

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE

SECRETARIAT D'ETAT
A L'AGRICULTURE

H. E. R.

Section Spéciale d'Etudes
de Pédologie et d'Hydrologie

DRAINAGE ET PEDOLOGIE

(CONFERENCE DU COLLOQUE SUR LES TERRES ARIDES)

Par P. ROEDERER - Pédologue ORSTOM (Décembre 1961)

(E-S 40)

P. ROEDERER

DRAINAGE & PEDOLOGIE

(CONFERENCE DU COLLOQUE SUR LES TERRES ARIDES)

le 1 - 12 - 61

DRAINAGE & PEDOLOGIE

ou

L'EAU ET LLE PEDOLOGUE

En zone semi-aride, on a souvent l'habitude de dire que l'eau résout tous les problèmes et il semblerait paradoxal qu'un des corps de métiers chargés de mettre en valeur un pays de cette zone n'ait pas d'excellentes relations avec l'eau.

Pourtant c'est le cas du pédologue : il ne peut sortir de chez lui ou entrer dans un trou, ce qui revient au même, que si l'eau ne transforme pas le sol en cloaque.

Un des mots qui reviennent le plus souvent dans la bouche du pédologue est "hydromorphe", accompagné en général de "engorgement", "gley", "terch" etc...

Mon propos ici est seulement d'expliquer cet apparente incompatibilité entre l'hydromorphie et l'aridité, et de montrer comment on peut connaître les caractères du mauvais drainage du sol, les moyens que nous employons pour mesurer ce défaut et enfin ce que l'on peut tirer de ces renseignements.

I - ARIDITE ET HYDROMORPHIE.

Le caractère tranché des saisons, chaleur et sécheresse, pluie et saison froide, l'évolution lente des sols et de leur structure, la violence des précipitations permettent de comprendre pourquoi les sols peuvent être si souvent hydromorphes en zone semi-aride.

En effet, d'après les premier résultats des mesures faites, il semble que la stabilité structurale d'un certain nombre d'échantillons soit mauvaise, ce qui explique un colmatage facile des pores fissurés.

L'importance de certaines précipitations, conduit souvent le sol à un engorgement et une détérioration des horizons supérieurs.

.../...

La forte évaporation dans ces zones cause une concentration des solutions salines des sols, qui s'accompagne très souvent d'une dégradation de la structure par l'action du sodium échangeable.

Enfin, l'action du climat se traduit encore par une pauvreté générale des sols en matière organique, une vie microbienne probablement mal équilibrée qui sont autant de facteurs de dégradation de structure et de mauvaise perméabilité.

Notons en outre qu'au cours du quaternaire des périodes plus humides se sont succédées. Elles ont laissé des traces sous forme de sols enterrés, très fréquents en Tunisie; si les conditions actuelles ne sont pas suffisantes pour que ces sols "fossiles" redeviennent fonctionnels, ceux-ci s'opposent cependant à la pénétration de l'eau par une différence de perméabilité avec la couche qui les surmonte.

D'autre part la mise en eau d'un périmètre peut rendre à ces sols leur "vie" et augmente leurs caractères d'hydromorphie.

II - ASPECTS DES SOLS HYDROMORPHES.

Les caractères qui vont être notés ci-dessous correspondent à des sols déjà évolués; il existe naturellement tous les passages entre les sols sains et ceux typiquement hydromorphes et il est parfois nécessaire de savoir reconnaître une tendance qui ne se manifesterait que lors de la mise en eau d'un périmètre par exemple. Les principaux critères appréciables sur le terrain sont les suivants : couleur, structure, texture, inclusions, salure, roche-mère, végétation.

1) Couleur

Variable mais généralement noire, gris-noir, gris verdâtre, jaune; ces teintes de fond du profil ou d'un horizon peuvent être accompagnées de taches, de trainées ou d'amas : rouille, grisâtres, blanchâtres, noirâtres.

.../...

2) Structure

En milieu hydromorphe, la structure devient large, souvent compacte, parfois lamellaire; on observe fréquemment le lissage des agrégats. une cassure conchoïdale et les horizons profonds ont quelquefois une structure en plaquettes.

3) Texture

Elle peut être très variable, n'importe quelle texture pouvant convenir à un sol hydromorphe; cependant, une forte teneur en argile favorise l'hydromorphie : il y aura un "terrain favorable" à une telle évolution.

4) Inclusions

On observe fréquemment dans les sols mal drainés des inclusions de différents types :

taches, amas et nodules calcaires ou gypseux
taches et concrétions ferrugineuses
cuirasse et carapace ferrugineuses
croûte et encroûtement calcaire
croûte et encroûtement gypseux appelé souvent terch, debdeb
dans le Sud, pseudomyceliums de toutes natures.

Remarque : les inclusions existent dans d'autres sols que ceux mal drainés et la présence de telle ou telle concentration dans un profil n'est qu'un des éléments d'appréciation.

5) Salure

Si la présence de sels solubles dans les sols ne signifie pas obligatoirement un mauvais drainage, une forte teneur en sodium du complexe crée des conditions favorables à une dégradation de la structure et au colmatage des horizons.

.../...

6) Roche-mère et substratum

Les marnes, les argiles, les calcaires compacts, les schistes forment des sols à "hérédité" peu drainante. C'est l'hydromorphie pétrographique qui apparaît souvent dans les légendes de cartes.

La présence de bancs de grès à faible profondeur peut aussi être la cause de "mouillères".

7) Végétation

La végétation est souvent un indice qui permet de prévoir un drainage défectueux.

En milieu irrigué, le roseau (phragmites communis) indique une hydromorphie forte dans le profil (plan d'eau $< 1,50^m$), la sonde (suaeda maritima) et son groupe écologique apparenté (en particulier heliotropum curassavicum) sont le signe d'un engorgement moins fort mais superficiel et gênant le développement des cultures.

La salicornia fruticosa apparaît quand une légère salure vient s'ajouter à une forte hydromorphie de profondeur.

Les zones basses sont évidemment favorables à de tels sols puisque les eaux ont tendance à s'y accumuler mais il est fréquent d'observer des sols mal drainés en coteaux.

Les caractères décrits plus haut montrent que dans certains cas, le sol est passif dans son état hydromorphe; par exemple le fait qu'un sol sableux puisse être quand même hydromorphe, les encroûtements de nappe ...

Le pédologue sera donc amené à distinguer suivant les origines de l'hydromorphie et devra poursuivre son étude un conséquence.

.../...

III - CAUSES DE MAUVAIS DRAINAGE.

Par définition, l'eau est à l'origine de toute hydromorphie, mais cette eau peut avoir plusieurs origines : la pluie, l'irrigation, le ruissellement, la nappe phréatique; on peut alors classer les sols en deux catégories :

Ceux qui reçoivent de l'eau venant de la partie supérieure du profil (pluie, ruissellement, irrigation) et ceux qui sont soumis à une remontée de l'eau par le bas ou le côté du profil (nappe phréatique).

Dans le premier cas, l'hydromorphie ne se manifesterait que si le sol lui-même n'est pas perméable : il y aura donc un problème de sol.

Au contraire si une nappe peu profonde s'écoule mal et bat sur une certaine épaisseur du profil, les qualités du sol ne sont pas en cause; il est en quelque sorte "passif" et l'étude des moyens d'amélioration du terrain portera avant tout sur la nappe.

Il y a donc deux problèmes bien différents qui peuvent d'ailleurs se poser simultanément : mauvaises qualités du sol, mauvais écoulement de la nappe.

Le cas du ruissellement peut, dans une certaine mesure être rapproché de celui de la nappe : un apport d'eau trop important ne pourra être étalé même par sol sain; c'est donc là aussi un problème extérieur au sol et qui devra être résolu par l'assainissement.

IV - METHODES D'ETUDES DU SOL.

Il ne s'agit que des méthodes utilisées en Tunisie permettant de caractériser les qualités drainantes du sol.

La possibilité pour un sol d'évacuer l'eau est caractérisée par sa vitesse de percolation appelée K.

.../...

Le principe en est assez simple : il suffit de mettre une certaine hauteur d'eau sur un sol et de mesurer la vitesse d'infiltration : c'est d'ailleurs ce que font parfois les agronomes en champ en creusant des petites cuvettes remplies d'eau et en mesurant au piquet l'infiltration (renseignement oral de Mr. VERNET).

Dans la pratique, la réalisation est très délicate et aucune méthode n'est satisfaisante; aussi y en a-t-il plusieurs utilisables en champ ou au laboratoire.

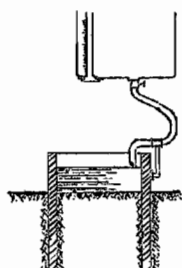
A - Méthodes de terrain.

1) Sans nappe phréatique à faible profondeur.

a) Méthode de Mintz

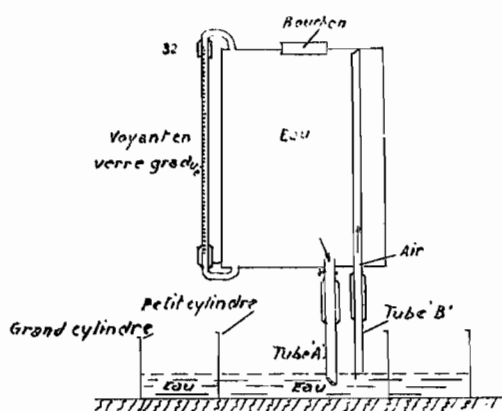
Principes :

On utilise une buse métallique de 11 cm. de diamètre qu'on enfonce dans le sol jusqu'à une profondeur de 10 cm. Cette buse reçoit l'eau



d'un flacon jaugeur qui maintient au dessus du sol une charge constante de 3 cm. Les résultats sont exprimés en hauteur d'eau infiltrée en cm/heure.

On peut améliorer le système en utilisant un double anneau afin d'augmenter la surface de limiter les effets de bordure. On utilise alors 2 cylindres concentriques respectivement de 56^{cm},4 et 28^{cm},2 de diamètre sous une charge constante de 5cm. Ces cylindres sont alimentés séparément. Les mesures s'effectuent sur le cylindre central.



Avantages :

La méthode de Müntz est celle qui reproduit le plus fidèlement des conditions d'irrigation au champ. Les mesures sont faciles à effectuer et les résultats sont obtenus par simple lecture.

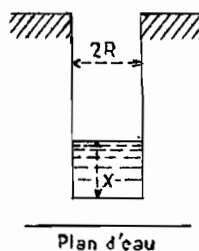
Inconvénients :

Méthode très lente, matériel encombrant; cette mesure ne reproduit que les conditions de surface à moins de creuser des trous de dimensions importantes, en marches d'escalier, afin d'avoir un résultat par horizon.

D'autre part, il y a infiltration préférentielle le long du cylindre; la structure risque aussi d'être détériorée lorsqu'on enfonce la buse :

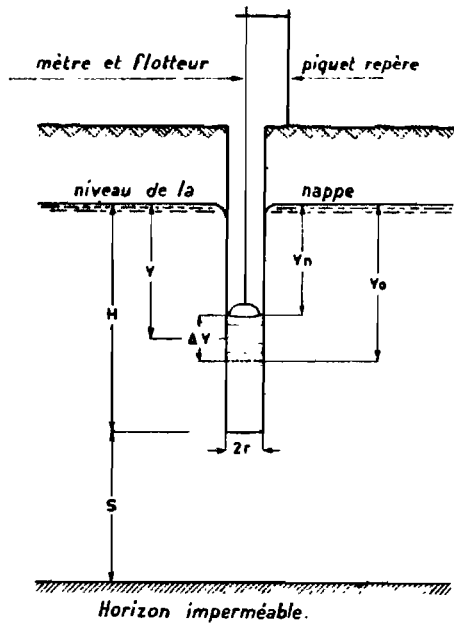
b) Méthode Porchet

A l'aide d'une tarière de 12 cm. de diamètre, on fore un trou dans lequel on verse de l'eau jusqu'à une certaine hauteur. On mesure l'abaissement du niveau de l'eau en fonction du temps; on obtient au bout d'un certain délai une vitesse de filtration constante, évaluée en m/s, appelée K.



Avantages : méthode très rapide, permettant de nombreuses répétitions et de passer au calcul de l'écartement des drains. Ces résultats sont facilement calculables grâce à des abaques. Il est possible en outre de calculer K pour chaque horizon, les trous étant forés très rapidement. Cette méthode permet de bonnes comparaisons entre différents types de sols.

.../...



H = Profondeur du trou sous la nappe.

y_0 = Distance entre la surface de la nappe et la remontée de l'eau dans le trou au moment du 1^{er} essai.

y_n = Idem à la fin de la mesure. En général 5 lectures sont faites.

$\Delta y = \sum \Delta y_t = y_n - y_0$ Montée de la surface de l'eau dans le trou pendant la mesure.

y = Distance entre le niveau de la nappe et la hauteur de l'eau dans le trou pendant la mesure.

$$y = \frac{y_n - y_0}{2} = y_0 - \frac{1}{2} \Delta y.$$

r = Rayon du trou.

S = Profondeur de la couche imperméable.

Nota: Les mesures doivent être corrigées si : $y_n < 3/4 y_0$ or $\Delta y > 1/4 y_0$.

Inconvénients : méthode peu précise qui ne peut servir pour l'horizon de surface. D'autre part la tarière lisse les parois du trou en terrain argileux. Dans les terrains trop sableux, les résultats sont faussés par les **éboulements**.

2) Présence d'une nappe phréatique peu profonde
(méthode de Hooghoudt)

Cette méthode importée en Tunisie par les Ingénieurs hollandais ne peut être utilisée qu'en présence d'une nappe phréatique peu profonde.

Principes :

Comme pour la méthode Porchet, avec une tarière de 8 ou 10 cm. de diamètre, on fore un trou qui doit dépasser la surface de la nappe de 60 à 70 cm. Au moyen d'une soupape, on abaisse le niveau de l'eau dans le trou de 20 à 40 cm. suivant la texture et on mesure la remontée de l'eau pendant un temps tel qu'elle soit inférieure au quart de l'abaissement du plan d'eau. Le nombre de lectures est de 5 environ.

La valeur de coefficient K est calculée d'après des abaques et exprimé en mètres/jour.

Avantages :

Cette méthode est très rapide et permet de nombreuses répétitions. D'autre part elle permet de passer facilement à l'évaluation de la distance entre les drains.

Inconvénients :

Les mêmes que dans la méthode Porchet. De plus, en milieu très sableux, il faut tuber le trou ce qui s'avère peu commode en pratique.

.../...

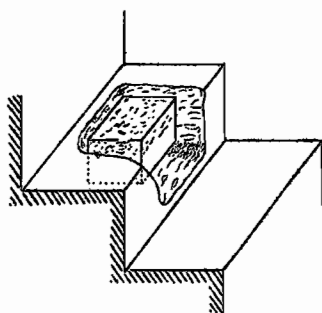
B - METHODES DE LABORATOIRE.

a) Vergière

Principe :

On prélève sur le terrain un cube de terre de 10 cm. de côté que l'on entoure d'un coffrage en tôle de zinc. L'intervalle entre le zinc et la terre est rempli de paraffine fondue. On ferme par 2 couvercles rendus étanches par une bande de sparadrap.

Au laboratoire, l'échantillon est débarrassé de ses couvercles et une boîte sans fond de section carrée est enfoncée dans la paraffine. On procède à l'infiltration sous charge constante de 10 cm et on obtient K en cm/s

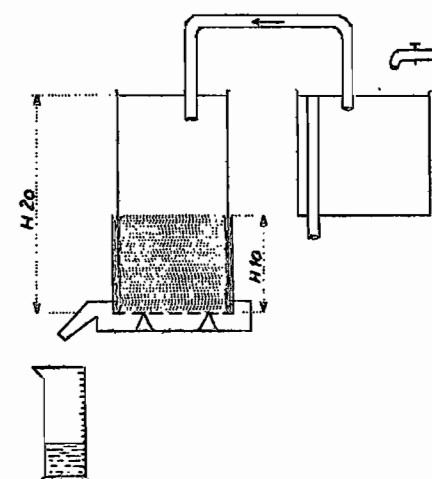


Avantages :

Avec un seul prélèvement, il est possible d'obtenir plusieurs données : vitesse de filtration, densité apparente, densité réelle, capacité de rétention.

Inconvénients :

Prélèvements longs, nécessitant des travaux importants dès qu'il faut prendre des échantillons en profondeur. Comme généralement, on procède d'abord à la mesure de la densité qui nécessite le recouvrement total du cube par la paraffine, la méthode en terre argileuse est critique: la paraffine s'infiltré dans les fissures de retrait et colmate le sol.



En milieu caillouteux, le prélèvement est hasardeux; en milieu sableux, le cube est pratiquement impossible à tailler dans des bonnes conditions.

Enfin, les résultats ne paraissent pas toujours conformes à la réalité.

.../...

b) Tests Henin.

Ce n'est pas à proprement parler une mesure de perméabilité puisque l'on utilise un échantillon tamisé au tamis de 0,2 mm, mais la comparaison des résultats des deux tests (Instabilité structurale et Percolation) permet de prévoir le comportement du sol lors de sa mise en eau.

Principe.

- Stabilité :

On tamise sous l'eau 3 échantillons dont deux ont été préalablement traités, l'un à l'alcool et l'autre au benzène.

On note le pourcentage d'agrégats restant sur le tamis.

Sur la partie ayant percolé, on mesure argile plus limon (20 μ) et en obtient un indice d'instabilité exprimé ainsi.

$$I_s = \frac{(A + L) \%}{\frac{\sum \text{agrégats} - 0,9 \text{ S.G} \%}{3}}$$

A + L : argile + limon maximum des trois traitements

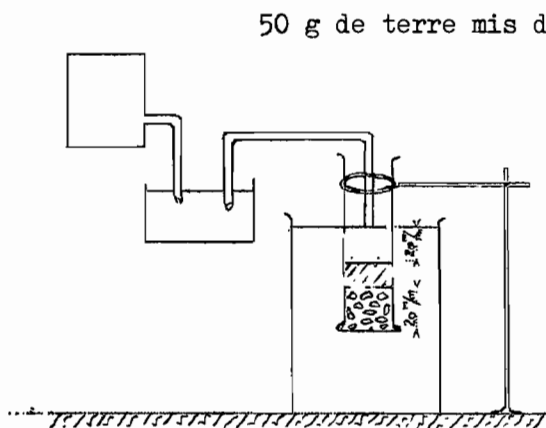
agrégats : moyenne des trois traitements.
3

S.G : sable grossier.

Le sol est d'autant plus stable que l'indice est plus petit.

.../...

- Perméabilité



50 g de terre mis dans un tube au dessus d'une toile filtrante de 0,5 mm sont soumis à percolation par l'eau sous charge constante de 20 mm. Les résultats sont exprimés en cm/heure.

Les expériences ont montré que le test de la stabilité était plus représentatif pour les terres argileuses tandis que celui de perméabilité était plus adapté aux terres légères.

Avantages.

Cette méthode des tests est applicable à l'étude de nombreux problèmes : régénération de la structure, effet du travail mécanique, labours, drainage.

En particulier, la longévité des drains-taupes est en bonne corrélation avec le test d'instabilité structurale.

Inconvénients.

La mesure des coefficients nécessite un certain apprentissage, et ces tests doivent être étalonnés en fonction des observations de terrain dans une région donnée.

V - L'ETUDE DE LA NAPPE.

Lorsque les qualités du sol ne sont pas responsables de la stagnation de l'eau que l'on observe dans les profils, l'étude de la nappe superficielle est nécessaire et est effectuée conjointement avec le Bureau d'Inventaires des Ressources Hydrauliques par relevé des puits existants ou implantation de puits busés et de piézomètres; il faut en général effectuer un nivellement des points relevés.

Grâce à ces mesures, on peut dresser une carte des courbes isopiezométriques qui donne le sens d'écoulement de la nappe, une carte du niveau de la nappe par rapport à la surface du sol qui permet de prévoir l'action de l'eau sur les plantes et les dangers de remontée, et une carte de la salure de la nappe.

Il est nécessaire d'effectuer ces relevés dans le moins de temps possible pour éviter les erreurs dues aux variations de la nappe, et de répéter cette opération de façon régulière, au moins en fin de saison humide et en fin de saison sèche ou d'irrigation.

Ces cartes permettent de connaître la position et la direction d'écoulement de l'eau et de prévoir la direction ainsi que la profondeur des drains.

VI - APPLICATION DES RESULTATS.

Le rôle du pédologue est à peu près terminé, dès qu'il est en possession des résultats de ses mesures.

Il les transmet aux services d'exploitation, généralement le Génie-Rural ou la Production Agricole en signalant nettement quel est le problème posé et quels sont, du point de vue sol, les possibilités d'aménagements : ce seront plutôt des interdictions dues à la mauvaise stabilité structurale, à la texture, à la présence d'une croûte ou d'un sol enterré etc...

VIII - CONCLUSION.

Les relations de l'eau et du sol en milieu mal drainé sont complexes et les méthodes d'étude souvent assez aléatoires.

Le pédologue doit donc encore se fier à son intuition, aux observations faites dans des cas comparables, à son bon sens et il faut qu'il puisse suivre les résultats de ses études afin d'éviter de recommencer les erreurs qu'il peut commettre tout comme un autre.

.../...

