

SUR UNE METHODE D'ANALYSE DU PHOSPHORE DANS LES SOLS TROPICAUX

Par

B DABIN

O.R.S.T.O.M.

Services Scientifiques Centraux

BONDY (France)

ALIMENTATION PHOSPHATEE DES PLANTES DANS LES SOLS TROPICAUX

Il est admis que les sols tropicaux sont en majorité très pauvres en acide phosphorique, ce qui les maintient à un niveau de fertilité souvent très bas, le phosphore agissant non seulement sur l'alimentation des plantes supérieures, mais aussi sur certains métabolismes biologiques du sol qui sont générateurs de fertilité (évolution de la matière organique, fixation d'azote atmosphérique etc)

Cette pauvreté a été constatée depuis longtemps par l'analyse du sol à l'aide de techniques couramment pratiquées dans les sols des pays tempérés, en particulier la détermination du « phosphore assimilable »

Ces méthodes indiquent parfois des niveaux tellement bas que l'on est amené à se demander comment les plantes peuvent s'alimenter en phosphore dans ces sols

Or l'analyse des plantes montre qu'elles exportent des quantités non négligeables de phosphore provenant du sol, et pouvant atteindre 25 à 30 kg de P_2O_5 par hectare et par an, parfois plus, et dans de nombreux sols seuls les engrais azotés agissent provoquant des accroissements spectaculaires de rendement avec exportation supplémentaire de phosphore.

Dans d'autres sols les engrais phosphatés ont une action efficace, parfois seuls, parfois en présence d'azote.

Dans la plupart des sols des pays africains de la zone semi-aride, la carence en phosphore n'apparaît pas toujours d'une façon nette dans les essais d'engrais, car c'est l'azote qui est le facteur limitant principal des rendements, il faut donc corriger cette carence, et il suffit que les rendements atteignent un niveau élevé pour qu'apparaisse le besoin en phosphore.

Le plus souvent dans les cultures artisanales on se contente de rendements assez médiocres, insuffisants pour faire apparaître la carence.

L'addition de doses croissantes d'azote peut faire apparaître la carence phosphatée, de même la diminution du volume de terre à la disposition des plantes, en particulier dans les essais en pots, fait appa-

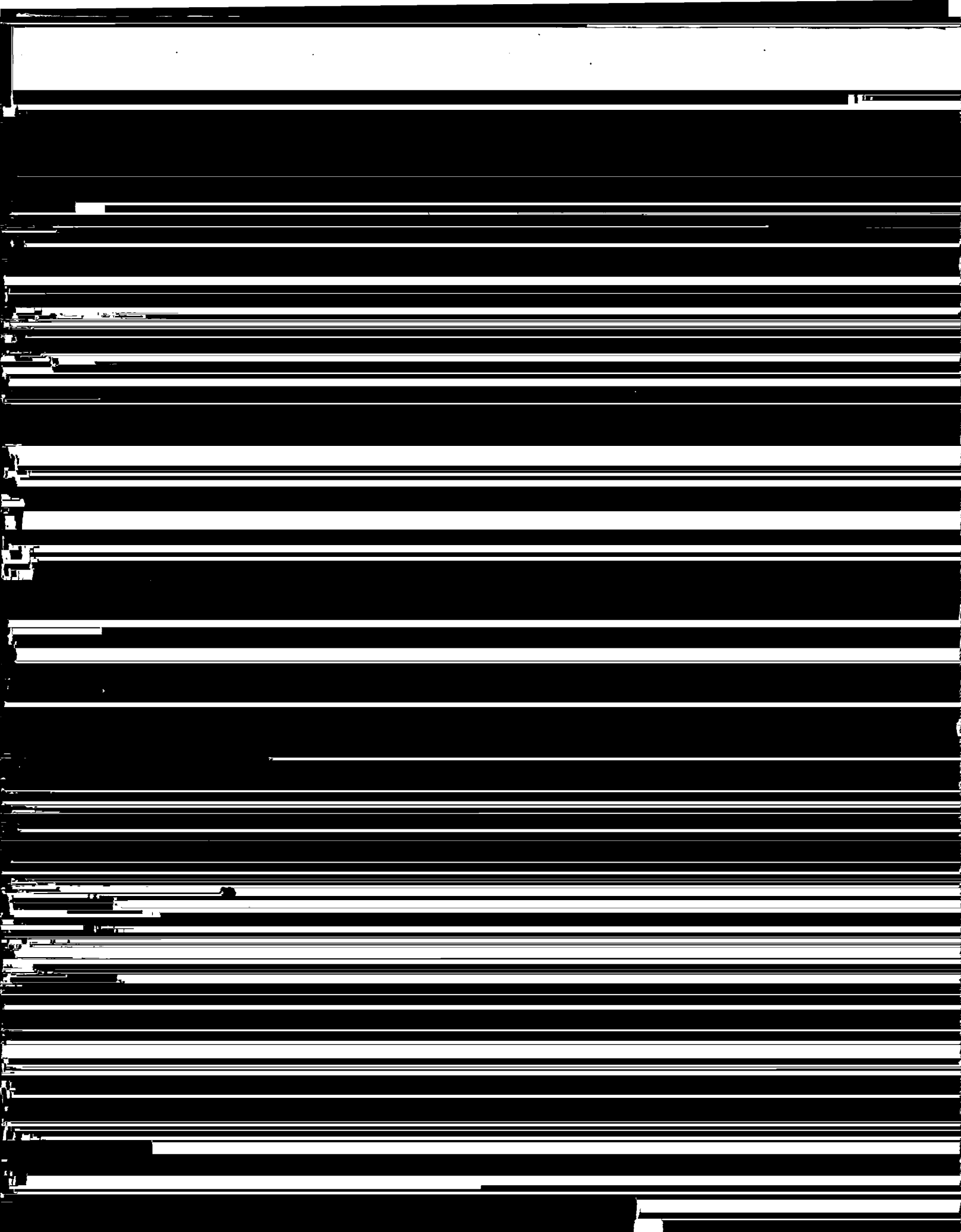
en plein champ .

Néanmoins dans d'autres sols le phosphore peut être la carence principale avant même l'azote mais ces cas sont plus rares.

En résumé : L'état du phosphore dans les sols tropicaux est extrêmement variable d'un point à un autre et il est important de pouvoir différencier la richesse relative des différents sols au point de vue phosphore par un test de laboratoire.

Les conditions à remplir sont les suivantes :

- Test suffisamment rapide et pouvant être exécuté en série.
- Résultats analytiques suffisamment élevés pour ne pas donner lieu à des erreurs relatives trop importantes au moment du dosage.
- Variation nette des résultats en fonction de la fertilité des sols constatée sur le terrain



Le phosphore organique extrait après destruction de la matière organique par l'eau oxygénée ou par calcination

Répartition quantitative des différentes formes

Si l'on compare deux sols fertiles, l'un sol forestier très acide, l'autre sol de savane à pH neutre, les résultats sont les suivants :

	P P M de P ₂ O ₅			
	Sol de forêt pH 4,5		Sol de savane pH = 7	
		Somme		Somme
Phosphore minéral lié à Al - P Al	74,5	193,3	96,6	293,2
lié à Fe - P Fe	104,5		17,2	
lié à Ca - P Ca	14,3		179,4	
Phosphate de fer d'inclusion	368		460	
Phosphore organique	305		246	

Le phosphore minéral représente environ 25 %, le phosphore organique et le phosphore d'inclusion.

fraction qui semble la plus utilisable est celle extraite par FNH₄ (liée à Al), la fraction liée au calcium est également utilisable mais représente aussi une forme de fixation importante. la fraction liée au fer est peu utilisable ; la fraction organique est susceptible de fournir du phosphore aux plantes.

CERBANESCU en 1964 à Bucarest, ALBAN, JACKSON, VACHAROTOYAN aux Etats-Unis (1964) ont confirmé l'importance de la fraction extraite par FNH₄ 0.5 N quelque soit le pH du sol.

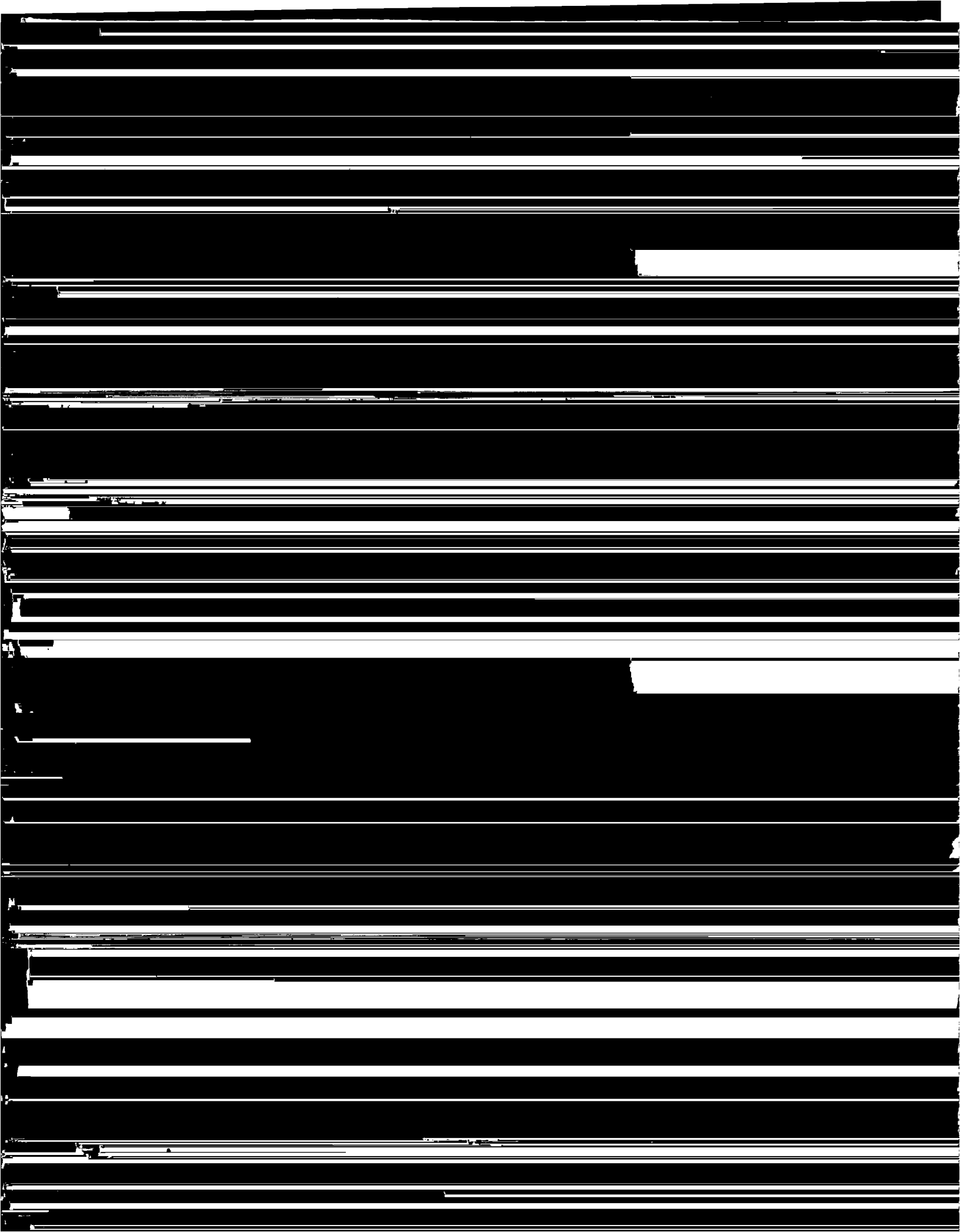
PHOSPHORE ASSIMILABLE

Méthode OLSEN modifiée

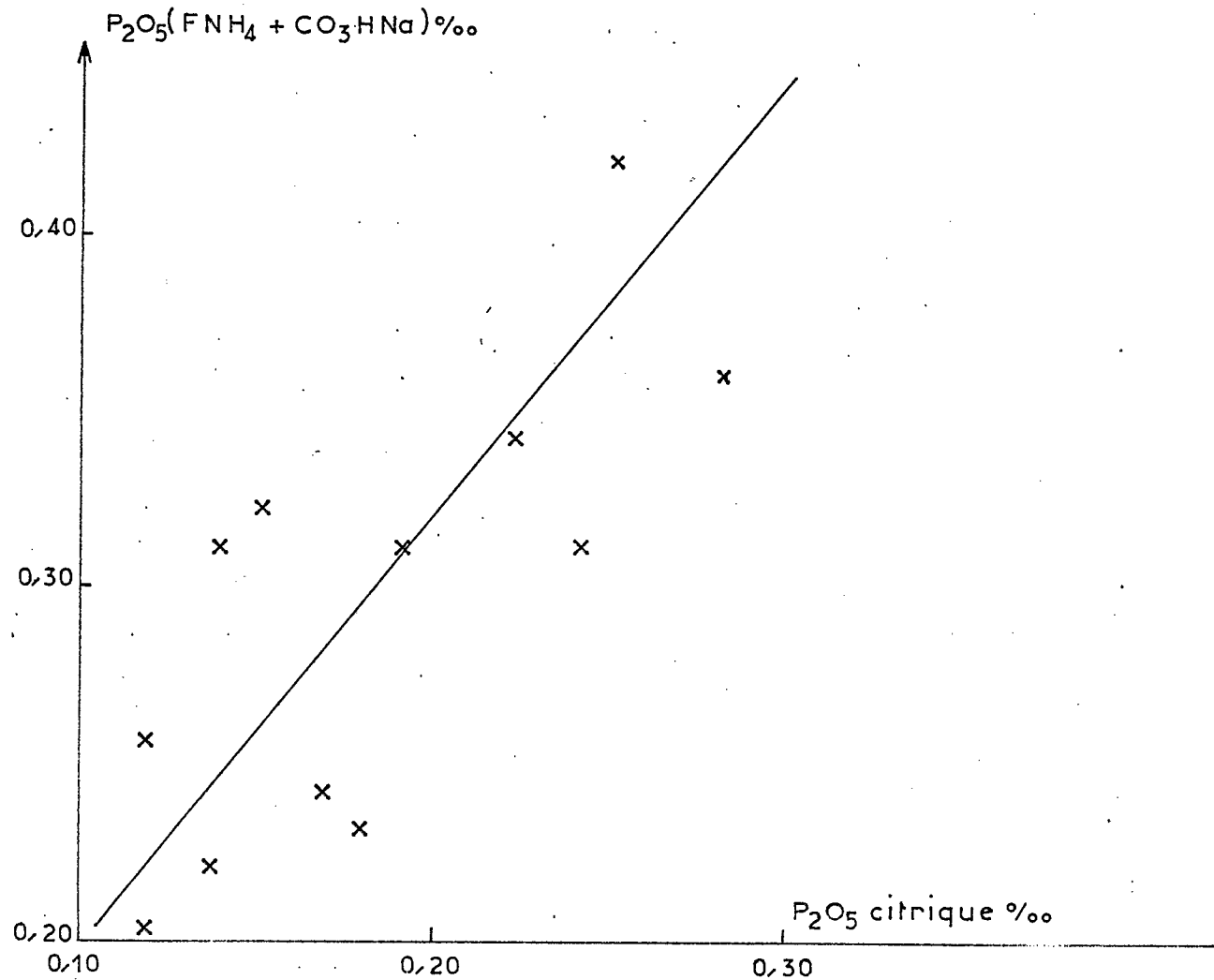
JACKSON, VACHAROTOYAN, ALBAN, PETERSON (1964) ont comparé plusieurs méthodes d'extraction du phosphore sur des sols artificiellement enrichis en P₂O₅ (sols latéritiques) ; ils ont établi en outre une corrélation avec la croissance des plantes en serres et aux champs

Les différentes méthodes donnent des corrélations assez voisines les unes des autres, mais une technique appelée Olsen modifiée N°3 permet d'extraire 60 % du phosphore ajouté, alors que la méthode Olsen simple n'extrait que 20 % et la méthode Truog 10 %. Nous avons pensé que ce fort pouvoir d'extraction pouvait être intéressant pour l'analyse des sols tropicaux pauvres en phosphore.

FNH 4 0.5 N + CO₃NaH 0,5 à pH 0,5
(fluorure d ammonium + bicarbonate de soude)



Graphique 1: Comparaison des méthodes Dyer et Olsen, modifiée n°3
Essai de fumure à *Azaguié* (D'après Godefroy (IFAC))



L'amélioration par la fumure augmente de plus du double la fraction P₂O₅ liée à l'aluminium et extraite par FNH₄ 0,5 N.

La fraction liée au calcium augmente peu dans les parcelles fumées et la fraction liée au fer a tendance à diminuer.

La méthode OLSEN modifiée suit, à 20 ppm près, la variation de la somme P Al + P Ca (CHANG et JACKSON), elle est représentative de la variation de fertilité dans les parcelles. La fraction liée au fer semble peu ou pas attaquée par la méthode Olsen modifiée.

2) Essai sur banane (AZAGUIE)

Egalement moyenne des analyses sur dix répétitions

	Méthode CHANG et JACKSON P ₂ O ₅ ‰			P OLSEN modifié P ₂ O ₅ ‰	P Ca + P Al P ₂ O ₅ ‰
	P Ca	P Al	P Fe		
Parcelles 1 A paillage	0,062	0,11	0,19	0,162	0,172
Parcelles 2 B fumier	0,10	0,14	0,21	0,227	0,256

Les différences de fertilité entre paillage et fumier sont moins nettes que les différences de l'essai précédent, néanmoins, la méthode Olsen modifiée redonne à peu de chose près un chiffre équivalent à la somme P Al + P Ca (Chang et Jackson).

Conclusions sur les essais en sols acides

Dans les sols ferrallitiques très désaturés acides de Basse Côte d'Ivoire, la méthode Olsen modifiée N° 3 donne des résultats qui sont équivalents à la somme (phosphore lié à l'aluminium et phosphore lié au calcium P Al + P Ca) de la méthode Chang et Jackson, et sont sans rapport avec la forme liée au fer. Ces résultats sont également en relation avec la fertilité du sol améliorée par le fumier et les engrais minéraux.

Sols neutres du Salvador

Des échantillons prélevés dans les sols caractéristiques du Salvador ont été envoyés par L. RICHARD de IIRCT et analysés à Bondy.

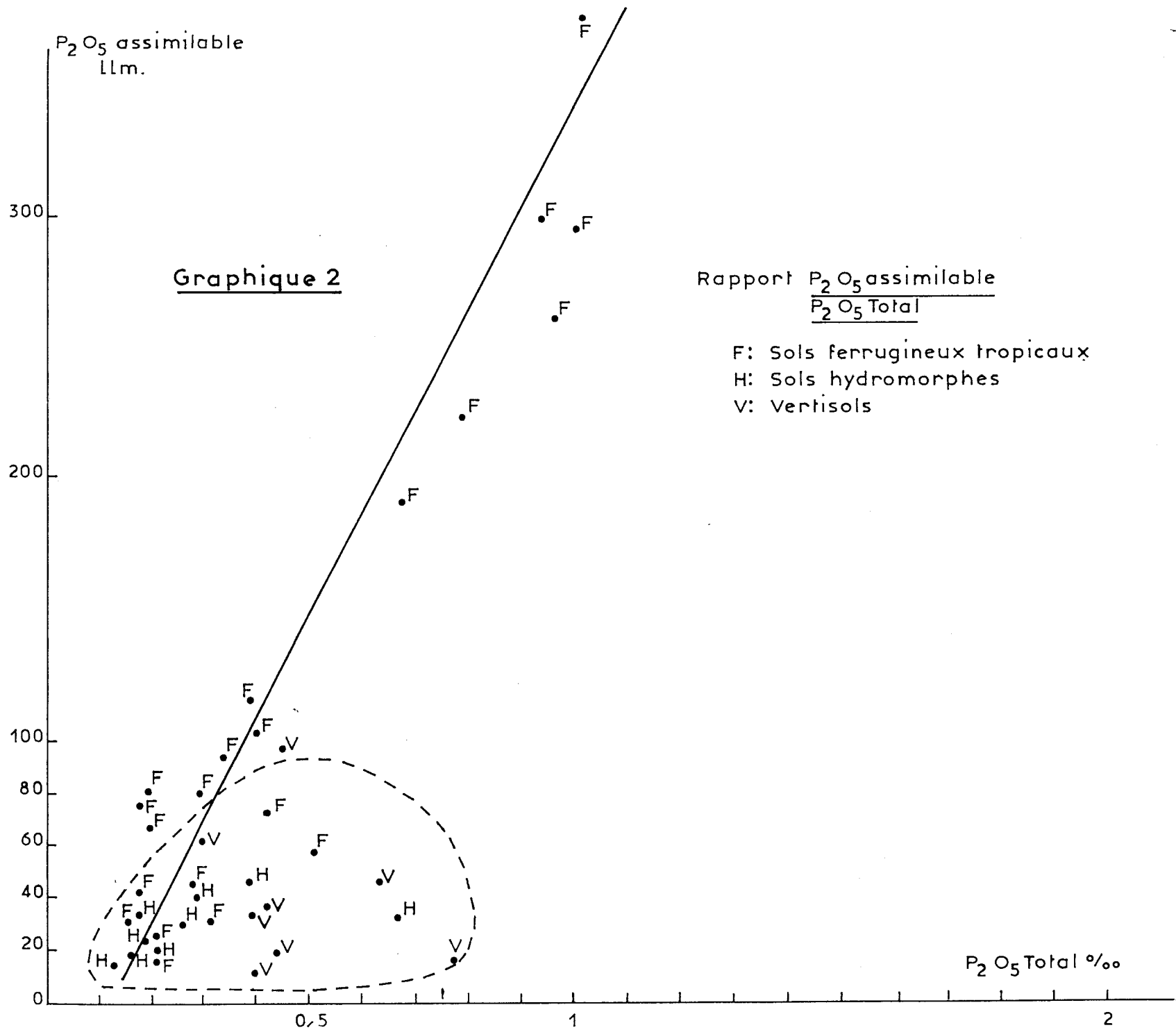
Ces sols ont un pH sensiblement neutre ; ils sont vraisemblablement assez riches en calcium. Les résultats sont les suivants :

ORIGINE	Réponse aux engrais phosphatés	Méthode CHANG et JACKSON P ₂ O ₅ ‰			P OLSEN modifié P ₂ O ₅ ‰
		P Ca	P Al	P Fe	
OBRAJUELO	Très forte réponse aux engrais phosphatés	0,195	0,044	0,227	0,083

Dans les différentes analyses, seule la méthode Olsen modifiée donne des résultats qui sont exactement dans le même sens que les réactions aux engrais. Teneurs fortes en P₂O₅ pour les réponses nulles, teneurs faibles pour les réponses fortes. En ce qui concerne les formes du phosphore, aucune ne donne un résultat vraiment satisfaisant.

Origine des Ech.

Type de sol et roche mère.	Observations	P205 total ‰	P205 Olsen modifiée ‰	N Total ‰	pH	Formes du phosphore		
						P Ca	P Al	P Fe
Sols sur alluvions Station de BA-ILLY	Végétation naturelle	0,41	0,071	0,34	7	0,054	0,045	0,076
		0,32	0,03	0,56	7,2			
	Parcelles d'essai de coton	0,38	0,113	0,24	7,2	0,053	0,06	0,086
		0,33	0,094	0,27	6,3			
Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés - sableux								
Sols sur alluvions sableuses	Station de DILBINI.	0,15	0,028	0,16	6	0,017	0,007	0,037
		0,19	8,828	0,104	5,3			
		0,3	0,03	0,220	5,4			
		0,16	0,026	0,140	5,5			
		0,19	0,018	0,144	5,8			
		0,15	0,024	0,123	6,4			
		0,20	0,022	0,288	5,3			
		2. - Vertisols.						
Sol d'argile noire à nodules calcaires	Région du MAYO KEBBI	0,39	0,012	0,35	7			
	besoin en engrais phosphatés	0,24	0,818	0,42	6,3			
		0,29	0,061	0,32	6,7			
Vallée du Logone Sols sur alluvions grailleuses à nodu-	DILA	0,43	0,02	0,353	6,3			
	DII A	0,41	0,038	0,5	6,2			



Type de sol et roche mère	Observations	P ₂ O ₅ tot. ‰	P ₂ O ₅ Olsen modifié ‰	N total ‰	pH	Formes du phosphore		
						P Ca	P Al	P Fe
	BA-ILLI	0,66	0,034	0,6	6,6			
		0,38	0,049	0,35	6			
		0,25	0,03	0,456	5,4			
		0,28	0,04	0,208	5,6			
	MAYO KEBBI	0,15	0,02	0,32	6,7			
		0,26	0,066	0,25	7,3			
		0,12	0,018	0,17	5,2			

Les tableaux ci-contre donnent la comparaison P₂O₅ total - P₂O₅ assimilable dans divers sols, ainsi que le taux d'azote total de ces sols et le pH

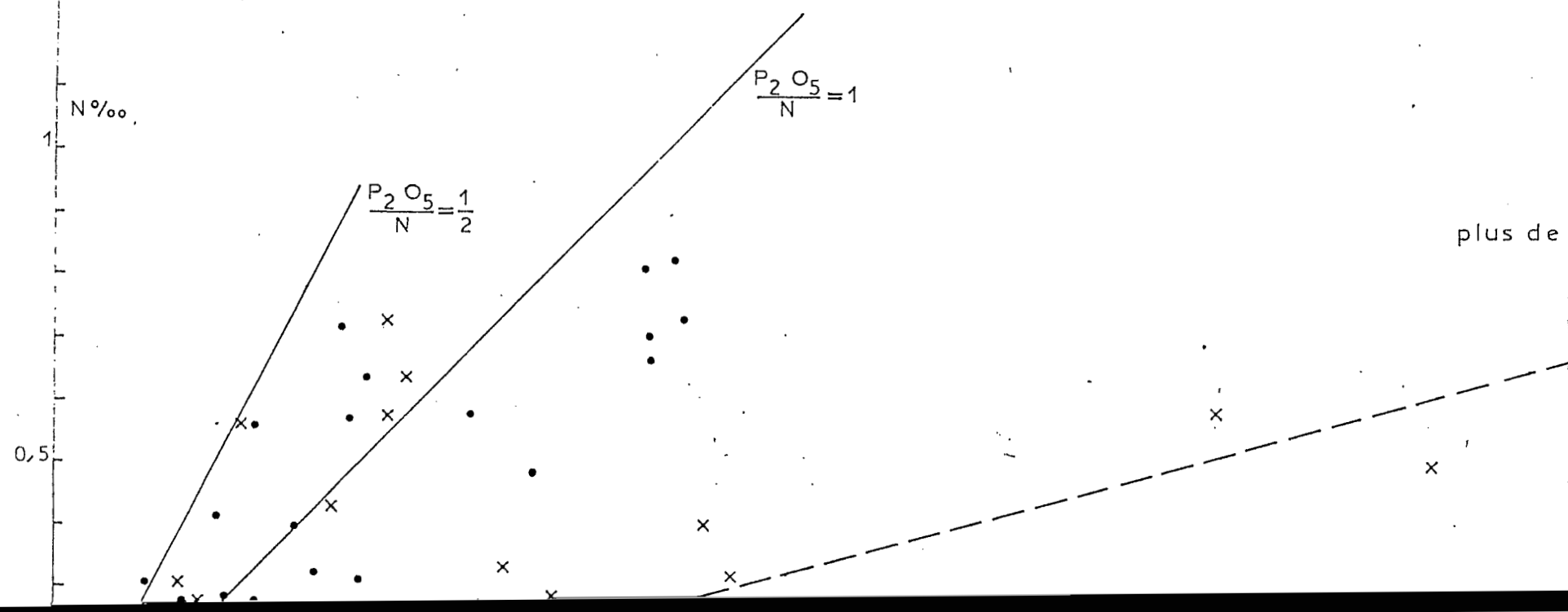
Comme il est aisé de le constater, les taux de phosphore total et phosphore assimilable peuvent varier de 1 à 10 et même de 1 à 20 suivant les sols

En gros, les sols les plus riches en azote sont également les plus riches en phosphore total et assimilable (sols hydromorphes humifères), et les sols les plus pauvres en azote (sols ferrugineux peu lessivés) sont les plus pauvres en phosphore total et assimilable

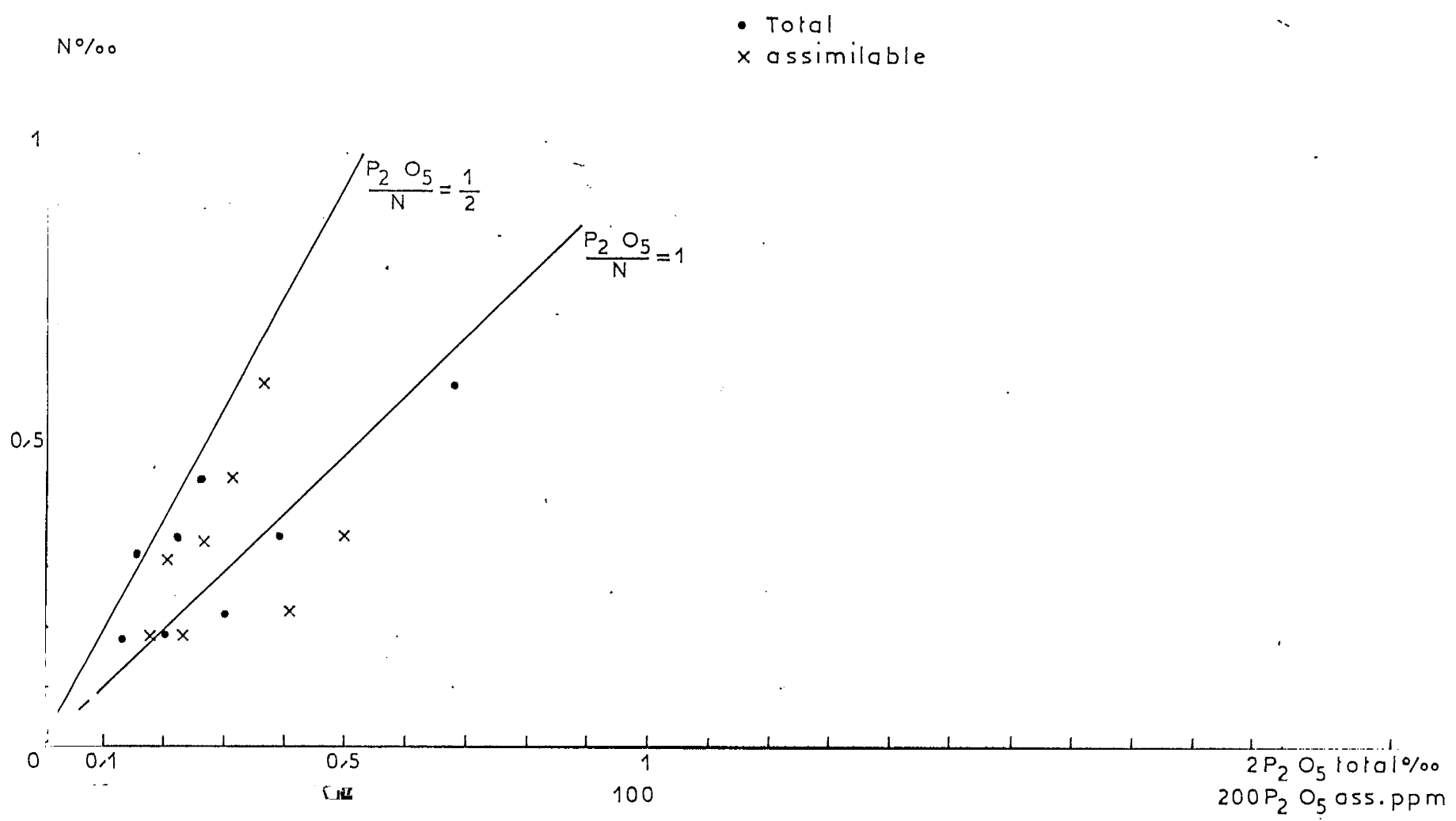
Mais il existe de nombreux cas intermédiaires où le taux d'azote est moyen à faible et où les taux de

Graphique 3: Rapport N total - P₂ O₅ total - P₂ O₅ assimilable
Sols ferrugineux tropicaux

• Total
 x assimilable

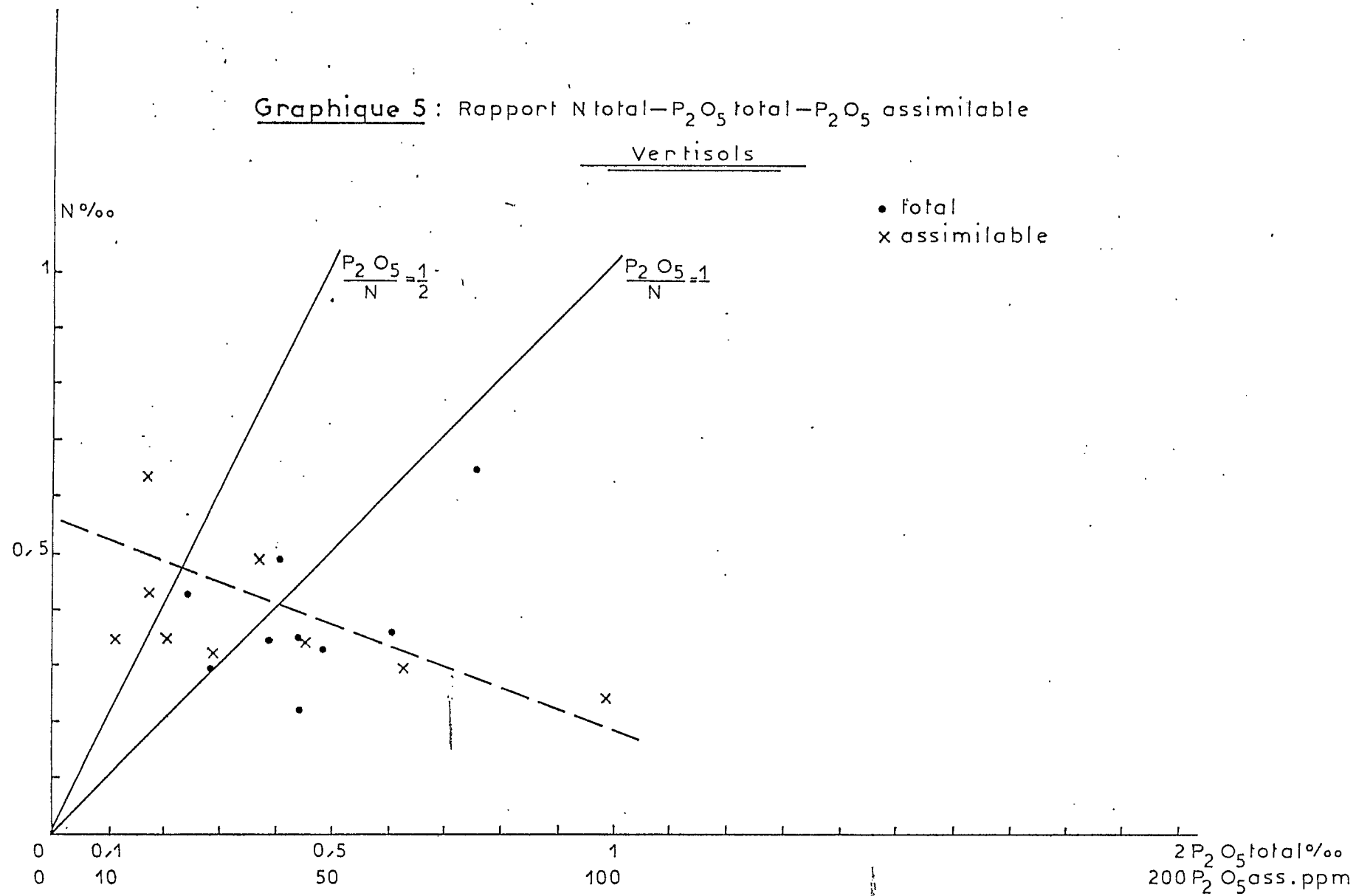


Graphique 4: Rapport N total - P₂ O₅ total - P₂ O₅ assimilable
Sols hydromorphes peu humifères



Graphique 5 : Rapport N total - P₂O₅ total - P₂O₅ assimilable

Vertisols



Vertisols et sols hydromorphes peu humifères : Ces sols sont indiqués H et V sur le graphique N° 2.

Les teneurs en phosphore total dans ces sols sont rarement très élevées, mais même pour des chiffres variant de 0.4 à 0.7 % de P₂O₅ total les taux de phosphore assimilable sont toujours bas et inférieur à 50ppm.

INTERPRETATION DES RESULTATS

Nos résultats précédents ne sont pas encore suffisants pour fixer un niveau critique exact de teneur