

## **Comportement Hydrodynamique des Horizons Pédologiques Superficiels : Etude Expérimentale sous Pluie Simulée et sous Plan d'Eau.**

**Boudjemline Djamel (1) et Benamara Lakhdar(1)**

(1) *Département d'Hydraulique. Université des sciences et de la technologie d'Oran. BP 1505 El M'naouar 31000 Oran, Algérie*

e-mail : [boudjemline@univ-usto.dz](mailto:boudjemline@univ-usto.dz)

[benamara@univ-usto.dz](mailto:benamara@univ-usto.dz)

### **Abstract**

Infiltration measures were lead on young soil, known as red mediteranian soil. The first serries of measures were effected under simulated rain, followed by a second one effected under a plan of water using a monocylinder . In the two cases, we have tested the influence of the surface's state of the soil (plain soil, covered soil with vegetation, laboured soil) on the capacity of infiltration. In sum, about fifty essays were realised and the obtained results were quite satisfactory. The experimentation have permitted to put in evidence the advantages and disavantages of each approach. But both of them need to cover more territory and pedological situations if we want to integrate the whole of heterogeneities that we may meet in field or watersheed.

KEY WORDS: Infiltration — rainfall simulation — monocylinder — Oran.

### **Introduction:**

Le sol est un milieu poreux tri phasique constitué d'une phase solide, d'eau et d'air en proportions variables. Il constitue pour l'eau un milieu tampon entre les écoulements souterrains et superficiels. La circulation de l'eau est conditionnée par des considérations liées aux caractéristiques internes du sol (texture, structure et teneur en matière organique) et des caractéristiques externes (état de la surface du sol, régime de l'eau). Ce sont toutes ces considérations qui font que l'eau précipitée peut être drainée en profondeur pour alimenter la nappe profonde ou freinée dans son transit souterrain pour générer du ruissellement et éventuellement de l'érosion.

Matériels et méthodes :

**Sous pluie simulée,** Les essais infiltrométriques ont été effectués à l'aide d'un simulateur de pluie de type Orstom à commande automatisée. Trois états de surface ont été testés, à savoir : un sol nu, un sol couvert de végétation et un sol nu labouré sur une dizaine de centimètres. Pour chaque état de surface, cinq essais ou répétitions ont été effectués. Les résultats sont consignés dans le tableau 2.

Comme le montrent les figures 1 et 2 ci-dessous, l'intensité d'infiltration décroît avec le temps pour atteindre une valeur asymptotique proche de la conductivité hydraulique à saturation. Où,  $F$  représente l'intensité d'infiltration (mm/h) et  $P$  l'intensité de la pluie (mm/h)

**Sous plan d'eau,** les essais infiltrométriques ont été effectués à l'aide d'un monocylindre de dimensions connues. La démarche est inspirée de Roose et al, 1993. Pour

tester l'influence d'un certain nombre de facteurs sur l'infiltrabilité et valider un tant soit peu les résultats, chaque essai a été répété cinq fois et le résultat retenu correspond à la valeur médiane.

Parmi les facteurs testés, on distingue des **facteurs internes, inhérents au sol** tel que la nature de la texture et l'état de la surface du sol, et des **facteurs externes** dont le climat représenté par les apports en eau.

Ainsi, on a testé :

L'influence de l'augmentation de la charge d'eau (en composant avec 3 charges différentes) ;

L'influence d'une litière recouvrant la surface du sol ;

L'influence du labour (en retournant la surface du sol sur quelques centimètres) ;

Au total, 30 essais furent réalisés pendant une campagne de mesures qui a duré un mois.

Les mesures observées sont corrigées par rapport à un coefficient dépendant de la forme de la tache mouillée ou front d'humectation (Roose et al, 1993.)

Des mesures annexes ont été effectuées : il s'agit des densités apparente et réelle du suivi des profils hydriques, ainsi que l'analyse granulométrique des échantillons.

## Résultats :

### 1- Les paramètres hydrodynamiques :

A lecture des résultats apparaissent les points suivants :

Les paramètres hydrodynamiques varient d'un essai à l'autre et d'une variante à l'autre. Ce qui témoigne d'une hétérogénéité du milieu étudié.

L'intensité de l'infiltration minimale varie de 10 mm/h à 22 mm/h sur sol nu, de 22 mm/h à 65 mm/h sur sol labouré et de 8 mm/h à 17 mm/h sur sol couvert de litière.

L'intensité d'infiltration moyenne varie de 10 mm/h à 26 mm/h sur sol nu, de 25 mm/h à 72 mm/h sur sol labouré et de 11 mm/h à 21 mm/h sur sol couvert de litière.

La profondeur du front d'humectation semble moins hétérogène ; elle varie de 15 cm à 33 cm sur sol nu, de 14 cm à 40 cm sur sol labouré et de 15 cm à 30 cm sur sol couvert de litière.

Si la profondeur du front d'humectation semble homogène quel que soit le type d'état de surface, le rôle du labour semble très significatif puisque l'infiltration est à chaque fois majorée. Le rôle de la litière semble paradoxal ; les faibles valeurs de l'infiltration pourraient s'expliquer par l'hétérogénéité du milieu.

### 2- Influence des facteurs internes et externes du sol sur l'infiltrabilité :

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Comparaison de l'infiltration sous pluie simulée et sous plan d'eau.

Etat de surface	Fn(mm/h)		Wu(mm)	
	Pluie Simulée	Plan d'eau	Pluie Simulée	Plan d'eau
sol nu	12	18	47	30
Sol labouré	23	32	97	32
sol avec couvert végétal/litière forestière	> 72	12	81	17

Où :  $F_n$  = infiltrabilité finale et  $w(u)$  la lame d'eau infiltrée cumulée.

L'effet du labour est net puisqu'on passe de 18 mm/h à 32 mm/h sous plan d'eau et de 12 mm/h à 23 mm/h sous pluie simulée. En modifiant l'état structural du sol en créant des vides supplémentaires donc une macro porosité plus importante, le labour favorise davantage l'infiltration de l'eau.

Lorsqu'il s'agit d'une litière (aiguilles), l'effet n'est pas très significatif. Il semble que l'infiltration est plutôt réduite sous litière ce qui est paradoxal. Par contre lorsque le couvert végétal est constitué d'une prairie, l'infiltration est très élevée et supérieure à l'alimentation sous pluie simulée ( $F > 72$  mm/h). Le rôle de la litière serait plus significatif lorsqu'il s'agit d'un apport pluvial sous la forme de gouttes de pluies pourvues d'une énergie cinétique, que sous la forme d'une nappe d'eau dépourvue de toute énergie. En fait La litière joue un rôle d'écran. Elle intercepte les gouttes des pluies et diminue leur impact. Son action est beaucoup plus importante sous pluie.

La charge d'eau tout comme l'intensité de la pluie ne semble pas contrôler l'infiltrabilité comme le montre le tableau 2. L'augmentation de la charge hydraulique n'est pas accompagnée systématiquement d'une augmentation de l'infiltrabilité.

Tableau 2 : Influence de la charge d'eau et de l'intensité de la pluie sur l'infiltrabilité finale  $F_n$ .

H(cm)	$F_n$ (mm/h)	$I_p$ (mm/h)	$F_n$ (mm/h)
4	18	30	18
6	9	50	15
8	11	60	16
		70	16

Par contre sous pluie simulée, l'infiltrabilité semble se stabiliser autour de 15 à 16 mm/h malgré l'augmentation de l'intensité de la pluie. Il serait peut-être souhaitable de faire varier beaucoup plus la charge d'eau, c'est à dire composer avec cinq ou six charges différentes plutôt que trois pour pouvoir se prononcer.

## Discussion

Les résultats obtenus confirment l'effet favorable du labour et de la végétation sur l'infiltration. La litière forestière (lit d'aiguilles superposé à la surface du sol) dépourvue de racines (à l'échelle de l'essai) ne semble pas avoir d'effet sur l'infiltration. L'augmentation de l'intensité de la pluie (sous pluie simulée) ne s'accompagne pas d'une augmentation de l'infiltrabilité. Tout comme l'augmentation de la charge d'eau (sous plan d'eau) ne semble avoir aucun effet sur l'infiltrabilité finale. Cette dernière semble beaucoup plus dépendante des caractéristiques intrinsèques du sol et notamment de sa texture et de ce fait l'infiltrabilité finale pourrait être assimilée à la conductivité hydraulique et donc dépendant uniquement des caractéristiques internes du sol à savoir sa texture.

Dans tous les cas les valeurs de l'infiltrabilité mesurée aussi bien au simulateur que sous plan d'eau sont du même ordre de grandeur (tableau 2). Cependant, le régime permanent est atteint beaucoup plus rapidement sous plan d'eau que sous pluie simulée ce qui entraîne une consommation en eau plus importante sous pluie simulée. La durée de l'essai est de ce fait beaucoup plus courte sous plan d'eau.

## **Conclusion :**

Que ce soit sous pluie simulée ou sous plan d'eau, les résultats de l'infiltrabilité sont du même ordre de grandeur avec des valeurs légèrement plus élevées sous plan d'eau. Ce qui est tout à fait conforme à la théorie de l'infiltration et à l'effet de la dégradation de la surface du sol sous pluie simulée. Les mesures sous plan d'eau sont beaucoup plus aisées, moins consommatrices en eau, moins coûteuses et nécessitant un personnel plus réduit par rapport à la simulation de pluie. Toutefois la méthode ne prend pas en compte l'hétérogénéité du milieu puisque l'échelle de l'essai est trop petite (quelques cm<sup>2</sup> de terrain.) . La simulation de pluie dont l'échelle de mesure est relativement plus grande (1m<sup>2</sup> ) ne fait pas mieux, et il faudrait dans les deux cas répéter les mesures et pondérer par rapport aux différentes situations pédologiques pour passer à l'échelle du champ ou celui du bassin versant.

## **BIBLIOGRAPHIE :**

- Biielders C et Van Cloosters, 2003 : Hydrodynamique du sol. , Document inédit. , Univ Louvain.
- Boivin P, Touma J et Zante P, 1988 : Mesure de l'infiltrabilité du sol par la méthode du double anneaux. , Cah. Orstom., sér., Pédol., Vol XXIV., n° 1., 17-25
- Magharbi S et Bouaricha L, 1996: Etude hydrodynamique d'un sol sablo limoneux d'Oran. – Mémoire d'ingénieur. , USTO.
- Mermoud A, 2001 : Cours de Physique du sol. , Document inédit. , EPLF. Lausanne
- Musy A et Soutter M, 1991 : Physique du sol. , Document inédit. , EPLF. , Lausanne.
- Nemdili M et Rai S, 2000 : Etude de l'infiltration et assai de modélisation (cas d'un sol sableux d'Oran) ., Mémoire d'ingénieur. , U.S.T.O.
- Roose E, Blancaneaux P et Luis de Fretas P, 1993 Un simple test de terrain pour évaluer la capacité d'infiltration et le comportement hydrodynamique des horizons pédologiques superficiel : méthode et exemples. Cah. , Orstom. , sér. , Pédol. , vol. , XXVIII. , n° 2. , 1993: 413-419