

# RECHERCHE D'INDICATEURS DE DEGRADATION PHYSIQUE DE TROIS SERIES DE SOLS A HYDROXYDES DE L'OUEST CAMEROUN

**R. Njomgang \*,et Tchienkoua M.\***

\* IRAD BP. 2067 Yaoundé – Cameroun : fax : (237) 23.35.38.

## Résumé

La dégradation physique des sols, suite à leur mise en culture, est l'un des facteurs limitant l'utilisation durable des sols tropicaux. Des échantillons de sols des horizons de surface (0-15 cm) de trois séries de sols à hydroxydes dérivés des granites et gneiss précambriens et des basaltes tertiaires de la région du Noun (Ouest Cameroun) ont été étudiés. Les objectifs de cette étude étaient d'évaluer:

- 1) la susceptibilité à la dégradation physique des sols (SDP) à partir des paramètres généralement mesurés lors des inventaires pédologiques de routine;
- 2) la validité de cette SDP en la corrélant à l'indice d'instabilité structurale (IS).

La SDP a été calculée suivant la formule de la FAO (1979) et l'IS a été déterminé suivant la méthode de Hénin et Monnier (1956). Les valeurs calculées de la SDP dans les trois séries de sols oscillent entre 0,08 et 0,55 indiquant une susceptibilité faible à moyenne à la dégradation physique. Les sols sur gneiss sont les plus stables ( $P < 0,05$ ) avec une  $SDP = 0,11 \pm 0,3$  comparée aux sols sur basaltes et granites avec des valeurs moyennes de  $0,44 \pm 0,10$  et  $0,38 \pm 0,12$  respectivement. La relative faiblesse de la SDP pour les sols dérivés du gneiss s'explique partiellement par leur richesse en argile. Les variations les plus fortes ont été observées au niveau des épipedons dérivés du basalte ( $CV = 30 \%$ ) et du granite ( $CV = 24 \%$ ). L'instabilité structurale a montré une liaison étroite avec la matière organique ( $R^2 = 0,70$ ) et l'argile ( $R^2 = 0,64$ ). La régression linéaire entre l'IS et la SDP ( $IS = - 0,089 SDP + 0,1653$  avec  $r = 0,72$ ) indique que la SDP peut être utilisée pour l'estimation des risques à la dégradation physique des sols malgré la complexité et la variabilité dans le temps et l'espace des propriétés intrinsèques des sols.

**Mots-clés :** Dégradation physique – instabilité structurale - indicateurs - sols à hydroxydes – matière organique – texture.

## Abstract

Soil physical degradation upon cultivation is one of the limiting factors to the sustained use of tropical soils. Surface horizons (0-15 cm) of three hydroxide-rich soils series deriving from precambrian granites and gneiss and tertiary basalt of the Noun region in West Cameroon were investigated. The objectives of the study were to :

- 1) evaluate soil susceptibility to physical degradation (SDP) using routinely measured parameters during conventional soil surveys based on FAO (1979) formular;
- 2) assess its validity with respect to the structural stability index (IS) as described by Hénin and Monnier (1956).

SDP values for the three soil series ranged from 0.08 to 0.55 indicating a low to moderate susceptibility to degradation. Soils derived from gneiss were the most stable ( $P < 0.05$ ) with a mean SDP of  $0.11 \pm 0.3$  compared to basaltic and granitic soils with  $0.44 \pm 0.10$  and  $0.38 \pm 0.12$  respectively. The Relative low SDP value for gneiss-derived soils were partially accounted for by the high clay content. Within the study area, the higher variability occurred in basaltic soils ( $CV=30\%$ ) followed by granitic soils (24%). Structural instability was correlated significantly with organic matter ( $R^2=0.70$ ) and clay ( $R^2=0.64$ ). The linear regression between IS and SDP ( $IS = -0.089 SDP + 0.1653$   $r = 0.72$ ) indicates that SDP can be used for estimating soil physical degradation risks.

**Key-words** :Physical degradation – structural instability – indicators - hydroxyde-rich soils – organic matter – texture.

## INTRODUCTION

La dégradation physique des sols, suite à leur mise en culture est l'un des facteurs limitant l'utilisation durable des sols tropicaux. Depuis les travaux de Wischmeier et Smith (1978), il est établi que les propriétés intrinsèques des sols peuvent modifier de façon notable l'intensité des phénomènes d'érosion. Si certaines de ces propriétés sont assez stables telle la texture, d'autres tels l'état d'agrégation, la concentration en matière organique, les cations échangeables et les propriétés hydrauliques (battance et dynamique d'infiltration, humidité du sol) etc., sont assez variables dans le temps lorsque l'équilibre naturel est rompu (Quantin et Combeau, 1962). En effet lorsque le système sol-couverture végétale est perturbé, les sols sont soumis à des pluies de fortes intensités et le ruissellement lié à la concentration des eaux s'intensifie. Si des masses importantes de terre sont associées à ce processus, il est généralement admis que les particules fines (matière organique, argiles, limons et nutriments absorbés) qui constituent l'essentiel de la fertilité des sols (Roose, 1973) sont emportées de façon sélective ce qui entraîne une dégradation physique rapide. Avec les densités de population existantes à l'Ouest Cameroun avoisinant 1000 habitants au  $Km^2$  (Ducret et Fotsing, 1987), l'extension des aires cultivées passe par la mise en valeur des terres marginales et/ou l'intensification des anciens champs. Il est donc nécessaire pour des raisons économiques d'élaborer des méthodes d'estimation indirecte et rapide de la sensibilité des sols à la dégradation. Plusieurs indices basés essentiellement sur les propriétés physico-chimiques (FAO, 1979) ou encore sur les caractéristiques structurales des sols tel l'indice d'instabilité (IS) de Hénin et Monnier (1956) permettent de mesurer les risques de dégradation physique des sols. Si ce dernier comme l'a montré De Vleeschauwer, Lal et De Boot (1978) au Nigeria s'est avéré comme l'un des meilleurs indices pour l'estimation de l'érodibilité des sols tropicaux, sa mesure n'est pas généralement exécutée lors des prospections pédologiques de routine. Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'étude des facteurs physico-chimiques contribuant à la structuration des sols à hydroxydes de l'Ouest, zone agricole de grande importance au Cameroun. Les objectifs spécifiques étaient d'évaluer i) la susceptibilité à la dégradation physique (SDP) des sols à partir des paramètres généralement mesurés lors des inventaires pédologiques de routine ; ii) la validité de la SDP par rapport à l'indice d'instabilité structurale (IS) de Hénin et Monnier (1956).

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Localisation

La zone d'étude est comprise entre 5°20' et 5°40' N et 10°30' et 10°50' E sur le plateau Bamoun d'altitude moyenne égale à 1200 m. Ce plateau est limité au nord-est par la plaine Tikar et à l'ouest par l'escarpement Bamileké. Les principales agglomérations sont Foumbot et Koutaba (fig.1).

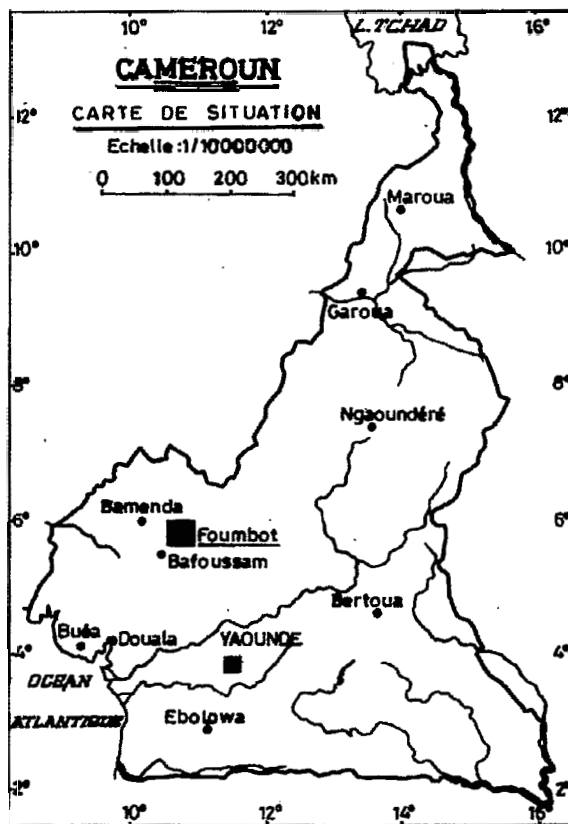


Fig. 1: Carte de situation du site

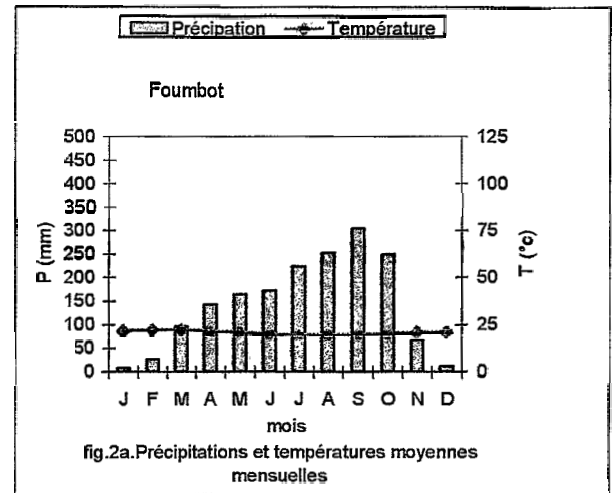


fig.2a. Précipitations et températures moyennes mensuelles

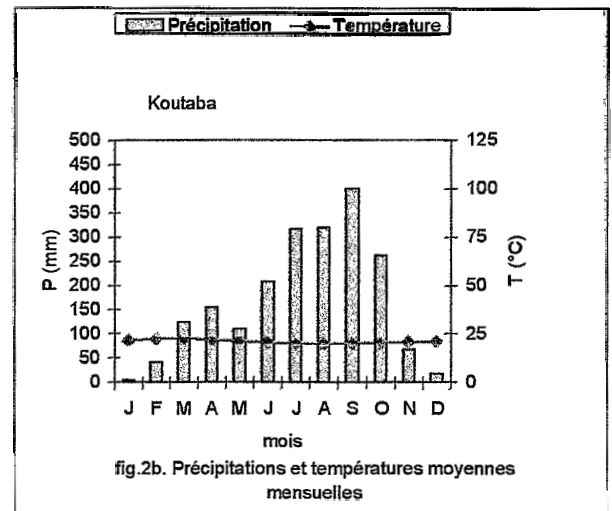


fig.2b. Précipitations et températures moyennes mensuelles

Fig. 2 : Données climatiques du site d'étude.

### 2.2. Le climat

Le climat de la région est de type mousson équatorial dit "camerounien" avec une longue saison de pluies qui dure sensiblement 9 mois suivie d'une courte saison sèche de 3 mois (décembre à février). Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 1719 mm et 2023mm pour Foumbot et Koutaba respectivement. Les courbes ombrothermiques de Foumbot et Koutaba en figure 2 illustrent cette situation. Les mois les plus chauds vont de

janvier à mars et correspondent sensiblement à la saison sèche ; les températures moyennes annuelles varient entre 21,4 et 21,5° C (fig. 2).

### 2.3. Géomorphologie et géologie

La région comprend essentiellement deux zones distinctes dues à la nature des roches. La zone du Nord entre Foubot et Fouban est une ancienne surface basaltique aux croupes molles. La zone sud est un paysage classique de socle où les roches métamorphiques (gneiss et granites) se résolvent en de multiples demi-oranges recoupées parfois par des barres quartzieuses (Tchoua, 1983). La plaine alluviale du Noun la termine à l'Ouest.

### 2.4. Végétation et utilisation

La végétation naturelle de la région est constituée de savanes herbeuses et/ou arborées et de galeries forestières sous forme de forêts marécageuses rencontrées au niveau des vallées. Les savanes arborées sont peuplées d'espèces dont les plus fréquentes sont *Lophira sp.*, *Bauhinia sp.*, *Parkia sp.* Etc. Les principaux systèmes de cultures comprennent les cultures pérennes à base de caféier, de thé, les cultures maraîchères en monoculture (tomates, légumes, haricot vert etc.) et les cultures annuelles mixtes à base de maïs, haricot, arachide.

### 2.5. Les sols

Les roches du socle précambrien (granites, gneiss) et les roches volcaniques (basaltes) sont dominantes et constituent les roche-mères sur lesquelles se forment différents types de sols rencontrés dans la région. Ces sols, dans leur ensemble, sont riches en hydroxydes de fer et d'aluminium résultat du processus d'évolution dominé par la ferrallitisation. Des phénomènes secondaires tel le rajeunissement, l'hydromorphie et l'accumulation organique peuvent influencer localement le degré d'évolution et les caractéristiques physico-chimiques des sols.

### 2.6. Méthode d'étude et d'échantillonnage des sols

22 profils répartis sur trois petits bassins versants dont six sous basalte (Metaket), neuf sous gneiss (Fossang) et sept sous granite (Mangoum), ont été décrits et échantillonnés. Les trois petits bassins versants ont été choisis en raison de leur représentativité des différents types des sols d'une part et de l'intérêt qu'ils revêtent dans le cadre du développement agricole de la région. Les profils ont été creusés jusqu'à 200 cm et décrits suivant les horizons génétiques. Dans le cadre de ce travail, nous ne reportons que les résultats relatifs aux horizons de surface (0-15 cm). Les déterminations physiques et chimiques de routine ont été faites au laboratoire de Nkolbisson (Cameroun) et de Bondy (France).

La réaction du sol a été déterminée à la fois dans l'eau et dans le chlorure de potassium dans le rapport 1 : 2,5. La granulométrie a été déterminée à la pipette Robinson selon la loi de Stokes (AFNOR, 1987). Le carbone (C) a été déterminé par l'oxydation à l'acide chromique (méthode de Walkley and Black modifiée) telle que décrite par Nelson et Sommers (1975), l'azote (N) par la minéralisation Kjeldahl et colorimétrie à l'autoanalyseur Technicon II, procédure décrite par Bremner et Mulvaney (1982). Le taux

de matière organique a été obtenu en multipliant le taux de carbone par 1,72. Les bases échangeables ont été extraites par l'acétate d'ammonium à pH 7 et le calcium (Ca) et magnésium (Mg) dosés par absorption atomique et le potassium (K) par photométrie de flamme. L'indice d'instabilité structurale (IS) a été mesuré sur les sols de la série de Fossang et calculé par la formule de Hénin et Monnier (1956) dont l'expression est la suivante.

$$IS = (\text{particules} < 20 \mu\text{m}) \text{ max} / (\text{Age} + \text{Aga} + \text{Agb}/3) - 0,9 \text{ sable grossier) où}$$

(particules < 20  $\mu\text{m}$ ) max correspondent aux particules inférieures à 20  $\mu\text{m}$  mesurées à l'issue du traitement considéré comme le plus dispersant (benzène).

Age, Aga, Agb sont les taux d'agrégats stables obtenus respectivement par traitement à l'eau, à l'alcool et au benzène.

La susceptibilité à la dégradation physique (SDP) a été calculée suivant la formule de la FAO (1979).

$$SDP = (1,5 Lf + 0,75 Lg) / (A + 10 M.O) \text{ où}$$

Lf = % limon fin

Lg = % limon grossier

A = % argile

M.O. % matière organique.

### **3. RESULTATS ET DISCUSSIONS**

#### *3.1. Caractéristiques morphologiques des sols*

Les sols de la série de Metaket sont des sols rouges profonds fortement marqués par la matière organique. Les horizons de surface sont généralement épais (12 cm). Leur couleur est brun-rougeâtre foncé (2,5 YR 4/3) avec une structure polyédrique modérée, fine à moyenne, de consistance meuble, peu friable. Ceux de la série de Fossang sont des sols jaunes brun-jaunâtre (10 YR 5/6) profonds. Les horizons de surface sont moins épais (8 cm en moyenne) et très variables en fonction de la position topographique du profil. Leur couleur est brun-grisâtre foncé avec une structure polyédrique moyenne à grossière faiblement développée. Leur consistance est meuble, peu friable. Quant aux sols de la série de Mangoum, ce sont des sols rouge-jaunâtre (5 YR 4/6) profonds. La couleur de l'horizon de surface est noire (10 YR 2/1), de structure polyédrique, faible, moyenne et grossière, de consistance meuble et très friable.

#### *3.2. Caractéristiques chimiques des sols étudiés*

Le tableau 1 donne les caractéristiques physico-chimiques des sols étudiés (0-15 cm).

Tableau 1 : Valeurs moyennes de certains paramètres chimiques.

PH H <sub>2</sub> O	PH KCl	C	N	C/N	P	Ca	Mg	K	CEC	Σ.B	Sat.B
		%	%		μg.g <sup>-1</sup>	----- cmol.kg <sup>-1</sup> -----					%
					<i>Série de Metaket</i>						
5,66	4,72	3,77	0,26	14,4	30,80	4,79	2,28	0,41	26,28	7,52	23,01
					<i>Série de Fossang</i>						
5,82	5,10	2,54	0,20	12,8	17,17	5,43	1,66	0,57	13,71	7,73	55,87
					<i>Série de Mangoum</i>						
6,80	5,87	3,36	0,20	17,0	6,33	10,17	3,56	1,03	16,85	14,78	88,06

CEC = capacité d'échange cationique. Σ.B = Somme des bases échangeables Sat. B = saturation en bases.

Il en ressort que les sols de la région sont neutres à légèrement acides avec des pH oscillant entre 5,6 et 7,1; ceux de la série de Mangoum ont des pH plus élevés ( $P < 0,05$ ). Les valeurs de pH KCl sont généralement plus basses que celles obtenues par le pH H<sub>2</sub>O, ce qui indique la dominance des charges négatives sur les colloïdes du sol. Le taux de carbone est élevé dans les horizons de surface variant entre 2,1. et 4,9 %. Le calcium est le cation dominant dans toutes les séries suivi du magnésium et du potassium. La capacité d'échange cationique (CEC) est très variable d'une série de sols à une autre. La teneur en phosphore assimilable (Bray II) reste relativement faible et oscille entre 4 et 96 μg.g<sup>-1</sup> de sol.

### 3.3. Variation des fractions texturales et de la matière organique

Le tableau 2 donne les valeurs moyennes et les écart-types des paramètres utilisées dans l'estimation de la susceptibilité à la dégradation. Ces paramètres sont les taux d'argile, de limon fin, de limon grossier et la matière organique des trois séries des sols étudiés. Les sols de la série de Fossang sont riches en argile avec des quantités de matière organique les plus basses de la région. Ceux de Mangoum et de Metaket ont des textures similaires et des concentrations en matière organique identiques.

Tableau 2: Moyenne et écart-type des paramètres utilisés dans l'estimation de la SDP

Série	A (<μm)	Lf (2-20μm)	Lg (20-50 μm)	M.O.(%)	SDP
1 (n=7)	20,4 ± 11,9 b	22,2 ± 6,3 a	3,2 ± 1,2 b	6,2 ± 1,4 b	0,44±0,11a
2 (n=9)	55,5 ± 10,2 a	6,4 ± 2,5 b	2,8 ± 1,3 c	3,7 ± 1,0 c	0,11±0,03b
3 (n=6)	23,0 ± 8,8	20,6 ± 5,6 a	5,4 ± 1,0 a	8,0 ± 4,6 a	0,38±0,12a

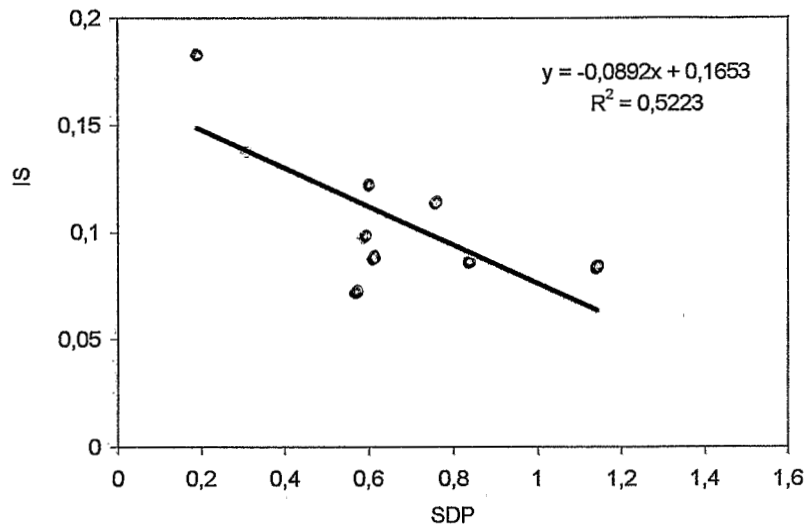
1= Metaket 2= Fossang 3 = Mangoum

A=argile Lf=limon fin Lg = limon grossier M.O= matière organique

Dans chaque colonne, les valeurs non accompagnées de la même lettre sont significativement différents au seuil de P=0.05

Les valeurs moyennes de la SDP (tableau 2) dans les trois séries de sols étudiés montrent que les sols les plus susceptibles à la dégradation sont ceux de Metaket (0,44) suivis de près par ceux de Mangoum (0,38). Les sols les moins sensibles sont ceux de Fossang (0,11) riches en argile et en matière organique. Ces résultats corroborent ceux de Bolline et al. (1978) pour qui les sols riches en ces deux constituants forment des agrégats plus stables et de ce fait sont peu sujets à l'encroûtement et à la détachabilité qui ne se

Figure 4. Relation entre SDP et IS



La figure 4 montre la relation existant entre l'indice d'instabilité structurale et la SDP. Le coefficient de détermination montre en effet que 48 % de la variance reste inexpliqués par le modèle. Cette situation peut être due à la non prise en compte du pourcentage des sables fins par le modèle de la FAO. Cependant la corrélation significative entre les deux indices au seuil de 5 % montre que le modèle de la FAO (1979) peut être utilisé dans l'estimation rapide de la susceptibilité à la dégradation des sols lors des inventaires pédologiques de routine.

#### 4. CONCLUSION

Les valeurs calculées de la SDP montrent que les sols étudiés ont une susceptibilité faible à moyenne à la dégradation. Les sols ferrallitiques dérivés des gneiss, en dépit de leur taux de matière organique relativement faible et leur taux en argile élevé, sont les plus stables de la région. Un paramètre important intervenant dans la structuration des sols et non pris en compte dans la SDP est la proportion du fer libre. En effet; comme l'a montré la relation linéaire entre l'IS et  $Fe_2O_3$ , l'accumulation de matière organique seule dans les sols n'est pas suffisante pour leur conférer une grande stabilité si elle n'est pas accompagnée de fer. La corrélation linéaire significative entre la SDP et IS montre que cet indice de dégradation peut être utilisé pour l'estimation des risques à la dégradation des sols lors des prospection pédologiques de routine mais ces valeurs ne sont qu'indicatives et représentent assez mal le processus d'érodibilité en plus des facteurs telles la texture et la matière organique, d'autres propriétés structurales et hydrodynamiques des sols dépendent fortement du travail du sol, du couvert végétal et de la pente doivent être prises en compte.

## 5. BIBLIOGRAPHIE

AFNOR (1987). Qualité des sols – Méthodes d'analyse – Recueil des Normes françaises, Paris, 135 pages

BREMMER, J.M. and MULVANEY, C.S. (1982) Nitrogen-Total. In : A. L. Page et al. (ed) Methods of Soil Analysis. Part 2. 2<sup>nd</sup> ed. Agronomy 9 : 595 – 624.

BOLLINE, A. et ROSSEAU, P. (1978). Erodibilité des sols de Moyenne et haute Belgique. Utilisation d'une méthode de calcul du facteur K de l'équation universelle de perte en terre Bull. Soc. Géogr. de Liège 14, 4 : 127-140.

De VLEESCHAUWER, De, LAL R. and DE BOODT, M. (1978). Comparison of detachability indices in relation to soil erodibility for some important nigerian soils. Pedologie 28, 1 : 5-20.

DUCRET G. et FOTSING J.M. (1987). Evolution des systèmes agraires à Bafou, Ouest-Cameroun. Revue de Géogr. du Cameroun. VII (1) Yaoundé, :1-18.

FAO (1979). A provisional methodology for soil degradation assessment 48 p.

FILIPOVICH, Z.S. (1956). Absorption of colloids by soils and and the formation of structure. Pochvov, 2 : 16-26.

QUANTIN P. et COMBEAU A. (1962). Erosion et stabilité structurale .  
AIHS n°59. : 124-130

HENIN S. et MONNIER, G. (1956). Evaluation de la stabilité de la structure du sol.  
CR VI Congrès AISS, Paris, Vol. B. pp.49-52.

NELSON D W., and SOMMERS, L.E. (1975). A rapid and accurate procedure for estimation of organic carbon in soil. Proc. Indiana Acad. Sci. 84 : 456 – 462.

ROOSE E., BERTRAND R. (1974). Contribution à l'étude des bandes antiérosives en Afrique de l'Ouest. Agron. Trop. 26, (11) : 1270-1283.

TCHOUA F.M. (1983). Les explosions magmatophréatiques de Monoun.  
Revue Sci. Et Tech. (3), vol. 1-2 : 87 – 97.

VALENTIN C., JANEAU J.L. (1990). Les risques de dégradation structurale de la surface des sols en savane humide (Cote d'Ivoire).  
Cah. ORSTOM , Sér. Pédol.25, 1-2 : 41-52.



**RESEAU  
EROSION**



**Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION**

**Pour citer cet article / How to cite this article**

Njomgang, R.; Tchienkoua, M. - Recherche d'indicateurs de dégradation physique de trois séries de sols à hydroxydes de l'ouest Cameroun, pp. 216-223, Bulletin du RESEAU EROSION n° 19, 1999.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : [beep@ird.fr](mailto:beep@ird.fr)