

Agence de l'eau
Rhin-Meuse

R A P P O R T F I N A L

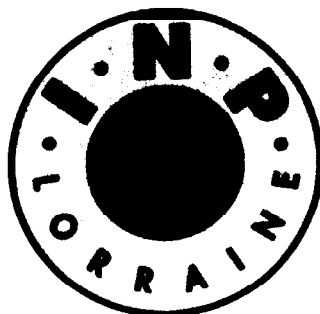
Décembre 1995

CAPACITE D'INFILTRATION ET PERMEABILITE DES SOLS NON SATURES

par

BUES Michel

SIMULATEUR DE PLUIES



SIMULATEUR DE PLUIES

INTRODUCTION

1. OBJECTIFS DU SIMULATEUR DE PLUIE

2. PRINCIPALES MÉTHODES EXISTANTES

- 2.1. Sous lame d'eau
- 2.2. Sous pluie simulée

3. PRÉSENTATION DE L'APPAREIL

- 3.1. Principe de l'appareil
- 3.2. Description du matériel

4. ÉTALONNAGE DU SIMULATEUR

- 4.1. Relation intensité de la pluie/pression
- 4.2. Choix et recommandations

5. ESSAIS IN SITU

- 5.1. Choix des sites : École d'Architecture et Château de Remicourt
- 5.2. Les problèmes
- 5.3. Résultats et interprétations

CONCLUSION

14

BIBLIOGRAPHIE

15

ANNEXE

16

INTRODUCTION

Il est nécessaire de déterminer avec précision la part de l'eau de pluie perdue par ruissellement et susceptible de provoquer de l'érosion de celle qui s'infiltré effectivement dans le sol.

L'élaboration de ce simulateur de pluie a consisté à mettre au point un mécanisme permettant de reproduire des variations d'intensité de précipitations. En outre, cet appareil doit être facile à manipuler et utilisable *in situ*. Les gammes d'intensité prévues sont comprises entre 2 mm/min à 25 mm/min.

Après un rappel des objectifs fixés et des principales méthodes existantes, dans le paragraphe 3 est présenté le simulateur de pluie.

L'étalonnage de ce dernier donne accès à l'intensité de la pluie en fonction de la pression d'alimentation des buses et permet de choisir le mode de fonctionnement lors d'essais sur le terrain (paragraphe 4).

Cet appareil a été utilisé pour l'étude de la capacité d'infiltration et/ou de ruissellement des sols de la région de Nancy (paragraphe 5). Deux sites expérimentaux ont été mis à notre disposition : l'École d'Architecture et le parc du Château de Remicourt.

1. OBJECTIFS DU SIMULATEUR DE PLUIE

L'appareil doit répondre à plusieurs objectifs, à savoir :

- (i) l'étude des caractéristiques de l'infiltration dans les conditions les plus proches possibles des conditions naturelles, La variation continue de l'intensité de la pluie (*e.g.* : simuler un orage, une pluie normale ou une pluie fine) est obtenue à l'aide d'une large gamme de pression d'alimentation.
- (ii) l'étude du ruissellement et de la capacité hydraulique, *e.g.* : durée de la pluie d'imbibition, intensité limite à partir de laquelle se déclenche le ruissellement.
- (iii) il doit être d'un maniement aisé et facilement transportable.

2. PRINCIPALES MÉTHODES EXISTANTES

Il existe de nombreuses méthodes permettant de mesurer les intensités d'infiltration. Deux principes différents peuvent être distingués : l'intensité d'infiltration est mesurée soit sous lame d'eau, soit sous pluie simulée.

2.1. Sous lame d'eau

Ces méthodes ne respectent pas les conditions naturelles. En effet, elles ne mesurent pas l'infiltration du mélange air/eau, mais l'eau seule. Or, en début de pluie, alors que le ruissellement n'est pas encore déclenché, des phénomènes de dégazage et d'emprisonnement d'air ont lieu sous pluies naturelles. Ces phénomènes sont modifiés par l'apport brutal d'une charge d'eau. Sous lame d'eau, des ordres de grandeur acceptables peuvent être obtenus.

2.2. Sous pluie simulée

Un certain nombre d'appareils ont été mis au point dans différents pays. La plupart d'entre-eux permettent non seulement l'étude de l'infiltration par mesure du ruissellement et par différence avec l'intensité de la pluie simulée, mais également l'étude des pertes de terre par l'analyse turbidimétrique des eaux de ruissellement pour diverses intensités de pluie. Des études portent aussi sur l'énergie cinétique des pluies simulées afin de se rapprocher du mieux possible des pluies naturelles. Les influences de la taille des gouttes et de la vitesse d'impact sur le sol peuvent être estimées.

Cependant, ces appareils sont coûteux et pas toujours faciles à transporter.

3. PRESENTATION DE L'APPAREIL

3.1. Principe de l'appareil

L'appareil comprend cinq parties (fig. 1) :

- arrivée/alimentation en eau
- dispositif manométrique
- dispositif des gicleurs
- support des gicleurs
- récupération de l'eau

Cet appareil se distingue par le fait que l'intensité de l'averse mesurée sur une surface S doit être réglable à tout moment sans interruption, d'une manière progressive et continue. A l'aide de deux vannes pointeaux VP1 et VP2 à l'amont de la distribution de l'eau, la pression motrice peut être diminuée ou augmentée au niveau des gicleurs ce qui aura pour conséquence une variation de l'intensité de la pluie.

Dans un premier temps, il sera nécessaire de procéder à un étalonnage pression-quantité d'eau récupérée. Ces essais pourront se faire avec un seul gicleur, avec deux ou trois simultanément en fonction de la position des vannes V1, V2 et V3.

IV - CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Dans un premier temps, les essais d'infiltration dans un sol idéal et reconstitué ont permis la validation de la méthodologie proposée. Sur un limon naturel, aussi bien l'appareil de Guelph que les essais sur colonnes de sol carottées et testées au laboratoire aboutissent à des résultats comparables. L'écart négligeable entre les perméabilités obtenues par ces deux méthodes n'était pas prévisible a priori car un grand nombre de paramètres modifie le comportement d'un sol vis-à-vis de l'infiltration.

Afin d'évaluer la capacité d'infiltration des sols limoneux, un choix entre l'appareil de Guelph, les essais de laboratoire sur colonnes ou la méthode théorique de l'obtention de $k(6)$ à partir la courbe de rétention s'impose. Il serait bien entendu préférable de combiner deux ou plusieurs méthodes. Ce choix doit se faire en fonction des facteurs suivants : la disponibilité du site, la nature du sol, la surface étudiée, le délai des essais, leur coût, . . .

Le risque de pollution dû aux rejets urbains par temps de pluie est très complexe, il dépend de la nature du milieu récepteur, l'événement pluvieux, la production et l'accumulation de la pollution sur le bassin versant. L'insertion des concepts des technologies alternatives en assainissement pluvial nécessite une étude complète du déplacement de cette eau polluée dans le sol. A l'heure actuelle cette étude est possible par la méthode des profils instantanés.

Toutefois la procédure la plus simple pourrait être la méthode de la courbe de rétention qui permet par calculs simples et rapides une évaluation de la perméabilité donc de la capacité d'infiltration des sols valable pour nos régions tempérées.

Le bilan hydraulique : Pluie = Infiltration + Evaporation + Ruissellement, n'est pas complet si on n'évalue pas l'intensité de l'évapotranspiration du sol étudié. Cette étude est possible aussi bien au laboratoire qu'*in situ* et doit être entreprise afin de compléter notre travail et parfaire le bilan hydraulique.

Le perméamètre de Guelph permet d'étudier les variations des propriétés hydrauliques des sols avec la profondeur, par contre la surface d'étude concernée par cet appareil est relativement petite, alors il est préférable d'utiliser des infiltromètres de surface, afin de tester une infiltration sur une surface plus importante, et de cette manière mieux évaluer les variations spatio-temporelles de l'infiltrabilité.

Notre seul regret est de ne pas pouvoir tester différents sites afin d'étudier l'influence de la nature du sol sur la méthodologie proposée dans cette étude. Car il est difficile d'extrapoler les conclusions de cette étude faites pour un limon, sur un sol argileux où les mesures par l'appareil de Guelph seraient perturbées par le gonflement du sol, le colmatage du puits...