

## **La Prédiction des propriétés de rétention en eau de quelques sols de la région du haut Cheliff par les fonctions de pédotransfert**

Zemmouri Samia<sup>1</sup>

*1. Université Saad Dahleb de Blida*

---

### **Résumé**

Les caractéristiques des sols et leur relation avec la rétention en eau du sol ont fait l'objet de plusieurs études. Ce travail a pour objectif l'établissement de fonctions de pédotransfert à deux niveaux de potentiels de rétention d'eau des sols du Haut Cheliff et cela pour la recherche de paramètres les plus pertinents pour la rétention en eau. Les mesures et analyses ont été réalisées sur un ensemble de 30 horizons provenant de 08 profils de la région étudiée. L'importance de la contribution des différentes variables du sol vis-à-vis de la rétention en eau est estimée par les valeurs des coefficients de détermination et de corrélation. Le niveau de fiabilité des fonctions de pédotransfert établies a été estimé au moyen de 4 échantillons tests issus des mêmes sols. Les principaux résultats obtenus révèlent que la teneur en argile, en matière organique et en limons fins sont les facteurs qui contribuent le plus à la rétention en eau des sols, aux bas potentiels, la densité apparente contribue à la rétention en eau au potentiel moyen. La capacité d'échange cationique apparaît comme étant un estimateur médiocre des propriétés de rétention en eau lorsqu'elle se substitue à l'argile et à la matière organique. La validation des estimations indique que le biais, globalement est assez bas, ce qui traduit une bonne qualité de prédiction de la rétention en eau des sols étudiés.

**Mots-clés :** capacité de rétention d'eau, teneur en eau du sol, fonctions de pédotransfert, Haut Cheliff.

---

### **Introduction**

Le bassin du Haut Cheliff est située à 120 Km au Sud –Ouest d'Alger et faisant partie de la plaine du Cheliff à 350 m d'altitude. Il s'étend sur une surface d'environ 37 Km<sup>2</sup>, il fait partie de la wilaya d'Ain Defla (ANRH, 2005).

Dans la région du Haut Cheliff, la nature du sol varie avec le relief, ce qui nous permet de distinguer les sols alluviaux limoneux de terrasse récente. Malgré leurs contraintes physiques ces sols sont recherchés par les agriculteurs, les potentialités de ces sols ne peuvent s'exprimer pleinement qu'avec des réserves hydriques suffisantes pouvant subvenir aux besoins en eau des cultures durant la totalité de leur cycle végétatif. En effet, l'augmentation et la régularité de la production agricole, sont liées à l'amélioration des conditions d'utilisation de l'eau par les cultures (Chevry et al., 1998).

Les propriétés hydriques des sols et leurs horizons ne sont généralement connues que pour un nombre restreint de sols en raison de la lourdeur des protocoles utilisés pour leur détermination (Bastet et al., 1998 ; Al Majou et al., 2007), C'est pourquoi des outils de prédiction ont été développés. Ces outils, dénommés « fonctions de pédotransfert » (FPT)

(Bastet et al., 1998). , relie les propriétés hydriques à des propriétés du sol beaucoup plus aisément accessibles comme la teneur en argile, la teneur en carbone organique ou encore la densité apparente. De nombreuses fonctions de pédotransfert ont été développées pour les propriétés de rétention (Al Majou et al., 2005).

## I. Matériel et méthodes

À partir d'un ensemble de 30 horizons issus de 8 profils de sols situés dans le haut au niveau de la région de khemis Miliana, ce travail a pour objectif la prédiction de la rétention en eau des sols à deux niveaux de potentiels  $pF = 2,0$  et  $pF = 4,2$  (-100 kPa et -1 600 kPa) au moyen de fonctions de pédotransfert. Les résultats de l'analyse granulométrique, indiquent que les sols étudiés ont des teneurs élevées en limon (39.59% de moyenne), alors que les argiles sont présents avec des taux appréciables (13 % de moyenne). À l'inverse, les taux des sables sont bas.

**Tableau.1. Statistiques descriptives des constituants minéraux des sols étudiés**

	<b>A%</b>	<b>L%</b>	<b>S%</b>
<b>Nombre d'échantillon</b>	30	30	30
<b>Valeur moyenne</b>	13,75	39.59	5,27
<b>Valeur Maximum</b>	30	45.55	13,4
<b>Valeur minimum</b>	5	31.30	1,50

Ces sols sont peu calcaires, globalement neutres mais avec cependant quelques échantillons basiques (un maximum de 8,42), conséquence de la prédominance du cation  $Ca^{++}$  dans le complexe . La capacité d'échange cationique (CEC), globalement moyenne de 16,51 meq/100g de sol.

Les mesures hydriques que nous avons effectuées ont porté sur 30 horizons de 08 profils issus de l'étude agro-pédologique , réalisée par le Département de Pédologie de l'Agence nationale des Ressources hydrauliques (Ecrément, 1971).

**Tableau.2. Statistiques descriptives des paramètres physico-chimiques et biologiques des sols étudiés**

Paramètres	Maximum	Minimum	Moyenne
<b>Ph</b>	8,42	7,11	7,54
<b>CE (dS/m)</b>	1.12	0.12	0.31
<b>Ca Co<sub>3</sub>%</b>	24.92	1.69	13.28
<b>CEC (meq /100g.sol)</b>	18.78	13.12	16.51
<b>Ca<sup>+</sup> (meq /100g.sol)</b>	13.23	15 ,48	14,79
<b>Mg<sup>++</sup> (meq /100g.sol)</b>	8,78	3,08	5,60
<b>K<sup>+</sup> (meq /100g.sol)</b>	0,77	0,15	0,43
<b>MO%</b>	0,95	0,95	0,32
<b>C%</b>	0,66	0,05	0,26
<b>N ‰</b>	2,21	0,06	0,59
<b>C/N</b>	6,61	0,7	2,69
<b>Da</b>	1 ,5	1 ,4	1 ,4

Les échantillons ont été prélevés dans un état d'humidité proche de la capacité au champ, au moyen de cylindres métalliques biseautés d'un volume de 100 cm<sup>3</sup> chacun. Après application successive des deux potentiels (-100 kPa et -1 600 kPa) au moyen de l'appareil de Richards, les mesures des teneurs en eau ont été réalisées par la méthode gravimétrique à 105 °C (24 h). Enfin, la CEC a été mesurée à pH 7 après saturation à l'acétate d'ammonium à la concentration 1N puis extraction et dosage de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

**Échantillons destinés au test de validation :** Pour tester le niveau de fiabilité des fonctions de pédotransfert, les horizons de surface (environ 0-15 cm) et subsurface (15-40 cm) de 4 profils ont été échantillonnés, soit un total de 8 échantillons issus des mêmes types de sol de la région.

Ces échantillons ont été soumis à des mesures hydriques identiques à celles des sols étudiés.

### **I.1. Justification du choix des variables et des FPT**

De nombreux modèles de fonctions de pédotransfert ont été établis ces dernières décennies et sont considérés comme autant de références ; celui retenu dans le cadre de ce travail est celui de Bastet et al. (1998). La comparaison de ce modèle par Bruand et al. (2002) à d'autres modèles tout aussi récents, sur plusieurs « unités cartographiques de sols », a montré que celui-ci se rapprochait le plus des résultats mesurés et était donc plus fiable. Par

ailleurs, il présente l'avantage de la simplicité d'emploi et de la facilité d'accès aux données des sols.

La formule générale de la fonction de pédotransfert retenue est la suivante :

$$W = a_1 C_1 + a_2 C_2 + a_3 C_3 + \dots + a_i C_i + b$$

dans laquelle W est la teneur en eau pondérale,  $C_i$  une caractéristique pédologique,  $a_i$  le coefficient correspondant, b l'ordonnée à l'origine, i le nombre de paramètres descripteurs.

L'évaluation des FPT se fait essentiellement par une comparaison des moyennes des valeurs prédites par les FPT à celles mesurées. Leur fiabilité est estimée par le calcul de l'erreur moyenne (EM) et de l'écart-type de prédiction qui lui est rattaché (ETP) (Van Alphen et al., 2001) :

$$EM = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n (\theta_p - \theta_m) \quad (1)$$

$$ETP = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n [(\theta_p - \theta_m) - EM]^2 \right\}^{1/2} \quad (2)$$

avec n, le nombre d'échantillons,  $\theta_p$ , la teneur en eau volumique prédite par les FPT,  $\theta_m$ , la teneur en eau volumique mesurée. La prédiction est d'autant moins biaisée que EM est proche de zéro. Ainsi, lorsque la moyenne des EM est positive, les FPT surestiment  $\theta$ , alors que si elle est négative, celles-ci la sous-estiment. ETP est l'écart-type de prédiction, il permet d'estimer la précision de l'estimation (EM), ce dernier est d'autant plus précis que l'ETP est proche de zéro.

## II. Résultats et discussion

Les résultats obtenus par les régressions multiples montrent que toutes les équations sont significatives au seuil de 5 %.

On y observe également qu'avec les variables argile et matière organique, le coefficient de corrélation est plus élevé notamment au bas potentiel (0,51 et 0,52)

Tableau.3. Relations entre les caractéristiques du sol et la rétention en eau

Variables	Potentiels eau	Equation de régression	r	r <sup>2</sup>	sign
A,MO	-100 kPa	$Y_1 = 0,11A + 0,79MO + 16,23$	0,42	0,17	*
A,MO	-1 600 kPa	$Y_2 = 0,15A + 0,04MO + 23,40$	0,51	0,25	*
A,MO,LF	100 kPa	$Y_3 = 0,20A + 0,15MO + 0,25LF + 5,06$	0,44	0,15	*
A,MO, LF	-1 600 kPa	$Y_4 = 0,16 A + 0,03MO + 0,39LF + 12,78$	0,52	0,21	*
A,MO, LF, Da	100 kPa	$Y_5 = 0,10A + 0,29MO + 0,02LF + 1,31Da + 30,28$	0,47	0,22	*
A,MO, LF, Da	-1 600 kPa	$Y_6 = 0,13 A + 0,40MO + 0,41LF + 2,05Da + 21,89$	0,40	0,31	*
CEC,LF	100 kPa	$Y_7 = 0,08CEC + 0,78LF + 5,12$	0,42	0,28	*
CEC,LF	-1 600 kPa	$Y_8 = 0,14CEC + 0,03LF + 14,45$	0,40	0,18	*
CEC,LF, Da		$Y_9 = 0,05CEC - 0,19LF + 1,54Da + 21,43$			
CEC,LF, Da		$Y_9 = 0,01CEC - 0,71LF + 2,01 Da + 11,90$			

Ces résultats suggèrent que les effets de la texture et ceux de la matière organique varient d'un sol à l'autre, ils dépendent des niveaux des potentiels étudiés. En plus de l'argile et de la matière organique et en raison de leurs teneurs relativement élevées, les limons fins ont été introduits comme variable explicative. Cette fraction est connue pour ses capacités à retenir l'eau aux hauts et moyens potentiels.

Afin de montrer le rôle de la structure dans la rétention en eau des sols aux deux potentiels par combinaison de la texture et de la structure. On a induit la densité apparente, ce paramètre qui est censé traduire la porosité du sol. La relation s'améliore en effet à -100 kPa,. À ce niveau, la structure du sol joue en effet un rôle dans la rétention en eau, même s'il reste cependant limité. Ce comportement est expliqué par l'importance relative de la densité apparente ( $R^2$  passe de 0,15 à 0,22) pour respectivement  $Y_3$  et  $Y_5$ .

La substitution de l'argile et de la matière organique, principales sources des charges superficielles, par la  $CEC_7$  (CEC mesurée à pH 7) ( $Y_7$  et  $Y_8$ ) a réduit les coefficients de corrélations pour les deux potentiels. De ce fait, l'emploi de la  $CEC_E$  (CEC effective, mesurée au pH du sol) aurait été encore moins approprié pour les sols étudiés.

## II.1. Validation des FPT

En référence à des travaux similaires portant sur d'autres régions (Van Alphen et al., 2001 ; Bruand et al., 2002) , nous avons entrepris la validation des FPT au moyen d'échantillons tests afin de calculer l'erreur moyenne prédictive (EM %) pour l'ensemble des horizons. Les résultats montrent que l'erreur moyenne (EM %) est négative , c'est-à-dire que leurs FPT sous-estiment légèrement les teneurs prédites , Par ailleurs, l'écart-type prédictif globalement assez bas traduit FPT relativement fiables .

Horizons	EM %	ETP%
30	-0,031	2,15

Ces résultats montrent en effet que les différences de teneurs en eau entre les valeurs estimées par calcul et celles mesurées sur des échantillons de validation de mêmes constitutions sont faibles, ce qui traduit la fiabilité des FPT établies.

### Conclusion

Ce travail réalisé montre que l'estimation de la rétention en eau à la capacité au champ et au point de flétrissement permanent des sols de la région du Haut Cheliff peut être obtenue au moyen de FPT. En effet, les résultats obtenus montrent que toutes les équations de régression sont significatives, Cependant, la force des relations statistiques entre les caractéristiques et les propriétés des sols et l'eau qui y est retenue, exprimée par les différentes corrélations, dépend des variables prises en compte dans les calculs.

La validation des estimations par l'EM indique que le biais, globalement négatif, est assez bas ce qui indique que les FPT établies dans ce cadre sont de bonne qualité.

### Références Bibliographiques

- Al Majou H. et al., 2005. Premiers résultats de validation des classes de pédotransfert établies à partir de la base de données SOLHYDRO 1.0 : application à des sols de la région centre. *Étud. Gestion Sols*, 12(3), 221-228.
- Al Majou H., Bruand A., Duval O., Cousin I. 2007. Comparaison de fonctions de pédotransfert nationales et européennes pour prédire les propriétés de rétention en eau des sols. *Étud. Gestion Sols*, 14(2), 103-116.
- ANRH .2005. Agence notionnel des ressources hydriques
- Bastet G., Bruand A., Quéting P. , Cousin I. 1998. Estimation des propriétés de rétention en eau des sols à l'aide de fonctions de pédotransfert (FPT) : une analyse bibliographique. *Étud. Gestion Sols*, 5(1), 7-28.
- Bruand A. et al., 2002. Estimation des propriétés de rétention en eau des sols : utilisation de classes de pédotransfert après stratification texturale et texturo-structurale. *Étud. Gestion Sols*, 9(2), 105-125
- Cheverry C., Robert M. 1998. La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau : une menace pour l'avenir de l'agriculture et pour l'environnement des pays au sud de la Méditerranée. *Étud. Gestion Sols*, 5(4), 217-226
- Ecrément Y. 1971. *Étude agro-pédologique de la plaine de la Mitidja et carte 1/50 000°*. Alger : Institut Géographique National.
- Van Alphen B.J., Booltink H.W.G., Bouma J. 2001. Combining pedotransfer functions with physical measurements to improve the estimation of soil hydraulic properties. *Geoderma*, 103, 133-147.