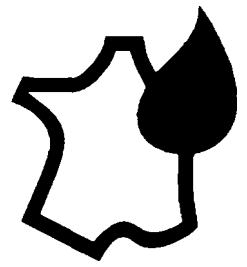




20509

Agence de l'eau
Rhin-Meuse

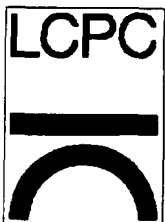


Agence de l'eau
Rhin-Meuse

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

Décembre 1995

AMELIORATION DE LA CONNAISSANCE DU RUISSELLEMENT **PLUVIAL** URBAIN



LABORATOIRE CENTRAL
DES PONTS & CHAUSSEES



Groupement pour l'Evaluation des Mesures et
des Composants en Eau et Assainissement



SOMMAIRE

PREAMBULE

INTRODUCTION

1. THEORIE DU COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT	P1
2. PHASE DE TERRAIN	P4
2.1. LE BASSIN VERSANT ETUDIE	P4
2.1.1. Identification du bassin Albert 1 ^{er}	P5
2.1.2. Description des points singuliers	P6
2.1.3. Type d'urbanisation	P7
2.1.4. Coefficient d'imperméabilisation	P7
2.1.5. Résultats de l'étude diagnostic	P10
2.2. ASPECTS EXPERIMENTAUX LIES A L'ETUDE	P10
2.2.1. Mesure du débit de temps sec	P11
2.2.2. Mesure des débits totaux	P12
2.2.3. Courbe de tarage	P12
2.3. SYSTEME D'ACQUISITION DES DONNEES - BANQUES DE DONNEES	P15
2.3.1. Données pluviographiques	P15
2.3.2. Données limnigraphiques	P16
3. DONNEES UTILISEES	P17
3.1. DONNEES PLUVIOGRAPHIQUES	P17
3.2. DONNEES LIMNIGRAPHIQUES	P20

3.3. ESTIMATION DU DEBIT DE BASE	P20
3.4. CALCUL DU COEFFICIENT D'APPORT	P25
3.4.1. Volume de pluie	P25
3.4.2. Volume d'eau pluviale transitée dans le collecteur	P26
4. METHODOLOGIE ADOPTEE	P29
4.1. DESCRIPTION DES APPROCHES RETENUES	P29
4.1.1. Approche saisonnière ou climatique	P29
4.1.2. Approche événementielle	P30
4.2. APPROCHE RETENUE	P30
4.3. DEMARCHE DE L'ETUDE	P30
5. EXPLOITATION DES RESULTATS	P34
5.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA POPULATION DES COEFFICIENTS D'APPORT	P34
5.2. INTERPRETATION DES VARIATIONS DU RENDEMENT	P39
5.2.1. Paramètres explicatifs	P39
5.2.2. Etude des paramètres	P39
5.2.2.1. L'analyse en composante principale	P40
5.2.2.2. Application	P40
5.2.2.4. Représentation des variables dans les plans principaux	P42
5.2.2.5. Représentation des individus dans les plans principaux	P50
5.2.2.6. Introduction du rendement comme variables supplémentaires	P51
5.2.2.7. Récapitulatif des hypothèses résultantes de l'ACP	P51
5.2.3. Etude des corrélations	P51
5.2.3.1. Corrélation entre le rendement $i-l$ et le rendement i'	P53
5.2.3.2. Coefficient de corrélation	P56
5.2.4. Régression multiple	P58
5.3. CALCUL DU RENDEMENT AVEC CONDITION SUR LA HAUTEUR LIMNIMETRIQUE	P60
5.3.1. Etude des caractéristiques de la nouvelle distribution	P60

5.3.2. Etude des corrélations	P60
5.3.3. Régression multiple	P63
5.4. ETUDE EVENEMENTIELLE SOUS LA CONTRAINTE Min {Hmax} = 20 cm	P67
5.4.1. Etude des caractéristiques de la distribution	P69
5.4.2. Etude des corrélations	P71
5.4.3. Régression multiple	P75
CONCLUSIONS	P79

INTRODUCTION

L'objectif de cette étude est de tenter d'expliquer la variabilité de la réponse d'un bassin versant urbain face à des événements pluvieux. Cette réponse est quantifiée par le coefficient de ruissellement : rapport entre la pluie ruisselée sur le bassin et le volume de la lame d'eau précipitée. Le bassin étudié est le sous bassin versant ALBERT 1^{er}, partie intégrante du bassin de BOUDONVILLE à NANCY.

Ce travail s'appuie sur les données pluviographiques et limnimétriques enregistrées dans la banque de données du D.U.N. sur le sous bassin versant ALBERT 1^{er}, durant la période du mois de juin 1989 jusqu'en mars 1993.

Dans une première phase le sous bassin versant étudié a été défini au niveau de ces limites, de son imperméabilisation et des différents types d'urbanisation.

On a également estimé la valeur du débit de base par une mesure de 24 heures de temps sec en installant un seuil déversoir, de façon à pouvoir accéder au volume d'eau strictement pluviale.

Une étude plus précise des données utilisées met en évidence des erreurs relatives importantes sur la mesure du débit instantané, due à la sensibilité de la sonde limnimétrique, notamment pour les événements engendrant de faibles crues.

L'étude des variabilités du coefficient d'apport s'est effectuée tout d'abord sur des coefficients calculés sur un pas de temps de 10 jours, afin de mettre en évidence des tendances générales.

Une analyse en composantes principales a permis de déterminer quels étaient les paramètres explicatifs qui n'intervenaient que très peu dans l'explication des variabilités du rendement. La population des rendements est étudiée en subdivisions par groupe :

- suivant les 4 saisons,
- deux groupes correspondant à la position des points par rapport au rendement moyen.

Les corrélations obtenues sont relativement faibles, surtout entre la hauteur de pluie précipitée et le rendement. Par contre le rendement de la décade est bien corrélé avec celui de la décade précédente.

Un comportement saisonnier apparaît, certains paramètres comme ceux caractérisant l'état hydrique du bassin semblent prédominants en hiver.

Un comportement distinct entre les points supérieurs et inférieurs au rendement moyen apparaît également, mais pour ces groupes seuls 25% de la variance est expliquée par les paramètres choisis.

Globalement, la variance expliquée par les paramètres retenus est de l'ordre de 60%.

Une seconde étude est menée, toujours basée sur des rendements décennaux, mais une contrainte sur la hauteur limnimétrique est imposée afin d'éliminer les événements présentant une erreur relative sur le volume supérieure à 23 %. On améliore les corrélations et la variance expliquée est de l'ordre de 70%. Par contre on ne retrouve pas systématiquement les mêmes paramètres que précédemment . La suppression des événements engendrant des crues inférieures à 0.2 m améliore les corrélations entre la pluie et le rendement.

Dans la troisième approche, la contrainte sur les hauteurs limnimétriques est conservée mais le rendement est calculé par événement. On cherchera à préciser les tendances dégagées et à tester l'influence de l'intensité de la pluie.

Celle-ci présente des corrélations significatives avec le rendement uniquement pour les groupes d'été et d'hiver.

Par contre les paramètres sélectionnés dans les deux premières études ne se retrouvent pas systématiquement. La variance expliquée n'est que de l'ordre de 50%.

Au printemps et en automne, la corrélation entre la hauteur de pluie et le rendement disparaît. Une étude de la pluviographie pour ces deux groupes met en évidence que les plus inférieures à la classe 8-10 mm sont plus fréquentes. Une analyse des variabilités du rendement en fonction de classes de pluies permettrait de préciser cela.

De façon générale l'influence de l'état hydrique du sol se dégage, surtout en été et hiver. Il pourrait être intéressant d'étudier plus précisément cette relation en équipant un bassin versant d'appareil de mesure tensiométrique d'où l'on pourrait déduire la teneur en eau du sol. L'intervention de l'état hydrique du bassin dans les diverses saisons serait peut être mise davantage en avant plutôt qu'en utilisant des paramètres descriptifs qui lui sont associés, tels que la hauteur et la durée des averses précédant un événement.

Une étude des coefficients d'apport calculés sur un pas de temps de plusieurs jours, permet d'améliorer les coefficients de régression par l'effet de lissage que ce regroupement opère entre les caractéristiques propres de chaque événement. Une étude événementielle basée sur des averses sélectionnées suivant leur caractéristique (orageuses ou pluies d'hiver) indépendamment de leur date d'occurrence serait intéressante. Elle permettrait éventuellement de préciser encore les relations entre l'état hydrique du bassin et les variations du rendement. Le fait de caractériser un événement par des paramètres décrivant "l'historique pluvieux antérieur" paraît plus proche de la réalité. On affecte ainsi un état hydrique du bassin et des caractéristiques de pluies à chaque averse plutôt que de d'affecter un même état et une caractéristique moyenne des pluies à un groupe d'événements.

CONCLUSION.

L'étude menée dans ce rapport a tenté de déterminer les causes de **variabilité** du coefficient d'apport à partir des **données** pluviographiques et **limnimétriques** enregistrées dans la banque de données du D.U.N. sur le sous bassin versant ALBERT 1^{er} à NANCY.

Dans une **première** phase le sous bassin versant **étudié** a **été défini** au niveau de ces limites, de son **imperméabilisation** et des **différents** types d'urbanisation. On a **également** estimé la valeur du **débit** de base par une mesure de 24 heures de temps sec en installant un seuil deversoir, de façon à pouvoir **accéder** au volume d'eau strictement pluviale.

Une **étude** plus **précise** des **données utilisées** met en évidence des erreurs relatives importantes sur la mesure du **débit** instantané, due à la **sensibilité** de la sonde **limnimétrique**, notamment pour les **événements** engendrant de faibles crues.

L'**étude** des variabilités du coefficient d'apport s'est effectuée tout d'abord sur des coefficients **calculés** sur un pas de temps de 10 jours, afin de mettre en **évidences** des tendances **générales**.

Une analyse en composantes principales a permis de **déterminer** quels **étaient les paramètres** explicatifs qui n'intervenaient que **très** peu dans l'explication des **variabilités** du rendement. La population des rendements est **étudiée** en subdivisions par groupe :

- suivant les 4 saisons,
- deux groupes correspondant à la position des points par rapport au rendement moyen.

Les **corrélations** obtenues sont relativement faibles, surtout entre la hauteur de pluie **précipitée** et le rendement. Par contre le rendement de la **décade** est bien **corrélé** avec celui de la **décade précédente**.

Un comportement saisonnier apparaît, certains **paramètres** comme ceux **caractérisant** l'état hydrique du bassin semblent **prédominants** en hiver.

Un comportement distinct entre les points **supérieurs** et **inférieurs** au rendement moyen apparaît **également**, mais pour ces groupes seuls 25% de la **variance** est expliquée par les **paramètres** choisis.

Globalement, la **variance expliquée** par les **paramètres** retenus sont de l'ordre de 60%.

Une seconde **étude** est **menée**, toujours **basée** sur des rendements **décadaires**, mais une contrainte sur la hauteur **limnimétrique** est **imposée** afin d'**éliminer** les **événements** présentant une erreur relative sur le volume **supérieure** à 23 %. On **améliore** les corrélations et la **variance** expliquée est de l'ordre de 70%. Par contre on ne retrouve pas **systématiquement** les **mêmes** paramètres que **précédemment**. La suppression des événements engendrant des crues **inférieures** à 0.2 m **améliore** les corrélations entre la pluie et le rendement.

Dans la **troisième** approche, la contrainte sur les hauteurs limnimétriques est **conservée** mais le rendement est calculé par événement. On cherchera à préciser les tendances dégagées et à tester l'influence de l'**intensité** de la pluie. Celle-ci **présente** des corrélations significatives avec le rendement uniquement pour les groupes **d'été** et d'hiver.

Par contre les **paramètres sélectionnés** dans les deux premières **études** ne se retrouvent pas **systématiquement**. La **variance expliquée** n'est que de l'ordre de 50%.

Au printemps et en automne, la corrélation entre la hauteur de pluie et le rendement disparaît. Une **étude** de la pluviographie pour ces deux groupes met en **évidence** que les plus **inférieures** à la classe 8-10 mm sont plus **fréquentes**. Une analyse des **variabilités** du rendement en fonction de classes de pluies permettrait de préciser cela.

De façon **générale** l'influence de l'**état** hydrique du sol se **dégage**, surtout en **été** et hiver. Il pourrait **être intéressant d'étudier** plus **précisément** cette relation en équipant un bassin versant d'appareil de mesure **tensionométrique** d'où l'on pourrait déduire la teneur en eau du sol. L'intervention de l'**état** hydrique du bassin dans les diverses saisons serait peut-être mise davantage en avant plutôt qu'en utilisant des **paramètres** descriptifs qui lui sont associés, tels que la hauteur et la **durée** des averses **précèdent** un **événement**.

Une **étude** des **coefficients** d'apport calculés sur un pas de temps de plusieurs jours, permet **d'améliorer** les coefficients de **régression** par l'effet de lissage que ce regroupement **opère** entre les **caractéristiques** propres de chaque **événement**. Une **étude événementielle basée** sur des averses **sélectionnées** suivant leur **caractéristique** (orageuses ou pluies d'hiver) **indépendamment** de leur date d'**occurrence** serait intéressante. Elle permettrait éventuellement de préciser encore les relations entre l'**état** hydrique du bassin et les variations du rendement. Le fait de **caractériser** un **événement** par des **paramètres décrivant** l'**historique** pluvieux **antérieur** paraît plus proche de la **réalité**. On affecte ainsi un **état** hydrique du bassin et **des caractéristiques** de pluies à chaque averse **plutôt** que de d'affecter un **même état** et une caractéristique moyenne des pluies à un groupe **d'événements**.