



Ecole Nationale du Génie
de l'Eau et de l'Environnement
de Strasbourg

Modélisation 3D hydraulique

Modélisation 3D d'un carrefour



Écoulement à un carrefour de Nîmes durant la crue de 1998, (Bonneaud S., 2002)

1 Contexte

Par rapport aux pratiques en vigueur, généralement limitées à l'étude du fonctionnement du réseau d'assainissement et de ses défaillances, il est nécessaire de prévoir la répartition des débits et des hauteurs d'eau dans la ville, pour évaluer par anticipation les zones les plus touchées, choisir des méthodes de prévention adaptées (modification du réseau d'égouts, construction de digues, ...) ou bâtir des plans de secours intégrant la connaissance d'itinéraires hors d'eau. Cela participe aussi à un contrôle plus actif de l'inondation consistant à l'orienter vers certaines parties du réseau d'assainissement, en surface vers des artères privilégiées, ou enfin vers des quartiers jouant le rôle de tampon. Dans ce contexte, des avancées significatives passent par une modélisation plus complète du cycle de l'eau en milieu urbain, en conditions extrêmes. D'un point de vue scientifique, les problèmes posés sont liés à la difficulté de représenter des flux très variables en direction comme en intensité : pour les directions, nombreux obstacles à l'écoulement, hétérogénéité des matériaux, existence de différents types de défluences (carrefour) ; pour l'intensité, écoulements fortement transitoires, fonds découvrant, etc., difficiles à modéliser par les algorithmes usuels.

2 Objectif

L'objectif de ce TD est de représenter un carrefour à quatre branches (deux entrées et deux sorties) en 3D et de vérifier le partage des débits et la forme de la surface libre.

3 Caractéristiques géométriques du croisement

Les résultats expérimentaux sont issus d'un pilote dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Les canaux font 300mm de large (et 200 mm de hauteur),
- tous les canaux sont inclinés avec une pente de 5%,
- le croisement est horizontal avec une rupture de pente entre les canaux et le croisement central. Pour des raisons techniques, le croisement est non pas un carré de 300x300mm, mais une croix, de 370x370mm. La rupture de pente du fond est figurée sur la coupe AA.

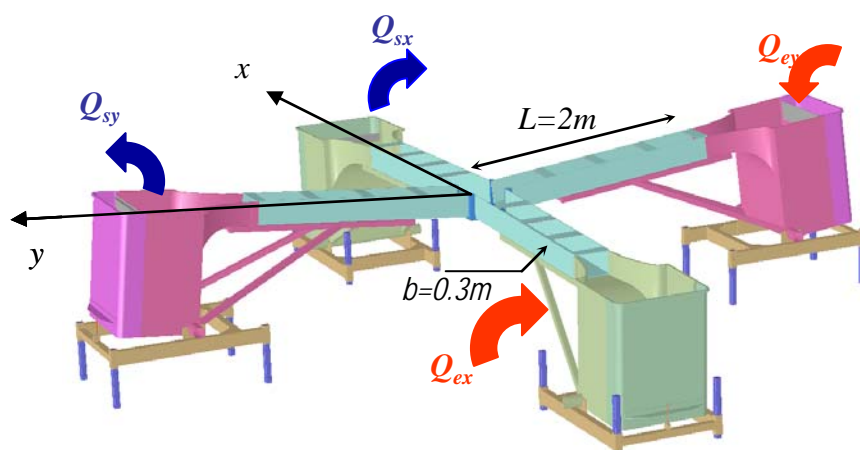


Figure 1 : Banc d'essai des carrefours (N. Rivière, Insa Lyon)

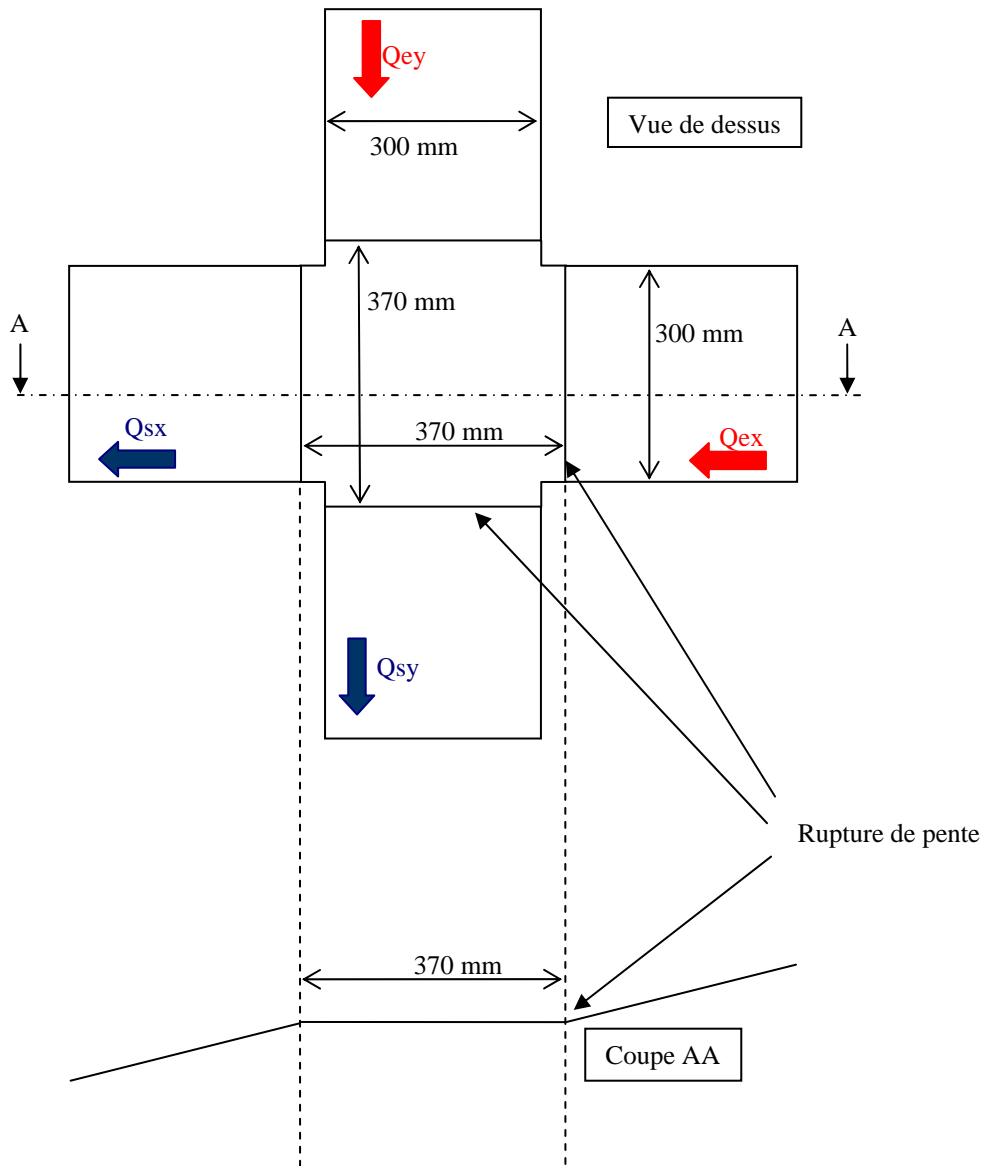


Figure 2 : caractéristiques du croisement

Le centre du repère (xy) , z étant portée par la verticale, est situé au centre du croisement (centre de la croix).

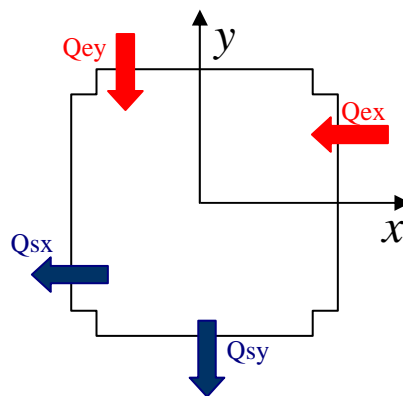


Figure 3 : Orientations des axes et coordonnées

4 Données expérimentales

La longueur des canaux amont fait que, à l'amont du carrefour et à l'amont d'un ressaut éventuel, l'écoulement est uniforme. En d'autres termes, en prenant des entrées amont suffisamment éloignées du carrefour, la condition aux limites en profondeur est la profondeur normale, pour un Strickler équivalent de $k=130 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$ environ (on n'est pas en turbulent rugueux, ce qui explique cette valeur de $k > 100 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$)

Les caractéristiques sont :

- entrée x : $Q_{\text{entrée-}x} = 4.98 \text{ l/s}$; $h_{\text{entrée-}x} = 11.6 \text{ mm}$ soit $Fr_{\text{entrée-}x} = 4.24$
- entrée y : $Q_{\text{entrée-}y} = 1.99 \text{ l/s}$; $h_{\text{entrée-}y} = 6.6 \text{ mm}$ soit $Fr_{\text{entrée-}y} = 3.95$ (avant le ressaut droit)
- sortie x : $Q_{\text{sortie-}x} = 6.26 \text{ l/s}$
- sortie y : $Q_{\text{sortie-}y} = 0.71 \text{ l/s}$

Les profondeurs sont mesurées à la sonde résistive, avec un pas d'espace de 1cm environ selon x et y . Ainsi, les mesures les plus proches des parois en sont distantes de 1cm. La durée de la mesure est de 30s, avec une fréquence d'acquisition de 100Hz. La profondeur est la valeur moyenne sur cette durée de mesure.

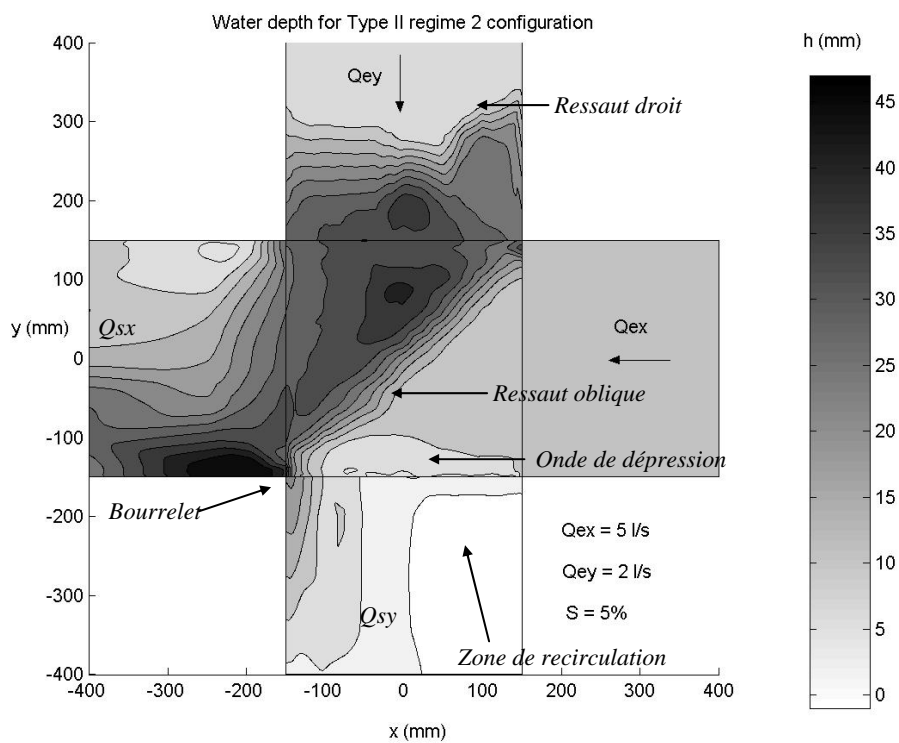


Figure 4 : Champ de hauteur d'eau mesuré (N. Rivière, Insa Lyon)

5 Etude demandée

- ⇒ Modéliser en 3D le carrefour par la méthode V.O.F. sous Fluent.
- ⇒ Expliquer les conditions initiales et aux limites utilisées.
- ⇒ Choisir un maillage entre 20000 et 30000 mailles.
- ⇒ Calculer le partage de débit dans le carrefour et comparer avec les résultats expérimentaux.
- ⇒ Comparer qualitativement les hauteurs d'eau et les régimes d'écoulement (position des ressauts hydrauliques)