

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

*Paix-Travail-Patrie*

\*\*\*\*\*

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

\*\*\*\*\*

FACULTE DES SCIENCES  
CENTRE DE RECHERCHE ET DE  
FORMATION DOCTORALE EN  
SCIENCES, TECHNOLOGIE ET  
GEOSCIENCES



REPUBLIC OF CAMEROON

*Peace-Work-Fatherland*

\*\*\*\*\*

THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

\*\*\*\*\*

FACULTY OF SCIENCE

\*\*\*\*\*

POSTGRADUATE SCHOOL OF  
SCIENCES, TECHNOLOGY AND  
GEOSCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE

*DEPARTMENT OF EARTH SCIENCES*

**CARACTERISATION ET EVALUATION DES  
TERRES DES SOLS FERRALLITIQUES POUR LA  
CULTURE DU BLE (*Triticum aestivum*)  
(MBANDJOCK, CENTRE-CAMEROUN)**

Mémoire présenté et soutenu en vue de l'obtention du  
diplôme de master en Sciences de la Terre

Spécialité : Géosciences des Formations Superficielles

Option : Sols, Eau et Sciences Géotechniques

Rédigé et présenté par :

**TAPGA LAMNA ELOUA**

Matricule : 17I2620

*Licencié ès-sciences*

Encadreur :

**TEMGA Jean Pierre**

*Maitre de Conférences*

Université de Yaoundé I



**Année académique 2023-2024**

A

LAMNA

&

HAIDA

## REMERCIEMENTS

Je rends grâce à **Dieu** qui a permis toutes choses favorables pour la bonne réalisation de ce travail. Ce fruit est également l'œuvre d'une action multiple des personnes dont j'ai l'obligation de remercier.

Je dois énormément au Pr **TEMGA Jean Pierre**, qui a accepté d'encadrer ce travail et de se rendre toujours disponible à chaque préoccupation, à ses encouragements et conseils ; je lui témoigne ici ma profonde gratitude. Plus qu'un encadreur, il est un père pour moi, qu'il me soit permis de lui exprimer ma sincère reconnaissance et toute mon admiration.

Je tiens à adresser mes remerciements à tous les corps enseignants du département des Sciences de la Terre, à son chef, Professeur **BISSO Dieudonné** de l'Université de Yaoundé I pour le savoir transmit ainsi que leurs conseils.

Ma reconnaissance va aussi à l'endroit de tous mes aînés académiques spécialement à Monsieur Hamadjida Gouban, Marc EWODO NGAH, Raphael MELDEKE GUIDKAYA, pour leurs disponibilités à chaque préoccupation, leurs orientations et encouragements. Vous tous m'avez marqué positivement. Vous restez un exemple à suivre.

Grand merci à tous mes camarades de promotion pour leurs collaborations, leurs encouragements, leurs suggestions apportées à ce travail. Je pense particulièrement à Ing. YANDA Y. Dilane, KETIEMEN TCHATCHOU Daniel Christian, SONGO Linda Schella, FOGUE GUEMNO Geneviève Danielle, Chris WALTER NGAMY, ADNELIE RACKYDJIM, NTOLO KAMGA Djamila, DJONYANG TCHAKOUNDE Erine Sandra, ABOMBO NGONO Daniel Yves Rodrique, FOSSO NKONTCHOU Claudia, AMANI Napoléon, MBONO Serge. Je vous aime beaucoup, je garderai les souvenirs de tous les moments passés d'apprentissage et des terrains ensembles.

Tous mes remerciements vont aussi à l'endroit de ma grande famille particulièrement à MASSEI Monique dit maman Monique qui n'ont ménagé aucun effort pour assurer mon éducation. Je remercie mon grand frère KOUBGA LAMTOING et sa femme Dr Mai FEGUE Clarisse et toutes les grandes sœurs avec qui j'ai partagé des moments difficiles et biens exaltants.

Enfin, je ne saurais oublier tous mes frères et sœurs en Christ avec nous partageons la foi en Jésus et qui m'ont soutenu dans la prière. Je remercie dont tous ceux, je ne peux citer les noms, que je sais nombreux, et qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, soyez bénis au nom de Jésus Christ.

## TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	iii
TABLE DES MATIERES .....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES .....	viii
LISTE DES ABREVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES .....	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCTION GENERALE .....	1
1.1. Contexte et problématique .....	1
1.2. Structure du mémoire.....	2
CHAPITRE I : GENERALITES ET CADRE NATUREL DE L'ETUDE .....	3
I.1. Sols ferrallitiques.....	3
I.2. Culture du blé .....	8
I.2.1. Origine et historique de blé.....	8
I.2.2. Définition et caractéristique du blé.....	8
I.2.3. Morphologie du blé .....	8
I.2.5. Cycle de développement du blé.....	11
I.2.6. Importance de la culture .....	12
I.2.7. Exigences climatiques du blé.....	13
I.2.8. Exigences édaphiques.....	15
II. Cadre naturel de l'étude .....	15
II.1. Localisation géographique de la zone .....	15
II.2. Climat.....	16
II.3. Végétation .....	17
II.4. Relief.....	18
II.5. Hydrographie.....	19
II.6.1. Lithologie .....	20
CHAPITRE II : METHODE D'ETUDE .....	23

II.1. Méthode d'étude sur le terrain .....	23
II.1.1. Prospection géologique .....	23
II.2.1. Pré-traitement .....	25
II.2.2. Granulométrie.....	25
II.2.3. pH eau et du pH kcl.....	25
II.2.4. Phosphore assimilable .....	26
II.2.5. Conductivité électrique .....	26
II.2.7. Densité apparente .....	27
II.2.8. Bases échangeables .....	28
II.2.9. Azote total .....	28
II.3. Evaluation des aptitudes des terres.....	29
II.3.1. Collecte des données climatiques.....	30
II.3.2. Calcul de l'évapotranspiration (ETo).....	30
II.3.3. Méthodes d'évaluation des terres.....	32
II.3.4. Méthode d'estimation des rendements.....	34
II.3.5. Méthode de classification.....	34
CHAPITRE III : RESULTATS .....	36
III.1. Inventaire cartographique des sols du site .....	36
III.2. Caractéristiques morpho-structurales du sol étudié.....	37
III.2.1. Profil PT1.....	38
III.2.2. Profil PT2.....	39
III.3.3. Profil PT3.....	40
III.3. Caractéristique physico-chimique des sols .....	42
III.3.1. Granulométrie .....	42
III.3.2. pH eau et pH kcl .....	44
III.3.3. Matière organique (MO).....	45
III.3.4. Bases échangeables(S).....	46
III.3.5. Capacité d'échange cationique (CEC).....	47

III.3.7. Phosphore assimilable.....	48
III.3.8. Conductivité électrique .....	48
III.3.9. Azote total et le rapport C/N.....	50
III.4. Caractéristiques de fertilité des sols étudiés. ....	51
III.4.1. Équilibres chimiques Ca/Mg et Mg/K .....	51
III.4.2. Synthèse de la fertilité chimique.....	53
III.4.3. Rapport du potassium et capacité d'échange cationique, K/T (T=CEC) .....	54
III.5. Evaluations des terres et déterminations de leurs aptitudes culturales .....	55
III.5.1. Evaluation climatique .....	55
III.5.2. Aptitude finale des terres pour la culture intensive du blé.....	55
III.5.6. Estimation des rendements de la culture de blé suivant la méthode FAO .....	60
IV.1 Caractères généraux des sols étudiés .....	61
IV.1.1. Caractéristiques morphologiques des sols de Mbandjock .....	61
IV.1.2. Caractéristiques physico-chimiques des sols .....	62
IV.2. Caractéristiques de la fertilité des sols.....	63
IV.3. Aptitude climatique et contraintes de gestions dans Mbandjock.....	63
IV.4. Aptitude des terres de Mbandjock et contraintes de gestions des sols .....	64
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	65
BIBLIOGRAPHIQUE .....	55
ANNEXES.....	I

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.: Classification du blé tendre .....	10
Tableau 2.: Classement de pays producteurs de blé dans le monde .....	13
Tableau 3 : Exigences du blé en somme de températures selon les stades physiologiques.. .....	14
Tableau 4 : Aptitude des terres en fonction de la culture .....	31
Tableau 5 : Niveau de limitation .....	32
Tableau 6 : Les classes d'aptitudes en fonction du nombre et du degré de limitations.....	32
Tableau 7 : Classes d'aptitude en fonction des valeurs paramétriques .....	33
Tableau 8 : Classes d'aptitude des terres en fonction de l'indice de terre.....	34
Tableau 9 : Propriétés physico-chimique des sols étudiés.....	43
Tableau 10 : Rapport K/T des sols dans la zone d'étude.....	55
Tableau 11 : Synthèse de la caractérisation de la fertilité des sols dans la zone d'étude .....	54
Tableau 12 : Aptitudes climatiques du Blé.....	55
Tableau13 : Aptitude pédologique du sol de haut de pente pour une culture intensive du blé .	56
Tableau 14 : Aptitude pédologique du sol de mi- pente pour une culture intensive du blé .....	57
Tableau 15 : Aptitude pédologique du sol de bas de pente pour une culture intensive du blé..	58
Tableau 16 : Récapitulatif des indices climatiques, pédologiques et indices de terres .....	59
Tableau 17 : Estimation des rendements pour la culture du blé dans Mbandjock .....	60

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Répartition des sols ferrallitiques au Cameroun .....	7
Figure 2 : la morphologie de la plante du blé. ....	9
Figure 3 : Structure du grain du blé tendre .....	10
Figure 4 : Cycle de développement de blé .....	12
Figure 5: Carte de localisation de la localité de Mbandjock présentant la zone d'étude.....	16
Figure 6 : Diagramme ombrothermique appliqué aux données climatiques de la station de Mbandjock pour la période allant de 1991 à 2021 .....	17
Figure 7 : Carte du relief de la zone d'étude .....	19
Figure 8 : Carte hydrologie de la zone d'étude .....	20
Figure 9 : Carte géologique de la localité de Mbandjock.....	21
Figure 10 : carte sol de la localité de Mbandjock.....	22
Figure 11 : Carte d'échantillonnage de la zone d'étude .....	24
Figure 12 : Carte de distribution des layons et points de sondages .....	36
Figure 13 : Cartes des unités homogènes de sol .....	37
Figure 14 : Organisation morphologique du profil P1. ....	38
Figure 15 : Organisation morphologique du profil P2. ....	40
Figure 16 : Organisation morphologique du profil P3. ....	41
Figure 17 : Courbe représentatif de la fraction granulométrique dans les profils, profil PT1 (a), profil PT2 (b), profil PT3 (c) .....	44
Figure 18 : Courbe d'évolution de l'acidité dans les profils ; profil PT1 (a), profil PT2 (b), profil PT3 (c) .....	45
Figure 19 : Courbe d'évolution de la MO et du CO dans les profils ; profil PT1 (a), profil PT2 (b), profil PT3 (c).....	46
Figure 20: Courbe d'évolution des bases échangeables dans les profils ; profil PT1 (a), profil PT2 (b), profil PT3 (c) .....	47
Figure 21 : Courbe d'évolution de la capacité d'échange cationique (CEC) dans les profils PT1, PT2, PT3.....	47
Figure 22 : Courbe d'évolution du phosphore assimilable dans les profils PT1, PT2, PT3.....	49
Figure 23 : Courbe d'évolution de la conductivité électrique dans les profils PT1, PT2, PT3 ..	49
Figure 24 : courbe d'évolution de l'azote totale dans les profils PT1, PT2, PT3.....	50
Figure 25 : Courbe d'évolution du rapport C/N dans les profils PT1, PT2, PT3 .....	51
Figure 26 : Equilibre Ca/Mg d'après Martin (1979) en fonction des sols.....	52

Figure 27: Equilibre cationique Mg/K d'après Martin (1979) en fonction des sols..... 53  
Figure 28 : Equilibre azote-pH et échelle de fertilité en fonction des sols..... 54

## LISTE DES ABREVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

<b>FAO</b>	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
<b>FASA</b>	Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles
<b>MINADER</b>	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
<b>WRB</b>	Base de Référence Mondiale pour les ressources en Sols
<b>RSG</b>	Groupe de Référence des sols
<b>RH</b>	Humidité relative
<b>CIC</b>	Centre International du Commerce
<b>INS</b>	Institut Nationale de la Statistique
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>NASA</b>	National Aeronautics and Spaces Administration
<b>PCD</b>	Plan Communal de Développement
<b>USA</b>	Etat Unis d'Amérique
<b>pH</b>	Potentiel Hydrique
<b>MS</b>	Matière sèche
<b>IC</b>	Indice Climatique
<b>CR</b>	Indice Climatique Rajusté
<b>IT</b>	Indice de Terre
<b>IP</b>	Indice Pédologique
<b>CE</b>	Conductivité Electrique
<b>SOSUCAM</b>	Société Sucrière du Cameroun
<b>USBR</b>	United States Bureau of Reclamation
<b>USDA</b>	Département de l'Agriculture des États-Unis

## RESUME

La caractérisation et l'évaluation des terres des sols ferrallitiques pour la culture du blé à Mbandjock avaient pour objectif de caractériser les sols ferrallitiques et d'évaluer leurs classes d'aptitude à la culture intensive de blé. L'étude a été réalisée dans la localité de Mbandjock. La méthode d'étude a consisté tout d'abord à mener sur le terrain les travaux de prospection suivis des analyses des échantillons de sol au laboratoire. Sur le terrain, la description des profils ont été faits. Au laboratoire, les analyses physico-chimiques ont porté sur (Mo, PH, CEC, Nt, P, bases échangeables). Les résultats ont permis de procéder à l'évaluation des terres. Les sols du site ont été étudiés sur trois profils PT1, PT2 et PT3 d'une profondeur allant de 150 cm à 200 cm. La zone d'étude présente les textures suivantes: limoneuse en surface et limono-argileuse en profondeur dans le profil PT1; limono-sablo-argileuse en surface et argileuse en profondeur dans le profil PT2; limoneuse au sommet et limoneux-argileuse en profondeur dans le profil PT3. La structure est grumeleuse en surface et massive en profondeur dans le profil PT3, et massive sur les profils PT1 et PT2. L'acidité est très forte dans les profils PT1 et PT2 et moyen dans les profils PT3. La matière organique et le carbone organique sont faibles à très élevés. Le complexe absorbant montre une CEC moyenne sur les trois profils et la somme des bases échangeables est moyenne à forte dans la zone d'étude. Le rapport C/N des sols étudiés est supérieur à 25 dans le profil PT1 et PT2 puis inférieur à 25 dans le profil PT3. L'azote est très élevé à moyen dans les trois profils. Le phosphore assimilable varie de très faible à faible dans les trois profils. Le taux de saturation est oligosaturé à mesosaturé dans les trois profils. Les sols de la zone d'étude ont une fertilité chimique faible à moyenne dans les trois profils. La culture du blé a des exigences d'ordre pédoclimatique. L'évaluation climatique présente une aptitude marginale (S3p) avec des limitations sévères. Les sols identifiés présentent une inaptitude actuelle à permanente (N1/N2f), avec des limitations très sévères mais corrigibles au niveau des profils PT1 et PT2 ; une aptitude marginale à inaptitude (S3/N), avec des limitations sévères au niveau du profil PT3. Les principales contraintes liées à la production sont d'ordre climatique à savoir les précipitations moyennes annuelles ; d'ordre pédologique dues aux caractéristiques de fertilité (le pH du milieu). Une gestion adéquate de la fertilité de ces sols, nécessite de redresser l'acidité du milieu en y apportant de la chaux agricole, la matière organique pour les trois profils.

**Mots clés :** Cameroun, Mbandjock, sols ferrallitiques, blé, fertilité.

## ABSTRACT

The aim of the characterisation and evaluation of ferralitic soils for wheat cultivation in Mbandjock was to characterise ferralitic soils and evaluate their suitability classes for intensive wheat cultivation. The study was carried out in the locality of Mbandjock. The study method consisted firstly of field surveys followed by laboratory analysis of soil samples. In the field, profiles were described. In the laboratory, physico-chemical analyses were carried out on (Mo, PH, CEC, Nt, P, exchangeable bases). The results were used to evaluate the soil. The soils on the site were studied in three profiles, PT1, PT2 and PT3, at depths ranging from 150 cm to 200 cm. The study area has the following textures: silty at the top and silty-clayey at depth in profile PT1; silty-sandy-clayey at the surface and clayey at depth in profile PT2; silty at the top and silty-clayey at depth in profile PT3. The structure is lumpy at the surface and massive at depth in profile PT3 and massive in profiles PT1 and PT2. Acidity is very high in profiles PT1 and PT2 and medium in profile PT3. Organic matter and organic carbon are low to very high. The absorbent complex shows an average CEC in the three profiles and the sum of exchangeable bases is average to high in the study area. The C/N ratio of the soils studied is above 25 in profiles PT1 and PT2 and below 25 in profile PT3. Nitrogen is very high to medium in all three profiles. Assimilable phosphorus varied from very low to low in the three profiles. The saturation level was oligosaturated to mesosaturated in all three profiles. The soils in the study area have low to medium chemical fertility in all three profiles. Wheat cultivation has soil and climate requirement. The climatic assessment shows marginal suitability (S3p) with severe limitations. The soils identified show current to permanent unfitness (N1/N2f), with very severe but correctable limitations in profiles PT1 and PT2; marginal to unfitness (S3/N), with severe limitations in profile PT3. The main constraints on production are climatic, i.e. average annual rainfall; and pedological, due to the fertility characteristics (pH of the environment). Appropriate management of the fertility of these soils requires correcting the acidity of the environment by adding agricultural lime and organic matter for the three profiles.

**Key words:** Cameroon, Mbandjock, ferralitic soils, wheat, fertility

## INTRODUCTION GENERALE

### 1.1. Contexte et problématique

Depuis quelques années, les importations de blé augmentent rapidement dans la plupart des pays d'Afrique. En s'adressant aux pays céréaliers de la zone tempérée, les Etats africains dépendent de pays qui sont déjà leurs fournisseurs de produits manufacturés (BOUTRAIS, 1982). Ainsi, selon les données chiffrées du Centre International du Commerce (CIC), le Cameroun a dépensé plus de 548 milliards de FCFA pour les importations du blé au cours de la période 2012-2017. En 2020 seulement, le pays a importé 860000 tonnes pour un coût de 156 milliards de FCFA. En 2021, le chiffre avait augmenté à 30000 tonnes en glissement annuel (INS, 2022). A en croire le ministère du Commerce et les opérateurs de la filière, les importations ont atteints près de 900000 tonnes en 2022. Le blé est la troisième céréale la plus consommée au Cameroun après le maïs et le riz. De tout ce qui précède, il en découle une évolution rapide des importations en blé par l'Etat du Cameroun en provenance des pays Européens avec le temps pour subvenir au besoin de sa population.

Depuis la venue du conflit Russie-Ukraine (qui sont respectivement le 3ème et 8ème producteur de blé au monde) le Cameroun rencontre une hausse de prix en farine de blé sur le marché dû à la fermeture des frontières par l'Ukraine. Pour pallier à ce problème, le MINADER a lancé des essais pour la culture de blé dans différentes zones du pays ; Notamment dans l'Adamaoua à Wassande, dans l'Ouest à Bangourain, Bangoua et Bansoa. Cependant, ces études n'ont pas encore été faites dans la zone du Centre du pays, alors qu'il existe une multitude de savanes vierge dans cette partie du territoire ainsi qu'un réseau hydraulique favorable.

En Afrique plus précisément dans la Région du Centre au Cameroun, la production agricole est particulièrement dépendante des caractéristiques des terres. Cependant, les connaissances actuelles sur les caractéristiques des sols ne permettent pas d'effectuer un bon usage des terres et de bonnes recommandations des spéculations appropriées. Il est donc nécessaire d'évaluer l'aptitude des terres pour garantir leur meilleure utilisation (Morelle et Lejeune, 2000). En outre, l'aptitude des terres renvoie à leur mise en valeur agronomique caractérisé par leur potentialité intrinsèque d'où découlent leur caractéristiques climatiques et pédologiques (Certu, 2013).

Au Cameroun, la Base de Référence Mondiale pour les ressources en Sols (WRB) reconnaît 18 groupes de sol de référence identifiés. La ferrallitisation est le processus majeur

(Martin et Segalen, 1966). L'examen de diverses cartes pédologiques montre que les sols ferrallitiques y sont très largement dominants (Segalen, 1994). Il faut cependant noter que les sols ferrallitiques s'étendent du parallèle 2 au parallèle 7°N (Humbel, 1974) où ils représentent près des 2/3 du pays (Temgoua, 2002). Ils sont surtout observés dans les régions du Centre où ils sont les plus dominants, Sud, Littoral, Est, Ouest, Sud-ouest et Adamaoua. Ce n'est qu'au-delà de 8° latitude Nord que ces sols disparaissent brutalement (Brabant et Gavaud, 1985). Face à toutes ces ressources disponibles dans le milieu, il est important de vulgariser la culture du blé dans cette zone afin de subvenir aux besoins alimentaires de la population Camerounaise.

L'objectif principal est de caractériser les sols ferrallitiques sous savanes humides afin de déterminer leurs aptitudes à la culture de blé.

Pour atteindre cet objectif général, il faudra :

- identifier les caractères morphologiques des sols étudiés ;
- déterminer les caractères physico-chimiques de ces sols ;
- évaluer leurs aptitudes pour la productivité de la culture du blé ;

## **1.2. Structure du mémoire**

Ce travail, en plus d'une introduction générale et d'une conclusion générale, comporte quatre chapitres :

Le chapitre I présente les généralités et le cadre naturel de l'étude ;

Le chapitre II présente la méthode d'étude ;

Le chapitre III analyse des résultats obtenus ;

Le chapitre IV interprète et discute les résultats.

## **CHAPITRE I : GENERALITES ET CADRE NATUREL DE L'ETUDE**

Ce chapitre présentera les généralités sur les sols ferrallitiques, la culture du blé, les paramètres qui conditionnent la culture du blé et les caractéristiques du cadre naturel de l'étude.

### **I.1. Sols ferrallitiques**

#### **I.1.1. Définition et conditions de formation**

Le terme « Sols ferrallitiques » a été développé pour la première fois par Aubert et Duchaffour en 1957 pour désigner des sols qui se développent dans les parties humides de la zone intertropicale sous l'influence d'une pluie tombant sur des roches quelconques, et sous une végétation de forêt primaire (ombrophile ou semi-décidue) (CPCS, 1967). Les sols ferrallitiques résultent d'une « altération très poussée » des minéraux due à l'hydrolyse totale définie par l'évacuation des bases et de la silice conduisant à une accumulation relative d'oxyhydroxydes de fer et/ou d'alumine (Pedro, 1979). Ils sont dominés par la kaolinite, considérée comme le constituant caractéristique de ces sols (Falindirina, 2010).

Le processus de ferrallitisation donne des produits nettement différenciés, en fonction des roches mères et des situations topographiques (Rougerie, 1978). En plus du relief et de la nature lithologique. La formation des sols ferrallitiques peut également être régie par le climat, le temps et les organismes vivants (Falindirina, 2010). Les minéraux primaires, à l'exception des plus stables (quartz, rutile, zircon...), sont complètement détruits (Référentiel pédologique, 2008), et lorsqu'une partie de la silice se combine à l'alumine, il se forme de la kaolinite (Onguene Mala, 1993). L'halloysite et la métahalloysite peuvent parfois être présentes dans les horizons de certains sols ferrallitiques, où ils sont les indices d'une transformation incomplète des minéraux altérables sur des matériaux volcaniques (Référentiel pédologique, 2008). Le mélange kaolinite, gibbsite et oxydes de fer donne généralement naissance à un horizon d'accumulation B oxique de teinte vive. Si le milieu est fortement oxydant, le fer s'accumule surtout sous forme d'oxyde (hématite) ou d'hydroxyde (goethite) (Segalen, 1994). Selon les conditions du milieu dans lequel on se trouve, la présence des sesquioxydes métalliques, principalement le fer et l'aluminium se traduit par des accumulations ferrugineuses fines ou grossières continues et discontinues (Référentiel pédologique, 2008). Il s'agit notamment des nodules, des cuirasses ou carapaces, qui, ultérieurement peuvent être détruites.

La coloration de ces sols en rouge ou en jaune est due non seulement aux teneurs en hématite ou en goethite, mais aussi à la topographie et à la pluviométrie. C'est à partir des minéraux primaires difficilement altérables noyés dans de la kaolinite, des oxydes et des hydroxydes, que va s'organiser par la formation d'horizons, le sol ferrallitique.

### **I.1.2. Caractères généraux des sols ferrallitiques**

Les sols ferrallitiques présentent un nombre de caractères variables notamment sur les plans morphologique, physico-chimique, minéralogique et géochimique.

### **I.1.3. Caractères morphologiques**

Les sols ferrallitiques se caractérisent par une faible différenciation verticale des horizons et la présence d'un horizon fortement microagrégé et une profondeur importante (Brossard et Barcellos, 2005). Ce sont des sols à profils très épais, qui obéissent à une nomenclature de type A B C (Segalen, 1994). La coloration est généralement homogène, selon la nature des oxydes et hydroxydes dominants, les teintes varient du rouge violacé très foncé parfois presque noir, et plus rarement au jaune (Référentiel pédologique, 2008). Leur structure est fragile et diversifiée en éléments nettement individualisés, généralement assez fins, polyédriques ou grumeleux, qui peut être parfois grenue fine, ou très fine, voire particulière (Référentiel pédologique, 2008).

Au microscope, ils présentent des propriétés qui varient à la fois verticalement et latéralement le long des profils avec des degrés variables de microstructures et des caractéristiques micropédologiques (Pacheco et al., 2018). Les traits les plus fréquemment observés sont: le fond matriciel généralement porphyro-squelettique composé des squelettes, des plasmas (rouge, rouge-sombre, brun à brun-rouge) et des vides (fentes et cavités); les traits pédologiques, représentés par les nodules et les cutanes d'illuviation (ferriargilanes et les pédotubules ou agrotobules) (Muller, 1977; Yongue, 1986). Dans ces sols, les orientations plasmiques sont toujours assez abondantes (Beaudou et al., 1977). Leur microstructure est très nette et représentée par des microagrégats de forme sphérique de 100 à 200  $\mu\text{m}$  de diamètre (Balbino et al., 2001). Les horizons à accumulation d'éléments grossiers ferrugineux de certains de ces sols se distinguent par une illuviation importante d'argile visualisées par de nombreuses cutanes (Beaudou, 1972).

#### **I.1.4. Caractères Physico-chimiques**

Les propriétés physico-chimiques des sols ferrallitiques sont étroitement dépendantes des charges de surface de la phase solide (Balbino et al., 2002). Ils ont une texture toujours plus légère en surface généralement argilo-sableuse, et rarement argileuse en profondeur (Humbel, 1974). La teneur en argile est en règle générale très peu variable dans le profil, mais en revanche varie largement entre les sols ferrallitiques de 6 à 83 % dans l'horizon B microagrégé (Brossard et Barcellos, 2005). Les teneurs en matière organique de ces sols sont faibles (2 à 4%) avec des rapports C/N élevés (15 à 18) en surface (Humbel, 1974); une CEC variable, mais généralement basse ou très basse; un pH acide ou très acide; un taux de saturation faible ou moyen (Référentiel pédologique, 2008). Ce taux varie de moins de 1 méq à plus de 12 méq/100 g de sol. La somme des cations échangeables est comprise entre 1 et 12 méq/100g de sol (Segalen, 1994). Les teneurs en limons varient de 1 à 23% (Balbino et al., 2002).

#### **I.1.5. Caractères minéralogiques et géochimiques**

Des analyses minéralogiques, et géochimiques révèlent que les sols ferrallitiques sont composés de: minéraux argileux notamment la kaolinite qui constitue l'élément majeur de ces sols (Falindirina et al., 2010); l'halloysite parfois moins fréquente car elle est liée à des climats très humides et à des roches particulières (Segalen, 1994); la métahalloysite issue de la déshydratation de l'halloysite. Dans certains sols ferrallitiques, il est parfois possible d'observer d'autres argiles comme l'illite dans les sols dérivés de granite et de roches métamorphiques; les vermiculites; la chlorite; l'allophane (et imogolites) dans les sols dérivés de cendres volcaniques ou saupoudrés par celles-ci (Boissezon et al., 1973).

Les hydroxydes d'aluminium comme la gibbsite lorsque le drainage est bon et/ou le temps d'altération très long avec évacuation de l'acide silicique; la boehmite, beaucoup moins fréquente que la gibbsite, elle apparaît dans certaines cuirasses et s'observe surtout dans les sols ferrallitiques dérivés de roches calcaires (Beling, 1972).

Les sesquioxydes de fer (oxydes et hydroxydes): l'hématite qui tend à colorer les sols en rouge; la goethite issue de l'hydratation de l'hématite. Dans certains sols ferrallitiques rouges, les teneurs en goethite peuvent être supérieures à celles de l'hématite, toutefois, la présence des oxydes de titane, et de manganèse peut également être décelée dans ces sols

(Segalen, 1994). Les minéraux altérables (amphibole, pyroxène, péridots, biotite, muscovite...)

Les minéraux non altérables (quartz, rutile, zircon, ...) peuvent figurer dans ces sols en quantité variable (Segalen, 1994).

### **I.1.6. Classification de sols ferrallitiques**

Segalen (1994) regroupe les sols ferrallitiques en plusieurs catégories:

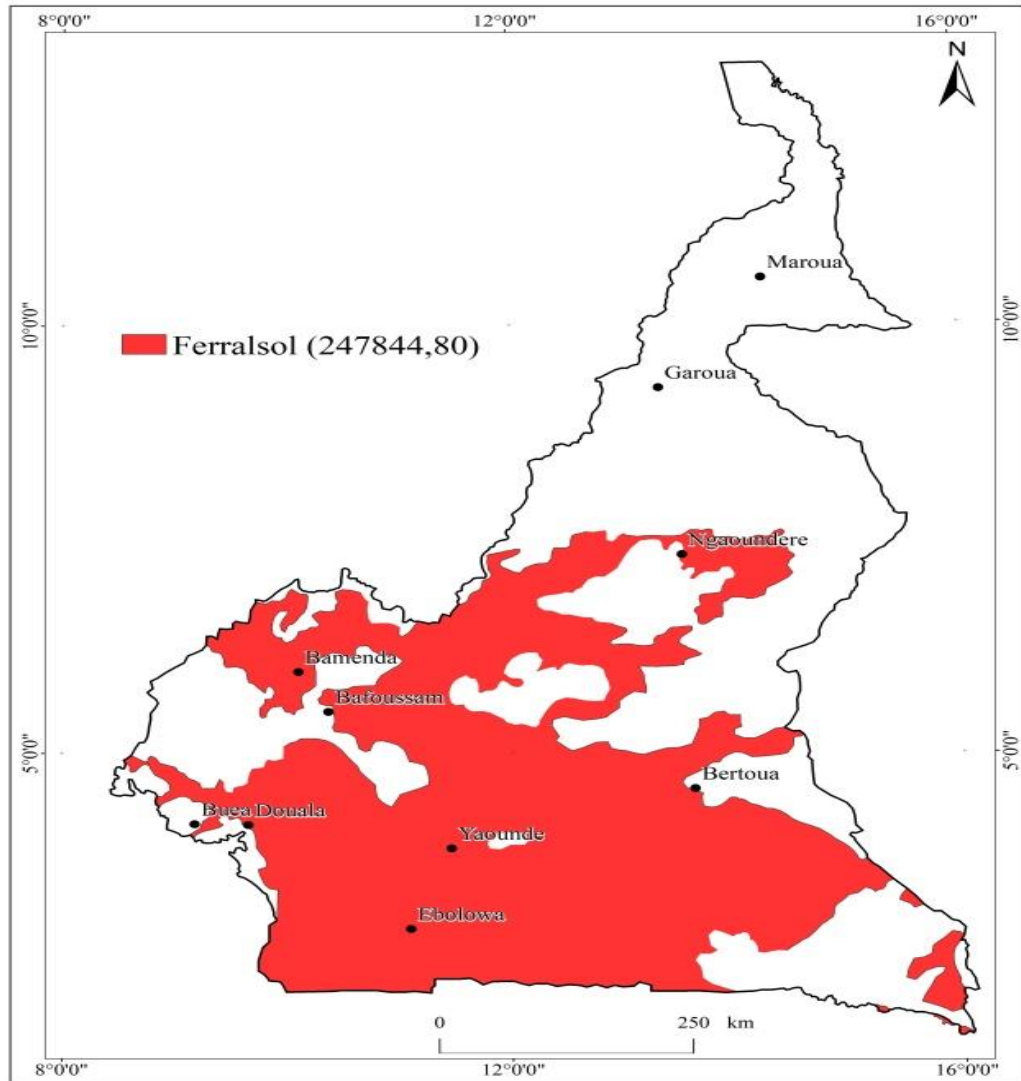
- les sols ferrallitiques rouges;
- les sols ferrallitiques jaunes;
- les sols ferrallitiques bruns;
- les sols ferrallitiques indurés;
- les sols ferrallitiques remaniés;
- les sols ferrallitiques humifères;
- les sols ferrallitiques lessivés;
- les sols ferrallitiques typiques.

Il ressort que le regroupement de ces sols est basé sur plusieurs critères tels que la couleur, l'évolution, le remaniement, l'accumulation de la matière organique et la morphologie.

### **I.6.7. Répartition des sols ferrallitiques.**

Les sols ferrallitiques occupent pratiquement toute la ceinture chaude et humide du globe, donc ils se trouvent principalement entre les tropiques (Boyer, 1982). Ils ont une extension géographique extrêmement importante dans la zone tropicale humide, leur superficie mondiale estimée à 750 millions d'hectares (WRB, 2014). Ils sont observés en Afrique (où ils représentent environ 10% des sols du continent (Jones et al., 2015)), à Madagascar, en Amérique du Sud ou centrale, dans le Pacifique, en Australie et en Asie (Référentiel pédologique, 2008). Au Cameroun, la ferrallitisation est le processus majeur (Martin et Segalen, 1966). L'examen de diverses cartes pédologiques montre que les sols ferrallitiques y sont très largement dominants (Segalen, 1994). Il faut cependant noter que les sols ferrallitiques s'étendent du parallèle 2 au parallèle 7°N (Humbel, 1974) où ils représentent près des 2/3 du pays (Temgoua, 2002). Ils sont surtout observés dans les régions du Centre où ils sont les plus dominants, du Sud, de Littoral, de l'Est, de l'Ouest, du Sud-

ouest et de l'Adamaoua. Ce n'est qu'au-delà de 8° latitude Nord que ces sols disparaissent brutalement (Brabant et Gavaud, 1985).



**Figure 1** : Répartition des sols ferrallitiques au Cameroun (Géonès 2013).

## **I.2. Culture du blé**

### **I.2.1. Origine et historique de blé**

Trois céréales, le blé, riz et maïs, constituent la base alimentaire des populations du globe. Durant le développement de la civilisation Indo-Européenne, le blé est devenu la principale céréale des peuples occidentaux sous climat tempéré (Henry et De buyser, 2001). On distingue deux espèces de blé : le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) (Kellil, 2010). Ces deux espèces, se différencient par la friabilité de l'amande. L'amande du blé tendre est blanche et friable, tandis que celle du blé dur est jaune et plus dure.

Le blé tendre est apparu entre 5000 et 6000 ans avant le présent dans le croissant fertile puis s'est dispersé à partir de la Grèce en Europe. C'est à partir de cette zone que les blés ont été diffusés vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe. La route la plus ancienne de diffusion des céréales vers les pays du Maghreb fut à partir de la péninsule Italienne et de la Sicile (Bonjean, 2001, In boulal et al., 2007).

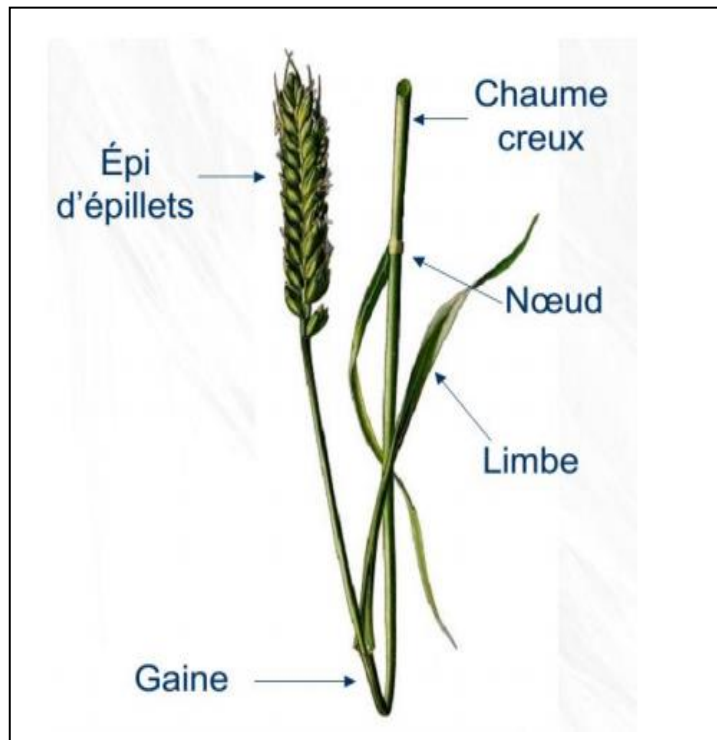
### **I.2.2. Définition et caractéristique du blé**

Le blé appartient au genre *Triticum* de la famille des *Gramineae*. C'est une plante herbacée annuelle, monocotylédone, formée d'un chaume portant un épi constitué de deux rangées d'épillets sessiles et aplatis. Les fleurs de cette plante sont nombreuses, petites et peu visibles. Elles sont groupées en épis situés à l'extrémité des chaumes. La fleur est cléistogame, c'est-à-dire qu'elle reste fermée, la pollinisation s'effectuant par autogamie qui est le mode de reproduction le plus fréquent chez les blés. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscent (qui ne s'ouvre pas), appelé caryopse, constitué d'une graine (composée d'un embryon et d'un tissu de réserve constitué de 70% d'amidon et 15% de gluten) et de téguments. Les principaux caractères des espèces de blé que l'homme a cherché à sélectionner sont : la robustesse de l'axe de l'épi (qui ne doit pas se casser lors de la récolte), la séparation facile des enveloppes du grain, la grande taille des grains et la compacité des épis (plus maniable que l'épi lâche), mais également la productivité et la résistance au froid ou aux maladies. (Boussac et al., 2012)

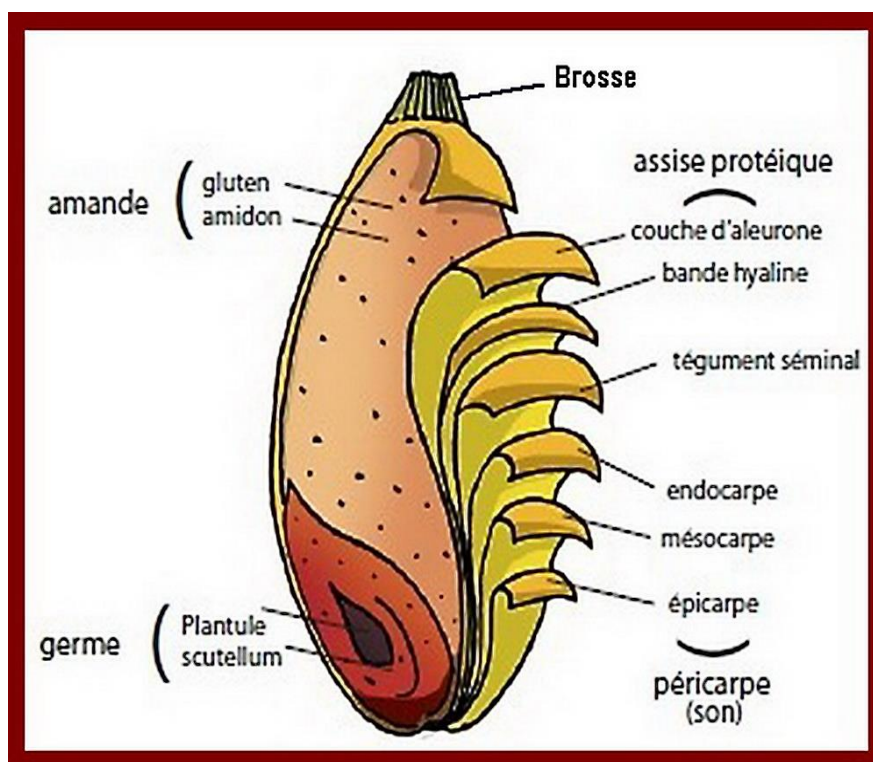
### **I.2.3. Morphologie du blé**

Le blé développe en général plusieurs tiges sous forme de talles qui peuvent atteindre 1 à 1.5 m de hauteur. Physiologiquement, le grain du blé est un caryopse blanc ou roux, ovoïde,

pesant de 35 à 45 mg (le grain est soudé aux parois de l'ovaire) jouant le rôle d'un fruit renfermant une graine, (cotylédon qui représente 82 à 85% du grain). (Godon, 1991) L'espèce *Triticum vulgare* est composée de trois parties essentielles (l'enveloppe, l'amande farineuse et le germe). Chacune de ces parties est formée de réseaux très complexes qui font encore l'objet de nombreuses recherches (Cheftel & Cheftel, 1977). Le germe qui donne la plantule, l'amande appelée endosperme ou albumen, tissu de stockage qui fournit au germe les réserves nécessaires pour sa croissance et les enveloppes protectrices sont composées par la paroi de la graine (testa) et par la paroi du fruit (péricarpe) (Doumandji et al., 2003).



**Figure 2** : la morphologie de la plante du blé.



**Figure 3** : Structure du grain du blé tendre

#### **I.2.4. Classification générale du blé tendre**

On désigne sous l'appellation céréales différentes espèces de plantes appartenant à l'embranchement des phanérogames (règne végétal) renfermant des plants dont les organes reproducteurs sont apparents, au sous-embranchement des angiospermes regroupant les plantes à fleurs et à fruits typiques et aux monocotylédones. Le blé tendre appartient à la classification illustrée dans le tableau I (Doumandji et al., 2003).

**Tableau 1** : Classification du blé tendre. (Doumandji et al., 2003)

Règne:	Plantae (Règne végétale)
Division:	Magnoliophyta (Angiospermes)
Classe:	Liliopsida (Monocotylédons)
S/Classe:	Commelinidae
Ordre:	Poale
Famille:	Poaceae (ex Graminées)
S/Famille:	Triticeae
Tribu:	Triticeae (Triticées)
S/Tribu:	Triticinae
Genre:	Triticum
Espèce:	Triticum aestivum L. ou Triticum vulgare

### **I.2.5. Cycle de développement du blé**

Le cycle de production du blé varie entre 90 et 100 jours. Les principales phases de développement de culture de blé sont : la phase germination-levée, la phase levée-tallage, la phase montaison – gonflement, la phase épiaison – floraison, la formation des graines.

**La phase germination-levée :** c'est le passage de la semence de l'état de la vie lente à l'état de la vie active, on parlera de la levée lorsqu'un certain nombre des plantes seront sortis de terre (Gate, 1995), durant cette première phase ; le blé est très sensible aux conditions climatiques. Les principaux facteurs édaphiques qui interviennent dans la réalisation de cette phase sont, la chaleur, l'aération et l'humidité (Eliard, 1979).

**La phase levée-tallage :** la production de talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille (Moule, 1971). Il comprend 03 processus : formation du plateau du tallage, émission des talles et sorties des nouvelles racines. Le nombre de talles produites dépend de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis. (Masle-Meynard, 1980).

**La phase montaison – gonflement :** elle se manifeste à partir du stade épi 1 cm et se traduit par l'élongation du premier entre- nœud et la formation des ébauches d'épillet dans le tiers inférieur du futur épi. Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus. (Clement-Grancourt et Prats, 1971).

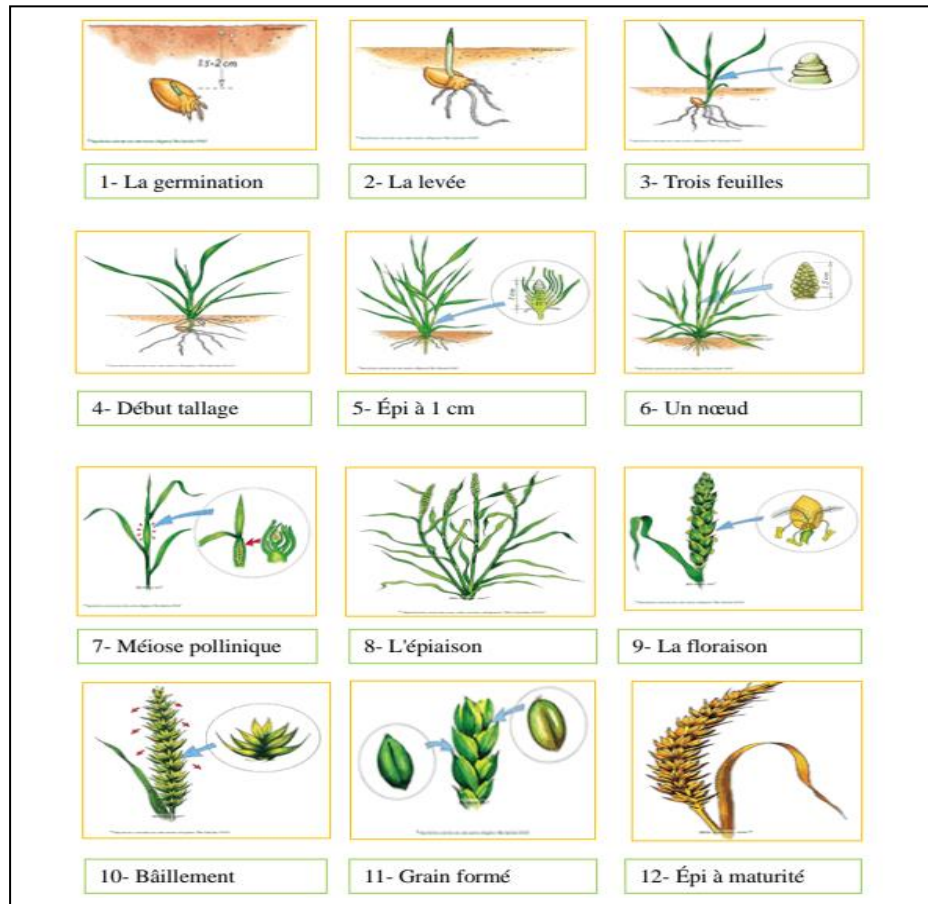
**La phase épiaison – floraison :** elle est marquée par la méiose pollinique et l'éclatement de la gaine avec l'émergence de l'épi. C'est au cours de cette phase que s'achève la formation des organes floraux (l'anthèse) et s'effectue la fécondation. Cette phase est atteinte quand 50 % des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille (Gate, 1995).

**La formation des graines :** après fécondation l'évolution des graines se fait en trois étapes (Gate, 1995) :

**1<sup>er</sup> étape :** multiplication cellulaire intense permettant l'augmentation du poids des graines.

**2<sup>eme</sup> étape :** le poids de l'eau dans les graines devient constant c'est le pallier hydrique.

**3<sup>eme</sup> étape :** dessiccation des grains. Elle se réalise par la diminution du poids de l'eau et stabilisation de la matière sèche.



**Figure 4 :** Cycle de développement de blé (Soltner, 2005).

## I.2.6. Importance de la culture

### I.2.6.1. Dans le monde

Il existe de nombreuses espèces de blé dont les deux principalement cultivées sont le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*). En 2010, les principales utilisations de ces cultures étaient en alimentation humaine (farines, semoules, etc) pour 69,25%, en alimentation animale pour 18,07%, en tant que semence pour 9,75% et en applications industriels (amidonnerie, glucoserie, etc) pour 2,93%. Le blé représentait alors la quatrième culture de la planète avec près de 653,6 millions de tonnes produites, la troisième plus importante culture céréalière au monde après le maïs et le riz, et enfin la culture la plus répandue sur Terre avec 217,2 millions d'hectares récoltés (Fao stat, 2010). Les pays de la méditerranée produisent près de 50 % de la production mondiale, l'Italie et la France viennent en premier rang. Le Canada est le premier pays américain producteur du blé dur. Une partie non négligeable de la production mondiale est concentrée dans les pays du Maghreb, la Turquie

et la Syrie. La production mondiale de blé s'élève environ 774,83 millions de tonnes (USDA, 2022).

**Tableau 2** : Classement de pays producteurs de blé dans le monde (FAO, 2022)

<b>PAYS</b>	<b>PRODUCTION DE BLE EN MILLIONS DE TONNES</b>
<b>Chine</b>	<b>130</b>
<b>Inde</b>	<b>100</b>
<b>Russie</b>	<b>72</b>
<b>Etats-Unis</b>	<b>51</b>
<b>France</b>	<b>36</b>

### **I.2.6.2. Au Cameroun**

Selon le dernier rapport sur << le Commerce Extérieur du Cameroun (CEC) >>, publié par l'Institut National de la Statistique (INS), le pays a importé une cargaison totale de 966400 tonnes de blé en 2021. Ce qui correspond à une augmentation de 106400 tonnes (+12,3%) par rapport aux 860000 tonnes de cette céréale importée au cours de l'année 2020. Ces importations ont imposé au Cameroun d'expatrier une enveloppe de 1827 milliards de FCFA, contribuant ainsi non seulement à creuser le déficit commercial du Cameroun, estimé à 1478 milliards de FCFA en 2021 (+7,5%).

### **I.2.7. Exigences climatiques du blé**

Un bon comportement de la culture durant tout son cycle de développement sera conditionné par certains facteurs qui impactent sur le rendement et parmi les exigences on peut citer :

#### **I.2.7.1. Température**

La majorité des variétés peuvent supporter un gel modéré pendant l'hiver si la plante est suffisamment développée. Par contre le blé ne supporte pas les fortes températures et les déficits hydriques en fin de cycle pendant le remplissage du grain. En effet, la température conditionne à tout moment la physiologie du blé. Une température supérieure à 0°C (le zéro de végétation) est exigée pour la germination, cependant l'optimum de croissance se situe entre 20

et 26°C. Un abaissement de la température pendant l'hiver est nécessaire à certaines variétés dite d'hiver, cette exigence conditionne la montaison et la mise à fleur.

**Tableau 3** : Exigences du blé en somme de températures selon les stades physiologiques. (Boudrai et Ben Mabrouk, 2007).

Phases	Somme des températures (C°)
Semis levée	150
Levée fin tallage	500
Montaison floraison	850
Floraison maturation	850
Semis maturation	2350

### I.2.7.2. Eau

L'eau joue un rôle important dans la croissance de la plante, la germination ne se réalise qu'à partir d'un degré d'imbition d'eau de 30%. En effet, C'est durant la phase épi 1Cm à la floraison que les besoins en eau sont les plus importants. La période critique en eau se situe entre 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison. C'est pour ça que le semis est toujours recommande en culture pluviale. Pour assurer un rendement intéressant, le blé a besoin de 550 à 600 mm de pluie, selon le climat et la longueur du cycle végétatif. Les besoins en eau de la culture du blé varient comme suit :

- durant la phase (épis 1 cm- 2 nœuds), d'une durée de 20 à 25 jours, elle est de 60 mm
- Durant la phase (2 nœuds- floraison), d'une durée de 30 à 40 jours, elle est de 160 mm
- durant la phase (floraison - grain laiteux), d'une durée de 20 à 25 jours, elle est de 140 mm
- durant la phase (grain laiteux – maturité), d'une durée de 15 à 20 jours, elle est de 90 mm

L'excès d'humidité a une action néfaste sur la germination, ainsi que pour le développement du système racinaire.

Un climat relativement sec convient le mieux à la production du blé dur, et cela plus exactement pendant la maturation du grain (il lui confère une grande vitrosité). Le blé comme

toute plante a besoin d'eau le long de son cycle de développement. La quantité d'eau est estimée est de 580mm/an, pour une culture qui produit 48 quintaux de grains/ha.

### **I.2.7.3. Lumière**

Le blé est une plante à jour long, il a besoin de lumière pour assurer un bon tallage qui sera déterminant pour la plante lors de l'élaboration du rendement. Une certaine durée de jour est nécessaire pour la réalisation de l'épiaison, l'intensité de la photosynthèse et la résistance des tiges. Le rendement est directement influencé par la lumière (Soltner, 1999).

### **I.2.8. Exigences édaphiques**

Le blé exige un sol bien préparé, meulé et stable, résistant à la dégradation par les pluies d'hiver pour éviter l'asphyxie de la culture et permettre une bonne nitrification au printemps. Sur une profondeur de 12 à 15cm pour les terres battantes (limoneuses en générale) ou 20 à 25 cm pour les autres terres et une richesse suffisante en colloïdes, afin d'assurer la bonne nutrition nécessaire aux bons rendements. Particulièrement un sol de texture argilo-calcaire argilo limoneux, argilo-sableux ne présentant pas de risques d'excès d'eau pendant la saison sèche. Les séquences de travail du sol à adopter doivent être fonction du précédent cultural, de la texture du sol, et de la pente.

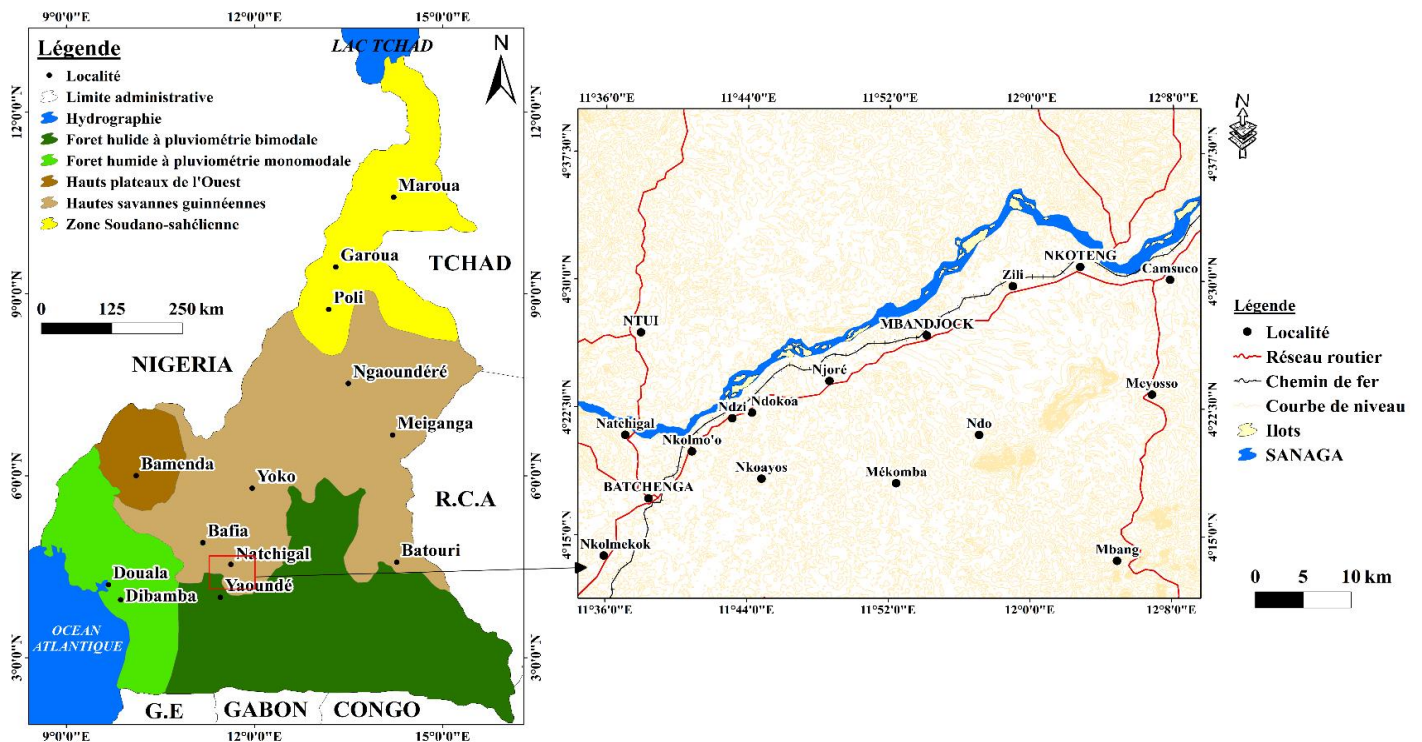
Le pH optimal se situe dans une gamme comprise entre 6 et 8. La culture de blé est modérément tolérante à l'alcalinité du sol dont la C.E.

## **II. Cadre naturel de l'étude**

### **II.1. Localisation géographique de la zone**

La zone d'étude est localisée dans la commune de Mbandjock, département de la Haute Sanaga, région du centre. Le site de l'étude est localisé entre 4°7'30'' et 4°35'45''N et entre 11°42'30'' et 12°0'20''E.

Mbandjock est situé sur le plateau du Sud-Camerounais avec une altitude moyenne de 600 à 700m. Elle s'étant sur une superficie de 889km<sup>2</sup> (Fig.5) de part et d'autre de la route nationale N°1 à environ 100km au Nord de Yaoundé. Elle est limitée au Sud par Batchenga, au Nord par Nkoteng, à l'Est par Esse et à l'Ouest par Ntui.



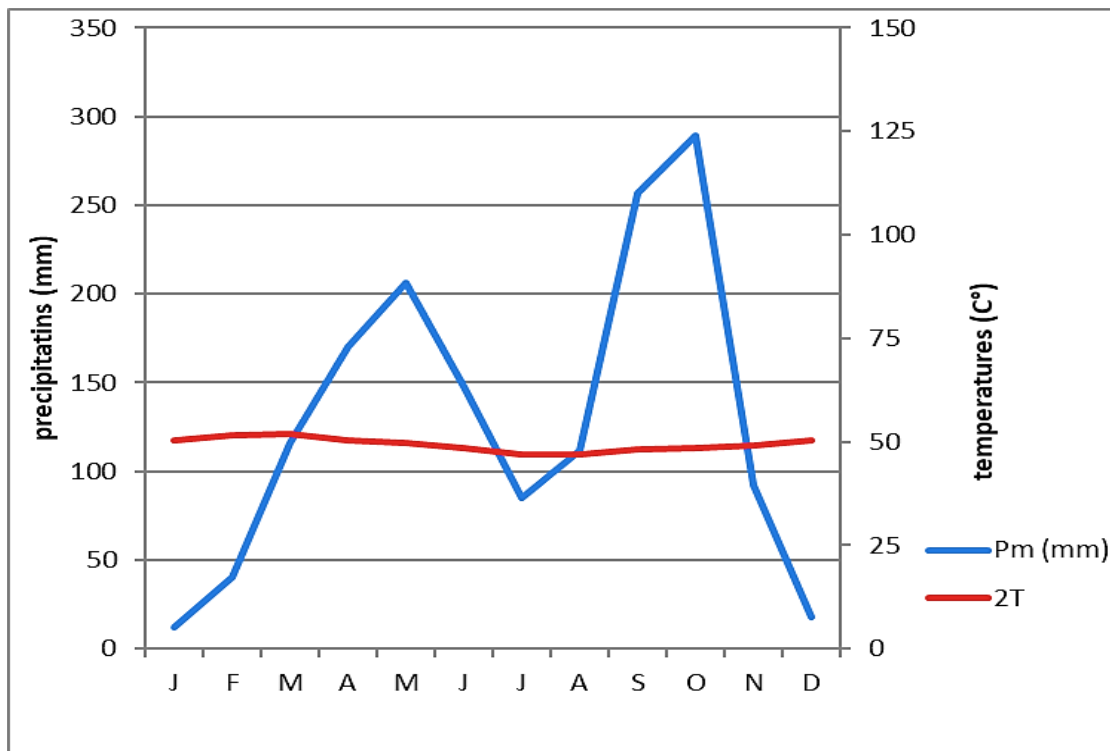
**Figure 5:** Carte de localisation de la localité de Mbandjock présentant la zone d'étude (Extrait du SRTM).

## II.2. Climat

Le climat de Mbandjock est de type équatorial humide. Il connaît quatre saisons dont deux sèches (une grande et une petite) et deux saisons de pluies (une grande et une petite) qui sont réparties tout au long de l'année ainsi qu'il suit (Fig.5) :

- Mi-août – mi-novembre (03 mois) : Représente la grande saison de pluie, cette période est qualifiée de grand non par sa durée (qui d'ailleurs est très courte) mais par l'abondance et l'intensité des précipitations.
- Mi-juin – mi-juillet (01 mois) : petite saison sèche,
- Mi-mars – mi-mai (02 mois) : petite saison de pluies,
- Mi-novembre – mi-mars (04 mois) : grande saison sèche. Cette saison se caractérise par sa chaleur caniculaire.

La température moyenne est de 23,35°C avec une pluviométrie annuelle estimée à 1500 mm environ.



**Figure 6 :** Diagrammes ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1957) de Mbandjock 1994 à 2020.

### II.3. Végétation

La savane est la principale constituante du couvert végétal dans la localité de Mbandjock bien qu'elle soit en nette régression du fait de l'extension de la ville et des grandes plantations. On y rencontre également des forêts secondaires, des galeries forestières et des forêts arborées.

LETOUZEY (1963-1968) a classé Mbandjock dans le secteur post-forestier guinéo-soudanien caractérisé par des formations mixtes de forêts et de graminées à la limite septentrionale de la forêt dense humide.

Actuellement la formation végétale dominante est une savane parcourue de galeries forestières, englobant des îlots résiduels et surtout des recrus des forêts denses, humides, semi-décidues.

Sur l'interfluve, on distingue des arbres comme *Terminalia superba*, *Triplochytton scleroxylon*, *Eleaïs guineensis*, *Cola heterophylla*. ; Des arbustes comme *Bridelia furruginea*, *Annona senegalensis* auxquels peuvent être associés *Psorospermum febrifugum*, *Hymenocardia*, *Piliostigma thonningii*, *Crossopteryx febriguga* (principalement sur les sols concrétionnés en

surface) ; et des graminées comme *Imperata cylindrica*, *Pennisetum purpureum*, *Hyparrhenia spp* (Andropogonées).

Des rôniers (*Borassua acthiopum*) et *Afromomum* (Zingibéracées), provisoirement dénommé latifolium (LETOUZEY) s'observent également.

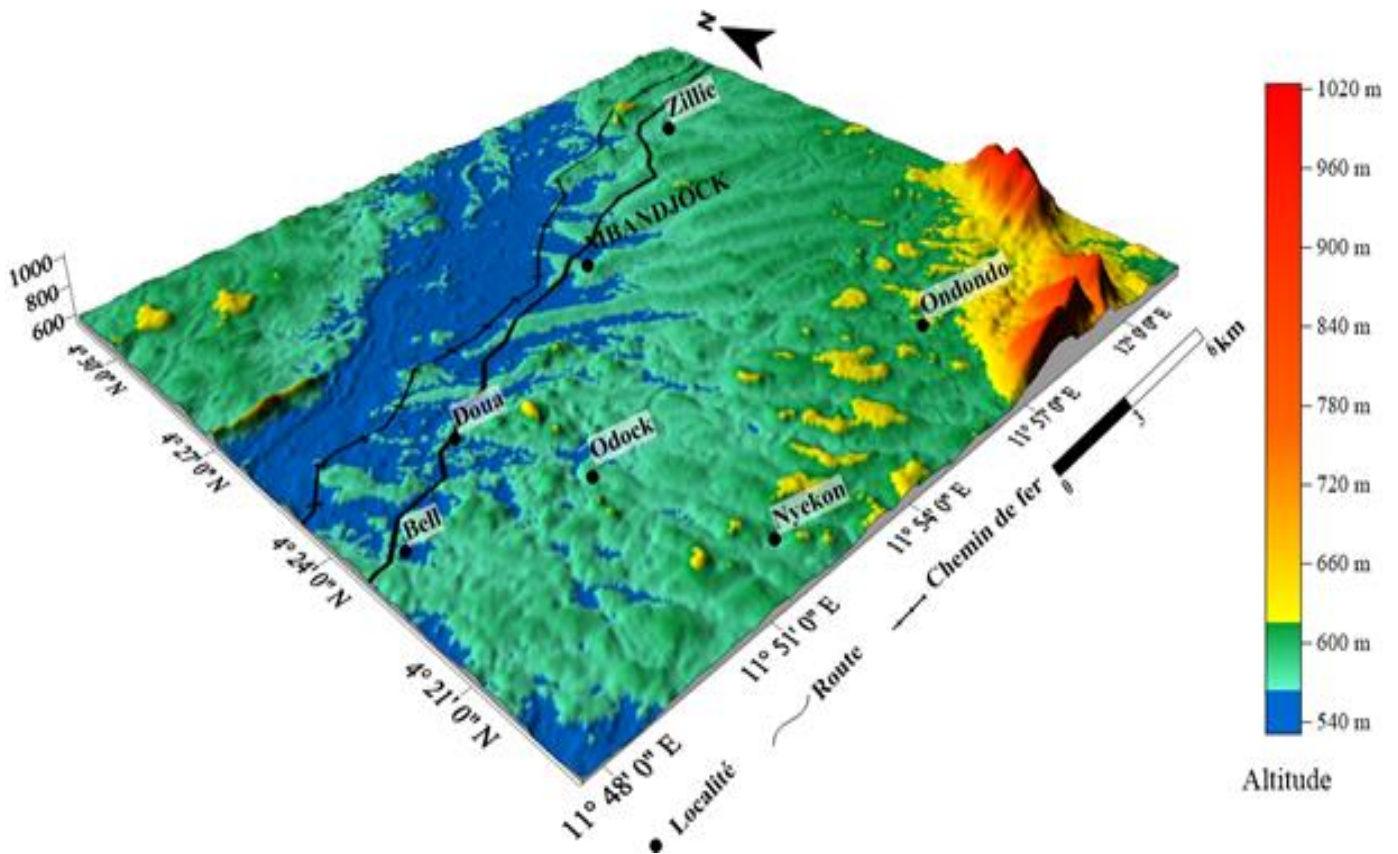
Les bas-fonds humides portent une flore uniquement herbeuse à base de Cypéracées (sols marécageux) ou de Graminées diverses (sols humides une partie de l'année).

#### **II.4. Relief**

La topographie de la zone d'étude est typique des zones aplanies du socle africain ancien. La zone d'étude se présente comme une grande cuvette dont le fond est le lit du fleuve Sanaga qui reçoit tous les grands cours d'eau de la localité. La Sanaga en traversant tout le secteur du Nord-Est au Sud-Ouest, passe de 620 m à 560 m (Martin, 1966).

Le bloc diagramme des unités géomorphologiques du secteur d'étude en 3D (Fig. 7) permet de détecter 3 grandes unités géomorphologiques:

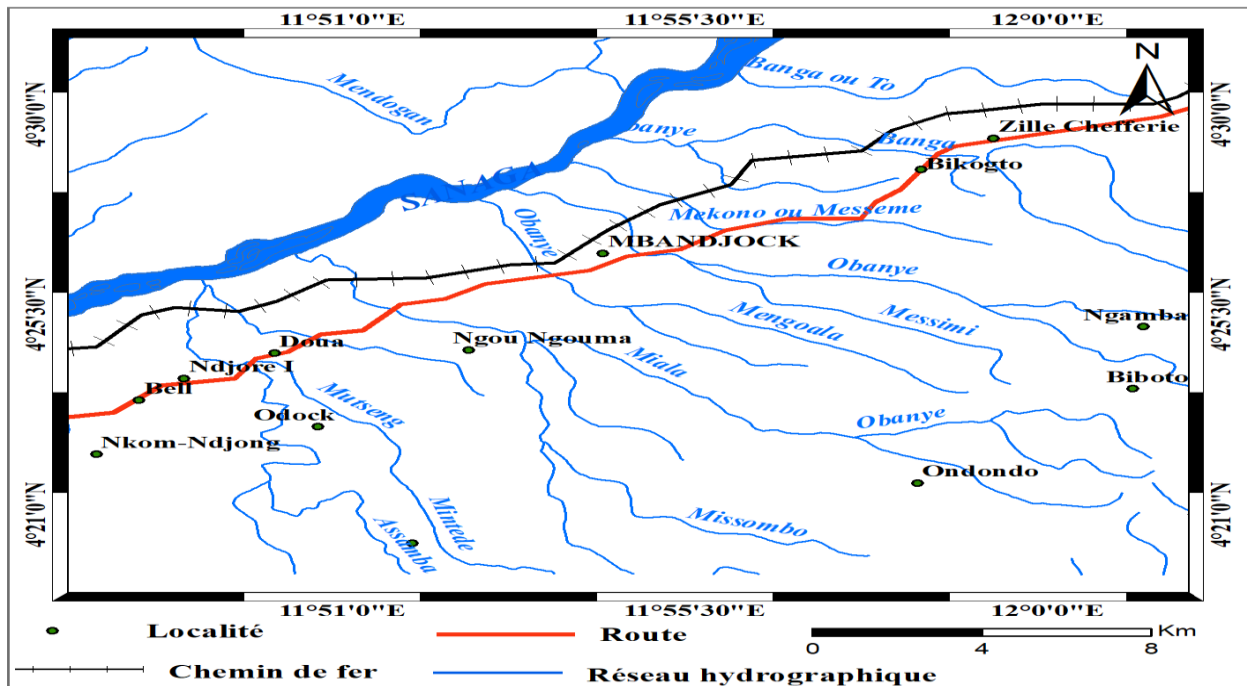
- Une unité d'altitude inférieure à 600m qui correspond à la vallée de la Sanaga, à la vallée des autres cours d'eaux environnants et aux zones de marécages. Cette unité est majoritairement représentée du Nord-Est au Sud-Ouest.
- Une unité géomorphologique d'altitude comprises entre 620 et 720m qui est constituée des petites collines à pente douce ou abrupte caractéristique du relief relativement marqué. Ces collines sont séparées par les vallées.
- Une unité d'altitude supérieures à 720m qui correspond aux plus hautes collines rocheuses. Cette coupure représente les secteurs les plus accidentés de la zone d'étude. Cette unité est accentuée dans le Sud-Est.



**Figure 7** : Carte du relief de la zone d'étude (SRTM)

## II.5. Hydrographie

Le réseau hydrographique de la zone d'étude, en relation avec la topographie est de type dendritique. Le fleuve Sanaga est le principal cours d'eau qui traverse la zone d'étude. Il est traversé par plusieurs affluents qui sont : Mekono, Mengoala, Doua, Mintede, Mutseng, Assamba, Obanye, Messimi (Fig.7).



**Figure 8** : Carte hydrographie de la zone d'étude(Extrait du SRTM)

## II.6. Géologie

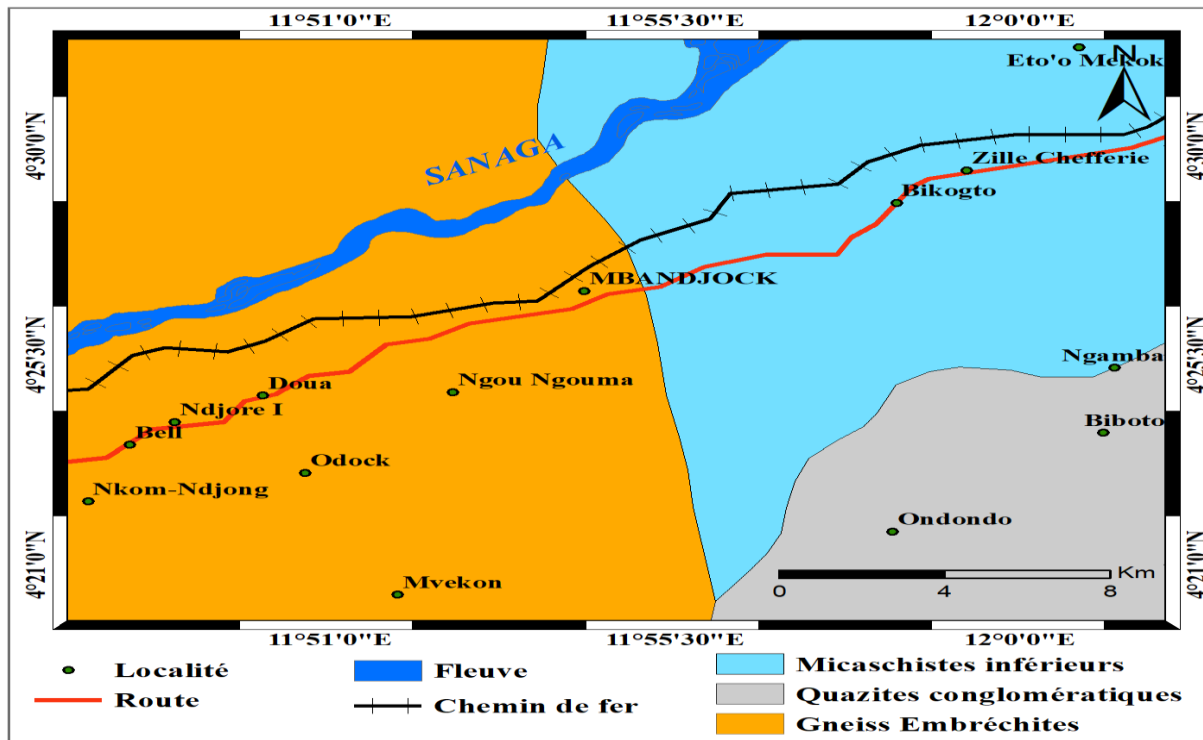
### II.6.1. Lithologie

Les roches-mères appartiennent au socle ancien et à la série de Nanga-eboko (GAZEL 1954). Ce sont des roches métamorphiques : embréchites (ou gneiss granitoïdes), micaschistes et quartzites.

Les Gneiss embréchites se rencontrent sur la partie Ouest de la carte. Ils sont généralement de grenat à deux micas ou à biotite seule. Aucun bloc ni fragment non altéré n'a été observé en surface. Les cartographes ont identifié la famille correspondante par des sols plus profonds de couleur rouge vif, à squelette~ quartzeux fin, plus argileux et moins profondément appauvris en surface (fig. 8).

Les Quartzites conglomératiques affleurent localement dans le paysage sous forme de blocs, cailloux ou graviers, tous compacts, très riches en cristaux de quartz et peu micacés. Elles portent des sols généralement moins profonds (altération plus faible), à squelette quartzeux plus abondant et plus grossier. Elles sont observées au niveau de la partie Sud-Est de la carte.

Les micaschistes inférieurs se retrouvent dans la partie Nord-Est du site d'étude et sont traversés par le fleuve Sanaga.



**Figure 9** : Carte géologique de la localité de Mbandjock (Touteu et al, 2008).

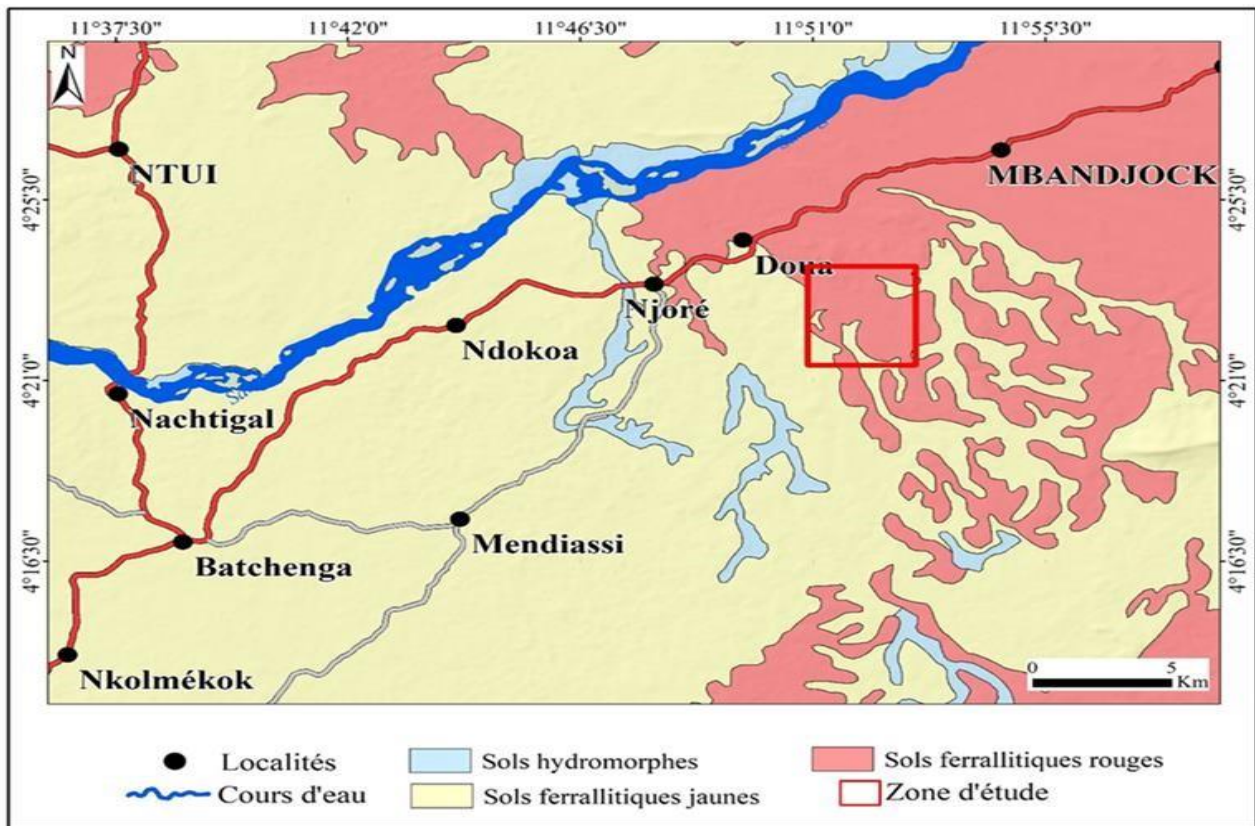
## II.6.2. Sols

Les sols de la localité de Mbandjock présentent des caractéristiques différentes selon qu'on se trouve dans une zone ou dans une autre. D'une manière générale, deux types de sols sont observés sur le site d'étude à savoir : les sols ferrallitiques rouges, les sols ferrallitiques jaunes et les sols hydromorphes (Fig.8).

Les sols ferrallitiques rouges ou jaunes constituent l'essentielle de la zone d'étude. Ils sont caractérisés par un fort développement du profil, l'existence d'un horizon de concrétions et la coloration rouge ou jaune. La présence d'un horizon induré dans les sols ferrallitiques est le trait pédologique majeur et ces sols sont rouges ou jaunes.

Les sols hydromorphes occupent toute la partie basse de la surface totale étudiée. Ces sols sont très représentés dans les plus petites vallées primaires ou dans les grandes vallées marécageuses des affluents de la Sanaga. Les sols hydromorphes sont caractérisés par la

présence ou non d'un horizon d'accumulation organique et par les colorations grise, noire ou brune



**Figure 10** : carte sol de la localité de Mbandjock (Martin et Segalen, 1966). *Conclusion partielle et justification du choix du site*

La localité de Mbandjock a un relief monotone dans l'ensemble. Sa lithologie est dominée par les gneiss à biotite, micaschistes, quartzite et amphibolites. Le réseau hydrographique est de type dendritique. Son climat est caractérisé par un climat équatoriale à quatre saisons. La température est en moyenne 23,35°C avec une pluviométrie varie entre 1500 à 2000mm/an. Les sols ferrallitiques dominent la majeure partie de la zone.

L'étude ayant pour but de déterminer l'aptitude des sols ferrallitiques de Mbandjock pour la culture du blé. Les critères qui favorisent les choix du site sont entre autres la disponibilité du terrain qui n'a jamais été cultivé, la représentativité des sols de savane humide, la facilité d'accès au site et la disponibilité des réseaux hydrauliques. Dans le but d'apprécier sa fertilité actuelle et leur aptitude pour la culture du blé. La culture du blé a été choisie pour sa richesse en éléments nutritifs nécessaires aussi bien pour la consommation humaine et animale.

## CHAPITRE II : METHODE D'ETUDE

L'étude de caractérisation et des aptitudes culturales des sols dans la localité de Mbandjock a nécessité des travaux sur le terrain et de laboratoire.

### II.1. Méthode d'étude sur le terrain

Les travaux sur le terrain ont consisté une prospection géologique et pédologique.

#### II.1.1. Prospection géologique

La prospection géologique s'est effectuée par une décente sur le terrain. Ensuite, elle a consisté en un déplacement le long de la zone, une observation et une description du type de végétation, du relief, l'hydrographie, les affleurements rocheux et l'ensemble d'activités humaines réalisés sur le site. Il a été aussi question de prélever les coordonnées géographiques du site d'étude à l'aide d'un GPS GARMIN 64.

#### II.1.2. Prospection pédologique

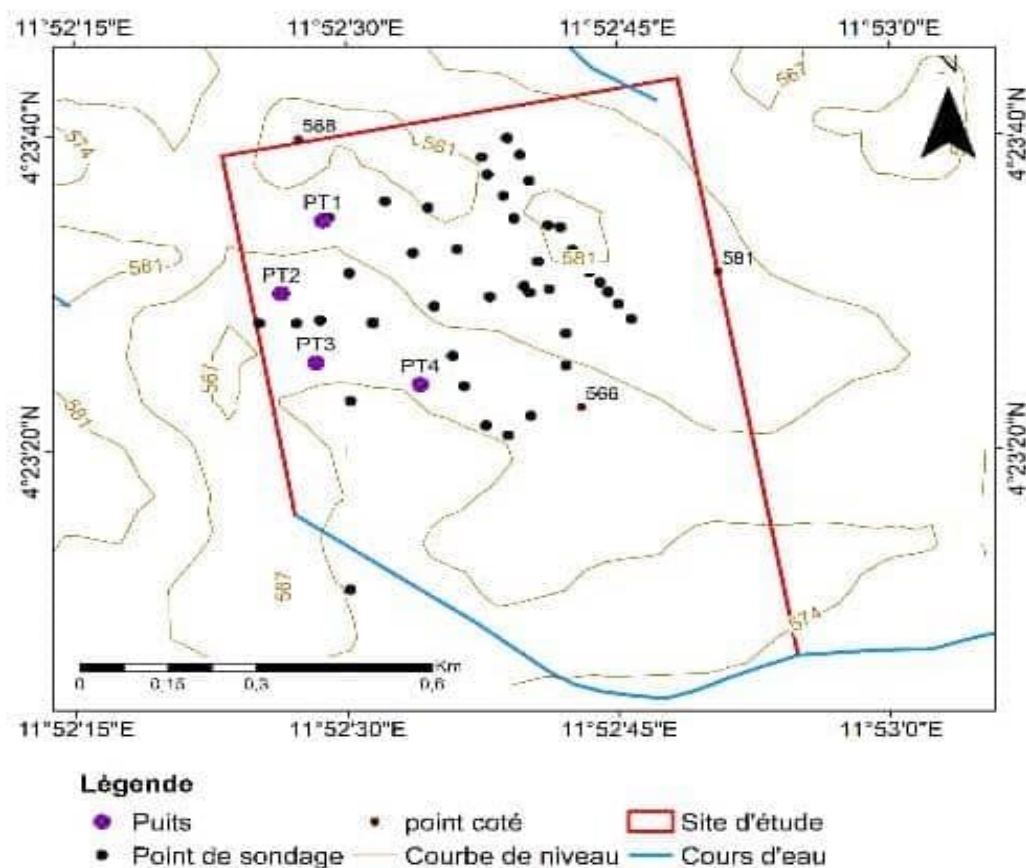
La prospection pédologique est une activité qui permet de décrire les caractéristiques d'un sol en un endroit donné, le classier selon les systèmes standard de classification (classification des sols), lever les limites du sol sur la carte, enregistrer les informations liées aux propriétés du sol en les organisant en base de données enfin de faire des prédictions sur l'aptitude et les limites de chaque sol pour diverse utilisations possibles (Anonyme, 2017).

L'ouverture des layons et le sondage à la tarière ont débuté au préalable par l'observation du site sur le plan de l'observation du comportement de la pente qu'il présentait. Ensuite, des layons ont été ressortis suivant une gamme d'altitude bien déterminée. Sur le layon, des différents points de sondage ont été placés à un maillage de 100m. Le sondage a été fait à l'aide d'une tarière. Le prélèvement des différents échantillons a été fait à trois niveaux (0-15 cm, 15-30 cm et 30-60 cm).

Le regroupement des unités homogènes de sol et réalisation des puits a consisté d'abord à décrire les échantillons placés dans un pédo-comparateur issus des points de sondages à différentes profondeurs 15cm à 60cm. Les informations sur la texture, la présence des racines, des éléments grossiers, taches d'hydromorphie ont été apprécié par la vue et au toucher. Seuls les couleurs ont été déterminés par la charte de Munsell. Ensuite les unités homogènes de sol

ont été dégagées par regroupement des points de sondages identiques. Enfin chaque puits a été placé dans chaque unité homogène (Fig.9).

Des fosses pédologiques ont été réalisées par le fonçage des différents profils à des dimensions de 1m\*1,5m\*2m avant leur description proprement dites. La caractérisation des puits a consisté à délimiter les différents horizons de sol à travers l'observation visuel. Le prélèvement des échantillons s'est fait du bas vers le haut (Orstom, 1969). La texture, la structure, la densité racinaire, les éléments grossiers, la compacité, la porosité, les taches d'hydromorphie ont été déterminé au touché et à la vue sur le terrain. La charte de Munsell a été utilisée pour déterminer la couleur de chaque horizon. La codification des échantillons a été faite suivant la base du numéro du profil et l'horizon.



**Figure 11** : Carte d'échantillonnage de la zone d'étude.

## II.2. Méthode d'analyse en laboratoire des échantillons de sol

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées par les méthodes préconisées par (Pauwels et al, 1992). Elles ont été effectuées au laboratoire des Sciences du Sol de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA) de l'Université de Dschang. Elles concernent

le pH, le phosphore assimilable, la conductivité électrique, la matière organique, la granulométrie, les bases échangeables, l'azote total, le taux de saturation et la capacité d'échange cationique.

### **II.2.1. Pré-traitement**

Le pré-traitement consistait à faire premièrement un tamisage de nos différents échantillons. Ensuite, leurs attribuer un code afin de les identifier facilement au laboratoire durant nos différentes manipulations.

### **II.2.2. Granulométrie**

La méthode de l'hydromètre de Bouyoucos a été utilisée pour l'analyse granulométrique. Elle est basée sur la distribution pondérale des différentes fractions texturales de la partie minérale du sol. 10g de terre fine sont introduits dans un bécher, ainsi que 100 ml d'eau oxygénée (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) afin de détruire la matière organique. L'ensemble est posé sur une plaque chauffante jusqu'à disparition de la mousse, (au début de l'ébullition 20 ml d'acide chlorhydrique (HCL 0,02N) sont ajoutés pour détruire les carbonates), puis dispersée à l'aide de 25 ml du métaphosphate de sodium ou hexametaphosphate de sodium. L'ensemble est porté sur un agitateur à mouvement rotatif pendant 30 minutes, puis introduit dans les éprouvettes et compléter à 1000 ml avec de l'eau de robinet propre. Le contenu de l'éprouvette est ensuite agité pendant 10 secondes avec l'agitateur manuel, et laisser au repos pendant 49 secondes. Les prélèvements sont faits à l'aide de l'hydromètre de Bouyoucos. Pipeter 20ml de chaque solution puis introduire dans des creuseurs au préalable chauffé et pesé M0(masse zéro) au fur et à mesure ; puis sécher les creuseurs sur la plaque chauffante et peser à nouveau les creuseurs pour déterminer la masse argile + limon. Après 2h, prélever à nouveau les solutions échantillonnées placées dans des éprouvettes et verser dans des creuseurs puis sécher à nouveau et peser pour déterminer la masse de l'argile (Pauwel et al., 1992).

### **II.2.3. pH eau et du pH kcl**

Le pH est déterminé par la méthode potentiométrique avec un pH mètre (potentiomètre) muni d'une électrode de verre et d'une électrode de référence. Le pH-eau ou acidité actuelle est mesuré dans une suspension sol-eau tandis que le pH-KCl ou acidité total ou potentielle est mesuré dans une suspension sol-KCl.

10g de terre fine séchée à l'air sont recueillis et introduits dans une boîte et 25 ml, soit d'eau distillée (dans le cas de la détermination du pH-eau), soit du chlorure de potassium (dans le cas de la détermination du pH-KCl) sont ajoutés. Puis l'ensemble est agité et laissé en équilibre pendant 16h pour le pH-eau et 10 min pour le pH-KCl. Le rapport poids terre/liquide est de 1/2,5.

La lecture est effectuée à l'aide d'un pH-mètre de marque HANNA instruments à électrode de verre combinée préalablement calibré à pH = 7 et 10.

#### **II.2.4. Phosphore assimilable**

Le phosphore assimilable a été déterminé par la méthode Bray 2 (Bray et Kurtz, 1945). Cette méthode combine l'extraction du phosphore en milieu acide (HClO<sub>4</sub>, 1 M) à la complexation par le fluorure d'ammonium (NH<sub>4</sub>F, 0,3M) des ions Al et Fe<sup>3+</sup> liés au phosphore. Placer 1,5g de terre échantillonnée dans des petites étuves, en suite verser 10ml de solution d'extraction de Bray II tout en agitant la solution pendant 45 secondes. Laisser l'ensemble au repos, puis filtrer la solution à l'aide d'un papier filtre. A l'aide d'une pipette graduée, prélever 5ml de solution dans chaque étuve tout en préparant 4 étalons témoin contenant 5ml de Bray II, 5ml de PPM à 1, 2, 4. Ajouter dans chaque étuve successivement 5ml d'acide borique, 2ml d'acide ascorbique, 1ml du mélange sulfomoldrique (nous observons un changement de couleur). Chauffer les étuves dans le bain-marie (qui a pour rôle d'accélérer la réaction) pendant 10 min. Après avoir retiré et laissé refroidir, faire introduire chaque échantillon dans le spectrophotomètre et lire les différentes valeurs de phosphore assimilable tout en calibrant notre longueur d'onde à 665 nm.

#### **II.2.5. Conductivité électrique**

Elle consistait à déterminer la quantité de sels (Na Cl) présent dans la solution du sol. Pour l'effectuer, l'on a au préalable augmenté 25ml d'eau distillée dans 24 boîtes contenant des différents échantillons de terres de 10g dans lesquelles les valeurs du pH eau étaient prélevés. Ensuite l'on a laissé au repos pendant 24h. En fin, faire la lecture de différentes valeurs avec le conductimètre.

#### **II.2.6. Matière organique MO**

Le dosage de la matière organique (MO) est réalisé à partir du dosage de l'un de ses constituants : le carbone organique (CO). La MO contient en moyenne 58 % de CO. La teneur en matière organique a été déterminée par la méthode de Walkley et Black (1934) basée sur

l'oxydation de ce dernier par le bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) en milieu fortement acide. 0,5 g de sol est introduit dans un erlen de 500 ml, puis 10 ml de  $K_2Cr_2O_7$  (1N) et 20 ml d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) concentré y sont ajoutés délicatement (sous hotte). Après prudence agitation, les erlens contenant les mélanges sont laissés au repos pendant 30 minutes minimum. On y Ajoute par la suite et de manière successive 150 ml d'eau, 1 ml ou une pincée de potassium dihydrogénophosphate ( $KH_2PO_4$ ) et une à trois gouttes de diphénylamine  $(C_6H_5)_2NH$  qui représente l'indicateur coloré, le mélange est ensuite mis sous agitation magnétique, et titrer avec le Fer (II)sulfate 1n ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) jusqu'à l'obtention d'un vert brillant.

La teneur en CO peut être calculée par la formule suivante

$$\%CO = \frac{40(V_0 - V)}{V_0 P} \quad (1)$$

$V_0$  = Volume de  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  ajouté au témoin (en  $cm^3$ )

$V$  = Volume de  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  ajouté à l'échantillon (en  $cm^3$ )

$P$  = prise d'essai (0,5g de sol)

La teneur en matière organique est tirée de la relation :

$$\%MO = \%CO \times 1,724 \quad (2)$$

### II.2.7. Densité apparente

Elle a été déterminée sur les échantillons non perturbés par la méthode des petits cylindres et essentiellement sur les échantillons des sols des horizons des profils pédologiques. Les échantillons des sols frais collectés dans les anneaux de  $100 \text{ cm}^3$  de volume ont été séchés dans l'étuve à  $105^\circ C$  pendant 48 heures Jusqu'à poids constant. Après refroidissement dans un dessiccateur, ces échantillons ont été pesés.

La densité apparente a été déterminée par la formule :

$$Da = Ms / VT \text{ en } g/cm^3 \quad (3)$$

$Da$  : densité apparente ;

$Ms$  : masse constante du sol sec prélevé (en g) ;

$VT$  : volume de l'anneau (en  $cm^3$ ).

### II.2.8. Bases échangeables

Il était question au préalable de préparer l'acétate pour l'extraction des bases en mettant 5L d'eau dans un bécher ; puis ajouter 378ml d'acide acétique (baisse le PH) ; en fin agiter la solution en ajoutant progressivement l'ammoniaque pour ramener le PH neutre ;

La détermination des teneurs en bases échangeables (Ca, Mg, K et Na) a été effectuée après extraction du sol avec l'acétate d'ammonium 1N à pH 7. L'ion  $\text{NH}_4^+$ , ajouté en excès déplace quantitativement les cations absorbés en saturant le complexe absorbant. Le sodium (Na) et le potassium (K) ont été dosés par spectrophotométrie à flamme, tandis que le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et le magnésium (Mg) ont été déterminés par complexométrie avec le réactif EDTA (Ethylène Diamine Tétra-Acétate) de concentration N connu.

2,5g de terre ont été prélevé et introduit dans l'extracteur électrique suivit de 50ml d'acétate d'ammonium 1N à pH 7. Après 8 heures de percolation (minimum), l'extrait recueilli nous a servi à déterminé les cations tels que  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ , et  $\text{Na}^+$ . 10ml a été prélevé successivement et introduit dans deux boites en plastiques différentes pour le dosage du Ca+Mg et du Ca, et le reste de la solution a été utilisé pour la lecture du Sodium et du Potassium. Après ajustement à l'aide de la soude du pH 10 pour le Ca+Mg et 12,5 pour le calcium uniquement, on y ajoute successivement 0,5 ml de cyanure de potassium (KCN), un ajout d'une goutte de Mg-EVTA avec une pipette de précision pour le Ca+Mg, ainsi que les indicateurs colorés respectif à Ca+Mg et Ca. L'ensemble est placé sous agitateur magnétique et titrer lentement avec la solution de titration ( $\text{Na}_2\text{-EDTA}$  (1n)) contenu dans la burette graduée. Le point de virage est marqué par le changement de couleur du violet au bleu pur. Le volume de Ca+Mg doit être supérieur au volume de Ca. La série d'analyses débute par le témoin qui a subi la même procédure que le volume de prise d'essai.

### II.2.9. Azote total

L'échantillon est traité à chaud avec un mélange d'acide sulfurique concentré et d'acide salicylique. L'acide sulfurique détruit, par son action oxydante, les matières organiques et libère ainsi l'azote sous forme d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) qui est aussitôt fixé sous forme de sulfate d'ammonium ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  et  $(\text{NH}_4)_2\text{HSO}_4$ ). Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et les traces de nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) présents dans l'échantillon sont d'abord fixés par l'acide salicylique pour être par la suite réduite en ammoniaque par le sodium thiosulfate. Pour déterminer la teneur en azote, 2g de sol broyé est tamisé à 0,2 mm et séché à l'air. Ensuite, la prise d'essai est introduite dans un matras

de 50 ml et poser dans un portoir approprié dans lequel est ajouté 0,2 g de catalyseur (mélange de 100g de sulfate de potassium ( $K_2SO_4$ ), 20g de sulfate de cuivre ( $CuSO_4$ ) et 2g de sélénium (Se), puis, 7 ml de mélange sulfosalicylique et 0,5g de sodium thiosulfate. L'ensemble est placé dans un four à minéralisé allumé sept minutes au préalable, puis réglé à la puissance maximale ( $300^\circ C$ ). Tout le processus de minéralisation se déroule dans la hotte pendant 40 à 60 min. Après minéralisation total (oxydation complète de l'échantillon marquée par une décoloration uniforme au gris clair), le contenu du matras est refroidi pendant 10 à 15min, puis distillé avec un ajout de soude (environ 50ml).

Le distillat est recueilli dans un bécher de 250 ml contenant 20 ml d'un mélange d'acide borique et d'indicateur mixte (mélange de volumes égaux de rouge de méthyle et de vert de bromocrésol dans de l'éthanol à  $95^\circ C$ , la couleur doit être rouge) (de couleur rouge vineux). L'acide borique a pour rôle de piéger l'ammoniac qui sort sous forme d'Azote. Ce mélange vire au vert en passant par le bleu-gris, à un volume minimal de 150 ml, le distillat est titré sous agitation permanente moyennant un agitateur magnétique avec l'acide sulfurique 0,01 n jusqu'à retour à la couleur initiale de l'indicateur.

#### **II.2.10. Capacité d'échange cationique (CEC)**

La détermination de la capacité d'échange cationique avec l'acétate d'ammonium à pH 7 s'est déroulée en trois phases :

1) l'extraction des bases ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ) à l'acétate d'ammonium ( $CH_3COONH_4$ ) à pH7 ; grâce aux ions  $NH_4^+$  qui saturent le complexe et libèrent les cations basiques ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ) ;

2) lavage de la terre à l'alcool (Ethanol à 95%) afin d'éliminer la solution saturante de  $NH_4^+$  remplissant les porosités ; lavage de la solution avec le KCl 1N ;

3) et enfin dosage de  $NH_4^+$  après désorption quantitative par le  $K^+$ .

#### **II.3. Evaluation des aptitudes des terres**

L'évaluation des terres a pour principal objectif de contribuer à affecter la meilleure utilisation possible à chaque unité de terre, compte tenu des considérations à la fois physiques et socio-économiques, ainsi que de la nécessité de conserver, pour les générations futures les ressources naturelles (Bernart et Bitondo, 1992). A cet effet, il s'agit de procéder à une

évaluation climatique, une évaluation pédologique et une évaluation des terres en tenant compte les exigences climatiques et pédologiques de cette culture.

### II.3.1. Collecte des données climatiques

Les données climatiques allant de janvier 1991 à décembre 2021 ont été téléchargées sur le site de la NASA. Les moyennes des précipitations sur 30 ans et les températures (maximales, minimales et moyennes), évapotranspiration, l'humidité relative et l'insolation ont été calculées, présentées sous forme de graphe et puis utilisées pour l'évaluation climatique.

### II.3.2. Calcul de l'évapotranspiration (ET<sub>0</sub>)

La méthode de Penman-Monteith a été sélectionnée par la FAO comme celle par laquelle l'évapotranspiration de la surface de référence (ET<sub>0</sub>) peut être déterminée sans ambiguïté en donnant des valeurs d'ET<sub>0</sub> beaucoup plus correctes pour toutes les régions et tous les climats (Allen et al, 1998). La formule est la suivante :

$$ET_0 = [\tau / (\delta + \tau')] * [900 / (t + 273)] * (e_s - e_a) * U_2 + [\delta / (\delta + \tau')] * (R_n - G) * (1/\lambda) \quad (4)$$

Où **ET<sub>0</sub>**=évapotranspiration potentielle journalière (mm) ;

**δ** = pente de la courbe de pression de vapeur (kPa°C<sup>-1</sup>) ;

**τ** = constante psychométrique (kPa°C<sup>-1</sup>) ;

**τ'**= constante psychométrique modifiée (kPa°C<sup>-1</sup>) ;

**t**=température moyenne de l'air (°C) ;

**(e<sub>s</sub>-e<sub>a</sub>)** = déficit de pression de vapeur (kPa) ;

**U<sub>2</sub>**=vitesse du vent à 2 m de hauteur (m/s) ;

**R<sub>n</sub>** = rayonnement net (MJm<sup>-2</sup> jour<sup>-1</sup>) ;

**G**=flux de chaleur du sol (MJkg<sup>-1</sup>) ; et

**λ** = chaleur latente de vaporisation (MJkg<sup>-1</sup>).

### II.3.3. Principaux systèmes d'évaluation des terres.

On distingue principalement trois systèmes d'évaluation des terres à savoir :

- Le système de l'USDA qui ne prend pas en considération les limites dues au climat et les exigences des cultures. Il évalue seulement l'aptitude du sol pour l'agriculture pluviale. Ce système distingue huit classes d'aptitude.
- Le système l'USBR qui concerne l'agriculture irriguée, ne considère pas le climat et la culture. Il évalue l'aptitude des terres pour l'irrigation en se basant sur les caractéristiques du sol. Ce système distingue six classes d'aptitude.
- Le système de la FAO évalue les terres pour l'agriculture pluviale et prend en considération aussi bien les caractéristiques climatiques que les les caractéristiques du sol et également les exigences de la culture. Ce système distingue six classes d'aptitude.

Pour la réalisation de cette étude on s'est servi du système FAO pour l'agriculture pluviale, telle qu'expliquée par Sys et al. (1993), Beernaert et Bitondo (1993) et FAO (1996), a été utilisée. À cet effet, six classes d'aptitude ont été ainsi considérées (Tab 4) :

**Tableau 4** : Aptitude des terres en fonction de la culture

<b>Classe</b>	<b>Aptitude</b>
S1-0	aptitude très élevée, aucune limitation
S1-1	aptitude élevée, limitations légères
S2	aptitude moyenne, limitations modérées
S3	aptitude marginale, limitations sévères
N1	inaptitude actuelle, limitations très sévères mais corrigibles/ aptitude potentielle (S4)
N2	inaptitude permanente, limitations très sévères et non corrigibles avec le niveau actuel de connaissances

L'approche FAO reconnaît trois méthodes de détermination des niveaux d'aptitude culturelle des terres (la méthode de la plus basse classe, la méthode du nombre et du degré des limitations et la méthode paramétrique). Pour déterminer les classes d'aptitudes, la méthode de la plus basse classe et la méthode du nombre et du degré des limitations seront appliquées afin de pouvoir nuancer les résultats ; la classification finale sera complétée par la méthode paramétrique qui semble plus précise parce qu'elle est quantifiée et donne une idée sur les niveaux d'amélioration à apporter (Yana, 2008).

### II.3.3. Méthodes d'évaluation des terres

#### II.3.3.1. Méthode de la plus basse classe

Après avoir attribué une classe d'aptitude à chaque critère diagnostique du climat et du sol, la valeur la plus faible est automatiquement prise comme la classe d'aptitude de l'unité cartographique soumise à l'évaluation pédoclimatique.

#### II.3.3.2. Méthode du nombre et du degré des limitations

Le nombre et le degré des limitations sont comptés pour chaque catégorie de limitation. Ce nombre indique la classe d'aptitude pour le climat et pour le sol (Tab.5). Enfin, la classe la plus basse entre le climat et le sol détermine l'aptitude définitive de la terre. Le système FAO distingue cinq niveaux de limitations notamment (Tab.6).

**Tableau 5** : Niveau de limitation

Nombre	Niveau de limitation
0	pas de limitation
1	limitation légère
2	limitation modérée
3	limitation sévère
4	limitation très sévère

**Tableau 6** : Les classes d'aptitudes en fonction du nombre et du degré de limitations

Classe	Limitation
S1-0	unité de terre sans aucune limitation
S1-1	unité de terre avec au maximum 3 à 4 limitations légères
S2	unité de terre avec plus de 3 limitations légères et/ou avec moins de 2 à 3 limitations modérées
S3	unité de terre avec plus de 2 à 3 limitations modérées et/ ou avec une ou plusieurs limitations sévères
N1	unité de terre avec des limitations très sévères qui peuvent être corrigées
N2	unité de terre avec des limitations très sévères qui ne peuvent pas être corrigées

#### II.3.3.3. Méthode paramétrique

Cette approche consiste à une évaluation des caractéristiques des terres en attribuant à chaque degré de limitation un intervalle de valeurs. Cette échelle numérique varie entre une

valeur maximale pour des conditions optimales et une valeur minimale pour le degré de limitation très sévère (Ranst, 1983). D'après Beernaert et Bitondo (1991,1993), une culture donnée est choisie, et une valeur comprise entre 0 et 100 est attribuée à chaque caractéristique de la terre (climat et sol). La valeur 100 correspond à une caractéristique présentant les conditions optimales pour la culture (tab.6).

**Tableau 7** : Classes d'aptitude en fonction des valeurs paramétriques

<b>Classes</b>	<b>Valeurs paramétriques</b>
S1-0	95-100
S1-1	85-95
S2	60-85
S3	40-60
N1	25-40
N2	0-25

**Source** : Beernaert et Bitondo (1992)

La sous classe d'aptitude indique les types de limitations ou les principaux types d'améliorations nécessaires à l'intérieur d'une classe. Elle est donnée par le symbole du type d'exigence le plus limitant placé juste après la classe d'aptitude.

- **c** Climat,
- **t** Topographie,
- **w** Conditions d'humidité du sol,
- **s** Conditions physiques du sol,
- **f** Fertilité du sol,
- **n** Salinité et alcalinité du sol,

Pour les caractéristiques climatiques, les valeurs paramétriques des différentes caractéristiques du climat sont multipliées pour donner l'indice climatique (**IC**) ; mais c'est la plus petite valeur de chaque groupe (températures, pluviométries, humidité de l'air et insolation) qui est prise en compte pour le calcul de l'indice climatique (**IC**) et la valeur la plus petite de ces groupes ne sera pas divisée par cent (100). Puis, l'indice climatique est ensuite ajusté pour obtenir la valeur paramétrique du climat (**CR**). On a :

- Si  $25 < IC < 92,5$  ; la valeur paramétrique du climat est :  $16,67 + 0,9 * IC$  ;
- Si  $IC < 25$  ; la valeur paramétrique du climat est :  $1,6 * IC$ .

Quant au sol, les valeurs paramétriques des différentes caractéristiques sont multipliées pour donner l'indice de sol (**IP**) ; exception faite entre le pH et le taux de saturation en base, où seule la plus faible valeur entre les deux paramètres est retenue.

Les valeurs paramétriques du climat et du sol sont enfin multipliées pour donner l'indice de terre (**IT**). Cet indice est comparé avec le tableau suivant pour donner la classe d'aptitude finale de l'unité cartographique de terre (tab. 7).

**Tableau 8** : Classes d'aptitude des terres en fonction de l'indice de terre

Classes d'aptitude	Indice de terre (IT= CR*IP)
S1-0	90-100
S1-0/1	85-90
S1-1	75-85
S1-1/S2	60-75
S2	50-60
S2/S3	40-50
S3	25-40
S3/N	15-25
N1 ; N2	0-15

**Source** : Beernaert et Bitondo, 1992.

#### **II.3.4. Méthode d'estimation des rendements**

Les rendements actuels et potentiels ont été déterminés pour un niveau moyen d'intrant par la méthode de la FAO qui permettent d'attribuer un rendement à une culture donnée lorsque l'aptitude de la terre est connue telle que décrite par le manuel d'évaluation des terres prescrites par Beernaert et Bitondo (1993).

#### **II.3.5. Méthode de classification**

Les sols ont été classifiés selon le système de classification de la FAO-WRB, elle se fait suivant trois étapes :

- Identifier les horizons, les propriétés et matériaux diagnostiques : Cette étape consiste d'abord à dresser une liste des horizons, propriétés et matériaux diagnostiques observés ;
- Attribution des groupes de Référence de sols: la combinaison obtenue d'horizons, propriétés et matériaux diagnostiques est mise en regard pour attribuer le sol au Groupe de sols de référence. L'utilisateur doit exclure un par un tous les RSG pour lesquels les exigences spécifiées ne sont pas remplies. Le sol appartient au premier RSG pour lequel il remplit tous les critères,
- Attribuer les qualificatifs (principaux et supplémentaires): les qualificatifs principaux sont listés par ordre d'importance tandis que, par convention, les qualificatifs supplémentaires n'ont d'autre ordre qu'alphabétique.

## **Conclusion partielle**

La méthode d'étude adoptée porte essentiellement sur les recherches bibliographiques, les travaux de terrains et de laboratoire. Les travaux de terrains ont consisté à une prospection géologie, topographie et l'étude des sols. Après descriptions morphologique, les échantillons ont été prélevés pour les analyses physico-chimiques au laboratoire des Sciences des Sols de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de l'Université de Dschang. Ces analyses permettront de caractériser la fertilité des sols étudiés, de déterminer le bilan hydrique et d'évaluer par la suite l'aptitude des terres à la culture du blé.

## CHAPITRE III : RESULTATS

Les travaux effectués sur le terrain et en laboratoire ont aboutis à des résultats consignés dans le présent chapitre, il présente les caractères morphologiques et les caractéristiques physico-chimiques des sols de la zone d'étude, et l'évaluation de la classe d'aptitude de terre à la culture du blé.

### III.1. Inventaire cartographique des sols du site

Au total, 46 Points de sondages ont été réalisés sur 7 layons (Fig.12), donc 11 Points sur le layon 1, 10 Points sur le layon 2, 5 Points sur le layon 3, 7 Points sur le layon 4, 5 Points sur le layon 5, 5 points sur le layon 6 et 3 points sur le layon 7 à fin d'identifier les différentes unités homogènes de terre. La description minutieuse des carottes des terres prélevées a permis d'identifier 4 unités homogènes de sol (Fig12).

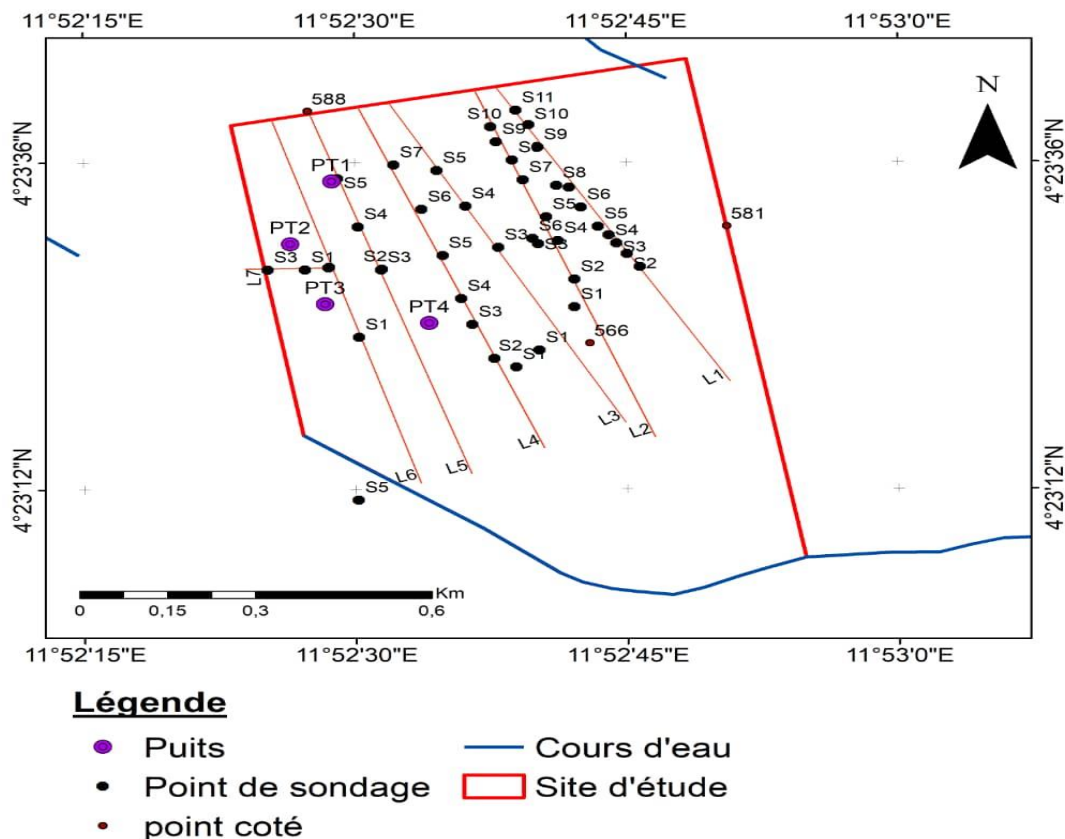
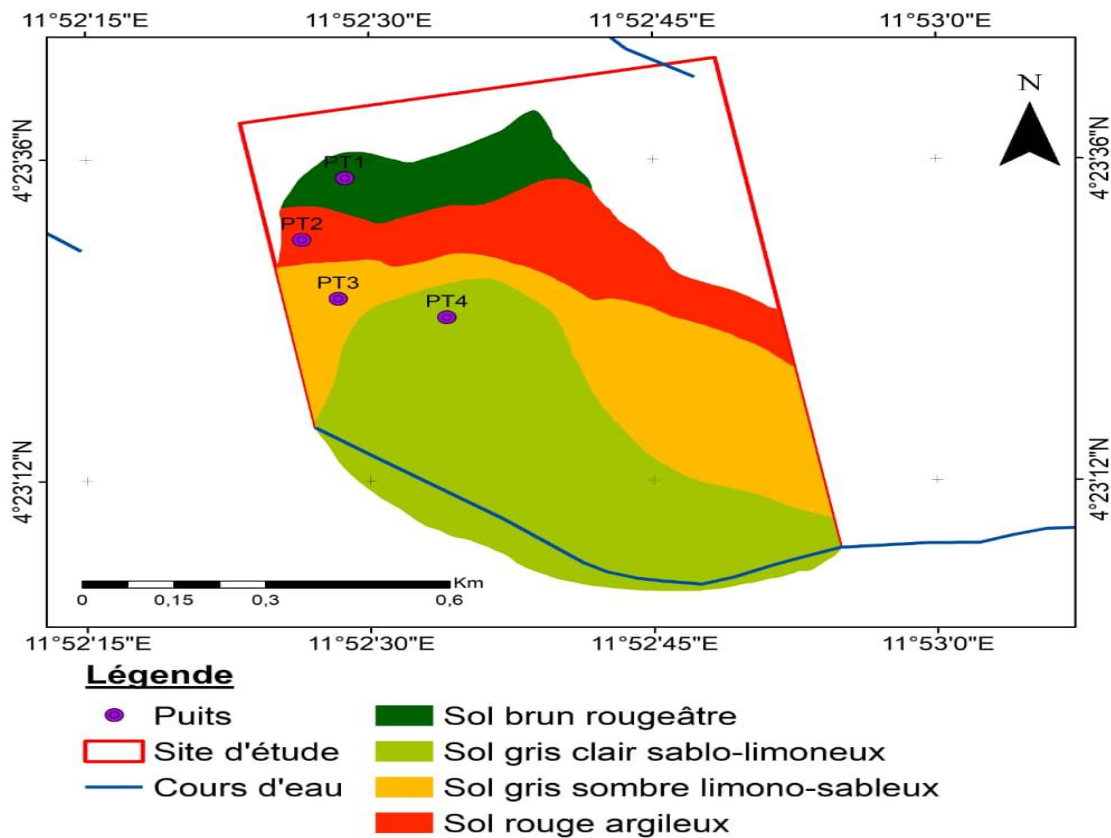


Figure 12 : Carte de distribution des layons et points de sondages.

- Sol brun rougeâtre foncé limoneux pour l'unité 1
- Sol rouge argileux pour l'unité 2
- Sol gris sombre limono-sableux avec des taches hydromorphiques pour l'unité 3
- Sol gris clair sablo-limoneux avec beaucoup de taches hydromorphiques pour l'unité 4

Au sein de chaque unité homogène de sol, un puits pédologique représentatif de l'unité a été foncé pour l'appréciation de la distribution de ces sols (Fig.13).



**Figure 14** : Cartes des unités homogènes de sol.

### III.2. Caractéristiques morpho-structurales du sol étudié

Trois profils ont été identifiés et décrits sur le site plus précisément dans le village Doua en fonction des gammes d'altitudes : haut de pente (profil PT1), milieu de pente (profil PT2), et au bas de pente (profil PT3).

### III.2.1. Profil PT1

Le profil PT1 a été localisé suivant les coordonnées géographiques 4° 23' 34,6''N et 11° 52' 28,6''E avec une altitude de 580 m, la végétation est constituée d'une herbacée avec des petits arbustes dégradés par l'homme. Le profil a une profondeur de 2 m environ et présente trois horizons distincts avec une surface sèche. Du haut en bas, on observe (Fig.14) :

**0 – 15 cm** : horizon brun rougeâtre foncé (2,5YR3/4) avec des taches à l'état sec ; ayant une texture limoneuse et une structure massive. Le sol est compact et friable, présentant une abondance de racine dont les dimensions vont de millimètre au centimètre. La transition avec l'horizon inférieur est progressive.

**15 – 40 cm** : horizon rouge (10R4/6) à l'état sec, présentant une texture limono-argileux et une structure massive. Le sol est peu compact et friable, présentant peu de racine avec une présence de nodules peu abondants. Le sol est peu poreux et la transition est progressive par rapport à la couleur et net par rapport à l'apparition des nodules.

**40 – 200 cm** : horizon nodulaire rouge foncé (10R3/6), présentant une texture limono-argileux colmate une abondance de nodules et une structure massive. Le sol est compact et friable avec des racines finement présentées.

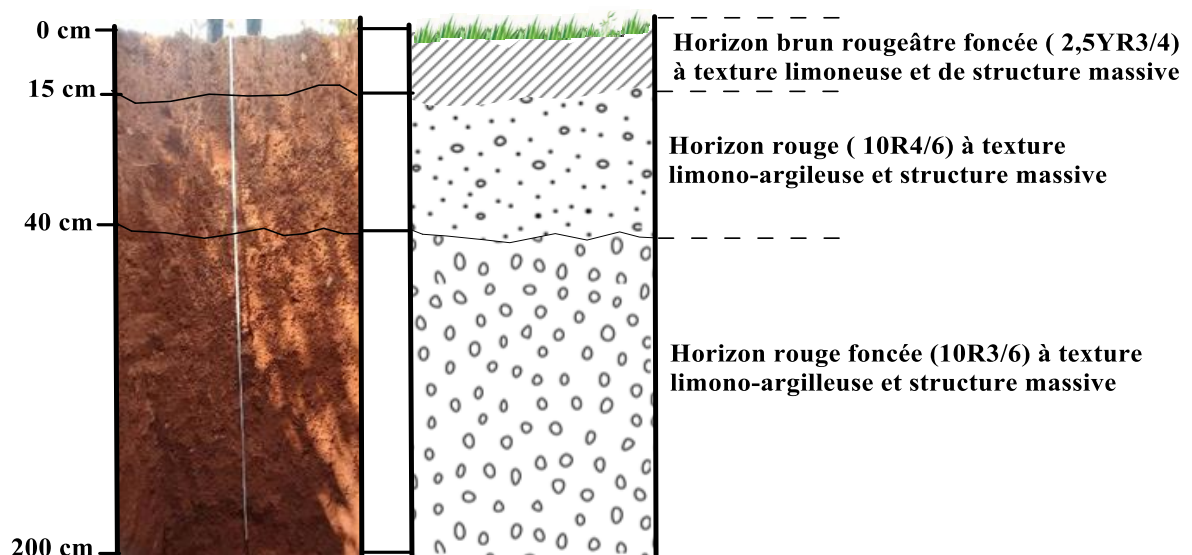
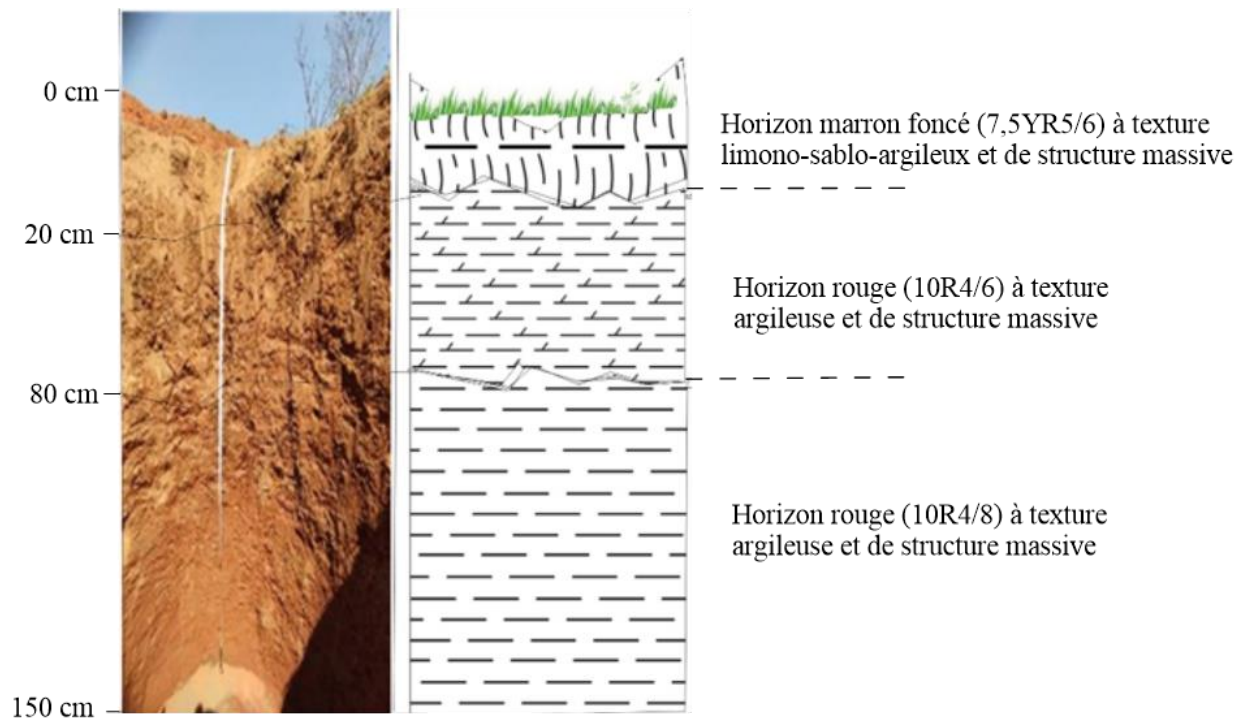


Figure 15 : Organisation morphologique du profil PT1.

### III.2.2. Profil PT2

Le profil PT2 a été localisé à 4° 23' 30''N et 11° 52' 26,3''E avec une altitude de 577 m, la végétation est constituée d'une herbacée avec de petits arbustes. Le profil a une profondeur de 1,5 m environ et présente trois horizons distincts avec une surface sèche. Du haut en bas, on observe (Fig15) :

- 0 – 20 cm** : horizon Ap marron foncé (7,5YR5/6) avec une concentration de taches noires, ayant une texture limono-sablo-argileux et une structure massive de forme polyédrique. On observe une abondance de racines de direction variable. Le sol est poreux. La transition est progressive marquée par un changement de couleur.
- 20 – 80 cm** : horizon B<sub>1</sub>, rouge (10R4/6), présentant une texture argileuse et une structure massive de forme polyédrique à prismatique. On observe une abondance de fentes de dessiccation de diamètre millimétrique d'orientation variable avec une présence abondante de racines de taille fine. Le sol est compact et peu poreux. La transition avec l'horizon sous-jacent est progressive.
- 80 – 150 cm** : horizon B<sub>2</sub>, de couleur rouge (10R4/8), présentant une texture argileuse et une structure massive de forme polyédrique à prismatique. On observe une abondance de fentes de dessiccation de diamètre millimétrique d'orientation variable. Le sol est peu poreux.



**Figure 16 :** Organisation morphologique du profil PT2.

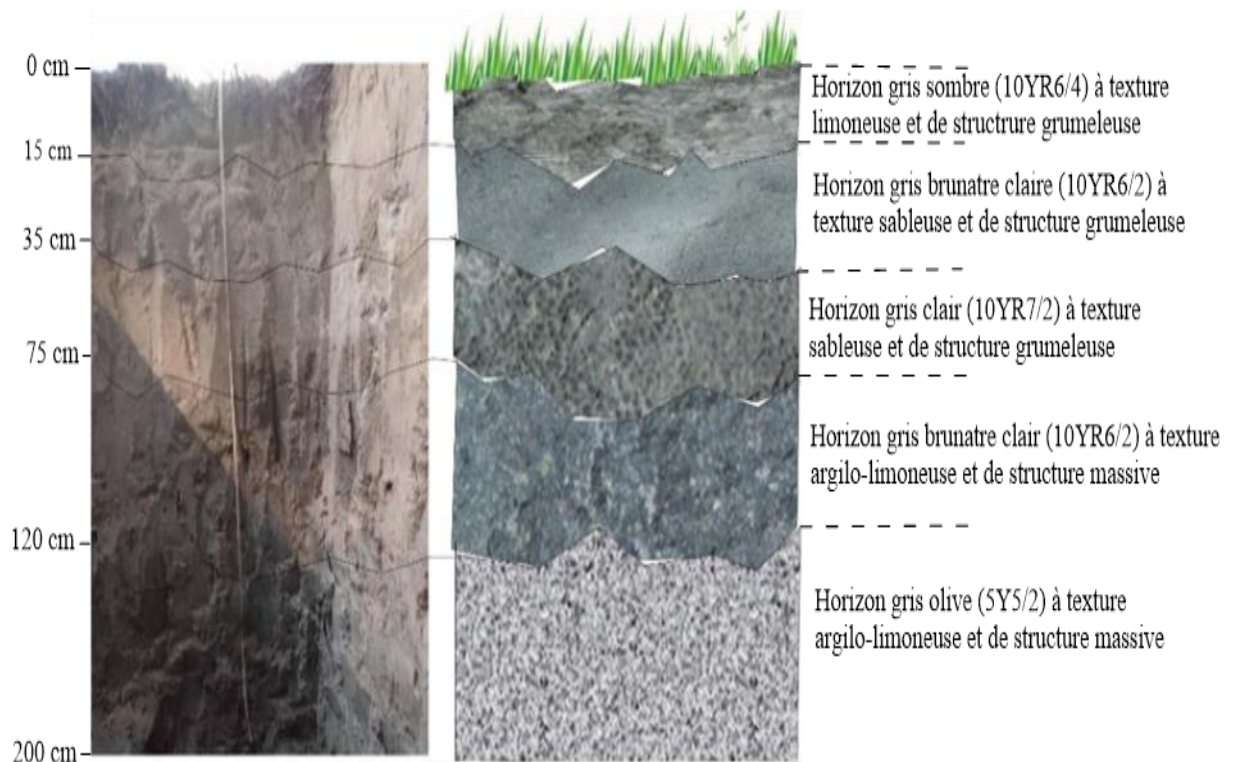
### III.3.3. Profil PT3

Le profil PT3 a été localisé suivant les coordonnées géographiques  $4^{\circ} 23' 25,6''N$  et  $11^{\circ} 52' 28,2''E$  avec une altitude de 573 m, la végétation est constituée d'une herbacée avec des petits arbustes. Le profil a une profondeur de 2 m environ et présente cinq horizons distincts avec une surface humide. Du haut en bas, on observe :

- 0 – 15 cm :** horizon gris sombre présentant une texture limoneuse avec une abondance des racines. Le sol a une structure très friable et très meuble. Il est pulvérulent à l'état sec. La transition avec l'horizon sous-jacent est progressive.
- 15 – 35 cm :** horizon gris brunâtre clair (10YR6/2) avec plusieurs taches rousses. Il présente une texture sableuse et une structure particulière très friable. On observe également des racines moyennement abondantes de tailles millimétriques. La transition avec l'horizon sous-jacent est progressive.
- 35 – 75 cm :** horizon gris clair (10YR7/2) à l'état sec ; il présente une texture sableuse avec une structure de forme particulière. Le sol a un aspect friable. Sa transition avec l'horizon sous-jacent est progressive.

**75 – 120 cm :** horizon gris brunâtre clair (10YR6/2) sur lequel on observe des petites taches rouilles. Il présente une texture sableuse avec une structure particulière. Sa transition avec l'horizon sous-jacent est nette avec une limite bien déterminée.

**120 – 200 cm :** horizon gris olive (5Y5/2), présentant une texture argilo-limoneuse avec une structure compacte. On observe une alternance de couleur sombre, jaune brunâtre (10YR6/8) qui serait probablement le gneiss.



**Figure 17 :** Organisation morphologique du profil PT3.

Après identification des paramètres morphologiques des horizons, propriétés et matériaux diagnostiques, des groupes de références de sols auxquels sont associés les qualificatifs principaux et supplémentaires, ont été utilisés pour décrire les profils pédologique. Les sols ferrallitiques de la localité de Mbandjock pourraient être classés suivant la classification de la WRB. De ce fait, les sols des profils PT1 et PT2 sont caractérisés de ferrasol et celui du profil PT3 est caractérisé de histosol.

### **III.3. Caractéristique physico-chimique des sols**

Les résultats des caractères physico-chimiques obtenus par des analyses des profils PT1, PT2 et PT3 sont consignés dans le tableau 8. Les paramètres concernent la granulométrie, le pH, la matière organique, phosphore assimilable, l'azote total, les bases échangeables, la capacité d'échange cationique et la conductivité électrique.

#### **III.3.1. Granulométrie**

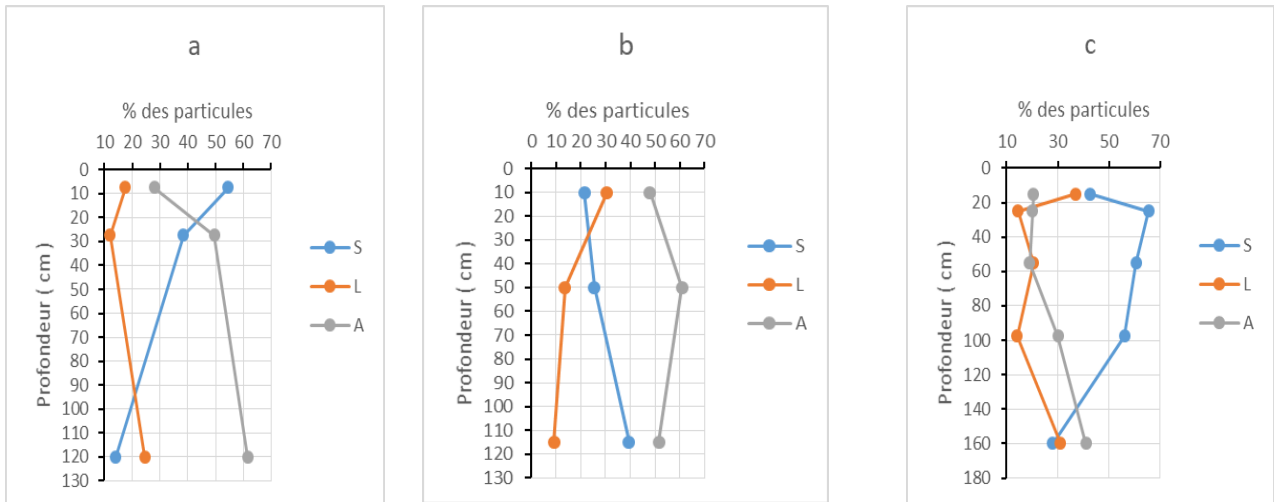
Dans le profil PT1, la teneur en sable en surface est de 54,5% et décroît progressivement de l'horizon 30 cm à l'horizon 120 cm respectivement de 38,5% à 14%. Le taux de limon est de 17,5% en surface, puis décroît de 12% à 40 cm de profondeur et croit à nouveau de 24,5% à 200 cm. Le taux d'argile est de 28% en surface, puis croit progressivement avec la profondeur respectivement de 49,5% à 40 cm et de 61,5% à 200 cm (Fig.17a).

Dans le profil PT2, la teneur en sable est de 21,5% en surface puis augmente progressivement avec la profondeur de 25,5% dans l'intervalle 20-80 cm jusqu'à 39,5% entre 80-150 cm. Par contre, la teneur en limon est de 30,5% en surface et diminue progressivement avec la profondeur respectivement de 13,5% à 9%. La teneur en argile est de 48% en surface, puis croit jusqu'à 61% dans le second horizon et en suit décroît de 51,5% dans le troisième horizon (Fig.17b).

Dans le profil PT3, la teneur en sable est de 42,5% en surface puis croit de 65,5% entre 15- 35 cm ; ensuite, décroît progressivement de l'horizon H3 à l'horizon H5 avec les valeurs successivement de 60,5%, 56%, 28% dans les profondeurs respectivement de 35-75cm, 75-120 cm, 120-200 cm. La teneur en limon évolue en alternance avec la profondeur avec les valeurs successives de 37%, 14,5%, 20,5%, 14%, 31%. En ce qui concerne la teneur en argile, elle est de 20,5% en surface puis décroît jusqu'à 19% à la profondeur de 75 cm, en suite croit de 30% à l'horizon quatre jusqu'à 41% à 200 cm (Fig.17c).

**Tableau 9 : Propriétés physico-chimique des sols étudiés.**

<b>Puits</b>	<b>PT1</b>			<b>PT2</b>			<b>PT3</b>				
<b>Horizons</b>	<b>PT11</b>	<b>PT12</b>	<b>PT13</b>	<b>PT21</b>	<b>PT22</b>	<b>PT23</b>	<b>PT31</b>	<b>PT32</b>	<b>PT33</b>	<b>PT34</b>	<b>PT35</b>
<b>Profondeur (cm)</b>	0-15	15-40	40-200	0-20	20-80	80-150	0-15	15-35	35-75	75-120	120-200
<b>GRANULOMETRIE</b>											
<b>Sable(%)</b>	54,5	38,5	14,0	21,5	25,5	39,5	42,5	65,5	60,5	56,0	28,0
<b>Limon(%)</b>	17,5	12,0	24,5	30,5	13,5	9,0	37,0	14,5	20,5	14,0	31,0
<b>Argile(%)</b>	28,0	49,5	61,5	48,0	61,0	51,5	20,5	20,0	19,0	30,0	41,0
<b>Da (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1,07	1,12	1,04	1,09	1,08	1,08	1,12	1,40	1,49	1,36	1,04
<b>ACIDITE DU SOL</b>											
<b>pH eau</b>	5,2	4,5	5,3	5,1	5,4	5,5	4,6	4,8	5,1	5,0	5,7
<b>pH KCl</b>	4,3	4,1	4,4	4,1	4,1	4,2	4,0	4,3	4,3	3,9	4,2
<b>ΔpH</b>	0,9	0,4	0,9	1	1,3	1,3	0,6	0,5	0,8	1,1	1,5
<b>MATIERE ORGANIQUE</b>											
<b>% CO</b>	2,42	1,67	1,30	1,30	0,67	1,30	2,05	0,56	0,93	0,33	0,19
<b>% MO</b>	4,17	2,89	2,25	2,25	1,18	2,60	3,53	0,96	1,60	0,58	0,32
<b>N (g/kg)</b>	0,92	0,53	0,32	0,64	0,23	0,29	0,80	0,16	0,11	0,15	0,22
<b>C/N</b>	26	31	40	20	27,5	45	26	35	83	23	9
<b>CATIONS ECHANGEABLES (mék / 100g de sol)</b>											
<b>Ca</b>	6,32	3,12	3,76	4,16	2,64	2,96	2,8	5,12	5,68	4,32	10,72
<b>Mg</b>	0,80	0,96	0,72	0,16	0,80	0,96	0,96	0,80	0,40	0,80	14,48
<b>K</b>	0,28	0,54	0,41	0,28	0,34	0,16	0,28	0,41	0,16	0,16	0,41
<b>Na</b>	0,02	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
<b>SBE</b>	7,42	4,70	4,97	4,69	3,87	4,17	4,13	6,41	6,33	5,37	25,69
<b>S/T( %)</b>	52,54	29,06	40,80	39,14	32,99	35,64	21,73	33,00	35,16	31,34	65,65
<b>Ca/Mg</b>	7,90	3,25	5,22	26	3,3	3,08	2,91	6,4	14,2	5,4	0,74
<b>Mg/K</b>	2,87	1,77	1,75	0,57	2,35	6	3,42	1,95	2,5	5	35,31
<b>CAPACITE D'ECHANGE CATIONNIQUE DU SOL (mék / 100g de sol)</b>											
<b>CEC</b>	14,12	16,17	12,18	11,98	11,73	11,70	19,00	19,42	18,00	17,13	39,13
<b>PHOSPHORE ASSIMILABLE (mg/kg)</b>											
<b>P</b>	10,91	3,20	0,10	9,30	2,65	3,14	9,36	1,01	1,82	5,96	1,93
<b>CONDUCTIVITE ELECTRIQUE (ms/cm)</b>											
<b>CE</b>	0,08	0,04	0,02	0,03	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,12



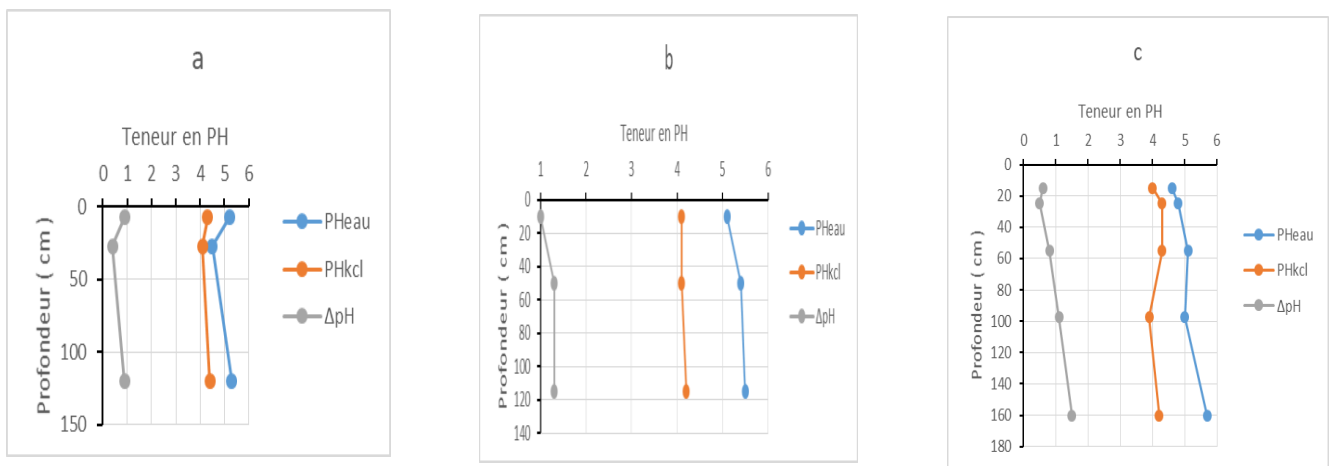
**Figure 18** : Courbe représentatif de la fraction granulométrique dans les profils, profil PT1 (a), profil PT2 (b), profil PT3 (c)

### III.3.2. pH eau et pH kcl

Dans le profil PT1, le PH eau varie entre 4,5 et 5,3 alors que le pH kcl pour sa part varie entre 4,1 et 4,4. La différence de pH est comprise entre 0,4 et 0,9. Globalement, le pH eau (acidité actuelle), le pH kcl (acidité totale) et l'acidité potentielle décroissent dans l'intervalle de profondeur 15-40 cm puis croient dans l'intervalle 40-200 cm (Fig.18a).

Dans le profil PT2, le pH eau varie entre 5,1 et 5,5 ; de même, le pH kcl varie entre 4,1 et 4,2. La différence de pH est comprise entre 1 et 1,3. Globalement, le pH eau, le pH kcl et l'acidité potentielle évoluent de manière croissante avec la profondeur (Fig.18b).

Dans le profil PT3, le pH eau varie entre 4,6 et 5,7 ; tandis que, le pH kcl varie entre 3,9 et 4,3. La différence de pH qui est encore l'acidité potentielle est comprise entre 0,5 et 1,5. Globalement, le PH eau et le pH kcl croissent de la surface jusqu'à 75 cm de profondeur, en suite décroissent jusqu'à 120 cm de profondeur puis croissent à nouveau jusqu'à 200 cm. Par contre, l'acidité potentielle décroît de la surface jusqu'à 35 cm de profondeur puis croit jusqu'à 200 cm (Fig.18c).



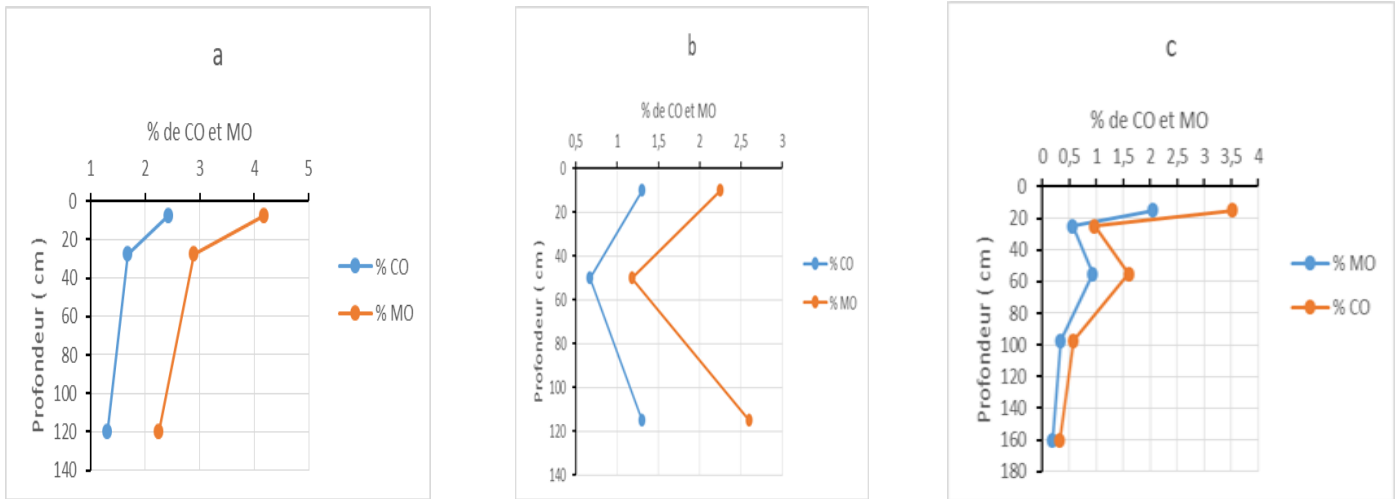
**Figure 19** : Courbe d'évolution de l'acidité dans les profils, profil PT1 (a), profil PT2 (b), profil PT3 (c).

### III.3.3. Matière organique (MO).

Dans le profil PT1, le pourcentage de matière organique varie entre 2,25% et 4,17% et décroît avec la profondeur. Tandis que, le pourcentage de carbone organique varie entre 1,30% et 2,42% et décroît également avec la profondeur (Fig.19a).

Dans le profil PT2, le pourcentage de matière organique varie entre 1,18% et 2,60%. Par contre, le pourcentage de carbone organique varie entre 0,67% et 1,30%. Dans l'ensemble, la matière organique et le carbone organique décroissent en surface puis croissent en profondeur (Fig.19b).

Dans le profil PT3, le pourcentage de matière organique varie entre 0,32% et 3,53%, tandis que le pourcentage de carbone organique varie entre 0,19% et 2,05%. En générale, le pourcentage de matière organique et de carbone organique décroisse de la surface jusqu'à 35 cm de profondeur, puis croissent jusqu'à 75 cm et décroissent à nouveau jusqu'à 200 cm(Fig.19c)



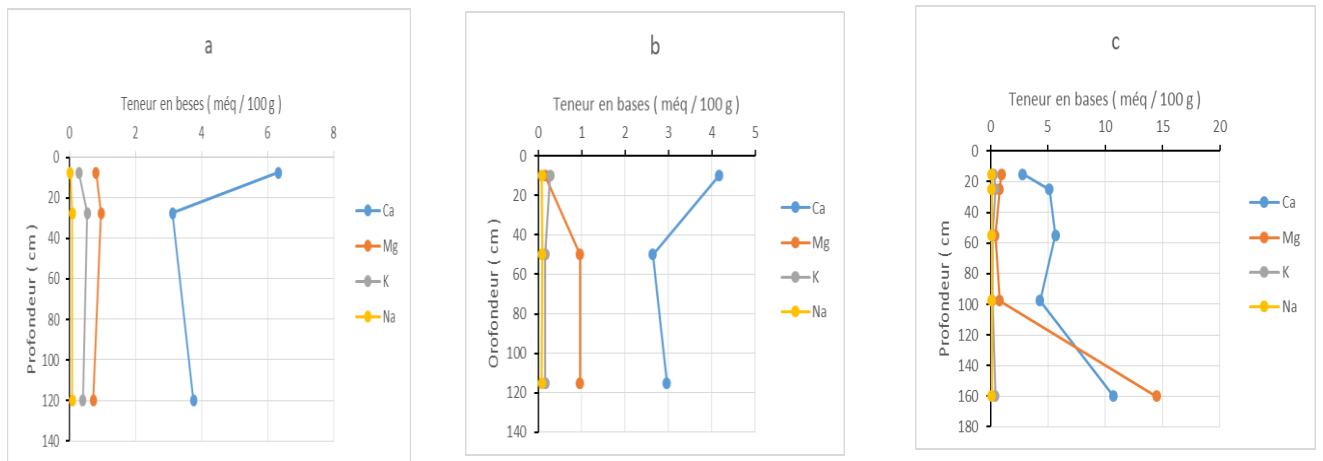
**Figure 20** : Courbe d'évolution de la MO et du CO dans les profils ; profil PT1 (a), profil PT2 (b), profil PT3 (c)

### III.3.4. Bases échangeables(S).

Dans le profil PT1, les bases sont dominées par le calcium (3,12 à 6,32 méq/100g), suivi du magnésium (0,72 à 0,96 méq/100g). Le potassium et le sodium varient respectivement entre 0,28 et 0,54 méq/100g et entre 0,02 et 0,09 méq/100g. Le calcium décroît avec la profondeur. Par contre, le potassium croît avec la profondeur. Par ailleurs, le magnésium et le potassium croissent de la surface jusqu'à l'horizon médiane puis décroissent en profondeur (Fig.20a).

Dans le profil PT2, les bases échangeables sont dominées par le calcium (2,64 à 4,16 méq/100g), suivi du magnésium (0,16 à 0,96 méq/100g), en suite vient le potassium (0,16 à 0,34 méq/100g), enfin le sodium qui est de 0,09 méq/100g. De manière générale, le calcium décroît avec la profondeur, par contre le magnésium croît avec la profondeur ; Tandis que le potassium croît de la surface jusqu'à l'horizon médiane puis décroît en profondeur. Cependant, le sodium reste constant sur tout l'étendu du profil (Fig.20b).

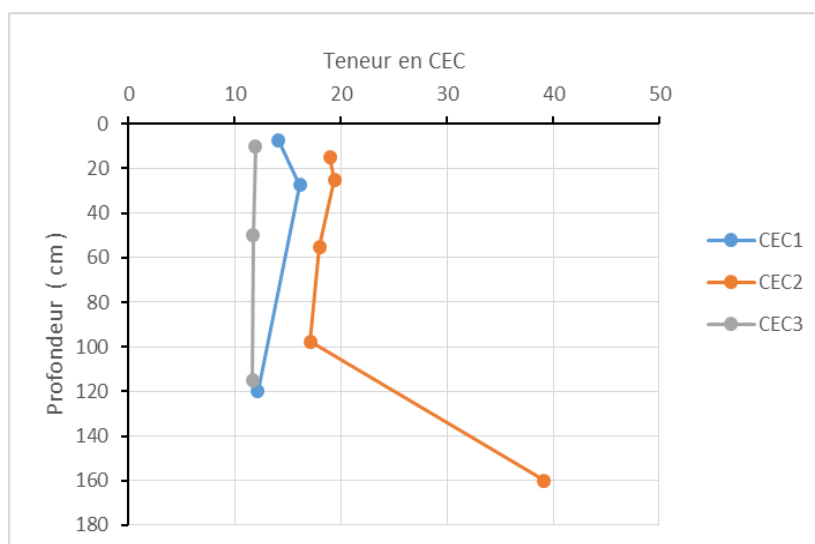
Dans le profil PT3, les bases échangeables sont dominées par le calcium (2,8 à 10,72 méq/100g), suivi du magnésium (0,40 à 14,48 méq/100g), en suite le potassium (0,16 à 0,41 méq/100g), en fin vient le sodium qui est de 0,09 méq/100g. Globalement, le calcium évolue de manière alternative en fonction de la profondeur avec une faible valeur en surface et une grande valeur en profondeur ; tandis que le magnésium décroît de la surface jusqu'à 75 cm de profondeur puis croît jusqu'à 200 cm ; le potassium croît de la surface jusqu'à 35cm puis décroît et reste constant jusqu'à 120 cm et enfin croît à nouveau jusqu'à 200 cm ; pour le sodium, sa teneur reste constante tout au long du profil(Fig.20c).



**Figure 21:** Courbe d'évolution des bases échangeables dans les profils ; profil PT1 (a), profil PT2 (b), profil PT3 (c)

### III.3.5. Capacité d'échange cationique (CEC).

La capacité d'échange cationique représente la quantité maximale des cations échangeables qu'un sol peut absorber. Elle varie entre 12,18 à 16,17 dans le profil PT1 et dans son ensemble, elle croit de la surface jusqu'à la partie médiane puis décroît en profondeur. Par contre, la capacité d'échange cationique dans le profil PT2 varie entre 11,70 à 11,98 et de manière générale sa teneur décroît avec la profondeur. Pour le profil PT3, elle varie entre 17,13 à 39,13 et globalement, croit de la surface jusqu'à 35 cm puis décroît progressivement jusqu'à 120 cm, en suite augmente en profondeur (Fig.21a).



**Figure 22 :** Courbe d'évolution de la capacité d'échange cationique (CEC) dans les profils PT1, PT2, PT3.

### **III.3.6. Taux de saturation (S/T).**

Le taux de saturation (S/T) exprimé en % entre la somme des bases échangeables(S) et la capacité d'échange cationique(CEC=T) est défini par le rapport  $S/T \times 100$ . Il constitue la proportion du complexe absorbant occupée par les cations. Les teneurs varient entre 29,06 à 52,54 % dans le profil PT1 (Tab. 8). Globalement, le taux de saturation décroît avec la profondeur.

Le taux de saturation du profil PT2 varie entre 32,99 et 39,14%. En générale, la teneur décroît avec la profondeur.

Le taux de saturation du profil PT3 varie entre 21,73 à 65,65%. Globalement, la teneur augmente avec la profondeur.

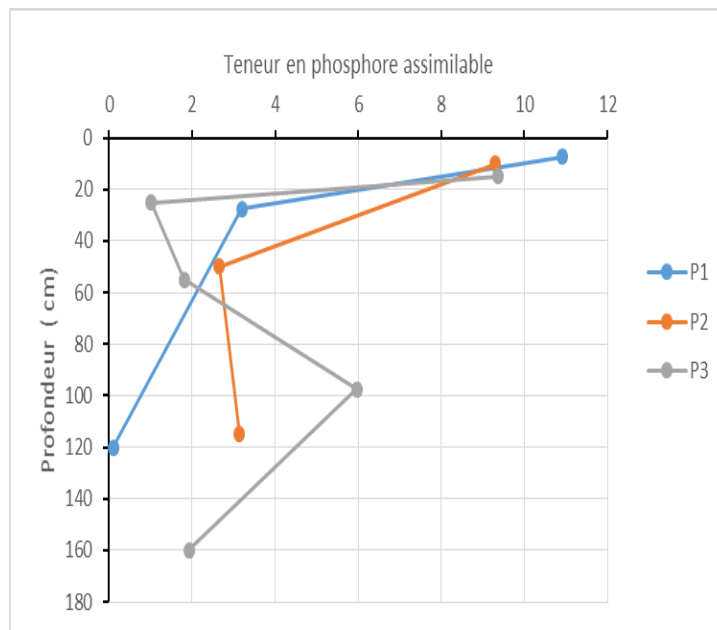
Le sol étudié est ainsi oligosaturé dans tous les compartiments des profils PT1, PT2 et PT3.

### **III.3.7. Phosphore assimilable**

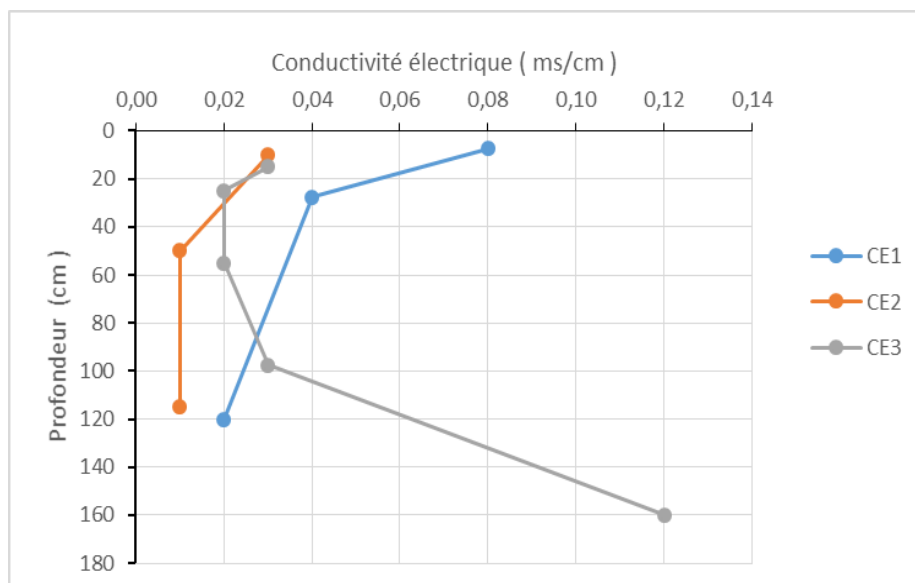
Le phosphore assimilable est la fraction du phosphore totale dont la plante peut facilement fixer ou utiliser contribuant ainsi à son épanouissement. Le profil PT1 évolue entre 0,10 et 10,91 mg/kg ; leur teneur décroît avec la profondeur. Le profil PT2 varie entre 2,65 à 9,30 mg/kg et décroît de la surface à la profondeur. Le teneur en phosphore assimilable dans le profil PT3 varie entre 1,01 et 9,36mg/kg ; globalement, elle décroît de la surface jusqu'à 75 cm puis croit et en suite décroît (Fig.22).

### **III.3.8. Conductivité électrique**

Dans le profil PT1, elle varie entre 0,02 et 0,08 ms/cm et décroît avec la profondeur. Pour le profil PT2, elle varie entre 0,01 et 0,03 ms/cm et décroît également avec la profondeur. Par contre, la conductivité dans le profil PT3, varie entre 0,02 et 0,12 ms/cm et sa teneur croit avec la profondeur (Fig.23).



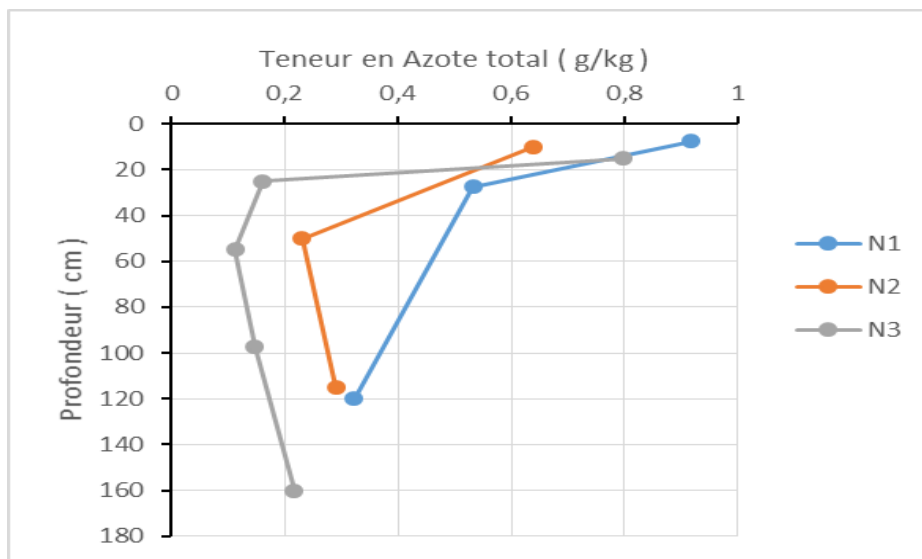
**Figure 23** : Courbe d'évolution du phosphore assimilable dans les profils PT1, PT2, PT3.



**Figure 24** : Courbe d'évolution de la conductivité électrique dans les profils PT1, PT2, PT3

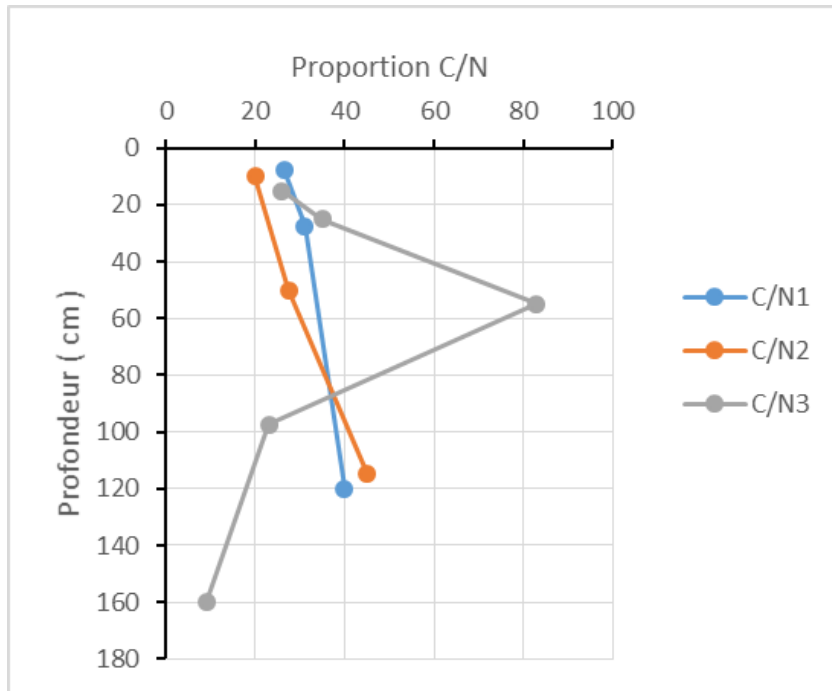
### III.3.9. Azote total et le rapport C/N

L'azote total est l'ensemble de toutes les formes de l'azote minéral et organique présent dans un échantillon. Les teneurs en azote total varient entre 0,32 et 0,92 g/kg dans le profil PT1. Globalement, l'azote décroît avec la profondeur. Dans le profil PT2, la teneur en azote varie entre 0,23 et 0,64 g/kg ; en générale l'azote décroît puis croît avec la profondeur. La teneur en azote dans le profil PT3 varie de 0,11 et 0,80 g/kg ; les teneurs en azote décroissent puis croît avec la profondeur(Fig.24).



**Figure 25** : courbe d'évolution de l'azote totale dans les profils PT1, PT2, PT3.

Le rapport C/N permet d'apprécier le niveau de décomposition de la matière organique. C'est l'un des principaux indicateurs de la fertilité et de la qualité physico-chimique des sols. Les proportions varient de 26 à 40 dans le profil PT1. Dans l'ensemble, le rapport C/N croît avec la profondeur. Dans le profil PT2, le rapport C/N varie entre 20 et 45 ; globalement le profil croît avec la profondeur. Dans le profil PT3, le rapport C/N varie entre 9 et 83 ; globalement le profil croît en surface et puis décroît en profondeur (Fig.25).



**Figure 26** : Courbe d'évolution du rapport C/N dans les profils PT1, PT2, PT3.

Après identification des paramètres morphologiques et physico-chimiques des horizons, propriétés et matériaux diagnostiques, des groupes de références de sols auxquels sont associés les qualificatifs principaux et supplémentaires, ont été utilisés pour classer les sols étudiés. La classification des sols de la localité de Mbandjock a été faite suivant la classification de la WRB. De ce fait, les sols des profils PT1 et PT2 sont caractérisés de ferrasol et celui du profil PT3 est caractérisé de histosol.

#### **III.4. Caractéristiques de fertilité des sols étudiés.**

Les caractéristiques de la fertilité des sols renseignent sur l'importance des nutriments disponibles pour la croissance des plantes. Les valeurs calculées des équilibres cationiques à l'échelle des profils sont utilisées dans l'appréciation de la fertilité.

##### **III.4.1. Équilibres chimiques Ca/Mg et Mg/K**

Les carences des plantes en un élément chimique ne sont pas toujours imputables à un déficit absolu du sol en cet élément, mais aussi à un déséquilibre entre cations antagonistes dans la solution du sol (Boyer, 1982). L'évaluation des équilibres cationiques permet de déterminer la fertilité chimique relative. Ces équilibres sont obtenus à partir des rapports simples tels que Ca/Mg et Mg/K.

### III.4.1.1. Rapport Ca/Mg

Dans le profil PT1, le graphe présente un équilibre Ca et Mg de l'horizon PT11 et PT13 et une carence en magnésium (Mg) au niveau de l'horizon PT12.

Dans le profil PT2, le graphe montre au niveau de l'horizon PT21 un équilibre Ca et Mg, une carence en magnésium (Mg) au niveau de l'horizons PT2 et PT23.

Dans le profil PT3, le graphe présente un équilibre Ca et Mg au niveau des horizons PT32, PT33 et PT34 et il présente une carence en Calcium (Ca) à l'horizon PT31(Fig.26).

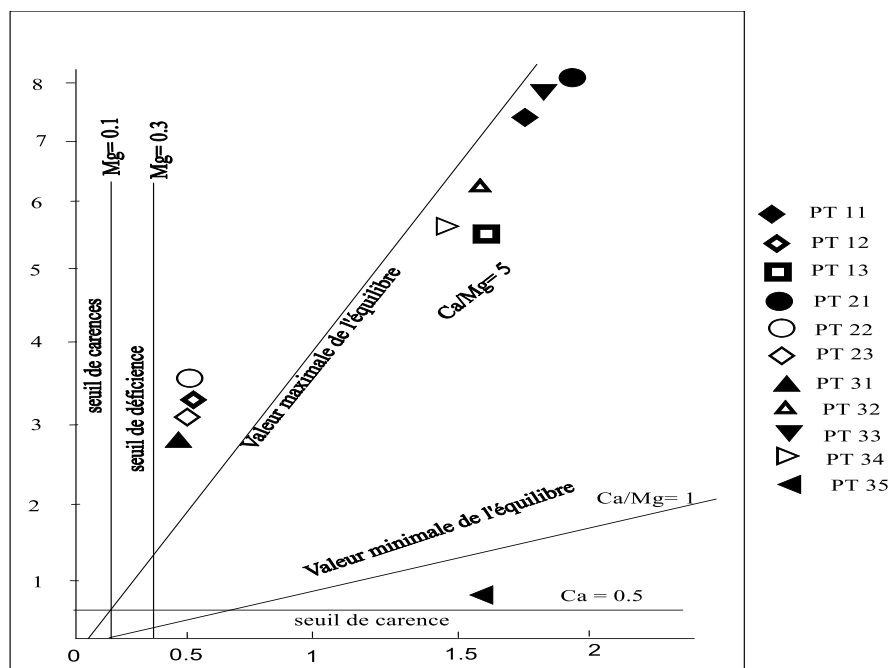
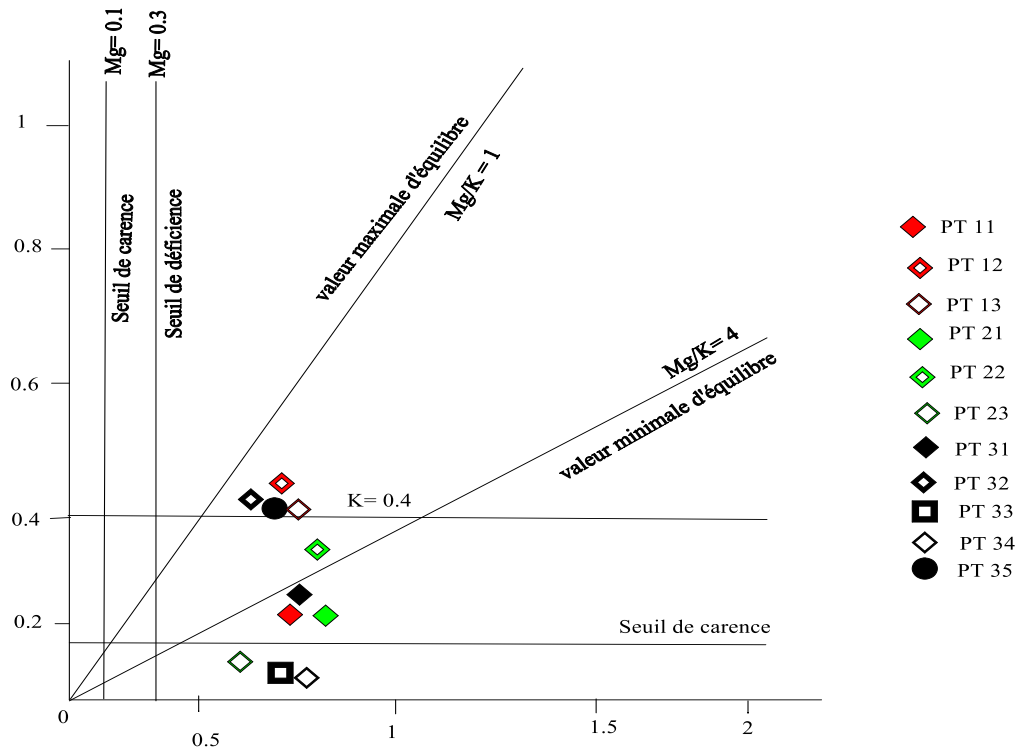


Figure 27 : Equilibre Ca/Mg d'après Martin (1979) en fonction des sols.

### III.4.1.2. Rapport Mg/K

Dans le profil PT1, le graphe montre une carence en potassium (K) au niveau de l'horizon PT11 et le niveau des horizons PT12 et PT13 montrent un équilibre entre magnésium (Mg) et potassium (K). Dans le profil PT2, le graphe présente un équilibre Mg-K au niveau des horizons PT22 et PT23; il montre une carence en potassium (K) au niveau de l'horizon PT21. Dans le profil PT3, le graphe présente un rapport Mg/K au niveau des horizons

PT32 et PT35 qui montre un équilibre PT31, PT32 et une carence en potassium (K) au niveau des horizons PT31, PT33, PT34(Fig.27).



**Figure 28:** Equilibre cationique Mg/K d'après Martin (1979) en fonction des sols.

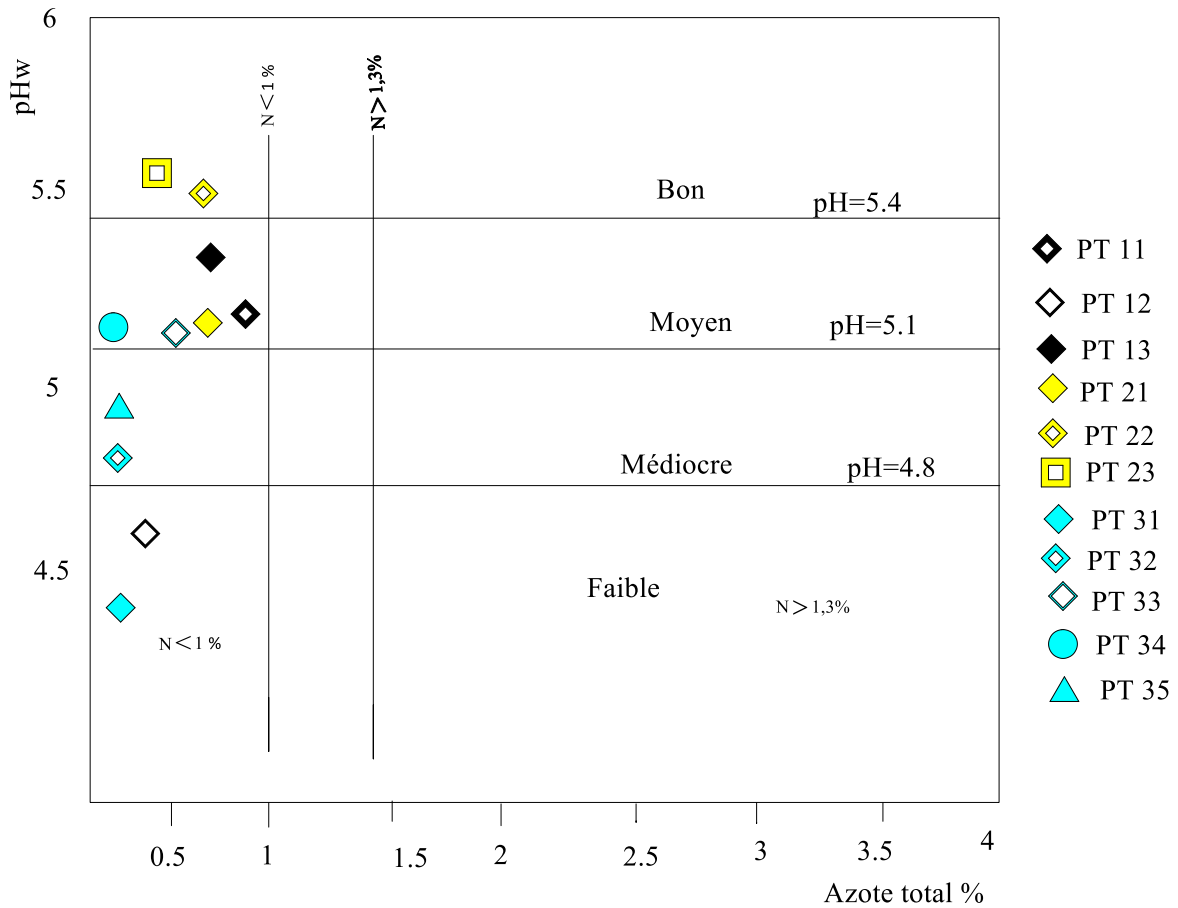
### III.4.2. Synthèse de la fertilité chimique

Dans le profil PT1, les échantillons des sols montrent un profil cultural fortement acide dans les horizons PT11 et PT13 et extrêmement acide dans l'horizon PT21. Leurs teneurs en azote total sont inférieures au seuil de déficience ( $N < 1\%$ ). A l'échelle du profil, les sols ont un état de fertilité moyenne(Fig.28).

Dans le profil PT2, les échantillons sont fortement acide dans l'horizon PT21 et moyennement acides dans les horizons PT22 et PT23; Leurs teneurs en azote total sont inférieures au seuil de carence. L'échelle de fertilité adaptée au sol montre que la fertilité est moyenne et bonne(Fig.28).

Le profil PT3 est très extrêmement acide dans les horizons PT31 et PT33; très fortement acide dans les horizons PT32 et PT35 enfin fortement acide dans l'horizon PT34. Leurs teneurs

en azote total sont inférieures au seuil de carence. L'échelle de fertilité adaptée au sol du site établit que la fertilité est faible à médiocre(Fig.28).



**Figure 29** : Equilibre azote-pH et échelle de fertilité (Dabin, 1961) en fonction des sols.

### III.4.3. Rapport du potassium et capacité d'échange cationique, K/T (T=CEC)

D'après les normes d'interprétations des rapports K/T montrent que le profil PT1 présente une limitation moyenne dans l'horizon PT11 et faible à nulle dans les horizons PT12 et PT13. Le profil PT2 montre une limitation moyenne dans les horizons PT21, PT22 et PT23. S'agissant du profil PT3, les limitations sont fortes au niveau des horizons PT31, PT33, PT34 et PT35; une limitation moyenne au niveau de l'horizon PT32(Tabl.10).

**Tableau 10** : Rapport K/T des sols dans la zone d'étude.

Sol	Profil PT1			Profil PT2			Profil PT3					
	Echantillons	PT11	PT12	PT13	PT21	PT22	PT23	PT31	PT32	PT33	PT34	PT35
Profondeurs (cm)	0-15	15-40	40- 200	0-20	20- 80	80- 150	0-15	15- 35	35- 75	75- 120	120- 200	
K/T×100	1,98	3,33	3,36	2,35	2,90	1,36	1,47	2,11	0,88	0,93	1,04	

**Tableau 11:** Synthèse de la caractérisation de la fertilité des sols dans la zone d'étude

Echantillons	PHeau et S/T	N	C/N	CEC	S	Mg/K	Ca/Mg	Fertilité	k/T
PT11	Fortement acide, mesosaturé	Très élevé	Très élevé	Moyenne	Moyenne	Carence en K	Equilibre	Moyenne	Limitation moyenne
PT12	Extremement acide, oligosaturé	Très élevé	Très élevé	Moyenne	Faible	Equilibre	Carence en Mg	Moyenne	Limitation faible à nulle
PT13	Fortement acide, oligosaturé	Élevé	Très élevé	Moyenne	Faible	Equilibre	Equilibre	Moyenne	Limitation faible à nulle
PT21	Fortement acide, oligosaturé	Élevé	Élevé	Moyenne	Faible	Carence en K	Equilibre	Moyenne	Limitation moyenne
PT22	Moyennement acide, oligosaturé	Élevé	Très élevé	Moyenne	Faible	Equilibre	Carence en Mg	Bonne	Limitation moyenne
PT23	Moyennement acide, oligosaturé	Élevé	Très élevé	Moyenne	Faible	Equilibre	Carence en Mg	Bonne	Limitation moyenne
PT31	Extremement acide, oligosaturé	Très Élevé	Très élevé	Moyenne	Faible	Carence en K	Carence en Mg	Mediocre	Limitation forte
PT32	Très fortement acide, oligosaturé	Moyenne	Très élevé	Moyenne	Moyenne	Equilibre	Equilibre	Mediocre	Limitation moyenne
PT33	Extremement acide, oligosaturé	Bas	Très élevé	Moyenne	Moyenne	Carence en K	Equilibre	Faible	Limitation forte
PT34	Fortement acide, oligosaturé	Moyenne	Élevé	Moyenne	Moyenne	Carence en K	Equilibre	Moyenne	Limitation forte
PT35	Très fortement acide, mesosaturé	Moyenne	Bas	Forte	Très forte	Equilibre	Carence en Ca	Mediocre	Limitation forte

### III.5. Evaluations des terres et déterminations de leurs aptitudes culturales

#### III.5.1. Evaluation climatique

Les données climatiques (1991 à 2021) ont permis d'obtenir le tableau d'évaluation climatique suivant (tab. 9).

**Tableau 12:** Aptitudes climatiques du Blé.

Caractéristiques climatiques	Valeurs	Classes	Degré de limitation	Valeurs paramétriques
Précipitations annuelles (mm)	1509,06	S3	3	40,77
Température moyenne du cycle de croissance (°C)	23,35	S2	2	60,37

- Méthode de la plus basse classe : S3 ;
- Méthode du nombre et du degré de limitation : S3 ;
- Méthode paramétrique :

Determination de l'indice climatique :

$$IC = 40,77/100 * 60,37/100$$

$$IC = 24,61$$

Transfert de l'Indice Climatique au taux climatique ajusté :

$$CR = 16,67 + 0,9(24,61)$$

$$CR = 39,37$$

Le climat présente une classe S3, d'aptitude marginale pour la culture intensive du blé, mais avec des limitations sévères dues aux précipitations annuelles.

#### III.5.2. Aptitude finale des terres pour la culture intensive du blé

##### III.5.2.1. Aptitude pédologique du sol de haut de pente de Mbandjock

Le tableau ci-dessous fait ressortir l'aptitude pédologique de l'unité N°1 pour la culture intensive du blé sous-système d'agriculture pluviale.

**Tableau 13:** Aptitude pédologique du sol de haut de pente pour une culture intensive du blé.

Caractéristiques pédologiques		Mesures	Classes	Limitations	Valeurs paramétriques
Topographie(t)	Pente (%)	3	S2	2	72,5
Humidité (w)	Inondation	F0	S1-0	0	100
	Drainage	Bon	S1-0	0	100
Caractéristiques physiques du sol (s)	Texture/structure	CL	S1-0	0	100
	Eléments grossiers (vol%)	0	S1-0	0	100
	Profondeur du sol (cm)	200	S1-0	0	100
	CaCO <sub>3</sub> (%)	0	-	-	-
	Gypse (%)	0	-	-	-
Caractéristiques de la fertilité (f)	CEC argile app (meq/100g)	37,63	S1-0	0	100
	Taux de saturation en base %	6,27	S3	3	60
	Carbone organique %	2,42	S1-1	1	94,2
	pH du sol	5,2	N2	4	24,73
Salinité et sodicité (n)	CE (mmhos/cm)	0,06	S1-0	0	99,93
	PSE (%)	0,74	S1-0	0	99,75

App : apparente

- Méthode de la plus basse classe: N2, f;
- Méthode du nombre et du degré des limitations: N2, f;
- Méthode paramétrique:

CR (indice climatique rajusté) = **39,37**

IS (indice de sol) =  $72,5/100 * 60/100 * 94,2/100 * 24,73/100 * 99,93/100 * 99,75/100$

**IS= 0,16**

$$IT \text{ (indice de terre)} = (CR * IS)$$

$$IT = 39,37 * 0,16$$

$$IT = 6,29$$

### Profil pédologique PT1 : N1/N2f

Le sol de haut de pente présente une inaptitude actuelle à permanente, avec des limitations très sévères mais corrigibles dues aux propriétés de fertilités (f) du sol.

### III.5.2.2. Aptitude pédologique du sol de mi-pente de Mbandjock

L'évaluation pédologique du sol de l'unité N°2 de mi-pente pour la culture intensive du sous-système d'agriculture pluviale est présentée dans le tableau suivant (tab. 11).

**Tableau14:** Aptitude pédologique du sol de mi-pente pour une culture intensive du blé

Caractéristiques pédologiques		Mesures	Classes	Limitations	Valeurs paramétriques
Topographie(t)	Pente (%)	6	S3	3	40
Humidité (w)	Inondation	F0	S1-0	0	100
	Drainage	Bon	S1-0	0	100
Caractéristiques physiques du sol (s)	Texture/structure	C<60s	S1-0	0	98,47
	Eléments grossiers (vol%)	0	-	-	-
	Profondeur du sol (cm)	150	S1-0	0	100
	CaCO <sub>3</sub> (%)	0	-	-	-
	Gypse (%)	0	-	-	-
Caractéristiques de la fertilité (f)	CECargileapp (meq/100g)	32,81	S1-0	0	100
	Taux de saturation en base %	3,7	S3	3	42,17
	Carbone organique %	1,30	S2	2	75
	pH du sol	5,1	N2	4	23,61
Salinité et sodicité (n)	CE (mmhos/cm)	0,02	S1-0	0	99,98
	PSE (%)	0,77	S1-0	0	99,75

- Méthode de la plus basse classe: N2, f;
- Méthode du nombre et du degré des limitations: N2, f;
- Méthode paramétrique:

CR (indice climatique rajusté) = 39,37

IS (indice de sol) = 0,06 IT (indice de terre) = (CR×IS) IT = 2,36

### Profil pédologique PT2 : N1/N2f

Le sol de mi-pente présente une inaptitude actuelle à permanente, avec des limitations très sévères mais corrigibles dues aux propriétés de fertilités (f) du sol.

### III.5.2.3. Aptitude pédologique du sol de bas de pente de Mbandjock

L'évaluation pédologique du sol de l'unité N°3 de bas de pente pour la culture intensive du blé sous-système d'agriculture pluviale est présentée dans le tableau suivant.

**Tableau 15:** Aptitude pédologique du sol de bas de pente pour une culture intensive du blé.

Caractéristiques pédologiques		Mesures	Classes	Limitations	Valeurs paramétriques
Topographie(t)	Pente (%)	0	S1-0	0	100
Humidité (w)	Inondation	F1	S2	2	85
	Drainage	Modéré	S1-1	1	95
Caractéristiques physiques du sol (s)	Texture/structure	SCL	S2	2	85
	Éléments grossiers (vol%)	0	-	-	-
	Profondeur du sol (cm)	200	S1-0	0	100
	CaCO <sub>3</sub> (%)	0	-	-	-
	Gypse (%)	0	-	-	-
Caractéristiques de la fertilité (f)	CECargileapp (meq/100g)	108,58	S1-0	0	100
	Taux de saturation en base %	4,7	S3	3	42,76
	Carbone organique %	2,05	S1-1	1	90,5
	pH du sol	4,6	N2	4	21,29
Salinité et sodicité (n)	CE (mmhos/cm)	0,035	S1-0	0	99,95
	PSE (%)	0,53	S1-0	0	99,82

App apparente

- Méthode de la plus basse classe: N2, f;
- Méthode du nombre et degré des limitations: N2, f;
- Méthode paramétrique:

CR (indice climatique rajusté) = 39,37

IS (indice de sol) = 0,61

**IT (indice de terre) = (CR×IS)**

**IT = 24,01**

**Profil pédologique PT3 : S3/Nf**

L'évaluation pédologique du sol de bas de pente montre que les sols sont marginalement aptes à inaptes à la culture pluviale du blé, avec des limitations sévères dues aux propriétés de fertilités (f) du sol.

**Tableau 16:** Récapitulatif des indices climatiques, pédologiques et indices de terres.

Unité de terre		Méthode de la plus basse classe	Méthode du nombre et degré de limitation	Méthode paramétrique	
Profil PT1	Climat	S3	S3	S3	CR=39,37
	Sol	N2	N2	N(f)	IS=0,16
	Terre	N2	N2	N(f)	IT=6,29
Profil PT2	Climat	S3	S3	S3	CR=39,37
	Sol	N2	N2	N(f)	IS=0,06
	Terre	N2	N2	N(f)	IT=2,36
Profil PT3	Climat	S3	S3	S3	CR=39,37
	Sol	N2	N2	N(f)	IS=0,61
	Terre	N2	N2	S3/N(f)	IT=24,01

### III.5.6. Estimation des rendements de la culture de blé suivant la méthode FAO

Selon l'estimation de la FAO (Beernaert et Bitondo, 1993), une corrélation est faite entre les classes d'aptitudes des terres vis-à-vis des cultures et les rendements. Les Profils pédologiques PT1 et PT2 sont groupés dans la classe d'inaptitude et le profil PT3 est dans la classe d'aptitude. Les résultats sont obtenus avec l'usage faible niveau d'intrants et d'un haut niveau d'intrants (Beernaert et Bitondo). En agriculture pluviale et irriguée, les rendements actuels des différents profils pédologiques des terres de Mbandjock sont représentés dans le tableau suivant (Tab.17).

**Tableau 17:** Estimation des rendements pour la culture du blé à Mbandjock.

Niveau d'intrants	Profil PT1 et PT2		Profil PT3	
	Agriculture pluviale	Agriculture irriguée	Agriculture pluviale	Agriculture irriguée
Rendement estimé avec faible niveau d'intrants	0-0,5t/ha	0-0,75t/ha	0,3-0,87t/ha	0,5-1,5t/ha
Rendement estimé avec un haut niveau d'intrants	0-0,8t/ha	0-1,5t/ha	0,6-1,7t/ha	1-3t/ha

t : tonne

Les résultats de descriptions ont montré que les horizons des profils PT1 et PT2 ont une texture de nature fines (limono-argileuse) avec une structure massive le long des horizons ; par contre, les textures des horizons du profil PT3 sont de nature limono-sableuse avec une structure grumeleuse en surface et massive en profondeur. Les sols de la zone d'étude sont extrêmement à fortement acide. La matière organique tout comme le carbone organique varie de façon décroissante avec la profondeur. Il en est de même pour l'azote total qui varie de très bas à bas, le taux de saturation est oligo à mesosaturation. Dans les sols de la zone d'étude, pour ce qui est de l'évaluation des terres des sols de Mbandjock à la culture du blé, on note une inaptitude de classe N2 en haut de pente et mi-pente ; et une aptitude de classe S3/N au bas de pente à la culture du blé.

## CHAPITRE IV : DISCUSSION ET INTERPRETATION

Dans ce chapitre, il sera question de faire une discussion et une interprétation des principaux résultats obtenus.

### IV.1 Caractères généraux des sols étudiés

#### IV.1.1. Caractéristiques morphologiques des sols de Mbandjock

Les sols étudiés se distinguent par leur couleur, leur structure et leur porosité. Les sols présentent des couleurs qui sont dans l'ensemble brun, rouge, marron et gris et rangée dans le code Munsell entre 2,5YR, 10R, 7,5YR et 10YR. Les couleurs grises observées dans le profil PT3 résulteraient de la décomposition poussée de la matière organique par ses acides humatomélaniques due à la proximité d'une nappe d'eau, semblable au sol de la Bénoué (Njekeu, 2016 ; Akassimadou et Yao-kouame, 2014). La couleur rouge observées dans les profils PT1 et PT2 serait due à la présence du fer en abondance dans le sol, semblable aux sols étudiés par Kwaya (2016) et Koh Minfele (2022).

La structure est construite à partir des particules élémentaires inertes du sol, des ciments, argiles, oxhydroxydes, matière organique humifiée et de l'activité biologique. La texture et la consistance du sol sont les paramètres pédologiques qui affectent la production agricole (Bonomelli et al, 2019). En effet, les résultats de descriptions ont montré que les horizons des profils PT1 et PT2 ont une texture de nature fines (limono-argileuse), ces résultats corroborent à ceux trouvés dans la plaine de Tombel (Sud-Ouest) (Nguemezi et al., 2020 ; Nguemezi, 2019), dans le Mounjo (Sieffermann et Martin, 1973 ; Sieffermann, 1973). Par contre, les textures des horizons du profil PT3 sont de nature limono-sableuse, ce qui est semblable à ceux étudiés au Sud-Est de Ngaoundéré par Gouban (2015). Ceci résulterait d'une pluviométrie moins élevée comparée à la zone d'étude.

Dans un sol bien structuré (structure grumeleuse), la porosité favorise l'activité biologique et les racines peuvent explorer un vaste espace et s'offrir ainsi une surface de contact plus grande avec le sol. Dans le profil PT3 la structure est grumeleuse en surface et massive en profondeur semblable à ceux trouver par Wokan (2020) dans les sols de Bokito dans la région du centre. Par contre, les profils PT1 et PT2 révèlent une structure massive tous le long des profils. La structure grumeleuse est due à la quantité de la matière organique et à

une intense activité des organismes de la pédofaune (Bilong, 2005). La structure massive serait la conséquence de l'induration (Bilola, 2018).

#### **IV.1.2. Caractéristiques physico-chimiques des sols**

Parmi les caractères physico-chimiques les plus marquants, on peut retenir le pH, la MO et la CEC.

Le pH eau joue un rôle important à l'activité biologique du sol. Dans le profil PT1, le pH eau varie de 4,5 à 5,3. D'après le Mémento de l'agronome (1993), ces sols sont extrêmement à fortement acides. Le profil PT2 présente un pH oscillant de 5,1 à 5,5 qui est fortement acide d'après le Mémento de l'agronome (1993). Ces résultats pourraient être dus à la nature de la roche mère, au lessivage causé par les eaux de pluies et de drainage en zone tropicale humide (Dabin, 1985). Dans le profil PT3, le pH eau varie de 4,6 à 5,7 ; ce qui traduit un sol très fortement à moyennement acide (Memento de l'agronome, 1993). D'après Mbonigaba et al. (2009), les valeurs de pH trouvées pourraient être liées à la saturation du complexe absorbant de ces sols. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Birie Habas (1981) lors de ces travaux à la SOSUCAM. Le pH joue un rôle non négligeable dans les sols de telle sorte que, très peu de réactions chimiques et microbiologiques soient sensible à ce dernier (Brady et al., 2002). De faibles valeurs de pH dans le sol sont la conséquence de nombreux phénomènes néfastes à l'évolution des plantes notamment la baisse de la nitrification, le manque de phosphore, la toxicité aluminique et manganique, la faible mobilité des polluants organiques et une quantité importante de certains métaux lourds (Boyer, 1978 ; Landon, 1991 ; Mbonigaba Muhinda et al., 2009).

La matière organique est un assemblage de matériau de nature physique et de composition chimique très diverse déterminant leur susceptibilité à la biodégradation (Hassan Bismarck, 1998). D'après Euroconsult (1989), la matière organique est moyenne, basse à moyenne et très basse à moyenne respectivement dans le profil PT1 (2,25-4,17), profil P2 (1,18-2,60) et profil PT3 (0,32-3,53). Ces résultats sont similaires avec ceux obtenus par Siefferman (1973) qui a eu des valeurs oscillantes entre 0-7 %, entre Loum et Manjo.

Le complexe argilo humique représente l'ensemble de particules de terre qui ont la capacité de fixer les ions dans le sol. Cette notion est intimement liée à la capacité d'échange cationique (CEC). Selon Delville (1996), la CEC d'un sol est la quantité maximale de cations que ce sol peut retenir. La valeur de la capacité d'échange cationique dans les sols de Mbandjock est de (11,70-39,13). Ce qui traduit une teneur moyenne de CEC le long des profils

PT1 et PT2 ; et une teneur moyenne à forte le long du profil PT3 d'après le Memento de l'agronome (2002). Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par Dasylyva et al. (2019) au Sénégal dans les vallées (bas-fond).

Le taux de saturation est le rapport (S/T) exprimé en % entre la somme des bases échangeables et la capacité d'échange cationique effective. Le taux de saturation est oligosaturé à mesosaturé dans les profils PT3; oligosaturé dans le profil PT1 et PT2 d'après les normes de (AFES, 1995) annexe 1. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par (Dasyval et *al.*, 2019) au Sénégal.

#### **IV.2. Caractéristiques de la fertilité des sols**

La fertilité chimique d'après l'échelle de (Dabin, 1961) des sols de la zone d'étude montre une fertilité faible à moyenne. Ce niveau de fertilité faible à moyen est semblable aux résultats obtenus sur les sols hydromorphes, il serait probablement liée à la valeur moyenne de la CEC et la somme des bases échangeables et à leur caractère acide.

Les équilibres cationiques Ca/Mg et Mg/K déficient obtenus montrent que les sols nécessitent des amendements plus importants en potassium et importants en magnésium. Ces résultats présentent des points communs avec ceux obtenus au Sénégal par (Dasylyva et *al.*, 2019) notamment où les amendements potassiques et magnésium sont plus importants.

#### **IV.3. Aptitude climatique et contraintes de gestions dans Mbandjock**

Les résultats du traitement des données climatiques, donnent les précipitations annuelles, la température moyenne, la température minimale moyenne du mois le plus froid, l'humidité relative et la longueur de la saison sèche. Ces résultats agissent principalement sur le cycle de croissance et de développement de la culture du blé. Le climat présente une aptitude marginale (S3) avec des limitations sévères pour la production intensive du blé dans la localité de Mbandjock (Beernaert et Bitondo, 1993).

Les principales limitations ou contraintes climatiques dans cette zone pour la culture intensive du blé sont les précipitations moyennes (1509,06 mm). Cette valeur est très élevée par rapport à la valeur des précipitations (800-1000) mm/an proposée par Beernaert et Bitondo, (1993) pour atteindre un rendement optimal. Cela pourrait être dû aux multiples déforestations et à la pollution de l'environnement causé par l'activité des industries de transformation installé

dans la zone. Ainsi, la localité de Mbandjock est inapte sur le plan climatique pour la production du blé.

#### **IV.4. Aptitude des terres de Mbandjock et contraintes de gestions des sols**

L'évaluation des aptitudes des sols à la culture du blé dans la localité de Mbandjock montre une inaptitude d'une part et une aptitude d'autre part à la culture sur les sols de la zone d'étude. Les indices des terres des sols de la zone d'étude montrent une inaptitude de la classe N2 à la culture du blé au niveau de l'unité 1 et 2 (profils PT1 et PT2) ; par contre, l'unité 3 (profil PT3) présentent un sol apte à inapte pour cette culture. Cette inaptitude est due au pH fortement acide ; cette forte acidité semble provenir de la forte précipitation (1509,06mm) rencontrée dans la zone, qui pourrait du fait de son acidité avoir un impact sur le pH du sol. En outre, ces faibles valeurs de pH pourraient être la conséquence d'un manque de phosphore dans le sol (Mbonigaba et al., 2009) ou de l'action de la roche mère car les sols issus de l'altération des roches portent l'empreinte chimique de celle-ci (Duchaufour, 1998, 2001). Dans le but d'améliorer le rendement, cette acidité du sol peut être corrigée en y apportant de l'urée (engrais minéral) sous forme hydrolysée ou même de la chaux agricole (Memento de l'agronome, 2006) qui pourrait induire une augmentation du pH du sol à un niveau acceptable.

## CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

En somme, cette étude avait pour objectif de caractériser les sols ferrallitiques de Mbandjock, d'évaluer l'aptitude des terres dans les savanes humides pour la culture du blé. L'étude a nécessité des travaux de terrain et de laboratoire. Il s'agissait spécifiquement de caractériser sur les plans morphologiques et physico-chimiques, les types de sols de Mbandjock ; de déterminer les aptitudes (rendements) des terres de ladite localité pour l'agriculture pluviale ; identifier les contraintes et proposer des méthodes de gestion des sols dans cette localité. Les résultats de l'étude ont montré que sur le plan morphologique les sols étudiés ont une épaisseur allant de 150 à 200 cm. Ces sols ont une couleur brune rouge sur le long du profil PT1, gris foncé en surface et rouge en profondeur dans le profil PT2 ; et enfin grise sur tout le long du profil PT3. La texture est à dominance limono-argileuse le long du profil PT1, limono-sablo-argileuse en surface et argileuse en profondeur dans le profil PT2, limoneuse en surface et argilo-limoneuse dans le profil PT3. La structure quant à elle est massive le long du profil PT1 et PT2, grumeleuse en surface et compacte en profondeur dans le profil PT3. Du point de vue chimique, les sols de la zone d'étude sont fortement acides (4,5-5,7). La matière organique varie de 0,32 à 4,17 (%) se traduisant de très basse à moyenne et le carbone organique varie de 0,19 à 2,42 (%) ; la matière organique tout comme le carbone organique varie de façon décroissante avec la profondeur. Il en est de même pour l'azote total qui varie de 0,11 à 0,92 (g/kg) qui se traduit de très bas à bas ; le rapport C/N est supérieur à 25 (très élevé) le long du profil PT1, est de 20 (élevé) en surface et très élevé (45) en profondeur dans le profil PT2, très élevé (26) en surface et bas (9) en profondeur dans le profil PT3. Le phosphore assimilable qui varie de 1,01 à 10,91 (mg/kg), diminue avec la profondeur. Le complexe absorbant est moyen dans le profil PT1 et PT2, moyen à fort dans le profil PT3. Les bases échangeables ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) sont en très faible proportion et dominées par les ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Le taux de saturation est oligosaturation aux profils PT1 et PT2 ; oligosaturation à mesosaturation au profil PT3.

Pour ce qui est de l'évaluation des terres des sols de Mbandjock à la culture du blé, on note une inaptitude de classe N2 en haut de pente et mi-pente ; et une aptitude de classe S3/N au bas de pente à la culture du blé. Cependant les conditions du milieu n'étant toujours pas bonne sur toute l'étendue de la zone, cette inaptitude est principalement due à une limitation chimique très sévère, causée par le pH qui est extrêmement à fortement acide et les précipitations qui sont très élevées par rapport aux exigences de la culture. Des solutions peuvent être envisagées pour l'amélioration du rendement de cette culture : l'apport des engrais

; l'utilisation des fumures organiques, engrais vert ou l'utilisation systématique du compost ; la pratique de l'agroforesterie, et la rotation de cultures ; l'épandage de la chaux sur les sols acides pour relever leur pH et le non pratique du brulis.

En perspective, le présent travail devra être poursuivi pour une étude expérimentale en champ afin de vérifier l'impact réel des mesures de correction apportées.

## BIBLIOGRAPHIQUE

- Akassimadou Yao-kouamé., 2014.** Caractéristiques morpho-pédologiques et potentiels d'un sol de bas-fond secondaire développé sur granito-gneiss en région de savane guinéenne (Centre de la cote d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences* 79: 6968-6982.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith., 1998.** Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper N° 56. FAO, Rome.
- Anonyme, 2017.** Soil Survey Manual, Agriculture Handbook No. 18.
- Beernaert, F., D., Bitondo., 1991.** Land Evaluation Manual, part I and II. Department of Soil Science, University Centre of Dschang. Dschang. 23p.
- Beernaert, F., Bitondo, D., 1993.** Land Evaluation Manual. Department of Soil Science, University center of Dschang. Dschang, 368p.
- Bonjean, 2001 in Boulal, Zaghouane, O., Elmourid, M., Rezgui, S., 2007.** Contribution à l'étude des effets du semis direct sur l'efficacité de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Thèse de Magister, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université Ferhat Abbas, Sétif, 4p.
- Boulal, H., Zaghouane, O., EL Mourid, M., Rezgui S., 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. ITGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.
- Boussac, Le Lamer O, Bertrand R, Rousselin X., 2012.** Développement épidémique de la fusariose des épis de blé et conséquences des interactions entre espèces du complexe fusarien. Thèse Docteur, école doctorale : sciences du végétal : du gène à l'écosystème, Université paris-sud 11, paris, 3p.
- Boyer, J., 1978.** Calcium et magnésium dans les sols des régions tropicales humides et subhumides. Initiation-doc. Tech. (35), ORSTOM, ISBN : 2.7099-0494-2, 173p.
- Boyer, J., 1982.** Les sols ferrallitiques, tome X : Facteurs de fertilité et utilisation des sols. Initiation et documentation technique n° 35, ORSTOM, Paris, 384p.
- CERTU, L.E.D., 1993.** Standard CERTU''. Enquête Ménages -déplacements. Enquête déplacements villes moyenne, enquête déplacements Grand Territoire, CERTU, Lyon. P 93 Characteristics, fertility status and fertility capability classification of steep slope

- soils of the Dschang- cliff (Cameroon Western highlands). *Journal of Geoscience and Environment protection*,9p.
- Cheftel, J.C, Cheftel, H., 1977.** Contribution à l'étude de l'activité antifongique et antimycotoxinogène des extraits méthanolique et aqueux des graines de *Citrullus colocynthis* sur la croissance de quelque moisissure d'altération de blé tendre stocké. Thèse magister. Université kasdi merbah-Ouargla. 4p+Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Technique et Documentation Lavoisier, Paris, pp. 105-130.
- Clement-Grancourt, Prats, 1971.** Etude bioécologique du complexe des insectes liés aux cultures céréalières dans la région de Batna. Université Abou bakr belkaid, Tlemcen.10p.
- CPCS, 1967.** Classification des sols. Labo.Géolo. Pédolo. E.N.S.A. Grignon. France. Miméo, 87 p.
- Dasylyva M., Ndour N., Diédhieou M. A. A., Sambou B., 2019.** Caractérisation physicochimique des sols des vallées agricoles de la commune de Ziguinchor au Sénégal. 188p.
- Doumandji Doumandji-Mitiche, B., Salaheddine, D., 2003.** Contribution à l'étude de l'activité antifongique et antimycotoxinogène des extraits méthanolique et aqueux des graines de *Citrullus colocynthis* sur la croissance de quelque moisissure d'altération de blé tendre stocké. Thèse magister. Université kasdi merbah-Ouargla. 3p.
- Duchaufour, P., 1998.** Réflexion sur les classifications des sols. Académie d'agriculture de France, 75007 Paris, 201-205.
- Eliard, 1979.** Contribution à l'étude des effets du semis direct sur l'efficience d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Thèse magister Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université Ferhat Abbas, Sétif.6-8.
- Euroconsult, 1989.** Agricultural compendium. For rural development in the tropics and subtropics. Ed. Euroconsult, 740 p.
- FAO, 1976.** Cadre pour l'évaluation des sols. Bulletin pédologique n° 32, 64 p.
- Faostat, 2010 [en ligne].** [Consulté le 30 novembre 2012]. Disponible à l'adresse : <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>.

- Gate, 1995.** Contribution à l'étude des effets du semis direct sur l'efficacité d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Thèse magister Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université Ferhat Abbas, Sétif.6-8.
- Godon, 1991.** Contribution à l'étude de l'activité antifongique et antimycotoxinogène des extraits méthanolique et aqueux des graines de *Citrullus colocynthis* sur la croissance de quelque moisissure d'altération de blé tendre stocké. Thèse magister. Université kasdi merbah-Ouargla. 4 p.
- Gouban, H., 2015.** Caractérisation minéralogique et physico-chimique des sols bruns eutrophes sur basalte au Sud-Est de N'Gaoundéré (plateau de l'Adamaoua). Mémoire de master 2, Université de Yaoundé 1, 58 p.
- Henry, De buyser, 2001.** Contribution à l'étude des effets du semis direct sur l'efficacité de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Thèse de Magister, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université Ferhat Abbas, Sétif, 3p.
- Jean BOUTRAIS, 1982.** Consommation et production de blé au Cameroun : une difficile indépendance alimentaire. Revue de géographie du Cameroun. ORSTOM 82/82/02170. 67-80.
- BIRIE-HABAS, J., 1981.** Expérimentation de la culture du blé sur les plateaux de l'Adamaroua au Cameroun. Agronomie Tropicale XXXVI. 3, 22p.
- Kellil, H., 2010.** Contribution à l'étude du complexe entomologique des céréales dans la région des hautes plaines de l'Est Algérien Université El Hadj La khdar- Batna faculté des sciences département d'agronomie.14-15.
- Masle-Meynard, 1980.** Contribution à l'étude des effets du semis direct sur l'efficacité d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Thèse magister Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université Ferhat Abbas, Sétif.6-7-8.
- Mbonigaba, M., J.J., Nzeyimana, I., Bucagu, C., Culot, M., 2009.** Caractérisation physique, chimique et microbiologique de trois sols acides tropicaux du Rwanda sous jachères naturelles : contraintes à leur productivité. Rwanda Journal 17, 34–63.

- Mémento de l'agronome, 1993.** Ministère de la Coopération et du développement 5e Ed.
- Memento de l'agronome, 2002.** Ministère de la Coopération et du Développement, 5eme édition, 1635 p.
- Memento de l'agronome, 2006.** Paris, France, 960–974.
- Morelle, D., Lejeune., P., 2000.** Élaboration d'une méthode quantitative et globale d'évaluation de l'aptitude des terres à l'agriculture : Application a la Région Wallonne (Belgique). Biotechnologie Agronomique, Société et environnement.
- Moule, 1971.** Céréales 2. Phytotechnie spéciale. Ed. La maison rustique, Paris, 236p.
- Munsell Soil Color Charts.** Munsell Color Co. Inc. Baltimore 18, Maryland 21218, USA. 1635 p.
- Nguemezi, C., Tematio, P., Yemefack, M., Tsozue, D., Silatsa, T.B.F., 2020.** Soil quality and soil fertility status in major soil groups at the Tombel area, South-West Cameroon. *Heliyon*, 6, 1–10.
- Orstom, 1969.** Manuel de prospection pédologique.
- Pauwel, J.M., Van Ranst, E., Verloo, M., Mvondo Ze, A., 1992.** Manuel de laboratoire de pédologie. Méthode d'analyse des sols et des plantes, équipement, gestions de verrerie et de produits chimiques, publications agricoles – 28/AGCD/ Centre Universitaire de Dschang, 265 p.
- PCD, 2013.** Plan communal de développement de Mbandjock.
- PEHUIEBOP, B., 2022.** Aptitude des sols hydromorphes à la culture du riz dans le bassin amont du Nyong, 55p.
- Soltner, 2005.** Etude de la variabilité morpho-physiologique et moléculaire d'une collection de blé dur algérien (*Triticum durum* Desf.). Thèse Magistère. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biologie et Ecologie, Université Mentouri, Constantine. Constantine, 9p.
- Sieffermann, G., 1973.** Les sols de quelques régions volcaniques du Cameroun : Variations pédologiques et minéralogiques du milieu équatorial au milieu tropical. Mémoires ORSTOM, 66, 51-150.

**SYS, C., 1984.** Land evaluation. Part III. International Training Centre for Post Graduate Soil scientists, State University of Ghent. Belgium. 334 p.

**SYS, C., VAN RANST, E., DEBAVEYE, J., BEERNAERT, F., 1991.** Principles in Land evaluation and Crop calculation, parts I and III. Agricultural publications, N0 7. AGCD. Brussels. 95-105.

**Wokan Kamgain M. G., 2020.** Caractérisation morphologiques, physico-chimiques et évaluation des aptitudes des terres utilisées pour la culture d'ananas à Bokito. Mémoire de Master2, Université de Yaoundé 1, 77p.

## ANNEXES

### Annexe 1. Norme d'interprétation de la CEC, S et S/T (Mémento de l'agronome, 1993)

Variable/Norme	Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
CEC (méq/100g)	<5	5 – 10	10 – 25	25 – 40	>40
S (méq/100g)	<2	2 – 5	5 – 10	10-15	>15
S/T (%)	<15	15 – 40	40 – 60	60-90	90-100

### Annexe 2. Normes d'interprétation du pH des sols (Mémento de l'Agronome, 1993)

	Valeur	Classification
PH	< 4,5	extrêmement acide
	4,6 – 5	très fortement acide
	5,1 – 5,5	fortement acide
	5,6 – 6	moyennement acide
	6,1 – 6,5	faiblement acide
	6,6 – 7,3	neutre
	7,4 – 7,8	légèrement alcalin
	7,9 – 8,4	moyennement alcalin
	8,5 – 9	fortement alcalin
	> 9,1	très fortement alcalin

**Annexe 3 :** Etats du taux de saturation du sol (selon A.F.E.S.; 1995).

S/T(%)	QUALIFICATIF
95 à 100	Saturé (ou resaturé)
80 à 95	Subsaturé (ou resaturé)
50 à 80	Mésosaturé
20 à 50	Oligosaturé
0 à 20	Désaturé

**Annexe 4.** Appréciation de la teneur du sol en phosphore assimilable (**Bray II**) (**Euroconsult, 1989**).

Niveau	Phosphore assimilable (ppm)
Très faible	<7
Faible	7-16
Moyenne	16-46
Elevé	>46

**Annexe 5.** Taux de matière organique et de ses différents constituants d'après (Euroconsult, 1989)

Taux de fertilité	Matière Organique (%)	Carbone total (%)	Azote total (%)	C/N
Très bas	<1,0	<0,6	<0,050	<8
Bas	1,0 – 2,0	0,6 – 1,25	0,050 – 0,125	8 – 10
Moyen	2,1 – 4,2	1,26 – 2,50	0,126 – 0,225	11 – 15
Elevé	4,3 – 6,0	2,51 – 3,50	0,226 – 0.300	16 – 25
Très élevé	>6,0	>3,50	>0,300	>25

**Annexe 6 : Normes d'interprétation du rapport K/T (Boyer, 1982)**

Normes	Limitation forte	Limitation moyenne	Faible à nulle
K/T×100	<1,5 %	1,5-3 %	> 3 %

**Annexe 7. Données climatiques de Mbandjock**

	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>	
<b>Tmoy</b>	23,5 6	24,3 8	24,3	24,1 3	23,8 8	23,0 7	22,2 5	22,1 8	22,5 5	22,9 2	23,5 2	23,4 7	
<b>RH</b>	77,9 9	80,4 8	85,5 1	88,2 1	88,6 3	88,9 7	89,4 3	89,7 8	90,0 3	89,6 7	86,5 7	81,3 7	1036, 64
<b>P(mm)</b>	7,97	23,0 2	108, 81	164, 4	177, 63	132, 65	113, 99	153, 23	224, 67	264, 55	120, 89	17,2 5	1509, 06
<b>Tmax</b>	30,4 7	31,4 5	31,0 7	29,9 3	29,2 5	28,7 7	27,9 2	27,8 9	28,0 7	28,2	28,8 5	29,5 4	
<b>Tmin</b>	16,3 4	18,4 3	19,8 5	20,1	19,8	19,1 4	18,4 6	18,4 8	18,8 7	19,1	19,0 6	17,2 3	