *Climatologie*, 18 : 5.
- Somarriba E., Rolando C., Luis O., Miguel C.S., Héctor D., Tania E., Henry M., Guadalupe Á., Estefany A. & Verónica P. (2013). Carbon Stocks and Cocoa Yields in Agroforestry Systems of Central America. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 173 : 46-57.
- Sonwa D.J., Bernard A., Nkongmeneck A., Weise F., Tchatat M., Akin A.A., & Janssens M.J.J. (2007). Diversity of plants in cocoa agroforests in the humid forest zone of Southern Cameroon. *Biodivers. Conserv*, 16 : 2385-2400.
- Tano A.M. (2012). Crise cacaoyère et stratégies des producteurs de La Sous-préfecture de Méadji au Sud-Ouest Ivoirien. Doctorat de Thèse Unique, UFR Dynamique Rurales,

Université de Toulouse 2 (France), 262 p.

- Tschora, H. & Cherubini F. (2020). Co-benefits and trade-offs of agroforestry for climate change mitigation and other sustainability goals in West Africa. *Global Ecology and Conservation*, 22 : 919.
- Vroh B.T.A. & Adou Yao C.Y. (2017). Trees species diversity in perennial crops around Yapo Protected Forest, Cte D'Ivoire. *Journal of Horticulture and Forestry*, 9(11) : 98-108.
- Vroh B.T.A., Zoro B.G.B. & Adou Yao C.Y. (2019). "Système agroforestier à cacaoyers en Côte d'Ivoire: Connaissances existantes et besoins de recherche pour Une production durable. *Revue Marocaine Des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 7(1) : 99-109.
- Wafia A. & Chouder W. (2019). "Activités Enzymatiques des bactéries de la partie rhizosphérique de deux plantes médicinales (*Teucrium Polium* et *Origanum Vulgare*)."
- Wessel M. & Quist W.P.F. (2015). Cocoa production in West Africa, a review and analysis of recent developments. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 74(1) : 1-7.
- Yapi Z.S.C. (2014). Problematique de l'équipement dans la Sous-Préfecture de Bonon. *European Scientific Journal*, 10(5) : 1-15.

**RESUME :**

Dans le contexte actuel de la dégradation progressive du couvert végétal, la baisse des éléments nutritifs naturels des sols est très importante dans les agrosystèmes où l'on rencontre la perte de certains éléments utiles pour les cultures. Cette situation pose un problème de durabilité de la productivité des sols naturellement pauvres et surtout de la qualité des produits agricoles. Pour pallier ce problème, les scientifiques encouragent la pratique de l'agroforesterie pour améliorer de façon durable la productivité du cacao et freiner la déforestation. Cette étude qui a eu lieu dans la Sous-préfecture de Bonon, en Côte d'Ivoire avait pour objectif de déterminer la relation qui existe entre le couvert végétal et les caractéristiques physiques du sol. Spécifiquement, il a été question de mesurer l'humidité, la température du sol et l'indice du couvert végétal dans trois systèmes agroforestiers à base de cacaoyers. Les résultats ont révélé une variation des paramètres d'humidité et de température dans les différentes parcelles en fonction du nombre d'arbres. Ainsi, plus le nombre d'arbres est important, on constate que l'humidité du sol augmente contrairement à la température. Par conséquent, les systèmes agroforestiers sont donc à recommander dans les cacaoyères.

**Mots clés :** Couvert végétal, agrosystèmes, physique du sol, cacaoyères, Côte d'Ivoire.

**ABSTRACT**

In the current context of the progressive degradation of the vegetation cover, the decrease of the natural nutrients of the soils is very important in the agrosystems where we meet the loss of some useful elements for the crops. This situation poses a problem of sustainability of the productivity of naturally poor soils and especially of the quality of agricultural products. To alleviate this problem, scientists encourage the practice of agroforestry to improve the productivity of cocoa in a sustainable way and to slow down deforestation. This study, which took place in the sub-prefecture of Bonon in Côte d'Ivoire, aimed to determine the relationship between vegetation cover and the physical characteristics of the soil. Specifically, the study measured soil moisture, soil temperature and canopy index in three cocoa-based agroforestry systems. The results revealed a variation in moisture and temperature parameters in the different plots according to the number of trees. Thus, the greater the number of trees, the greater the soil moisture and the greater the temperature. Therefore, agroforestry systems are recommended in cocoa farms.

**Key words:** Plant cover, agrosystems, soil physics, cocoa farms, Ivory Coast.

▼

Deleted[HP]: