

ETUDE SUR LES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES

(en particulier sur les teneurs en cations échangeables et sur la capacité d'échange) DE QUELQUES SOLS DE TOUYAS -

par A. LOUE
Service Agronomique des Potasses d'Alsace
Mulhouse -

INTRODUCTION

Afin d'apporter une contribution à l'étude des problèmes de fertilisation des touyas, les Services Agronomiques des Potasses d'Alsace ont étudié certaines caractéristiques de ces sols et réalisé des essais en vases de végétation en serre sur la Station d'Aspach (Mulhouse) avec le maïs comme plante-test.

La touya, dit le dictionnaire de sols, est la lande à ajoncs du sud-ouest de la France, riche en fougères. Elle s'installe après destruction de la forêt et se maintient grâce aux fauchages répétés et au pâturage. Le terme de touya est utilisé au pays Basque et au Béarn, mais également au Tursan, en Chalosse, pour désigner la lande d'ajoncs et de bruyères.

Deux sortes de touyas ont été étudiées.

- 1) Les touyas du Pays-Basque, dans les régions d'Hasparren, Briscous, Urt, Souraïde, Isturits qui ont le flysch pour roche-mère.
- 2) Les touyas situés sur les terrasses d'alluvions anciennes (formation géologique dite a¹). Sur une partie de ces alluvions anciennes s'étendent des bois de pins et de chênes et de vastes landes de bruyères et fougères. Ces alluvions sont développées le long de l'Adour et dans les parties supérieures des vallées qui divergent des plateaux de Lanmezan et de Ger. Une trentaine de défriches furent ainsi étudiées,

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° :

Cpte :

situées sur les communes de Bats-Turzan, Mant, Samadet, Montségur, Morganx, Labastide-Chalosse, Miramont-Sensacq, Lauret, Garlin.

I - Nature physique des sols de touyas

Les touyas étudiés correspondent à deux types de sols bien différenciés en ce qui concerne la texture.

Les deux populations étudiées ont présenté les variations extrêmes suivantes :

	Touyas Pays-Basque		Touyas sur alluvions anciennes	
	Sol	Sous-sol	Sol	Sous-sol
Sable grossier 200 μ à 2 mm	2,8 à 7,0	3,6 à 11,9	2,5 à 6,3	3,2 à 6,4
Sable fin 50 à 200 μ	8,5 à 18,4	9,9 à 19,8	8,5 à 19,2	7,1 à 12,6
Sable très fin 20 μ à 50 μ	10,8 à 16,4	11,0 à 16,6	19,3 à 30,0	26,0 à 34,4
Limon 2 μ à 20 μ	25,8 à 36,0	24,0 à 36,2	31,0 à 39,0	32,0 à 40,0
Argile < 2 μ	28,0 à 34,0	27,0 à 35,0	12,8 à 18,5	12,8 à 18,3

Les touyas du Pays - Basque sont des "limons argileux" du triangle des textures. Ils présentent peu de différence de texture entre le sol (0-20 cm) et le sous-sol (20-40 cm).

Les touyas sur terrasses d'alluvions anciennes sont des "limons fins". Le total limon + sable très fin y varie de 55,1 à 67,8 % pour le sol. Bien qu'occupant une position assez voisine des bouillottes dans le triangle, ces sols s'en distinguent surtout à cet égard par le fait que c'est ici la fraction limon et non la fraction sable très fin qui domine.

II - Caractéristiques chimiques

A/ Réaction du sol

Le pH des deux catégories de touyas est également bas (5,1 en moyenne). Le n° 12 fait exception (terre défrichée en 1938, fortement chaulée à plusieurs reprises). Les couples voisins (touya - prairie) 21-22 et 25-26 montrent les améliorations importantes obtenues sur ces terres.

Le pH très acide des touyas se relie aux valeurs un peu élevées du rapport C/N, et surtout à la désaturation du complexe absorbant.

B/ Matière organique - Azote - Rapport C/N

	Touyas sur alluvions anciennes		Touyas Pays Basque	
	Sol	Sous-sol	Sol	Sous-sol
Perte au feu %	4,0 à 8,5	2,0 à 4,7	5,5 à 10,1	3,0 à 4,6
C ‰	18,0 à 38,5	- -	23,6 à 41,4	13,1 à 20,1
N ‰	1,45 à 2,35	0,80 à 1,60	2,0 à 3,05	1,30 à 2,10
C/N	13,6 à 17,6	13,0 à 17,2	10,1 à 13,3	9,5 à 12,4
P ₂ O ₅ assimil. ‰	0,10 à 0,21	0,07 à 0,13	0,03 à 0,13	0,02 à 0,07

Les limites de variation, ci-dessus rapportées, montrent que les touyas sont très riches en matière organique. La matière organique des touyas étudiés sur les terrasses d'alluvions anciennes, provenant surtout de la décomposition des débris de bois de pins et de landes de fougères, est plus riche en particules acides que celle provenant des ajoncs épineux.

D'autre part, il est intéressant de comparer les terres de défrichement récent avec les terres défrichées depuis un an ou deux : ainsi la comparaison de 2 (avoine) avec 1 (lande voisine) montre une baisse de 1,2 % sur la matière organique (de même, la comparaison de 5 avec 4 et 3 et de 8 avec 9).

C/ Acide phosphorique assimilable

Les touyas sur alluvions anciennes sont assez pauvres en acide phosphorique assimilable. La moyenne est de 0,13 ‰ pour les touyas non défrichés ou en cours de défrichement et de 0,17 ‰ pour les touyas mis en cultures. Ce sont les pièces mises en maïs qui sont les plus riches, car le maïs reçoit généralement une forte dose de scories, de l'ordre de 1.000 kg/ha.

Les touyas du Pays Basque sont très pauvres.

D/ Détermination relatives aux bases échangeables.

1) La capacité d'échange

La capacité d'échange dépendant de la richesse du sol en complexe argilo-humique, les deux familles de touyas étudiées devraient différer assez nettement à cet égard, du fait de la différence notable des teneurs en argile. Cependant, la richesse commune en matière organique doit tendre à atténuer la différence due aux taux d'argile (abstraction faite de la nature de l'argile). Pour les touyas sur alluvions anciennes, la capacité d'échange (CE) varie de 8,5 meq % à 15 meq % pour le sol (Tableau II) et de 8 à 14 meq % pour le sous-sol. Pour les touyas du Pays-Basque, la capacité d'échange varie de 14,5 meq à 19 meq % pour le sol (Tableau III) et de 13,5 à 16 meq % pour le sous-sol.

2) Le degré de saturation

Le degré de saturation V est ici obtenu en calculant les rapports :

$$\frac{\text{Somme des bases échangeables} \times 100}{\text{CE}}$$

Touyas sur alluvions anciennes : si l'on excepte le n° 12 aberrant, le taux de saturation de ces sols est extrêmement faible, compris entre 10,1 % et 30,7 % pour le sol. L'influence de la mise en culture et des fertilisations nécessairement pratiquées est très importante; le coefficient moyen de saturation passe de 13% à 20%. Le n° 17, très beau champ de maïs, donne une indication utile avec V = 25%.

Touyas du Pays-Basque: leur taux de saturation varie de 10,6 % à 38,1 %. Bien qu'ayant une capacité d'échange plus élevée, ils sont, semble-t-il, un degré de saturation un peu plus élevé en moyenne. D'autre part, la bonification par les fumures est plus nette :

de 21 à 22, V passe de 23 à 38% et le pH de 5,1 à 5,8
de 24 à 23, V passe de 15 à 28% et le pH de 5,0 à 5,1
de 26 à 25, V passe de 17 à 31% et le pH de 4,9 à 5,4

3) Relation entre la capacité d'échange et les constituants du sol

La propriété qu'a le sol de maintenir les cations sous une forme échangeable est due à la fois à la fraction minérale et à la matière organique. La part de la fraction minérale du sol dans la capacité d'échange provient pratiquement de la fraction argileuse et très secondairement du limon et du sable.

On est moins renseigné sur la capacité d'échange élevée qu' a en général la matière organique. En effet, les colloïdes organiques ont, à poids égal, une capacité d'échange pour les cations beaucoup plus élevée que les minéraux argileux.

Très généralement, la valeur de la capacité d'échange est déterminée globalement sans séparation des parts respectives de l'argile et de la matière organique.

La fraction argileuse détermine la capacité d'échange de nombreux sols pauvres en matière organique, et plus encore, pour les sous-sols souvent très pauvres en matière organique.

Mais, pour les couches superficielles, sinon même pour le sol de 0 à 20 cm, des sols bien pourvus, la matière organique peut être déterminante. Les touyas nous mettent en présence de sols très riches en matière organique, à capacité d'échange plus ou moins élevée, et il serait intéressant de tenter de dégager l'influence respective des colloïdes organiques et minéraux dans la capacité d'échange pour les cations.

Olson et Bray ont indiqué une méthode de séparation avec un traitement à l'eau oxygénée à 15% pour oxyder la matière organique (9).

Tedrow et Gillam déterminent la capacité d'échange de la matière organique du sol par différence, en chauffant le sol à 400° C pendant sept heures pour détruire la matière organique (13). Pour Metson,

TABLEAU I - Diverses caractéristiques chimiques des touyas.

	Perte au feu %	C %/∞	N %/∞	C/N	pH	P O ₂ 5 assimil. %/∞
I. Touyas sur alluvions anciennes						
1. Lande non défrichée	7,7	35,3	2,15	16,4	5,1	0,13
2. Avoine après défrichement	6,5	30,6	1,85	16,5	5,0	0,14
3. Défrichement en cours	6,8	31,7	2,00	15,9	5,3	0,11
4. Défrichement récent	7,0	34,6	2,10	16,5	5,2	0,14
5. Seigle après défrichement	5,8	25,8	1,90	13,6	5,2	0,12
6. Maïs sur défrichement 1959	5,7	24,7	1,80	13,7	5,2	0,13
7. Maïs nain sur défrichement 1961 (pins)	6,4	31,4	2,10	15,0	4,9	0,18
8. Seigle après défrichement	5,3	26,5	1,95	13,6	5,3	0,13
9. Lande non défrichée	6,3	29,3	2,15	13,7	5,2	0,14
10. Défrichement en cours	6,3	30,2	2,05	14,8	4,9	0,17
11. Maïs sur défrichement 1960 (pins)	4,7	22,4	1,45	15,4	5,1	0,15
12. Maïs, défrichement 1938	4,0	18,0	1,40	12,9	7,2	0,21
13. Maïs sur défrichement 1960 (pins)	7,8	34,3	1,95	17,6	5,0	0,14
14. Défrichement en cours (pins)	6,9	33,0	1,95	16,9	5,0	0,18
15. Défrichement en cours (bois divers)	5,2	25,7	1,80	14,3	5,0	0,10
16. Maïs, défrichement de 1959	6,2	30,0	2,00	15,0	5,1	0,18
17. Maïs	8,5	38,5	2,35	16,4	5,3	0,28
18. Défrichement en cours	5,1	26,9	1,70	15,8	5,3	0,11

TABEAU I - suite -

	Perte au feu %	C °/∞	N °/∞	C/N	pH	P ₂ O ₅ assimilable %
II. <u>Touyas du Pays-Basque</u>						
19. Touya non défriché	5,7	25,1	2,20	11,4	5,4	0,04
20. Touya non défriché	5,8	29,2	2,30	12,7	5,1	0,07
21. Touya non défriché	7,1	33,0	2,80	11,8	5,1	0,05
22. Prairie	6,1	25,7	2,55	10,1	5,8	0,06
23. Mais	5,5	26,9	2,30	11,7	5,1	0,13
24. Touya non défriché	5,6	27,5	2,25	12,2	5,0	0,05
25. Prairie	6,0	27,2	2,20	12,3	5,4	0,06
26. Touya non défriché	5,7	26,6	2,00	13,3	4,9	0,06
27. Touya non défriché	5,5	23,6	2,00	11,8	5,3	0,03
28. Touya non défriché	6,7	30,2	2,55	11,8	5,2	0,10
29. Touya non défriché	7,7	28,0	2,40	11,7	5,2	0,10

cela suppose une hypothèse selon laquelle la capacité d'échange pour les cations de colloïdes minéraux n'est pas modifiée par le traitement, et qui ne serait pas justifiée pour tous les sols (8).

Selon Metson, il existe une certaine interaction entre les colloïdes organiques et minéraux, si bien que les rôles des deux fractions dans la capacité d'échange totale ne sont pas rigoureusement additifs. La capacité d'échange globale du complexe argilo-humique serait moindre que la somme des capacités des deux constituants. Demolon et Barbier (3) (1) ont exprimé également ce point de vue.

Cependant, Metson estime qu'il est pratique dans bien des cas de considérer que la capacité d'échange est la somme des capacités d'échange de la fraction organique et de l'argile.

Ici, pour dégager la part des constituants, on s'est limité à procéder au calcul de régression partielle, obtenant ainsi pour les deux catégories de sols étudiées, l'équation de régression exprimant la capacité d'échange en fonction des pourcentages d'argile et de matière organique. Cette méthode fut utilisée récemment par Hallsworth et Wilkinson (5) et, en France, par P et G. Lefèvre (4).

Nous avons ainsi obtenu les deux équations :

$$\text{Touyas sur alluvions anciennes: } y = 3,94 + 0,167 x_1 + 1,00 x_2$$

(1) calculée sur 38 échantillons

$$\text{Touyas du Pays Basque: } y = 7,25 + 0,113 x_1 + 0,979 x_2$$

(2) calculée sur 28 échantillons

avec y = capacité d'échange en meq pour 100 g de sol

x_1 = teneur en argile pour 100 g de sol

x_2 = matière organique pour 100 g de sol (perte au feu)

Pour les sols de touyas sur terrasses d'alluvions anciennes, le calcul a été fait également en prenant comme variable le taux de carbone pour cent x'_2 , ce qui a donné :

$$y' = 1,93 + 0,219 x_1 + 2,536 x'_2 \quad (1')$$

L'argile des sols de touyas de ce type aurait une capacité d'échange moyenne de 16,7 à 21,9 meq pour 100 g, tandis que celle des touyas du Pays-Basque aurait une capacité plus faible encore de 11,3 meq pour 100 g. La capacité d'échange de la matière organique serait très voisine dans les deux cas de l'ordre de 100 meq pour 100 g (et de 253 meq pour 100 g de carbone organique).

Ces données sont très éloignées de celles de la littérature en général (6-11-12), mais il est indispensable de les comparer à celles de sols relativement semblables. On relève alors un bon accord avec les données de Hallsworth et Wilkinson (5), qui ont trouvé :

sols podzoliques acides (pH 5,79) : 23 meq % d'argile, et 134 meq % de matière organique

humus alpin (pH 4,82) : 18 Meq % d'argile et 67 meq % de matière organique

Les équations proposées semblent donc fournir une image valable de la répartition de la capacité d'échange sur l'argile et la matière organique et compléter ainsi utilement la description analytique de ces sols. On peut également en tirer quelques conclusions de portée agronomique.

La capacité d'échange de ces touyas est hautement sous la dépendance du taux de matière organique. Au sein d'une même famille la variation des taux d'argile x_1 est assez faible. Cette argile ayant dans les deux cas, une très faible capacité d'échange, l'influence des différences de texture y est très modeste, de l'ordre de 1,5 meq au maximum. Au contraire, le taux de matière organique est susceptible d'évoluer nettement avec la mise en culture. Une diminution de 4% sur la matière organique entraîne une baisse de la capacité d'échange d'environ 4 meq.

4) Calcium échangeable

Touyas sur terrasses d'alluvions anciennes :

Ces sols sont tous d'une très grande pauvreté en calcium échangeable. Si l'on excepte le n° 12, la teneur va de 0,92 à 2,86 meq% (soit de 0,26 à 0,80 CaO ‰).

Il existe évidemment une liaison entre les teneurs en calcium échangeable et l'ancienneté du défrichement, car les agriculteurs interviennent presque toujours d'une façon ou de l'autre (calcaire broyé, chaux magnésienne, hyperphosphates, scories).

Pour les touyas non défrichés, ou en cours de défrichement, le taux est de 0,90 à 1,20 meq pour cent de sol.

Pour les premières cultures (seigle et avoine généralement), le taux est de 1,20 à 1,50 meq pour cent de sol.

Pour les terres ayant reçu des apports plus répétés, le taux monte vers 2,50 meq.

Le n° 12 représente un cas aberrant, (lande défrichée en 1938, marnée en 1942, ayant reçu 1500 kg de chaux magnésienne en 1960 et 800 kg de scories pendant de nombreuses années).

Touyas du Pays Basque

Ils sont également d'une très grande pauvreté en calcium échangeable, mais ici l'influence de la fertilisation (scories et amendements) est très marquée (comparer les couples 21 et 22, 23 et 24, 25 et 26 de lande et terre voisine défrichée).

Pour les terres en friche, essentiellement recouvertes d'ajoncs épineux et de fougères, la teneur va de 0,92 à 2,86 meq % pour le sol et de 0,64 à 1,65 meq% pour le sous-sol.

Pour les terres mises en culture, le taux va de 3,14 à 4,57 meq% pour le sol.

5) Magnésium échangeable

Touyas sur terrasses d'alluvions anciennes :

La déficience magnésienne est générale : la teneur varie entre 0,00 et 0,55 meq % de sol, mais la moyenne générale est de 0,20 meq pour le sol et de 0,06 meq pour le sous-sol (soit 0,04 et 0,012 MgO ‰).

Il n'apparaît que très rarement une trace de fertilisation. Les agriculteurs concernés ne semblent pas avoir eu une connaissance exacte de cette déficience. Cependant, la population étudiée peut être estimée largement représentative de ces friches. Il apparaît donc une différence de teneurs considérable entre le sol 0-20 cm et le sous-sol 20-40 cm. Le magnésium échangeable est souvent à l'état de traces en sous-sol. Cette constatation n'est peut-être pas sans liaison avec le fait assez souvent signalé du caractère néfaste des labours trop profonds, qui ramènent en surface la terre de 20 à 30 cm.

Touyas du Pays-Basque :

Alors que la déficience est généralisée sur les touyas précédents, on enregistre ici une variation considérable allant de 0,30 à 1,65 meq % pour le sol et de 0,10 à 0,85 meq % pour le sous-sol.

Les landes 19, 20, 21, 22 (Hasparren), 25, 26 (Urt), 27 (Brisous) sont riches. Les landes 23, 24 (Souraide), 28, 29 (Isturitz) sont pauvres.

6) Potassium échangeable

Touyas sur terrasses d'alluvions anciennes :

Toutes ces terres sont très pauvres en potassium échangeable. Les teneurs vont de 0,11 à 0,40 meq %, mais pratiquement, la dispersion se situe entre 0,11 et 0,19 (soit entre 0,05 et 0,09 K₂O ‰).

Pour le sous-sol, les teneurs vont de 0,04 à 0,17 meq %, mais en pratique, les teneurs normales sont inférieures à 0,11 meq ($< 0,05 K_2O \text{ ‰}$).

Ces teneurs sont très faibles en valeur absolue, mais plus faibles encore si on les rapporte à la capacité d'échange (colonne 100 K/CE).

Touyas du Pays Basque :

La fluctuation est ici aussi considérable, allant de 0,17 à 0,78 meq %. Les landes 19, 20, 21 sont riches en potassium pour le sol, mais la teneur du sous-sol (20-40 cm) est à peine moyenne. Avec la mise en culture (prairie pâturée par les brebis), le taux est tombé à 0,28 meq % (comparer 21 - 22).

Les landes 25 - 26 permettent la même comparaison que 21 - 22; la lande de Souraide (24) est très pauvre en potasse (0,22 meq ou 0,10 ‰ K₂O), mais la fumure du maïs a enrichi le sol).

Enfin, les landes 27, 28, 29 sont pauvres.

En valeur absolue, les touyas du Pays-Basque ne sont pas systématiquement pauvres en potasse. En fait, le taux de potassium mesuré est plus ou moins influencé par le lavis de végétation plus ou moins décomposée.

D'autre part, il faut tenir compte ici de la capacité d'échange assez élevée de ces terres (colonne 100 K/CE). Les landes 24, 27, 28, 29 apparaissent alors comme nettement pauvres.

CONCLUSIONS

Delmas fait remarquer, à juste titre, que la fertilisation n'est qu'un aspect de la mise en valeur de ces terres. Pour lui, le problème essentiel réside ici dans la technique de mise en culture avec les aspects fondamentaux suivants : limitation de l'emploi du rotovator, profondeur de labour limitée à 15 à 20 cm. (2). Vinel insiste également sur les méthodes de défrichement (14). Il est, en effet, exact que des cultures de maïs réussissent très inégalement avec des fertilisations parfois identiques et assez copieuses.

Les conditions de défrichement étant supposées satisfaisantes, la fertilisation intervient alors seulement comme facteur prépondérant. Les données principales ont été décrites par les auteurs précédents, ainsi que par Magny et Baur (7).

La présente étude est consacrée aux principales caractéristiques chimiques de ces touyas et, plus particulièrement, à celles relatives au complexe absorbant (capacité d'échange et garniture cationique).

Les cations posent ici des problèmes de fertilisation particulièrement délicats.

Pour les touyas sur terrasses d'alluvions anciennes, le problème est plus simple, au moins en théorie, car la triple déficience K Ca, Mg est généralisée. Pour améliorer l'état calcique et corriger en partie la déficience magnésienne, il est généralement conseillé d'effectuer un apport de fond par un labour peu profond de 1000 à 1500 Kg/Ha de chaux magnésienne. D'autre part, on apporte environ 800 kg à 1000 kg de scories et 350 kg de chlorure de potassium. La seconde année, on apporte 700 kg de scories et 300 kg de chlorure, puis ensuite 700 kg de scories et 250 kg de chlorure.

Dans la plupart des cas, il serait prudent d'effectuer de nouvelles analyses chimiques après trois ans. Il faut, en effet, veiller à ne pas trop élever la teneur en Ca échangeable, tout en corrigeant le déficit Mg. Enfin, pour faire des maïs valables sur ces terres, il faut apporter 150 unités de K_2O pendant plusieurs années (tout en veillant au rapport K/Mg). En effet, pour des sols qui seraient très carencés en Mg comme le sont les numéros 14, 15, 16, 18, des apports potassiques trop élevés, en l'absence d'engrais magnésiens, risqueraient d'aggraver la carence Mg. Dans cette optique, il serait intéressant d'étudier des apports d'engrais mixte K Mg, comme le patentkali (28% K_2O , 8% MgO). Une opinion courante est que l'apport calcomagnésien de fond résorbe une grande partie de la déficience Mg. Ce n'est pas certain en toutes circonstances. Si le magnésium est un macroélément de par ses fonctions et son importance quantitative dans la plante, par contre son taux peut descendre assez bas chez certains végétaux, dont le maïs, avant d'enregistrer une répercussion sur les rendements. Il pourrait être bon d'envisager des apports de sulfate de magnésium plus ou moins réguliers et à dose moyenne pour assurer dans les meilleures conditions le minimum de nutrition magnésienne nécessaire.

Il ne faut pas oublier qu'avec la mise en culture, la capacité d'échange de ces terres aura tendance à décroître et pourra tomber vers 8 à 9 meq % de sol. Avec les apports d'amendements et la mise en culture, on améliore donc le degré de saturation du complexe absorbant, en élevant le taux de calcium échangeable et en diminuant la CE. Il convient donc d'intervenir avec prudence et progressivement.

Le problème du rapport K/ Mg dans de tels sols ne doit pas se régler en fonction d'un niveau Mg très faible, qui nécessiterait des apports K modiques, mais en fonction des apports potassiques nécessaires qui peuvent en certains cas demander des apports magnésiens pour se prémunir contre le déficit magnésien induit.

Pour les toudas du Pays Basque, à la diversité de la garniture cationique devrait correspondre une diversité dans la fertilisation. La nécessité d'amendements calcaïques est générale; mais il n'en est pas de même des apports magnésiens. (Il est indispensable de souligner l'origine des toudas ici considérés. En particulier, dans l'article sur le défrichement des landes des Basses-Pyrénées, Vinel rapporte des résultats d'essais magnésiens des régions de Lacq, Poms, qui correspondent à des toudas sur alluvions anciennes du type étudié ici. De même, les toudas de la région de Pau, comme celui du Pont-Long, sont quelque peu différents). Dans l'optique de la culture du maïs, le besoin de potasse de ces sols serait de 150 kg K_2O /Ha pendant quelques années, 120 kg ensuite. Les apports magnésiens ne seraient pas conseillés, sinon accompagnés d'apports potassiques importants et sauf, bien entendu, dans les cas de déficience connue.

La fertilisation K/Ca/Mg de ces terres récupérées ne se laisse donc pas enfermer dans quelques concepts simples. Elle doit comporter des nuances qui, pour être précises, exigeraient un inventaire géographique chimique détaillé, allant de pair avec une cartographie pédologique précise.

TABLEAU II : Cations échangeables des sols de touyas sur terrasses
 ===== d'alluvions anciennes (en milliéquivalents pour cent
 de terre fine)

	Ca	Mg	K	Na	Bases é- chang. totales	CE	V	100 K CE
1 Sol	0,92	0,20	0,13	0,12	1,37	13,5	10,1	0,96
sous-sol	0,64	0,10	0,09	0,09	0,92	11,5	8,0	0,78
2 Sol	1,50	0,20	0,19	0,12	2,01	13,5	14,8	1,40
sous-sol	1,07	0,10	0,11	0,09	1,37	11,0	12,4	1,00
3 Sol	1,50	0,20	0,13	0,12	1,95	12,0	16,2	1,08
sous-sol	0,64	0,10	0,09	0,09	0,92	10,0	9,2	0,90
4 Sol	1,21	0,15	0,13	0,12	1,61	13,0	12,3	1,00
Sous-sol	0,78	0,05	0,09	0,09	1,01	12,0	8,4	0,75
5 Sol	1,21	0,15	0,13	0,09	1,58	11,0	14,3	1,18
sous-sol	0,78	0,05	0,09	0,09	1,01	10,0	10,1	0,90
6 Sol	2,42	0,20	0,15	0,09	2,86	13,0	22,0	1,15
sous-sol	1,79	0,05	0,11	0,09	2,04	11,0	18,5	1,00
7 Sol	0,92	0,30	0,13	0,09	1,44	14,0	10,2	0,92
sous-sol	0,64	0,10	0,09	0,06	0,89	10,5	8,4	0,85
8 Sol	1,10	0,15	0,11	0,09	1,45	13,0	11,1	0,84
sous-sol	0,96	0,10	0,11	0,12	1,29	12,5	10,3	0,88
9 Sol	1,21	0,20	0,13	0,09	1,63	13,0	12,5	1,00
sous-sol	0,64	0,05	0,07	0,09	0,85	11,0	7,7	0,63
10 Sol	1,07	0,20	0,13	0,12	1,52	13,0	11,7	1,00
sous-sol	0,64	0,10	0,07	0,06	0,87	10,0	8,7	0,70
11 Sol	2,86	0,20	0,17	0,15	3,38	11,0	30,7	1,54
sous-sol	1,79	0,10	0,06	0,09	2,04	8,5	22,8	0,70
12 Sol	14,71	0,55	0,40	0,21	15,87	8,5	100	4,70
sous-sol	6,28	0,10	0,17	0,12	6,67	9,5	70,2	1,78
13 Sol	2,28	0,40	0,26	0,15	3,09	14,0	22,0	1,85
sous-sol	1,21	0,00	0,04	0,06	1,31	9,5	13,7	0,42
14 Sol	1,35	0,10	0,11	0,12	1,68	15,0	11,2	0,73
sous-sol	0,92	0,00	0,04	0,09	1,05	10,5	10,0	0,38

TABLEAU II (suite)

		Ca	Mg	K	Na	Bases é- changea. totales	CE	V	$\frac{100K}{CE}$
15	Sol	1,35	0,15	0,17	0,12	1,79	9,5	18,8	1,78
	sous-sol	0,92	0,00	0,04	0,09	1,05	8,0	13,1	0,50
16	Sol	1,21	0,00	0,19	0,15	1,55	13,5	11,4	1,40
	sous-sol	1,21	0,00	0,11	0,12	1,44	14,0	10,2	0,78
17	Sol	2,79	0,50	0,24	0,15	3,68	15,0	24,5	1,60
	sous-sol	1,21	0,10	0,13	0,09	1,53	12,5	12,2	1,04
18	Sol	1,65	0,10	0,11	0,18	2,04	11,5	17,7	0,95
	sous-sol	1,35	0,00	0,06	0,09	1,50	8,0	18,7	0,75

TABLEAU III - Cations échangeables des sols de touyas du Pays-Basque
(en milliéquivalents pour cent de terre fine)

		Ca	Mg	K	Na	Bases é- changea. totales	CE	V	$\frac{100K}{CE}$
19	Sol	2,86	1,65	0,78	0,18	5,47	16,5	33,1	4,72
	sous-sol	1,50	0,75	0,24	0,12	2,61	15,0	17,4	1,60
20	Sol 0-20	1,65	0,75	0,47	0,18	3,05	17,0	17,9	2,76
	20 - 40	0,92	0,20	0,19	0,09	1,40	13,5	10,3	1,40
	40 - 60	0,64	0,10	0,09	0,06	0,89	11,5	7,7	0,78
21	Sol	2,28	1,25	0,68	0,18	4,39	19,0	23,1	3,57
	sous-sol	1,21	0,75	0,19	0,12	2,27	15,0	15,1	1,26
22	Sol	4,57	1,10	0,28	0,15	6,10	16,0	38,1	1,75
	sous-sol	2,86	0,85	0,19	0,12	4,02	14,0	28,7	1,35
23	Sol	3,14	0,40	0,43	0,12	4,09	14,5	28,2	2,96
	sous-sol	1,21	0,15	0,15	0,09	1,60	14,0	11,4	1,07
24	Sol	1,50	0,50	0,22	0,18	2,40	16,5	14,5	1,33
	sous-sol	0,92	0,25	0,15	0,15	1,47	15,0	9,8	1,00
25	Sol	3,42	1,10	0,40	0,21	5,13	16,5	31,0	2,42
	sous-sol	2,28	0,85	0,17	0,12	3,42	15,0	22,8	1,13

TABLEAU III (suite)

		Ca	Mg	K	Na	Bases échangeables totales	CE	V	$\frac{100 K}{CE}$
26	Sol	0,92	0,70	0,62	0,27	2,51	14,5	17,3	4,27
	Sous-sol	0,92	0,40	0,19	0,12	1,63	14,0	11,6	1,35
27	Sol	1,28	0,70	0,17	0,12	2,27	16,0	14,1	1,06
	sous-sol	1,65	0,85	0,13	0,15	2,78	16,0	17,3	0,81
28	Sol	1,21	0,30	0,24	0,12	1,87	17,5	10,6	1,37
	sous-sol	0,64	0,10	0,11	0,09	0,94	15,0	6,2	0,73
29	Sol	1,21	0,50	0,30	0,12	2,13	17,5	12,1	1,71
	sous-sol	0,78	0,20	0,15	0,09	1,22	14,0	8,7	1,07

BIBLIOGRAPHIE

1. BARBIER G. - 1935 - Influence des colloïdes humiques sur certaines propriétés physiques et chimiques des terres argileuses. Ann. Agro. p. 765
2. DELMAS J. - 1961 - Les Sols du Bassin de l'Adour et plus particulièrement les sols de Landes et de Touyas. Journées de l'A.N.P.E.A. - 19 Octobre - 12 p.
3. DEMOLON A., BARBIER G. - 1929 - Conditions de formation et constitution du complexe argilo-humique des sols. C.R. Acad. Sci. - 188 - p. 654-6.
4. LEFEVRE P., LEFEVRE G. - 1961 - Observations sur la valeur de la capacité d'échange et des cations échangeables de quelques sols Picards non calcaires. Bull. Ass. Fr. Et. Sol - n° spécial - p. 177-196
5. HALLSWORTH E.G., WILKINSON G.K. - 1958 - The contribution of Clay and organic Matter to the Cation exchange capacity of the soil. The Jnl of Agric. Sci. Vol. 51 - p. 1-3.
6. Mc LEAN E.O. - 1952 - The effect of humus on cationic interactions in a Beidellite clay Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 1951 - vol. 16 - p. 134-7.

7. MAGNY J. , BAUR J. - 1962 - Pour comprendre les analyses de terre - Centre d'Etudes et de Modernisation agricoles - Purpan - n° 41-42 - Octobre - Nov. Décembre 1961 - Janv. Fev. Mars 1962
8. METSON A.J. - 1956 - Methods of chemical analysis for soil survey samples - New-Zealand - Dept. of Scient and Indust. Res. Soil Bureau - Bull. 12.
9. OLSON L.C. - BRAY R.H. - 1938 - The determination of the organic base-exchange capacity of soils. Soil Sci. 45 - p. 483-96.
10. PLAISANCE G., CAYEUX A. - 1958 - Dictionnaire des Sols - La Maison Rustique - Paris -
11. PRATT P.F. - 1957 - Effect of fertilizers and organic material on the cations exchange capacity of an irrigated soil. Soil Sci. vol. 83 - p. 85
12. RICH C.I., THOMAS G.W. - 1960 - The clay fraction of soils Adv. in Agro. Vol 12 - p. 1-39.
13. TEDROW J.C.F. - GILLAM W.S. - 1941 - The base-exchange capacity of the organic and inorganic fractions of several soil profiles Soil. Sci. 51 p. 222-33.
14. VINEL J. - 1961 - Le défrichement des landes dans les Basses Pyrénées - Bull. Techn. Inf. n° 162 - p. 745-54.

LOUE-
1964

LOUE ^{LOUE}
(André)

Extrait du
BULLETIN DE L'ASSOCIATION
FRANÇAISE POUR L'ÉTUDE DU SOL

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 28365, ex 1

Cote : B