

LABORATOIRE D'AGRONOMIE

ETUDE DE QUELQUES COMPORTEMENTS DE L'EAU DANS LE SOL

par J.C. TALINEAU

1970

Si l'on considère l'alimentation hydrique des plantes, un fait très élémentaire domine le problème : les précipitations sont distribuées d'une manière très discontinue alors que l'évaporation est un phénomène continu.

Toute la question est donc de savoir comment l'eau des précipitations va se trouver stockée dans le réservoir sol puis mise plus ou moins rapidement et plus ou moins totalement à la disposition des végétaux.

Pour étudier le comportement de l'eau dans le sol il est commode de raisonner en terme de bilan qui se présentent :

- d'une part sous forme de gains : il s'agit d'infiltrations, de remontées capillaires ou de condensations de vapeur d'eau
- d'autre part sous forme de pertes soit par évaporation, évapotranspiration ou percolation profonde.

Nous nous proposons d'examiner ici quelques uns des principaux phénomènes rappelés ci-dessus. Nous insisterons sur les conceptions actuelles relatives à la capacité au champ et à sa mesure et terminerons par quelques considérations pratiques quant à l'utilisation agronomique de ces quelques données.

I - INFILTRATION DE L'EAU DANS LE SOL

Généralement ce phénomène est étudié au laboratoire sur des colonnes de sol sec réparti de façon homogène. On précise ainsi la cinétique du mouvement de l'eau et sa distribution en profondeur.

O. R. S. T. O. M. 1 JUL 1974

Collection de Références  
n° 6868 797

A Adiopodoumé, dans des conditions de sol très favorables (sables tertiaires très perméables) nous avons pu procéder à des mesures in situ en utilisant la méthode neutronique. Sur la figure 1 il a été reporté plusieurs profils relevés au cours d'une irrigation, avec plan d'eau continu en surface (épaisseur de la lame d'eau = 2 cm) autour d'un tube placé sur terrain nu.

Ces profils sont en accord avec les résultats de laboratoire et définissent des profils typiques d'un sol soumis à arrosage et qui montrent de bas en haut :

- un front d'humectation pratiquement ponctuel où une très faible partie de la porosité est remplie d'eau
- une zone d'humectation caractérisée par un fort accroissement de la teneur en eau de bas en haut. On remarquera que cette zone se déplace parallèlement à elle-même dans le sens des humidités croissantes ; elle peut être utilisée pour mesurer une vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol
- une zone intermédiaire à taux d'humidité maximal qui une fois atteint se maintient au cours de l'infiltration. Le remplissage dans cette zone concerne 80 à 90 % de la porosité, le taux d'humidité y est supérieur à celui de la capacité au champ.

De nombreux facteurs influencent l'infiltration. Parmi ceux-là nous retiendrons :

- la présence d'un horizon plus ou moins imperméable qui peut créer une zone d'engorgement
- dans le cas d'une pluie intense le facteur limitant l'infiltration se trouve surtout dans la couche superficielle dont la perméabilité se réduit par suite de différents phénomènes : dispersion et gonflement des colloïdes, éclatement des agrégats provoquant un compactage du milieu
- enfin il y a variation proportionnelle entre vitesse d'avancement du front et intensité de la pluie jusqu'à une intensité critique où l'avancement est moins que proportionnel : c'est là que se situe le partage entre infiltration et ruissellement.

## II - REDISTRIBUTION DE L'EAU DANS LE SOL APRES UNE PLUIE OU UNE IRRIGATION

La migration de l'eau vers la profondeur est un phénomène continu. Il n'y a pas d'état d'équilibre vrai. Néanmoins on peut distinguer deux stades dans ce phénomène de redistribution : (cf. figure 2).

- tout d'abord un stade d'écoulement rapide qui constitue le ressuyage. Ce phénomène s'atténue au fur et à mesure que l'humidité baisse ; de plus il est affecté par la texture, la structure, le taux d'humidité initial du sol. Ce stade cesse à une valeur appelée capacité au champ sur laquelle nous reviendrons plus loin

- le deuxième stade est une redistribution lente de l'eau qui est de moins en moins mobile et de moins en moins disponible pour la redistribution et l'évaporation qui avec le temps deviennent des phénomènes simultanés.

On remarquera sur la figure 2 que la distinction entre les deux stades est de plus en plus difficile avec la profondeur. Cela tient à la texture du sol qui est de plus en plus argileux et qui met en jeu des forces plus grandes dues au potentiel matriciel plus élevé.

## III - CAPACITE AU CHAMP

Une des définitions les moins mauvaises consiste peut être à dire que la capacité au champ est la plus forte humidité pour laquelle les transferts d'eau se font lentement. C'est donc essentiellement une notion dynamique.

C'est de plus une notion pratique très importante. L'eau excédentaire par rapport à la capacité au champ s'écoule rapidement par percolation et constitue le drainage. Quand la teneur en eau d'un horizon donné atteint la capacité au champ les mouvements de l'eau sont très lents. Cette caractéristique peut donc être pratiquement considérée comme la limite supérieure de l'eau mise en réserve et utilisable par les plantes.

Le fait important est de pouvoir mesurer cette caractéristique. Pendant longtemps et malheureusement encore quelquefois aujourd'hui on a identifié la capacité au champ avec l'humidité correspondant à une valeur particulière de la succion, cette succion voulant représenter le potentiel capillaire c'est à dire la force avec laquelle le sol retient l'eau. Cela permet de faire au laboratoire des mesures rapides et nombreuses malheureusement sans grande signification et cela pour deux raisons :

- la première est que la capacité au champ correspond à un phénomène in situ. C'est donc sur le sol en place que l'on doit mesurer une valeur de référence qui intégrera l'influence réciproque des divers horizons, le gradient de potentiel capillaire et les mouvements de l'eau entre les couches de sol.

- la deuxième, peut être la plus grave, est qu'il n'existe pas de valeur unique de pF caractérisant la capacité au champ. La notion d'humidité équivalente ou humidité en équilibre avec une pression de 1000 g/cm<sup>2</sup> c'est à dire à pF = 3 perd donc de son intérêt pratique. Le pF de la capacité au champ varie en fait de 1,8 dans le cas des sols sableux à 3,0 dans le cas de certains sols argileux.

Une méthode de mesure valable consiste à arroser une parcelle jusqu'à la saturation du profil et à suivre les variations d'humidité des diverses couches pendant la redistribution (cf. figure 2). Les mesures à la sonde à neutrons sont parfaitement adaptées à ce type d'étude. Dans tous les cas il ne suffit pas de mesurer l'humidité à l'issue d'une durée de ressuyage fixée arbitrairement à l'avance (par exemple 24 ou 48 heures) mais d'effectuer une série de mesures échelonnées dans le temps et de déterminer le taux d'humidité au-dessous duquel la vitesse de redistribution devient et reste faible.

Sur la figure 3 les variations dans le temps de la vitesse de dessèchement du sol exprimée en mm par jour et par tranche de un cm de sol ont été reportées. On notera qu'avec la profondeur les variations de la vitesse de redistribution de l'eau dans le sol sont de plus en plus faibles et donc de plus en plus difficiles à déceler. D'un point de vue pratique cela ne présente guère

d'inconvénient car il est surtout important de déterminer la capacité au champ dans les horizons superficiels là où la densité racinaire est maximale et on s'exerce directement l'action de l'irrigation.

#### IV - QUELQUES IMPLICATIONS AGRONOMIQUES

Les divers comportements de l'eau sont liés de façon très complexe à toute une gamme de facteurs propres au sol et à la plante. Déterminer et analyser les plus importants c'est faire de l'agronomie dans le but d'assurer à l'agriculteur une maîtrise de l'eau toujours meilleure.

Parmi ces facteurs certains nous intéressent plus que d'autres, ce sont ceux sur lesquels une intervention de l'homme est possible, en particulier :

- l'état structural du sol doit être amélioré. En effet il va conditionner la bonne ou mauvaise infiltration de l'eau. Une structure meuble, agrégée est très nettement favorable à la pénétration de l'eau, elle augmente la valeur de l'intensité maximale admissible et peut ainsi éviter les pertes par ruissellement. Enfin elle diminuera les pertes par évaporation

- les discontinuités du profil cultural doivent être évitées. Fréquemment produites par des façons culturales (labours ou binages) effectués sur des sols très humides elles limitent l'enracinement plantes et créent des niveaux d'accumulation d'eau dans le sol qui :

- d'une part s'évapore rapidement en ne participant pas à la reconstitution des réserves hydriques du sol

- d'autre part constitue un milieu asphyxiant pour les plantes.

- dans le cas d'un sol en culture l'évapotranspiration conduit à un dessèchement rapide et important du sol (cf. figures 4 et 5). Très vite il apparaîtra un déficit en eau qui perturbe l'alimentation hydrique de la plante. En condition d'exploitation intensive ce déficit entraînera le déclenchement de l'irrigation. La dose d'arrosage peut être déterminée après estimation du stock d'eau présent dans le sol et avec la connaissance simultanée :

- de la limite supérieure du réservoir sol donnée par la capacité au champ

- des caractéristiques de perméabilité des divers horizons en particulier de la couche superficielle

- de la profondeur de sol occupée par les racines et de la définition d'une tranche de sol où l'humidité ne doit pas tomber en-dessous d'une valeur critique

- du cycle végétatif de la plante en culture qui fera apparaître la notion essentielle de l'efficience de l'eau qui s'exprime en kilogramme de matière sèche produite par mm ou m<sup>3</sup> d'eau consommée. Elle varie très fortement au cours du cycle de végétation selon l'intensité et les rythmes de croissance des plantes. Commodément on définit, dans le cas des plantes annuelles, comme le maïs par exemple, un stade critique et une phase sensible pendant lesquels tout déficit hydrique si minime soit-il se traduira par une diminution de rendement. On pourra par contre laisser la plante subir un certain déficit en deçà et au delà de cette période sans préjudice grave pour le rendement. Pour le cas des plantes fourragères (cf. figure 4 et 5) l'épuisement des réserves en eau du sol est pratiquement un phénomène continu ; on remarquera néanmoins (cas de Panicum maximum) qu'une fauche permet une reconstitution plus aisée des réserves. Là encore il y aurait lieu de déceler les périodes d'accroissement intense des diverses espèces.

CONCLUSION

Notre principal souci dans le présent rapport a été d'attirer l'attention sur des phénomènes simples qui régissent le comportement de l'eau dans les couches superficielles du sol. Nous pensons avoir suffisamment insisté sur le facteur eau utilisé pour intensifier la production agricole et montré comment à partir de définitions nouvelles on pouvait envisager de repenser certains problèmes agronomiques. Mais il reste bien évident que seule la confrontation de toutes les exigences permettra de déterminer l'intérêt final des nouvelles méthodes proposées pour améliorer et régulariser la production tout en augmentant l'efficiencia de l'eau.

---

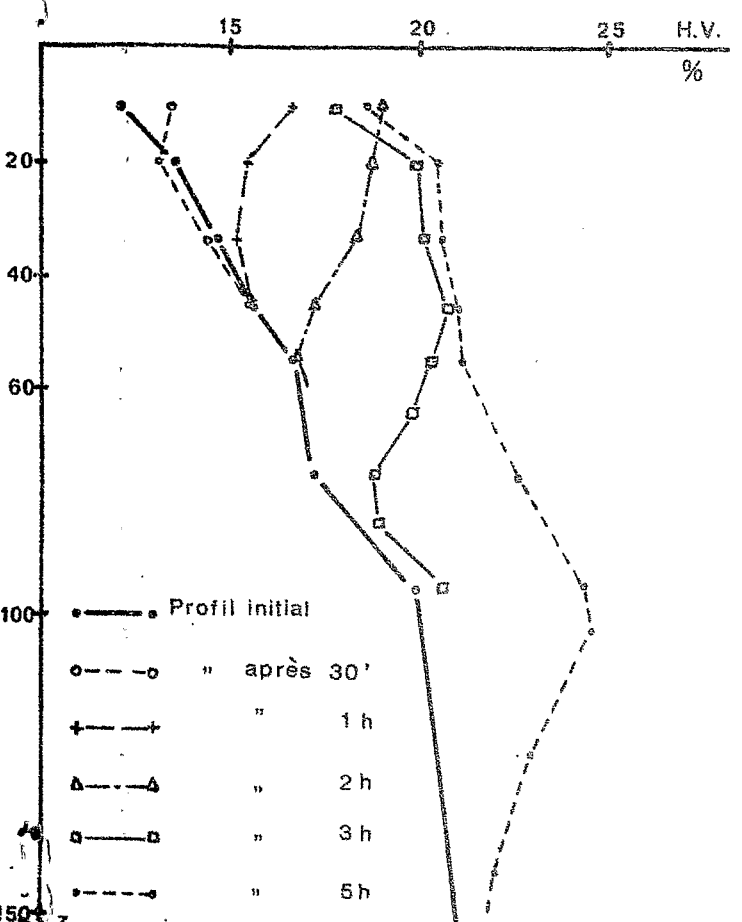


FIG. 1—Progression du front pendant l'irrigation

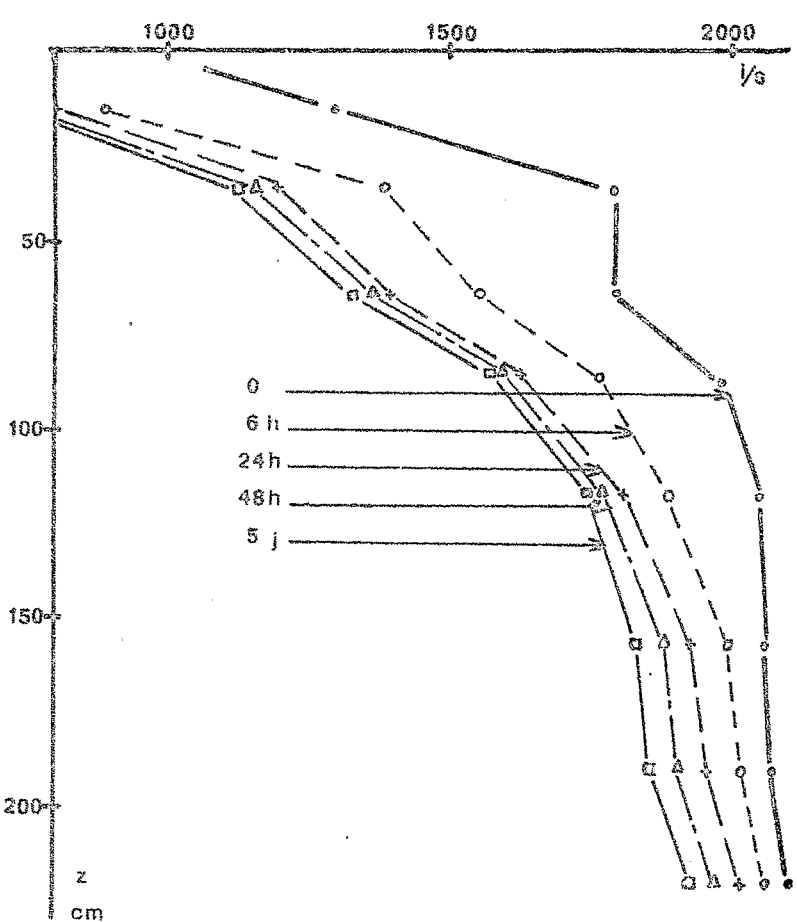


FIG. 2—Ressuyage du sol après irrigation

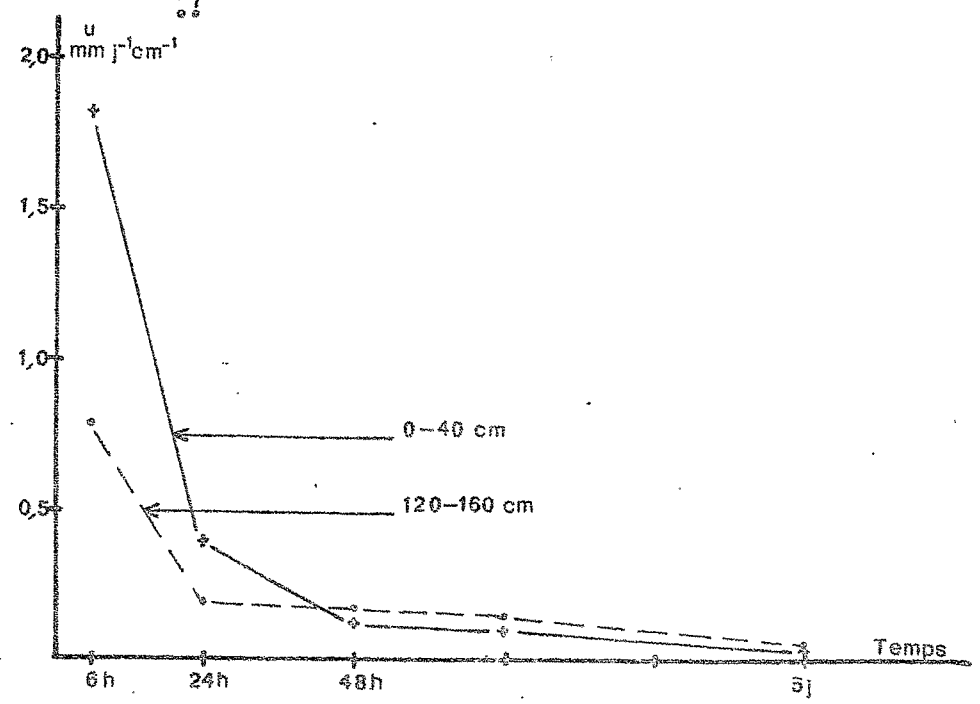


FIG. 3—Evolution de la vitesse de ressuyage dans le temps



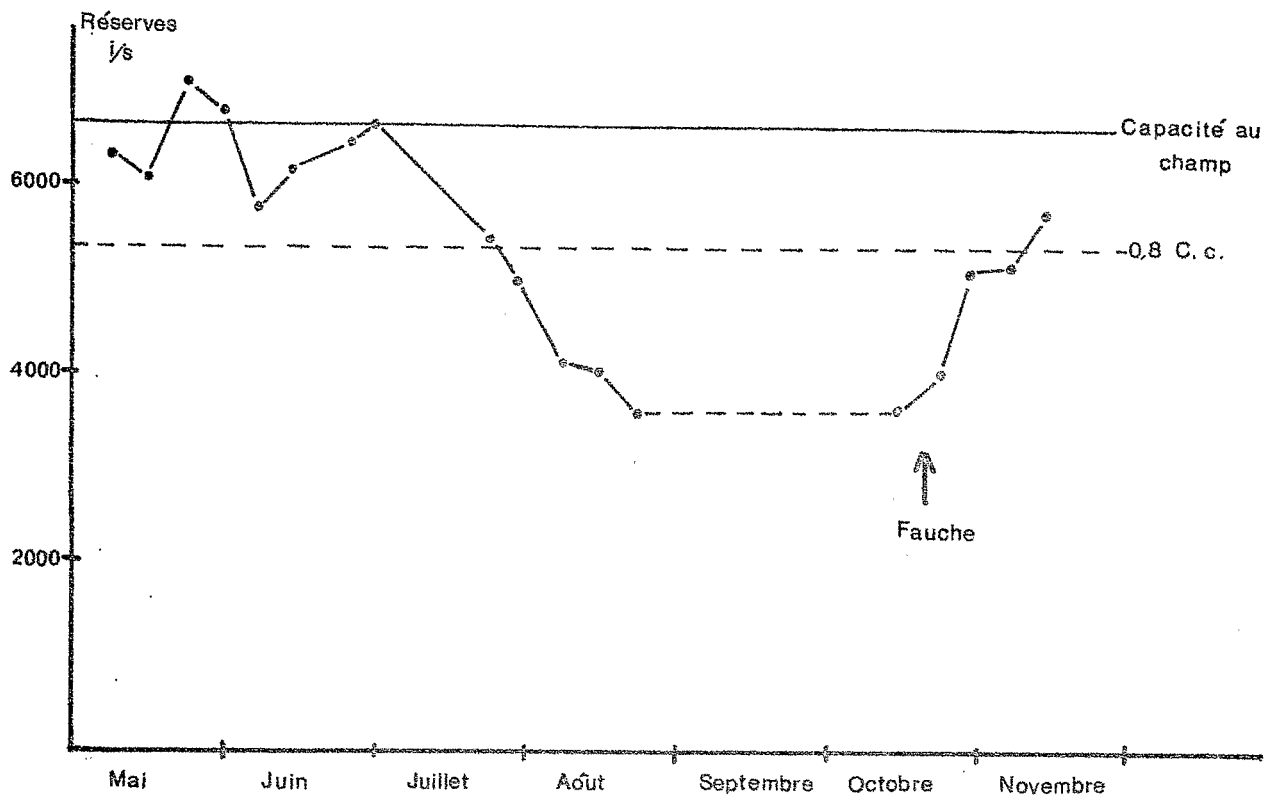


FIG. 4 — Evolution des réserves hydriques — 0-80 cm — sous *Panicum maximum*

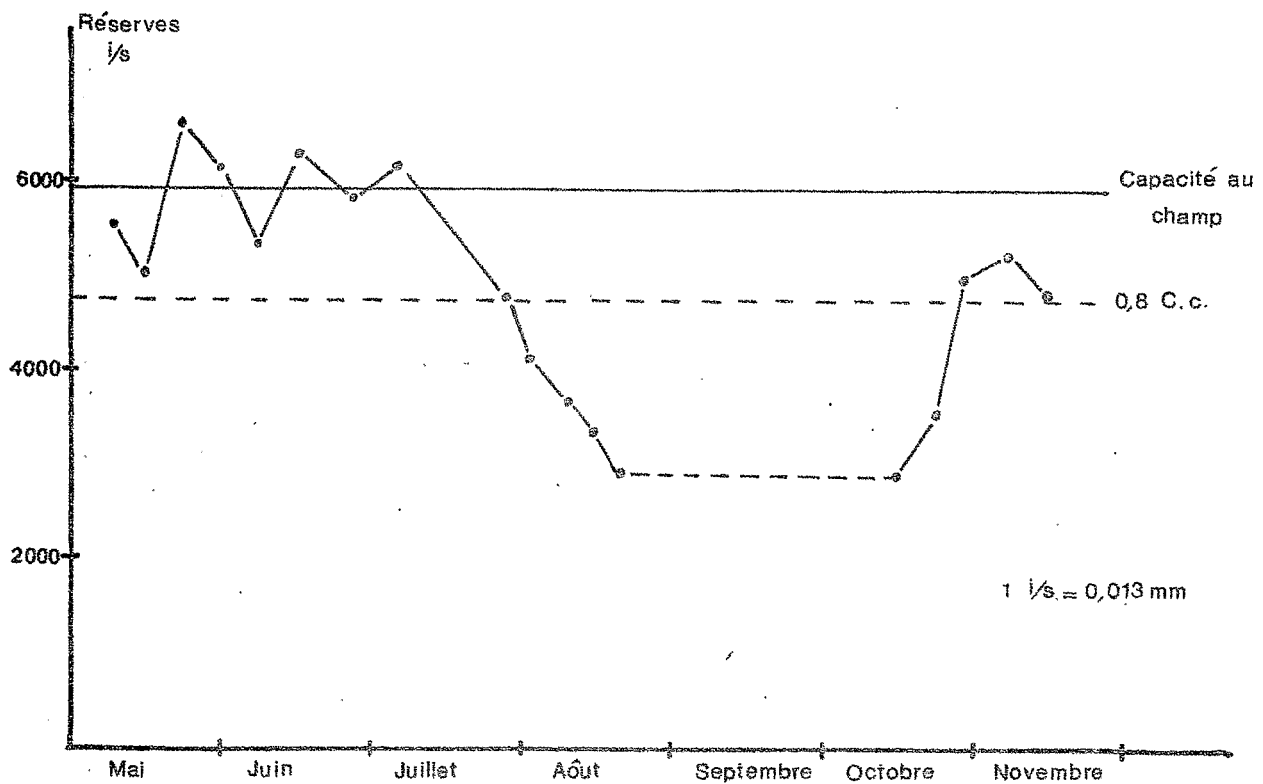


FIG. 5 — Evolution des réserves hydriques — 0-80 cm — sous *Stylosanthes gracilis*