

# CARACTERES MORPHOLOGIQUES DES SOLS A CUIRASSEMENTS OBSERVES SUR SUBSTRAT SEDIMENTAIRE A BINGERVILLE, A L'EST DU DISTRICT D'ABIDJAN

K. E. YOBOUE<sup>1\*</sup>, K. J. KOUAKOU<sup>2</sup>, B. T. J. GALA<sup>1</sup>, R. J.-B. SAVADOGO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan Cocody. UFR-STRM, Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des Géomatériaux. 22 BP. 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo. UFR des Sciences Biologiques, Département Géosciences, Unité Pédagogique et de Recherche d'agro-pédologie. BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

\*Email correspondant : [emileyoboue1@gmail.com](mailto:emileyoboue1@gmail.com) / [kouadio.yoboue36@ufhb.edu.ci](mailto:kouadio.yoboue36@ufhb.edu.ci)

## RESUME

Ce travail se fixait pour objectif de présenter les grands groupes de sols soumis à cuirassement dans la sous-préfecture de Bingerville. L'approche méthodologique a consisté en la description de profil de sols horizon par horizon en définissant la couleur, la texture, la structure et la cohésion des agrégats, la charge en éléments grossiers, l'enracinement, la profondeur et le type d'horizon. Les résultats ont montré que l'induration se manifestait soit par des croûtes ou soit par des cuirasses et cela, selon un processus pédogénétique lié à la formation de Cambisols et de Ferralsols. Ces sols étaient plus ou moins profonds, plus ou moins chargés en éléments grossiers et caractérisés par une structure en majorité massive ou fragmentaire à débit particulaire. Il s'y observait une dominance des particules sablo-argileuses dans tous les horizons des sols. Les couleurs évoluaient au jaune ou au rouge dans les horizons de profondeur suite à la dynamique du fer. L'enracinement était plus ou moins profond selon le cas et orienté subvertical. La forte charge en éléments grossiers, constitués de fragments de grès, de hard-ground ainsi que de nodules et concrétions, conférait à ces grands groupes de sols un caractère plinthisque.

**Mots clés** : Cuirassement, substrat sédimentaire, cambisol, ferralsol, Bingerville.

## ABSTRACT

### **MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF SOILS WITH CUIRASSEMENTS OBSERVED ON SEDIMENTARY SUBSTRATE AT BINGERVILLE, EAST OF THE DISTRICT OF ABIDJAN**

*The objective of this work was to present the large groups of soils subject to armouring in the sub-prefecture of Bingerville. The methodological approach consisted of the description of soil profile horizon by horizon by defining the color, texture, structure and cohesion of aggregates, the load in coarse elements, rooting, depth and type of horizon. The results showed that induration was manifested either by crusts or by armor and that, according to a pedogenetic process linked to the formation of Cambisols and Ferralsols. These soils were more or less deep, more or less loaded with coarse elements and characterized by a mostly massive or fragmentary structure with particle flow. There was a dominance of sandy clay particles in all soil horizons. The colors evolved to yellow or red in the depth horizons following the dynamics of the iron. The rooting was more or less deep depending on the case and oriented subvertically. The heavy load of coarse elements, made up of sandstone fragments, hard-ground as well as nodules and concretions, gave these large groups of soils a plinthitic character. The armor was manifested by crusts or breastplates.*

**Keywords** : Cuirassement, sedimentary substrate, cambisol, ferralsol, Bingerville.

## INTRODUCTION

Le phénomène d'induration affecte des sols au cours de leurs formations. En milieu tropical où les variations saisonnières sont intenses et régulièrement réparties, le cuirassement est observable sous différents écosystèmes en l'occurrence les écosystèmes de savane et de forêt (Yoboué *et al.*, 2018). Ce cuirassement est vu comme une mobilisation suivie d'une immobilisation des sesquioxides de fer et d'aluminium et d'oxyde de manganèse suite à une succession de périodes pluvieuses et de périodes sèches (Wyns *et al.*, 2014). Cependant, à observer de plus près, le phénomène du cuirassement intégrerait non seulement les facteurs climatiques, mais à la fois le processus pédogénétique, la nature du substratum géologique, la végétation et même le modelé du relief (Maignien, 1958 ; Le Roux et Du Preez, 2006). C'est pour vérifier l'influence de certains de ces facteurs sur le cuirassement des sols observés à Bingerville que cette étude a été

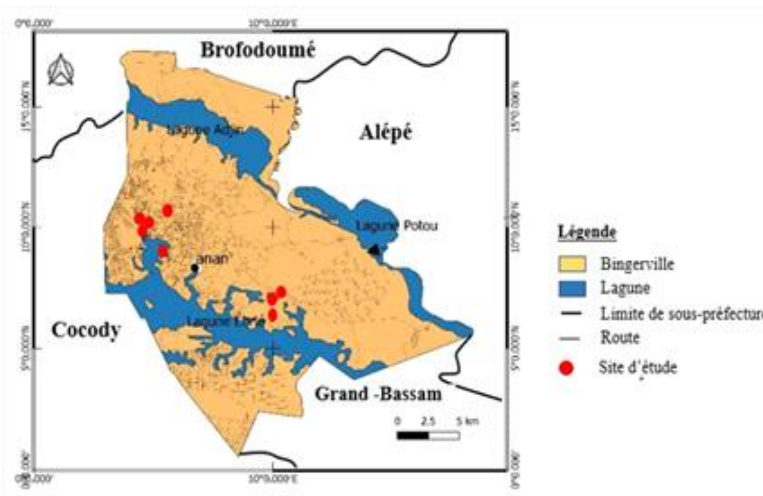
initiée. Elle visait à apprécier l'influence des substrats sédimentaires et des caractéristiques intrinsèques des processus pédogénétiques associés sur l'induration des sols.

## MATERIEL ET METHODOLOGIE

### LA ZONE D'ETUDE

L'étude a été réalisée dans la sous-préfecture de Bingerville, à l'est du district d'Abidjan. Les sites visités étaient :

- la cité IRIS, non loin du pôle scientifique de l'université Félix Houphouët-Boigny et repérable aux coordonnées (x = 399457 m et y = 592319 m) ;
- le site de Santai défini par les coordonnées (x = 401069 m et y = 593144 m) ;
- le site de la plage Marie-Thérèse ayant pour coordonnées (x = 400946 m et y = 590807 m) ;
- le site de Gbrêbo repérable aux coordonnées (x = 407701 m et y = 587330 m) en Figure 1.

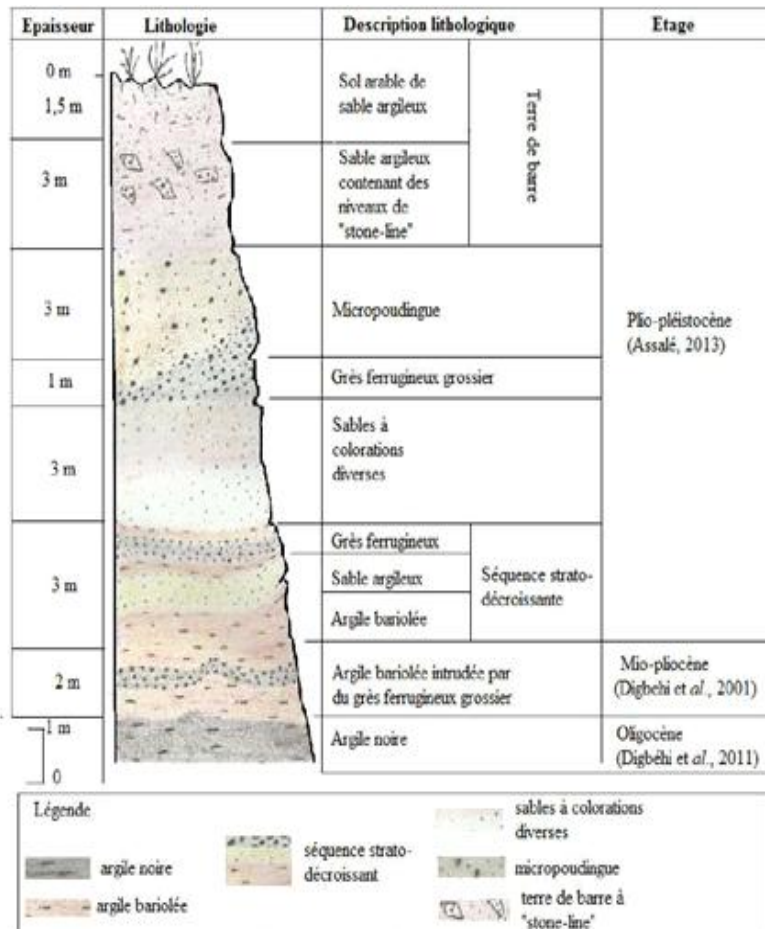


**Figure 1 :** Localisation des sites d'étude.

*Location of the study area.*

C'est une zone forestière dont le climat est caractérisé par deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses ou humides (Guillemet et Adjanooun, 1971). Le relief appartient à la zone dite des «hauts plateaux» (ACI, 1986) et drainé par la lagune Aghien et la lagune Ebrîé. La géologie est essentiellement constituée de sables argileux recouvrant un socle granito-gneissique (Bruguière et Schmid, 1947) et

qui sert de substrat aux grès datant du tertiaire (Tagini, 1971). Selon Boga *et al.*, (2017) la séquence lithostratigraphique Tertiaire-Quaternaire des formations sédimentaires de Bingerville comprend des grès ferrugineux grossiers, moyens et fins (Figure 2). Les sols sont essentiellement des ferralsols et des gleysols auxquels s'ajoutent des pseudo-podzols (Kouamé et Zorro, 2010).



**Figure 2 :** Séquence lithostratigraphique Tertiaire-Quaternaire de Bingerville ( Boga et al., 2017 ).  
*Bingerville Tertiary-Quaternary lithostratigraphic sequence ( Boga et al., 2017 ).*

## CARACTERISATION ET TYPOLOGIE DES SOLS

Le choix des sites d'observation a été basé sur la présence de tranchées conservant le mieux la structure du sol, l'observation de phénomènes du cuirassement et de séquences stratigraphiques. L'étude a commencé par la mesure de la profondeur des tranchées à l'aide d'un mètre-ruban, suivie de la délimitation des horizons avec un couteau en tenant compte de la couleur, de la charge en éléments grossiers et de la structure de l'horizon. Ensuite chaque horizon a fait l'objet d'une description en détail en précisant la couleur au code Munsell, la texture, la structure et la cohésion des agrégats, la charge en éléments grossiers, l'orientation des racines et la profondeur d'enracinement, la profondeur et le type d'horizon selon Boulet et al., ( 1982 ), telle

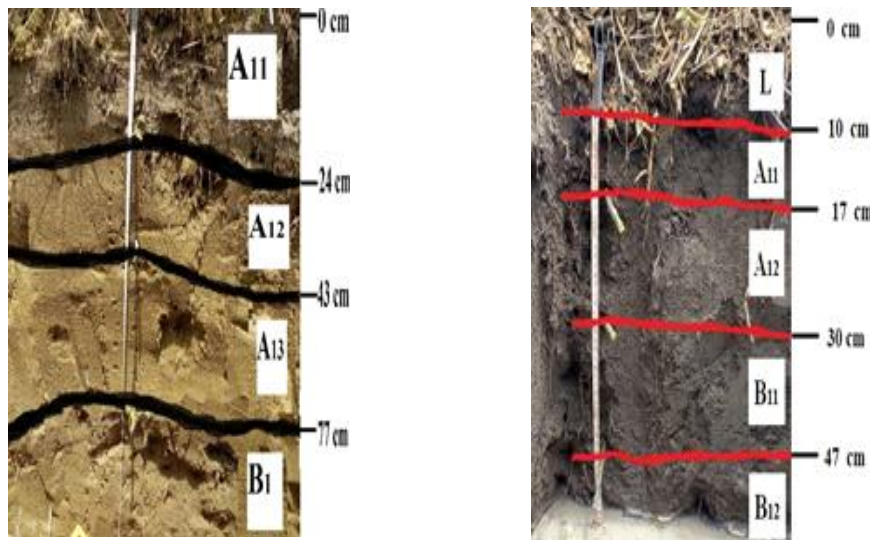
que décrite par Yao-Kouamé ( 2008 ). Le type de sol est donné selon la classification internationale en vigueur de l'IUSS Working Group WRB ( 2015 ).

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les sols identifiés dans les localités de Bingerville appartenaient à quatre grands groupes de sols à savoir, les cambisols, les ferralsols, les arenosols et les gleysols ( Figures 2 à 6 ). Ces résultats sont conformes aux travaux de Dabin et al., ( 1960 ), Avenard et al., ( 1971 ) et de Roose et Cherroux ( 1965 ), qui montraient dans leurs travaux que les sols observés au Sud sur le substrat sédimentaire sont en majorité, les sols ferrallitiques ( Ferralsols ), les sols hydromorphes ( Gleysols ), les sols sableux ( Arenosols ) et les sols bruns tropicaux ( Cambisols ). Parmi ces sols, les arenosols et les gleysols n'ont pas présenté de cuirassement.

Les arenosols, formés sur sable quaternaire, sont généralement observés en bas de versant. Leurs profondeurs dépassaient très souvent les 120 cm, ils avaient une texture sableuse à sables grossiers, une coloration variant du gris ( 5YR 4/2 ) au brun-jaunâtre ( 10YR 5/4 ) avec la présence de quelques tubules organiques. Selon l'éloignement aux cours d'eau, ils présentaient des variantes Umbriques ou Fluviques. Quant aux

gleysols, ils étaient observés dans les bas-fonds, moins profond ( 60 cm ) avec une texture limono-sableuse en surface qui devenait argilosableuse ou sabloargileuse en profondeur. La couleur était grisâtre ( Gley1 3/5 Gy, Gley1 4/10 Gy, Gley 1 5/10 Gy et Gley2 5/5 Gy ) avec des taches blanchâtres. Des activités anthropiques y étaient marquées par des morceaux de charbon de bois et de briques.



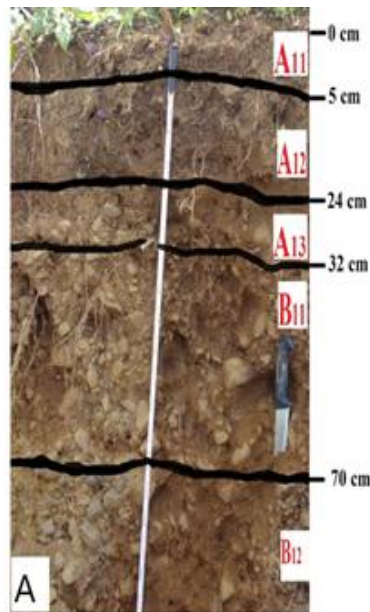
**Figure 3 :** Sols non cuirassés observés à Bingerville ( de gauche à droite : Umbric Arenosol, Antraquic Gleysol ).

*Non-armored soils observed at Bingerville ( from left to right: Umbric Arenosol, Antraquic Gleysol ).*

#### LES SOLS A CUIRASSEMENT DE BINGERVILLE

A Bingerville, le cuirassement a été observé sur des cambisols et sur des ferralsols.

La figure 4 présente un cambisol situé en milieu de versant d'une colline observée à la cité IRIS. Ce cambisol était observé sur un conglomérat à galets de grès ferrugineux, de hardgrounds et à ciment argiloferrugineux. Du point de vue structural, il était organisé de la façon suivante :



**Figure 4 :** Plinthic Cambisol ( Xanthic ) de milieu de versant observé à la cité IRIS ( altitude 31 m ; coordonnées X = 399794 m et Y = 592405 m ).

*Plinthic Cambisol (Xanthic) of mid-slope observed at the city IRIS ( altitude 31 m, coordinates X = 399794 m and Y = 592405 m ).*

0 - 5 cm : Horizon humifère de type A<sub>11</sub>, ayant une texture limonoargileuse ( argile d » 20 % ), une structure grumeleuse et de couleur brun-grisâtre ( 2,5Y 3/2 ). Contient de rares éléments grossiers et d'assez nombreuses racines de tailles millimétriques subhorizontales à subverticales. Transition progressive.

5 - 24 cm : Horizon A<sub>12</sub>, humifère avec une structure massive à débit fragmentaire, ayant une texture argilolimoneuse ( environ 25 % d'argile. Couleur brune ( 10YR 4/3 ), possède quelques éléments grossiers ( galets de grès, quartz ), poreux avec une bonne activité biologique, et à transition progressive.

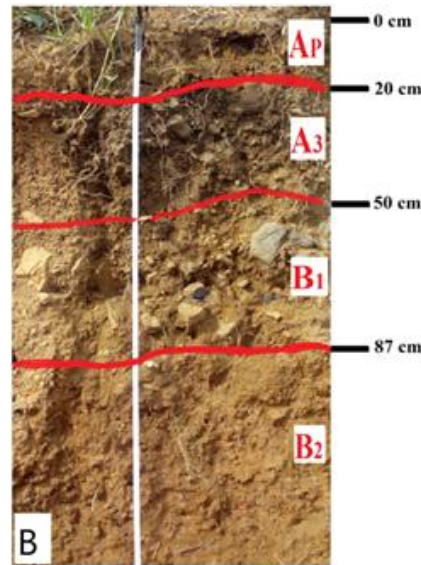
24 - 32 cm : Horizon A<sub>13</sub> peu humifère, ayant une structure massive à débits fragmentaires, de texture argilosableuse à sable grossier ( argile e » 25 % ). Couleur brun-jaunâtre clair ( 10YR 6/4 ), contient une charge en éléments grossiers peu abondante ( quelques galets de quartz, concrétion et nodule ). Possède de nombreuses racines de tailles millimétriques subhorizontales à subverticales, et à transition brusque.

32 - 70 cm : Horizon peu humifère dénommé B<sub>11</sub>, de structure massive à débits particuliers, argilosableuse à sables grossiers ( argile e » 25 % ). Couleur jaune-brun ( 10YR 5/8 ), peu nombreuses racines de tailles millimétriques à orientation subhorizontale à subverticale. Forte charge en éléments grossiers conduisant à un bon drainage, et à transition progressive.

70 cm et plus : Horizon B<sub>12</sub>, très peu humifère, massif à particulaire, de texture argilosableuse ( environ 25 % d'argile ). Couleur jaune ( 2,5Y 7/6 ), forte charge en éléments grossiers ( grès, nodules, concrétion ) et contient peu ou pas de racines.

La figure 5 présente un cambisol observé en haut de versant d'une colline située à la cité IRIS. Il était observé sur une séquence d'argile bariolée

et d'argile bariolée intrudée par du grès ferrugineux et de hardground et s'organisait comme suit :



**Figure 5 :** Plinthic Andorhodic Cambisol ( Antraquic ) de haut de versant observé à la cité IRIS ( altitude 43 m; coordonnées X = 399457 m et Y = 592319 m ).

*Plinthic Andorhodic Cambisol ( Antraquic ) of high slope observed at the city IRIS ( altitude 43 m; coordinates X = 399457 m and Y = 592319 m ).*

0 - 20 cm : Horizon A<sub>p</sub>, très perturbé par l'activité humaine, humifère à structure fragmentaire et à texture sabloargileuse ( environ 15 % d'argile ). Contient quelques éléments grossiers ( nodules, grès, hardgrounds ), de couleur rougeâtre ( 2,5YR 5/6 ), avec des poches brune ( 10YR 4/3 ). Nombreuses racines millimétriques d'orientation subhorizontale à subverticale, et à transition progressive.

20 - 50cm : Horizon A<sub>3</sub>, humifère, polyédrique à débits particulière, texture limonoargileuse ( argile d » 20 % ). Forte charge d'éléments grossiers ( concrétion, nodule, grès, hardgrounds ), nombreuses racines millimétriques subhorizontales, couleur brune ( 10YR 4/3 ), et de transition progressive.

50 - 87cm : Horizon B<sub>1</sub>, peu humifère, structure polyédrique à débits particulière, texture argilosableuse à sables grossiers ( argile e » 25 % ), peu ou pas de racine. Forte charge d'éléments grossiers ( nodule, grès, concrétion, hardgrounds ). Couleur brun-rougeâtre ( 7,5YR5/8 ), transition progressive.

87 cm et plus : Horizon B<sub>2</sub> très peu humifère, structure polyédrique à débits fragmentaire, texture argilosableuse ( e » 25 % d'argile ) et de couleur brun-rougeâtre ( 7,5YR 4/6 ). Forte charge en éléments grossiers, avec des taches de couleur rougeâtre ( 7,5R 4/6 ) ou jaunâtre ( 2,5Y 7/8 ).

Ces cambisols présentant un caractère cuirassé se situaient en positions topographiques de sommets, de hauts de versants et de milieux de versants des collines. Ils avaient des profondeurs variées et plus ou moins chargés en éléments grossiers comme l'observaient Yao-Kouamé ( 2011 ) et Yoboué *et al.*, ( 2014 ) sur des cambisols de Toumodi. Cette forte charge en éléments grossiers leur conférait le caractère plinthitique généralement évoqué et favorable au cuirassement selon Yoboué *et al.*, ( 2018 ). Selon Le Roux et Du Preez (2006), ce caractère plinthitique était favorisé par différentes conditions environnementales au cours des processus pédogénétiques, ici en l'occurrence la présence du grès, des hardgrounds et du fer dans l'argile. Cependant, les cambisols de Bingerville sont plus colorés jaunâtre alors que ceux de Toumodi dans

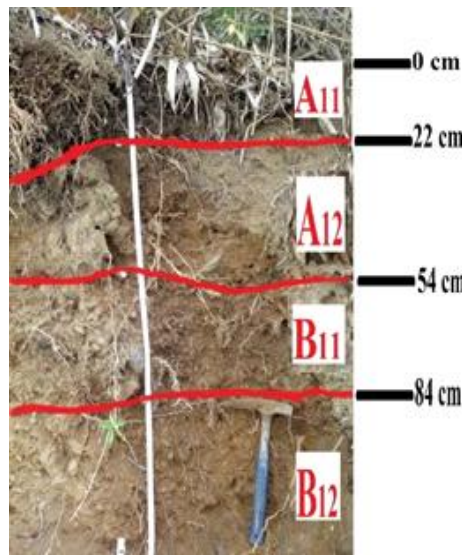
le centre de la Côte d'Ivoire sont plus rougeâtre. Cette différence des colorations pourraient être due aux matériels géologiques. En effet, à Bingerville, les cambisols ont été observés sur formation conglomératique à galets de grès ferrugineux et de hardgrounds et à ciment argiloferrugineux ocre ou sur une séquence d'argile bariolée et d'argile bariolée intrudée par du grès ferrugineux grossier, tandis que, ceux de Toumodi sont sur roches magmatiques basiques riches en minéraux ferromagnésiens. Ce sont ces ferromagnésiens qui, s'altérant, libèrent le fer qui était responsable de la coloration rouille, rouge ou ocre ( Bruguière et Schmid, 1947 ; Yoboué *et al.*, 2010 ; Van der Waals, 2013 ). Les sols de Bingerville avaient une texture argilolimoneuse en surface et argilosableuse en profondeur de façon générale.

La structure du débit était le plus souvent particulière suite à l'altération du matériau gréseux sur lequel ces sols sont formés.

Sur ferralsol, le cuirassement a été observé à Santai, à Marie-Thérèse et à Gbrebo. Cependant, les ferralsols à cuirassement de Bingerville peuvent être regroupés en deux types représentés par ceux de Santai et de Marie-Thérèse.

A Santai, le profil décrit était une tranchée située dans la partie supérieure du bas de versant d'une colline, non loin de la clôture de l'école d'élevage de la ville. Elle était repérable aux coordonnées (X = 0401069 m ; Y = 0593144 m) et était à une altitude de 56 m. Du point de vue morphologique, le profil observé se présentait de la manière suivante (Figure 6) :

Dans ce ferralsol, la texture est à dominance



**Figure 6 :** Endopisoplinthic Ferralsol ( Dystric ) observé à Santai ( altitude 56 m, coordonnées X = 401069 m et Y = 593144 m ).

*Ferralsol Endopisoplinthic ( Dystric ) observed at Santai ( altitude 56 m, coordinates X = 401069 m and Y = 593144 m ).*

0 - 22 cm : Horizon A<sub>11</sub>, humifère, brun-noirâtre ( 7,5YR 2,5/1 ), structure particulière et grumeleuse au niveau des racines, texture sablolimoneuse ( argile d » 5 % ). Nombreuses millimétriques subhorizontales à subverticales, transition progressive.

22 - 54 cm : Horizon A<sub>12</sub>, peu humifère, structure polyédrique à débits particuliers, texture sabloargileuse à sables grossiers ( environ 20 % d'argile ) de couleur brun-rougeâtre ( 2,5YR 4/4 ). Peu nombreuses racines subhorizontales à subverticales, quelques éléments grossiers, transition nette.

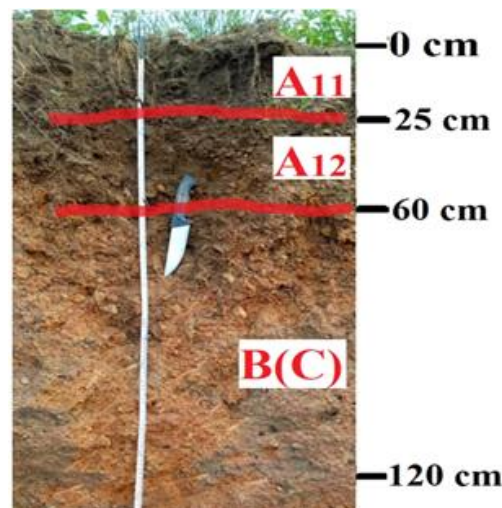
54 - 84 cm : Horizon peu humifère de type B<sub>11</sub> avec une structure massive à débit particulière. Texture sabloargileuse à sable grossiers ( environ 20 % d'argile ). Couleur brun-rougeâtre ( 7,5YR 4/6 ), et forte charge en éléments grossiers. Nombreuses racines millimétriques subhorizontale à subverticales et à transition progressive.

84 et plus : Horizon très peu humifère de type B<sub>12</sub>, coloré brun-jaunâtre foncé ( 10YR 4/6 ), massive à débits particulière et de texture sabloargileuse à sables grossiers ( e » 20 % d'argile ). Forte charge en éléments grossiers de nodules arrondis et peu de racines.

sableuse puisqu'elle est généralement sablolimoneuse en surface et sabloargileuse en profondeur. La structure est à dominance particulière comme dans les cambisols observés à IRIS. Ce ferralsol reposait sur une succession stratigraphique présentant du sable argileux contenant des niveaux de stone line, du grès ferrugineux et du sable à coloration diverse comme l'ont établi Boga *et al.*, ( 2017 ) à la figure 2.

A Marie-Thérèse, il s'agissait d'un profil observé en position topographique du haut de bas de versant ( c'est-à-dire dans le tiers supérieur du bas de versant ) et à une altitude de 18 m. Il était repérable aux coordonnées X = 0400946 m ; Y = 0590807 m.

Ce sol était un Petroplinthic Ferralsol ( Anosombric ) organisé de la façon suivante ( Figure 6 ) :



**Figure 7 :** Petroplinthic Ferralsol ( Anosombric ) observé à Marie-Thérèse (altitude 43 m; coordonnées X = 400946 m et Y = 590807 m ).

*Petroplinthic Ferralsol (Anosombric) observed at Marie-Thérèse ( altitude 43 m, coordinates X = 400946 m and Y = 590807 m ).*

0 - 25 cm : Horizon A<sub>11</sub>, très humifère, structure polyédrique grumeleuse au niveau des racines, texture sablolimoneuse. Coloré brun-grisâtre foncé ( 10YR 4/2 ), nombreuses racines millimétriques et centimétriques subhorizontales à subverticales. Faible charge en éléments grossiers et à transition progressive.

25 - 60 cm : Horizon A<sub>12</sub>, humifère, structure polyédrique grumeleuse au niveau des racines, texture limonosabloargileuse ( environ 15 % d'argile ). Couleur brune ( 7,5YR 4/3 ). Forte charge en éléments grossiers, nombreuses racines millimétriques subhorizontale à subverticale et à transition progressive.

60 - 120 cm : Horizon B ( C ) non humifère avec cependant quelques pénétrations humifères, texture argilosableuse et à structure massive. Fortement chargé en éléments grossiers provenant d'un ensemble de grès et hardgrounds plus ou moins altérés et durcis.

La texture de ce sol était à dominance sableuse en surface, limonosableuse dans les horizons intermédiaires et argileuse en profondeur. Sa structure était massive en profondeur suite au caractère durci. De ce fait, ce type de ferralsol était bien différent de celui observé et décrit à Santai. Il était formé sur un ensemble constitué d'une succession de sable argileux contenant des niveaux de stone line, du grès ferrugineux et du sable à coloration diverse en référence à la figure 2.

En somme, les ferralsols sujets au cuirassement dans la zone de Bingerville étaient généralement situés dans la partie supérieure des bas de versant (ou partie inférieure du milieu de versant) des collines et présentaient un caractère plinthitique. Il est donc possible d'affirmer que la position topographique (ou le relief) influence ce cuirassement des sols. Ils se sont formés sur une succession de sable argileux contenant des niveaux de stone line, du grès ferrugineux et du sable à coloration diverse. Ces sols étaient

généralement profonds et caractérisés par une structure en majorité massive ou fragmentaire à débit particulaire, une dominance des particules sablo-argileuses dans tous les horizons. La couleur variait du brun dans les horizons supérieurs, au rouge ou au jaune dans les horizons de profondeur. Ce changement de couleur des horizons supérieurs vers les horizons de profondeur pourrait s'expliquer par la dynamique du fer, très présent dans les niveaux gréseux, comme souligné par Van der Waals ( 2013 ) en Afrique du Sud. En effet, les profils du haut et du milieu de versant présentent un drainage vertical dominant, entraînant une accumulation de particules fines dans les horizons profonds y compris les oxydes et hydroxydes de fer responsables de la coloration vive des sols. Comme le montraient Koné ( 2006 ) et Koné *et al.*, ( 2009 ) qui affirmaient que la lixiviation du fer réduisait la coloration des horizons de surfaces alors que les horizons illuviaux en profondeur seraient de plus en plus rouges. Cette dynamique du fer a aussi favorisé le caractère plinthitique observé



majoritairement dans les ferrasols situés dans la partie inférieure du milieu de versant des collines.

Ces deux grands groupes de sols cuirassés de Bingerville, bien que se formant sur des substrats sédimentaires différents, étaient plus ou moins profonds, fortement chargés en éléments grossiers ferrugineux. Ils avaient une texture à dominance argileuse ou sablo-argileuse et une coloration à variante jaunâtre ou rougeâtre induite par la présence du fer.

## CONCLUSION

Plusieurs grands groupes de sols sont observés à Bingerville. Il s'agit des ferrasols, des cambisols, des gleysols et des arenosols. Parmi ces sols, seuls les cambisols et les ferrasols ont manifesté les phénomènes d'induration marqués par des croûtes ou par des cuirasses. Ils étaient plus ou moins profonds et colorés ocre ou rougeâtre, fortement chargés en éléments grossiers. Le cuirassement observé à Bingerville était lié aux caractères morphologiques du type de sol, à sa position topographique et au type de substrat sédimentaire sur lequel le sol s'était développé. Cette étude apporte quelques éléments de réponses au cuirassement en milieu sédimentaire mais, des études complémentaires impliquant la dynamique des éléments chimiques tels que le fer, l'aluminium et le manganèse affinaient les comparaisons avec le cuirassement observé sur socle protérozoïque.

## REFERENCES

- ACI ( Atlas Côte d'Ivoire ). 1986. Atlas de Côte-d'Ivoire. Ministère du plan de Côte-d'Ivoire. Office de la recherche scientifique et technique outre-mer. Institut de géographie tropicale. Université d'Abidjan, 67 p.
- Avenard J.M., G. Girard, J. Sircoulon, P. Toucheboeuf, J. C. Guillaumet, E. Adjanooun, et A. Perraud. 1971. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire, ORSTOM, N°50 : 269 - 391.
- Boga A. H., T. E. Wango, K. C. Yao, A. C. Akobe, A. S. Coulibaly et S. Monde. 2017. « Mise en évidence des phases majeures de sédimentation dans le dépôt des formations sédimentaires de l'Est du bassin sédimentaire Tertiaire-Quaternaire « onshore » de Côte d'Ivoire par l'étude de « stone-line ». », International Journal of Development Research, 7, ( 09 ) : 14972 - 14980.
- Boulet R., A. Chauvel, F. X. Humbel et Y. Lucas. 1982. Analyse structurale et cartographie en pédologie. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique : les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. Cah. ORSTOM, Sér. Pédol., Vol. 19, n°4 : 309 - 321.
- Bruguière J.M. et M. Schmid. 1947. Rapport sur la prospection pédologique de la concession de IIRHO à Lamé ( Côte d'Ivoire ) et Bingerville ( Côte d'Ivoire ), 15 p.
- Dabin B., N. Leneuf et G. Riou. 1960. Carte pédologique de la cote d'ivoire au 1/2.000.000. ORSTOM, publié par le secrétariat d'état à l'agriculture direction des sols, 39 p.
- Guillaumet J.-L. et E. Adjanooun . 1971. La végétation de la Côte d'Ivoire, ORSTOM, paris, France : 161 - 177.
- IUSS Working Groupe WRB. 2015. Base de référence mondiale pour les ressources en sols 2014, Mise à jour 2015. Système international de classification des sols pour nommer les sols et élaborer des légendes de cartes pédologiques. Rapport sur les ressources en sols du monde N° 106. FAO, Rome, 203 p.
- Koné B. 2006. La couleur comme indicateur de la fertilité des sols. Utilisation des données pour l'étude de la fertilité potentielle des sols ferrallitiques au-dessus de la latitude 7 de la Côte d'Ivoire. Thèse unique de Doctorat en Sciences de la Terre, Spécialité : Pédologie. Université de Cocody/UFR STRM, 149 p.
- Koné B., D. Sitapha, S. Oikeh, G. Yoro, M. Camara, D. D. Djidji et A. Assa. 2009. Estimation de la fertilité potentielle des Ferrasols par la couleur. Can. J. Soil Sci. 89, 331 p.
- Kouamé N.F. et B. Zorro. 2010. Nouveau découpage de la zone de la forêt dense humide de la Côte d'Ivoire. Sci. Nat. Vol 7. N°2 : 177 - 194.
- Le Roux P. A. L. et C. C. Du Preez. 2006. Nature and distribution of South African plinthic soils: Conditions for occurrence of soft and hard plinthic soils, South African Journal of Plant and Soil, 23 : 2 : 120 - 125
- Maignien R. 1958. Le cuirassement des sols en Guinée Afrique occidentale, docteur ès sciences naturelle, directeur extrait des mémoires du service de la carte géologique d'Alsace et de Lorraine, N°16, rue blesig strasbourg : 13 - 32.

- Roose E. et M. Cherroux. 1965. Les sols du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire. Cah, ORSTOM, Sci. Pedol. Vol 4. N°2 : 51 - 92.
- Tagini B. 1971. Esquisse structurale de la Côte-d'Ivoire. Essai de géotectonique régionale. Thèse de Doctorat d'Université de Lausanne ( Suisse ). Bulletin, SODEMI, n° 5, 302 p.
- Van der Waals J.H. 2013. Soil colour variation between topsoil and subsoil horizons in a plinthic catena on the Mpumalanga Highveld, South Africa, South African Journal of Plant and Soil, 30:1 : 47 - 51.
- Wyns R., S. Cornu et C. Prognon. 2014. Régolithe et sol : l'interface entre lithosphère et atmosphère. Géosciences n°18 : 8 - 15.
- Yao-Kouamé A. 2008. Etude des sols brunifiés dérivés des formations volcano-sédimentaire de Toumodi en moyenne Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'état ès Sciences naturelles, Université de Cocody/UFR STRM, 210 p
- Yao-Kouamé A., B. Koné et B. T. J. Gala. 2011. Caractérisation morphopédologique des sols bruns eutrophes développés sur les complexes volcano-sédimentaires Ouest africains du birimien à Blafo en Côte d'Ivoire, Africa Geoscience Review, Vol.18, N°1 : 23 - 32.
- Yoboué K. E., A. Yao-Kouamé et K. A. Alui. 2010. Evolution Pédogéochimique et Minéralogique au Cours de l'altération des Formations du Complexe Volcano-sédimentaire d'Anikro et de Kahankro ( Toumodi ) dans le Centre-Sud de la Côte d'Ivoire, European Journal of Scientific Research, Vol.40, N°1 : 60 - 72.
- Yoboué K. E., A. J. Bongoua, K. P. Kouadio et A. Yao-Kouamé. 2014. Minéralogie de la fraction argileuse des sols brunifiés de Kahankro et Anikro ( Toumodi ) dans le Centre Sud de la Côte d'Ivoire, Int, J, Biol, Chem, Sci, 8(3) : 1269 - 1280.
- Yoboué K. E., K. P. Kouadio, L. O. Blé et A. Yao-Kouamé. 2018. Caractéristiques Morphopédologiques et Géochimiques des Sols Brunifiés de Anikro et de Kahankro ( Centre-Sud de la Côte d'Ivoire ). European Scientific Journal January 2018 edition Vol.14, No. 3 : 281 - 300.