

## **Traçages en réseau d'assainissement : Outils de vérification des débitmètres**

---

Mathieu LEPOT, Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI, Gislain LIPEME KOUYI  
INSA Lyon LGCIE



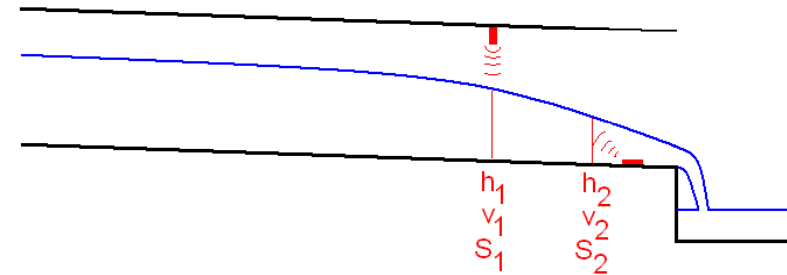
## Sommaire

- Fiabilité des mesures de débit en réseaux
- Traçages :
  - Principe général
  - Présentation de la méthode utilisée
- Tests de la méthode :
  - Sur un banc hydraulique
  - Par traçages comparatifs au sel
- Exemple d'application :
  - Différence amont / aval
- Conclusions / Perspectives

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)

## Utilisation des débitmètres



→ Nombreuses erreurs de mesure sur le débit

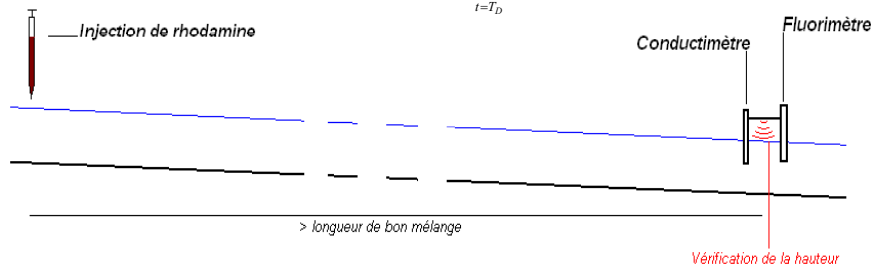
GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)

## Traçages : principe général

- Traçages : par injection **ponctuelle** ou continue
- Traceurs utilisables : sel, lithium, rhodamine B, **rhodamine WT**

$$Q = \frac{C_{INJ} \times V_{INJ}}{\int_{t=T_D}^{t_F} C(t) dt}$$



GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)

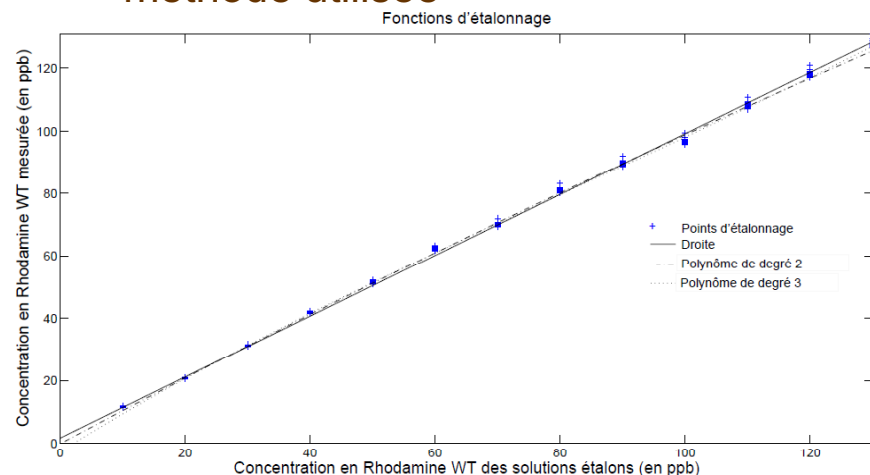
## Traçages : présentation de la méthode utilisée

En laboratoire	Sur le terrain	Sur le terrain ou au bureau
<b>Étalonnage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- selon le protocole constructeur</li> <li>- [0:10:130] ppb</li> </ul>	Calcul de la masse à injecter et <b>minimisation de l'incertitude</b>	Correction d'étalonnage
<b>Dispositifs d'injection</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- volume réel injecté</li> <li>- incertitude</li> </ul>		Traitement semi-automatique du signal et validation
<b>Solutions diluées</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- au 10<sup>ème</sup></li> <li>- au 100<sup>ème</sup></li> </ul>	Acquisition à la seconde	Calcul du débit et de son <b>incertitude</b>
		Vérification du débitmètre en place

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)

## Traçages : présentation de la méthode utilisée

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)

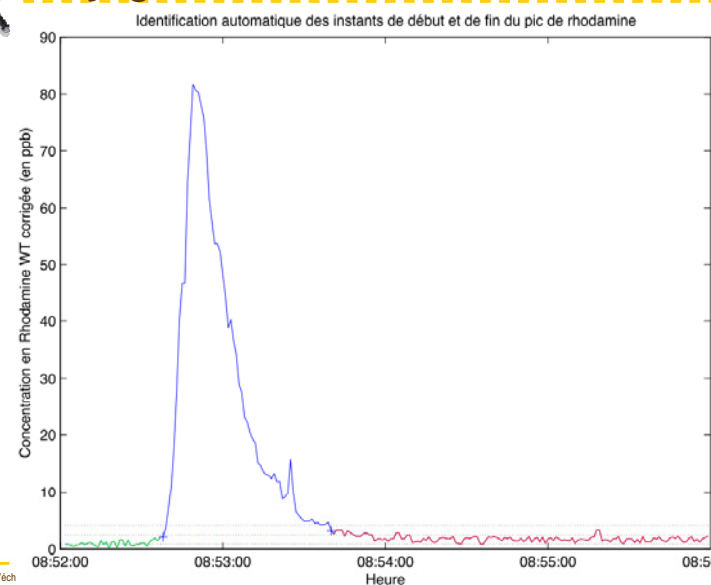
## Traçages : présentation de la méthode utilisée

- Traitement du signal corrigé :
  - Buts :
    - extraire le « signal vrai » du signal global
    - corriger les artefacts
  - Moyens :
    - analyse du bruit de fond :
      - effet Tyndall
      - effet de cache des particules
      - fluorescence éventuelle des effluents
    - détection des instants de début et de fin
      - signal global significativement différent du bruit de fond
    - correction avec des tests sur les gradients
      - sur la partie montante
      - sur la partie descendante

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)

## Traçages : présentation de la méthode utilisée

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'éch

(69)

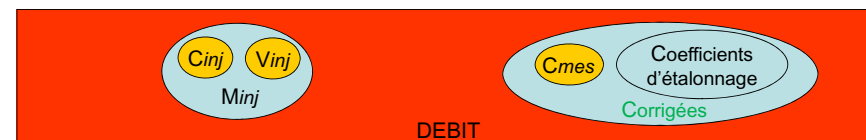
## Traçages : présentation de la méthode utilisée

- Calcul du débit et de son incertitude :

$$Q = \frac{C_{INJ} \times V_{INJ}}{\int_{t=T_D}^{t_F} C(t) dt}$$

- Incertitude  $u(Q)$  :

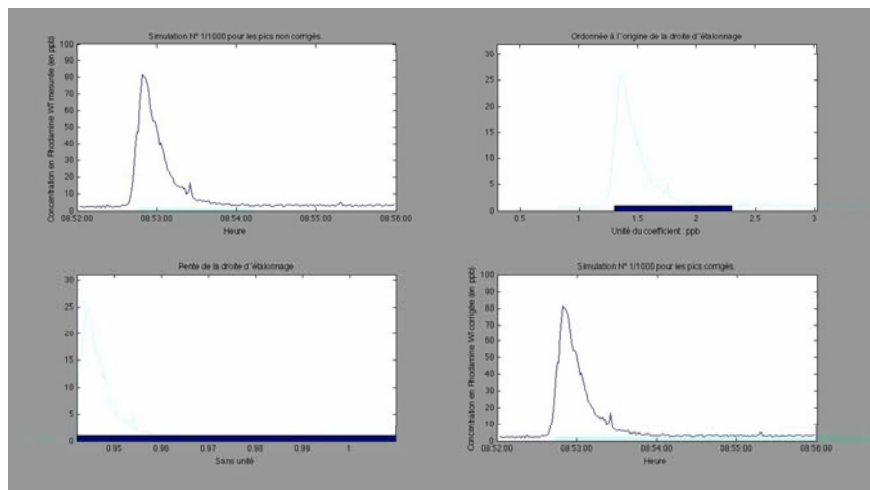
- Loi de propagation des incertitudes
- Méthode de Monte-Carlo

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)



## Traçages : présentation de la méthode utilisée

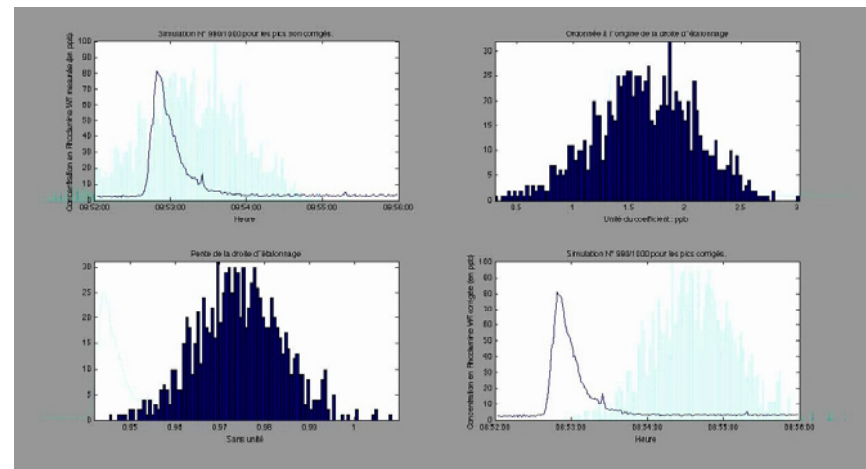


GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)



## Traçages : présentation de la méthode utilisée

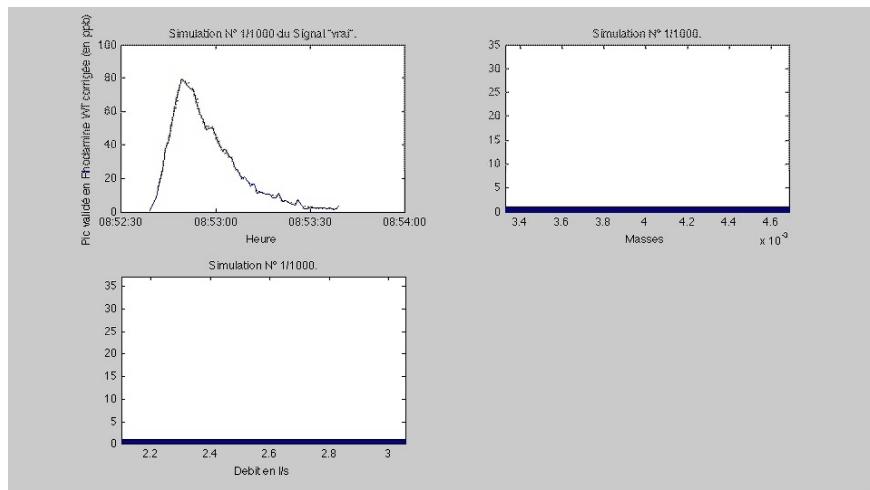


GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)



## Traçages : présentation de la méthode utilisée

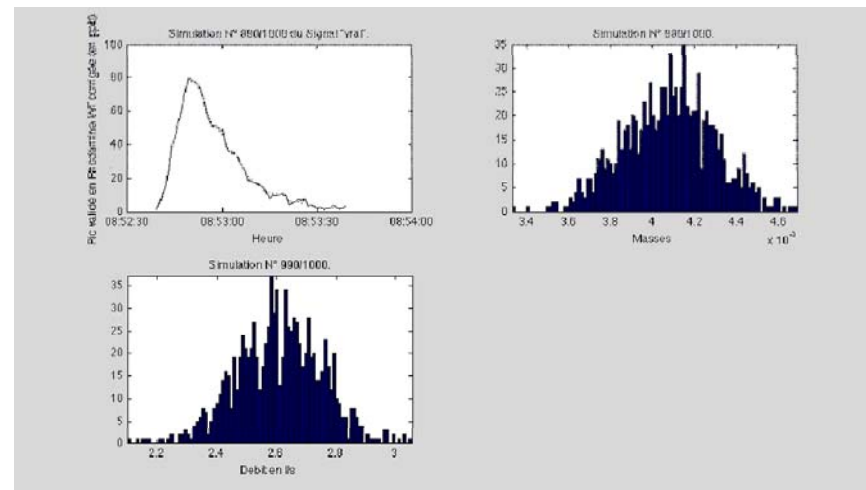


GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)



## Traçages : présentation de la méthode utilisée

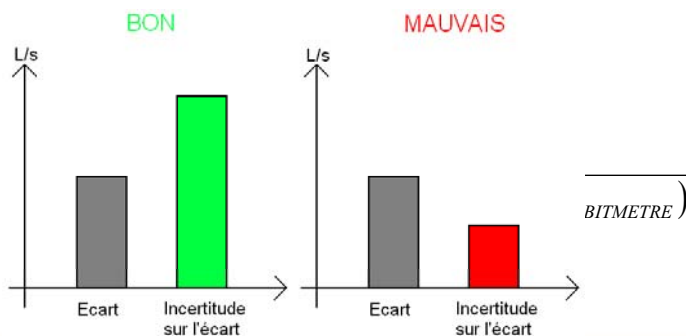


GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)

## Traçages : présentation de la méthode utilisée

- Vérification de la concordance :
  - Q et u(Q) connus grâce aux traçages
  - $Q_{\text{DEBITMETRE}}$  et  $u(Q_{\text{DEBITMETRE}})$  connus via :
    - le débitmètre à tester
    - des calculs d'incertitudes (hauteur, section, vitesse, ...)

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)

## Tests de la méthode

- Sur un banc hydraulique au LMFA (INSA) :
  - Rhodamine vs Débitmètre électromagnétique sur eau potable

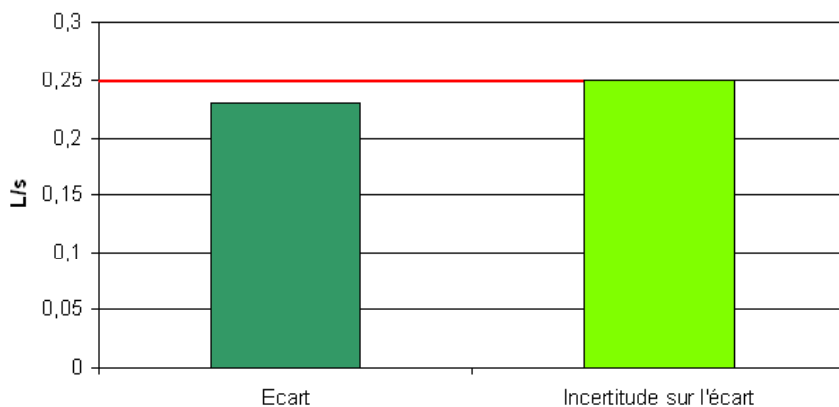


- Dimensions :
  - largeur : 0.3 m
  - longueur : 9 m  $< L_{BM}$
- Débit du banc fixé à 5 L/s
- 5 injections de rhodamine
- Débits mesurés par les traçages :
  - Moyenne : 5.23 L/s
  - Intervalle de couverture à 95% : [5.00 ; 5.46]

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)

METHODES CONCORDANTES

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)

## Tests de la méthode

- Par traçages comparatifs au sel :

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)

## Tests de la méthode

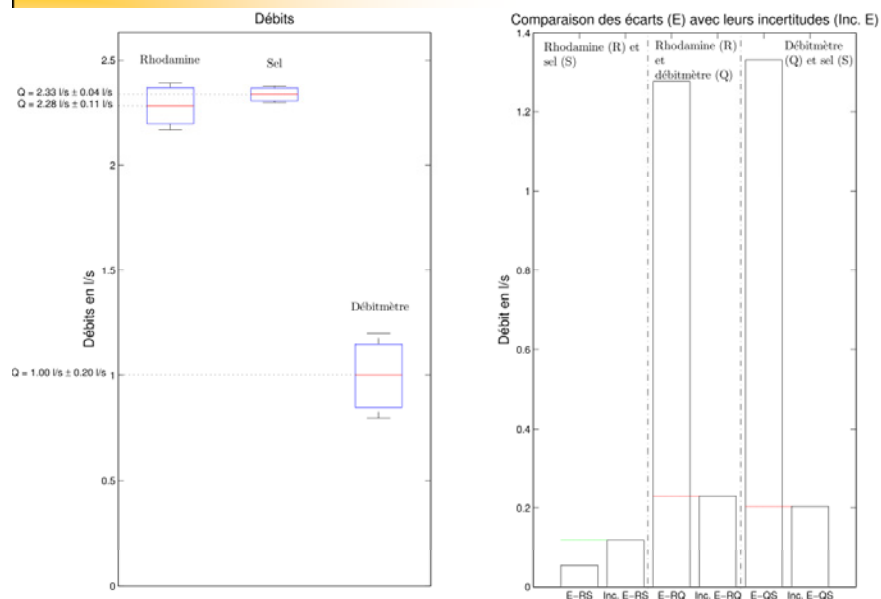
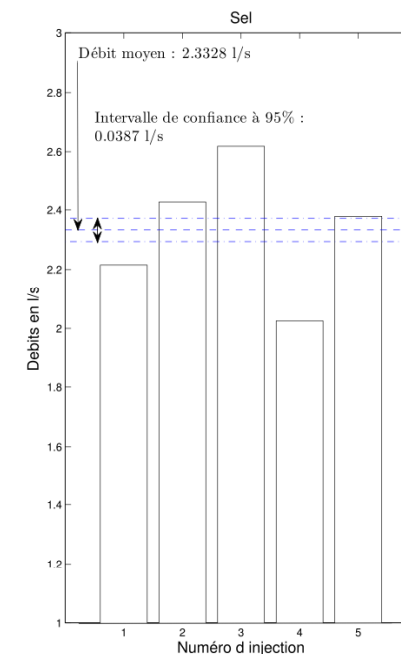
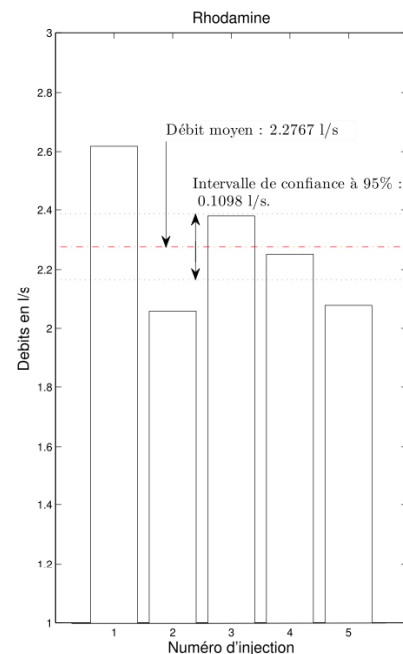
- Par traçages comparatifs au sel :
  - Rhodamine vs Sel sur « rejets de temps sec en réseau pluvial »



- réseau séparatif eaux pluviales
- diamètre : 1.6 m
- pente : 1 %
- distance entre les points d'injection et de mesure : 50 m
- 5 injections de sels (180 g/L) et 5 injections de rhodamine **différées**

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)



GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)

## Exemple d'application

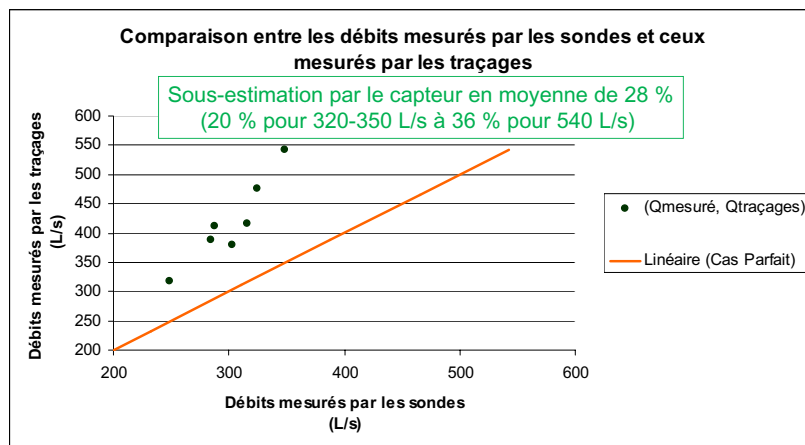
- Différence amont / aval :
  - Pas de problème relevés lors de l'inspection complète du collecteur
  - Traçages effectués les 29 et 30/11/2010 :
    - 3h / site
    - entre 7h30 & 10h
    - 8 injections par site

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 – VILLEURBANNE (69)

## Exemple d'application

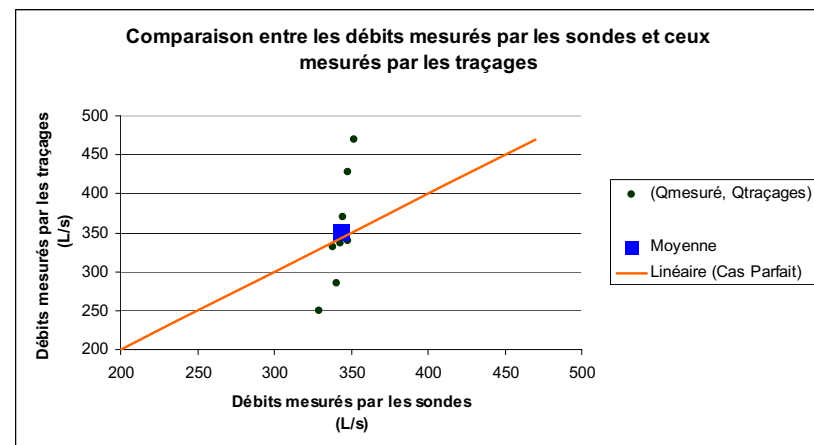
- Résultats à l'aval :

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 - VILLEURBANNE (69)

## Exemple d'application

- Résultats à l'amont :

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 - VILLEURBANNE (69)

## Conclusions / Perspectives

- Conclusions :
  - Méthode **testée** et **validée** pour différents cas, généralisable
  - Méthode **indépendante** de vérification des points de mesure de débit
  - Mise en œuvre simple et rapide
  - Possibilité de vérifier les capteurs de vitesse *in situ*
  - Possibilité d'établir une relation empirique  $U = f(V_{\text{capteur}})$
- Soucis lorsque les hauteurs d'eau sont faibles avec des vitesses importantes

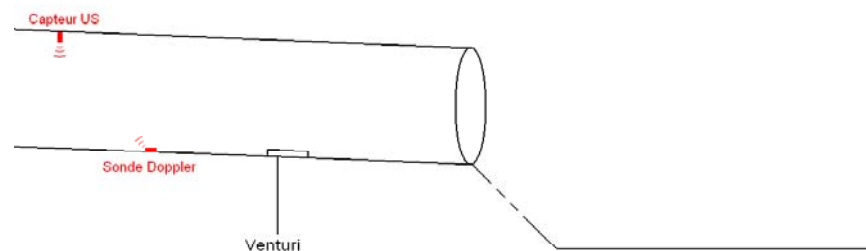
GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 - VILLEURBANNE (69)

## Perspectives

- Chassieu :

Conduite de 1.6 m de diamètre, pente forte

Bassin de décantation  
des eaux pluvialesGRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

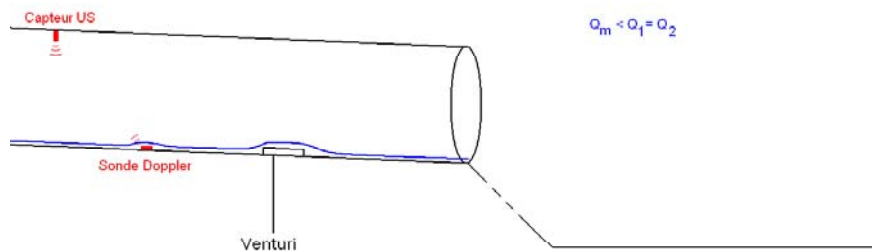
Jeudi 24 mars 2011 - VILLEURBANNE (69)





## Perspectives

Conduite de 1.6 m de diamètre, pente forte



Bassin de décantation  
des eaux pluviales

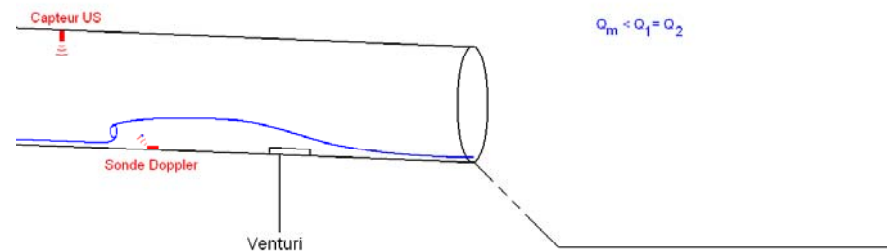
GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 - VILLEURBANNE (69)



## Perspectives

Conduite de 1.6 m de diamètre, pente forte



Bassin de décantation  
des eaux pluviales

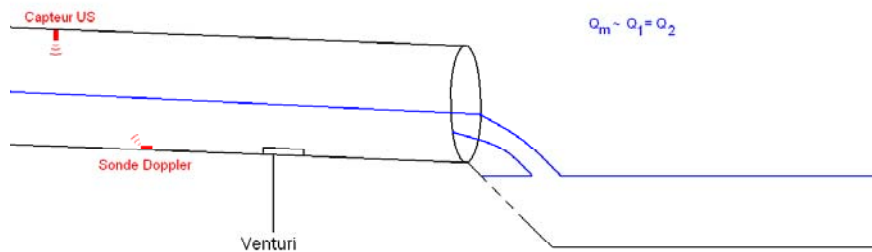
GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 - VILLEURBANNE (69)



## Perspectives

Conduite de 1.6 m de diamètre, pente forte



Bassin de décantation  
des eaux pluviales

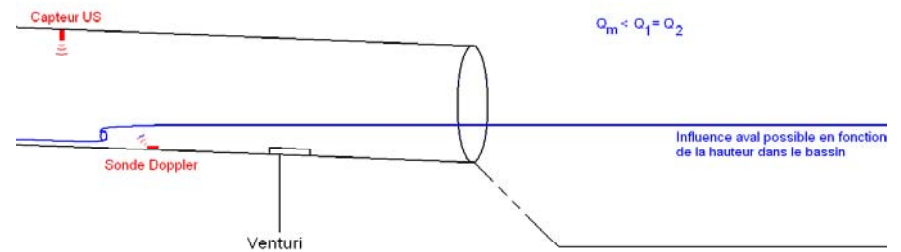
GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 - VILLEURBANNE (69)



## Perspectives

Conduite de 1.6 m de diamètre, pente forte



Bassin de décantation  
des eaux pluviales

GRAIE - 6<sup>e</sup> journée d'échanges régionale - Réseau régional d'échanges Autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 24 mars 2011 - VILLEURBANNE (69)



## Conclusions / Perspectives

- Établissement d'une courbe de type  $Q_{\text{TRACAGE}} = f(Q_{\text{MESURE}})$

