

Influence du débordement du réseau drainage sur la dynamique de l'écoulement dans la rue, expériences en laboratoire.

Influence of sewer overflows on the dynamics of street flow - laboratory experiments

T.Chibane^{1,2}, A. Paquier¹, S. Benmamar², C. Poulard¹

1 Irstea Lyon-Villeurbanne, France (tariq.chibane@irstea.fr)

2 Département d'Hydraulique, Ecole Nationale Polytechnique Alger, Algérie

RÉSUMÉ

Les inondations sont l'un des principaux dangers naturels dans le monde et causent de nombreux dégâts dans les zones urbaines. La gestion des inondations urbaines par ruissellement est un domaine d'investigation avec des difficultés scientifiques (caractérisation des aléas et dynamique des écoulements), l'imperméabilité du sol est en constante évolution en raison des aménagements, limitant les infiltrations d'eau dans le sol, pouvant conduire à saturation et débordement du réseau d'assainissement.

En cas d'inondation urbaine, une interaction entre le ruissellement de surface et l'écoulement dans le réseau d'assainissement peut avoir lieu. La prise en compte de cette interaction est nécessaire pour comprendre le phénomène des inondations urbaines. Dans les zones urbaines, pendant les inondations, l'eau est principalement concentrée dans les rues. Toutefois, si le niveau d'eau est suffisamment élevé et que le réseau d'assainissement est saturé, des échanges vont avoir lieu des avaloirs vers les rues (débordement). Ces échanges sont souvent la cause principale des inondations urbaines. Comprendre l'échange de débit à travers les avaloirs dans le cas de débordement est très important et doit être étudié. Une étude expérimentale sur un modèle urbain pour un cas de débordement a été faite. Les résultats montrent que ce phénomène engendre des écoulements complexes dans la rue, caractérisés par des forts courants secondaires dans la section transversale.

ABSTRACT

Floods are one of the main natural hazards in the world and cause a lot of damages on urban areas. The management of urban floods by runoff is a field of investigation with scientific difficulties (characterization of the hazard and flow dynamics), the sealing of the soil is always changing due to developments, limiting the infiltration of water into the soil, this may leads to saturation and overflow of the sewer system.

In an urban flood, interaction between surface runoff and flow into the sewage network can take place. The consideration of this interaction is necessary to understand the phenomenon of urban flooding. In urban areas, during floods, water is mainly concentrated in the streets. However, if the water level is large enough, and the sewer system is saturated, exchanges take place from the drains towards the streets (overflow). Often these exchanges are the main cause of urban flooding. Understanding the flow through the drains in drainage and overflow cases is very important and need to be studied. The results show that this phenomenon generates complex flows in the street, characterized by strong secondary currents in the cross section.

MOTS CLÉS

(Débordement, Inondation, hauteur d'eau, réseau d'assainissement, vitesse)

1 OBJECTIF DE L'ETUDE, MATERIEL ET METHODES

L'objectif est de décrire et comprendre la structure et l'influence de débordement du réseau d'assainissement sur l'écoulement dans la rue. Afin d'étudier cet échange, une maquette appelée MURI a été construite dans le laboratoire d'hydraulique d'Irstea. Elle représente un modèle réduit d'un quartier de ville avec son réseau d'assainissement et permettra de mener des expériences pour mieux comprendre le phénomène des inondations urbaines. En lisant des articles scientifiques, on peut trouver des études traitant de l'efficacité des avaloirs qui draine la rue, y compris le calcul détaillé en 3D du débit [2]. Cependant, il existe très peu de données expérimentales et de modèles informatiques sur les interactions entre les avaloirs et les rues lors d'inondations [3]. Étant donnée la taille de la maquette et la complexité des écoulements qu'on peut avoir sur cette dernière (6 rue, 9 carrefours, 6 avaloir...), une configuration d'une rue simple entrée amont sortie aval avec deux points d'échange avec le réseau, a été mis en place (figure 1).

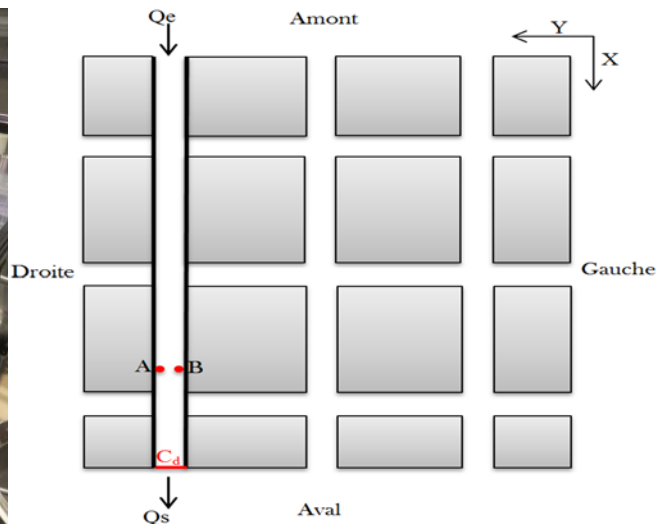


Figure 1 : à gauche : Vue en plan de la surface de MURI ; à droite : configuration étudiée

La hauteur d'eau et la vitesse à la surface de la maquette sont mesurées respectivement à l'aide d'un capteur à Ultrason (US) et un Vélocimètre Doppler Acoustique (ADV), fixés sur un portique coulissant contrôlé par un programme LabVIEW. Lorsque la surface libre est perturbée on utilise le limnimètre pour mesurer la hauteur d'eau. On mesure le niveau d'eau dans le collecteur à l'aide de deux sondes de pression placées à l'amont et l'aval du collecteur principal et aussi en utilisant des droites graduées placées dans des différents point du réseau d'assainissement. La pente pour cette installation expérimentale est fixée à 0.1% dans la direction longitudinale, cette valeur a été choisi sur la base des résultats de simulations numériques du modèle 2D construit pour MURI.

2 RESULTATS

Deux débits de surface ont été testés, $Q_{si} = 2L/s$ et $Q_{si} = 3L/s$, le débit entrant Q_{pi} dans le collecteur principal est réglé à $0,5 L / s$ pour les deux cas. Nous avons ouvert la vanne de sortie du réseau à 24 % pour mettre le réseau en charge et avoir un débordement vers la surface à travers les de points de connexion A et B. La hauteur de seuil aval a été choisie pour avoir la même hauteur d'eau dans la rue pour les deux débits.

Tableau 1 : paramètres hydrauliques des expériences

Q_{si} moyenne (m ³ /s)	Hauteur d'eau (m)	surface mouillée (m ²)	périmètre mouillé (m)	Rh (m)	Vitesse (m/s)	Froude	Reynolds	Hauteur de seuil Cd (m)
0.002	0.082	0.0123	0.314	0.0391	0.1626	0.18	12650.9	0.05
0.003	0.082	0.0123	0.314	0.0391	0.243	0.27	18975.4	0.04

La hauteur d'eau est mesurée à 20 cm à l'aval des avaloirs.

La figure 2 montre la variation de la hauteur d'eau avant et après le débordement du réseau :

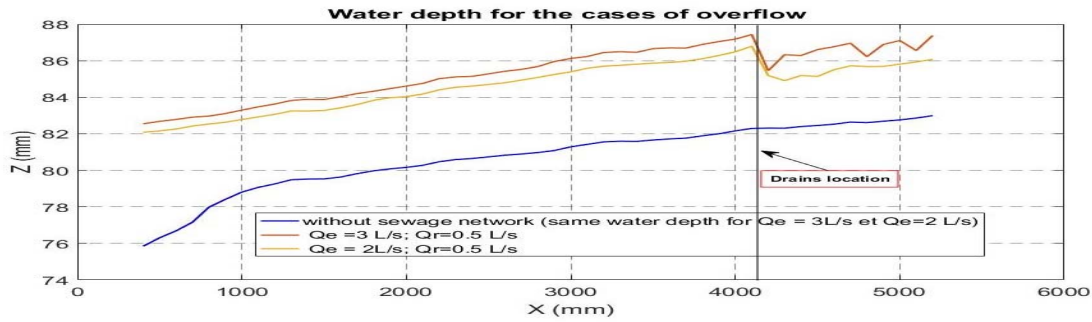


Figure 2 : hauteur d'eau au-dessus de la rue droite avant et après le débordement ($Q_{si} = 2L/s$ et $Q_{si} = 3L/s$) ; [3]

Après l'ouverture des drains, en raison de l'augmentation du débit dans la partie aval de la rue, la hauteur d'eau monte en aval. Comme l'écoulement est fluvial, les pertes de charge au niveau des drains entraînent cette augmentation de la hauteur d'eau en amont (jusqu'à 5 mm à l'emplacement des drains).

Au-dessus de l'avaloir A pour les deux débits testés, le fait que l'eau sorte vers la surface verticalement créant un blocage local de l'écoulement, cela oblige l'eau de passer par les deux côtés, la vitesse de l'eau entre l'avaloir et la paroi est plus forte pour le $Q_{si} = 2 L/s$, car pour ce cas le jet d'eau atteint la surface libre (vitesse longitudinale négative proche de la surface).

La figure 4 montre les contours de vitesses longitudinales dans la section $X=4130$ mm au-dessus immédiat des avaloirs après le débordement.

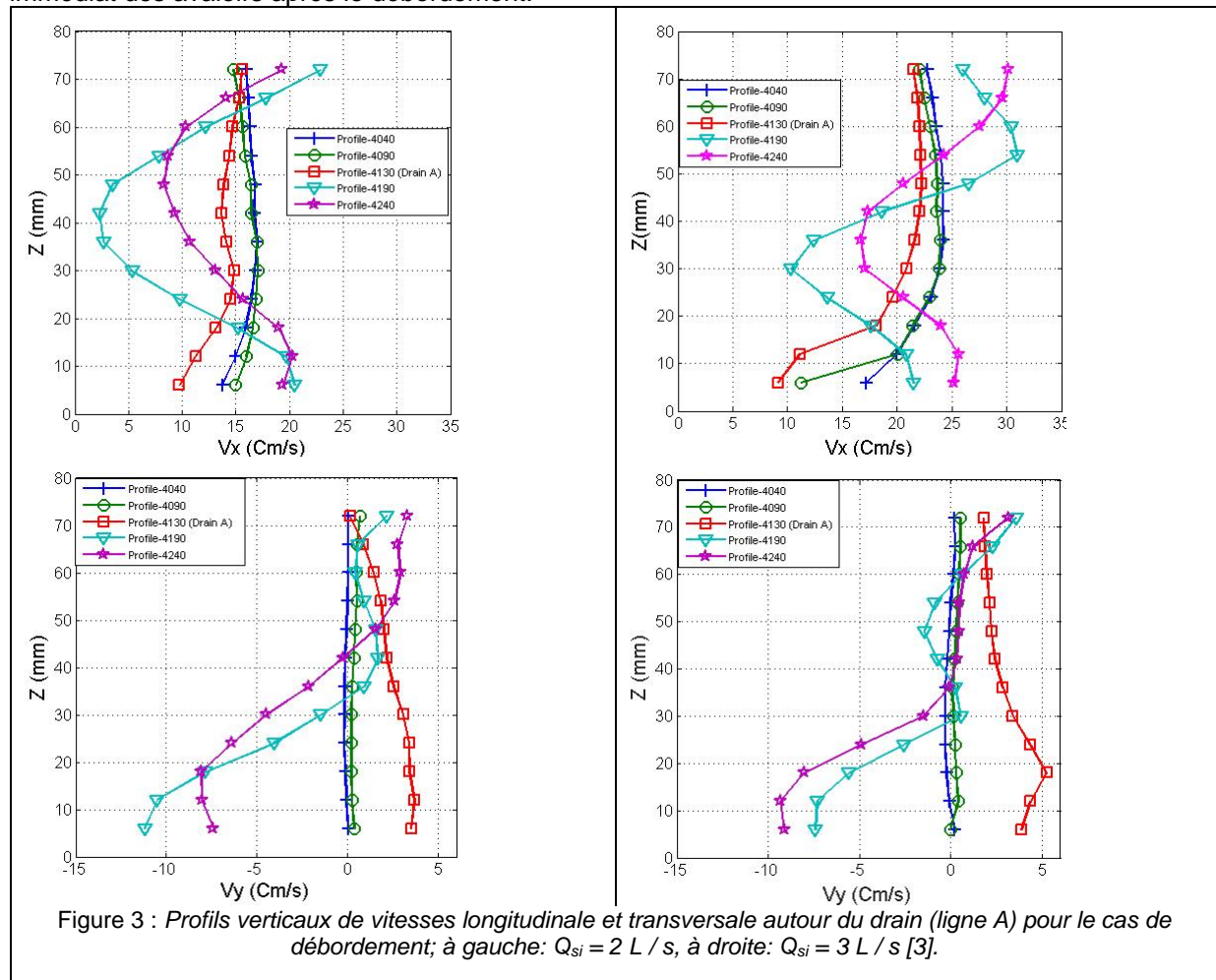
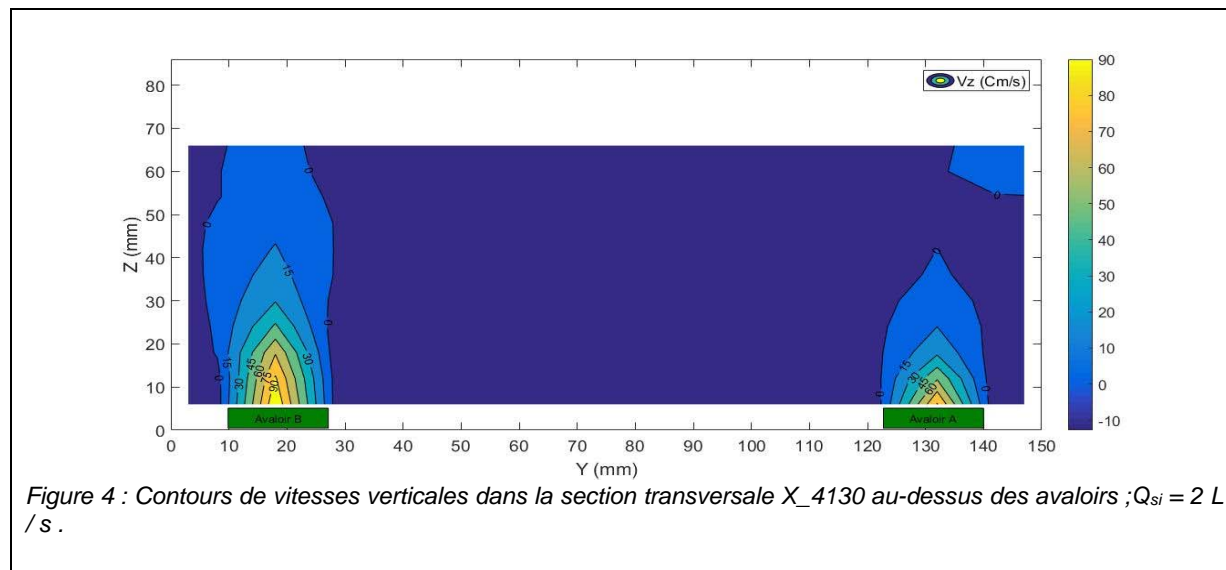


Figure 3 : Profils verticaux de vitesses longitudinale et transversale autour du drain (ligne A) pour le cas de débordement; à gauche: $Q_{si} = 2 L / s$, à droite: $Q_{si} = 3 L / s$ [3].



3 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'écoulement à l'aval est caractérisé par l'apparition de deux vortex (deux cellules d'écoulement), qui tournent dans deux sens différents, on peut constater aussi une légère dissymétrie entre les deux (celui à gauche est plus grand car l'avaloir B pousse plus d'eau). En allant plus vers l'aval les deux vortex montent vers la surface.

Les recirculations constatées à l'aval de l'avaloir sont assez similaires pour les deux cas, dans la rue, le débit sortant à travers les avaloirs crée un blocage pour l'écoulement en amont, obligé de passer à côté et au-dessus de débit de débordement. Le réarrangement en aval de l'écoulement crée des écoulements secondaires dans toute la section qui se dissipent lentement, ce dernier processus n'étant pas terminé à l'extrémité aval de la rue.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 . S. Djordjevic, A. J. Saul, G. R. Tabor, J. Blanksby, I. Galambos, N. Sabtu, G. Sailor. Water Science and Technology, **67**, 3, 535-542 (2013).
- 2 . P. H. Bazin, H. Nakagawa, K. Kawaike, A. Paquier, E. Mignot. Journal of Hydraulic Engineering-ASCE, **140**, DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000917, (2014).
3. T. Chibane, A. Paquier, S. Benmamar, C. Lalanne. E3S Web Conf, DOI= "10.1051/e3sconf/20184006009", (2018)