

Étude *in situ* de la réserve en eau à l'aide d'un humidimètre à neutrons

Claude-Michèle COSANDEY ⁽¹⁾

Parmi les transformations potentielles qu'apporte la suppression du bocage, la modification du cycle de l'eau dans le sol n'est pas la plus facile à connaître. En effet, les techniques classiques de mesure de la réserve en eau du sol, par prélèvement d'échantillons à la tarière, détruisent le site et ne permettent donc pas de suivre l'évolution d'un même profil tout au long d'une année hydrologique. Par contre, l'humidimètre à neutrons ne présente pas cet inconvénient, puisque les mesures faites avec cet appareil ne perturbent pas le milieu. C'est là son grand intérêt.

La méthode que j'expose ici n'a pas encore été utilisée pour l'étude du bocage *stricto sensus*. Mais les résultats obtenus donnent une idée des applications possibles dans ce domaine.

I – LA MÉTHODE NEUTRONIQUE DE MESURE DE L'HUMIDITÉ DU SOL

1 – Principe de la méthode

La méthode neutronique de mesure de l'humidité du sol est basée sur l'interaction des neutrons avec la matière. Lors des mesures, une source radioactive (Am Be) est introduite dans le sol par l'intermédiaire d'un tube préalablement mis en place, et qui reste à demeure. Cette source émet, en permanence, des neutrons rapides qui sont ralentis et rétrodiffusés principalement par des

atomes d'hydrogène. Or, l'hydrogène est présent dans le sol essentiellement sous forme d'eau. Un détecteur de neutrons lents (ou neutrons thermiques) situé à proximité immédiate de la source émet des impulsions proportionnellement au nombre de neutrons ainsi ralentis. Ces impulsions sont transmises et affichées sur une échelle de comptage. L'étalonnage permet de relier la valeur lue au compteur à l'humidité volumique (2).

2 – Difficultés et limites de cette méthode

Si le principe est simple, l'étalonnage l'est moins, car il faut, entre autre, connaître la densité apparente sèche du sol en place (NORMAND, 1973). Une méthode, mise au point par le service de Radio-agronomie du C.E.A. (COUCHAT, MOUTONNET, 1971), avait donné de bons résultats lors d'études menées dans l'Aisne à Cessières (COSANDEY, MORAND, NORMAND, 1974). Elle s'est avérée très décevante ici, et on a préféré l'étalonnage au champ.

Par ailleurs, la méthode neutronique est une méthode ponctuelle, et il faut prendre beaucoup de précautions avant de pouvoir étendre les résultats à l'échelle d'un bassin versant par exemple. Toutefois, on peut, sans grande témérité, extrapoler à l'échelle de la parcelle ou du champ horizontal pédologiquement homogène (3).

(1) C.N.R.S., R.C.P. 231, Institut de Géographie, 191, rue Saint-Jacques, 75005 PARIS.

(2) Le principe de la méthode neutronique de mesure de l'humidité des sols est maintenant bien connu : MAHCESSE (1963), NORMAND (1974).

(3) Ceci a été étudié notamment par le C.T.G.R.E.F. d'Antony, sur le bassin expérimental de l'Orgeval.

II – UN EXEMPLE D'ÉTUDE : VARIATIONS DE LA RÉSERVE EN FORÊT DE CLOHARS-CARNOËT, DE JUILLET A NOVEMBRE 1973

1 – Conditions de l'expérimentation

Dans un petit bassin versant situé entièrement sous couvert forestier (hêtraie atlantique à sous-bois de houx et de myrtilles), on a mis en place huit tubes de mesures neutroniques, qui atteignent généralement la roche en place (granite de Moëlan). On étudie ici deux de ces tubes, l'un étant situé dans la partie amont du bassin versant (tube 1), et l'autre dans le talweg (tube 4). Ces sites sont éloignés de 200 mètres environ, et dans des conditions identiques de végétation.

Si on regarde l'ensemble des deux séries de profils (fig. 1), on remarque tout de suite que l'un ne

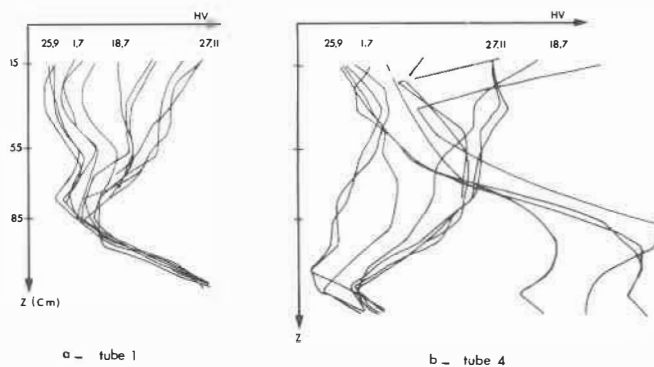


Fig. 1 FORÊT DE CARNOËT – ÉVOLUTION DES PROFILS D'HUMIDITÉ DURANT L'ÉTÉ ET L'AUTOMNE 1973

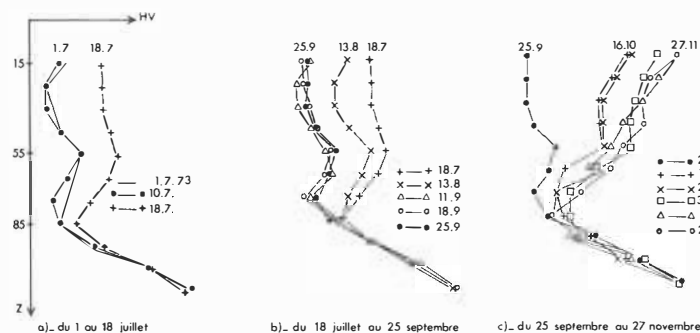


Fig. 2 tube 1 – FORÊT DE CARNOËT – ÉVOLUTION DES PROFILS D'HUMIDITÉ

bouge guère en dessous d'une profondeur de l'ordre de 85 cm, alors que l'autre varie davantage en profondeur qu'en surface. Cette différence s'explique par la présence, dans le second cas, d'une nappe phréatique, bien visible lors de la mise en place du tube.

Étudions plus en détail chacun d'eux, pour essayer de dégager des tendances générales dans l'évolution de l'humidité du sol.

2 - Évolution des profils d'humidité de juillet à novembre 1973

a – Tube n° 1 (fig. 2)

— peu d'évolution entre le 1^{er} et le 10 juillet. Le sol est déjà sec. Il ne pleut pas pendant cette période. Les nuances entre les deux profils sont surtout dues à la remise en place du sol perturbé par l'introduction du tube (fig. 2 a).

— du 10 au 18 juillet, forte augmentation de l'humidité du sol, liée à des pluies importantes.

— du 18 juillet au 25 septembre, baisse progressive de la réserve jusqu'au 11 septembre, et stagnation dans cette position minimale jusqu'à la fin du mois (fig. 2 b).

— du 25 septembre au 27 novembre (fig. 2 c), les premières pluies d'automne provoquent une augmentation rapide de la réserve jusque vers la mi-octobre. Ensuite, après un temps de répit, on observe de nouveau une légère recharge jusqu'à la fin du mois. Tout au long de novembre, les profils varient peu, restant dans leur position maximale.

Pour résumer, on distingue donc trois grandes phases d'évolution pendant la période étudiée :

— recharge de la réserve du 7 au 18 juillet;

— épuisement jusqu'à fin septembre;

— recharge ensuite, puis stagnation jusqu'à la fin du mois de novembre.

b — Tube n° 4 (fig. 3)

L'originalité de ce profil par rapport au précédent, on l'a vu, est liée à la présence d'une nappe

en profondeur, dont les fluctuations conditionnent les variations du stock d'eau. Pour la commodité de l'étude, on va distinguer évolution en profondeur et évolution en surface.

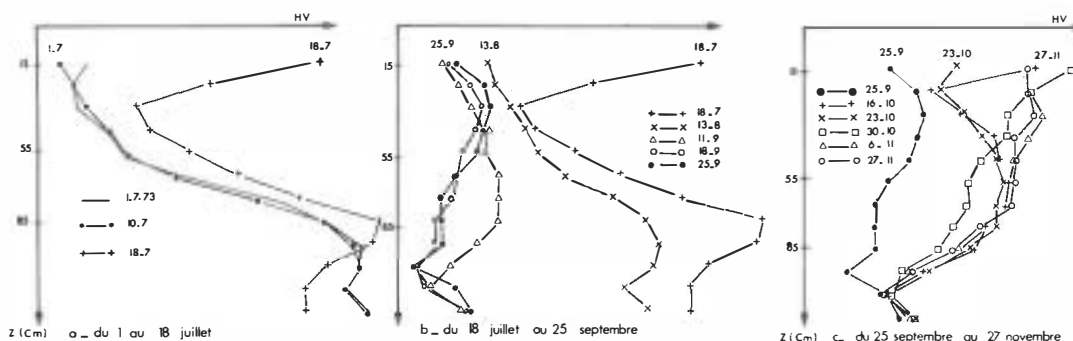


Fig. 3 - tube 4. FORÊT DE CARNOËT ÉVOLUTION DES PROFILS D'HUMIDITÉ.

— **Évolution en profondeur** : la nappe, présente à 1 m environ lors des premières mesures (1^{er} juillet), a déjà sensiblement diminué à la mi-août, et totalement disparu dans les sondages suivants. Elle ne réapparaît pas lors des réhumectations d'octobre et novembre.

— **Évolution en surface** : on retrouve toujours le même schéma évolutif : après une brève recharge début juillet, une baisse jusqu'à fin septembre. La réserve augmente ensuite, comme dans le cas n° 1, jusqu'à fin octobre, puis stagne en novembre.

3 — Conclusion

Ces quelques observations permettent les remarques suivantes :

— en ce qui concerne notre terrain d'étude, il semblerait que la réserve utile (stock d'eau disponible pour l'évaporation) soit assez faible dans l'ensemble, puisqu'elle n'intéresse, dans le cas étudié, qu'une couche de 80 à 90 cm de terre. Cette faible épaisseur explique sans doute le fait que nous ayons des fluctuations « remplissage-vidange » plus fréquentes que dans les modèles classiques : en effet, une grosse pluie d'orage suffit à réhumecter le sol, d'où repart un nouveau cycle de dessèchement (c'est ce qui se passe en juillet 1973);

— une remarque d'intérêt plus régional porte sur la sécheresse de l'automne 1973 : fin novembre, la nappe phréatique n'a pas encore retrouvé (il s'en faut de beaucoup) son niveau de juillet;

— en ce qui concerne la méthodologie, on peut écrire que le schéma général utilisé dans tous les modèles de bilan hydrologique est bien vérifié ici : on observe, d'abord, une réhumectation du sol

(reconstitution de la réserve hydrologique). Dans le cas d'années sèches (notamment lorsque les automnes sont secs), les niveaux des nappes peuvent baisser de façon alarmante, sans que la sécheresse ne se fasse sentir au niveau des cultures ou de la végétation.

III — CONSTANTES HYDRIQUES D'UN SOL ET PROFIL NEUTRONIQUE

La connaissance des constantes hydriques d'un sol (point de flétrissement et capacité de rétention) est essentielle dans les calculs de bilan hydrologique. Or, ces constantes sont généralement mesurées en laboratoire, sur des échantillons de sol remanié (ρF , humidité équivalente). C'est pourquoi, il peut paraître intéressant de faire la comparaison avec des valeurs d'humidité mesurées *in situ*.

Pour cette raison, on a porté sur un même graphique (fig. 4) :

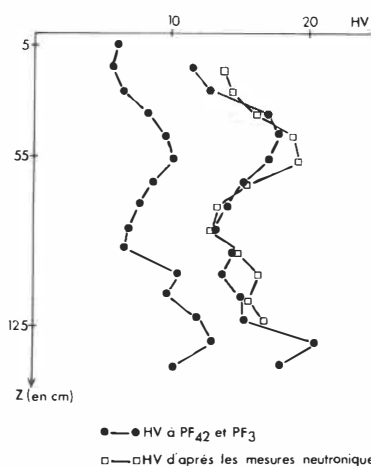


Fig. 4 FORÊT DE CARNOËT ÉTUDE DES CONSTANTES HYDRIQUES DU SOL EN PLACE

- les profils d'humidité volumique à pF 3 et pF 4.2, obtenus en laboratoire;
- un profil caractéristique mesuré par l'humidimètre à neutrons en juillet 1973.

On en tire les conclusions suivantes :

— la même allure des courbes prouve la réalité physique des résultats obtenus, tant par la méthode neutronique que par des mesures de laboratoire;

— la position du profil mesuré au champ autour de la valeur du pF 3 est tout à fait logique; il est communément admis que l'humidité à pF 3 est inférieure à celle correspondant à la capacité de rétention : celle-ci se situe plutôt entre des valeurs

2 et 3 du pF . Par ailleurs, la réserve est loin d'être épuisée (donc écartée du profil à pF 4, 2) comme on a pu le voir par ailleurs en suivant son évolution pendant l'été 1973.

IV – CONCLUSION

La méthode neutronique permet donc de suivre l'évolution d'un profil hydrique tout au long de l'année, sans perturber le milieu naturel. En dépit d'une utilisation parfois délicate, elle peut donner des informations extrêmement intéressantes sur les comportements hydrologiques de différents types de sols ou de couverts végétaux.

SUMMARY

Study of soil water storage with a neutron moisture probe

In the summer and autumn of 1973, soil water storage in two different locations of a small woody watershed was studied with a neutron moisture probe. It can be observed that, excepted

for the fact a groundwater table is present or not, the evolution is similar in both locations.

In the same way, typical soil-water constants measured in the laboratory are compared with field data. The good agreement of the results shows that such a method could be of a great interest for the study of the water cycle alterations issuing from the elimination of the bocage.
