

Validation des résultats de mesures en réseau d'assainissement

Claude JOANNIS, LCPC

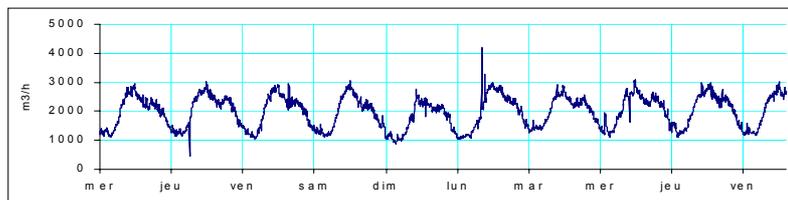


Validation des résultats de mesures en réseau d'assainissement

claude.joannis@lcpc.fr



Que s'est-il passé entre le 16 et le 25 avril 1997 ?

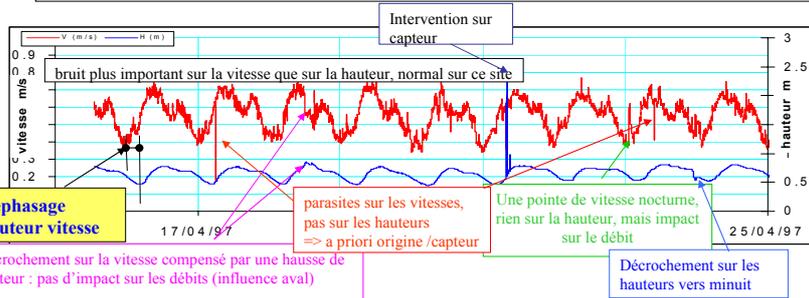
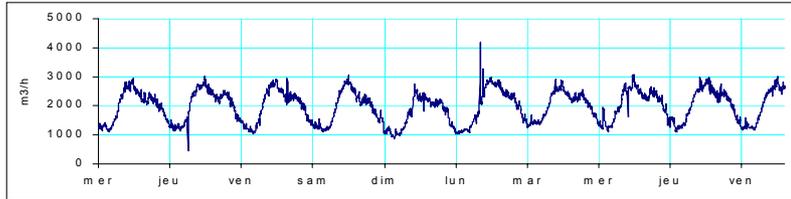


pas grand-chose !?



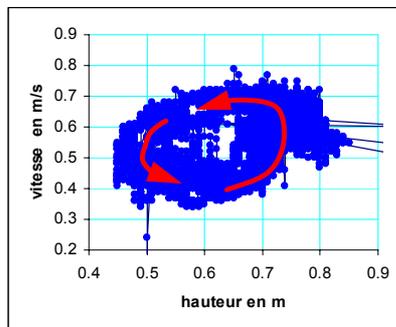
Que s'est-il passé entre le 16 et le 25 avril 1997 ?

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées

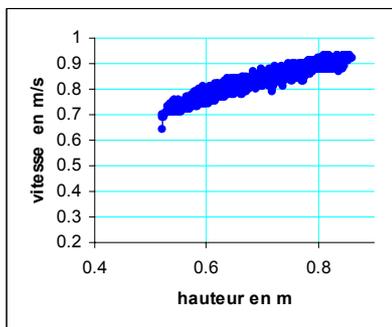


Essai et réussite

Avant



Après
changement du transmetteur



C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées



Problèmes

Les capteurs ne sont pas très fiables

Milieu agressif + chaîne de transmission

Les points de mesure sont difficiles à réceptionner

Fiabilité des mesures de contrôle
Difficultés à couvrir la gamme de mesure

Les mesurandes sont ambigus

Événements d'exploitation du réseau
Modifications de configuration ou de contexte
(Événements d'exploitation des capteurs)



Solutions

- **Critiquer / valider** les données avant toute (chaque?) exploitation = **affecter des codes** qualité
(Bon / mauvais / douteux / non représentatif / manquant)
- **Traiter** les données en fonction de l'application =
Éliminer / corriger / remplacer



3 objectifs pour la validation

- Identifier les valeurs mesurées qui sont *probablement en dehors de la bande d'incertitude* pour qu'elles ne perturbent pas les analyses
 - défauts de capteurs
 - comportement hydraulique du site
- Identifier les mesures justes mais *non représentatives* / application
- Evaluer et améliorer les *performances* du système de mesure (y compris déplacer/supprimer des points)



Une méthode classique

- Obtenir une évaluation *redondante*
- *Détecter* un écart excessif



Une méthode classique

- Obtenir une évaluation **redondante**
- **Détecter** un écart excessif
- (Localiser la variable responsable)
- **Diagnostiquer** la cause de cet écart



2 niveaux de validation

- **premier niveau**
 - local,
 - automatisable,
 - essentiellement détection, peu ou pas de diagnostic
 - exploitation courante du système
- **deuxième niveau**
 - global,
 - diagnostic de fonctionnement des capteurs et du réseau d'assainissement





Validation de premier niveau

- **tests / valeurs individuelles ou successives**
 - bornes
 - variations
 - rémanence
- **paramètres statistiques / fenêtre**
 - moyenne
 - variance



Validation de deuxième niveau

- **Vues synoptiques**
 - longue période de temps (pdt: 1J)
 - Changements d'échelles temporelles (zoom)
 - plusieurs variables synchronisées
 - plusieurs modes de représentation (chronologie, nuage de point, double cumul)

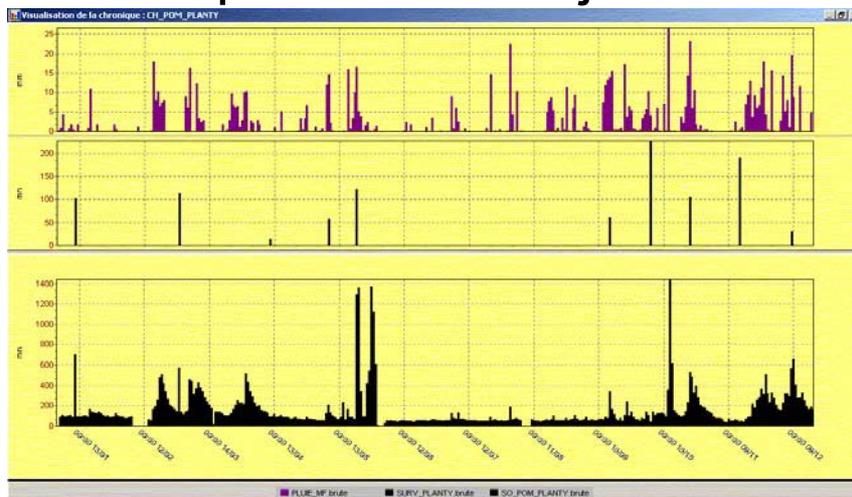


Validation de deuxième niveau

- **diagnostic > causes possibles**
 - « signature » des défauts
 - historique du site
 - enquête (/passé)
 - vérifications, essais



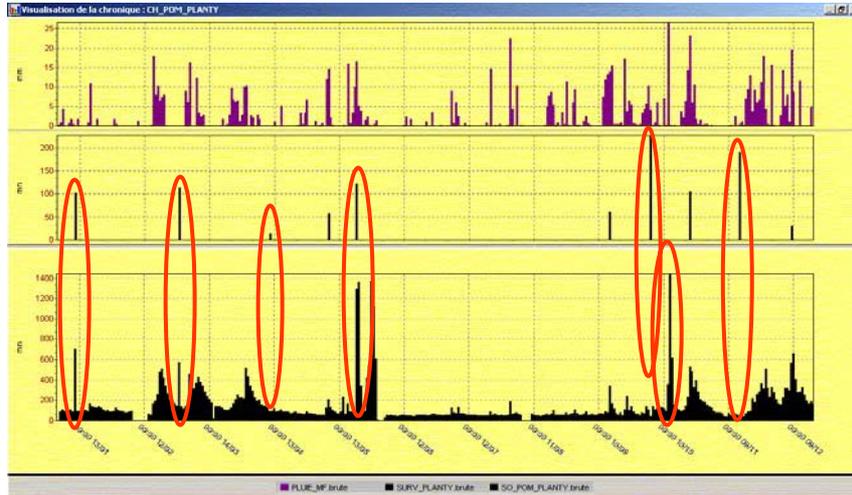
Vues synoptiques: chroniques / valeurs journalières





Vues synoptiques: chroniques / valeurs journalières

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées



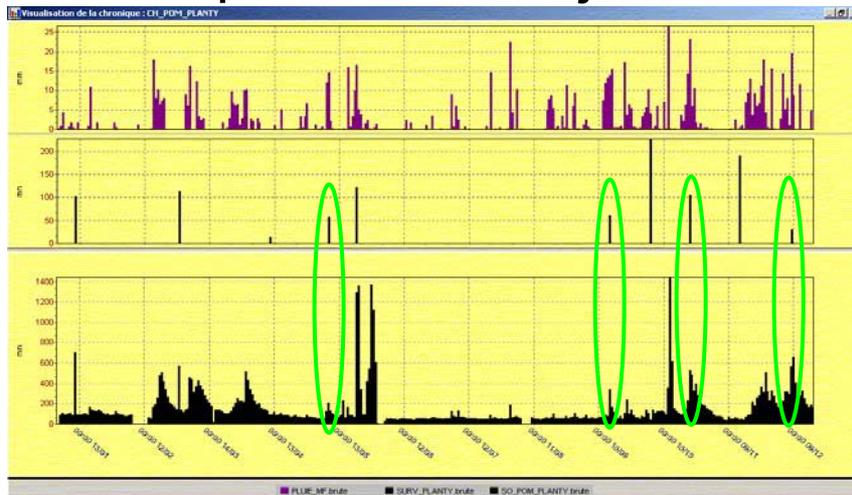
Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



Vues synoptiques: chroniques / valeurs journalières

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées

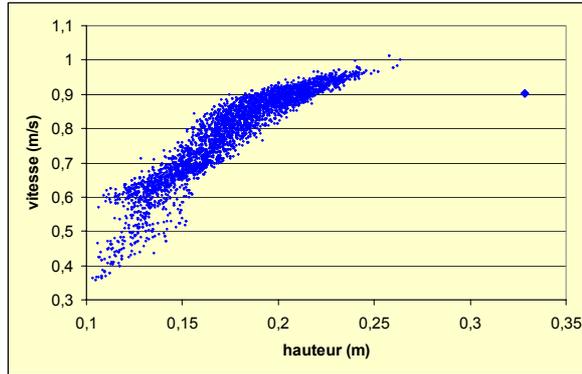


Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement

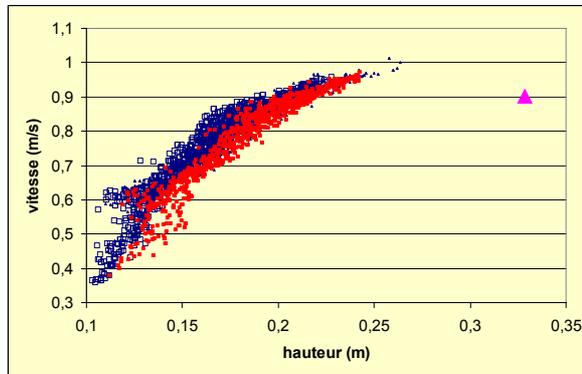
Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



Vues sinoptiques: nuage de points (redondance vitesse /hauteur)

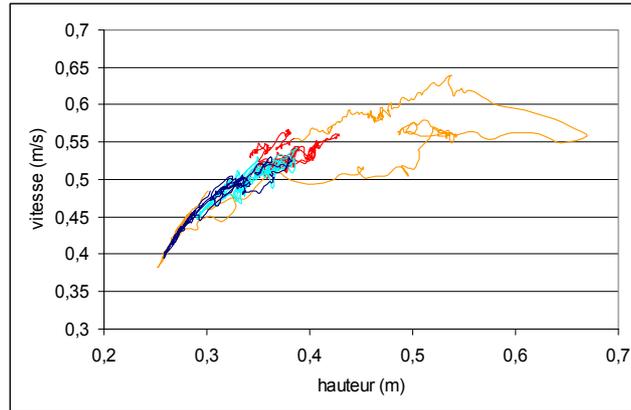


Vues sinoptiques: nuage de points (redondance vitesse /hauteur)

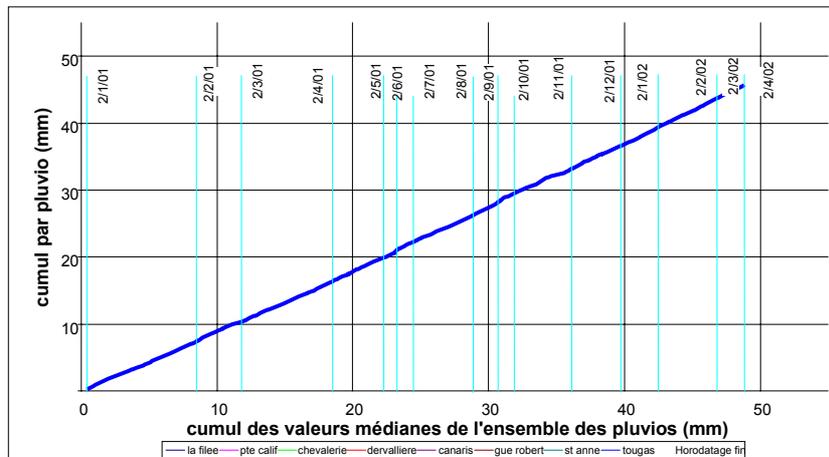




Vues sinoptiques: nuage de points (redondance vitesse /hauteur)



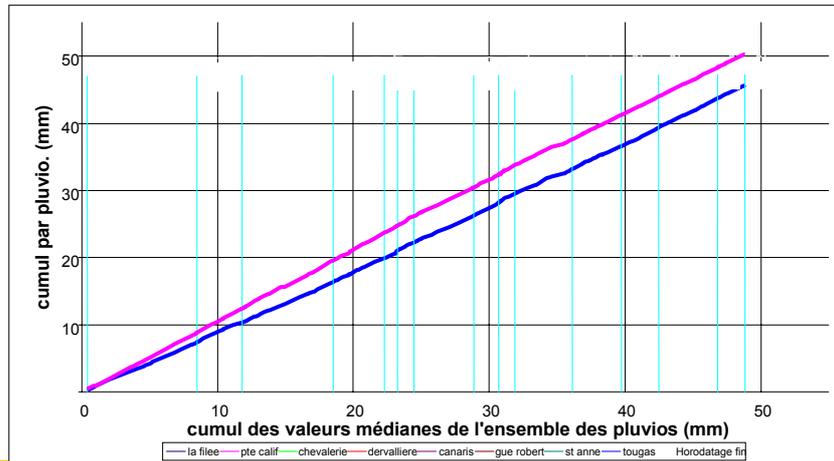
Vues sinoptiques : double cumul (sur données pluviographiques)





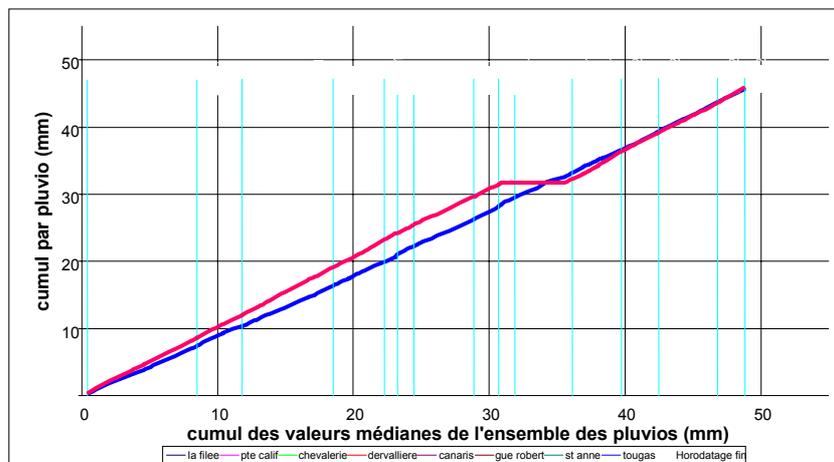
Vues sinoptiques : double cumul (sur données pluviographiques)

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées



Vues sinoptiques : double cumul (sur données pluviographiques)

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées





Diagnostic: anomalies classiques

1. Dérive de capteurs (piezo)
2. Encrassement, ensablement capteur vitesse, bouchage pluviographes
3. Pertes de données (-> faux zéros)
4. (Pb / Pompes)
5. Entretien/gestion du réseau
6. Entretien étalonnage des capteurs
7. Erreurs de paramétrage (cotes, tables)
8. Mauvais calibrage des impulsions pour comptage
9. Problèmes hydrauliques



Recueil de cas

Objectifs

Aide à l'expertise (atlas des pathologies)
Formation

Contenu : Cas documentés

Présentation des données disponibles à 2
échelles de temps

Hypothèses
Résultats d'enquête
Proposition d'affectation de code ou
d'investigations complémentaires



Recueil de cas

Aléas de fonctionnement

- | | | |
|-----|--------------------|---|
| 1. | SGL | panne électrique |
| 2. | SGL | Problème sur électronique d'acquisition |
| 3. | pluviographe | désétalonnage |
| 4. | hauteur (pression) | dérive |
| 5. | hauteur (pression) | décalage |
| 6. | hauteur (pression) | mesures hors gamme /hauteur |
| 7. | vitesse (Doppler) | encrassement |
| 8. | vitesse (Doppler) | déphasage vitesse/hauteur |
| 9. | hauteur+vitesse | ensablement de la section de mesure |
| 10. | turbidité | dérive |
| 11. | turbidité | encrassement aléatoire |
| 12. | SGL | échantillonnage non conforme à la stratégie |
| 13. | SGL | paramétrage /sortie |
| 14. | SGL | problème sur calcul local |



Recueil de cas

Défauts de conception ou de mise au point

- | | | |
|-----|-------------------------------|--|
| 15. | compteur
électromagnétique | mise en forme d'impulsions pour comptage |
| 16. | vitesse (Doppler) | Capteur trop haut |
| 17. | vitesse (cordes) | Délai de démarrage |
| 18. | vitesse (Doppler/flotteur) | Valeurs nulles la nuit |
| 19. | vitesse (Doppler/flotteur) | Signal bruité |

Mesures justes mais non représentatives du fonctionnement normal du réseau

- | | | |
|-----|-------------------|--|
| 20. | hauteur (US) | Evolution d'une référence de cote |
| 21. | hauteur + vitesse | influences immédiate et différée d'un curage |
| 22. | débit | influence aval |
| 23. | débit | influence aval |
| 24. | débit | intrusion du milieu extérieur |
| 25. | débit | intrusion du milieu extérieur |
| 26. | débit | dysfonctionnement d'un ouvrage |
| 27. | débit | Événement extérieur |



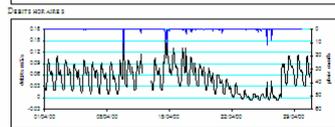
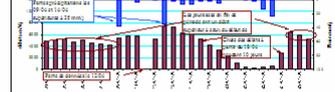
Fiches de cas

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées

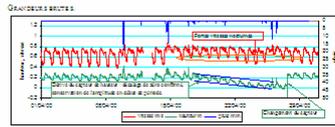
FICHE N°4 - DERIVE DE CAPTEUR DE HAUTEUR

SITE :
Le point de mesure est situé sur une conduite d'eaux usées à écoulement gravitaire.
- Ovoide de section : 1,20 X 0,92m
- Réseau de collecte unitaire.

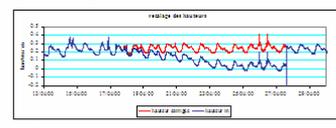
Instrumentation :
- Débitmètre à effet Doppler. Le débit est un résultat de calcul basé sur les mesures de vitesse et hauteur.
- Vitesse : sonde à effet Doppler
- Hauteur : sonde piézométrique
- Stratégie d'acquisition : pas de temps fixe de 5 minutes



La visualisation, au pas de temps horaire, permet de constater que le débit est nul pendant la nuit et qu'il augmente la nuit de 0 à 0,1 m³/s, ce qui est normal pour un réseau de collecte unitaire.



Contexte :
Le débitmètre à effet Doppler est installé sur un réseau d'égout à faible hauteur (moins de 10 cm) et est alimenté par un réseau de distribution d'eau.



On remarque dans le graphique ci-dessus, l'absence de débit utilisable pour obtenir le volume d'eau usée qui est mesuré par le débitmètre. Le débit est nul pendant la nuit et il augmente la nuit de 0 à 0,1 m³/s, ce qui est normal pour un réseau de collecte unitaire.



Pendant la première partie de la durée de la mesure, il est possible d'observer le débit nul pendant une nuit.

En résumé :

Causes constatées :

Instrument	Etat	Action envisagée
Point de mesure	OK	
Point de mesure	OK	

Causes suspectées :

Instrument	Etat	Action envisagée
Point de mesure	OK	
Point de mesure	OK	



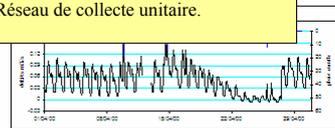
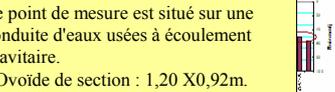
Fiches de cas

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées

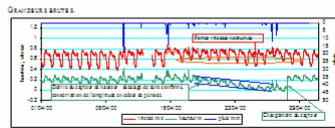
FICHE N°4 - DERIVE DE CAPTEUR DE HAUTEUR

SITE :
Le point de mesure est situé sur une conduite d'eaux usées à écoulement gravitaire.
- Ovoide de section : 1,20 X 0,92m
- Réseau de collecte unitaire.

Instrumentation :
- Débitmètre à effet Doppler. Le débit est un résultat de calcul basé sur les mesures de vitesse et hauteur.
- Vitesse : sonde à effet Doppler
- Hauteur : sonde piézométrique
- Stratégie d'acquisition : pas de temps fixe de 5 minutes



La visualisation, au pas de temps horaire, permet de constater que le débit est nul pendant la nuit et qu'il augmente la nuit de 0 à 0,1 m³/s, ce qui est normal pour un réseau de collecte unitaire.



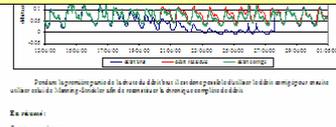
INSTRUMENTATION :

Débitmètre à effet Doppler. Le débit est un résultat de calcul basé sur les mesures de vitesse et hauteur.

- Vitesse : sonde à effet Doppler.
- Hauteur : sonde piézométrique.

Installation du capteur sur le côté du collecteur à 8 cm du fond.

Stratégie d'acquisition : pas de temps fixe de 5 minutes.



Pendant la première partie de la durée de la mesure, il est possible d'observer le débit nul pendant une nuit.

En résumé :

Causes constatées :

Instrument	Etat	Action envisagée
Point de mesure	OK	
Point de mesure	OK	

Causes suspectées :

Instrument	Etat	Action envisagée
Point de mesure	OK	
Point de mesure	OK	



Fiches de cas

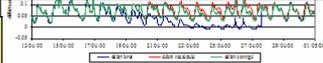
C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées

FICHE N°4 - DERIVE DE CAPTEUR DE HAUTEUR

SITE :
Le point de mesure est situé sur une conduite d'eaux usées à écoulement gravitaire.
- Ovoïde de section : 1,20 X 0,92m.
- Réseau de collecte unitaire.

INSTRUMENTATION :
Débitmètre à effet Doppler. Le débit est un résultat de calcul basé sur les mesures de vitesse et hauteur.
• Vitesse : sonde à effet Doppler.
• Hauteur : sonde piézométrique.
Installation du capteur sur le côté du collecteur à 8 cm du fond.
Stratégie d'acquisition : pas de temps fixe de 5 minutes.

Description	Code Qualité	Actions envisagées
Perte de données du 12/04.	Manquant	Vérifier le paramétrage du logiciel de télégestion pour éviter la répétition d'une telle anomalie.
Fortes vitesses nocturnes.	Douteux	Mettre un deuxième appareil.



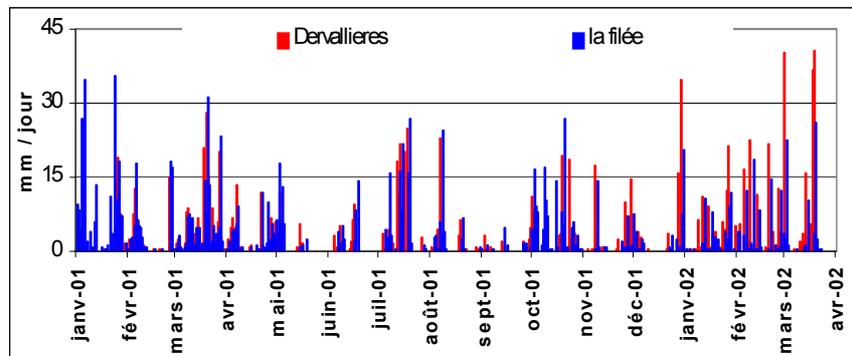
Pendant la période pendant de la durée de débit (non) il est dans le sens possible d'utiliser le débit enregistré avant dans celui de l'année précédente afin de compenser la dérive du capteur de débit.

Intégration	Code Qualité	Actions envisagées
Point de mesure de vitesse	Manquant	Vérifier le paramétrage du logiciel de télégestion pour éviter la répétition d'une telle anomalie.
Point de mesure de hauteur	Manquant	Vérifier le paramétrage du logiciel de télégestion pour éviter la répétition d'une telle anomalie.



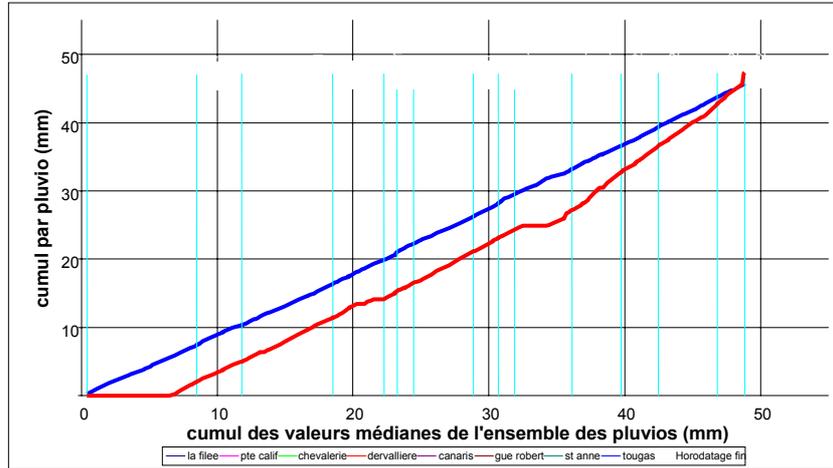
Exemple 1: désétalonnage de pluviographe

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées





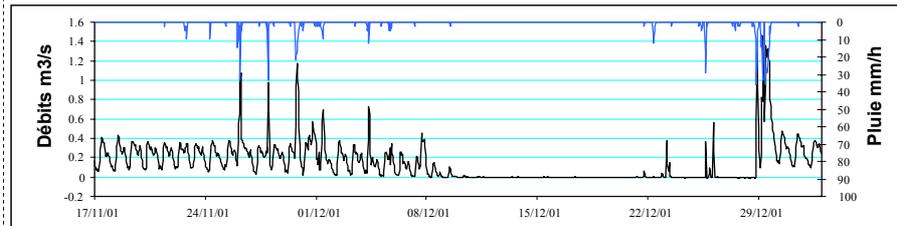
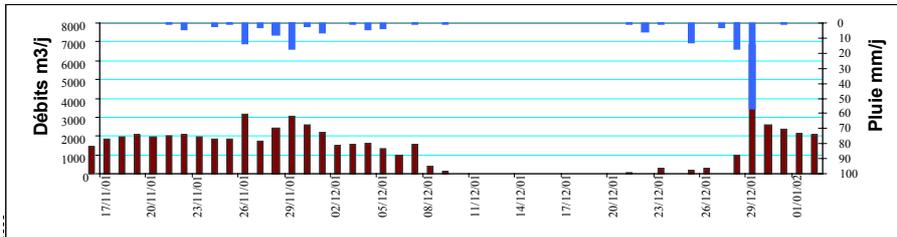
Exemple 1: désétalonnage de pluviographe



C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées



Exemple 2: encrassement de Doppler

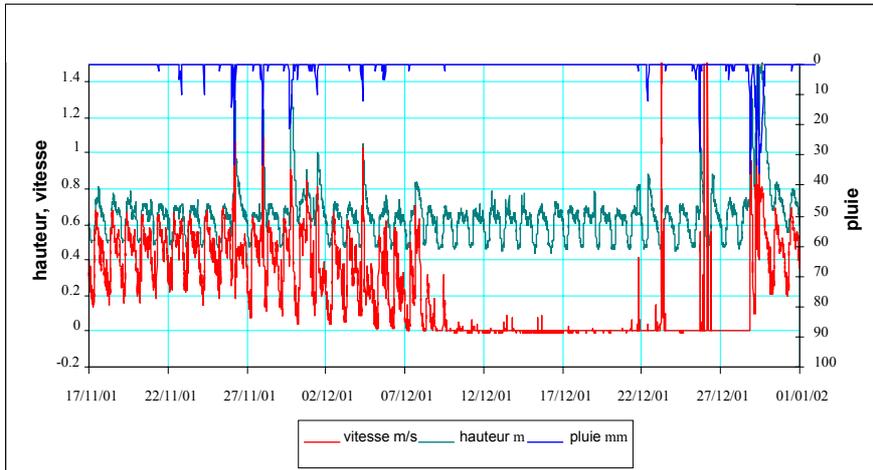


C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées



Exemple 2: engrassement de Doppler

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées



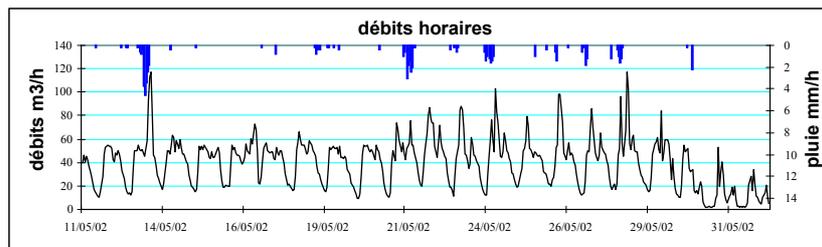
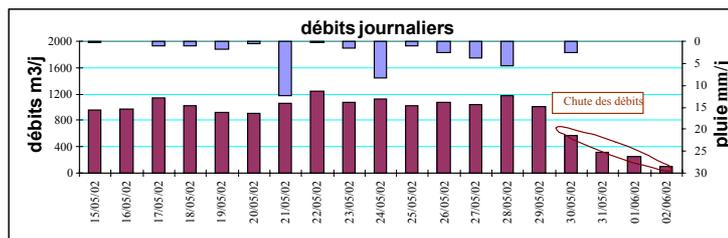
Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



Exemple 3: erreur juste

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées

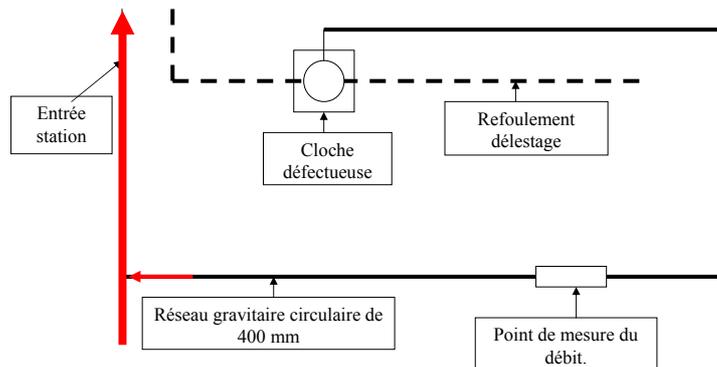


Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



Exemple 3: erreur juste



Conception adaptée à la validation

- **Implantation et gamme de mesure**
 - sollicitation permanente
- **Redondances**
 - totale (capteurs de hauteur d'eau)
 - partielle (**enregistrement** h & v, P1 & P2)
(Aval / amont, hauteur / seuil)



Conception adaptée à la validation

• Stratégies d'acquisition

- pas de temps fixes et courts
- valeurs intégrées & indicateurs statistiques
- détection d'anomalies en temps réel
 - min-max
 - gradient
 - rémanence
- mode diagnostic (enregistrement à pas de temps très court de valeurs instantanées)
- identification des données manquantes, en particulier / pluies et surverses



Conception adaptée à la validation

• Armoires électriques

- génération matérielle d'événements
- enregistrement de signaux / qualité de mesure
- connectique adaptée aux vérifications
- détection des pertes de données
(paramétrage des 4-20mA en 0-20mA...)

• «Vérifiabilité» des mesures

redondance temporaire



CONCLUSION

La réalité est souvent surprenante

- c'est ce qui justifie l'acquisition de mesures
- mais nécessite l'intervention d'un expert humain pour la validation finale

Sa tâche peut (doit) être facilitée par

- un tri automatique préalable des données,
- l'acquisition d'informations supplémentaires utiles à la validation



CONCLUSION 2

L'effort consenti est justifié par

- les exigences d'assurance qualité des résultats
- l'amélioration du système de mesure
- la compréhension du fonctionnement du système d'assainissement

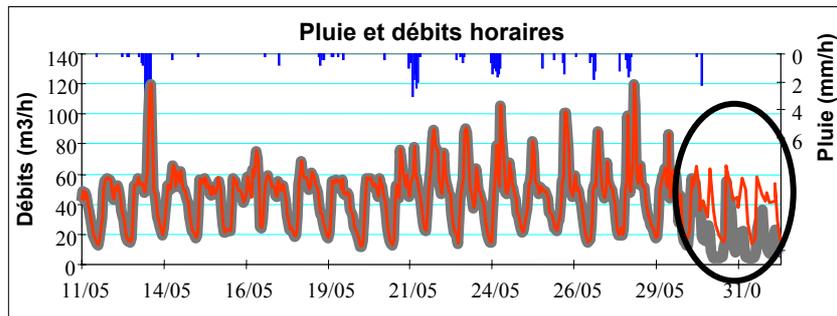
**la validation c'est déjà
une interprétation des résultats**

La majorité des défauts sont faciles à diagnostiquer

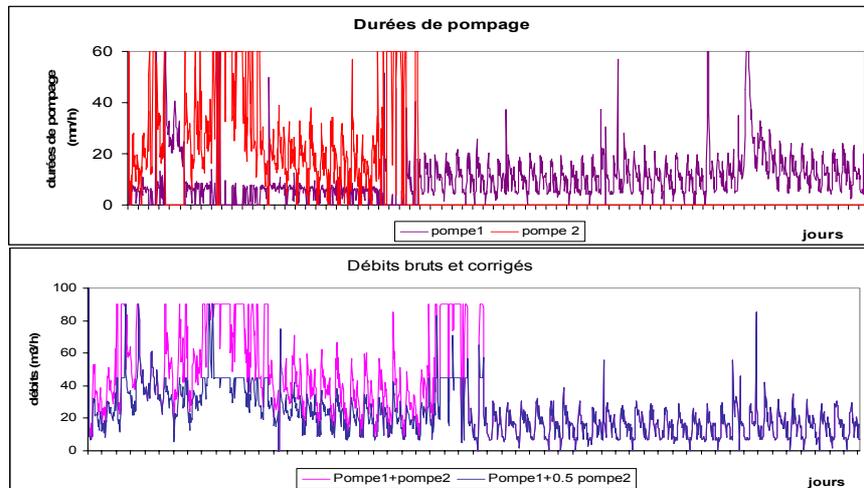


Validation et incertitude

- Cible de la validation:
Erreurs (*systématiques temporaires*)
sortant de la bande d'incertitude



Vues synoptiques: chroniques / valeurs horaires





Validation de premier niveau (exemple OTHU)

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées

