

# REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITÉ  
JEAN LOROUGNON GUEDE



## MÉMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN BIORESSOURCES-AGRONOMIE**

**Option : Amélioration des Ressources Agricoles**

Par

**Ouattara Sonlena Aimé**

**Thème :**

**CARACTERISATION DES PROPRIETES PHYSIQUES DU  
SOL DE LA PARCELLE EXPERIMENTALE D'UN  
SYSTEME AGROFORESTIER DE L'UNIVERSITE JEAN  
LOROUGNON GUEDE (CÔTE D'IVOIRE)**

Soutenu le : 23/09/2022

## JURY

M. Soro Senan	Maître de Conférences	Université Jean Lorougnon Guédé,	<b>Président</b>
M. BARIMA Yao Sadaiou Sabas	Professeur Titulaire	Université Jean Lorougnon Guédé,	<b>Directeur Scientifique</b>
M. N'GANZOUA Kouamé René	Maître-Assistant	Université Jean Lorougnon Guédé,	<b>Encadreur</b>
M. GUEI Arnauth Martinez	Maître de Conférences	Université Jean Lorougnon Guédé,	<b>Examineur</b>

Année Académique

2021 -2022

Numéro d'ordre

053-2022

# Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

- mon papa, Ouattara Zié qui met tout en œuvre pour ma réussite
- ma mère Coulibaly N'gagnôh, qui à travers ses conseils et ses prières me donne la force de lutter dans ce monde et aller de l'avant ;
- Toute la famille Ouattara.

## **Avant-propos**

L'agroforesterie est un mode d'exploitation des terres agricoles associant des arbres et des cultures ou de l'élevage afin d'obtenir des produits ou services utiles à l'homme. L'association (simultanée ou séquentielle) arbres et agriculture présente des avantages considérables, notamment dans le domaine de la protection des sols. Une meilleure connaissance des caractéristiques du sol doit conduire à optimiser les interventions réalisées lors de divers opérations culturales.

C'est ainsi que ce présent mémoire a eu pour but d'étudier les caractérisations des propriétés physiques du sol de la parcelle expérimentale d'un système agroforestier de l'université Jean Lorougnon Guédé de Daloa (côte d'ivoire).

# Remerciements

Nous ne saurons soumettre ce mémoire à l'appréciation du jury sans manifester toute notre reconnaissance à l'endroit de certaines personnes sans lesquelles le travail n'aurait pu être effectif. Ainsi, nous tenons à remercier très sincèrement :

Le Professeur TIDOU Abiba Sanogo, Epouse KONE, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé pour les efforts qu'elle fait quotidiennement en vue de la bonne marche de l'institution ;

Le Professeur KONE Tidiani, Professeur Titulaire, 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 niveau académique ;

Le Professeur AKAFFOU Doffou Sélastique, Professeur Titulaire Vice-président chargé de la Planification et des Relations Extérieures de l'Université Jean Lorougnon Guédé pour son implication au bien-être des étudiants ;

Le Docteur TONESSIA Dolou Charlotte, Maître de Conférences, Directrice de l'UFR Agroforesterie, pour sa disponibilité et ses sages conseils dont nous avons bénéficié durant toutes ces années ;

Le Professeur BARIMA Yao Sadaïou Sabas, pour m'avoir accepté au sein du Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Ecologie du Paysage et de l'Environnement et d'avoir accepté également la tutelle scientifique de ce travail ;

Le Docteur SORO Senan, pour sa disponibilité, ses sages conseils, des corrections, des remarques, des orientations, des encouragements et sa collaboration étroite,

Le Docteur GUEI Arnauth Martinez, Maître de conférences, pour l'intérêt qu'il a apporté à ce travail en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leurs propositions.

Le Docteur SOUMAHIN Eric Francis, Maître-Assistant, Responsable du parcours Bioressources et Agronomie pour son dynamisme à la tête du parcours et ses sages conseils ;

Le Docteur N'GANZOUA Kouamé René, Maître-Assistant, Merci pour son encadrement, sa disponibilité, ses conseils et son soutien de toute nature à mon égard et pour le fait qu'il n'a jamais cessé de me prendre comme son fils;

Le Docteurs BAYALA Roger trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour sa contribution à la réalisation de ce travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à l'ensemble des enseignants et du personnel de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa qui ont contribué à notre formation.

Nous remercions tous ceux qui de près ou de loin ont contribué de diverses manières à la réalisation de ce travail et qui n'ont pu être cités ici ; nous leur présentons toute notre reconnaissance

# Table des matières

	<b>Pages</b>
Dédicaces .....	i
Remerciements .....	ii
Liste des sigles et abréviations .....	vii
Liste des tableaux .....	viii
Liste des figures .....	ix
INTRODUCTION.....	x
<b>PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS</b>	
I.1. Notion de sol.....	3
I.2. Processus de formation des sols tropicaux.....	3
I.3. Constituants du sol.....	3
I.4. Horizons des sols .....	4
I.5. Notions de densité apparente et de porosité du sol .....	5
I.6. Notion d'évaporation d'eau du sol.....	6
I.7. Notion de réserve utile .....	7
<b>DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIEL ET MÉTHODES</b>	
II.1. Présentation du cadre d'étude.....	8
II.1.1. Situation géographique .....	8
II.1.2. Description de la parcelle expérimentale.....	8
II.1.3. Climat .....	9
II.1.4. Sol.....	9
II.1.5. Végétation.....	9
II.1.6. Hydrographie .....	10
II.1.7. Géomorphologie .....	10
II.1.8. Aspects socio-économiques.....	10
II.2. Matériel.....	10
II.2.1. Matériel édaphique .....	10
II.2.2. Matériel de terrain .....	10
II.3. Méthodes .....	11
II.3.1. Géolocalisation et emplacement des fosses.....	11
II.3.2. Collecte des données physiques du sol.....	11

II.3.2.2. Détermination de la granulométrie .....	12
II.3.2.3. Détermination de la densité apparente.....	13
II.3.2.4. Estimation de la porosité .....	13
II.3.2.5. Estimation de la réserve utile.....	13
II.3.2.6. Mesure de l'évaporation du sol .....	14
<b>TROISIÈME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION</b>	
III.1. Résultats .....	16
III.1.1. Description des profils pédologique.....	16
III.1.2. Composition granulométrique du sol en fonction des horizons.....	19
III.1.3. Variation de la densité apparente et de la porosité du sol en fonction des horizons....	20
III.1.4. Variation de la réserve utile à différents niveaux de la toposéquence .....	21
III.1.5. Evaporation journalière du sol en fonction de l'occupation .....	22
III.2. Discussion .....	23
III.2.1. Caractéristiques morphopédologiques du site.....	23
III.2.2. Variations des paramètres physiques .....	24
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>28</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>34</b>

## Liste des sigles et abréviations

**Da** : Densité apparente

**Dr** : Densité réelle

**RU** : Réserve Utile

**GPS** : Global Positioning Système

**PVC** : Polychlorure de Vinyle

**MO** : Matière Organique



# Liste des tableaux

	<b>Pages</b>
Tableau I: Composition granulométrique des horizons et texture du sol du profil 1 au sommet .....	19
Tableau II: Composition granulométrique des horizons et texture du sol du profil 2 à mi-versant .....	19
Tableau III: Composition granulométrique des horizons et texture du sol du profil 3 au bas- versant .....	20
Tableau IV: Densité apparente et porosité moyennes des horizons du sol du profil 1 au sommet .....	20
Tableau V: Densité apparente et porosité moyenne des horizons du sol du profil 2 à mi-versant .....	21
Tableau VI: Densité apparente et porosité moyenne des horizons du sol du profil 3 au bas-- versant .....	21
Tableau VIII : Evaporation journalière du sol (mm/j) en fonction de l'occupation .....	23

# Liste des figures

	<b>Pages</b>
Figure 1 : Horizons du sol.....	5
Figure 2 : Carte de localisation du site et de la zone d'étude.....	8
Figure 3 : Géolocalisation et emplacement des fosses.....	11
Figure 4 : Test de granulométrie .....	12
Figure 5 : Détermination de la densité apparente du sol.....	13
Figure 6 : Mesure de l'évaporation du sol.....	14
Figure 7 : Profil 1 du sol au sommet .....	16
Figure 8 : Profil 2 du sol à mi-versant.....	17
Figure 9 : Profil 3 du sol au bas-versant.....	18
Figure 10 : Variation de la réserve utile en fonction des profils pédologiques.....	22

# **INTRODUCTION**

Les impacts néfastes de l'intensification des pratiques agricoles ont amplifié divers problèmes environnementaux. Il s'agit essentiellement des problèmes de déforestation, d'érosion, de désertification, du changement climatique, de la perte de biodiversité et de la contamination de l'eau potable (Vroh & Yao, 2019). L'agriculture intensive et la recherche de nouvelles terres fertiles se traduisent par une pression sur l'écosystème qui, à son tour entraîne la diminution de la fertilité des sols (Ballot *et al.*, 2016). En conséquence, les rendements agricoles sont relativement bas et la productivité des terres diminue conséquemment (Ballot *et al.*, 2016). Le sol considéré comme le support des plantes joue un rôle essentiel dans la nutrition hydrique et minérale des végétaux. Ce rôle, favorisé ou non par l'action du climat et de l'homme, est lié en partie à sa texture et à sa structure. Si la texture du sol évolue très lentement, il n'en est pas de même pour la structure qui peut se transformer rapidement. Il est donc important de pouvoir apprécier ses propriétés physiques d'une même parcelle en continu, car elles sont révélatrices des différentes contraintes subies par le sol (Rouveure *et al.*, 2003). Le cadre de développement durable qui offre des solutions intégrant les volets écologiques, économiques et sociaux de toute problématique, semble être un des moyens de faire face à ces problèmes (Vroh *et al.*, 2019). Ainsi, en quête d'une alternative écologiquement soutenable, socialement acceptable et économiquement profitable à l'agriculture conventionnelle, plusieurs chercheurs ont proposé l'agroforesterie (Jagoret *et al.*, 2011), une activité agricole complexe intégrant les arbres aux cultures et à l'élevage du bétail. Cette activité représente aux yeux des chercheurs, une solution pour réconcilier durablement la production agricole et la protection de l'environnement (Mollet *et al.*, 2000). Cependant, une telle recherche ne peut être menée sans envisager une étude sur des propriétés physiques du sol préalable à la mise en place des cultures. Une meilleure connaissance des caractéristiques physiques du sol doit conduire à optimiser les interventions réalisées lors de divers opérations culturales. C'est dans ce but que s'inscrit notre étude intitulée « Caractérisation des propriétés physiques du sol de la parcelle expérimentale d'un système agroforestier de l'Université Jean Lorougnon Guédé Daloa Côte d'Ivoire ». Elle vise à déterminer des paramètres physiques du sol, afin d'apporter des corrections où des amendements pour améliorer la fertilité physique du sol. Il s'agira plus spécifiquement de :

- décrire des profils pédologiques de la parcelle ;
- déterminer la composition granulométrique, la densité apparente de chaque horizon et la réserve utile ;
- mesurer l'évaporation du sol.

Le présent mémoire qui rend compte du travail réalisé s'articule autour de trois grandes parties. La première partie présente les généralités relatives à l'étude. La seconde partie est relative à la

description de la zone d'étude, aux matériel et méthodes utilisés pour la conduite de l'étude. La troisième partie présente les résultats obtenus et leur discussion. Une conclusion générale, assortie de perspective et une liste de références bibliographiques complètent le mémoire.

# **PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS**

## **I.1. Notion de sol**

Le sol est une formation naturelle, un milieu organisé, structuré qui se transforme continuellement dans le temps sous l'influence de processus physiques, chimiques, biologiques et humains (Desrousseaux, 2021) Plusieurs facteurs interfèrent dans ce processus : la roche mère, le relief, le climat, l'eau, la couverture végétale, les organismes vivants, l'homme et le temps (Diarra, 2021; Fort *et al.*, 2015). Au cours du temps, on observe une altération de la roche, un transfert vertical et latéral des matières minérales et organiques, des migrations de matières à l'état de solution ou de suspension dans l'eau, la formation de vides, de concrétions, (Baize & Girard, 2009). Ces mécanismes donnent naissance aux divers constituants des sols : humus, terre fine, mottes de terre, agrégats, horizons, vides, concrétions, ....

De tailles et de formes différentes, les composants du sol s'emboîtent, se juxtaposent selon une architecture complexe pour former de nouvelles structures appelées : "organisations pédologiques". Ce processus de formation des sols est appelé pédogenèse.

## **I.2. Processus de formation des sols tropicaux**

La formation d'un sol se produit sur une très longue période de temps. Il peut prendre des milliers d'années ou plus. Le sol est formé de l'altération des roches et des minéraux. Les roches de surface se décomposent en petits morceaux à travers un processus d'altération et est ensuite mélangé avec de la mousse et de la matière organique. Avec le temps, cela crée une couche mince de sol. Les plantes aident à l'élaboration du sol, en attirant des animaux, et lorsque les animaux meurent, leurs corps pourris formant une matière en décomposition rendant le sol épais et riche (Pereira *et al.*, 1994). Cela continue jusqu'à ce que le sol ait entièrement formé. Les sols peuvent être très différents d'un endroit à l'autre, mais sont généralement constitués de matériaux organiques, minéraux, d'eau et d'air (Fondrillon, 2009). Les sols ferralitiques sont formés sous des climats tropicaux humides, une végétation forestière, à partir des roches-mères les plus variées. Les minéraux formés résultent toujours de synthèse dans des conditions la lixiviation intense à pH acide.

## **I.3. Constituants du sol**

### **- Constituants minéraux**

Les constituants minéraux proviennent (et se développant encore) d'une roche mère qui s'est dégradée sous l'effet de différents phénomènes physiques, chimiques et biologiques. (Legros, 2013).

### **- Matière organique**

C'est l'ensemble des substances carbonées provenant des débris végétaux, déjections et cadavres d'animaux (Jegou, 2017).

### **- Eau**

Elle est indispensable pour la croissance des végétaux, puisque c'est par leurs racines qu'ils puisent l'eau du sol (Walter *et al.*, 2015). Elle permet également à la matière végétale de se décomposer. L'eau alimente enfin le sol en oxygène, en sels minéraux et en gaz carbonique, mais aussi en éléments polluants (Bressoud *et al.*, 2009)

### **- Air**

Sans air, la vie dans le sol est impossible. Le bêchage, le labour, permettent en partie d'aérer le sol. Mais c'est surtout la faune du sol qui se charge de l'aérer. Or, le labour en excès a tendance à perturber la faune du sol (Jegou, 2017).

## **I.4. Horizons des sols**

La présence dans un horizon de certains caractères morphologiques spécifiques (constituants, traits pédologiques, structure, couleur) associés à des divers autres éléments (positionnement par rapport aux autres horizons...) a permis de définir plus de 70 types d'horizons appelés: horizons de référence décrits et répertoriés dans le Référentiel pédologique (Baize & Girard 2009).

Les horizons de référence sont dénommés par des lettres : O, A, B, E, S, C, R, M selon une nomenclature internationale. Ici, l'on présentera quelques horizons généralement rencontrés dans les pays tropicaux (Figure 1).

### **- Horizons O (horizons organiques)**

Ils sont en contact avec l'atmosphère et la lithosphère. Organo-minéraux, de couleur sombre, ils sont composés essentiellement de débris végétaux plus ou moins transformés, mais encore reconnaissable. L'épaisseur varie avec l'intensité de l'activité biologique et le climat. Selon son épaisseur, l'horizon O se divise en trois couches superposées : OL ou litière composée de débris végétaux non décomposés; Of, couche de fermentation où les débris végétaux sont partiellement décomposés par l'activité biologique ; Oh, couche d'humification, les végétaux ont disparu, ils sont transformés en humus.



**- Horizons A (horizons organo-minéraux)**

Généralement, de couleur foncée, situé sous l'horizon O, il est constitué de débris des végétaux et d'animaux décomposés en humus. Il contient à la fois de la matière organique et de la matière minérale.

**- Horizons E (horizons minéraux, appelés éluviaux)**

Ils sont sous l'horizon A, essentiellement minéraux, ils sont lessivés, appauvris en carbonates, en hydroxydes, de couleur claire.

**- Horizons B (horizons minéraux appelés illuviaux)**

Situés sous les horizons E, lieu d'accumulation d'éléments (argiles, fer, aluminium), ils sont enrichis en minéraux argileux, en sels, en carbonates, en hydroxydes.

**- Horizons C : Ils correspondent à la roche mère plus ou moins altérée.**

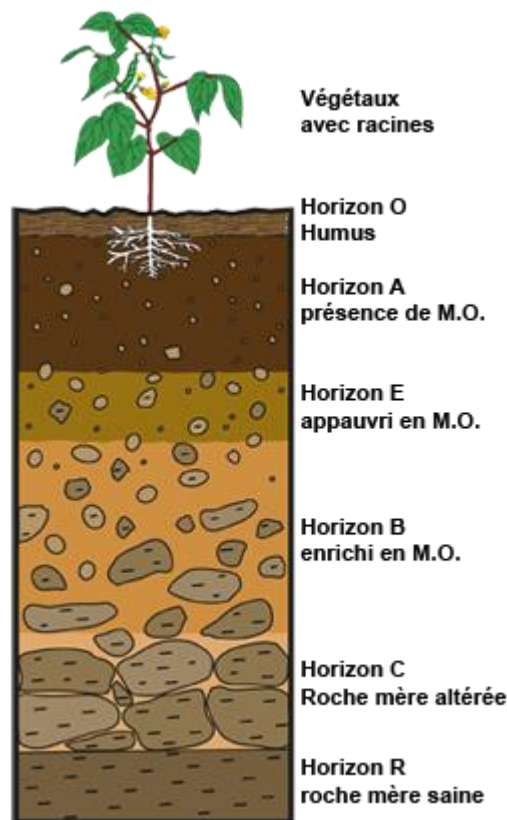


Figure 1 : Les Horizons du sol (Baize et Girard, 2008)

(M.O = Matière Organique)

### **I.5. Notions de densité apparente et de porosité du sol**

La densité est un poids par unité de volume, normalement exprimée en gramme par centimètre cube ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ). L'eau a une densité de  $1 \text{ g}/\text{cm}^3$ . Deux types de mesures de densité sont utilisés généralement pour les sols. La densité réelle et la densité apparente

- La densité réelle ( $d_r$ ) correspond à la densité d'une terre sèche désagrégée. Pour le sol la moyenne est de  $2,65 \text{ g/cm}^3$ .

- La densité apparente ( $d_a$ ) correspond au poids sec d'un volume de sol dont la structure n'a pas été perturbée. Il est aussi la masse d'une unité de volume du sol séché à  $105 \text{ }^\circ\text{C}$ . Ce volume comprend aussi bien les solides que les pores. Elle est mesurée par la méthode des cylindres en utilisant les échantillons non perturbés, connaissant le poids sec constant des échantillons à  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  et le volume des cylindres des prélèvements utilisés (Keshavarzi *et al.*, 2018). La densité apparente du sol traduit globalement l'état de compaction du matériau et indirectement, la porosité totale (Alongo & Kombele 2009). La densité apparente est l'un des paramètres les plus importants dans les études portant sur la structure du sol. Elle est, en effet, liée à la nature et à l'organisation des constituants du sol. Elle permet, en outre, de calculer la porosité et d'apprécier ainsi indirectement la perméabilité, la résistance à la pénétration des racines (Dayou *et al.*, 2017), la cohésion des horizons (Yoro, 1983; Yogo & Assa., 1986) et la réserve en eau du sol (Baize., 2020). L'espace poral peut être divisé en deux classes correspondant à différents types de fonctionnement :

- la macroporosité, représentée par la porosité efficace (ou porosité de drainage), englobe les pores d'un diamètre équivalent supérieur à une valeur de l'ordre de  $10 \text{ }\mu\text{m}$  (la limite varie entre  $6$  et  $30 \text{ }\mu\text{m}$ ),

- et la microporosité qui correspond au volume relatif occupé par les pores de diamètre équivalent inférieur à  $10 \text{ }\mu\text{m}$  (Jabro, 1992)

## **I.6. Notion d'évaporation d'eau du sol**

L'évaporation se fait surtout à la surface du sol. Même pendant la pluie, une partie de l'eau est immédiatement ré-évaporée car l'atmosphère n'est pas saturée en eau. Le départ de l'eau superficielle fait remonter l'eau des zones plus profondes (Arkin & Meisner., 1987). La quantité évaporée diminue avec la quantité retenue dans le sol car les forces de capillarité s'opposent à son départ et l'énergie nécessaire pour extraire l'eau est d'autant plus grande que le sol s'appauvrit en eau. Les forces de capillarité entre les grains et la tension superficielle du film d'eau autour des gains déterminent un potentiel de matrice qui tend à retenir l'eau et qui peut être mesurée à l'aide d'un tensiomètre (Pinzón & Such, 2004). La succion du sol dépend de sa texture et de la taille des pores, de la quantité d'eau contenue par rapport à sa capacité de champ (quantité maximale absorbée).

### **I.7. Notion de réserve utile**

La réserve utile (RU) correspond à la fraction de la réserve qui est exploitable par la plante, c'est-à-dire la fraction accessible par les racines et absorbable par leur succion (*Al Majou et al.*, 2007). Elle est exprimée en millimètres. C'est une variable d'état, qui dépend des propriétés physico-chimiques du sol, de sa composition granulométrique (*Idso et al.*, 1975), de l'arrangement des particules de sol et de la distribution de la porosité. L'eau utilisable par les plantes est égale au volume d'eau emmagasiné par la tranche de sol explorée par les racines entre deux états hydriques caractéristiques (*Tron et al.*, 2013):

- la capacité au champ (l'eau que peut retenir le sol après écoulement de l'eau gravitaire, ou ressuyage),
- le point de flétrissement permanent (au niveau duquel le végétal ne peut plus extraire l'eau)

**DEUXIÈME PARTIE :**  
**MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## II.1. Présentation du cadre d'étude

### II.1.1. Situation géographique

L'étude a été réalisée à l'Université Jean Lorougnon Guédé. Le régime climatique est celui du domaine Guinéen caractérisé par un régime équatorial et subéquatorial à deux maxima pluviométriques. La température moyenne est de 25,6°C et la pluviométrie moyenne de 1317mm<sup>3</sup> d'eau/an (Brou., 2005). Cette région a une superficie de 15200 km<sup>2</sup> pour une population estimée à environ 421 879 habitants (RGPH, 2022).

### II.1.2. Description de la parcelle expérimentale

La parcelle expérimentale est située à l'université Jean Lorougnon Guédé de Daloa (Figure2). Cette parcelle s'étend sur environ 4 hectares. Elle est caractérisée par un système agroforestier associant des cultures pérennes (cacao, café, anacarde) aux arbres (iroko, fraké, poivrier, kapokier, mangoustanier, manguier, etc.) ainsi que des cultures vivrières (banane plantain, manioc, taro, igname, maïs, etc.).

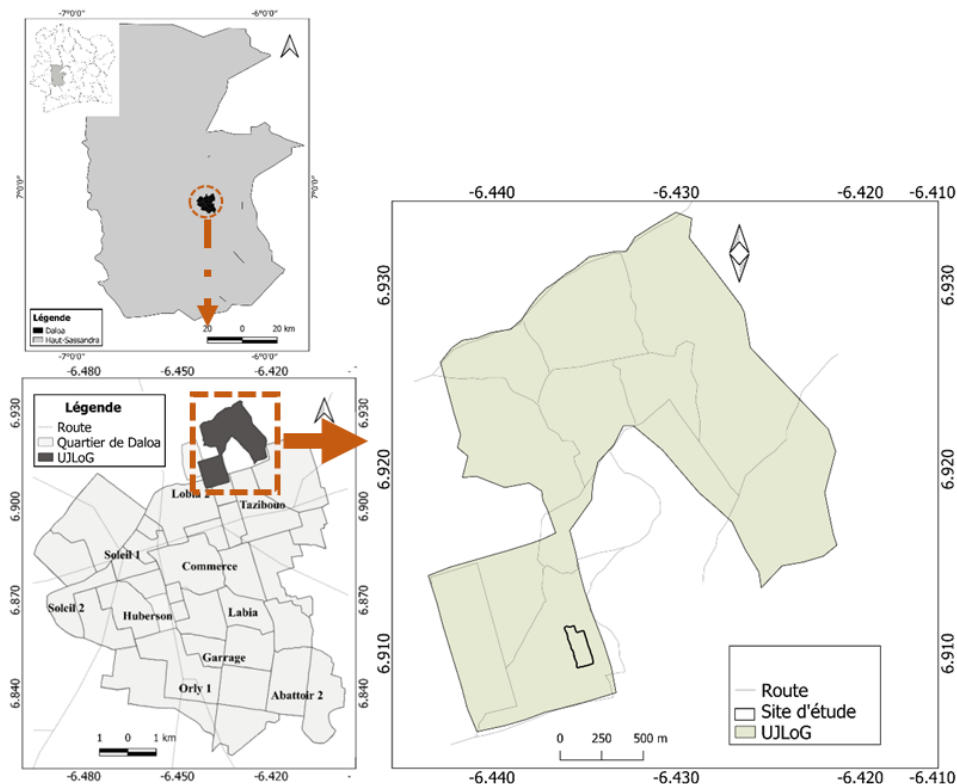


Figure 2: Carte de localisation du site et de la zone d'étude

### **II.1.3. Climat**

Le régime climatique de la région de Daloa est celui du domaine Guinéen. Cette région est caractérisée par deux saisons, sèches et humides alternant avec des températures variant de 24,65 à 27,75 °C en moyenne (N'guessan *et al.*, 2014). Le mois de juin représente le pic de la grande saison pluvieuse et celui de septembre le pic de la petite saison des pluies. Ces deux maxima sont séparés par un ou deux mois plus ou moins pluvieux (Brou., 2005). Le paysage forestier de la zone d'étude varie progressivement de la forêt dense humide semi-décidue à une forêt défrichée mésophile (Brou, 2010).

### **II.1.4. Sol**

Selon Dabin (1960), les sols sont du type ferrallitique moyennement lessivés sur sédiments ternaires. La morphologie générale présente un horizon humifère peu développé, surmonté d'une litière très mince de feuilles à la surface du sol. L'horizon lessivé sous-jacent, épais de 50 centimètres à 1 mètre, est de teinte gris-beige ou brun-rouge, suivant la richesse originelle de la roche-mère en éléments ferromagnésiens, de texture sableuse à sablo-argileuse. Fréquemment, sous cet horizon lessivé existe un horizon graveleux (éléments quartzeux) plus ou moins émoussés et ferrugineuses ; ils peuvent former un véritable lit de cailloux, de profondeur et d'épaisseur variables. Concernant les caractéristiques physiques et chimiques, la grande majorité de ces sols au taux superficiel d'argile variant de 15 à 30 %, avec 1,5 à 4 % de matière organique totale. Le taux de bases varie de 6 à 12 méq pour 100 grammes, le pH peut atteindre 6-6,5 et même parfois 7 ; le taux d'azote varie de 0,1 à 0,2 %.

### **II.1.5. Végétation**

La végétation est composée de la forêt dense humide semi-décidue à *Celtis spp.* et *Triplochiton scleroxylon* (K. Schum), des forêts dégradées, des jachères et des cultures (Kouakou *et al.*, 2015). Ces auteurs montrent que 38,24% de la forêt dense ont été convertis en culture et jachère du fait des activités anthropiques intenses. La forte pression exercée par ces populations sur les ressources forestières depuis plus de 40 ans aboutit à d'inévitables modifications profondes du milieu forestier ivoirien. De plus, la dégradation de cette forêt est accélérée par l'intensification des cultures de rente, notamment, cacao, café, palmier à huile et hévéa (Brou., 2010).

### **II.1.6. Hydrographie**

Le réseau hydrographique de la région est dense et dominé par le fleuve Sassandra. La Lobo, principal affluent de ce fleuve, est le second cours d'eau le plus important. Les grandes rivières la Dé et la Gôre complètent les cours d'eau ( N'guessan & Emmanuel, 2021). Tout le long de ces cours d'eau présente de grandes plaines alluviales propices aux cultures légumières de contre saison (Groga *et al.*, 2018).

### **II.1.7. Géomorphologie**

Le relief y est peu contrasté et peu varié ; il est dominé par des plateaux de 200 à 400 m d'altitude (Vennetier, 1976) Les formations géologiques sont celles du Précambrien moyen dominées essentiellement par les granites, auxquels s'ajoutent quelques intrusions de schiste et de flysch.

### **II.1.8. Aspects socio-économiques**

Les activités économiques de la région sont assez diversifiées. Cependant, l'agriculture reste la principale activité génératrice de revenus. Elle occupe la majorité des populations. La dynamique agricole dans les zones rurales est basée essentiellement sur les cultures de rente pérennes (café, cacao, hévéa, palmier à huile). Dans les villes, ce sont les cultures vivrières, les cultures maraîchères surtout, qui jouent un rôle prépondérant.

## **II.2. Matériel**

### **II.2.1. Matériel édaphique**

Le matériel édaphique utiliser ici est le sol. Le sol a été utilisé dans le but d'étudier ses différents paramètres physiques afin de mettre en place un système agroforestier.

### **II.2.2. Matériel de terrain**

Le matériel qui a été utilisé pour mener à bien nos travaux est composé de :

- un GPS pour géolocaliser l'emplacement des fosses ;
- une pioche et une pelle pour l'ouverture des fosses pédologiques ;
- un ruban mètre pour délimiter l'épaisseur des horizons ;
- un couteau de pédologue pour tester la compacité du sol ;
- un code Munsell pour déterminer les couleurs de chaque horizon ;
- des récipients et des sachets plastiques pour collecter les échantillons de sol ;

- des tuyaux de 15cm qui seront enfouis dans le sol pour permettre la prise de mesure des paramètres de température et d'humidité ;

- un tuyau PVC pour mesurer l'évaporation ;

- une étuve pour le séchage des échantillons de terre ;

- une balance électrique pour la pesée des échantillons.

## **II.3. Méthodes**

### **II.3.1. Géolocalisation et emplacement des fosses**

A l'aide du GPS nous avons réussi à géolocaliser des sites pour l'emplacement des fosses sur toute la parcelle expérimentale (Figure 3) en tenant compte de l'orientation de la toposéquence. Ainsi, 3 fosses de dimensions 100 x 80 x 120 et distantes les unes des autres de 100m ont été ouvertes manuellement le long de la toposéquence respectivement au sommet, à mi-versant et au bas versant.



Figure 3 : Géolocalisation et emplacement des fosses

### **II.3.2. Collecte des données physiques du sol**

Après l'ouverture des fosses, les paramètres physiques déterminés ont concerné, la délimitation des différents horizons et leur description, la granulométrie, la densité apparente, la porosité, la réserve utile et l'évaporation du sol.

#### **II.3.2.1. Délimitation des différents horizons et leur description**

La description du profil pédologique a été faite conformément aux variables définies dans la classification française CPCS (1967). Selon leurs hétérogénéités morphologiques et la détermination de la couleur, à l'aide du code Munsell, par comparaison d'une motte humide aux couleurs standards indiquées par la teinte (Hue), la clarté (Value) et la pureté (Chroma). Cette description permet de classer le sol selon la base des ressources mondiales des sols (WRB, 2014).



### II.3.2.2. Détermination de la granulométrie

La méthode utilisée (figure 4) est le test du bocal (McRoberts & Nixon., 1976) basé sur la loi de Stokes. Il permet d'évaluer de façon approximative la composition du sol qui forme la texture. Le principe de ce test consiste à prélever un échantillon de sol, à le sécher et le mettre au 1/3 dans une bouteille d'eau minérale transparente, puis ajouter de l'eau propre jusqu'à ce que le bocal soit presque plein (2/3). Placer le couvercle de la bouteille et agiter vigoureusement le mélange sol-eau pendant quelques minutes, puis laisser reposer pendant 24 heures. Le mélange se dépose au fond de la bouteille en strates distinctes selon la densité des constituants solides (sable, argile, limon) du sol. Après le temps d'attente, la sédimentation des éléments solides dans la bouteille permet de déterminer la hauteur de sédimentation des particules et de calculer le pourcentage des particules en appliquant formule suivante.

$$\% P = \frac{h}{H} \times 100 \quad (\text{Florin \& Ivanov, 1961}) \quad (1)$$

où

P = Particule du sol (%)

h = hauteur de sédimentation de la particule (cm)

H = Hauteur de sédimentation du sol (cm)

La granulométrie a été respectivement déterminée pour chaque horizon délimité dans une fosse.



Figure 4 : test de granulométrie

### II.3.2.3. Détermination de la densité apparente

La densité apparente du sol (figure 5) a été déterminée en utilisant la méthode du cylindre. Un cylindre de dimension connu (diamètre 5cm et longueur 10cm) a été enfoncé mécaniquement dans le sol. A la profondeur souhaitée, le cylindre a été retiré avec le sol qu'il contient. Cette prise de sol a été séchée à l'étuve à 105°C pendant 48 heures, puis pesée balance électronique de précision model NHB-1500g. La densité apparente a été obtenue par le rapport suivant :

$$D_a \text{ (g/cm}^3\text{)} = \text{Masse de sol séché (g) / Volume du cylindre (cm}^3\text{)} \quad (2) \text{ (Audry et al, 1973)}$$



Figure 5: Détermination de la densité apparente du sol

A: Prélèvement d'échantillon B: séchage d'échantillon à l'étuve C: Peser des échantillons

### II.3.2.4. Estimation de la porosité

La porosité totale, en % a été déterminée en utilisant l'expression suivante :

$$P \text{ (\%)} = 1 - (D_a/D_r) \times 100 \quad \text{Soltner (1986)} \quad (3)$$

Où : - P = Porosité du sol (%)

- Dr = Densité réelle du sol connue = 2,65 g/cm<sup>3</sup>

- Da = Densité apparente du sol (g/cm<sup>3</sup>) = Poids sec / Volume total

### II.3.2.5. Estimation de la réserve utile

La réserve en eau utile (RU) du sol a été déterminée à partir des valeurs de la capacité au champ (pF 2,5) et de l'humidité pondérale du sol au point de flétrissement (pF 4,2) qui sont définis à partir des équations (Rawls & Brakensiek., 1982) suivantes :

- Humidité pondérale au champ pF2,5 (mm/m) =  $257,6 - (2Sa + 3,6Ar + 29,9MO)$

- Humidité pondérale au point de flétrissement pF4,2 (mm/m) =  $26 + 5Ar + 15MO$

où : Ar = teneur en argile (en %),

Sa = teneur en sable (en %),

MO = teneur en matière organique (en %).

La réserve en eau utile (RU) est obtenue par l'équation :

$$\text{RU (mm)} = (\text{Humidité pF2,5} - \text{Humidité pF4,2}) \times z ; \text{JOUVE (1984) et BOURON (1990)}$$

(4)

Où : z = épaisseur de l'horizon en mètre.

Dans cette étude, le calcul de la réserve utile a été effectué en considérant pour chaque profil le pourcentage d'argile, de sable et de matière organique sur les profondeurs 0-10 cm et 10-20cm.

### II.3.2.6. Mesure de l'évaporation du sol

Pour pouvoir mesurer l'évaporation, nous avons utilisé un tuyau PVC de diamètre 10 cm et de longueur 10 cm. Le principe consiste à enfoncer mécaniquement et complètement le tuyau PVC dans le sol (Bogie *et al.*, 2018). A la profondeur souhaitée, le cylindre a été retiré avec le sol qu'il contient. Cette prise de sol est fermée à son extrémité basale du cylindre à l'aide de papier aluminium et remis dans le sol. Une fois le dispositif mise en place, on laisse le sol se régénérer autour du cylindre pendant trois jours. Ensuite, on procède à des pesées tous les trois jours pour déterminer la quantité d'eau évaporée à partir de la surface du cylindre. La quantité d'eau évaporée à la surface du cylindre est ramenée à l'unité d'un mètre carré correspondant au volume d'eau évaporée en millimètre. L'évaporation a été mesurée sur le sol nu et sur le sol sous couvert végétal.



Figure 6: mesure de l'évaporation du sol

A : sol nu; B : sol sous couvert végétal

**TROISIÈME PARTIE :**  
**RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### III.1. Résultats

#### III.1.1. Description des profils pédologique

**Niveau toposéquence profil 1 : au sommet** présent 5 horizons :

- Horizon H1 (10cm), superficiel, humifère, couleur brun foncé (5 YR 3/3) très peu d'éléments grossiers (1%) avec assez nombreuses racines millimétriques à centimétriques à orientation subhorizontale, très peu compacte, poreux, texture limoneuse et structure grumeleuse. Type d'horizon A11.

- Horizon H2 (13cm), peu humifère de couleur brun (5 YR 4/6) éléments grossiers (2%), peu compacte, peu poreux, nombreuse racines centimétrique à décimétrique à orientation subhorizontale texture limono-sableuse à sable fin, structure grumeleuse à tendance polyédrique subangulaire. Type d'horizon : A12.

- Horizon H3 (28cm) très peu humifère, couleur jaune rougeâtre (2,5 YR 4/8) éléments grossiers relativement abondant (20%), quelques racines décimétriques à orientation subhorizontale, compact, pas poreux, texture argilo-sableuse à sable fin et moyen, structure massive fissurée. Type d'horizon B1.

- Horizon H4 (33cm) pas humifère, de couleur jaune rougeâtre (2,5 YR 4/8), fort taux d'éléments grossiers (40%), quelque rare racines décimétriques à orientation subhorizontale, compacte pas poreux, texture argilo-sableuse à sable moyen. Structure massive fissuré type d'horizon B11

- Horizon H5 (36cm), pas humifère, couleur rougeâtre (2,5 YR 4/8). Taux d'éléments grossiers à (40%), absence de racines, pas poreux et compact. texture argilo-sableuse à sable grossier. Structure massive fissurée, type d'horizon B12.

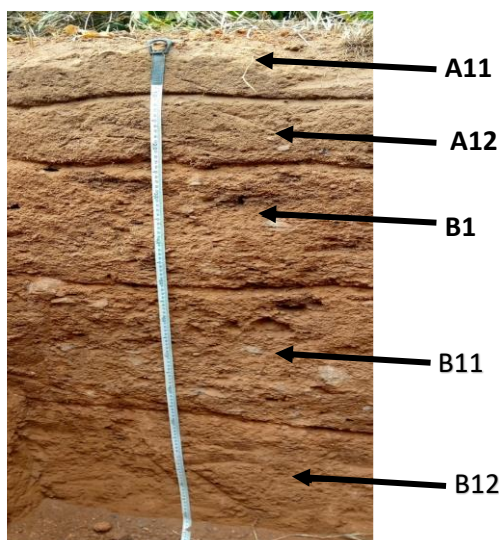


Figure 7: Profil 1 du sol au sommet

- .

## Niveau toposéquence profil 2 : mi-versant

On distingue cinq (5) horizons.

- Horizon-H1 (10cm), humifère, couleur brun foncé (5YR 3/6) éléments grossiers (1%), assez nombreuse racines millimétriques à décimétriques à orientation subhorizontale, peu compacte, peu poreux, texture sablo-argileuse à sable fin, structure grumeleuse. Type de sol A1

- Horizon-H2 (15cm), peu humifère, couleur jaune rougeâtre (5 YR 4/6) éléments grossiers (20%), nombreuse racines décimétriques à centimétriques à orientation subhorizontale, de texture argilo-sableux, structure grumeleuse à tendance polyédrique. Cet horizon est du type d'horizon A11 ;

- Horizon-H3 (28cm) pas humifère, couleur jaune rougeâtre (5 YR 6/6), éléments grossiers (30%). quelques rares racines à orientation subhorizontale, peu compacte, peu poreux texture argilo-sableux, structure compacte fissurée. Type d'horizon B1

- Horizon-H4 (31cm), pas humifère, couleur jaune rougeâtre (5 YR 6/6), gravillonnaire, absence de racine, texture argilo-sableuse, structure massive. Type d'horizon B11

- Horizon-H5 (36cm), pas humifère, couleur jaune rougeâtre (5 YR 6/6), peu gravillonnaire, absence de racines, compacte, pas poreux, argileuse, structure massif. Type d'horizon B2

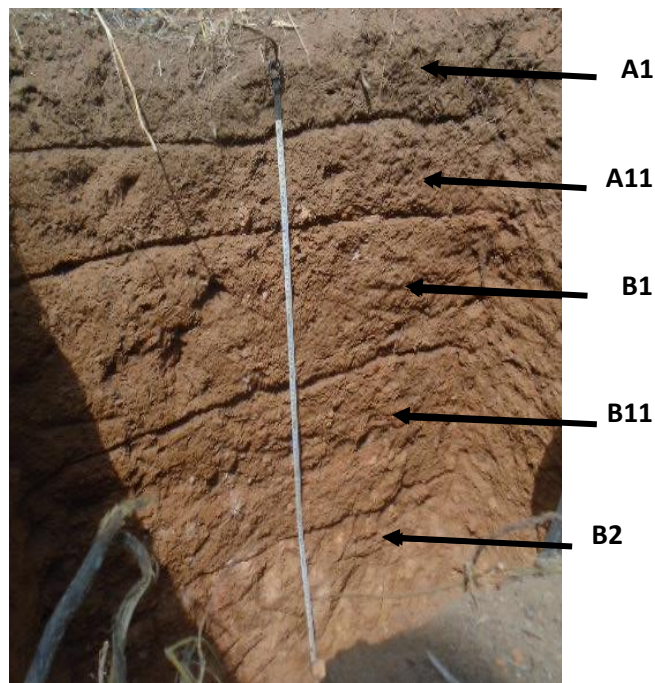


Figure 8 : Profil 2 du sol à mi-versant

### Niveau toposéquence profil 3 : bas-versant

Quatre horizons qui se différencient les uns des autres :

-Horizon-H1 (22cm), sombre (5 YR 2,5/1), éléments grossiers (1%), assez nombreuses racines millimétriques à centimétriques à orientation subhorizontale, friable, très poreux, texture argilo-limoneuse, structure grumeleuse. Type d'horizon A1

-Horizon -H2 (18cm) peu humifère, couleur brun rougeâtre (5 YR 5/4) éléments grossiers (1%), assez nombreuses racines millimétriques à centimétriques à orientation subhorizontale, peu compact, peu poreux texture argileuse, structure grumeleuse à tendance polyédrique. Type d'horizon. A11

-Horizon-H3 (20cm), peu humifère, quelque rare racines élément grossier (15%), compact, pas poreux, texture argileuse, structure massive. Type d'horizon B1.

-Horizon-H4 (58 cm), pas humifère, couleur rouge jaunâtre (7,5 YR 6/6) éléments grossiers (1%), compact, peu poreux absence de racines, texture argileuse, structure massive fissurée. Type d'horizon, B11

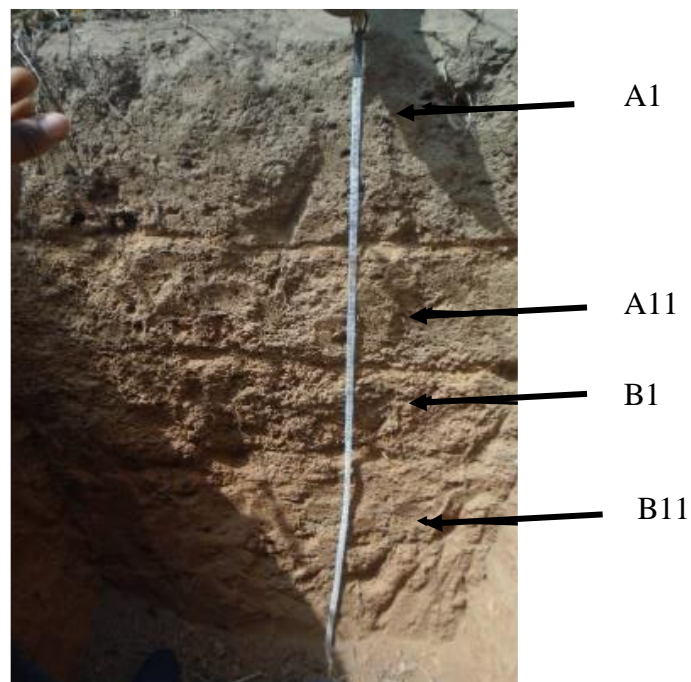


Figure 9: Profil 3 du sol au bas-versant

### III.1.2. Composition granulométrique du sol en fonction des horizons

L'analyse granulométrique des échantillons de sol montre que les teneurs moyennes en sable, limon et argile ont été respectivement, de 52,99%, 18,11% et de 27,81% (Tableau I). On remarque que l'horizon de surface-H1 a une proportion en sable de 12% supérieure à la moyenne. Quant à l'argile, sa proportion est plus élevée dans l'horizon-H4. La composition granulométrique indique que nous sommes en présence d'un sol. sablo-argilo-limoneux

Tableau I: Composition granulométrique des horizons et texture du sol du profil 1 au sommet

Horizons	Sable (%)	Limon (%)	Argile (%)	Texture
H1	67,39	9,42	18,84	Sablo-argilo-limoneuse
H2	53,33	28,66	18	
H3	44,22	27,21	28,57	
H4	47,02	7,14	45,83	
H5	49,17	11,3	26,17	
Moyenne	52,23	18,33	27,48	

L'analyse granulométrique des échantillons de sol du profil 2 à mi-versant montre que la proportion moyenne en sable, limon et argile est, respectivement de 62,14%, 20,95% et de 16,91% (Tableau II). Cette composition granulométrique traduit une texture sablo-limono-argileuse. Par ailleurs, on remarque que les horizons de surface-H1 et les horizons de profondeur H4 et H5 sont dominés par une proportion en sable relativement élevée par rapport aux horizons intermédiaires H2 et H3.

Tableau II: Composition granulométrique des horizons et texture du sol du profil 2 à mi-versant

Horizons	Sable (%)	Limon (%)	Argile (%)	Texture
H1	76,81	9,42	13,77	Sablo-limono-argileuse
H2	47,79	33,96	18,24	
H3	41,37	30,34	28,27	
H4	77,50	10	12,50	
H5	67,22	21,01	11,76	
Moyenne	62,14	20,95	16,91	



Les proportions en sable, limon et argile sont, respectivement, de 62,59, 15,66 et 21,74% (tableau III). Ces proportions lui confèrent une texture sablo-argilo-limoneuse. Comme pour le profil 2, on remarque que les horizons de surface-H1 et de profondeur-H4 sont dominés par une forte proportion en sable.

Tableau III: Composition granulométrique des horizons et texture du sol du profil 3 au bas-versant

Horizon	Sable (%)	Limon (%)	Argile (%)	Texture
H1	73,79	8,96	17,24	Sablo-argilo-limoneuse
H2	58,66	20	21,33	
H3	54,66	16,67	28,67	
H4	63,26	17,01	19,73	
Moyenne	62,59	15,66	21,74	

### III.1.3. Variation de la densité apparente et de la porosité du sol en fonction des horizons

L'analyse statistique n'a pas montré de différence significative entre les horizons pour la densité ( $p=0,588$ ) et pour la porosité ( $p=0,591$ ). Une valeur élevée de densité apparente signifie que les vides sont réduits et que les particules sont fortement compactées. La porosité quant à elle, est plus élevée dans les horizons H2 (55,8%) et H3 (48,3%).

Tableau IV: Densité apparente et porosité moyennes des horizons du sol du profil 1 au sommet

Horizons	Densité apparente ( $\text{g/cm}^3$ )	Porosité (%)
H1	1,4 $\pm$ 0,4a	45,8 $\pm$ 14,1a
H2	1,2 $\pm$ 0,2a	55,8 $\pm$ 8,0a
H3	1,3 $\pm$ 0,3a	48,3 $\pm$ 12,1a
H4	1,5 $\pm$ 0,2a	44, 2 $\pm$ 7,7a
H5	1,6 $\pm$ 0,1a	50,4 $\pm$ 6,2a
Moy	1,40	48,9
Pr >F	0,588	0,591

L'analyse statistique présentée est relative à la densité et à la porosité des horizons du profil 2 à mi-versant (Tableau V). Il n'y a pas de différence significative entre les horizons pour la densité apparente ( $p=0,685$ ) et pour la porosité ( $p=0,5194$ ). Les résultats montrent que la densité apparente est plus élevée dans l'horizon H5 (1,5%) qu'en surface H1(1,2).

Tableau V: Densité apparente et porosité moyenne des horizons du sol du profil 2 à mi-versant

<b>Horizons</b>	Densité apparente (g/cm <sup>3</sup> )	Porosité (%)
H1	1,2± 0,1a	54,7± 5,3a
H2	1,4± 0,2a	44,9± 7,9a
H3	1,3± 0,2a	49,6 ±6,0a
H4	1,4± 0,4a	45,6 ±14,5a
H5	1,5± 0,2a	42,4 ±8,2a
Moy.	1,41	45,6
Pr >F	0,685	0,5194

Concernant l'analyse statistique indiquée elles sont relatives à la densité apparente et porosité moyenne des horizons du sol du profil 3 au bas-versant (tableau VI). Il n'y a aucune différence significative des valeurs moyennes de la densité apparente ( $p=0,685$ ) et de la porosité ( $p=0,5194$ ) entre les horizons. Ces résultats montrent que la valeur la plus élevée de la densité apparente est de 1,5%, correspondant à l'horizon de surface H2. Les deux horizons sous-jacents H3 et H4 semblent être homogènes avec des valeurs de densité apparentes sensiblement égales.

Tableau VI: Densité apparente et porosité moyenne des horizons du sol du profil 3 au bas-versant

<b>Horizons</b>	Densité apparente (g/cm <sup>3</sup> )	Porosité (%)
H1	1,2 ±0,1a	53,2± 5,2a
H2	1,5± 0,1a	41,5 ±1,8a
H3	1,39 ±0,2a	46,7 ±8,6a
H4	1,4 ±0,1a	45,4 ±4,1a
Moy.	1,40	46,67
Pr >F	0,156	0,346

#### III.1.4. Variation de la réserve utile à différents niveaux de la toposéquence

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les valeurs de la réserve utile enregistrée des profils respectivement au sommet, à mi versant et au bas versant (Figure 10). Cependant, il convient d'indiquer que la réserve utile du profil 3 (bas-versant) de la toposéquence a une valeur légèrement plus élevée que celles des profils du sommet et mi-versant. En effet, la valeur de la réserve utile du profil 3 est supérieure de 22 mm pour le profil

2 (mi versant) et de 11 mm pour le profil 1 (sommet). De même, la réserve utile du profil 1 dépasse de 11 mm celle du profil 2. La réserve utile moyenne est de 126mm indiquée par le trait rouge sur la figure 10.

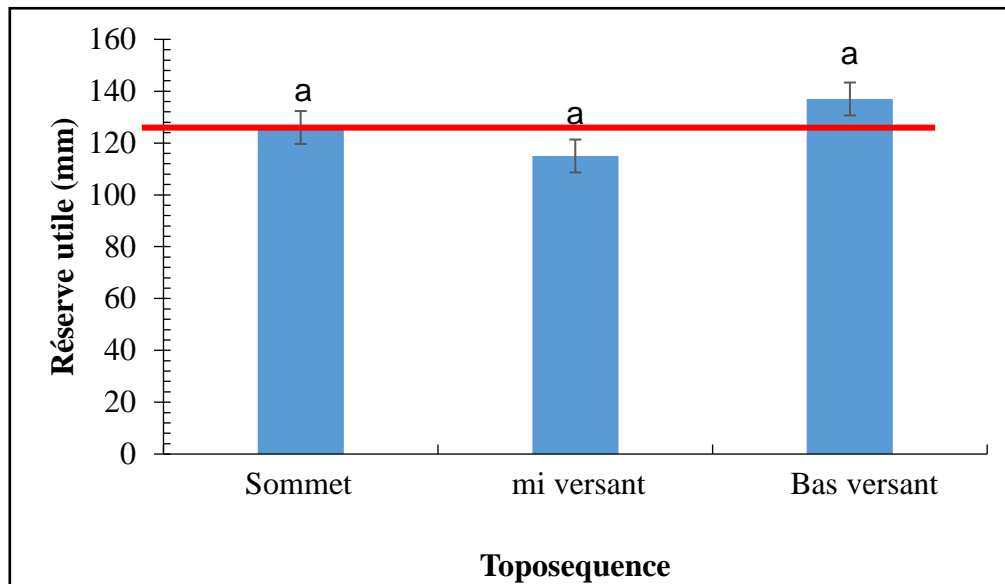


Figure 10: Variation de la réserve utile en fonction des profils pédologiques

### III.1.5. Evaporation journalière du sol en fonction de l'occupation

Les résultats d'analyse obtenus pour la date du 14/03/2022 révèlent qu'une grande quantité d'eau (5,1 mm/j) s'est évaporée au niveau du sol nu (tableau VII). Au niveau du sol sans ombrage il y a eu également une évaporation mais en faible quantité (3,8 mm/j). Concernant le sol avec ombrage aucune évaporation n'a été observée à ce niveau.

Les résultats du 18/03/2022 sont identiques aux premiers résultats observés au niveau des sols nus (5,1mm/j). En ce qui concerne le sol sans ombrage, on a également observé une évaporation avec des valeurs qui ont nettement augmenté (6,4 mm/j). La plus grande valeur d'évaporation a été observée au niveau du sol sous ombrage (8,9 mm/j).

Les résultats du 09/04/2022 ont montré une évaporation au niveau de tous les traitements, que ce soit le sol nu ou le sol avec et sans ombrage. On a également observé une valeur identique d'évaporation (2,5 mm/j) au niveau du sol nu et du sol sous ombrage. La plus grande valeur a été observée au niveau du sol sans ombrage respectivement (5,1 mm/j). Pour les mesures du 13/04/2022, les résultats obtenus ont montré une valeur très élevée d'évaporation au niveau du sol sous ombrage (15,3 mm), tandis qu'au niveau du sol sans ombrage on a observé des valeurs d'évaporation très basse (2,5 mm).

Tableau VIII : Evaporation journalière du sol (mm/j) en fonction de l'occupation

Dates	Sol nu	Sol mis sur culture		Pluie (mm)
		sous ombrage	Sans ombrage	
13/3/2022	ad	ad	ad	Grêle
14/3/2022	5.1	0,0	3,8	ad
18/3/2022	5.1	8,9	6,4	ad
6/4/2022	ad	ad	ad	8,46
9/4/2022	2.5	2,5	5,1	23,26
13/4/2022	6.4	15,3	2,5	ad

ad = aucune donnée

## III.2. Discussion

### III.2.1. Caractéristiques morphopédologiques du site

En général, la description morphopédologique du site au travers des profils des différents niveaux de la toposéquence présente des caractéristiques très peu variables. Les sols sont profonds et il n'est pas apparu de cuirasse ou d'induration comme contrainte ou facteur limitant jusqu'à la profondeur moyenne de 100cm. Ce qui constitue un gros avantage quant à l'enracinement des plantes cultivées, notamment, les plantes pérenne à longue racine (Koko *et al.*, 2009). En outre, le sol est très humifères dans les couches superficielles jusqu'à la profondeur de 20 cm caractérisant sa trop forte teneur en matière organique due à la couverture végétale du sol. Cette teneur en matière organique confèrerait au sol dans ses horizons superficiels les nutriments nécessaires par un processus d'humification et de minéralisation pour sa fertilité (Zadi *et al.*, 2014). De plus, le sol présente une structure grumeleuse à plus de 30 cm en profondeur et une texture sablo-argileuse à sablo-argilo-limoneuse le long des profils (plus de 100 cm de profondeur). Ces caractéristiques montrent que le sol du site dispose d'une très bonne aptitude culturale pour le développement des cultures. En effet une structure grumeleuse et une texture sablo-argilo-limoneuse ont été démontrées comme les meilleures structure et texture qui offrent des propriétés propices pour le développement des plantes (Diome, 1996). Le sol est également poreux à plus de 50 cm de profondeur et peu compact dans l'ensemble. Ce qui explique l'abondance de racines centimétriques à décimétriques dans les horizons supérieurs. Par ailleurs, les horizons sous-jacents plus en profondeur, sont non humifères, très gravillonnaires, compact et secs avec une texture argileuse et une structure massive. Ce qui pourrait constituer une contrainte à la pénétration des racines des plantes,

expliquant leur orientation subhorizontale et même leur absence dans les horizons plus profonds.

### **III.2.2. Variations des paramètres physiques**

#### **- Densité apparente et porosité**

La densité apparente moyenne du sol de la parcelle expérimentale varie entre 1,3 et 1,4g/cm<sup>3</sup>. Ces valeurs correspondent à la norme de la densité apparente dans les sols ferrallitiques comprise entre 1,3 et 1,7 g/cm<sup>3</sup> (Bitom, 1988) et sont dues à l'abondance des particules argileuses fines qui compactent et densifient le matériau (Duchauffour,1977). Cependant, d'une manière générale, la valeur de la densité apparente évolue plus ou moins avec la profondeur. Ce résultat est en conformité avec ceux de Kouakou *et al.* (2021) qui ont affirmé que la densité apparente est basse dans les horizons supérieurs par rapport aux horizons inférieurs et que celle-ci est d'autant plus élevée que la teneur en matière organique est plus faible.

Par ailleurs, il existe une relation inverse entre la densité apparente et la porosité du sol. Ainsi, la porosité est plus élevée en surface que dans les horizons plus en profondeur. Les valeurs moyennes de la porosité varient entre 45% et 48%, Ce qui confère à ce sol des propriétés physiques (Mémento de l'agronome, 1993) propice à la croissance et au développement des plantes (Baize, 2016). La fertilité du sol est meilleure quand son taux de porosité est suffisant pour que l'eau soit retenue et puisse être mise à disposition des racines au fur et à mesure que la plante manifeste ses besoins.

#### **- Réserve utile et évaporation du sol**

La réserve utile du sol se situe en moyenne autour de 126 mm constituant une bonne réserve d'eau dans le sol pour la nutrition hydrominérale de la plante. Cette bonne capacité de rétention en eau du sol résulterait de sa bonne disposition en structure grumeleuse à tendance polyédrique, en texture sablo-argilo-limoneuse (Idso *et al.*, 1975), Ces propriétés confèrent au sol une porosité suffisante pour faciliter la circulation de l'eau dans les interstices du sol pour stocker l'eau pour les racines (Baize., 2020) et aussi pour l'absorber par succion (Al Majou *et al.*, 2007). La capacité de rétention de l'eau du sol est étroitement liée à sa composition granulométrique de l'arrangement des particules, à sa distribution de la porosité et à sa perméabilité (Tron *et al.*, 2013).

L'évaporation du sol dans l'étude semble ne pas suivre une logique parce que la présence des arbres ne permet pas d'éviter ce phénomène en cas de pluie. Cependant, avec une petite averse

(grêle), l'évaporation du sol est plus élevée sur sol nu et sur sol sous cacaoyer sans ombrage. Ce résultat pourrait s'expliquer par l'influence directe des rayons du soleil qui entraîne une perte d'eau du sol (Mohamed *et al.*, 2021). L'effet inverse observé sur les sols avec ombrage après un épisode pluvieux pourrait s'expliquer par une infiltration rapide de l'eau dans le sol de l'horizon superficiel suivie d'une forte évaporation. Ce résultat concorde avec ceux de (Zhu *et al.*, 2022) qui ont montré une meilleure infiltration et un écoulement préférentiel accru sous les cultures associées. Ce qui réduit potentiellement le ruissellement et le risque d'érosion, favorise la recharge des eaux souterraines et augmente le stockage, contribuant ainsi, à la gestion des ressources en eau. Cependant, Ma *et al.* (2020) ont estimé que les facteurs qui influencent l'évaporation demeurent complexes et intègrent principalement, l'humidité du sol, la structure et les caractéristiques superficielles du sol et la toposéquence.

Dans notre étude nous avons observé une évaporation du sol sous ombrage du caféier après une pluie. Ceci pourrait être expliqué par la forte humidité du sol à cet endroit qui serait exposé à une évaporation conséquente. En effet un sol imbibé d'eau est susceptible de diffuser une quantité importante d'eau dans l'atmosphère sous l'effet de la chaleur. Ce résultat est identique à ceux de (Ndiaye *et al.*, 2022).

## **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

Le présent travail mené au sein de l'université Jean Lorougnon Guédé de Daloa a montré que le sol du site est un sol profond, à pH peu acide, humifère, poreux et peu compact avec une texture sablo-argilo-limoneuse et une structure grumeleuse dans les horizons superficiels. C'est un sol ferrallitique faiblement, remanié et rajeuni. Il possède une bonne capacité de rétention en eau et en air du fait de son fort taux de porosité résultant de son caractère peu compact dans les horizons de surfaces. Cependant, les horizons sous-jacents plus en profondeur présentent quelques contraintes liées à la compacité et à la réduction de la porosité et de la réserve utile du sol. Elle possède une forte évaporation du sol en condition humide qu'en condition sèche du fait des facteurs de l'évaporation qui demeurent complexe. Cependant la présence de culture sur le sol réduit potentiellement le ruissellement et le risque d'érosion. Il est potentiellement apte à l'agriculture. Un apport d'éléments fertilisants, notamment, organiques ou amendement pourrait aider ce sol à mieux se reconstituer physiquement et chimiquement pour une agriculture durable. Il faut intégrer les systèmes agroforestiers pour la préservation de l'environnement.



## **REFERENCES**

- Al M.H., Bruand A., Duval O. & Cousin I. (2007). Comparaison de fonctions de pédotransfert nationales et européennes pour prédire les propriétés de rétention en eau des sols. *Etude et Gestion des Sols*, 14(2) : 103-116.
- Alongo., Sylvain & Ferdinand K. (2009). Évolution de la densité apparente et du rapport C/N du sol sous les variétés exotiques et locale de manioc dans les conditions naturelles de Kisangani (RD Congo). *Annales de l'Institut Facultaires Des Sciences Agronomiques de Yangambi*, 1: 197–214.
- Arkin P. A. & Meisner B. N. (1987). The relationship between large-scale convective rainfall and cold cloud over the western hemisphere during 1982-84. *Monthly Weather Review*, 115(1) : 51-74.
- Audry P., Combeau A., Humbel F. X., Roose E. & Visier J. F. (1973). Essai sur les études de dynamique actuelle des sols. *bulletin de groupe de travail. ORSTOM, bondy, multigr*, 20.
- Ballot C S A., Mawussi G., Atakpama W., Moita N.M., Yangakola T.M., Zinga I., Silla S., Kperkouma W., Dercon G. & Komlan B. (2016). Caractérisation physico-chimique des sols en vue de l'amélioration de la productivité du manioc (*manihot esculenta crantz*) dans la région de Damara au Centre-Sud de Centrafrique. *Agronomie Africaine*, 28(1): 9–23.
- Baize D. & Girard M.C. (2008) *Référentiel pédologique*. Editions Quae, 2009.
- Boumaiza, L. (2008). *Caractérisation hydrogéologique des hydrofaciès dans le paléodelta de la rivière Valin au Saguenay*. Université du Québec à Chicoutimi.
- Bouron B., 1990. Caractérisation hydrodynamique des sols d'une toposéquence. Mémoire, Ensam Montpellier,(France), 57 p.
- Bressoud F., Navarrete M. & Mazollier C. (2009). Le maraîchage et la production de légumes biologiques: ajuster la production et la commercialisation. *Transitions vers l'agriculture biologique*, Paris (France) : 75-101.
- Brou T. (2010). Variabilité climatique, déforestation et dynamique agrodémographique en Côte d'Ivoire. *Sécheresse*, 21(4): 327–29.
- Brou Y.T. (2005). Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire.” Mémoire de Synthèse des activités scientifiques, Université Des Sciences et Techniques de Lille, France, 212 p.
- Dayou E.D., Zokpodo B.L. & Rakoto B. (2017). Effects of different tillage methods on maize (*zea mays* l.) root development in andosol. *Net Journal of Agricultural Science*, 5(2): 23–30.
- Desrousseaux M. (2021). Contribution juridique aux différentes notions de la qualité du sol. *Étude et Gestion des Sols*, 28 : 147-157.

- Diarra B. (2021). Modeling of soil erosion by water in the provinces of sikasso and koulikoro (REPUBLIC OF MALI). *Антропогенная трансформация природной среды*, (2) : 36-48.
- Fondrillon M. (2009). À propos des recherches sur les terres noires urbaines: dépasser le concept d'attente. *Archéologie médiévale*, 39 : 1–16.
- Groga N., Nicaise A.T., Bernadin D., Pierre F.K.K, Sélastique D.A, Yatty J.K. & Allassane O. (2018). Contribution des biotechnologies à la sécurité alimentaire: cas du biofertilisant organique (Symbiose Anabaena-Azollae, Azolla Filiculoides) sur la fertilisation et le développement d'*oryza sativa* (Riz CB-One) en Côte d'Ivoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24(3): 1155–65.
- Idso S.B., Jackson R.D., Reginato R.J., Kimball B.A. & Nakayama F.S. (1975), The dependence of bare soil albedo on soil water content, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 14(1) : 109–13
- Jabro J. D. (1992). Estimation of saturated hydraulic conductivity of soils from particle size distribution and bulk density data. *Transactions of the ASAE*, 35(2) : 557-560.
- Jagoret, P., Michel-D. I. & Malézieux E. (2011). Long-term dynamics of cocoa agroforests: a case study in central Cameroon. *Agroforestry systems*, 81(3) : 267–278.
- Jean R.A., Kressou A., Djéné K.R & Bony K.Y.(2022). Influence des paramètres physico-chimiques sur la distribution des mollusques aquatiques dans les étangs rizicoles et piscicoles de la ville de daloa (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 35(4): 513–22.
- Jegou M. (2017). Instrumentation au laboratoire et sur le terrain de dispositifs de mesures des propriétés physiques des sols. France. Institut Universitaire de Technologie de Bourges (IUT de Bourges), France, 57 p
- Jouve S., (1984). Caractéristiques hydriques et hydrodynamiques de deux types de sol : andosol et sol brun à caractère antique rapport, Irat réunion. 111 p.
- Keshavarzi Ali., Henry O.T., Ali B. & Duraisamy V. (2018). Eurasian Journal of Soil Science. *Eurasian Journal of Soil Science*, 7(2): 93–102.
- Kouadio K.P., Kouadio E.Y, Konan-K.H.K., Yao Y.P.B. & YAO-K.A. (2010). Caractéristiques morphopédologiques des sols d'Ahoué dans la Sous-Préfecture de Brofodoumé, Sud-Est Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 15(5): 140–50.
- Koko L.K., Kassin K. E., Yoro G., NGoran K. & Yao K.A. (2009). Corrélations entre le vieillissement précoce des cacaoyers et les caractéristiques morphopédologiques dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 24(15): 08–19.

- Legros J. P. (2009). La salinisation des terres dans le monde. *In Proc. Académie des Sciences et Lettres de Montpellier Conférence*, 40(69) : 257-269.
- Ma W., Zhongwang W., Pei W. & Jun A. (2020). Transpiration and evaporation of grassland using land surface modelling. *Hydrological Processes*, 34 (17): 36–68.
- Mohamed A.Z., Yasin O.R., Troy P., Travis B., Colin S.C. & Francesc Ferrer-Alegre. (2021). monitoring water status in apple trees using a sensitive morning crop water stress index. *irrigation and drainage*, 70(1): 27–41.
- Mollet M., Henri T. & Felix Herzog. (2000). Ligneux à Usages Multiples Dans Les Systèmes Agraires Tropicaux: Une Étude de Cas de Côte d’Ivoire| Multipurpose Trees in Tropical Agricultural Systems: A Case Study from Côte d’Ivoire. *Schweizerische Zeitschrift Fur Forstwesen*, 151(10): 64–355.
- N’guessan A.H., N’Guessan K.F., Kouassi K.P., Kouamé N.N. & N’Guessan P.W. (2014). dynamique des populations du foreur des tiges du cacaoyer, *eulophonotus myrmeleon felder* (lépidoptère: cossidae) dans la région du Haut-Sassandra en Côte d’ivoire.” *Journal of Applied Biosciences*, 8(3): 147–.606.
- N’guessan K. & Assidjo N. E. (2021). Modélisation de la croissance de la tomate (*lycopersicum esculentum*) à partir des réseaux de neurones artificiels dans la region de Daloa (Côte d’Ivoire).”*International Journal of Innovation and Applied Studies*, 34(3): 96–.483
- Ndiay P.M., Ansoumana B. & Serigne B. D. (2022). “Paradoxe d’évaporation dans la vallée du fleuve sénégal.” *Physio-Géo. Géographie Physique et Environnement*, 34(17): 67–82.
- Pereira M.M., Clark A.E. & Hench L.L. (1994). Calcium phosphate formation on sol-gel-derived bioactive glasses in vitro. *Journal of Biomedical Materials Research*, 28(6): 98–693
- Pinzón E.C. & Christian S. (2004), “Evaluation of moisture sensitivity of bituminous mixtures by a complex modulus approach”, *Transportation research record*, 1 : 62–67
- Rawls W.J. & Brakensiek D.L. (1982). Estimating Soil Water Retention from Soil Properties.” *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 108(2): 71–.166
- Rouveure R., Antoine M., Myriam C. & Marie O.M. (2003). Méthodes dynamiques de caractérisation physique des sols agricoles à léchelle de la parcelle.*Ingénieries Eau-Agriculture-Territoires*, 15(20): 7–21.
- Tron G., Carole I. & Pierre C. (2013). *La tensiométrie pour piloter les irrigations: une utilisation raisonnée de la ressource en eau*, Educagri éditions, Dijon (France) : 87-239
- Vennetier P., Avenard J.M., Bonvallet J., Latham M., Renard D.M., Richard J. (1976). Aspects

- du contact forêt-savane dans le centre et l'ouest de la Côte-d'Ivoire. Etude descriptive. 1974 (Travaux et Documents, n° 35). *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 29(113) : 106–107.
- Vroh B.T.A., Zoro B.G.B. & Constant Y.A.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*, 23: 311-326.
- Walter C., Antonio B, Claire C., Alexandra L. & Christophe S. (2015). Les services écosystémiques des sols: du concept à sa valorisation. *Cahier Club Déméter*, 15 : 51-68.
- Zhu S, Lizhou W, Ping C. & Jianting Z. (2022). Application of modified iterative method to simulate rainfall infiltration in unsaturated soils. *Computers And Geotechnics* (14) 8: 104-816.

## RESUME

L'agroforesterie est une activité agricole complexe intégrant les arbres aux cultures et à l'élevage du bétail. Cette activité représente une des meilleures solutions pour réconcilier durablement la production agricole et la protection de l'environnement. L'objectif de ce travail est d'évaluer la fertilité physique du sol de la parcelle expérimentale de l'Université Jean Lorougnon Guédé. Pour ce faire, nous avons déterminé les caractères morphopédologiques du sol et les paramètres physiques (granulométrique, la densité apparente et l'évaporation du sol). Les résultats indiquent un sol ferralitique profond, faiblement remanié et rajeuni, à pH peu acide, humifère, poreux (45% à 48%) et peu compact avec une texture sablo-argilo-limoneuse et une structure grumeleuse dans les horizons superficiels. Il possède une bonne capacité de rétention en eau et en air dans les horizons de surfaces. Cependant, les horizons sous-jacents plus en profondeur présentent quelques contraintes liées à la compacité et à la réduction de la teneur de la porosité et de la réserve utile du sol. L'évaporation du sol est plus ou moins forte à cause des facteurs l'influençant qui demeurent complexe. Il est potentiellement apte à l'agriculture et un apport d'éléments fertilisants organiques ou amendement pourrait aider ce sol à mieux se reconstituer physiquement et chimiquement pour une agriculture durable.

**Mots clés :** Caractères morphopédologiques, propriétés physiques, sol ferralitique remanié, agriculture durable

## ABSTRACT

Agroforestry is a complex agricultural activity integrating trees with crops and livestock. This activity represents one of the best solutions for sustainably reconciling agricultural production and environmental protection. The objective of this work is to evaluate the physical fertility of the soil of the experimental plot of the Jean Lorougnon Guédé University. To do this, we determined the morphopedological characters of the soil and the physical parameters (granulometric, apparent density and evaporation of the soil). The results indicate a deep ferralitic soil, weakly reworked and rejuvenated, with a slightly acid pH, humiferous, porous (45% to 48%) and not very compact with a sandy-clay-silty texture and a lumpy structure in the superficial horizons. It has a good water and air retention capacity in the surface horizons. However, the deeper underlying horizons present some constraints related to the compactness and the reduction of the content of the porosity and the useful reserve of the soil. Soil evaporation is more or less strong because of the factors influencing it which remain complex. It is potentially suitable for agriculture and the addition of organic nutrients or amendments could help this soil to better reconstitute itself physically and chemically for sustainable agriculture.

**Key words:** Morphopedological characters, physical properties, reworked ferralitic soil, sustainable agriculture