

ETUDE DE LA DYNAMIQUE DE L'EAU  
DANS UN SOL DE R.C.A.

Méthodologie-Premiers résultats

4432

(N)

J.P. COINTEPAS (ORSTOM)

-----

DP 1981 ?

INTRODUCTION.

Je n'ai pas besoin devant cette assemblée de m'étendre sur le rôle de l'eau dans le sol. Vous le connaissez aussi bien que moi :

- alimentation en eau des plantes
- pédoclimat (ou climat du sol)
- phénomènes de pédogénèse (altération, les sivages etc...).

Il se trouve qu'en RCA on connaît très mal les questions de besoins en eau des plantes et de disponibilité de l'eau du sol pour les plantes. Depuis deux ans nous avons donc entrepris une recherche sur problème.

Nous avons commencé par étudier l'aspect alimentation extérieure et nous avons donc effectué une étude fréquentielle des pluies dont il a été question au Comité de la Recherche de 1980. Mais cette étude utilise un modèle mathématique bâti sur un certain nombre d'hypothèses. Et ces hypothèses doivent être étayées. La plus importante d'entre elles est la contribution du sol à l'alimentation en eau des plantes à la fin de la saison des pluies. Et sur ce sujet nous avons peu d'informations.

En 1980 nous avons conduit avec un élève de l'ISDR une petite étude de l'humidité du sol. Nous avons pu vérifier que le sol restait très humide pendant la saison pluvieuse. Mais pour des raisons matérielles l'étude s'est limitée à la période très pluvieuse (juillet septembre) et d'autre part nous n'avons mesuré que l'humidité du sol ce qui ne donne qu'une idée partielle de la disponibilité de l'eau.

Fonds Documentaire ORSTOM



010016586

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: Bx 16586 Ex: unique

En octobre 1981 nous avons donc commencé une étude plus complète axée sur la dynamique de l'eau dans le sol.

I) PRINCIPE

Pour suivre la dynamique de l'eau dans un sol, la méthode qui s'est avérée la plus fructueuse est celle du bilan hydrique. Un bilan hydrique peut se composer à un bilan financier. On évalue les entrées, les sorties et les stocks restant.

Considérons une plante qui explore un volume de sol donné dont la surface est <sup>conventionnelle</sup> ~~conventionnelle~~ ment égale à 1 et la profondeur z

Dans ce volume les entrées

~~la pluie P~~

sont :

la pluie P

l'irrigation I

les remontées capillaires RC

les pertes sont :

l'évaporation } réunies sous un seul terme ETR (évapotranspiration réelle  
la transpiration }

le drainage en profondeur

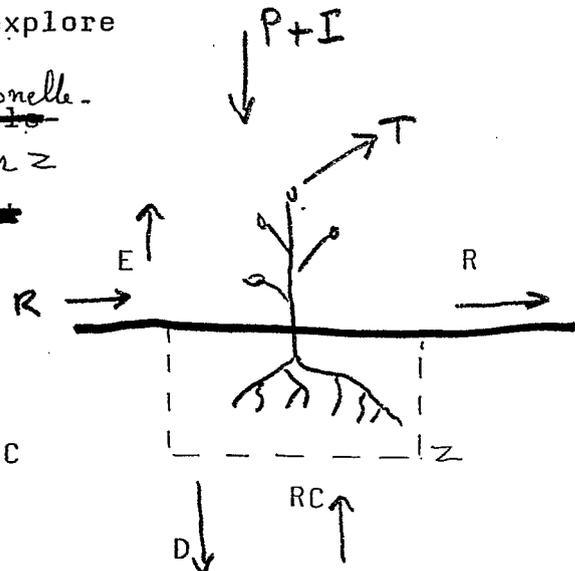
Le ruissellement peut être soit un gain, soit une perte.

Si S est le stock d'eau dans le sol

$$F_z \text{ est le flux d'eau moyen à la profondeur } z. \text{ C'est une vitesse et pour obtenir la quantité totale il faut multiplier par la durée de la mesure } \Delta t$$
$$[\Delta S]_0^z = P + I \pm R - ETR - F_z \Delta t \quad (1)$$

Si nous orientons notre axe des profondeurs Oz vers le bas, il y a deux cas :

- $F_z > 0$  c'est le drainage
- $F_z < 0$  c'est la remontée capillaire.



Par cette formule nous sommes en mesure de suivre le régime hydrique du sol au cours d'un cycle cultural mais il faut pouvoir estimer  $F_z$

La loi de Darcy généralisée aux transferts en milieu non saturé donne

$$F_z = - K(\theta) \frac{dH}{dz}$$

ou  $K(\theta)$  est un coefficient de conductivité hydraulique de sol variable selon l'humidité

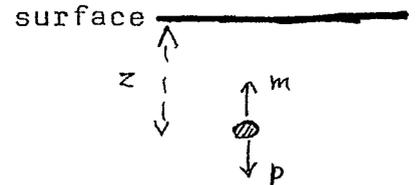
$H$  est la charge hydraulique  $dH/dz$  est donc la variation de la charge avec la profondeur. C'est une dérivée.

Avant d'aller plus loin, il nous faut expliciter cette notion de charge hydraulique.

Considérons une masse d'eau très petite située dans le sol à une profondeur quelconque  $Z$ . Elle est dotée d'une certaine énergie potentielle c'est-à-dire que pour

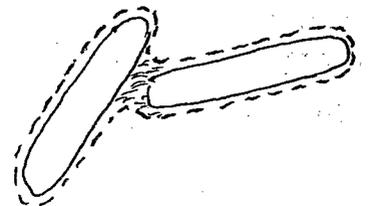
la transporter de sa position actuelle jusqu'au niveau 0 de la surface du sol il faut fournir un certain travail. Et sa tendance naturelle va être de se

déplacer de sa position actuelle vers une position où son énergie potentielle est plus basse. Elle se déplace dans la direction de l'énergie potentielle décroissante. Essayons alors d'analyser les forces qui s'exercent sur elle. Ce sont :



- le pesanteur  $P$  qui a tendance à faire descendre l'eau vers le centre de la terre

- les forces capillaires et les forces d'adsorption qui tendent à retenir fortement l'eau à la surface des particules et dans les petites cavités



- les forces osmotiques qui jouent un grand rôle dans les sols salés mais négligeable dans notre cas et qui s'ajouteraient aux forces capillaires.

Ces différentes forces font que l'eau est dotée d'une énergie potentielle. Cette énergie peut s'exprimer en différentes unités : masse, volume, poids. Nous l'exprimerons en poids et nous parlerons de charge hydraulique ou de pression hydrostatique. Notre unité sera le cm d'eau ( Ce pourrait être des cm de mercure ou des atmosphères ou des bars). L'expression de la charge hydraulique sera :

$$H = H_g + H_p$$

H = charge hydraulique totale.

H<sub>g</sub> = potentiel gravitationnel (ou de pesanteur). Il se mesure en hauteur par rapport à la surface du sol.

H<sub>p</sub> = potentiel matriciel (potentiel capillaire + potentiel d'adsorption) qui est mesuré à l'aide de tensiomètres.

Revenons à notre équation fondamentale.

En général P, I et ΔS sont faciles à mesurer. R peut être négligé, si on prend la précaution de se situer en terrain plat. Différents cas peuvent se rencontrer :

1) On connaît ETR.

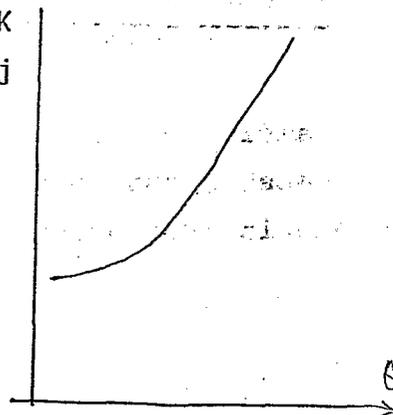
On le mesure à la surface de sol par des méthodes de bilan d'énergie. On connaît alors ETR et on calcule F<sub>z</sub> à une profondeur Z ou entre deux niveaux (Z1 et Z2 ou 0 et Z).

2) On ne connaît pas ETR et on veut le déterminer.

21) On détermine expérimentalement K de la loi de Darcy.

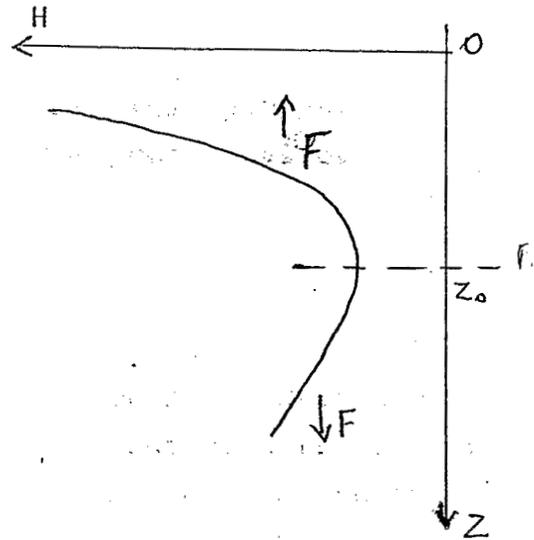
On arrose une parcelle et on suit d'une part les variations de stock d'eau en mesurant les variations d'humidité θ et les variations du potentiel total H entre deux points de profondeur Z1 et Z2. On a préalablement pris la précaution après arrosage de recouvrir le sol avec un film plastique. De sorte que ETR = 0.

On obtient ainsi une courbe de K en fonction de l'humidité et il est possible ensuite de reporter cette valeur de K dans l'équation (1) et de déterminer ETR



22) On néglige le facteur  $F$

En effet si on considère les courbes  $H = f(Z)$  on s'aperçoit qu'elles ont la forme ci-contre. La partie supérieure de la courbe indique que le flux est ascendant. La partie inférieure que le flux est descendant. Il existe donc un plan de flux seul.



Dans ces conditions :  $z_0$

$$F_z \Delta t = [\Delta S]_{z_0}$$

De l'équation (1) on tire

$$ETR = P - (\Delta S)_{z_0}$$

S'il n'a pas plu, si on choisit une période sans irrigation

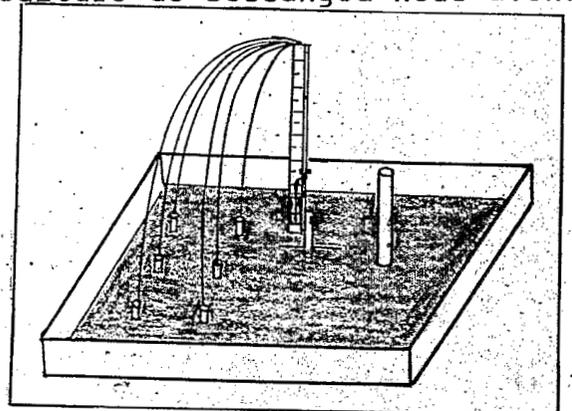
$$ETR = - [\Delta S]_{z_0} \text{ calculée entre la surface et le plan de flux nul.}$$

Ce sont ces équations que nous allons appliquer dans notre expérimentation de Bossangoa.

## II) DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Sur l'essai système de culture de Bossangoa nous avons installé dans l'essai culture traditionnelle, le dispositif suivant :

- Un cadre métallique pour empêcher le ruissellement latéral,
- 6 tensiomètres à 25, 50, 75, 100, 150, 180 cm de profondeur



- Un tube en PVC pour la mesure de l'humidité avec la tige sonde à neutron.

Il existe un dispositif dans une parcelle de culture vivrière, un autre dans une parcelle de coton. Nous avons en outre dans ces mêmes parcelles deux autres tubes à humidimètre pour disposer

de 3 mesures d'humidité, ces répétitions sont rendues nécessaires pour une meilleure précision à cause de l'hétérogénéité du sol.

Les tensiomètres sont relevés deux fois par jour. L'humidité du sol est mesurée tous les dix jours environ.

### III) NOS RESULTATS.

Ils sont encore très fragmentaires et il est trop tôt pour présenter un bilan complet de cette recherche. Nous n'avons que 3 mois de mesures et il faudrait, pour bien faire, disposer d'un cycle complet. La sonde à neutron n'est pas encore étalonnée et ne donne que des variations relatives. Nous donnons cependant en regard les courbes de charge hydraulique et d'humidité en fonction de la profondeur.

1) Le potentiel capillaire diminue très vite en surface. En particulier sous Niebe, un peu moins vite sous coton. Malheureusement les tensiomètres ne nous permettent pas de suivre le dessèchement du sol jusqu'au point de flétrissement. Il faudrait un autre appareillage dont nous ne disposons pas ici.

En profondeur par contre le potentiel capillaire reste très élevé ce qui signifie des <sup>reserves</sup> ~~recours~~ en eau considérables qui vont donc servir aux plantes plusieurs mois après la saison des pluies. Il sera intéressant pour nous de calculer à quelle vitesse cette eau peut être utilisée et jusqu'à quelle profondeur les racines des plantes peuvent puiser.

2) Le plan de flux nul n'est pas un plan mais une tranche de sol de 20 à 30 cm d'épaisseur. Elle descend très vite puis plus lentement ensuite et dépasse 1m80 de profondeur, 3 mois après les dernières grosses pluies. C'est un résultat très intéressant mais qui va nous obliger à placer des tensiomètres beaucoup plus profondément que prévu. Au Sénégal VACHAUD et al. (1978) signalent que le plan de flux nul reste stationnaire à 75 cm de profondeur. Il n'en est pas de même en RCA, peut être parce que la texture du sol est plus fine.

3) Lorsque la sonde à neutron sera étalonnée nous pourrons évaluer l'humidité du sol et calculer l'évapotranspiration réelle jusqu'à la fin de janvier.

#### CONCLUSIONS

=====

Cette première année était prévue comme une année de rodage pour nous faire la main sur nos appareils. Nous nous sommes donc volontairement limité à un point d'essai et deux parcelles. Apparemment le matériel fonctionne. Les courbes de tensiomètres sont conformes à la théorie. Il reste à établir la relation entre tensiomètres et humidimètre.

Il y a un bon espoir d'obtenir une évaluation de l'Evapotranspiration et de suivre les mouvements de drainage en profondeur. Nous devrions pouvoir définir la notion de pluie efficace et donc faire le ~~lien~~ bien avec le modèle mathématique d'analyse fréquentielle des pluies.

Si les espoirs se confirment, en saison des pluies nous mettrons en place une troisième parcelle sous jachère à Soumbé et nous rechercherons un ~~autre~~ <sup>autre</sup> site en zone forestière près de Bangui pour comparer deux zones climatiques différentes.