

ASSESSMENT OF SOIL SURFACE SEALING AND CRUSTING

Symposium international - Gand (Belgique) -
23-27 septembre 1985

Compte-Rendu
Christian VALENTIN
Pédologue
ORSTOM
B.P. V-51 ABIDJAN
COTE D'IVOIRE

Le premier symposium consacré aux organisations pelliculaires superficielles a été organisé par le Centre de Recherche des Flandres sur l'Erosion et la Conservation des sols. Ce centre regroupe les laboratoires concernés des Universités de Gand, Louvain et Bruxelles.

Près de 80 participants représentaient des pays, et des situations fort variés, de la Finlande à l'Afrique du Sud, et de l'Australie à la Pologne, en passant par le Vénézuéla et l'Inde, soit 25 pays.

Les communications ont été présentées au cours de 7 sessions, pour lesquelles nous présentons les points qui nous semblent les plus intéressants.

1- Genesis and morphology of Soil Surface Seals and Crusts.
(11 communications et 2 posters)

Il est nécessaire de fixer le sens des termes utilisés: "seal" signifie que la surface est vraiment "scellée" par une pellicule qui s'oppose aux mouvements des fluides, tandis que "crust" renvoie à une différenciation superficielle prise dans un sens plus général. Ainsi un "crust" n'est pas nécessairement un "seal" mais un "seal" fait partie des "crusts".

Lorsque l'on essaye d'établir une typologie des organisations pelliculaires superficielles, il est nécessaire de préciser le système de référence: elles peuvent être classées en fonction de leurs caractères morphologiques (tri granulométrique, nombres de micro-horizons,...), des processus génétiques (rejaillissement, liquéfaction, micro-illuviation, décantation, ...), ou de leurs effets (résistance à la pénétration, impédance hydraulique,...).

Il est à noter que ce sont surtout les mécanismes physiques qui ont été mentionnés, le rôle des processus plus chimiques (dispersion des argiles,...) n'ont été que peu signalés. Il semble que la distribution granulométrique des matériaux superficiels soit un paramètre essentiel à prendre en compte: ce sont les distributions lacunaires (absence des limons grossiers par exemple) qui, par le type d'assemblage compact qu'elles permettent, offriraient le plus de risques de formation de pellicules. Signalons que deux communications ont précisé que des problèmes importants de différenciations superficielles pouvaient apparaître pour des textures très grossières allant jusqu'à 90% de sables

L'étude morphologique des organisations pelliculaires superficielles s'appuie principalement sur l'utilisation des outils pétrographiques: microscope optique et microscope électronique à balayage. Certains participants ont fait remarquer, avec à propos, que le pouvoir de résolution du microscope électronique était très rarement utilisé, et qu'aux grossissements les plus souvent employés, il était plus économique, mais moins spectaculaire, d'avoir recours à la loupe binoculaire. Un point essentiel a été également souligné: il importe de différencier les organisations pelliculaires selon leur différenciation granulométrique verticale: les pellicules de décantation reflète les processus de dépôt en milieu calme: les particules les plus grossières se déposent les premières, et c'est la pellicule plasmique qui recouvre l'ensemble des micro-horizons, très bien triés. A l'inverse, sous l'effet du rejaillissement, et de l'effet de tamis, se forment des organisations plus spécifiques aux mécanismes pluviaux, avec sables grossiers (ou éléments grossiers) au sommet et pellicule plasmique à la base. Une étude sous pluie simulée en laboratoire a clairement montré la complexité des relations pellicule-rigole: c'est bien sûr pour les rigoles que l'érosion est la plus forte, mais c'est aussi là, du fait de l'absence de pellicule, que l'infiltration est la plus marquée.

Notons enfin que si les études descriptives, et statiques, abondent, l'analyse des processus au cours de chronoséquences reste très limitée.

2 - Effect of soil surface sealing and crusting on water erosion.
(4 communication et 2 posters)

Les relations pellicules/érosion présentent une certaine complexité: une fois formées, les pellicules offrent généralement une protection à l'égard de l'érosion en nappe, mais par le ruissellement qu'elles produisent, elles favorisent l'apparition des rigoles, et donc de l'érosion linéaire. Notons également qu'érosion par rejaillissement (splash erosion) et extension latérale et verticale des organisations pelliculaires sont étroitement liées: ainsi le rejaillissement passe par un pic avant de diminuer sous l'effet de la diminution de la taille des éléments (agrégats, et particules) mobilisables. Ces relations ont fait l'objet de modélisations très intéressantes (FARRES-Grande Bretagne; BOIFFIN - France). Par ailleurs il est bien établi (POESEN, Belgique) que la position des éléments grossiers par rapport aux organisations pelliculaires doit être prise en compte: insérés dans les micro-horizons, ils favorisent le ruissellement et l'érosion, posés en surface ils les limitent.

3- Methodology to characterize soil sealing and crusting.
(5 communications)

Plusieurs tests de terrain, ou de laboratoire ont été présentés pour caractériser l'aptitude des sols au développement d'organisations pelliculaires superficielles. Les mesures au laboratoire ne permettent pas d'éliminer les phénomènes de rejaillissement hors des porte-échantillons, ce qui semble donner l'avantage aux tests de terrain, sous micro-simulateur par exemple. Un test repose sur la quantité d'énergie cinétique qu'il est nécessaire d'exercer sur un échantillon pour obtenir une infiltrabilité minimale stable, il s'attire les critiques des hydrauliciens qui lui reproche de ne pas tenir compte de la capacité d'absorption du sol sous-jacent.

4 - Mechanical resistance of soil surface seals and crusts.
(4 communications et un poster).

Les communications ont surtout porté sur la méthodologie (types de pénétromètres, modules de rupture) et sur l'influence de l'humidité et de l'énergie cinétique sur la résistance des pellicules à la pénétration. L'utilisation de résidus organiques (lisier de poules, etc...) permet de réduire cette résistance. Cette session a donné en outre l'occasion de rappeler que la cohésion des pellicules assurent une meilleure résistance à l'érosion. Il est à déplorer l'absence de méthodes vraiment pertinentes relatives à la caractérisation des forces induites par les flux laminaires et linéaires.

5 - Effect of soil surface sealing and crusting on water and gaz transfer . (6 communications)

Au plan méthodologique, il a été rappelé que les mesures sous lame d'eau (double anneau, Müntz,...) permettent de prévoir l'infiltration sous irrigation par submersion tandis que la simulation de pluie s'applique pour l'irrigation par aspersion et les pluies naturelles. MONNIER et BOIFFIN (France) ont présenté une technique originale, utilisant un dispositif de goutte à goutte, qui permet, en conditions humides, de caractériser l'infiltrabilité des pellicules sans en affecter l'organisation. ROMKENS et al. (Etats Unis) ont mis en évidence, le rôle important joué par l'intensité de la pluie, en sus de son énergie cinétique, sur la diminution de la conductance des organisations pelliculaires. Enfin, bien que trois communications aient porté sur l'influence des pellicules sur l'évaporation et l'aération, il semble bien que ce type d'étude continue à se heurter à des problèmes méthodologiques.

6 - Quantifying the impact of soil surface sealing and crusting emergence . (6 communications)

La modélisation des processus de levée et de rupture de pellicules, bien que complexe, offre des points de vue fort intéressants. Ainsi, RAATS (Pays-Bas) établit une relation entre la morphologie des plantules et les contraintes qu'elles rencontrent. L'utilisation par HANEGREEFS (Etats-Unis) de jauges de contraintes permet la validation d'un modèle théorique qui démontre, entre autres, l'intérêt des semis en poquets, ou en billons. Travaillant en conditions semi-arides, RAWITZ (ISRAEL) conclue que le type de préparation du sol influe généralement peu sur la levée, tant leur effet est fugace. Il préconise, notamment pour le Sahel, la technique des billons cloisonnés qui, sans limiter le développement des pellicules, diminue considérablement ruissellement et érosion. Sont signalés à cette occasion les résultats acquis par COLLINET (France) sous pluies simulées au Burkina Faso qui font apparaître l'existence de seuils pluviométriques au-dessus desquels les cloisons s'effondrent entraînant ainsi une augmentation très importante des pertes en eau et en terres. Il est intéressant de noter qu'une communication (SOMAN et BINDER, Inde) a porté sur l'utilisation d'un indice emergeométrique (aptitude à la levée en dépit de la présence d'une pellicule) comme critère de sélection génétique du mil.

7 - Management of soil surface sealing and crusting .
(6 communications et un poster)

Cette session a presque exclusivement été consacrée à l'utilisation des conditionneurs. Produits bitumeux, ou polymères, parfois associés à des engrais minéraux ou organiques, ils diminuent les risques de formation de pellicule, et limitent, dans certains cas, l'évaporation. Leur coût varie de 20 à 2.500 \$/ ha. Un tel prix en limite l'utilisation à des cas particuliers de travaux publics: enherbement et stabilisation de sables sujets à l'érosion éolienne (une excursion au nouveau port de Zeebrugge a permis d'en saisir tout l'intérêt), installation rapide d'un couvert sur talus d'autoroute ou sur crassiers de mines, réhabilitation de zones décapées comme les pistes de ski, les chantiers, etc... Dans le domaine agricole, le recours à de tels produits semble encore plus discutable: certes, il a été dit qu'en Egypte, ils permettent de gagner une semaine pour la production de concombres et de les vendre plus cher sur le marché... L'utilisation de conditionneurs solubles, utilisables dans l'eau d'irrigation par goutte à goutte, ne semble intéressant que dans des systèmes de production bien particuliers: culture à hauts revenus, cherté de l'eau, importante technicité, ... Bref, la maîtrise complète de la battance n'est pas pour demain.

CONCLUSIONS

Un certain nombre de points positifs doivent être soulignés: signalons notamment l'organisation excellente de cette réunion par une équipe particulièrement rodée à la préparation des colloques, et bien sûr la possibilité de dialogue directe entre personnes qui ne se connaissent d'ordinaire que par la bibliographie. Quelques points forts émergent de cette rencontre: l'étude de l'organisation des pellicules tend de plus en plus à s'accompagner d'une caractérisation de leur influence: à titre d'exemple des organisations pelliculaires présentant des micro-horizons grossiers en surface favoriseront l'érosion éolienne des sables fins, mais limiteront l'érosion hydrique; de même des organisations pelliculaires de dépôts auront une infiltrabilité plus réduite et une résistance à la pénétration plus grande que les pellicules structurales. Il devient donc de plus en plus possible de relier la typologie morphogénétique des organisations pelliculaires superficielles à un type de comportement. Un autre point essentiel réside dans les interrelations entre les différents processus de formation des pellicules: le rejaillissement favorise le développement des pellicules qui elles-mêmes limitent le rejaillissement. Enfin, un premier pas est réalisé vers une étude plus complète des processus d'érosion qui comprennent le rejaillissement, la formation de pellicule, et l'érosion en nappe, dans les zones inter-rigoles, et l'érosion linéaire (et d'effondrement de berges) dans les rigoles et les ravines. Ces études font apparaître l'ambivalence des phénomènes: la formation des pellicules peut limiter l'érosion en nappe et l'appauvrissement en particules fines, tout en favorisant, en aval l'apparition de rigoles. Celles-ci sont le lieu privilégié du ruissellement, mais aussi de l'infiltration, etc...

Signalons aussi ce qui nous apparaît comme les principales lacunes, ou motifs d'insatisfaction. Tout d'abord rares sont les communications qui visent à présenter une vue générale de la question. Ceci est très probablement à attribuer à la forme des communications: le découpage en sessions thématiques, et la durée des interventions (15 minutes) ne permettent d'apporter que des éclairages partiels. Mais il semble néanmoins que la plupart des travaux restent très limités:

- dans le temps: nombres d'études sont statiques ou ne durent que le temps d'une expérience en laboratoire. On s'attache ainsi à une phase, voire à un processus. A cet égard, il est significatif que les travaux sur l'influence des pellicules sur les cultures ne prennent en compte que la phase de levée mais n'analyse pas les incidences sur les différences du rendement (compensation par exemple du déficit de densité par le poids de grains, ou le nombre de grains par épi, ...). Les variations interannuelles ne sont jamais prises en considération. Il reste donc à étudier aussi bien les transformations à pas de temps très courts (par exemple la première minute d'une pluie à forte intensité) que long (cycle cultural par exemple, ou évolution décennale liée aux variations du système de production).

- dans l'espace: la dimension spatiale est rarement prise en compte. La plupart des études se concentrent sur un agrégat, un pot, ou une micro-parcelle. Lorsque les parcelles ont des longueurs assez longues (une dizaine de mètres), elles sont constituées de matériau homogène. Les différenciations latérales restent par conséquent à prendre en compte. Signalons cependant l'étude d'un versant menée par l'équipe de Louvain. L'absence de travaux à l'échelle de bassins versants relativise la pertinence de certaines données: par exemple l'utilisation de conditionneurs peut dans certains cas être économiquement intéressante, si le calcul s'applique non pas à la parcelle mais à l'ensemble du bassin alimentant un lac de retenue, le comblement par les sédiments peut en effet se trouver considérablement retardé.

Outre ces classiques questions d'échelles, quelques problèmes ne semblent pas avoir suscité l'intérêt qu'ils méritent:

- Parmi les facteurs intrinsèques de formation de pellicules, l'accent a surtout été porté sur la constitution granulométrique du matériau. Si l'on peut admettre que l'impasse soit généralement faite sur la minéralogie de ce matériau, on peut regretter que des études fines (par exemple à la sonde de Castaing) n'aient pas été entreprises sur la nature des liens entre constituants au sein des pellicules, ou sur l'état de l'eau et des particules argileuses. De même, il est regrettable que l'on se contente de caractériser la matière organique de ce matériau par la seule teneur en carbone, sans pousser plus avant l'analyse(fractionnement granulométrique,...).

- L'influence du micro-relief n'est que trop souvent évoquée, lorsqu'elle n'est pas volontairement occultée (parcelle plane).

- Dans la quasi-totalité des communications, plantes et faunes n'interviennent pas. Il est surprenant qu'aucun intervenant n'a présenté une étude sur l'effet de la végétation (ou même de résidus végétaux) sur la formation des pellicules. La même lacune, grave, concerne l'action de la mésofaune, des développements mycéliens ou algaires. Une coopération fructueuse est à attendre dans ce domaine avec les biologistes car si les plantes ou les animaux interviennent sur la formation ou la destruction des pellicules, il est clair que les organisations pelliculaires doivent également influencer populations végétales et animales.

Ces points forts, et ces lacunes, devraient apparaître dans les actes du symposium dont la parution est prévue début 86. La qualité de certaines interventions, la diversité des thèmes abordés, et la richesse bibliographique feront, sans aucun doute, de ce livre un ouvrage de référence pour les spécialistes de la surface du sol.

Espérons qu'un symposium de ce type permettra dans quelques années de faire à nouveau le point dans ce domaine.