

POROSITÉ DES SOLS, STABILITÉ PHYSIQUE ET MÉCANIQUE EN RELATION AVEC LES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES

par Daniel **TESSIER**¹

Comme le montre Pierre Delage c'est l'organisation fine de l'argile qui contrôle largement la déformation du sol sous l'effet d'une pression mécanique. Les sols, en tant que support de la végétation, sont caractérisés par la présence d'une porosité submacroscopique à macroscopique permettant le développement des êtres vivants. L'effet du tassement a pour conséquences principales la dégradation de cette porosité.

Dans la nature les sols sont plus ou moins denses en fonction de leurs conditions de mise en place. Ainsi les sols développés sur place à partir de matériaux sédimentaires se forment grâce à l'action combinée de la décompaction de la roche au contact de l'atmosphère et de l'activité biologique. De nombreux sols sont issus du transfert à plus ou moins longue distance de particules minérales comme les loëss. Les dépôts alluvionnaires et transportés le long des pentes sont eux aussi initialement très peu compacts. Se pose la question de l'évolution de cette porosité liée aux conditions de genèse sur le long terme.

Les sols ne sont généralement pas homogènes verticalement. Avec le temps apparaît le plus souvent une différenciation conduisant à des contrastes granulométriques (horizons pédologiques). A pH élevé, la mobilité des particules est limitée, voire nulle. En conditions acidifiantes des horizons superficiels limono-sableux battants se forment en surface, avec enrichissement en argile en profondeur, d'où une structuration différenciée à différentes échelles et, suivant les cas, des phénomènes d'engorgement, avec un impact sur la rhizosphère, la réserve en eau utile et l'érosion hydrique. La question est de savoir dans quelle mesure le tassement affecte ces différents horizons, notamment les plus profonds, et quelle peut être leur contribution à sa réversibilité.

Si les argiles et les matières organiques possèdent une charge électrique superficielle négative à l'origine de sites chimiquement réactifs et en particulier de leur capacité d'échange en cations, il est connu aujourd'hui que cette dernière est fortement dépendante du pH. Un mécanisme de protonation-déprotonation affecte les sites superficiels des argiles et des matières organiques. Avec l'augmentation du pH, la déprotonation des sites hydroxylés ($\text{OH} \rightarrow \text{O}^- + \text{H}^+$) est le mécanisme principal de la variation de charge électrique négative superficielle. En France, pour un même type de sol, on peut avoir une réactivité (mesurée par capacité d'échange en cations) allant du simple au double. Cela distingue par exemple les sols cultivés de nombreux sols forestiers. Il ne suffit donc pas de quantifier la part de chacun des constituants pour interpréter les propriétés des sols, y compris mécaniques, mais prendre en compte leurs propriétés liées à l'environnement physico-chimique. Plus la densité de charge électrique superficielle et la proportion de Ca^{2+} échangeable sont importantes plus la résistance aux agents d'agression est forte. On a une sorte de « lamellé-collé » entre particules argileuses et organiques avec des points de colle plus ou moins nombreux avec des qualités de colle variables correspondant à des cations plus ou moins hydratés. Ces différentes conditions orientent en parallèle

¹ Membre de l'Académie d'agriculture de France
Copyright Académie d'agriculture de France, 2020.

le caractère hydrophile du sol, sa capacité à se structurer et la vitesse de pénétration de l'eau propice à la reconstitution de la réserve en eau ... On souligne ici l'intérêt du chaulage.

De nombreux travaux ont cherché à intégrer ces différentes données dans des modèles de prévisions dites fonctions de pédotransfert. Sans entrer dans le détail, il apparaît que la proportion des constituants des sols (sables, limons, argiles « granulométriques, matières organiques), n'est pas nécessairement un paramètre pertinent de l'organisation du sol. La densité apparente (ou la porosité) permet généralement d'estimer la teneur en eau à la capacité au champ car elle intègre l'histoire pédologique ainsi que l'impact des pratiques et de la gestion de l'activité biologique. Dans nos sols, la capacité d'échange en cations est un estimateur approprié de la rétention de l'eau aux bas potentiels de l'eau, par exemple au point de flétrissement, i.e. lorsque l'eau est retenue par les constituants les plus fins (argiles, matières organiques). Il reste encore beaucoup à faire pour intégrer la réactivité des constituants dans les modèles de prévision prenant en compte le comportement mécanique des sols. Il existe des effets de seuils, notamment sur le rôle combiné des matières organiques, des oxydes et des argiles, à partir desquels le sol peut se restructurer, mais qui restent à approfondir. Le praticien intervient par ses pratiques avec l'impact des engins de roulage qui font l'objet de l'exposé de H. Boizard.

Porosity, physical and mechanical stability of soils in relation to their physicochemical properties

This presentation examines the factors and mechanisms underlying physical and mechanical stability of cultivated soils, in meadows and forests. The importance of soil genesis on their physical and mechanical behavior is emphasized. Their structuration due to cracking determines part of the regeneration of their porosity. Their electrical surface charges increase sharply with increasing pHs. It is only at high pH values that soils can best express their properties, i.e., hydration, swelling, structuration and structure stability, retention of elements, and living environment favorable to biodiversity. Lessons are learned for soil management in different environmental conditions.