

Seda

PÉDOLOGIE. — *Néoformation de l'attapulгите dans les sols à carapaces calcaires de la Basse Moulouya (Maroc oriental)*. Note (*) de M. **Georges Millot**, M^{lle} **Hélène Paquet** et M. **Alain Ruellan**, présentée par M. Marcel Roubault.

Les teneurs en attapulгите de la fraction argileuse des sols des plaines semi-aride et aride des Triffa et du Zebra, au Maroc Oriental, s'élèvent à 100 % au niveau des carapaces calcaires. Il est montré que cette attapulгите y est néoformée par pédogenèse.

I. LES PLAINES DE LA BASSE MOULOUYA ET LEUR CADRE GÉOLOGIQUE. — A. Ruellan étudie depuis plusieurs années [(¹) à (⁴)], au Maroc oriental, les sols des plaines de la Basse Moulouya. Il s'agit de la plaine semi-aride des Triffa, prolongée à l'Ouest par celle du Zebra aride. Ces deux plaines sont dominées au Sud par la chaîne subhumide des Bni Snassène, qui prolonge le Moyen-Atlas, et au Nord par le chaînon rifain semi-aride des Kibdana.

Les plaines des Triffa et du Zebra ont été formées aux diverses périodes du Quaternaire par les colluvionnements issus des sols des reliefs avoisinants. Les sols bruns ou châtaîns développés dans ces plaines voient souvent se développer dans leur sein des accumulations calcaires. Sur ces dernières, notre vocabulaire est le suivant [(³), (⁴)]: dans un profil, de bas en haut, on peut observer successivement des accumulations diffuses, des horizons à amas, granules ou nodules, des encroûtements, des croûtes et des dalles compactes; l'ensemble encroûtement, croûte et dalle s'appelle la carapace: sa limite supérieure est toujours nette et peut être marquée par une pellicule rubanée. En vision horizontale, le long d'un glacis, amas engendrent granules ou nodules, puis encroûtement et le sommet de cet encroûtement peut passer à une croûte, puis à une dalle. Tout ceci témoigne d'un enrichissement progressif en calcaire par apports latéraux à l'intérieur des sols. C'est au niveau des carapaces que l'attapulгите peut abonder dans les sols de la plaine.

II. LES MINÉRAUX ARGILEUX DES ROCHES ET DES SOLS DES MONTAGNES. — L'étude de 170 prélèvements dans les chaînes des Bni-Snassène et des Kibdana ne nous montre pas trace d'attapulгите, ni dans les roches mères, ni dans les profils des sols. Depuis le Primaire (granites, schistes et flyschs) jusqu'au Secondaire et au Tertiaire (calcaires, dolomies, marnes, grès et argilites), aucune roche mère ne contient d'attapulгите. Aucun sol ne voit l'attapulгите apparaître, même dans les carapaces calcaires souvent présentes à la base des sols fersiallitiques et calcimagnésiques.

Il est donc impossible que l'attapulгите des sols des plaines soit héritée des amphithéâtres géologiques et pédologiques qui ont alimenté les dépôts quaternaires en matériel remanié.

III. L'ATTAPULGITE DANS LES PLAINES DES TRIFFA ET DU ZEBRA. — L'attapulгите apparaît au contraire fréquemment dans les plaines, dans le Villafranchien d'abord, dans les sols successifs du Quaternaire ensuite. L'étude de 220 échantillons le montre.

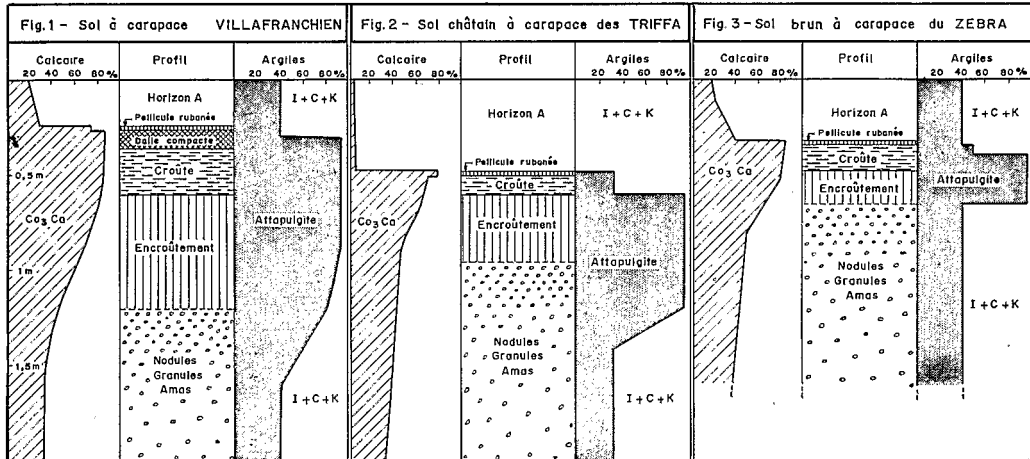
O. R. S. T. O. M.

30 JUIL. 1969

Collection de Référence

n^o B/3300 ex 1

1. *Les glaciés villafranchiens* sont dotés de carapaces calcaires puissantes sous les horizons superficiels (*fig. 1*). L'attapulgite est faible ou absente dans les horizons superficiels. Elle est faible ou moyenne dans les horizons durcis de la carapace. Mais elle atteint presque 100 % de la fraction argileuse dans la croûte et l'encroûtement. Elle diminue à 40 % dans le dépôt villafranchien.



2. *Les sols châtaîns de la plaine des Triffa* se développent sous un climat semi-aride sur les colluvions issues des sols fersiallitiques des Bni-Snassène [(²), (⁴)]. — Dans les sols peu évolués sur formations récentes, l'attapulgite est absente. — Dans les sols modaux, non encroûtés sur formations du Quaternaire moyen, l'attapulgite est absente des horizons supérieurs non calcaires. Elle augmente en profondeur dans les horizons à amas, granules et nodules. Elle n'atteint pas 50 % et reste à peu près constante dans les horizons inférieurs. — Dans les sols encroûtés (*fig. 2*) l'attapulgite se développe beaucoup dans la carapace et surtout au niveau de l'encroûtement, où elle peut atteindre 90 à 100 %. Elle manque dans les horizons supérieurs et diminue fortement à la base des profils.

3. *Les sols bruns de la plaine du Zebra*, fortement calcaires en surface, sont remaniés en climat aride des sols calcimagnésiques des montagnes. — Dans la majorité des sols, l'attapulgite apparaît dès la surface. — Dans les sols jeunes et les sols modaux non encroûtés, l'attapulgite atteint 30 à 50 % avec parfois un léger maximum au niveau d'accumulation calcaire. — Dans les sols bruns à carapace (*fig. 3*), l'attapulgite atteint près de 100 % dans les encroûtements et une partie des croûtes. La diminution est brutale sous l'encroûtement : ceci est général.

IV. INTERPRÉTATION : NÉOFORMATION DE L'ATTAPULGITE PAR PÉDOGENÈSE. — Nous avons toujours considéré que l'attapulgite, silicate aluminomagnésien de la surface de l'écorce terrestre, ne prenait pas naissance au cours de la pédogenèse, mais seulement dans la sédimentation chimique basique [(⁵), (⁶)]. Au Moyen-

Orient et en Russie, l'attapulгите a été décrite dans les sols, mais elle y est souvent héritée des roches mères et son origine restait imprécise [(7) à (12)]. Dans les sols tempérés et tropicaux, nous avons même démontré qu'elle était instable et se transformait en montmorillonite [(13) à (15)]. Cependant, depuis quelques années, des travaux poursuivis sur les sols et les encroûtements du Maroc et du Sahara, étudiés avec MM. Dutil, Raynal, Conrad (16) et Ruellan, nous reposaient sans cesse le problème de cette néoformation de l'attapulгите. En Irak, cette origine paraît probable (17), au Nouveau-Mexique, elle est liée à la formation des croûtes (18). Nous pouvons aujourd'hui en apporter la preuve.

1. *Le Villafranchien.* — L'attapulгите, si abondante dans les carapaces calcaires, ne peut être héritée des amphithéâtres géologiques et pédologiques qui n'en contiennent pas : elle est donc néoformée comme les carapaces elles-mêmes.

2. *Héritage à partir du Villafranchien.* — Les dépôts du Quaternaire moyen et récent ont obligatoirement hérité, en même temps que des sols issus des massifs montagneux, des débris du Villafranchien remanié. C'est pourquoi, l'attapulгите des alluvions et colluvions quaternaires est vraisemblablement héritée. Mais sur ce fond allochtone, chaque pédogenèse du Quaternaire va travailler *selon deux mécanismes entièrement opposés de destruction et de néoformation.*

3. *Destruction de l'attapulгите.* — Dans les régions les moins arides, l'attapulгите a été éliminée par hydrolyse des horizons de surface, et d'autant plus profondément et totalement, que le climat est plus humide. Au contraire, l'attapulгите est conservée dans tous les horizons des sols de la plaine où amas et nodules calcaires se sont développés : elle y trouve les conditions de sa stabilité. Bien plus, en allant vers l'aride, cette attapulгите est de mieux en mieux préservée, jusque dans les horizons superficiels des sols du Zebra.

4. *Néoformation de l'attapulгите.* — Si l'attapulгите est détruite dans les horizons superficiels lessivés, et conservée dans les horizons à amas, nodules et granules, elle est par contre franchement néoformée dans les carapaces et spécialement dans les encroûtements et la base des croûtes. L'examen *vertical* des coupes figurées en témoigne puisque les teneurs s'élèvent jusqu'à 100 % de la fraction argileuse. L'examen *horizontal* des chaînes des sols montre la naissance, puis la croissance de cette attapulгите dans un même horizon de plus en plus chargé en calcaire. L'examen *général* du paysage montre que tout au long du Quaternaire, comme actuellement, les secteurs arides ont été des lieux préférentiels de la préservation et de la néoformation de l'attapulгите.

CONCLUSION. — Il se confirme bien que l'attapulгите est instable dans les sols dès que ceux-ci sont soumis au lessivage de solutions faiblement chargées. Mais au contraire, il est ici démontré que l'attapul galite peut naître par pédogenèse au niveau des carapaces calcaires des sols de climat semi-aride et aride. L'aridité concentre les solutions en voie de migration oblique dans les sols. Après le début du dépôt calcaire, un seuil se franchit. Si, Al et Mg peuvent s'organiser en attapul galite. On

remarquera la convergence géochimique des conditions réalisées ici par pédogenèse avec celle de la sédimentation chimique basique.

(*) Séance du 12 mai 1969.

- (1) A. RUELLAN, *Comptes rendus*, 261, 1965, p. 2379-2382.
- (2) A. RUELLAN, *C. R. Conf. Sols méditerranéens*, 1966, p. 81-89.
- (3) G. BEAUDET, G. MAURER et A. RUELLAN, *Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn.*, 9, 1967, p. 269-309.
- (4) A. RUELLAN, *Cahiers Pédologie, O. R. S. T. O. M.*, 5, 1967, p. 421-462.
- (5) G. MILLOT, H. RADIER et M. BONIFAS, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7, 1957, p. 425-435.
- (6) G. MILLOT, Masson et Cie, Paris, 1964, 499 pages.
- (7) A. I. PERELMANN, *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 71, 1950, p. 541-543.
- (8) A. MUIR, *J. Soil Sc.*, 2, 1951, p. 163-182.
- (9) D. H. YAALON, *Bull. Research. Council Israël*, 5 B-2, 1955, p. 161-167.
- (10) M. M. ELGABALY, *Soil Sc.*, 93, 1962, p. 387-390.
- (11) B. P. GRADUSOV et S. K. ONISHCHENKO, *Soviet Soil Sc.*, 13, 1966, p. 1511-1520.
- (12) H. C. T. STACE et coll., *Relim Technical Publications*, Glenside, South Australia, 1968, 435 pages.
- (13) T. CAMEZ, *Thèse Sc.*, Strasbourg ; *Mém. Serv. Carte Géol. Als.-Lorr.*, 20, 1962, 90 pages.
- (14) H. PAQUET, R. MAIGNIEN et G. MILLOT, *Bull. Serv. Carte Géol. Als.-Lorr.*, 14, 1961, p. 111-129.
- (15) H. PAQUET, *Thèse 3^e cycle*, Strasbourg, ronéo, 1961, 29 pages.
- (16) C. CONRAD, *Thèse Sc.*, Paris, ronéo, 1968, 768 pages.
- (17) G. J. AL RAWI et C. SYS, *Pédologie*, Gand, 17, 1967, p. 187-211.
- (18) R. C. VANDEN HEUVEL, *Clays and clay minerals* (13rd Nat. Conf., 1964), 1966, p. 193-207.

(Centre de Sédimentologie et de Géochimie, C. N. R. S.,
67-Strasbourg, Bas-Rhin ;
Institut de Géologie, 1, rue Blessig, 67-Strasbourg, Bas-Rhin ;
Mission O. R. S. T. O. M., Centre des Expérimentations,
Rabat, Maroc.)