

MINISTÈRE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

TERRITOIRE DU CAMEROUN

INSTITUT DE RECHERCHES

IRCAM

LES SOLS DU REBOISEMENT DE MAROUA

YAOUNDÉ

B. P. 193

A. COMBEAU
Mai 1955

IRCAM

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
& TECHNIQUE OUTRE-MER

INSTITUT DE RECHERCHES DU CAMEROUN

Section de PEDOLOGIE

LES SOLS DU REBOISEMENT DE MAROUA

A. COMBEAU
Mai 1955

Le reboisement du Mayo Ibbe est situé à 2 km. environ au nord de MAROUA sur la route de MORA.

La situation topographique de ce reboisement est très particulière et constitue un facteur déterminant de la nature des sols. Le périmètre est en effet situé au contact même des massifs montagneux du Nord-Cameroun et de la plaine sédimentaire qui couvre la plus grande partie de la région du Diamaré et fait partie de la cuvette tchadienne. Immédiatement au pied de la montagne de MAROUA, les sols se sont formés sur les débris entraînés par le ruissellement. Ces débris sont essentiellement grossiers, mais souvent colmatés par des éléments plus fins, surtout sableux.

La montagne de MAROUA est constituée par une roche verte dont la nature est encore discutée mais qui pourrait être une andésite. La décomposition de cette roche basique donne naissance à une arène sableuse assez fine (voir analyses. Echantillon CM II) et de couleur brun-rouge. Cette arène est rapidement entraînée des versants vers les zones basses.

L'accumulation des sédiments se trouve, dans le cas particulier du reboisement du Mayo Ibbe, avoir été accentuée par l'action de l'homme. De nombreux vestiges d'une lutte active contre l'érosion sont encore visibles : cette lutte a été reprise autrefois par des populations montagnardes, qui ont ensuite abandonné ce secteur : on retrouve dans la montagne des traces d'anciennes terrasses comparables à celles du pays Matakam. Dans la plaine, la conservation du sol était mise en oeuvre, sur des pentes de l'ordre de 1,5 à 2 %, ce qui montre à la fois l'intensité de l'érosion dans cette région, même en zone para-plane, et une technique culturale hautement perfectionnée. Cette lutte contre l'érosion consistait en une série d'alignement de pierres, posées en files sur le sol et délimitant des quadrilatères de superficie variable, les plus petits couvrant une dizaine de mètres carrés. Les fosses creusées sur ces terrasses montrent indiscutablement le résultat de ces pratiques : les 3 ou 4 cm. supérieurs du sol sont nettement un apport très récent. De plus, les colluvions se sont accumulées en amont des lignes de pierres parallèles aux courbes de niveaux d'où la formation de marches de 2 à 3 cm.

Ces pratiques de conservation étant abandonnées, les terrasses sont en voie de démantèlement. Dans la partie nord et nord-est du reboisement, d'importantes rigoles et ravines sont en voie de formation et couvrent déjà une surface assez étendue. Une lutte contre cette érosion est à l'étude.

LES SOLS

Les sols évoluent donc à partir d'une arène sableuse brun-rouge plus ou moins caillouteuse. Il semble que l'arène soit décomposée assez rapidement : En effet, les taux d'argile augmentent rapidement dès qu'on s'éloigne de la montagne.

De plus, à une distance assez faible des massifs, (de l'ordre de 1 à 2 km., parfois moins), on trouve dans la plaine des sols se classant dans les argiles noires tropicales. Ce type de sol couvre de vastes superficies dans la cuvette tchadienne.

Les résultats analytiques et les observations sur le terrain laissent penser que les sols gris-brun observés au Mayo Ibbé ne sont qu'un terme de passage de l'arène de décomposition des roches vertes aux argiles noires tropicales.

Les profils des CM 7 et CM 9 peuvent être considérés comme représentant le sol type, l'un (CM 9) montrant en surface sur 4 cm., un apport de colluvions très récent. Le profil CM 6 correspond à l'argile noire tropicale que nous considérerons ^{de nos} dans ce cas particulier comme un stade d'évolution avancé du sol brun-rouge.

Le profil CM 8 est situé au pied même de la montagne et l'échantillon CM II a été prélevé sur la montagne : il correspond à l'arène sableuse typique et en place.

Nous avons déjà noté la couleur brun-rouge ou parfois même brique de l'arène de décomposition de la roche verte (échantillon CM II). Le sol constitué au pied des massifs montagneux sur cette arène transportée, peu évolué, montre déjà une tendance à la couleur grise (CM 8).

Profil CM 8 : Topographie plane, pied de la montagne.

- 0 - 10 " Horizon faiblement humifère, brun à brun-rouge, sablo-argileux, assez compact.
- 10 - 80 " Horizon brun, assez pierreux, légèrement plus argileux que l'horizon supérieur, compact à tendance prismatique.
- " Rares taches claires dans le profil.

Dans le profil type, la couleur grise tend à dominer.

47

L'ensemble est plus argileux et évoque assez nettement les argiles noires tropicales.

Exemple : Profil CM 7. Topographie para-plane, sur sommet d'une ondulation à peine sensible.

- 0 - 15 " Horizon brun grisâtre, argilo-sableux, particulière à compact.
- 15 - 100 " Horizon gris-brun, argilo-sableux, compact à tendance prismatique. Fentes de retrait peu importantes. Quelques petite concrétions ferrugineuses. Rares nodules calcaires.

Profil CM 9. Topographie plane.

- 0 - 4 " Apport sableux brun-rouge, nettement laminaire, particulière
- 4 - 30 " Horizon brun légèrement rougeâtre, argilo-sableux, assez nettement prismatique.
- 30 - 110 " Horizon gris-brun, argilo-sableux, plus compact, assez graveleux. Fentes de retrait assez visibles. Rares concrétions ferrugineuses. Quelques nodules calcaires.

Au bord de la route MAROUA-MORA, le profil CM 6 a l'aspect d'une argile noire typique.

- 0 - 30 " Horizon gris, argileux, compact.
- 30 - 120 " Horizon gris-olive, compact à prismatique, argileux à fentes de retrait assez importantes. Quelques gravillons de petite taille dispersés dans le profil. Taches blanches dans tout le profil, mais beaucoup plus denses à partir de 90 cm.

RESULTATS ANALYTIQUES

Granulométrie - L'analyse mécanique fait ressortir les divers stades de l'évolution avec une certaine netteté. L'arène initiale est très sableuse (70 % de sables environ contre 14 % d'argile). Le sol peu évolué des bas de pente montre déjà une teneur en argile de l'ordre de 20 à 25 %.

Le sol type oscille aux alentours de 35 % alors que l'apport superficiel renferme 15 % seulement d'argile pour 75 % de sables.

Le sol évolué enfin présente un taux de 40 % d'éléments inférieurs à 2 microns.

p 1

On constate donc : 1) que sol type et sol évolué ont des compositions granulométriques voisines. (Observons qu'une argile tropicale typique peut atteindre 50 à 60 % d'argile);

2) que dans un même profil, le taux d'éléments fins est sensiblement constant (apport superficiel récent mis à part);

3) que les chiffres de l'analyse mécanique semblent confirmer l'hypothèse de l'évolution de l'arène vers l'argile noire tropicale.

Réaction des sols - Ces sols sont voisins de la neutralité mais souvent basiques, conséquence logique de leur origine.

L'arène initiale, assez basique, a un pH de 7,3.

Le sol peu évolué oscille entre 7 et 8.

Le pH du sol type baisse légèrement dans la partie supérieure du profil (6,0) mais reste voisin de 7 en profondeur.

Par contre, le pH atteint des valeurs assez considérables dans le sol évolué : 8,5. Ce chiffre élevé peut être expliqué par la présence de calcaire dans le profil : les échantillons du profil CM 6 sont les seuls à avoir réagi à l'acide chlorhydrique, donc à contenir des carbonates.

Matière organique - Les teneurs en matière organique des horizons supérieurs sont faibles ou moyennes. Nous observerons qu'elles décroissent lorsque le degré d'évolution des sols augmente : 2,2 % pour l'arène et le type peu évolué, 1,3 à 1,5 pour le sol type, 0,9 pour l'argile noire tropicale.

La carence en azote est plus sensible que celle en matière organique, tout en suivant approximativement la même évolution : le taux d'azote passe de 0,9 % à 0,4 ou 0,5 %.

Le rapport C/N est toujours élevé (14-20), sauf pour le profil le plus évolué (CM 6). La décomposition de la matière organique laisse donc à désirer.

Bases échangeables - Les teneurs en bases échangeables confirment les résultats déjà obtenus : en règle générale, en passant des sols arénacés aux terrains évolués, on constate une augmentation assez nette des éléments assimilables, corrélativement à une décomposition plus avancée des colluvions et à un accroissement du taux d'argile.

Les sols du reboisement sont chimiquement riches. La somme des bases échangeables S passe de 12 milliéquivalents pour 100 grs. de sol, dans l'arène sableuse, à 15 milliéquivalents dans les sols

peu évolués, 18 - 20 dans le sol type, et 30 dans l'argile noire tropicale. Ces chiffres sont élevés.

Le calcium est l'élément le mieux représenté : 7 milliéquivalents dans l'arène initiale, 10 à 11 dans le sol peu évolué, 12 - 13 pour le sol type, 20 - 22 pour l'argile noire. Ces teneurs sont très bonnes.

Le potassium semble suivre une loi analogue, mais de façon bien moins nette. De plus, la richesse en potassium échangeable est moins marquée. Les taux, qui oscillent de 0,3 à 0,7 milliéquivalent sont moyens ou bons.

Les teneurs en magnésium et sodium échangeables sont satisfaisantes, mais nous noterons une tendance à l'excès du sodium échangeable dans certains horizons profonds (CM 63 et surtout CM 72), ce qui pourrait contribuer à une dégradation de la structure de ces horizons (lorsque le rapport Na/Ca devient supérieur à 15%).

Nous noterons donc en résumé une richesse certaine de ces sols, et le fait que l'argile noire tropicale se distingue par des teneurs nettement plus élevées en CaO et MgO assimilables.

Bases totales - En règle générale, l'importance des réserves dans les différents éléments ne correspond pas à la richesse en éléments assimilables. Si l'on excepte le magnésium, pour lequel les teneurs sont élevées, on constate ailleurs des taux moyens, parfois même un peu faibles.

C'est particulièrement le cas du calcium. Les réserves en cet élément sont en général faibles : 3 à 6 milliéquivalents. Par contre, le type argile noire est extrêmement riche. On note une diminution du chiffre des bases totales lorsque le degré d'évolution du sol augmente (exception faite de l'argile noire).

Cette situation nettement différente du type évolué peut s'expliquer si l'on tient compte de la présence de concrétions calcaires dans le profil : il est probable que ce dépôt est un phénomène dû aux variations de la nappe phréatique, d'où un apport d'origine "extérieure" qui expliquerait les valeurs élevées en bases totales et, par là même, un relèvement du taux de bases échangeables.

Les réserves en potassium et en sodium sont moyennes dans tous les cas, l'argile noire n'étant pas, dans ce cas, particulièrement privilégiée.

En résumé, si l'on excepte les sols évolués que constituent les argiles noires tropicales, les réserves en divers éléments sont moyennes et parfois faibles.

En ce qui concerne le phosphore, nous noterons que, si les teneurs en P_2O_5 total dans les sols peu évolués sont élevées

7)

(0,9 à 1,3 ‰), elles semblent s'affaiblir nettement ailleurs. En particulier, les sols argileux n'ont une teneur acceptable (0,7 ‰) qu'à une certaine profondeur. Signalons que les fortes teneurs en calcium échangeable indiquent une bonne assimilabilité de ce phosphore.

Conclusion

La majeure partie du reboisement est établie sur des sols voisins du sol-type décrit précédemment. Ce sol est caractérisé par :

- une réaction voisine de la neutralité
- une texture nettement argilo-sableuse
- une pauvreté peu accusée en matière organique, mais assez sensible en azote et en humus
- des teneurs assez élevées en bases échangeables et plus particulièrement en calcium
- des réserves moyennes ou faibles, sauf en magnésium.

Les zones les plus proches de la montagne, plus pierreuses, ont une texture plus légère, sablo-argileuse. Leur réaction est basique. Leurs teneurs en bases échangeables sont plus faibles mais leurs réserves plus élevées que le sol type.

Dans certaines parties du reboisement, le sol passe à un type plus argileux, se classant parmi les argiles noires tropicales, très pauvre en matière organique et azote, mais exceptionnellement bien pourvu en bases échangeables et en réserves. Ce sol est très fortement basique.

Il convient de souligner la grande sensibilité de tous ces sols à l'érosion et la nécessité de lutter en particulier contre la formation des rigoles et ravines.

METHODES D'ANALYSES ET EXPRESSION DES
RESULTATS

Tous les ^{résultats} ~~produits~~ se rapportent à une terre tamisée au tamis de 2 m/m et séchée à 105° (sauf le gravier).

Granulométrie - Dispersion au pyrophosphate de sodium et méthode pipette de Robinson.

- A = Argile	: moins de 0,002 mm.)	} total ramené à 100
- L = Limon	: 0,002 0,02 mm.)	
- SF = Sable fin	: 0,02 0,2 mm.)	
- SG = Sable grossier	: 0,2 2 mm.)	
- G = Gravier	: 2 à 20 mm.)	

Matière organique -

N = Azote total : dosé par la méthode Kjeldahl.

C = Carbone : attaque au bichromate de potassium et dosage au sel de Mohr

MO = Matière organique totale : calculée d'après le taux de carbone

H = Humus : méthode Chaminade à l'oxalate d'ammonium

pH = Mesure au potentiométrique Jouan.

Eléments échangeables -

Extraits par lessivage à l'acétate d'ammonium et dosage par spectrophotomètre.

Résultats exprimés en % et en milliéquivalents pour 100 grammes de sol (meq. %)

- Calcium : 1 meq. CaO = 0,028 gr.
- Magnésium : 1 meq. MgO = 0,020 gr.
- Potassium : 1 meq. K₂O = 0,047 gr.
- Sodium : 1 meq. Na₂O = 0,031 gr.

S = Somme des bases échangeables en milliéquivalents pour 100 grammes de sol.

T = Capacité d'échange de bases.

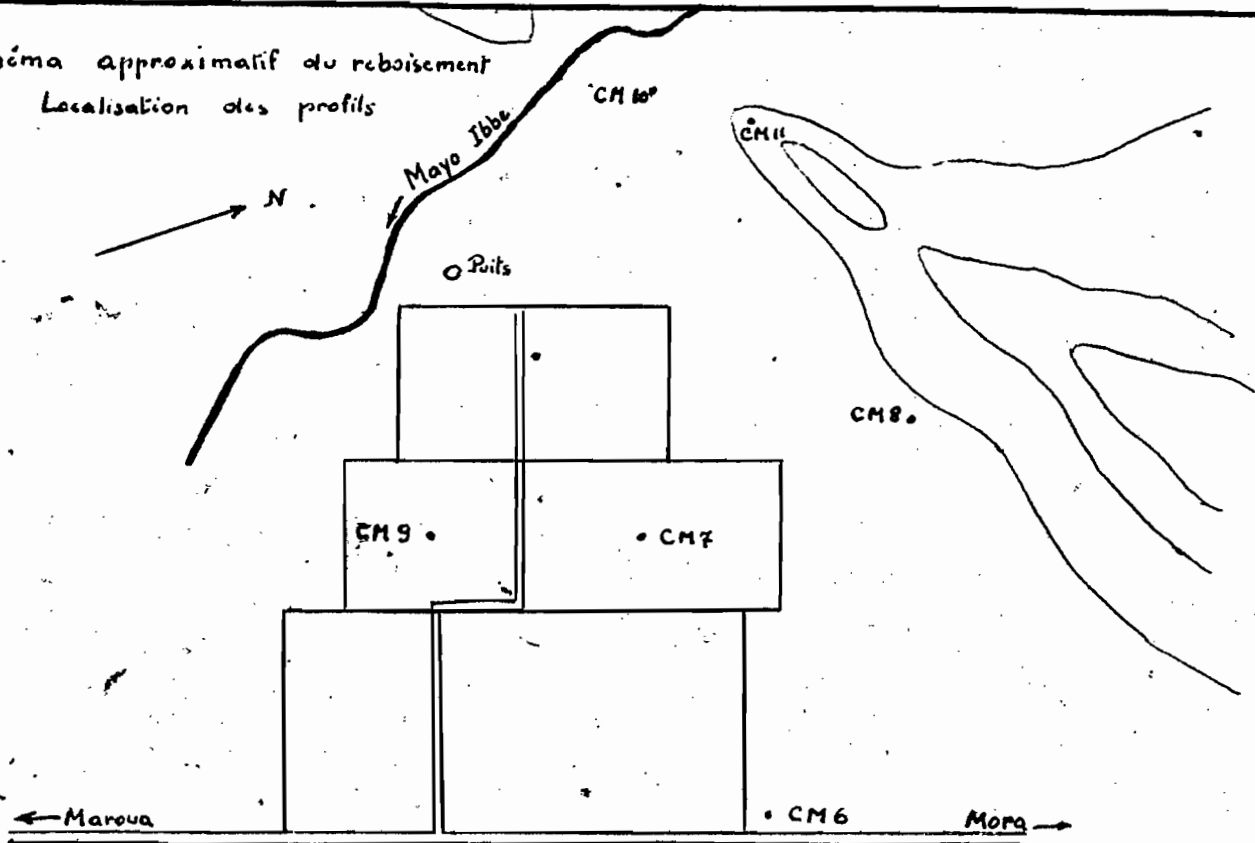
Eléments totaux -

Extraction par l'acide nitrique bouillant.

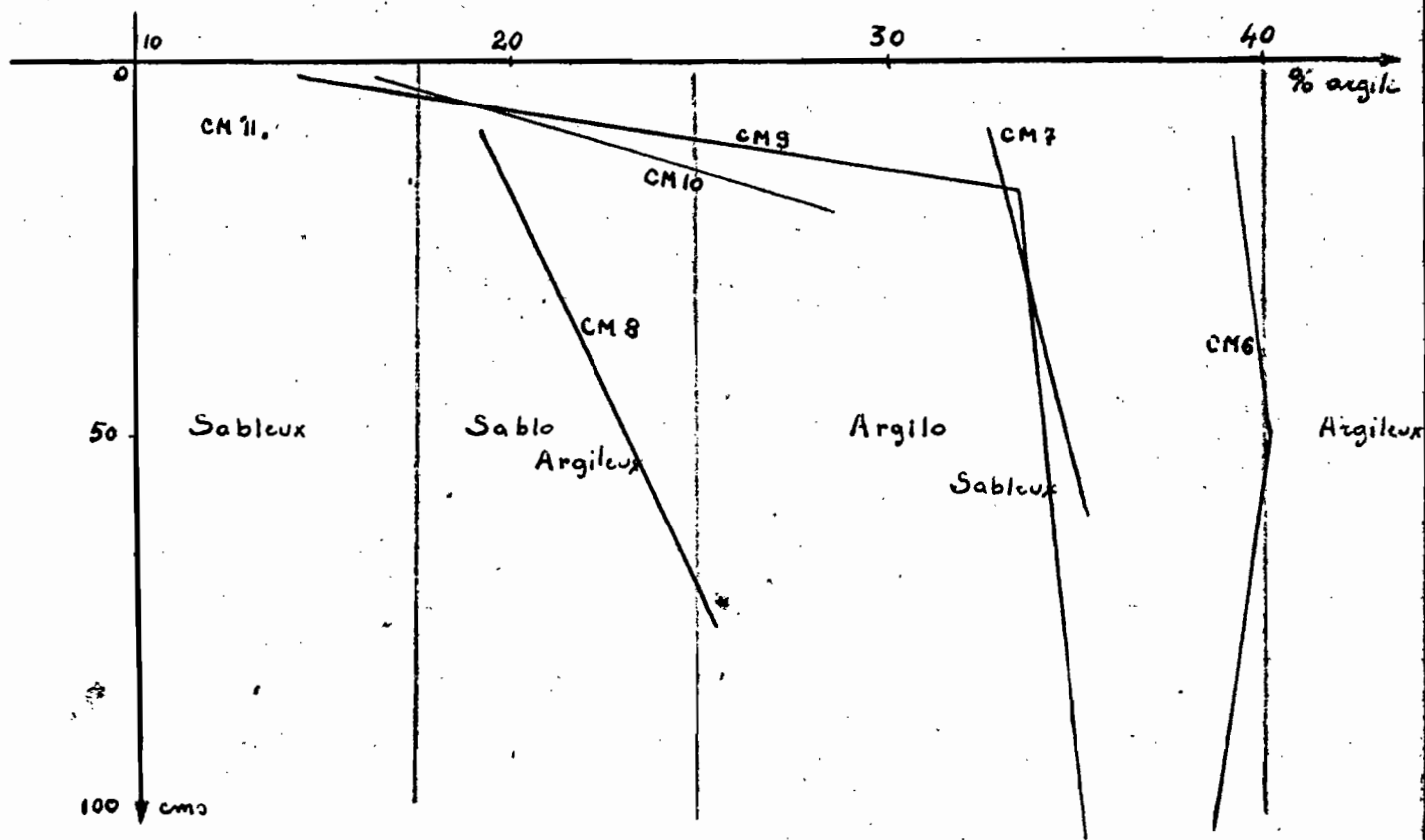
CaO, MgO, K₂O, Na₂O dosés par spectrophotométrie.

P₂O₅ dosé par la méthode de Lorenz.

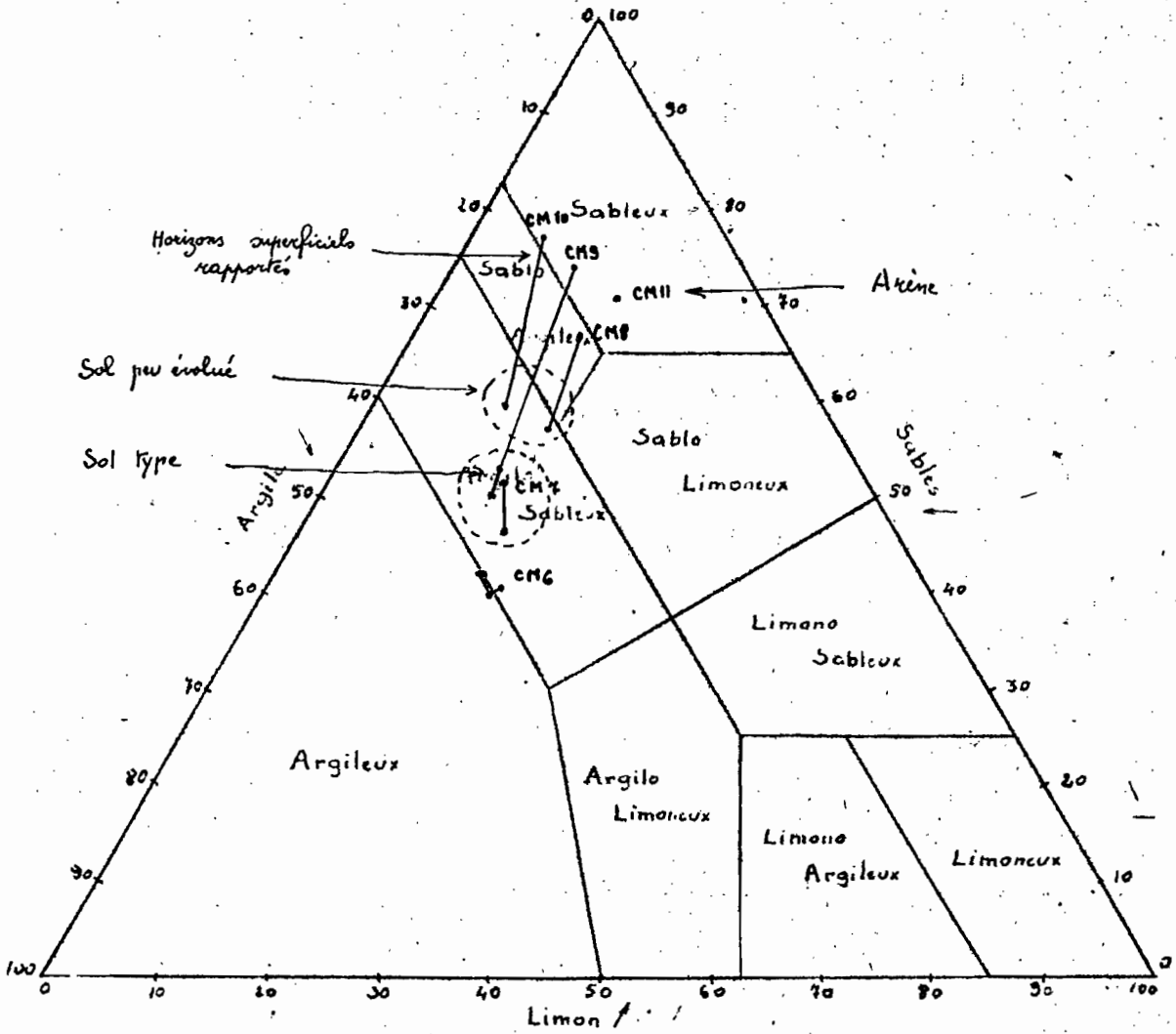
Schéma approximatif du reboisement
Localisation des profils



Représentation graphique de la teneur en argile en fonction de la profondeur



Représentation graphique de la granulométrie



Résultats Analytiques

Echantillons	Granulométrie							Matière Organique					Bases Echangeables							Bases Totales							pH							
	Profil	Ech.	Prof. cms	A %	L %	SF %	SG %	G %	M.O. %	N %	C %	C/N	H %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	CaO meq %	MgO meq %	K ₂ O meq %	Na ₂ O meq %	S	T	CaO %	MgO %	K ₂ O %		Na ₂ O %	CaO meq %	MgO meq %	K ₂ O meq %	Na ₂ O meq %	P ₂ O ₅ total %	
Arène (roche verte)	CM1	11	15	13,5	17,4	50,2	18,9	69,4	2,1	0,9	1,2	13,5		7,90	0,81	0,12	0,21	6,8	4,1	0,3	0,7	11,9			11,13	4,73	0,73	0,40	39,7	23,7	1,6	1,3	1,1	7,3
Sol peu évolué (bas de pente)	CM8	81	10	19,4	13,0	41,2	26,4	31,9	2,2	0,7	1,2	17		2,88	0,75	0,21	0,16	10,3	3,8	0,4	0,5	15,0			5,25	4,75	1,83	0,52	18,7	23,8	3,9	1,7	1,3	7,1
		82	75	25,9	15,8	33,6	24,7	60,0							3,17	0,66	0,31	0,09	11,3	3,3	0,7	0,3	15,6			4,25	5,50	2,40	0,43	15,2	27,5	5,1	1,4	0,9
Sol peu évolué avec recouvrement superficiel	CM10	101	0-4	16,6	5,9	62,1	15,4	13,5						1,63	0,56	0,16	0,14	5,8	2,8	0,3	0,5	9,4			2,78	2,83	1,08	0,44	9,9	14,2	2,3	1,4	1,2	7,0
		102	20	28,9	11,7	45,1	14,3	22,9							3,12	0,79	0,15	0,06	11,1	4,0	0,3	0,2	15,6			4,45	5,56	1,38	0,33	15,9	27,8	2,9	1,1	
Sol Type	CM7	71	10	33,8	14,3	45,6	6,3	4,8	1,3	0,5	0,8	15,2		3,23	1,05	0,17	0,29	11,5	5,3	0,4	0,9	18,1			4,25	3,88	1,15	0,56	15,2	19,4	2,4	1,8	0,5	6,0
		72	60	36,2	17,8	41,5	4,5	13,4	1,0	0,4	0,6	13,7		3,83	0,89	0,24	0,73	13,7	4,5	0,5	2,4	21,1			4,83	4,31	1,53	0,95	17,2	21,6	3,3	3,1	0,4	6,9
Sol Type avec recouvrement superficiel	CM9	91	0-4	14,4	9,9	65,2	10,5	6,0	1,5	0,5	0,8	16		1,56	0,62	0,20	0,13	5,6	3,1	0,4	0,4	9,5			2,88	2,44	1,00	0,42	10,3	12,2	2,1	1,4		6,5
		92	20	33,5	13,4	48,1	5,0	3,1	0,9	0,5	0,5	10,8		3,49	1,03	0,32	0,06	12,5	5,2	0,7	0,2	18,6			4,63	4,69	1,38	0,31	16,5	23,5	2,9	1,0		5,9
		93	110	35,7	15,2	45,1	4,0	15,5							3,68	1,07	0,21	0,09	13,1	5,4	0,4	0,3	19,2			4,50	5,88	1,70	0,33	16,1	29,4	3,6	1,1	
Argile noire tropicale	CM6	61	10	40,1	15,3	38,1	6,5	42,1	0,9	0,5	0,5	10		6,32	1,33	0,24	0,09	22,6	6,7	0,5	0,3	30,1			16,88	7,00	1,63	0,36	60,3	35,0	3,5	1,2	0,1	8,7
		62	50	40,1	18,0	36,8	5,1	30,0	0,6	0,3	0,3	10		5,83	2,05	0,29	0,40	20,8	10,3	0,6	1,3	33,0			17,13	8,75	2,20	0,69	61,2	43,8	4,7	2,2	0,2	8,5
		63	120	38,1	18,3	38,6	5,0	39,5							6,15	2,53	0,32	0,80	22,0	12,7	0,7	2,6	36,0			17,38	9,38	2,05	1,08	62,0	46,9	4,4	3,5	0,7