



NOTE DE SYNTHÈSE DES ANALYSES DE SOL

ETUDE AGRO-PÉDOLOGIQUE DES SOLS DES CHAMPS ECOLES PAYSANS DU PROJET EcoNorCam

Dans le cadre du projet Ecosystème du Nord Cameroun : vers une approche intégrée du paysage (EcoNorCam), FODER a parmi ses missions, la gestion conservatoire des sols comme préoccupation prioritaire dans un contexte où les effets du changement climatique et la surexploitation des parcelles couplée aux techniques culturales inappropriées dégradent sans cesse cette ressource. Il vise donc à promouvoir et vulgariser l'agriculture intégrée se caractérisant par des pratiques de production d'aliment de qualité en utilisant des moyens naturels et des mécanismes régulateurs proches de ceux qui existent dans la nature, pour solutionner l'utilisation abusive des fertilisants chimiques polluants, coûteux et dont le dosage est souvent mal maîtrisé par les producteurs.

C'est ainsi que certaines activités, parmi lesquelles, l'introduction dans les localités environnantes au Parc National de la Bénoué des pratiques agricoles écologiquement favorables et résilientes au climat pour remédier au problème de dégradation des terres ont été entrepris sous forme de champ école paysan (CEP) pendant deux ans. Et à l'issue de ces initiatives agroécologiques sous forme d'expérimentations participatives, une analyse agro-pédologique est fortement recommandée afin de confirmer les améliorations au niveau du sol et de favoriser l'acceptation de ces initiatives et leur adoption dans les villages.

Les analyses de sol permettent aux agriculteurs de déterminer l'acidité de leurs terres mais aussi de connaître le stock en éléments minéraux du sol. Remarquons au passage, que la détermination des minéraux est réalisée par des méthodes d'extraction officielles pour estimer ce qui est disponible pour la plante. Il faut rappeler que ces résultats d'analyse de sol sont uniquement fiables si les prélèvements (échantillonnages) ont été réalisés correctement.

Dans le cas de cette étude, au total 29 échantillons ont été prélevés sur 8 sites à savoir **Wafango** (4 échantillons : un témoin, un traité au compost, un traité au microdosage NPK-compost et un traité à l'urine humaine), **Pani** (4 échantillons pareille qu'à Wafango), **Larki** (4 échantillons pareille qu'à Wafango), **Banda** (4 échantillons : un témoin, un traité au compost, un traité au microdosage NPK-compost et un traité au zaï+compost), **Dogba** (4 échantillons : un témoin, un traité au compost, un traité au microdosage NPK-compost et un traité au zaï+compost), **Nari** (2

échantillons : témoin et compost) et **Agorma** (2 échantillons : témoin et compost) et enfin **Ouro-André** (4 échantillons : un témoin, un traité au compost, un traité au microdosage NPK-compost et un traité à l'urine humaine). Et les analyses de laboratoire sur ces échantillons ont porté sur la détermination du potentiel d'hydrogène (**pH**), de la texture, de la capacité d'échange cationique (**CEC**), de la teneur en carbone organique (**CO**), de la teneur en azote totale (**N**), de la teneur en bases échangeables : potassium (**K**), magnésium (**Mg**), calcium (**Ca**), sodium (**Na**) et enfin de la teneur en Phosphore assimilable (**P.ass**). Les résultats de ces analyses sont consignés dans le tableau suivant :

Lab #	Sample ID	pH Water	Org C %	Total N %	Bray P ug/g	Ca	Mg	K	Na	CEC
						cmol(+)/kg				
hfs023023	WAF-Ur	5,22	0,94	0,035	2,37	2,10	0,56	0,139	0,086	4,11
hfs023024	WAF-Co	5,58	1,04	0,046	2,37	2,75	0,63	0,102	0,081	4,20
hfs023025	WAF-Md	5,30	0,77	0,045	1,58	1,91	0,37	0,062	0,095	3,31
hfs023026	WAF-T	5,92	0,77	0,031	1,74	1,52	0,26	0,051	0,093	2,72
hfs023027	PAN-Co	6,80	0,91	0,035	6,12	4,22	1,57	0,122	0,095	6,18
hfs023028	PAN-Ur	6,93	0,90	0,034	8,45	4,22	1,60	0,114	0,099	6,13
hfs023029	PAN-Md	6,36	0,86	0,034	1,74	3,64	1,70	0,097	0,098	5,77
hfs023030	PAN-T	6,30	0,89	0,034	2,37	3,60	1,70	0,092	0,098	5,66
hfs023031	LAR-T	6,08	0,75	0,028	1,74	2,56	0,94	0,105	0,084	4,18
hfs023032	LAR-Ur	6,02	0,80	0,034	1,58	3,17	1,05	0,110	0,089	5,28
hfs023033	LAR-Co	6,05	0,78	0,033	1,90	2,86	0,98	0,115	0,088	4,45
hfs023034	LAR-Md	5,90	0,71	0,052	2,05	2,33	0,85	0,120	0,081	3,75
hfs023035	BAN-Z	5,31	1,29	0,069	1,58	3,10	1,06	0,131	0,086	6,56
hfs023036	BAN-Md	5,30	1,20	0,065	1,58	3,71	1,14	0,121	0,083	6,60
hfs023037	BAN-Co	5,46	1,29	0,079	2,37	2,52	0,98	0,134	0,082	5,88
hfs023038	BAN-T	5,16	1,25	0,074	1,43	2,75	1,00	0,120	0,083	6,05
hfs023039	DOG-Md	5,29	1,95	0,088	1,43	3,06	1,24	0,094	0,082	6,37
hfs023040	DOG-Co	5,37	1,20	0,054	1,11	2,29	0,93	0,087	0,060	4,96
hfs023041	DOG-Z	5,03	0,90	0,039	1,10	1,68	0,76	0,066	0,080	3,73
hfs02304	DOG-T	5,43	0,76	0,039	1,11	1,47	0,59	0,082	0,0732	3,08

2								0		
hfs02304 3	NAR-Co	6,68	0,69	0,057	10,62	3,20	0,64	0,20 2	0,075	4,38
hfs02304 4	NAR- T	6,94	1,10	0,074	21,72	3,03	0,82	0,34 8	0,073	4,46
hfs02304 5	OUR- Ur	5,43	1,30	0,075	2,21	0,44	0,17	0,07 4	0,077	1,65
hfs02304 6	OUR- Co	7,57	0,63	0,061	24,46	5,40	0,72	0,29 2	0,071	6,86
hfs02304 7	OUR-Md	5,61	1,31	0,080	2,99	0,62	0,18	0,06 3	0,085	1,73
hfs02304 8	OUR-T	5,48	0,64	0,032	1,74	0,71	0,18	0,03 6	0,075	2,11
hfs02304 9	AGO-Co	5,88	0,54	0,028	2,68	1,51	0,36	0,16 7	0,072	2,53
hfs02305 0	AGO-T	6,06	0,58	0,028	6,12	1,59	0,39	0,16 3	0,072	2,33
hfs02305 1	AGO-Md	5,68	0,64	0,030	2,52	1,51	0,34	0,12 3	0,073	2,68

Tableau 1 : Résultats de laboratoire

1- pH

Selon les normes en vigueur actuelles, l'échelle pour l'interprétation du pH des sols est répartie en 10 classes (statut acido-basique), allant de très acide à alcalin.

La figure 1 ci-dessous montre les valeurs des pH-eau des parcelles restaurées et celles des parcelles témoins dans les huit différents CEP. Les résultats montrent que la plupart de ces échantillons (78,57%) ont des pH acides. Soit 42,8% fortement acide, 7,1% moyennement acide et 28,57% faiblement acide. On retrouve les pH les plus acides à Dogba, Banda et Wafango dont les valeurs varient faiblement même en fonction des différents techniques de restauration appliqués. Cependant, les parcelles des villages Pani, Larki et Nari ont des pH modérés (faiblement acide et neutre).

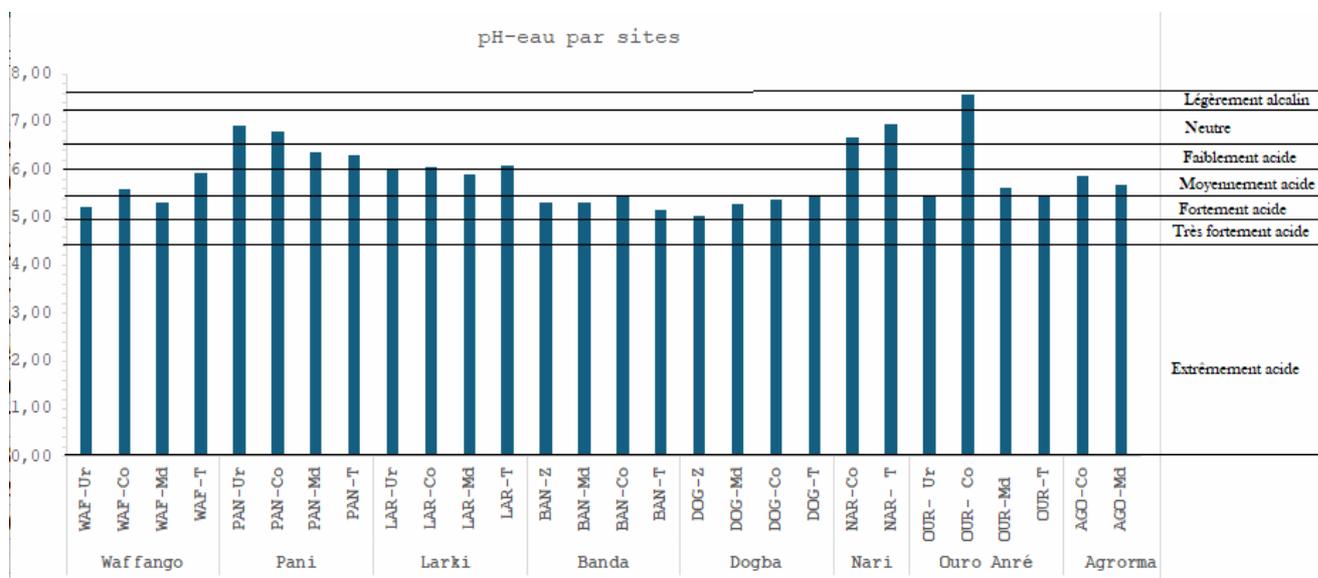


Figure 1 : pH des sols des différents CEP

Si l'on considère comme l'optimum pour le pH eau dans les zones étudiées et pour la quasi-totalité des spéculations fréquemment cultivées est compris entre 6 et 7.5, seulement 11 échantillons sur 29 sont dans cette gamme. Ils est donc important de penser au redressement du pH des autres sols. Le pH des parcelles de Wafango et Banda sont les plus bas (ils virent vers des valeurs marginales) d'où la nécessité faire des efforts pour leur réhaussement. Le pH bas expose le sol aux risques de disfonctionnemnt énormes tels que la mauvaise structuration, la réduction de l'activité biologique, la diminution de la capacité d'échange cationique, etc.

2- Texture

La texture d'un sol nous renseigne sur la répartition granulométrique de ses constituants. C'est la proportion entre les petites particules (argiles), celle de taille moyenne (limons) et celle de grande taille (sables $\leq 2\text{mm}$). Elle apporte des informations utiles à la gestion de l'eau et des fertilisants. Un sol très sableux draine vite de l'eau par rapport au sol argileux. Un sol est d'autant plus fertile qu'elle est constituée de particules de granulométrie fine (Seignobos *et al.*, 2000).

De manière globale, la texture des sols en dehors de Naari et Ouro-André est acceptable au regard des efforts de restauration fournis. L'on peut donc envisager tout type de culture adaptée aux conditions climatiques de ces zones sans risque de s'inquiéter de ce paramètre. Il serait préférable d'introduire les légumineuses dans les assolements pratiqués dans les différentes localités des CEP et surtout dans les localités de Naari et Wafango.

- Minéraux, Mo et CEC

Le tableau 4 ci-dessous montre les teneurs en éléments minéraux, matière organique et les bases des huit CEP étudiés et pour toutes les techniques de restauration des sols appliquées (y compris les témoins).

Les couleurs des cellules indiquent les taux ou la teneur (faible, soit moyenne ou élevée) d'un élément analysé selon la légende ci-dessous.

- Teneurs faibles
- Teneurs moyennes
- Teneurs élevées

Tableau 4 : synthèse des résultats d'analyse du sol

Villages	Traitements	MO (%)	Total N (%)	Bray P (ppm)	K (méq/100g)	CEC (cmol/kg)	Somme des bases	Taux de Saturation
Wafango	Urine	1,6205	0,3508	2,37	0,139	4,11	2,89	70,17
	Compost	1,7967	0,4631	2,37	0,102	4,20	3,56	84,85
	Microdosage compost-NPK	1,3278	0,4511	1,58	0,062	3,31	2,43	73,40
	Témoin	1,3263	0,3143	1,74	0,051	2,72	1,93	70,95
Pani	Urine	1,5462	0,3388	8,45	0,114	6,13	6,01	97,21
	Compost	1,5748	0,3521	6,12	0,122	6,18	6,03	98,34
	Microdosage compost-NPK	1,4817	0,3448	1,74	0,097	5,77	5,54	95,96
	Témoin	1,534	0,3368	2,37	0,092	5,66	5,49	96,99
Larki	Urine	1,3782	0,3381	1,58	0,110	5,28	3,69	88,32
	Compost	1,3502	0,3328	1,90	0,115	4,45	4,42	83,72
	Microdosage compost-NPK	1,2176	0,519	2,05	0,120	3,75	4,05	90,96
	Témoin	1,2936	0,2787	1,74	0,105	4,18	3,38	90,00
Banda	Zaï	2,226	0,6931	1,58	0,131	6,56	4,37	66,68
	Compost	2,2175	0,7892	2,37	0,134	5,88	5,06	76,59
	Microdosage compost-NPK	2,0705	0,6485	1,58	0,121	6,60	3,72	63,25
	Témoin	2,1571	0,7412	1,43	0,120	6,05	3,95	65,30
Dogba	Zaï	1,5513	0,3875	1,10	0,066	3,73	4,48	70,32
	Compost	2,0705	0,5359	1,11	0,087	4,96	3,37	67,86
	Microdosage compost-NPK	3,3594	0,8836	1,43	0,094	6,37	2,58	69,16
	Témoin	1,3094	0,3905	1,11	0,080	3,08	2,21	71,88
Nari	Compost	1,1842	0,5701	10,62	0,202	4,38	4,12	94,15
	Témoin	1,9047	0,7438	21,72	0,348	4,46	4,28	95,92

Ouro-André	Urine	2,239	0,7512	2,21	0,074	1,65	0,77	46,60
	Compost	1,0941	0,606	24,46	0,292	6,86	6,48	94,54
	Microdosage compost-NPK	2,2573	0,8008	2,99	0,063	1,73	0,94	54,26
	Témoin	1,0986	0,3186	1,74	0,036	2,11	1,00	47,33
Agorma	Compost	0,9305	0,2778	2,68	0,167	2,53	2,11	83,41
	Microdosage compost-NPK	1,1115	0,2952	2,52	0,123	2,68	2,22	95,12
	Témoin	1,0074	0,2778	6,12	0,163	2,33	2,04	76,23

1- Matière organique

Les teneurs en matière organique des sols analysés dans les différents CEP sont représentées dans le tableau 1 ci-dessus. L'interprétation de ces valeurs sont fait selon la grille suivante :

- Moins de 1% : faible 
- De 1 à 1,5% : moyenne 
- Plus de 1,5% : Forte 

Tous les sols analysés (100%) ont des teneurs soit normales ou élevés en matière organique (MO). On observe qu'elles ont des valeurs élevées dans les parcelles où l'on a appliqué les techniques de restauration agro écologique (apport en composte et Zaï). On peut conclure qu'en termes de teneur en MO, tous ces sols analysés sont encore favorables pour l'agriculture et les techniques appliquées augmentent leur teneur.

2- La matière organique dans le sol assume de nombreuses fonctions agronomiques et environnementales. Elles assurent le stockage et la mise à disposition pour la plante, par minéralisation, des éléments nutritifs dont elle a besoin, elles stimulent l'activité biologique, elles ont un rôle central dans la structuration du sol et participent à sa stabilité vis-à-vis des agressions extérieures (pluie, tassement...) en limitant notamment l'érosion hydrique, elles contribuent à la perméabilité, l'aération du sol et la capacité de rétention en eau, etc. **Azote (N)**

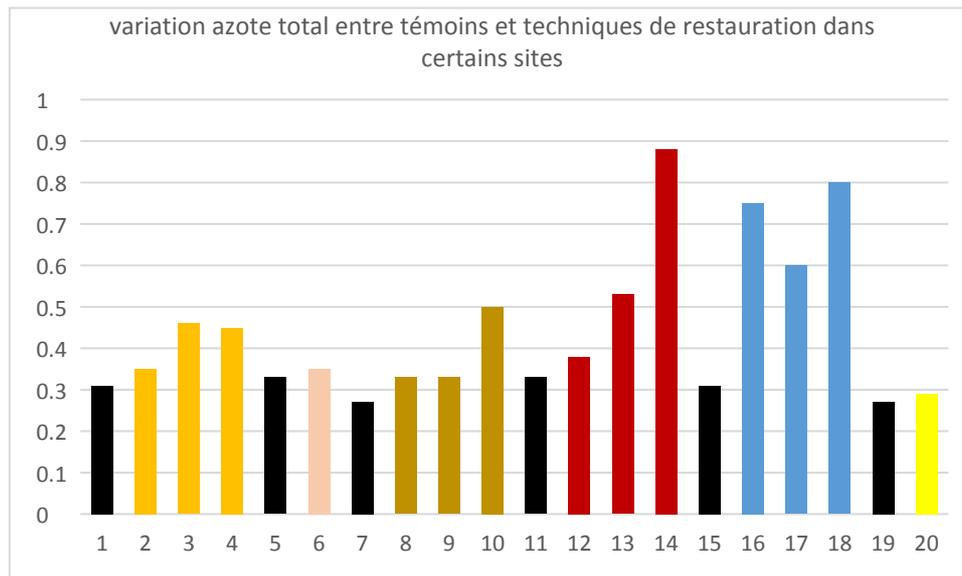
Le tableau 5 : la grille d'interprétation des valeurs d'azote dans le sol

Valeur de l'Azote totale (g/Kg)	Interprétations
2-3‰	Riche en azote
1-2‰	Moyennement riche en Azote
<1‰	Faiblement faible en azote

Les résultats d'analyse en laboratoire montrent que tous ces sols analysés (100% des sols ont un taux inférieur à 1%) ont des taux faibles en azote. Aussi bien dans les parcelles témoins

que celles restaurées. Plusieurs travaux ont également démontré une teneur faible en Azote dans les sols du Nord Cameroun en général (Brabant et Gavaud, 1985 ; Dugué 2024).

Toutefois, dans la quasi-totalité des sites, les techniques de restauration des sols appliquées dans les CEP ont légèrement amélioré la teneur des sols en Azote mais ne les ont pas pour autant ramenés aux valeurs normales.



T : parcelle témoin ; Ur : Traitement à l'urine humaine ; Co : Composte ; MD : Microdosage NPK-Compost

Figure 3 : Teneurs en Azote entre les parcelles témoin et les parcelles restaurées.

À Wafango, Pani, Larki, Dogba, Ouro-andré et Agorma, les teneurs des sols en azote des parcelles restaurées sont supérieures par rapport à celles des parcelles témoins. Ces résultats peuvent être observés sur la figure 3 ci-dessus où les sols témoins (en couleur noir) ont des teneurs en azote inférieures par rapport aux parcelles restaurées pour toutes les techniques de restauration appliquées.

En conclusion, de manière générale, ces méthodes agroécologiques de restauration améliorent la quantité d'azote dans le sol, son application dans les différents CEP pendant cette courte période (un an ou deux) n'a pas pu rectifier ces carences pour les ramener aux valeurs normales et équilibrées pour favoriser le développement de la quasi-totalité des spéculations implémentées dans ces zones.

Il serait donc judicieux de continuer à appliquer ces techniques sur les mêmes parcelles pendant une période d'au moins trois à cinq ans, ceci permettrait d'apporter progressivement cet élément (N) dans le sol et le ramener aux valeurs normales. L'azote étant un élément déficient dans la majorité des sols de la région du Nord, il constitue un facteur limitant pour la

croissance et le développement de la quasi-totalité des spéculations cultivés, d'où l'intérêt de l'apporter en quantité suffisante et ceci continuellement pendant plusieurs années.

3- Phosphore (P)

Cet élément comme l'a dit (Sys, 1993) est l'un des trois facteurs limitant pour la croissance et le développement des plantes. Dans le Nord Cameroun, elle est présente en faible quantité dans la quasi-totalité des sols. Pourtant il constitue un élément essentiel dans la nutrition minérale des plantes. Le tableau 6 ci-dessous montre la grille d'appréciation des teneurs en phosphore dans le sol.

Tableau 6 : Grille d'interprétation de la teneur en phosphore

VALEURS DE P	INTERPRETATIONS	Les
> 20 ppm	Valeur élevée en phosphore	
10 à 20 ppm	Valeur moyenne en phosphore	
≤ 10 ppm	Valeur faible en phosphore	

résultats d'analyse des sols des différents traitements des CEP révèlent des faibles taux en phosphore dans presque tous les traitements (93,10%) sauf les parcelles Témoin et Compost de Nari qui ont respectivement des teneurs moyennes et élevés en phosphore puis le traitement compost d'Ouro-André qui a également un taux élevé en phosphore. Ce taux élevé de phosphore dans le traitement compost d'Ouro-André pourrait s'expliquer par la nature de la matière première utilisée lors de la fabrication du compost.

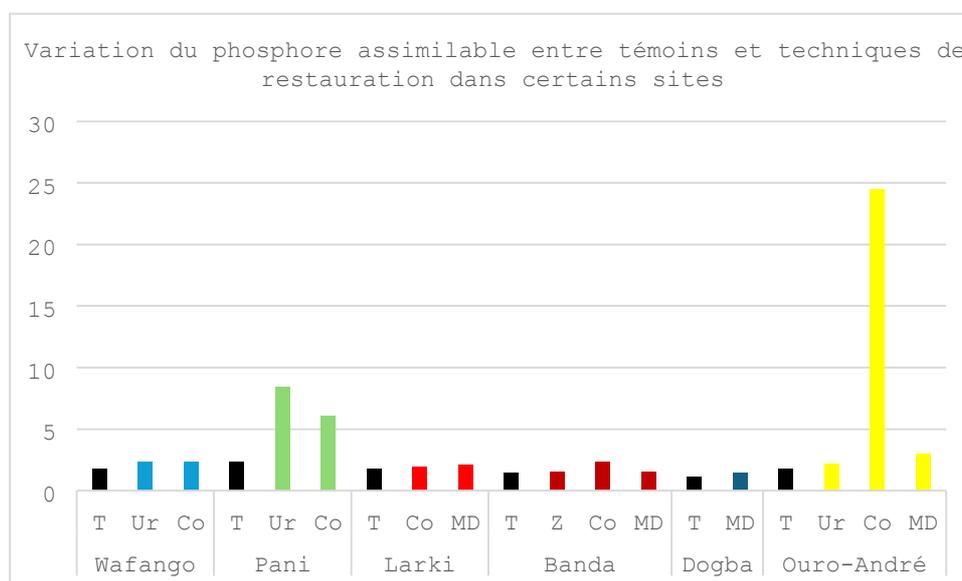


Figure 4 : Teneur en phosphore assimilable des sols restaurés en comparaison aux témoins dans certains sites

Nous observons également sur la figure 4 ci-dessus, que dans presque tous les CEP (Wafango, Pani, Larki, Banda, Dogba, Ouro-André) l'application des techniques agroécologiques de restauration ont légèrement augmenté la teneur en phosphore par rapport aux parcelles témoins mais n'ont pas atteint des valeurs moyennes nécessaires (sauf Ouro-André_{co}).

4- Potassium (K)

- Moins de 0,2 : faible 
- De 0,2 à 0,4 : moyenne 
- Plus de 0,4 : Forte 

Lorsqu'on observe les résultats de laboratoire (Tableau 4 ci-dessus), tous les sols analysés sont faibles en potassium en dehors des traitements composte de Na'ari et Ouro-André qui ont des teneurs moyennes. Ces mêmes traitements ont également montré un peu plus haut des taux moyens en phosphore. Ceci est dû à l'état de fertilité de base de ces sols qui dès le départ n'ont pas atteint des niveaux de dégradation inquiétants.

Cependant, la quasi-totalité des parcelles restaurées dans les huit CEP ont montré un taux élevé en potassium par rapport aux parcelles témoins (non restaurées) de chaque site même comme ces teneurs n'atteignent pas encore les valeurs normales pour la majorité des spéculations cultivées dans cette zone.

5- Magnésium (Mg)

La teneur en magnésium du sol est un paramètre important pour une bonne fertilité. Les sols doivent en être suffisamment pourvus mais ils doivent aussi présenter des équilibres optimaux avec le potassium et le calcium (Genot *et al.*, 2012). La teneur moyenne en magnésium du sol, tous types d'occupations du sol confondus sont classés dans la grille d'interprétation du tableau 7 ci-dessous.

Tableau 7 : grille d'interprétation de la teneur en Mg

Teneur en Mg (en meq/100g)	Interprétation
<0,4	Très pauvre
0,4-1,0	Pauvre
1,0-1,5	Moyen
1,5-3,0	Riche
>3,0	Très riche

Les résultats obtenus pour les échantillons des sols analysés dans les différents CEP se trouvent dans le tableau 7 ci-dessus et le regroupement de ces différentes classes en fonction de la teneur en Magnésium se trouvent sur la figure 5 ci-dessous.

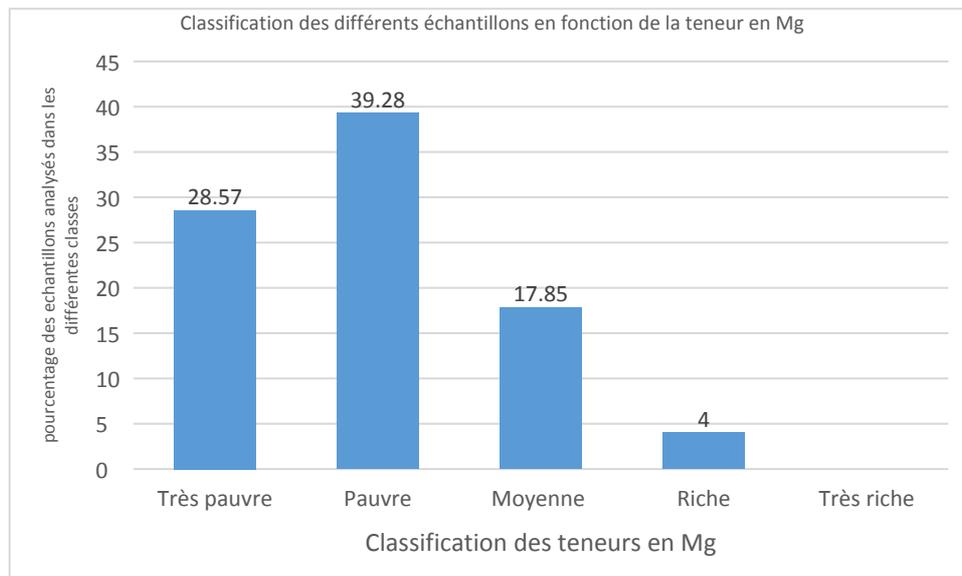


Figure 5 : Classification des différents échantillons en fonction de la teneur en Mg

Moins de 25% de tous les échantillons analysés se trouvent dans les classes moyennes et riches en Magnésium, plus de 75% des échantillons sont soit pauvre ou très pauvre en Magnésium.

7- Capacité d'échange cationique (CEC), bases échangeables et taux de saturation

Tableau 8 : grille d'interprétation de la somme des bases, CEC et Taux de saturation des sols

	Sommes des bases	CEC	Taux de saturation	
Faibles	<5	<10	<40	Yellow
Modérés	5-10	10-25	40-60	Green
Fortes	>10	>25	>60	Red

La CEC de tous les échantillons analysés durant cette étude est faible (100%) comme l'indique le tableau 4 ci-dessus. 78,6% ont un taux faible en bases échangeables à l'exception des échantillons du CEP de Pani (tous les quatre y compris le témoin) et les traitements au compost de Banda et Ouro-André (cf. tableau 4 ci-dessus). Cependant, le taux de saturation est normal pour tous les échantillons.

De même que les autres éléments interprétés ci-haut, lorsqu'on se confère au tableau 1 ci-dessus, on observe une augmentation légère de la CEC dans les parcelles restaurées (toutes les techniques) par rapport aux parcelles témoins (non restaurées).

D'après les résultats d'analyse des sols, pour les différentes méthodes agroécologiques restauratrices appliquées (Compost, Zaï, Microdosage NPK-Compost) dans les différents CEP, bien que les efforts fournis aient modifié positivement tous les paramètres de fertilité des sols, nous n'avons pas encore atteint un niveau de restauration suffisant et durable pour cette période de deux ans (un an pour certains CEP).

La restauration agro-écologique des sols étant un processus progressif, il serait donc judicieux de continuer à observer et réajuster ces techniques sur les mêmes parcelles pour déterminer le temps nécessaire de restauration complète de ces sols et d'observer également par site les différentes techniques appropriées, adaptées et accessibles aux paysans pour faciliter leur adoption.

Bibliographie

- **Brabant P et Gavaud M., 1985.** Les sols et les ressources en terres du Nord-Cameroun (Province du Nord et de l'Extrême-Nord) : cartes à 1 : 500 000 Feuille Nord : Maroua-Kousseri Feuille Sud : Garoua. Paris : ORSTOM, 285 p. (Notice Explicative ; 103). ISBN 2-7099-0776-3
- **Dugué P., Andrieu N., Bakker T., 2024.** Pour une gestion durable des sols en Afrique subsaharienne. Cahiers d'agricultures, EDP Sciences, 60-68 p.
- **Genot V., Renneson M., Colinet G., Goffaux M.-J., Cugnon T., Toussaint B., Buffet D., Orger R., 2012.** Synthèse des résultats d'analyse de sols. Fourrages Mieux, REQUASUD, 12 p.
- **Seignobos C et Mandjek O. L., 2000.** Atlas de la province Extrême-Nord Cameroun. IRAD-PRASAC, Arles, France
- **Sys C., Ranst Van E., Debaveye J., Beernaert F., 1993.** Land evaluation, part III crop requirements, Agricultural publicationsN°7, General Administration for Development Cooperation. Place du Champ de mars 5 bté 57-1050 Brussels Belgium, pp.67-147