

Rapport de mission au Laboratoire de Pédologie
du Professeur L. J. PONS
(WAGENINGEN - Pays-Bas)

20 Octobre - 2 Novembre 1973

C. MARIUS

-:-

24 JAN. 1974

O. S. S. S. M.

Collection de Référence

n° B 6553 *Pedo*

I N T R O D U C T I O N

A l'issue de mon congé administratif et avant de rejoindre DAKAR, j'ai effectué une mission à WAGENINGEN (Pays-Bas) dans les laboratoires de Pédologie de la Faculté d'Agronomie, sous la direction du professeur L. J. PONS, Chef de la section de Pédologie Régionale de cette Faculté et qui assure mon parrainage scientifique depuis 1971. Je tiens à lui exprimer mes plus vifs remerciements pour m'avoir accueilli dans ses laboratoires.

Mes remerciements vont aussi à N. VAN BREMMEN avec qui non seulement j'ai eu des discussions extrêmement intéressantes sur les sols de mangroves mais qui, de plus, s'est chargé de l'organisation matérielle et qui a établi mon programme de travail pendant ce séjour.

PROGRAMME DU SEJOUR :

Lundi 22 Octobre : Discussions avec VAN BREMMEN sur ses travaux de Thaïlande.

Mardi 23 Octobre - Matinée : Visite du service de Cartographie des Sols (Stiboka)

Après-midi : Discussions avec BRINCKMAN sur ses travaux concernant la ferrotyse

Mercredi 24 au Vendredi 26 Octobre : Micromorphologie

Lundi 29 au Jeudi 1er Novembre : Travaux au laboratoire de Chimie.

Matinée du 30 : Réunion de travail avec MM . BAKKER, VAN BREMMEN, DOST et PONS au Stiboka sur la classification des sols de mangroves.

L'après-midi du Jeudi 1er Novembre a été consacré à une réunion générale avec les pédologues du Landbouwhogeschool, réunion au cours de laquelle je leur ai exposé mes travaux.

1 - TRAVAUX DE M. VAN BREMMEN -

Ils ont été exposés dans une importante communication présentée à WAGENINGEN au Symposium International sur les sols sulfatés acides et intitulés : "Soil Forming Processes in acid sulphatesoils". Ces travaux concernent particulièrement la genèse et la transformation de la jarosite dans les sols sulfatés acides -, principalement dans les sols de Thaïlande.

Les sols sulfatés acides contiennent généralement entre 1 et 5 % de soufre pyritique.

Après drainage et aération, les pyrites s'oxydent et produisent de l'acide sulfurique.

Sous conditions oxydées et acides ($\text{pH} < 4$), la jarosite ($\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$) est le plus important produit d'oxydation de la pyrite. Le sodium et l'hydronium peuvent se substituer au potassium dans la structure de la jarosite pour donner la natrojarosite ($\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$) ou l'hydronium jarosite ($(\text{H}_3\text{O})\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$), mais c'est généralement le potassium qui prédomine nettement.

Le gypse est communément associé à l'oxydation de la pyrite dans des conditions particulières, notamment quand la teneur originelle en Ca est élevée et que le lessivage est faible.

Dans la plupart des sols sulfatés acides, plus de 99 % de l'acide sulfurique est rendu inactif par l'alcalinité dissoute (carbonates) par les processus d'échanges ioniques et par l'altération des minéraux. En l'absence de CO_2 , l'équilibre kaolinite-montmorillonite en présence de silice amorphe peut jouer un rôle important en tamponnant le pH entre 3 et 4 - zone d'acidité typique pour les sols sulfatés acides.

Les sols sulfatés acides bien développés sont caractérisés par un horizon jarositique surmontant un horizon riche en pyrites. Avec le temps, l'horizon jarositique et la partie supérieure de l'horizon pyritique descendent en profondeur.

Dans la partie supérieure de l'horizon jarositique, la jarosite s'hydrolyse, laissant un résidu d'oxyde ferrique.

En marge de ses travaux sur la jarosite N. VAN BREMMEN a étudié les activités ioniques des eaux naturelles, le problème de l'alcalinité des sols à alcalis etc..., le tout sur le plan physico-chimique.

2 - VISITE DE L'INSTITUT DE CARTOGRAPHIE DES SOLS NEERLANDAIS (STIBOKA)

Cet Institut qui n'a pas son équivalent en France est chargé :

- 1) du lever de la carte pédologique des Pays-Bas et de sa publication sous forme de cartes systématiques aux échelles de : 1/600 000 - 1/400 000 - 1/200 000 et 1/50 000.
- 2) de l'exécution des mandats de recherches dans le domaine de l'agriculture, de l'horticulture, de la sylviculture, de l'exploitation agricole, de l'urbanisation et du planning régional, du génie civil, de l'armée et de l'industrie.

Les résultats de ses recherches sont consignés dans les publications suivantes :

- 1) Bodemkaart van Nederland, schaal 1/200 000 en 1/50 000è (carte des sols des Pays-Bas, échelle 1/200 000 et 1/50 000è, parution irrégulière)
- 2) Bodemkundige studies - (Etudes pédologiques - parution irrégulière)
- 3) Soil Survey papers (en anglais, parution irrégulière).

A cet Institut qui semble disposer de crédits importants est rattaché le laboratoire de micromorphologie du Pr. JONGERIUS qui est très bien équipé et qui possède notamment le Quantimet 720 qui est un ordinateur pour l'analyse des images. Pour des renseignements complémentaires concernant cet appareil on se reportera à la publication suivante :

"The application of the Quantimet 720 in soil micromorphometry".
de A. JONGERIUS, D. SCHOONDERBEK et A. JAGER, dans "Microscope" 20 (1972) - 3
(July-Oct.) - pp. 243-254.

3 - STAGE DE MICROMORPHOLOGIE -

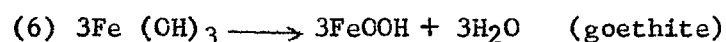
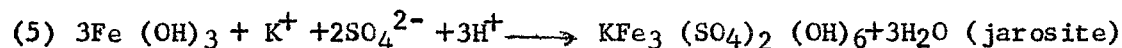
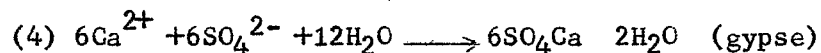
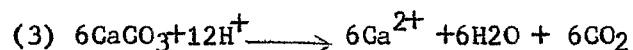
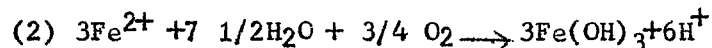
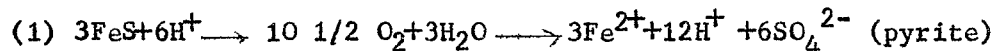
Une journée entière fut consacrée à l'examen d'une cinquantaine de lames provenant de 4 profils de sols alluviaux des Pays-Bas. J'ai observé ces lames en compagnie de A. G. JONGMANS qui me les a longuement commentées. Il s'agit de profils de sols de polders récents situés dans la partie Occidentale des Pays-Bas (Mijdrecht 2, Maarlemmeer 1, Zuidplas 1, Purmerend 2). Les observations ont été faites avec un microscope Leitz Ortholux sur des lames 15 x 8 cm. Le but de ces observations était de me familiariser avec les principaux constituants de ces sols à savoir : la pyrite, la jarosite, le gypse, les ferri-hydroxydes. Concernant ces 4 profils une note a été publiée conjointement par R. MIEDEMA, A. G. JONGMANS et S. SLAGER, intitulée :

"Micromorphological observations on pyrite and its oxidation products in four Holocene alluvial soils in the Netherlands".

Les observations micromorphologiques permettent de distinguer nettement l'oxydation de la pyrite en milieu calcaire de celle qui a lieu en milieu non calcaire.

En milieu calcaire, les produits d'oxydation de la pyrite sont le gypse et les hydroxydes de fer amorphes, tandis qu'en milieu non calcaire, on obtient essentiellement de la jarosite et des hydroxydes de fer, qui par ailleurs, se distribuent d'une manière zonale. Dans la partie inférieure de la zone oxydée, les canalicules de néoferrans sont dominants, dans la partie moyenne, les néo et les quasi-jarosilans forment les principaux constituants et dans la partie supérieure on observe principalement des néoferrans et des nodules d'oxydes ferriques.

La genèse des phénomènes observés est ensuite expliquée d'une manière détaillée en utilisant les 6 réactions chimiques suivantes :



De nombreuses photos illustrant ces phénomènes m'ont été gracieusement offertes par JONGMANS que je remercie ici.

4 - STAGE AU LABORATOIRE DE CHIMIE -

Ce stage fut essentiellement consacré à la détermination de différentes formes du soufre - soufre des pyrites - soufre du gypse et de la jarosite - soufre oxydable et monosulfures.

Les déterminations de la pyrite du soufre oxydable et des monosulfures ont été effectuées sur 3 échantillons des Pays-Bas - tandis que le soufre du gypse et de la jarosite a été dosé sur 4 échantillons de Thaïlande.

4.1. Détermination de la pyrite

Le principe de la méthode est d'extraire successivement les composés ferriques non pyritiques avec de l'acide chlorhydrique concentré pendant 15 heures et le fer lié au soufre sous forme de pyrite avec de l'acide nitrique concentré pendant 15 heures.

Le fer est dosé dans l'extrait de l'acide nitrique.

Référence bibliographique

Leif PETERSON : Acta agriculturae Scandinavica 19 (1969) - pp. 40 - 44.

4.2. Détermination du soufre oxydable et des monosulfures

Méthode mise au point par N. VAN BREMMEN à partir des méthodes de SMITTENBERG et de PRUDEN et BLOOMFIELD.

Le principe de la méthode consiste en la réduction des bisulfures et/ou la dissolution des sulfures en H₂S dans l'acide chlorhydrique. H₂S est récupéré dans une solution basique et dosé potentiométriquement avec du Nitrate de Plomb.

Références bibliographiques

SMITTENBERG, J et Al (1950) - Plant and soil - 3, 353-360.

PRUDEN and BLOOMFIELD - Analyst 93, pp. 532-534.

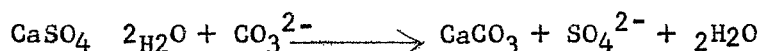
N. VAN BREMMEN - Methods of Analyses -

Laboratory Information paper - n° 3 - Bangkok - 1971.

4.3. Détermination du soufre du gypse et de la jarosite

Méthode adaptée par N. VAN BREMMEN et basée sur le principe suivant :

- a) Dissolution des sulfates solubles (CaSO₄) et hydrolyse du sulfate de la jarosite dans une solution de carbonate basique (CO₃Na₂) selon les réactions suivantes :



- b) Dissolution du gypse et des autres sulfates solubles dans une solution normale de ClNO

- d) Détermination turbidimétrique du sulfate sous forme de précipité de sulfate de baryum en présence d'un stabilisateur (gomme acacia).

5 - CLASSIFICATION DES SOLS SULFATES ACIDES -

Le comité d'organisation du Symposium sur les sols sulfatés acides qui s'est tenu à WAGENINGEN du 13 au 20 Août 1973, a dans le paragraphe 6 de ses résolutions et recommandations - demandé à un groupe de travail de sélectionner et de définir de manière précise les critères de caractérisation de ces sols. Un groupe composé de MM. DOST - VAN BREMMEN - DE BAKKER et PONS s'est donc réuni le Mardi 30 Octobre et m'a convié à participer à ses travaux.

Les discussions ont porté principalement sur la caractérisation de l'horizon sulfidique et de l'horizon sulfurique. Des définitions de ces horizons ont été proposées par N. VAN BREMMEN et seront envoyées à certains des participants du Symposium pour approbation ou modification. Rappelons que l'horizon sulfidique caractérise les sols riches en sulfures principalement en pyrite et s'acidifiant fortement par oxydation. C'est le cas notamment des sols des mangroves à Rhizophoras qui sont désignés - sulfaquents - Quant à l'horizon sulfurique, il se caractérise par la présence de sulfates acides (jarosite) provenant de l'oxydation du matériau originel, l'acidification étant souvent assez forte pour li-térer de l' Al^{3+} en quantités toxiques pour la plupart des plantes. Ce sont les sulfaquepts. Pour les sols de tannes du Sénégal et plus particulièrement ceux du Sine-Saloum, j'ai proposé que, compte tenu de leur salinité élevée, ils soient classés : sulfic halaquept.

Avec N. VAN BREMMEN, nous avons proposé que les sols contenant de la jarosite et du gypse (c'est le cas notamment de nombreux profils du delta du Fleuve Sénégal) soient désignés : gypsic sulfaquept.

6 - CONCLUSION

Ce séjour à WAGENINGEN a été extrêmement fructueux car, il faut bien l'avouer - seuls les Hollandais maîtrisent nettement les problèmes concernant les sols sulfatés acides pour y avoir travaillé depuis des générations, non seulement chez eux, mais aussi en zones tropicales (Suriname, Thaïlande) et je ne peux que me féliciter que mon parrainage scientifique soit assuré par le professeur L. J. PONS.

Je souhaite vivement que le Comité Technique de Pédologie accepte la demande que j'ai faite pour une mission du professeur PONS au Sénégal en 1974. A la suite de cette mission à WAGENINGEN, j'espère que des relations plus étroites s'établiront entre certains chercheurs hollandais tels que VAN BREMMEN, BRINCKMAN et moi-même, sous la direction du professeur L. J. PONS.