

Fig. 2. - Courbes de compression obtenues sur des massifs d'agrégats à différents potentiels de l'eau initiaux pour (a) l'horizon B de Versailles et (b) la Kaolinite de Saint-Austell.

Plus que la teneur en eau, c'est donc l'état énergétique de l'eau qui doit être considéré comme une variable essentielle du comportement dans les matériaux non saturés. Par ailleurs, à pression mécanique nulle, le

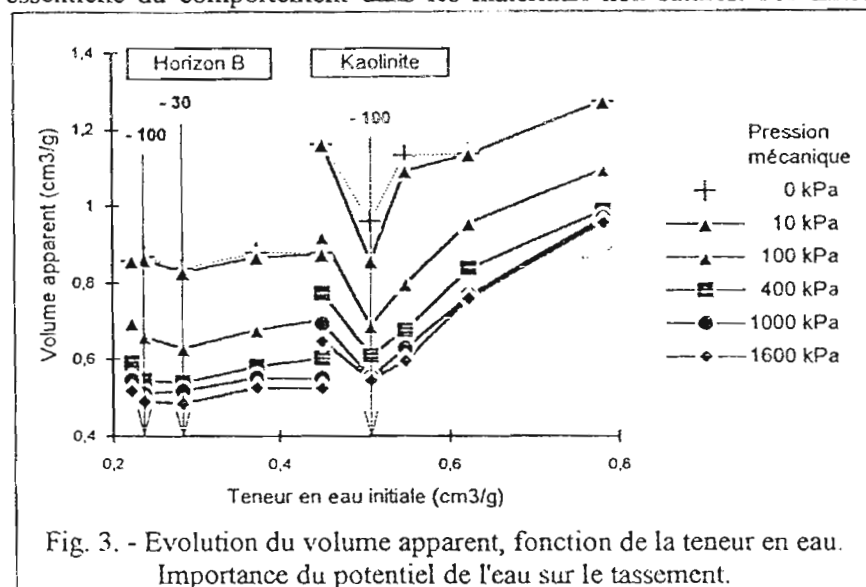


Fig. 3. - Evolution du volume apparent, fonction de la teneur en eau. Importance du potentiel de l'eau sur le tassement.

volume massique apparent des matériaux est aussi minimal pour des potentiels de l'eau de -30 à -100 kPa (fig. 3).

La compression mécanique influe donc peu sur la forme de la variation de volume des échantillons et ne fait qu'amplifier le tassement préalablement induit par les forces d'hydratation. La question est de savoir quelle part jouent respectivement les contraintes hydriques et mécaniques dans la réorganisation des matériaux non saturés d'eau.

Les massifs d'agrégats présentent deux types de porosité: la

première, résultant de l'arrangement des particules argileuses, est la porosité intra-agrégat qui, dans le domaine de potentiel de l'eau étudié ($\sim > -200$ kPa), est saturée d'eau [4]; la seconde, délimitée par l'empilement des agrégats, est la porosité inter-agrégats.

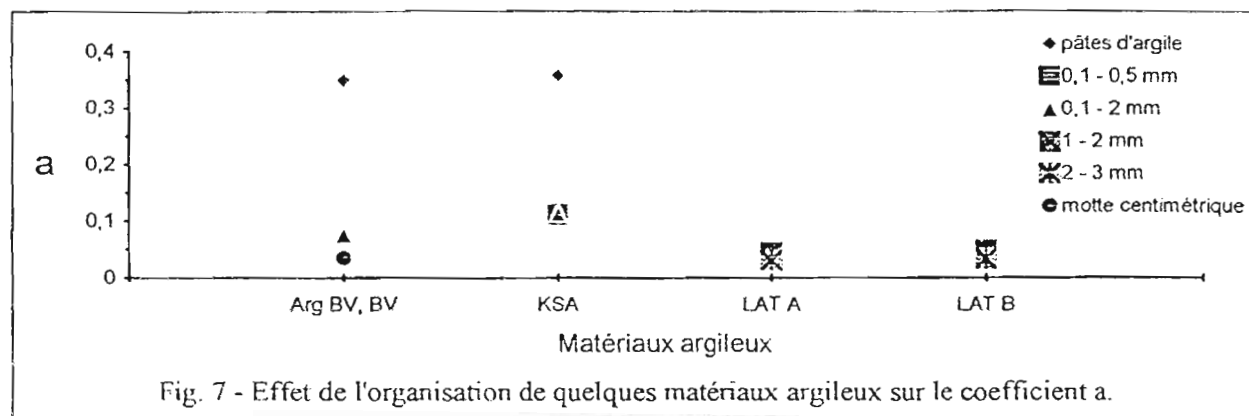
* Entre -30 et -100 kPa, les rayons de courbure des ménisques capillaires, compris (d'après la loi de Jurin-Laplace) entre 10 et 1,5 μm environ, suffisamment petits pour assurer la continuité du film d'eau entre les agrégats, sont susceptibles d'exercer une forte traction sur les parois des agrégats et les forces capillaires de provoquer leur rapprochement et une réduction du volume apparent.

* Pour les potentiels de l'eau < -100 kPa, le rayon de courbure des ménisques est $< \sim 1,5$ μm . L'espace inter-agrégat est alors vide d'eau et les forces capillaires, qui n'interviennent plus dans le rapprochement des agrégats, leur assurent cependant une forte cohésion.

* Aux potentiels de l'eau > -30 kPa, la taille des pores est $> \sim 10$ μm . L'eau occupe alors une grande partie de l'espace inter-agrégat. Le rayon de courbure des ménisques est alors trop grand pour que les forces capillaires puissent exercer une traction suffisante sur les parois des agrégats. En outre, comme les matériaux sont alors fortement saturés d'eau et la compression mécanique appliquée pendant un court laps de temps, ils sont largement incompactables [1].

22.- Conclusion. Le potentiel de l'eau initial joue donc un rôle décisif dans la réorganisation de matériaux non saturés de sols, soumis à des contraintes mécaniques qui n'entraînent qu'une réorganisation supplémentaire. Les forces capillaires gouvernent à la fois les variations de volume et la rétention de l'eau. Ces premiers résultats tendent à montrer que la teneur en eau des sols à hauts potentiels (< -5 kPa) [5], ne correspond probablement pas à la zone d'humidité la plus sensible au tassement. En revanche, dès la première phase du dessèchement (-30 à -100 kPa, soit $pF = 2.5$ à 3), les conditions apparaissent réunies pour que le sol devienne très sensible au tassement.

(Arg BV) et les argiles 1:1 (KP) sont dans une situation semblable à celle des argiles de haute charge comme IP. En même temps, (a) décroît avec la nature du cation saturant dans l'ordre $Na > K > Mg$ and Ca. Cependant, cette influence est plus faible que celle de la charge foliaire, surtout quand une grande part de l'espace interfoliaire est anhydre : c'est le cas lorsque la charge du feuillet est élevée, donc que la proportion de cations échangeables est faible (illites), ou encore quand la charge du feuillet est nulle (kaolinites). Dans ces conditions, l'hydratation des matériaux argileux semble peu affectée par la nature du cation échangeable. La figure 7 montre les variations de (a) quand l'organisation du matériau varie. Ainsi (a) augmente pour chaque niveau d'organisation, depuis la motte naturelle centimétrique jusqu'à la pâte d'argile, en passant par le



massif d'agrégats (BV et Arg BV, KSA). Cependant, on peut noter que la rétention de l'eau est peu affectée par la taille des agrégats dans les massifs (KSA, LAT). A l'inverse, la préparation initiale, en particulier l'agitation mécanique des matériaux dans l'eau pour fabriquer des pâtes, semble affecter (a) et VM_w^{So} (KSA).

Il apparaît donc que le modèle proposé, qui nécessite confirmation, peut être utilisé pour prévoir la rétention de l'eau dans des matériaux argileux à différentes pression de succion (ou potentiels de l'eau) avec le contenu en eau VM_w^{So} à 100 kPa et le coefficient (a).

Références bibliographiques.

- [1] Faure A., 1978, Comportement des sols au compactage: rôle de l'argile et conséquences sur l'arrangement des grains. *Thèse Univ. Grenoble*, 137p.
- [2] Bruand A., Tessier D. et Baize D., 1988, Contribution à l'étude des propriétés de rétention en eau des sols argileux : importance de la prise en compte de l'organisation de la phase argileuse, *C.R. Acad. Sci. Paris*, 307., Série II, p. 1937-1941
- [3] Tessier D., 1984, Etude expérimentale de l'organisation des matériaux argileux, *Thèse*, Univ. Paris-VII, I.N.R.A. Versailles éd., 361 p.
- [4] Tessier D., Lajudie A. et Petit J.C., 1992, Relation between the macroscopic behavior of clays and their microstructural properties, *Applied Geochemistry*, 1, p. 151-161
- [5] Haal D.G.M., Reeve M.J., Thomasson A.J. et Wright V.F., Water retention porosity and density of field soils, *Soil Survey Tech. Monogr.*, n° 9, Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Gde-Bretagne, 75 p.