

# AUTOSURVEILLANCE DES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT

## 2<sup>ÈME</sup> JOURNÉE D'ÉCHANGES RÉGIONALE



Jeudi 29 mars 2007  
9h30 à 17h00

Hotel de la communauté urbaine de Lyon (69)

# L'autosurveillance des réseaux d'assainissement

---

La Directive européenne sur le traitement des eaux résiduaires urbaines du 21 mai 1991 a institué le principe de surveillance des systèmes d'assainissement. Les textes de transposition de cette directive ont chargé les collectivités locales de cette mission. On constate un retard certain de la mise en place de l'autosurveillance des réseaux (notamment sanctionné au niveau français par la Communauté Européenne).

L'autosurveillance des réseaux d'assainissement est une obligation réglementaire. Elle doit également constituer un outil pour optimiser la gestion des systèmes d'assainissement par temps de pluie.

Sur la région Rhône-Alpes, la mise en place de l'autosurveillance est progressive et plus avancée sur les grosses collectivités que sur les petites. A l'évidence, les difficultés sont d'ordres techniques, méthodologiques et financiers.

L'optimisation du coût et de l'efficacité des systèmes passe par des choix méthodologiques et techniques sur de nombreux points : études préalables, choix des points à instrumenter, paramètres à mesurer, techniques de suivi ; collecte, archivage et gestion des données acquises, rédaction du manuel d'autosurveillance, etc.

## Réseau régional

---

Afin de répondre à ce besoin, le GRAIE a organisé en décembre 2002 un premier séminaire d'échanges régional sur l'autosurveillance des réseaux d'assainissement. Suite à ce séminaire, un **réseau régional** sur ce thème a été mis en place en mars 2006.

L'idée structurante de ce réseau est de mettre en relation les différents acteurs de l'autosurveillance, de leur permettre de mutualiser leurs connaissances et compétences et d'avoir de nombreux contacts et échanges informels.

Plusieurs niveaux d'échanges et d'apports d'informations sont proposés au sein de ce réseau :

- Des réunions en **groupe de travail** restreint, rassemblant 3 à 4 fois par an des experts et des exploitants ayant déjà mis en place l'autosurveillance ; l'objectif est de produire des petits documents (établissement de fiches techniques, note méthodologique).
- Une **journée d'échanges régionale** annuelle, destinée à l'ensemble des acteurs concernés. Cette journée fournit l'occasion de présenter au réseau des retours d'expériences, des exposés techniques ainsi que les travaux du groupe de travail.

**Le réseau régional vous propose ici :**

- des éléments pour la mise en place de l'autosurveillance des réseaux d'assainissement (organigramme de la démarche, sommaires des CCTP et CCAP)
- des fiches techniques (F0 : Terminologie, F1 : Validation du dispositif de mesure, F2 : Comparaison de 2 valeurs)

## Journée d'échanges

---

Après un an de fonctionnement du groupe de travail régional, cette seconde journée d'échanges est l'occasion de restituer les différents travaux du groupe et de mobiliser des experts extérieurs à la région pour nous faire part de leurs expériences.

# Programme

---

<b>ACCUEIL</b>	<b>9 h 30</b>
<b>Ouverture de la journée</b>	<b>10h00</b>
<b>Rappel des objectifs du groupe de travail régional</b> Elodie BRELOT, GRAIE	<b>10h15</b>
<b>Restitution des travaux du groupe de travail régional</b>	
<b>LA MISE EN ŒUVRE DE L'AUTOSURVEILLANCE :</b>	
<b>Organigramme de la démarche générale de mise en place de l'autosurveillance</b> Lionel MERADOU, Agence de l'eau RM&C	<b>10h30</b>
<b>Prescriptions techniques : Cahiers des charges exemples commentés</b> Eric LENOIR, Service Eau et Assainissement, Ville de Valence * Manuel DAHINDEN, Service des Eaux, Chambéry métropole	<b>11h00</b>
<b>VALIDATION DES DISPOSITIFS DE MESURE :</b>	
<b>Présentation de la fiche technique proposée par le groupe de travail et retour d'expérience de la Communauté Urbaine de Lyon</b> Jean-Luc BERTRAND KRAJEWSKI, Insa de Lyon Patrick LUCCHINACCI, Grand Lyon	<b>11h40</b>
<b>DEJEUNER</b>	<b>12 h 20</b>
<b>Retours d'expériences</b>	
<b>VALIDATION DES DONNEES</b>	
<b>Validation des résultats de mesures en réseau d'assainissement</b> Claude JOANNIS, LCPC	<b>14h30</b>
<b>EXPLOITATION ET VALORISATION DES DONNEES</b>	
<b>Dijon</b> Laurent MONNOT, Alain BOFFY, Lyonnaise des eaux	<b>15h10</b>
<b>Dieppe et Toulouse</b> Frédéric BLANCHET, Veolia eau	<b>15h50</b>
<b>Discussion, échanges et perspectives</b>	<b>16h30</b>
<b>FIN DE JOURNEE</b>	<b>17 h 00</b>



# ELEMENTS POUR LA MISE EN PLACE DE L'AUTOSURVEILLANCE

---

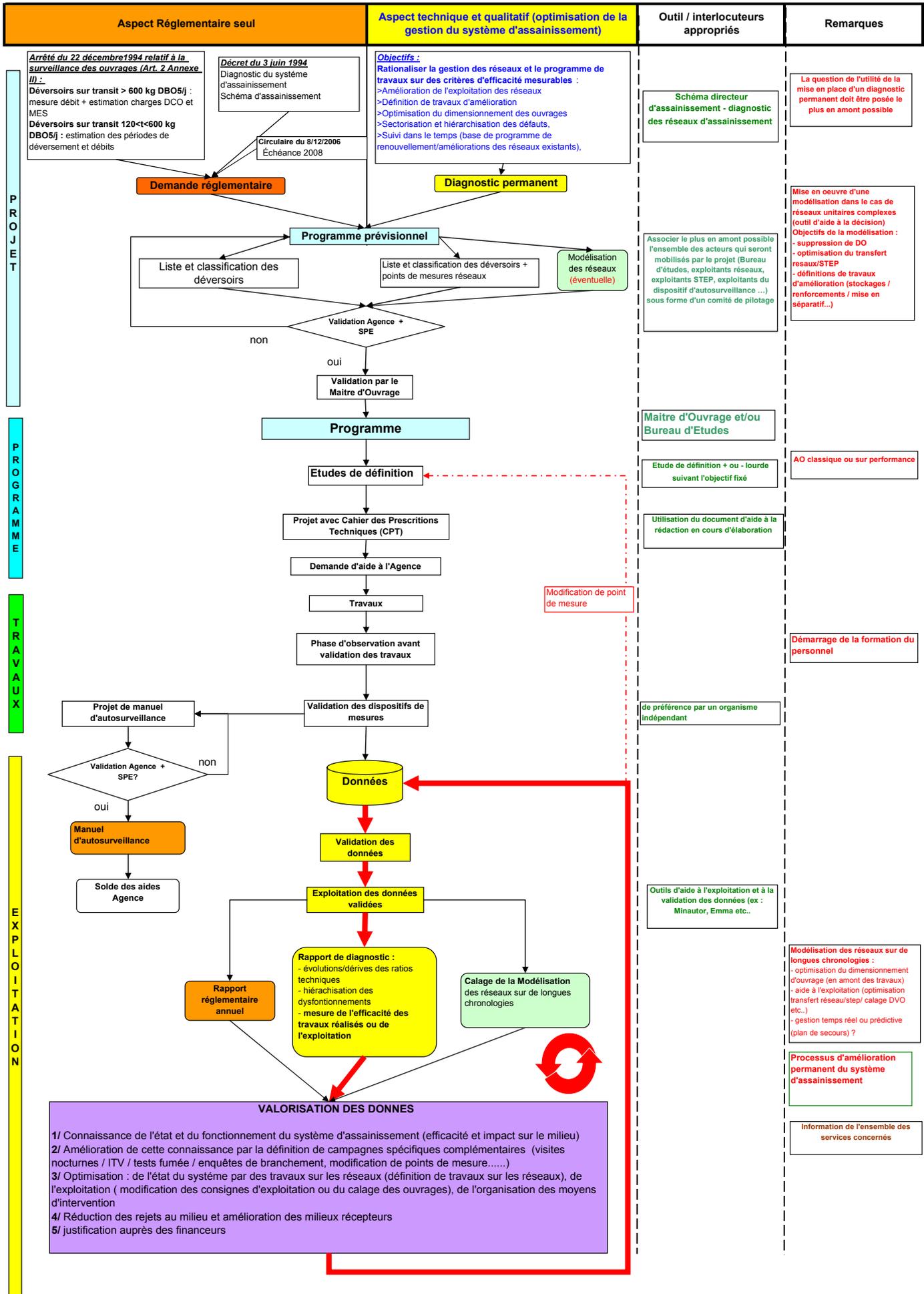


## **Organigramme de la démarche générale de mise en place de l'autosurveillance**

---



# Organigramme de la démarche générale de mise en place de l'Autosurveillance des réseaux d'assainissement





# Commentaires sur l'organigramme de la démarche générale de mise en place de l'autosurveillance des réseaux d'assainissement.

## Introduction

---

La réglementation impose aux collectivités de réaliser un diagnostic du fonctionnement de leur système d'assainissement (Décret du 3 juin 1994) et de réaliser la surveillance des ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées (Arrêté du 22 décembre 1994).

C'est l'occasion pour les collectivités et leurs services de se pencher sur le fonctionnement de leurs réseaux d'assainissement et en fonction des conclusions de se poser la question de la nécessité ou non de mettre en place un diagnostic permanent pour les aider à résoudre les problèmes mis à jour.

Si l'autosurveillance des stations d'épuration est bien avancée (92 % de la capacité épuratoire des stations supérieures à 2 000 EH du bassin RMC est sous autosurveillance), tout ou presque reste à faire en ce qui concerne la surveillance des ouvrages de collecte (25% en capacité seulement à ce jour).

Toutefois la circulaire du 8 décembre 2006 qui demande aux préfets de mettre en demeure les collectivités de se mettre en conformité avec la réglementation pour mars 2008 (étude) ou septembre 2008 (travaux) devrait accélérer la mise sous autosurveillance des systèmes d'assainissement.

## 1. PHASE PROJET

---

### Démarche minimale : Demande réglementaire

Elle consiste à satisfaire la demande réglementaire, la surveillance des déversements du réseau d'assainissement au milieu (déversoir d'orage et surverse des poste de relèvement) avec comme objectif sous jacent leur diminution. Les informations recueillies dans cette configuration ne sont pas toujours suffisantes pour définir précisément les actions et travaux à entreprendre.

### Démarche complète : Diagnostic permanent

Elle satisfait la demande réglementaire et son objectif est aussi **et surtout** l'optimisation de la gestion (investissement et exploitation) des réseaux d'assainissement de la collectivité. Elle comprend au minimum :

- la surveillance des déversements du réseau d'assainissement au milieu,
- la mesure du transit sur des points clés du réseau,
- l'exploitation de ces données pour l'établissement de consignes d'exploitation ou de projet d'amélioration

Elle peut être complétée par une modélisation du réseau qui permet d'affiner ce dernier point notamment sur les aspects suivants :

- optimisation du dimensionnement d'ouvrage (en amont des travaux)
- aide à l'exploitation (optimisation transfert réseau/station d'épuration, calage des DO etc..)
- gestion en temps réel ou prédictive (plan de secours ....)

Pour que cette démarche soit adoptée il faut sensibiliser le maître d'ouvrage sur son intérêt.

### **Le Programme prévisionnel**

Quelque soit l'option retenue (demande réglementaire ou diagnostic permanent), il faut aboutir dans un premier temps à l'élaboration d'un programme prévisionnel qui listera les points à équiper (DO et leur classement, points de mesures réseaux, modélisation.....).

### **Le programme devra aussi définir les moyens en personnel (et leur formation) nécessaires au fonctionnement du système et à la validation des données.**

Ce programme prévisionnel et surtout la partie surveillance des rejets aux milieux doivent être validés par les administrations (Agence et SPE).

### **Identification et classification des DO**

L'identification et la classification des déversements au milieu (120 kg, 600 kg DBO5) sont des points importants de la présentation des dossiers aux administrations (SPE, Agence). Le MO doit avoir en principe régularisé auprès du SPE les déclarations et/ou autorisations des différents ouvrages de rejet (DO, voir station d'épuration)

Il faut par ailleurs étudier en amont les différents modes de transmission des données (RTC, radio, radio numérique...) qui peuvent être optimisés en fonction du contexte local (cette réflexion peut être transversale avec d'autres services de la collectivité (transports, Ordures Ménagères,...))

**Il est important dès ce niveau de s'entourer de toutes les connaissances et compétences disponibles et ainsi d'associer l'ensemble des acteurs qui seront à divers stades mobilisés par le projet (Bureaux d'études, exploitants station et réseaux, administrations....) sous la forme d'un comité de pilotage.**

## **2. PHASE PROGRAMME**

---

Le MO valide l'option retenue et le programme prévisionnel, ses services avec éventuellement l'assistance d'un BE spécialisé finalisent le programme et décident de la nécessité d'engager des études de définitions

### **Etudes de définitions :**

Suivant l'option retenue (modélisation par exemple), le contexte et la configuration des points, elles peuvent être indispensables et plus ou moins lourdes. Dans ce cas, avant d'engager une opération et la maîtrise d'œuvre, des études préalables doivent permettre de préciser les points à équiper, les équipements à installer (une campagne de métrologie peut être aussi nécessaire).

Le programme arrêté et validé par le maître d'ouvrage est traduit par un maître d'œuvre sous forme de projet de consultation des entreprises avec notamment un CPT que l'Agence demande à valider avant mise en concurrence. Le MO pourra s'inspirer du document d'aide à la rédaction d'un CPT autosurveillance des réseaux en cours d'élaboration qui présente 2 manières d'aborder le problème (AO classique ou sur performance).

L'Agence de l'Eau peut apporter une aide pour la réalisation de ces travaux sous réserve qu'ils répondent à l'un ou l'autre des 2 objectifs (réglementaire ou diagnostic permanent).

### 3. PHASE TRAVAUX

---

Les travaux réalisés, il est nécessaire de prévoir une période d'observation avant de valider les dispositifs de mesures et de l'ensemble du système.

#### **Validation des dispositifs de mesures :**

Dans la mesure du possible la validation des dispositifs doit être effectuée par d'autres méthodes que celles employées sur le site. Par ailleurs il est fortement recommandé de faire réaliser une validation par un organisme indépendant intervenant directement pour le compte du Maître d'ouvrage et non le constructeur (« essais de garantie ») – ou par le maître d'œuvre s'il en a les moyens et la compétence.

Le MO pourra s'appuyer sur des fiches techniques mis à a disposition.

Parallèlement l'exploitant rédigera un projet de manuel d'auto surveillance qui une fois validé permettra de solder les aides financières de l'Agence.

### 4. PHASE EXPLOITATION

---

Dés sa mise en fonctionnement, le système d'autosurveillance va produire des données qu'il faudra valider et valoriser sous forme de rapport réglementaire (minimum dans le cas de l'autosurveillance réglementaire), mais aussi de rapport diagnostic qui devront déboucher sur la définition de nouvelles actions à engager soit en terme de travaux soit en terme d'amélioration de l'exploitation et le système sera engagé dans un processus d'amélioration continue.

#### **Validation des données :**

Etape très importante à ne pas négliger (moyens informatiques et en personnel)

Il existe sur le marché des outils informatiques (Minautor, Emma....) pour aider l'exploitant dans cette tâche.

Des sociétés proposent aussi de traiter toute cette phase et de mettre à disposition les résultats.

#### **Exploitation des données validées :**

Elle devra permettre un suivi diagnostic annuel répertoriant :

- les évolutions et dérives de ratios techniques (ex : taux de déversement au milieu...)
- les dysfonctionnements et leur hiérarchisation
- l'efficacité des travaux réalisés
- l'efficacité de l'exploitation

Elles permettront par ailleurs d'améliorer le calage de la modélisation du réseau sur de longues chronologies et ainsi affiner son fonctionnement et sa fiabilité.

Les objectifs finaux à atteindre sont les suivants :

- la connaissance de l'état du système,
- la réduction des rejets au milieu par temps sec et par temps de pluie,
- la définition de travaux sur les réseaux (renouvellement, redimensionnement, bassin de stockage, élimination des eaux parasites .....),
- définitions de campagnes spécifiques complémentaires (visites nocturnes / inspection télévisée sur certains tronçons, tests fumée / enquêtes de branchement)
- justification des travaux auprès des financeurs
- optimisation du système (travaux sur les réseaux, modification des consignes d'exploitation ou du calage des ouvrages)

Les travaux et les améliorations d'exploitation devraient avoir un impact sur les données et la modélisation induisant ainsi un processus d'amélioration continue.

La valorisation des données et des constats résultant de l'exploitation des données d'autosurveillance permet :

1/ une meilleure connaissance de l'état et du fonctionnement du système d'assainissement (efficacité et impact sur le milieu),

2/ une amélioration de cette connaissance par la définition de campagnes spécifiques complémentaires mieux ciblées (visites nocturnes / ITV / tests fumée / enquêtes de branchement....) ou de modification de points de mesure suite au retour d'expérience sur ces points,

3/ l'optimisation à la fois :

- de l'état du système par des travaux sur les réseaux (définition de travaux sur les réseaux, bassin d'orage, redimensionnement de canalisation sur certains secteurs...),
- de l'exploitation (modification des consignes d'exploitation ou du calage des ouvrages),
- de l'organisation des moyens d'intervention sur le système d'assainissement

4/ la réduction des rejets au milieu et l'amélioration des milieux récepteurs.

Tous ces points permettent de justifier les investissements et les coûts d'exploitation vis-à-vis des financeurs (collectivités et organismes publics).

## **Exemple de sommaires de Cahiers des charges**

---

Exemple de la Ville de Valence  
Exemple de Chambéry métropole



# VILLE DE VALENCE – AUTOSURVEILLANCE ET DIAGNOSTIC PERMANENT DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT

## CCTP - CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

### SOMMAIRE CCTP

---

- 1 PRESENTATION DU MARCHÉ – CONDITIONS GENERALES DE REALISATION**
  - 1.1 Objet du dossier
  - 1.2 Maître d'ouvrage
  - 1.3 Maître d'œuvre
  - 1.4 Lieu d'implantation
  - 1.5 Etat des lieux
  - 1.6 Dénomination des stations de mesures
  - 1.7 Coordination, préparation et exécution des prestations
    - 1.7.1 Réunions et suivi des prestations
    - 1.7.2 Calendrier prévisionnel de réalisation du chantier
  - 1.8 Surveillance et maintenance avant réception
  - 1.9 Obligations et responsabilité
  - 1.10 Obligations complémentaires
    - 1.10.1 Délais prévisionnels d'entreprise
    - 1.10.2 Délais contractuels
  - 1.11 Contraintes
- 2 LIMITES DE PRESTATIONS**
  - 2.1 Prestations à la charge du Titulaire
    - 2.1.1 Etudes d'exécutions
    - 2.1.2 Equipements de mesures
    - 2.1.3 Télégestion et informatique
    - 2.1.4 Raccordements aux réseaux secs
    - 2.1.5 Essais, analyses et recollements
    - 2.1.6 Formation du personnel
  - 2.2 Prestations exclues du marché
- 3 ORGANISATION DES TRAVAUX**
  - 3.1 Généralités
  - 3.2 Environnement
  - 3.3 Occupation du domaine public
- 4 HYGIENE ET SECURITE**
  - 4.1 Sécurité en égout
  - 4.2 Sécurité sur les chantiers
  - 4.3 Electricité, électronique, communication
- 5 DESCRIPTIF DÉTAILLÉ DES TRAVAUX : POSTE ETUDES D'EXÉCUTION**
- 6 DESCRIPTIF DÉTAILLÉ DES TRAVAUX : POSTE ÉQUIPEMENTS DE MESURES**
  - 6.1 Dispositifs de mesures
    - 6.1.1 Prescriptions générales
    - 6.1.2 Matériels et appareillages
    - 6.1.3 Pose des appareils de mesure
    - 6.1.4 Canal jaugeur
    - 6.1.5 Armoires de mesures en extérieur

- 6.1.6 Description des éléments constitutifs des armoires
- 6.1.7 Aménagements pour l'installation de préleveurs
- 6.2 Capteurs
  - 6.2.1 Généralités
  - 6.2.2 Capteurs de pression
  - 6.2.3 Capteurs de niveau à ultrasons
  - 6.2.4 Capteurs de vitesse à effet DOPPLER
  - 6.2.5 Capteurs de vitesse par corde à ultrasons
  - 6.2.6 Electronique associée aux capteurs
  - 6.2.7 Pluviomètres
- 6.3 Travaux de géomètres
  - 6.3.1 Formes d'ouvrages
  - 6.3.2 Capteurs de niveau immergés
  - 6.3.3 Capteurs de niveau à ultrasons
  - 6.3.4 Capteurs de vitesse
  - 6.3.5 Canal jaugeur
  - 6.3.6 Cotes remarquables

## **7 DESCRIPTIF DETAILLE DES TRAVAUX : POSTE TÉLÉGESTION – ANALYSE DES DONNEES**

- 7.1 Architecture
- 7.2 Postes locaux de télégestion
  - 7.2.1 Généralités
  - 7.2.2 Consistance des travaux
  - 7.2.3 Fonctionnalités
  - 7.2.4 Spécifications électriques
  - 7.2.5 Calcul des débits
- 7.3 Système de transmission des données
- 7.4 Poste central de télégestion et de supervision
- 7.5 Fonctions logicielles du poste central
  - 7.5.1 Module Synoptique :
  - 7.5.2 Evolutivité / Pérennité
- 7.6 Autres fonctionnalités
- 7.7 Maintenance, Fiabilité et Performance
  - 7.7.1 Maintenance
  - 7.7.2 Fiabilité / Performance

## **8 DESCRIPTIF DÉTAILLÉ DES TRAVAUX : POSTE RACCORDEMENTS AUX RÉSEAUX SECS**

- 8.1 Travaux d'électricité
  - 8.1.1 Branchement au réseau d'électricité
  - 8.1.2 Câblage des sites de mesure
- 8.2 Travaux de raccordement au Réseau Téléphonique Commuté (RTC)
- 8.3 Travaux divers
  - 8.3.1 Percements, réservations, ragréages et calfeutremments
  - 8.3.2 Percements
  - 8.3.3 Calfeutremments
  - 8.3.4 Fourreaux
  - 8.3.5 Emprise de chantier - Accès aux ouvrages

## **9 ESSAIS, ANALYSES, EPREUVES PREALABLES A LA RECEPTION**

- 9.1 Essais
  - 9.1.1 Cahier de recettes et de réception
  - 9.1.2 Protocole d'essais
- 9.2 Tests de laboratoire
  - 9.2.1 Capteurs piézorésistifs
  - 9.2.2 Capteurs capacitifs
  - 9.2.3 Capteurs de niveau à ultrasons
  - 9.2.4 Capteurs de vitesse à effet DOPPLER
  - 9.2.5 Capteurs de vitesse par corde à ultrasons

- 9.3 Etalonnage in situ des sites de mesures
  - 9.3.1 Mesure de hauteur ou de niveau
  - 9.3.2 Mesure de débit
- 9.4 Poste local de télégestion
  - 9.4.1 Tests fonctionnels
  - 9.4.2 Test de calcul des débits
- 9.5 Système central de télégestion
- 9.6 Mise en oeuvre opérationnelle, vérifications et réception
  - 9.6.1 Vérification d'aptitude des sites de mesure
  - 9.6.2 Vérification de la conformité électrique des armoires
  - 9.6.3 Vérification de fonctionnement du système de télégestion
  - 9.6.4 Documentation
- 10 FORMATION DU PERSONNEL**
- 11 RECEPTION**
  - 11.1 Principe
  - 11.2 Période d'observation
  - 11.3 Réception des sites
  - 11.4 Date d'achèvement des travaux
  - 11.5 Dossiers de récolement
  - 11.6 Fiche technique d'Entreprise
  - 11.7 Manuel d'autosurveillance
  - 11.8 Garanties particulières

# VILLE DE VALENCE – AUTOSURVEILLANCE ET DIAGNOSTIC PERMANENT DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT

CCAP - CAHIER DES CLAUSES ADMINISTRATIVES PARTICULIÈRES

## SOMMAIRE CCAP

---

### CHAPITRE I – GENERALITES

#### **ARTICLE 1. OBJET DU MARCHÉ**

#### **ARTICLE 2. DEFINITIONS ET OBLIGATIONS DES PARTIES CONTRACTANTES**

- 2.1. Maître d'ouvrage, Personne responsable du marché, Maître d'oeuvre
- 2.2. Titulaire
- 2.3. Découpage en lots – forme des groupements
- 2.4. Sous-traitance
- 2.5. Ordres de service
- 2.6. Découpage en tranches
- 2.7. Coordonnateur SPS
- 2.8. Contrôle technique
- 2.9. Conduite D'opération
- 2.10. Langue du marché

#### **ARTICLE 3. PIÈCES DU MARCHÉ**

- 3.1. Pièces contractuelles
- 3.2. Pièces indicatives (non contractuelles)
- 3.3. Priorités des pièces

#### **ARTICLE 4. CLAUSE DE SURETE ET ASSURANCES**

- 4.1. Clause de sûreté
- 4.2. Assurances

#### **ARTICLE 5. DECOMPTE DES DELAIS**

#### **ARTICLE 6. PROPRIETE INDUSTRIELLE OU COMMERCIALE**

#### **ARTICLE 7. TRAVAUX INTERESSANT LA DEFENSE**

#### **ARTICLE 8. CONTROLE DES PRIX DE REVIENT**

#### **ARTICLE 9. PROTECTION DE LA MAIN D'ŒUVRE ET CONDITIONS DU TRAVAIL**

### CHAPITRE 2 – PRIX ET REGLEMENT DES COMPTES

#### **ARTICLE 10. CONTENU ET CARACTERE DES PRIX**

- 10.1. Contenu des prix

- 10.2. Nature des prix
- 10.3. Décomposition et sous-détail de prix
- 10.4. Variation dans les prix
- 10.5. Révision provisoire

#### **ARTICLE 11. REMUNERATION DE L'ENTREPRENEUR**

- 11.1. Règlement des comptes
- 11.2. Travaux rémunérés
- 11.3. Travaux en régie
- 11.4. Approvisionnement
- 11.5. Avances
- 11.6. Clauses de variation de prix
- 11.7. Intérêts moratoires
- 11.8. Tranches conditionnelles
- 11.9. Rémunération en cas d'entrepreneurs groupés et de sous-traitants

#### **ARTICLE 12. CONSTATATIONS ET CONSTATS CONTRADICTOIRES**

#### **ARTICLE 13. MODALITES DE REGLEMENT DES COMPTES**

- 13.1. Décomptes
- 13.2. Acomptes
- 13.3. Paiement co-traitants et des sous-traitants

#### **ARTICLE 14. PRIX NOUVEAUX**

#### **ARTICLE 15. AUGMENTATION DANS LA MASSE DES TRAVAUX**

#### **ARTICLE 16. DIMINUTION DANS LA MASSE DES TRAVAUX**

#### **ARTICLE 17. CHANGEMENT DANS L'IMPORTANCE DES DIVERSES NATURES D'OUVRAGES**

#### **ARTICLE 18. PERTES ET AVARIES**

### **CHAPITRE III – DELAIS**

#### **ARTICLE 19. FIXATION DES DELAIS**

- 19.1. Délai global
- 19.2. Délais partiels
- 19.3. Prolongation des délais

#### **ARTICLE 20. PENALITES, PRIMES ET RETENUES**

- 20.1. Primes
- 20.2. Pénalités pour retard dans la remise des documents
- 20.3. Pénalités pour non-enlèvement de matériaux inemployés ou impropres
- 20.4. Pénalités de retard
- 20.5. Primes pour retard dans la remise d'un projet de décompte
- 20.6. Pénalité pour non-représentation aux réunions de chantiers
- 20.7. Pénalité en cas de non-obtention des données d'exploitation

## **CHAPITRE IV – REALISATION DES OUVRAGES**

**ARTICLE 21. PROVENANCE DES MATERIAUX ET PRODUITS**

**ARTICLE 22. LIEUX D'EXTRACTION OU D'EMPRUNT DES MATERIAUX**

**ARTICLE 23. QUALITE DES MATERIAUX ET PRODUITS, APPLICATION DES NORMES**

**ARTICLE 24. VERIFICATION, CONTROLE ET ESSAIS DES MATERIAUX ET PRODUITS**

**ARTICLE 25. VERIFICATION DES QUANTITES**

**ARTICLE 26. MATERIAUX FOURNIS PAR LE MAITRE D'OUVRAGE**

**ARTICLE 27. PLAN D'IMPLANTATION ET PIQUETAGE**

27.1. Plan général d'implantation des ouvrages

27.2. Piquetage

27.3. Piquetage spécial des ouvrages enterrés

**ARTICLE 28. PREPARATION DES TRAVAUX**

**ARTICLE 29. PLANS D'EXECUTIONS, NOTES DE CALCUL, ETUDES DE DETAIL**

**ARTICLE 30. MODIFICATIONS APORTEES AU DISPOSITIONS CONTRACTUELLES**

**ARTICLE 31. INSTALLATION, ORGANISATION, HYGIENE ET SECURITE DES CHANTIERS**

31.1. Installation de chantier

31.2. Lieux de dépôt des déblais en excédent

31.3. Autorisation administrative.

31.4. Sécurité et hygiène des chantiers

31.5. Signalisation des chantiers à l'égard de la circulation

31.6. Maintien des communications et de l'écoulement des eaux

31.7. Travaux à proximité de lieux fréquentés

31.8. Sujétions particulières pour travaux à proximité d'ouvrages enterrés.

31.9. Démolitions

31.10. Emploi d'explosifs

**ARTICLE 32. ENGIN EXPLOSIFS DE GUERRE**

**ARTICLE 33. VESTIGES**

**ARTICLE 34. DEGRADATIONS CAUSEES AUX VOIES PUBLIQUES**

**ARTICLE 35. DOMMAGES DIVERS CAUSES PAR LA CONDUITE DES TRAVAUX OU LES MODALITES DE LEUR EXECUTION**

**ARTICLE 36. MESURE D'EVICION A L'ENCONTRE DU PERSONNEL**

**ARTICLE 37. ENLEVEMENT DU MATERIEL ET DES MATERIAUX SANS EMPLOI**

**ARTICLE 38. ESSAIS**

38.1. Essais avant exécution

38.2. Essais en cours de travaux

38.3. Essais pendant la période de garantie

**ARTICLE 39. VICES DE CONSTRUCTION**

**ARTICLE 40. DOSSIER FOURNI APRES EXECUTION**

**CHAPITRE V – RECEPTION ET GARANTIES**

**ARTICLE 41. RECEPTION**

- 41.1. Principes généraux
- 41.2. Constat d'achèvement de la construction
- 41.3. Période de mise au point
- 41.4. Période de mise en observation
- 41.5. Réception

**ARTICLE 42. RECEPTIONS PARTIELLES**

**ARTICLE 43. MISE A DISPOSITION DE CERTAINS OUVRAGES.**

**ARTICLE 44. GARANTIES**

- 44.1. Garantie de parfait achèvement
- 44.2. Garantie décennale
- 44.3. Garantie particulière

**ARTICLE 45. POINT DE DEPART DE GARANTIES**

**CHAPITRE VI- RESILIATION DU MARCHE- INTERRUPTION DES TRAVAUX**

**ARTICLE 46. RESILIATION DU MARCHE.**

**ARTICLE 47. DECES, INCAPACITE, RELEMENT JUDICIAIRE OU LIQUIDATION DES BIENS DE L'ENTREPRENEUR**

**ARTICLE 48. AJOURNEMENT ET INTERRUPTION DES TRAVAUX**

**CHAPITRE VII- REGLEMENT DES DIFFERENTS ET DES LITIGES**

**ARTICLE 49. MESURES COERCITIVES**

**ARTICLE 50. REGLEMENT DES DIFFERENTS ET DES LITIGES.**

**ARTICLE 51. DEROGATIONS AU DOCUMENT GENERAUX :**





## CCTP - CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

### SOMMAIRE CCTP

---

#### **1 Article 1 - Dispositions générales**

- 1.1 Objet du présent cahier
- 1.2 Etat et connaissance des lieux
- 1.3 Connaissance du Dossier de Consultation
- 1.4 Dispositions générales pour le chantier
  - 1.4.1 Planning des travaux
  - 1.4.2 Alimentation en énergie électrique pendant le chantier
  - 1.4.3 Fonctionnement des installations existantes pendant le chantier
  - 1.4.4 Vérifications pendant le chantier
  - 1.4.5 Protection des ouvrages
  - 1.4.6 Gestion des déchets de chantier

#### **2 Article 2 - Consistance des travaux**

#### **3 Article 3 - Mode d'exécution des travaux Qualité des matériaux et matériels**

- 3.1 Domaine d'application
- 3.2 Travaux relatifs aux points de mesure sur les déversoirs d'orage et réseaux unitaires pluviaux
  - 3.2.1 Spécifications relatives aux stations de mesure débitmétriques par cordes à ultrasons
  - 3.2.2 Spécifications relatives aux stations de mesure débitmétriques par sondes Doppler
  - 3.2.3 Spécifications relatives à la station de mesure débitmétrique par seuil jaugeur
- 3.3 Travaux relatifs aux points de mesure sur les réseaux séparatifs d'eaux usées
  - 3.3.1 Spécifications relatives aux mesures de débit par Canal Venturi
  - 3.3.2 Spécifications relatives aux mesures de débit par débitmètre électromagnétique

- 3.3.3 Spécifications relatives à la mesure de pluviométrie
- 3.4 Travaux relatifs à la télésurveillance et à la supervision
  - 3.4.1 Consistance des travaux
  - 3.4.2 Exécution des travaux -Qualité des matériaux et matériels
- 3.5 Travaux de génie civil et canalisation
  - 3.5.1 Consignes générales pour les travaux de génie civil et canalisation
  - 3.5.2 Terrassements et génie civil
  - 3.5.3 Equipements hydrauliques divers
  - 3.5.4 Entretien et remise en état des voiries
- 3.6 Hygiène et sécurité
- 3.7 Propreté du chantier
- 3.8 Stockage provisoire des matériels et matériaux



## CCAP - CAHIER DES CLAUSES ADMINISTRATIVES PARTICULIÈRES

### SOMMAIRE CCAP

---

- 1 **Article 1 – Objet du marché et dispositions générales**
  - 1.1 Objet du marché
  - 1.2 Décomposition en tranches et lots
  - 1.3 Maître d'ouvrage
  - 1.4 Maître d'œuvre
- 2 **Article 2 – Pièces constitutives du marché**
  - 2.1 Pièces Particulières
  - 2.2 Pièces générales
  - 2.3 Pièces établies par le titulaire du marché
  - 2.4 Cautionnement ou retenue de garantie- assurances
    - 2.4.1 Retenue de garantie
    - 2.4.2 Assurances
- 3 **Article 3 – Prix et mode d'évaluation des ouvrages, variation dans les prix**
  - 3.1 Répartition des paiements
  - 3.2 Variantes
  - 3.3 Contenu des prix – Mode d'évaluation des ouvrages et de règlement des comptes
    - 3.3.1 Forfait
    - 3.3.2 Acomptes
  - 3.4 Variation dans les prix
    - 3.4.1 Modalités d'actualisation des prix fermes
    - 3.4.2 Application de la taxe à la valeur ajoutée
  - 3.5 Paiements des cotraitants ou sous-traitants
    - 3.5.1 Désignation de sous-traitants lors de la conclusion du marché ou en cours de marché
    - 3.5.2 Modalités de paiement de co-traitants et sous-traitants

- 4 **Article 4 - Délais d'exécution, pénalités et primes**
  - 4.1 Délais d'exécution des travaux
  - 4.2 Prolongation du délai d'exécution
  - 4.3 Pénalités - Réfactions – Primes
    - 4.3.1 Pénalités – Réfactions
    - 4.3.2 Prime d'avance
- 5 Article 5 – Clauses de financement et de sécurité
  - 5.1 Avance forfaitaire
  - 5.2 Avance sur matériel
- 6 **Article 6 – Provenance, qualité, contrôle et prise en charge des matériaux et matériels**
  - 6.1 Provenance des matériaux et produits
  - 6.2 Caractéristiques, qualités, vérifications, essais et épreuves des matériaux et matériels.
  - 6.3 Conformité aux normes – Cas d'absence de normes
  - 6.4 Réception et épreuves en usine
  - 6.5 Matériels et matériaux de type nouveau
- 7 **Article 7 – Implantation des ouvrages**
  - 7.1 Piquetage général
  - 7.2 Piquetage spécial des ouvrages souterrains ou enterrés
- 8 **Article 8 – Préparation, coordination et exécution des travaux**
  - 8.1 Période de préparation
  - 8.2 Plan guide – Plan d'exécution – Note de calcul – Visas
  - 8.3 Organisation, sécurité et hygiène des chantiers
    - 8.3.1 Organisation
    - 8.3.2 Hygiène et sécurité
- 9 **Article 9 – Contrôle et réception des ouvrages en cours d'exécution**
  - 9.1 Essais et contrôle des ouvrages en cours d'exécution
  - 9.2 Période de mise au point - Période d'observation
    - 9.2.1 Définitions
    - 9.2.2 Arrêt provisoire ou prolongation de la période d'observation
  - 9.3 Réception
  - 9.4 Délai de garantie
  - 9.5 Documents à remettre par l'entrepreneur
  - 9.6 Assurances
  - 9.7 Formation du personnel du Maître d'Ouvrage
- 10 **Article 10 – Dérogation aux documents généraux**

## FICHES TECHNIQUES

---





## Fiche n°0 : Terminologie

En métrologie, chaque terme doit avoir une signification identique pour tous les utilisateurs et être défini sans ambiguïté par rapport au langage courant. Le vocabulaire de la métrologie a été défini dans une norme internationale reprise dans la norme française AFNOR NF X 07-001 (1994) intitulée « Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de la métrologie » et désignée par l'acronyme « VIM » pour Vocabulaire International de la Métrologie. Les termes ci-dessous sont extraits du VIM. Tous les **termes en gras** apparaissent dans cette fiche.

### Ajustage (d'un instrument de mesure)

Opération destinée à amener un instrument de mesure à un état de fonctionnement convenant à son utilisation. Voir la différence avec **réglage**.

### Erreur (de mesure)

Résultat d'un **mesurage** moins la **valeur vraie** du **mesurande**.

### Erreur aléatoire

Résultat d'un **mesurage** moins la moyenne d'un nombre infini de **mesurages** du même **mesurande**, effectués dans les conditions de **répétabilité**.

### Erreur systématique

Moyenne qui résulterait d'un nombre infini de **mesurages** du même **mesurande**, effectués dans les conditions de **répétabilité**, moins la **valeur vraie** du **mesurande**.

### Erreurs maximales tolérées

Valeurs extrêmes d'une erreur tolérée par l'utilisateur, les spécifications, les règlements, etc. pour un instrument de mesure donné.

### Étalon

Mesure matérialisée, appareil de mesure, **matériau de référence** ou système de mesure destiné à définir, réaliser, conserver ou reproduire une unité ou une ou plusieurs valeurs d'une grandeur pour servir de référence. Exemples : masse étalon de 1 kg, solution étalon de pH ou de conductivité, etc.

### Étalonnage

Ensemble des opérations établissant, dans des conditions spécifiées, la relation entre les valeurs de la grandeur indiquées par un appareil de mesure ou un système de mesure, ou les valeurs représentées par une mesure matérialisée ou un **matériau de référence**, et les valeurs correspondantes de la grandeur réalisées par des **étalons**.

### Exactitude de mesure

Etroitesse de l'accord entre le résultat d'un **mesurage** et la valeur vraie du **mesurande**. Le concept d'exactitude est *qualitatif*. Le terme « précision » ne doit pas être utilisé pour exactitude.

### Fidélité

Aptitude d'un instrument de mesure à donner des indications très voisines lors de l'application répétée du même **mesurande** dans les mêmes conditions de mesure.

### Incertitude de mesure

Paramètre, associé au résultat d'un **mesurage**, qui caractérise *la dispersion des valeurs* qui pourraient raisonnablement être attribuées au **mesurande**.

### Justesse

Aptitude d'un instrument de mesure à donner des indications exemptes d'**erreur systématique**.

### Matériau de référence (voir aussi la norme FD ISO GUIDE 30)

Matériau ou substance dont une (ou plusieurs) valeur(s) de la (des) propriété(s) est (sont) suffisamment homogène(s) et bien définie(s) pour permettre de l'utiliser pour l'**étalonnage** d'un appareil, l'évaluation

d'une méthode de mesure ou l'attribution de valeurs aux matériaux. Exemples : solutions de référence pour le pH, la conductivité, la turbidité. Voir norme FD ISO GUIDE 30 (1995).

**Matériau de référence certifié** (voir aussi la norme FD ISO GUIDE 30)

Matériau de référence, *accompagné d'un certificat*, dont une (ou plusieurs) valeur(s) de la (des) propriété(s) est (sont) certifiée(s) par une procédure qui établit son raccordement à une réalisation exacte de l'unité de mesure dans laquelle les valeurs de la propriété sont exprimées et pour laquelle chaque valeur certifiée est accompagnée d'une incertitude à un niveau de confiance indiqué. Exemples : solutions de référence certifiées pour le pH, la conductivité, la turbidité.

### **Mesurage**

Ensemble d'opérations ayant pour but de déterminer une valeur d'une grandeur.

### **Mesurande**

Grandeur particulière soumise à un **mesurage**.

### **Réglage (d'un instrument de mesure)**

**Ajustage** utilisant uniquement les moyens mis à disposition de l'utilisateur.

### **Répétabilité**

Etroitesse de l'accord entre les résultats des **mesurages** successifs du même **mesurande**, avec les mesurages effectués dans la totalité des mêmes conditions de mesure. Ces conditions sont appelées conditions de répétabilité. Elles comprennent : même mode opératoire, même observateur, même instrument de mesure utilisé dans les mêmes conditions, même lieu, répétition des mesurages durant une courte période de temps.

### **Reproductibilité**

Etroitesse de l'accord entre les résultats des **mesurages** du même **mesurande**, avec les mesurages effectués en faisant varier les conditions de mesure. Pour qu'une expression de la reproductibilité soit valable, il est nécessaire de spécifier les conditions que l'on fait varier. Celles-ci peuvent comprendre : principe de mesure, méthode de mesure, observateur, instrument de mesure, étalon de référence, lieu, conditions d'utilisation, temps.

### **Résultat brut**

Résultat d'un **mesurage** avant correction de l'**erreur systématique**.

### **Résultat corrigé**

Résultat d'un **mesurage** après correction de l'**erreur systématique**.

### **Valeur vraie (d'une grandeur)**

Valeur compatible avec la définition d'une grandeur particulière donnée. C'est une valeur que l'on obtiendrait par un mesurage parfait. *Toute valeur vraie est par nature indéterminée.*

### **Vérification**

*Confirmation par examen et établissement des preuves que les exigences spécifiées ont été satisfaites.* Dans le cadre de la gestion d'un parc d'instruments de mesure, la vérification permet de s'assurer que les écarts entre les valeurs indiquées par un instrument de mesure et les valeurs connues correspondantes d'une grandeur mesurée sont tous inférieurs aux **erreurs maximales tolérées**, définies par une norme, par une réglementation ou une prescription propre au gestionnaire du parc d'instruments de mesure. Le résultat d'une vérification se traduit par une décision de remise en service, d'**ajustage**, de réparation, de déclassement, de réforme. Dans tous les cas, une trace écrite de la vérification effectuée doit être conservée dans le dossier individuel de l'appareil de mesure. Voir aussi norme NF X 07-011 (1994).



## Fiche n°1 : La validation du dispositif de mesure

Après installation du dispositif, cette étape consiste

- à s'assurer de la qualité satisfaisante de l'installation et des données transmises et
- à évaluer les incertitudes sur ces données.

Le dispositif de mesure est généralement composé des 6 éléments suivants et de leurs interfaces :

1. le capteur
2. le transmetteur
3. le calculateur
4. le télétransmetteur
5. le modem
6. le superviseur.

Les différents éléments, leurs interfaces, ainsi que le positionnement du capteur et ses conditions d'utilisation sont différentes sources d'erreur à prendre en compte dans la chaîne des incertitudes.

### **DETAIL DE LA DEMARCHE DE MESURE**

#### **0. Définition des objectifs et du niveau de mesure**

Cette étape est fondamentale : il appartient à l'utilisateur des résultats de définir, pour chaque cas et chaque capteur, les spécifications requises : étendue de mesure, incertitudes maximales tolérées, etc. Il n'existe pas de consignes ou de valeurs universellement valables et applicables en toute circonstance sans réflexion locale spécifique.

#### **1. Demande de Certification de l'appareil installé ou comparaison de la mesure à une valeur connue avant installation sur site**

Il est nécessaire de demander systématiquement au fournisseur un certificat d'étalonnage du capteur et des différents composants du système, réalisé avec des étalons certifiés pour ce qui est des hauteurs et sur un banc d'essai en laboratoire pour ce qui est des vitesses.

#### **2. Vérification sur site de la mesure de hauteur et de sa transmission, du capteur au superviseur**

Il s'agit de réaliser des tests, à différentes hauteurs, avec des repères sur site, et avec une incertitude correspondant aux objectifs. On compare le résultat de la mesure fourni aux différentes étapes de la chaîne de transmission.

Les différents composants du système ne sont pas tous réglables. Si la valeur arrivant à la supervision est jugée non compatible avec les objectifs fixés, il sera nécessaire de corriger les valeurs brutes (avec un étalonnage de la chaîne de mesure complète) pour avoir une mesure correcte ou changer le matériel défectueux.

#### **3. Vérification de la mesure de vitesse et de sa transmission, du capteur au superviseur**

Il n'existe pas d'étalon pour la mesure de vitesse. Il s'agit donc de comparer deux mesures entre elles (Cf. Fiche N°2 : Comparaison de deux valeurs.).

Il est proposé d'utiliser du matériel portable, de type vélocimètre Doppler, pour faire cette comparaison avec le matériel sur site. Il devra être étalonné par un laboratoire certifié au moins une fois par an et devra être contrôlé systématiquement avant toute utilisation.

Il est proposé de faire une validation de la mesure Doppler par un test sur un canal de mesure ou un venturi, généralement disponible à la station d'épuration, et dont on sait que la vitesse d'écoulement est connue à +/- 5 à 10 % si le canal de mesure est rigoureusement conforme aux normes en vigueur (par exemple normes NF X 10-311, NF ISO 4360, NF ISO 4359, NF ISO 9826).

#### **4. Réglage ou demande d'ajustage, jusqu'à obtention d'un résultat satisfaisant**

Les réglages des instruments de mesure peuvent être faits par le fournisseur et/ou par l'exploitant sur les différents éléments de la chaîne de mesure. La prise en compte de la position exacte des capteurs (par rapport au radier ou au toit du collecteur par exemple) et les corrections éventuelles

correspondantes des données brutes sont indispensables et doivent être intégrés dans les calculs du débit (cette dernière opération est cependant distincte du réglage : Cf. Fiche N°0 : Terminologie.).

#### **5. Comparaison des valeurs du capteur avec une valeur connue.**

Cette étape fournit la possibilité, si les conditions satisfaisantes sont réunies, de garantir un résultat de mesure avec une incertitude donnée. Cf. Fiche N°2 : Comparaison de deux valeurs.

#### **EXEMPLE : MESURE DE DEBIT**

Dans le cas d'une mesure de débit, les différentes étapes sont les suivantes :

1. Définition des objectifs de l'utilisateur
2. Demande de Certification de l'appareil installé
3. Vérification de la mesure de hauteur et de sa transmission, du capteur au superviseur
4. Vérification de la mesure de vitesse et de sa transmission, du capteur au superviseur
5. Réglage (fait par l'utilisateur) ou demande d'ajustage (fait par le fabricant dans le programme interne de l'appareil), jusqu'à obtention d'un résultat compatible avec les objectifs fixés par l'utilisateur
6. Calcul des incertitudes associées à la mesure (ne fait pas l'objet de cette fiche).

#### **Remarque 1 :**

*Pour réaliser cette validation, il est nécessaire de récupérer séparément les données hauteurs et vitesse jusqu'au superviseur, et pas la seule valeur résultante du débit. En effet, seules ces deux grandeurs sont mesurées directement : le débit n'est qu'un résultat de calcul utilisant ces deux mesures.*

*L'interprétation des valeurs et des problèmes éventuels sont plus simples sur les grandeurs mesurées que sur le débit calculé.*

*Attention: le calcul de débit par le calculateur est à vérifier obligatoirement à réception du matériel.*



## Fiche n°2 : Comparaison de deux valeurs

Si une même grandeur est mesurée simultanément au moyen de deux appareils différents (par exemple un appareil géré par l'exploitant du réseau et un appareil de comparaison géré par la police de l'eau), la comparaison des deux valeurs fournies par les deux appareils ne peut être effectuée valablement que dans certaines conditions. Différents cas sont envisageables.

### Cas n° 1

Les deux appareils de mesure ont été étalonnés, leurs erreurs systématiques ont été corrigées, et leurs incertitudes de mesure réelles in situ sont évaluées (il n'est pas question ici des incertitudes de mesure théoriques annoncées par les fabricants). Soit  $x_1$  et  $x_2$  les valeurs fournies par les deux appareils et  $u(x_1)$  et  $u(x_2)$  leurs incertitudes type associées. On rappelle que les incertitudes type sont telles que la valeur vraie de la grandeur  $X_i$  a une probabilité d'environ 95 % d'être comprise entre  $x_i - 2u(x_i)$  et  $x_i + 2u(x_i)$  lorsque les valeurs  $x_i$  suivent une loi normale (intervalle de confiance à 95 %).

On calcule la différence  $E$  entre les deux valeurs et son incertitude type  $u(E)$  :

$$E = |x_1 - x_2| \quad \text{eq. 1}$$

$$u(E) = \sqrt{u(x_1)^2 + u(x_2)^2} \quad \text{eq. 2}$$

Dans une première approche simplifiée, on peut conclure de la manière suivante :

Si  $E \leq 2u(E)$  : les deux valeurs ne sont pas significativement différentes et peuvent être considérées comme équivalentes. Leurs intervalles de confiance se recoupent partiellement.

Si  $E > 2u(E)$  : les deux valeurs sont significativement différentes l'un de l'autre : les intervalles de confiance sont disjoints.

Par contre, il n'est pas possible, sans une troisième valeur ou une autre possibilité de vérification, de dire laquelle des deux valeurs  $x_1$  ou  $x_2$  est la plus proche de la valeur vraie.

### Cas n° 2

Par rapport au cas précédent, on ne sait pas si les valeurs  $x_i$  suivent une loi normale. On sait simplement que la valeur vraie de la grandeur  $X_i$  est comprise entre  $x_i - a_i$  et  $x_i + a_i$ . Cela correspond au cas d'une loi uniforme : toute valeur  $x_i$  entre  $x_i - a_i$  et  $x_i + a_i$  a la même probabilité d'être la valeur vraie. Dans ce cas, les incertitudes type sont calculées de la manière suivante :

$$u(x_i) = \frac{a_i}{\sqrt{3}} \quad \text{eq. 3}$$

On applique ensuite les mêmes calculs que pour le cas n° 1.

### Cas n° 3

C'est un cas dégradé par rapport au cas n° 1 : un seul des deux appareils a été étalonné, ses erreurs systématiques ont été corrigées, et les incertitudes de mesure réelles sont évaluées. La valeur vraie est alors comprise entre  $x_1 - 2u(x_1)$  et  $x_1 + 2u(x_1)$ . On veut comparer la valeur  $x_2$  fournie par le deuxième appareil. Si la valeur  $x_2$  est comprise dans l'intervalle de confiance de  $x_1$ , on peut conclure qu'elle n'en est pas significativement différente. Si par contre la valeur  $x_2$  n'est pas comprise dans l'intervalle de confiance de  $x_1$ , soit  $x_2$  est vraiment différente de  $x_1$ , soit elle ne l'est pas : il est impossible de conclure en l'absence d'information supplémentaire.



## SUPPORTS D'INTERVENTIONS

---



## **Organigramme de la démarche générale de mise en place de l'autosurveillance des réseaux d'assainissement**

---

Lionel MERADOU, Agence de l'eau RM&C





**Etat des lieux de l'autosurveillance  
sur le Bassin RM&C**

• **Stations**

Sur 1000 collectivités rejetant une charge > 120 kg DBO5 (2 000 EH)

20,6 MEH

	Nombre de collectivités	Capacité Station	% en nombre	% en capacité
Manuels signés	770	19,1 MEH	77%	93%

• **Réseaux**

Sur 85 collectivités rejetant une charge > 3000 kg DBO5 (50 000 EH)

12.4 MEH

Réseaux	Nombre de collectivités	Capacité Station	% en nombre	% en capacité
Manuels signés	12	3,1 MEH	14%	25%
Objectif fin 2007	19	6,1 MEH	25%	45%



**Etat des lieux de l'autosurveillance  
sur le Bassin RM&C**

**Un bilan peu satisfaisant**

Les raisons probables

- Pression réglementaire insuffisante
- Absence de sanction financière par l'Agence (prime pour épuration)
- Pas un priorité (mise à niveau des stations)
- Que peut on en retirer ? Complicé,

- .....

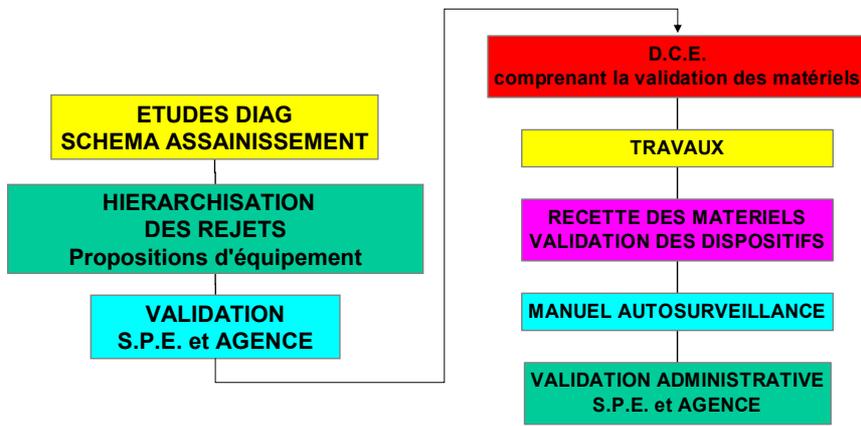
**Evolution du contexte**

- Circulaire aux préfets du 8/12/2006
- Evolution du calcul des primes
- Evolution du contexte réglementaire (projet)

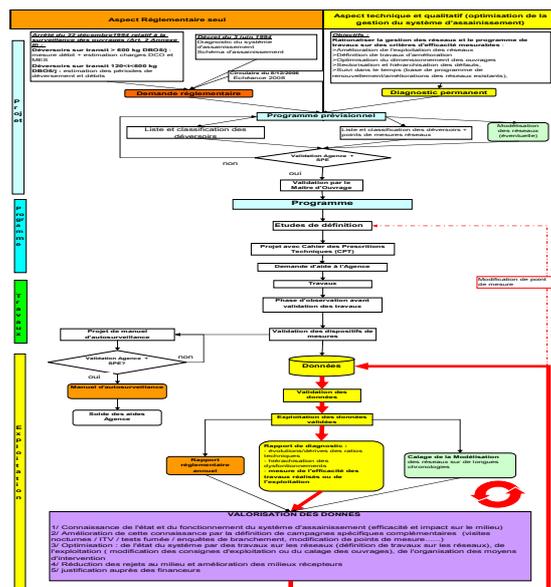
- .....



### Organigramme 2006



Projet  
Programme  
Travaux  
Exploitation



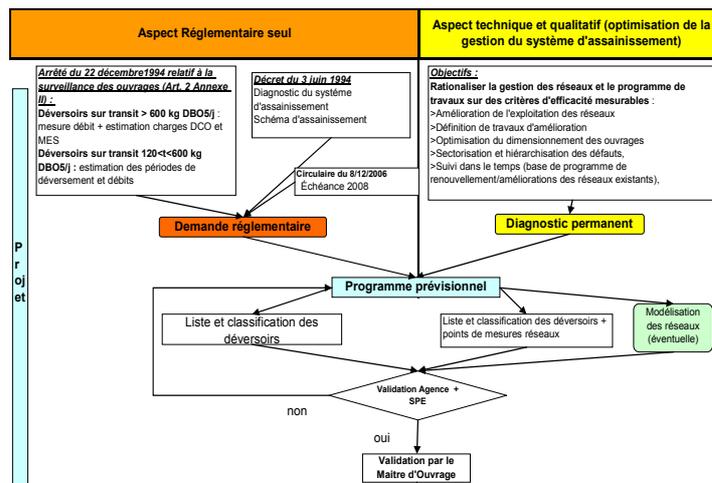


## Organigramme simplifié

- Phase PROJET 
- Phase PROGRAMME 
- Phase TRAVAUX 
- Phase EXPLOITATION 

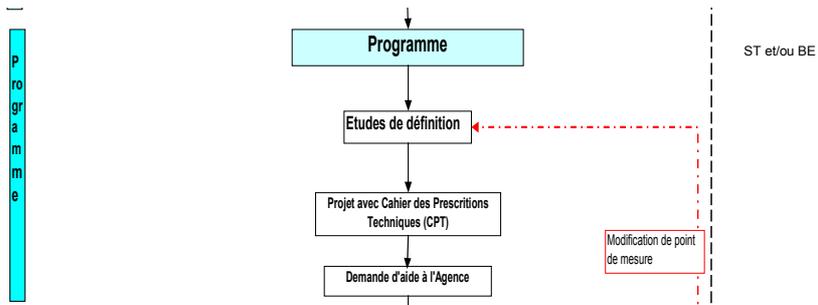


## Phase Projet

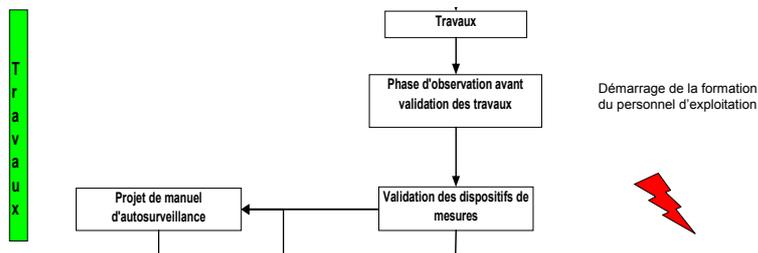




## Phase PROGRAMME

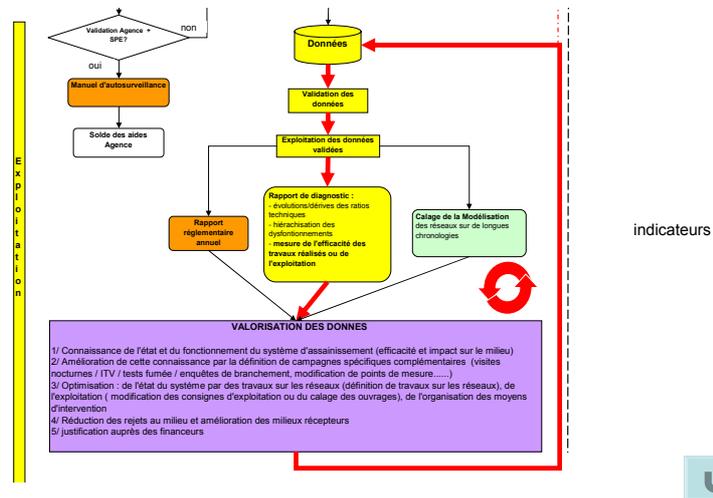


## Phase Travaux





**Phase EXPLOITATION**



**Valorisation des données**

1. Connaissance de l'état et du fonctionnement du système d'assainissement (efficacité et impact sur le milieu)
2. Amélioration de cette connaissance par la définition de campagnes spécifiques complémentaires (visites nocturnes / ITV / tests fumée / enquêtes de branchement, modification de points de mesure.....)
3. Optimisation : de l'état du système par des travaux sur les réseaux (définition de travaux sur les réseaux), de l'exploitation ( modification des consignes d'exploitation ou du calage des ouvrages), de l'organisation des moyens d'intervention
4. Réduction des rejets au milieu et amélioration des milieux récepteurs
5. Justification auprès des financeurs





## **Prescriptions techniques pour la mise en œuvre de l'autosurveillance : Cahiers des charges exemples commentés**

---

Eric LENOIR, Service Eau et Assainissement, Ville de Valence  
Manuel DAHINDEN, Service des Eaux, Chambéry métropole



# Autosurveillance du réseau d'assainissement valentinois

La recherche du compromis adapté

GRAIE – Réseau Régional d'Échanges – 29/03/07

Ville de Valence

Service Eau et Assainissement - Ville de VALENCE

## PLAN

- Le principe du compromis
- L'intérêt du dialogue compétitif
- La formation des exploitants

Service Eau et Assainissement - Ville de VALENCE

### 1. Le principe du compromis



Mettre en adéquation des solutions matérielles proposées avec les moyens d'exploitation pour un dispositif fiable

Que faire d'appareils « High-Tech » dont la sophistication interdit l'utilisation ?

- Privilégier l'ergonomie,
- Réaliser un bilan de compétences et opter pour la formation des agents d'exploitation,
- S'appuyer sur des réseaux de maintenance spécialisés.

Service Eau et Assainissement - Ville de VALENCE

### 1. Le principe du compromis



Adapter les équipements de mesures aux contraintes hydrauliques

Un capteur perfectionné dans une zone de turbulence apportera des mesures bien plus incertaines qu'un capteur rustique judicieusement placé.

Compromis étendue de mesures / incertitudes, Adaptation des capteurs aux conditions d'écoulement Recherche des implantations optimales

Service Eau et Assainissement - Ville de VALENCE

### 1. Le principe du compromis

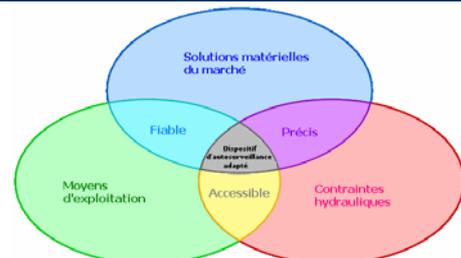


Veiller à assurer la meilleure accessibilité aux ouvrages et équipements pour une bonne exploitation

Démontabilité en cas de panne, Accessibilité pour l'entretien, Intégration sans saillie des capteurs, Adaptation des procédures et des moyens de curage des réseaux

Service Eau et Assainissement - Ville de VALENCE

### 1. Le principe du compromis



Service Eau et Assainissement - Ville de VALENCE

## 2. L'intérêt du dialogue compétitif

Le collège « d'experts » doit être équilibré.

Pour cela, les compétences des différents métiers doivent être disponibles :

- hydrauliciens,
- exploitants des réseaux,
- électromécaniciens,
- automaticiens et informaticiens,
- coordonnateur sécurité,
- contrôleur technique,
- maître d'œuvre.

Service Eau et Assainissement -  
Ville de VALENCE

## 2. L'intérêt du dialogue compétitif

Les moyens de la collectivités doivent être déterminés :

- capacité d'investissement,
- moyens d'exploitation (humains, matériels et financiers).

Service Eau et Assainissement -  
Ville de VALENCE

## 2. L'intérêt du dialogue compétitif

La concertation de projet permet :

- L'appropriation des objectifs du maître d'ouvrage,
- La découverte des organisations en place ainsi que l'initiation et l'accompagnement du changement,
- La compréhension des contraintes des différents métiers,

Service Eau et Assainissement -  
Ville de VALENCE

## 3. La formation des agents

### Ce que prévoit le CCTP :

*Le Titulaire précisera dans son offre:*

- Les effectifs et leurs qualifications nécessaires pour assurer la maintenance normale des stations de mesure,
- Les temps d'interventions estimés de ces personnels, journalièrement (éventuellement) hebdomadairement et mensuellement.
- Sur cette base, elle inclura dans son offre, les frais de formation de ces personnels sous forme de stage réalisé in situ avec:
  - La communication des éléments théoriques et schémas d'interventions rapides pour dépannages,
  - Les essais et les exercices d'accoutumance aux installations,
  - Les manuels de maintenance en langue française.

*La période d'essai et de mise au point de l'installation avant "prononcé" de la réception et prise en charge par le Maître d'Ouvrage, pourra être mise à profit pour réaliser une partie de la formation des personnels de maintenance "in situ".*

Service Eau et Assainissement -  
Ville de VALENCE

## 3. La formation des agents

### Points forts :

- Formation prévue ;
- Impact de la formation in situ (prise en main des équipements) ;

### Points faibles :

- Pas de bilan des acquis préalables des agents en charge du dispositif ;
- Entreprises non spécialisées dans la formation donc méthode peu adaptée et chronophage,
- Formation mise en œuvre tardivement (après mise en service des appareils et donc peu avant la réception donc délai de formation très serré).

Service Eau et Assainissement -  
Ville de VALENCE

## 3. La formation des agents

### Conséquences :

- Diagnostics de panne parfois lacunaires (maîtrise incomplète du fonctionnement des équipements),
- Délais d'intervention trop longs,
- Position de retrait des agents face à des matériels méconnus.

Service Eau et Assainissement -  
Ville de VALENCE

### 3. La formation des agents

#### Conséquences :

- *Diagnosics de panne parfois lacunaires (maîtrise incomplète du fonctionnement des équipements),*
- *Délais d'intervention trop longs,*
- *Position de retrait des agents face à des matériels méconnus.*

Service Eau et Assainissement -  
Ville de VALENCE

### 3. La formation des agents

#### Solutions correctives :

- *L'appropriation du matériel se fait sur la durée ; dans l'intervalle, il importe de disposer d'une assistance experte disponible simplement (hotline, maintenance avec délais d'intervention courts).*
- *Un contrat de maintenance apparaît comme une solution ; dans ce cas, il doit intégrer des temps de formation.*
- *La mise en œuvre de procédures d'exploitation participe aussi au maintien d'un niveau d'expertise adapté :*
  - *contrôle d'étalonnage,*
  - *simulation de phénomènes électriques,*
  - *mise en œuvre de mode de fonctionnement dégradé permettant de pallier la panne de certains organes*

Service Eau et Assainissement -  
Ville de VALENCE

### 3. La formation des agents

#### Conclusions et Améliorations proposées :

- *La formation doit impérativement être adaptée au public, ce qui implique de réaliser un bilan des compétences au préalable,*
- *Des pré-requis minimums sont préférables :*
  - *connaissance du fonctionnement des réseaux,*
  - *connaissance des courants faibles éventuellement en automatisme,*
  - *lecture de plans de câblage,*
  - *utilisation de l'outil informatique,*
- *Les agents en charge de l'exploitation doivent avoir une formation théorique le plus tôt possible afin de participer à la mise en œuvre du dispositif. Dans ces conditions, les formations in-situ peuvent focaliser sur les spécificités des appareils.*
- *La formation « initiale » doit être dispensée par des organismes spécialisés.*

Service Eau et Assainissement -  
Ville de VALENCE

### Autosurveillance du réseau d'assainissement valentinois

Ville de Valence

Merci de votre attention

Service Eau et Assainissement -  
Ville de VALENCE

**AUTOSURVEILLANCE DES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT**  
2<sup>ème</sup> JOURNÉE D'ÉCHANGES RÉGIONALE

**graie**

## Prescriptions techniques pour la mise en oeuvre de l'autosurveillance

Manuel DAHINDEN  
Service des Eaux – Chambéry métropole

Reseau regional d'echanges autosurveillance des reseau d'assainissement Jeudi 29 mars 2007 - Lyon

**Le Service des Eaux – Chambéry métropole**

**Régie directe**  
Fonctionnement en régie directe, sous forme de deux régies Eau et Assainissement à autonomie financière

**Missions et compétences**  
Production et distribution de l'eau potable  
Collecte et traitement des eaux usées  
Contrôle des dispositifs d'assainissement non collectif  
Gestion des eaux de ruissellement canalisées  
Entretien et maintenance des poteaux et bouches d'incendie

**Infrastructures**  
24 communes, 116 000 habitants, 57 000 abonnés  
4 puits, 50 captages et 900 km de réseaux d'eau potable  
550 km de réseaux d'assainissement, 27 postes de relèvement des eaux usées  
1 usine d'épuration et 3 stations d'épuration

Reseau regional d'echanges autosurveillance des reseau d'assainissement Jeudi 29 mars 2007 - Lyon

**Le choix d'un diagnostic permanent des réseaux :**

**Objectifs :**

- permettre une optimisation du fonctionnement des ouvrages
- aider à l'organisation des moyens d'intervention
- mesurer les performances et les progrès en matière de lutte contre la pollution des eaux
- donner aux services chargés de la police de l'eau les éléments d'information pour valider l'efficacité des ouvrages
- capitaliser des données pour des programmes d'amélioration ultérieurs

Reseau regional d'echanges autosurveillance des reseau d'assainissement Jeudi 29 mars 2007 - Lyon

**Le dispositif de diagnostic permanent et d'autosurveillance de Chambéry métropole :**

**Points de mesure :**  
Déversoirs d'orage des réseaux unitaires (4)  
Tronçons de réseaux unitaires (2)  
Exutoires des grands réseaux séparatifs pluviaux des zones d'activités (3)  
Entrées/Sorties des réseaux séparatifs des eaux usées (5)  
Exutoires des réseaux d'eaux usées séparatifs raccordés au réseau unitaire (2)  
Aval des postes de relèvement (27)  
Pluviomètre (1+)

**Moyens techniques :**  
Gestion et surveillance centralisées  
1-acquisition des données en temps réel  
2-supervision à distance par internet

Architecture informatique spécifique assainissement  
1-supervision des données  
2-validation des données

Reseau regional d'echanges autosurveillance des reseau d'assainissement Jeudi 29 mars 2007 - Lyon

**Le dispositif de diagnostic permanent et d'autosurveillance de Chambéry métropole :**

Tous points | D'Orages | Prélèvements | EUsées | EPluviales

Reseau regional d'echanges autosurveillance des reseau d'assainissement 17 - Lyon

**La méthodologie appliquée par Chambéry :**

**Etape 1 : Etude du Schéma Directeur d'Assainissement avec diagnostic des réseaux d'assainissement et modélisation des réseaux unitaires**

**Etape 2 : Décision de mise en place d'un diagnostic permanent avec objectif principal de mesurer les performances réalisées**

**Etape 3 : Etudes de conception avec définition détaillée des dispositifs de métrologie à mettre en place**

**Etape 4 : Consultation des entreprises avec dispositifs de métrologie imposés et variantes ciblées dans le cadre des prescriptions techniques ci-après :**

Reseau regional d'echanges autosurveillance des reseau d'assainissement Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



**I- Dispositions générales :**

Prescriptions Chambéry	Commentaires
<b>Prestation complète</b>	Sous responsabilité de l'équipementier « Métrologie »
<b>Planning des travaux</b>	Bien anticiper les interventions de chacun : capacité de suivi importante (simultanéité)
<b>Fonctionnement des installations existantes pendant les travaux</b>	Impliquer fortement l'exploitant des réseaux et utilité de formation du personnel « Travaux »

**II- Consistance des travaux :**

Prescriptions Chambéry	Commentaires
<b>Programme de travaux</b>	Solution de référence utile pour concertation avec l'ensemble des acteurs techniques, administratifs et financiers

Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



**III- Mode d'exécution des travaux :**

Prescriptions Chambéry	Commentaires
<b>Principes généraux</b>	Homogénéité des matériels et standardisation souhaitables mais pas au détriment de l'efficacité
<b>Spécifications relatives aux stations de mesure</b>	Solution de référence mais intérêt de l'ouverture à des solutions variantes cadrées
<b>Calcul du débit au niveau de la mesure</b>	Enregistrement et renvoi des mesures brutes, avec calcul du débit en supervision
<b>Calibrage de la plage de débit à mesurer</b>	Conséquences du choix de la plage de mesure précise de débit : débits faibles (eaux parasites) / débits forts (temps de pluie)
<b>Longueurs droites amont /aval maxi</b>	Evolutivité facilitée si valeurs supérieures aux préconisations du fournisseur
<b>Câblage et connexion</b>	Précaution sur la protection des fourreaux contre l'arrachement et l'intrusion d'eaux et de rongeurs

Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



**III- Mode d'exécution des travaux (suite):**

Prescriptions Chambéry	Commentaires
<b>Spécifications relatives à télétransmission et supervision</b>	Solutions de référence mais intérêt de l'ouverture à des solutions variantes cadrées
<b>Centraliser les informations vers un poste central</b>	Standardisation souhaitable mais pas au détriment de l'efficacité de la supervision
<b>Récupérer des informations externes</b>	Intérêt d'interface d'échange de données avec d'autres organismes gestionnaires
<b>Support de communication</b>	Fiabilité d'une infrastructure réseau radio y compris par temps d'orage
<b>Configuration du poste central</b>	Evolutivité du système informatique, application du commerce pour la validation des données
<b>Renvoi d'alarmes</b>	a minima les débordements par temps sec doivent être signalés en vue de leur résolution rapide

Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



**III- Mode d'exécution des travaux (suite) :**

Prescriptions Chambéry	Commentaires
<b>Spécifications relatives au génie-civil</b>	-Intervention sur indications de l'équipementier « Métrologie » -Evolutivité par un fourreau supplémentaire -Concertation sur implantation des coffrets
<b>Spécifications en vue de l'exploitation ultérieure</b>	-Trappes d'accès -Fourniture de manchettes + raccords -Sondes débrochables mais marge de longueur de câbles plus utile lors d'intervention sur les sondes -Sortie analogique 4-20 mA

Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



**IV- Préparation, coordination et exécution des travaux :**

Prescriptions Chambéry	Commentaires
<b>Période de préparation</b>	Importance fondamentale des analyses fonctionnelles initiales : codification, circulation des informations, paramétrages, etc
<b>Plans-guides, documents et plans d'exécution, matériels</b>	Début de réalisation conditionné par les documents d'exécution validés
<b>Hygiène et sécurité</b>	Il ne s'agit pas d'une opération classique : chaque station est un chantier à part entière -Co-activité forte entre interventions de travaux et d'exploitation -Spécificité des modalités d'intervention en réseaux d'assainissement

Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



**V- Contrôle et réception des ouvrages :**

Prescriptions Chambéry	Commentaires
<b>Période de mise au point et période d'observation</b>	-Période d'observation mini de 4 mois (maxi 9 mois) -En lien avec le délai de garantie
<b>Réception</b>	Réception dès lors que l'ensemble des prestations a été réalisée et validée
<b>Délai de garantie</b>	Garantie de 24 mois avec intervention sous 8 heures en informatique permettant :  -initiative de résolution des problèmes par le Maître d'ouvrage -pilotage des installations par l'Exploitant

Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



#### VI- Formation des personnels :

Prescriptions Chambéry	Commentaires
Formation du personnel Maître d'ouvrage	Gestion du système d'autosurveillance : supervision, validation des données
Formation du personnel Exploitant	Exploitation du fonctionnement des installations d'autosurveillance : entretien, maintenance, étalonnage, supervision, validation des données

#### VII- Manuel d'assurance qualité d'autosurveillance :

Prescriptions Chambéry	Commentaires
Documents à remettre par le prestataire « Travaux »	A partir des descriptifs, plans de récolement, analyses fonctionnelles, modes opératoires? rédaction du manuel d'autosurveillance des réseaux par le Maître d'ouvrage avec Exploitant



# merci de votre attention...



Service des eaux  
106 allée des Blachères  
73026 Chambéry cedex  
Tel : 04 79 96 86 00  
Fax : 04 79 96 86 77

[Serviceeseaux@chambery-metropole.fr](mailto:Serviceeseaux@chambery-metropole.fr)

[www.chambery-metropole.fr](http://www.chambery-metropole.fr)

## **VALIDATION DES DISPOSITIFS DE MESURE**

---

Jean-Luc BERTRAND KRAJEWSKI, Insa de Lyon



# « VALIDATION » DES DISPOSITIFS DE MESURE

Jean-Luc Bertrand-Krajewski



## OBJECTIFS

- “Bonnes pratiques métrologiques”
- Informer, former, diffuser
  - les connaissances
  - les expériences, les études de cas
- Rédaction de fiches techniques
  - rédaction / relecture collectives
  - disponibles sur le site du Graie
  - révisables



# TERMINOLOGIE : VIM (NF X 07-001, 1994)

- Erreur
- Incertitude
- Réglage
- Ajustage
- Etalonnage
- Vérification
- ...



# 'VALIDATION' DISPOSITIF DE MESURE

- S'assurer que le dispositif installé (du capteur *in situ* jusqu'au au superviseur) est conforme aux objectifs :
  - matériels
  - installation
  - étalonnage
  - données fournies
  - incertitudes
  - ....



## 'VALIDATION' DISPOSITIF DE MESURE

- Définition des objectifs (valeurs, IMT)
- Certificats d'étalonnage initiaux
- 'Vérification' des hauteurs (cf. Grand Lyon)
- 'Vérification' des vitesses
- Réglages éventuels

## 'VALIDATION' DISPOSITIF DE MESURE

- Question :
  - à quel niveau faut-il travailler
  - du point de vue opérationnel ?

## 'VALIDATION' DISPOSITIF DE MESURE

- Question :  
à quel niveau faut-il travailler  
du point de vue opérationnel ?
- Réponse :
  - appliquer une méthode rigoureuse
  - la mettre en oeuvre au niveau d'incertitude défini par l'utilisateur des résultats
  - Exemple : étalonnage / comparaison

## COMPARAISON DE 2 VALEURS

- Comparer deux valeurs
  - Exploitant
  - Police de l'eau  
ou Agence de l'eau
- Ne correspond pas  
à un étalonnage

**Fiche n°2 : Comparaison de deux valeurs**

Si une même grandeur est mesurée simultanément au moyen de deux appareils différents (par exemple un appareil géré par l'exploitant du réseau et un appareil de comparaison géré par la police de l'eau), la comparaison des deux valeurs fournies par les deux appareils ne peut être effectuée valablement que dans certaines conditions, d'ailleurs cas sont envisageables.

**CAS N°1**  
Les deux appareils de mesure ont été étalonnés, leurs erreurs systématiques ont été corrigées, et leurs incertitudes de mesure values et ont été évaluées. Il faut pas question de deux incertitudes de mesure différentes associées aux laboratoires. On a  $x_1$  et  $x_2$  les valeurs fournies par les deux appareils et  $u(x_1)$  et  $u(x_2)$  leurs incertitudes type associées. On suppose que les distributions type sont telles que le valeur vraie de la grandeur  $X$  a une probabilité d'environ 95 % d'être comprise entre  $x_1 - 2u(x_1)$  et  $x_1 + 2u(x_1)$  lorsque les valeurs  $x_1$  sont avec la normale (intervalle de confiance à 95 %).

On calcule la différence  $d$  entre les deux valeurs et ses incertitude type  $u(d)$  :

$$d = x_1 - x_2 \quad \text{eq. 1}$$
$$u(d) = \sqrt{u(x_1)^2 + u(x_2)^2} \quad \text{eq. 2}$$

Dans une première approche simplifiée, on peut conclure de la manière suivante :

Si  $d \leq 2u(d)$  : les deux valeurs ne sont pas significativement différentes et peuvent être considérées comme interchangeables. Leurs intervalles de confiance se recoupent parfaitement.

Si  $d > 2u(d)$  : les deux valeurs sont significativement différentes l'une de l'autre ; les intervalles de confiance sont disjointes.

Par contre, il n'est pas possible, sans une troisième valeur ou une autre possibilité de vérification, de dire laquelle des deux valeurs  $x_1$  ou  $x_2$  est la plus proche de la valeur vraie.

**CAS N°2**  
Par rapport au cas précédent, on ne sait pas si les valeurs ou l'un ou l'autre des deux appareils ont été étalonnés, ses erreurs systématiques ont été corrigées, et les incertitudes de mesure values ont été évaluées. Le valeur vraie est alors comprise entre  $x_1 - 2u(x_1)$  et  $x_1 + 2u(x_1)$ . On veut comparer la valeur  $x_2$  fournie par le deuxième appareil. Si la valeur  $x_2$  est comprise dans l'intervalle de confiance de  $x_1$ , on peut conclure qu'elle n'est pas significativement différente. Si par contre la valeur  $x_2$  n'est pas comprise dans l'intervalle de confiance de  $x_1$ , on peut être quasiment sûr que  $x_2$  est différente de  $x_1$  et que par conséquent il est impossible de conclure sur l'existence d'une différence supplémentaire.

Version 1 | Document de travail interne 2007 | SIAH | <http://www.gise.fr>

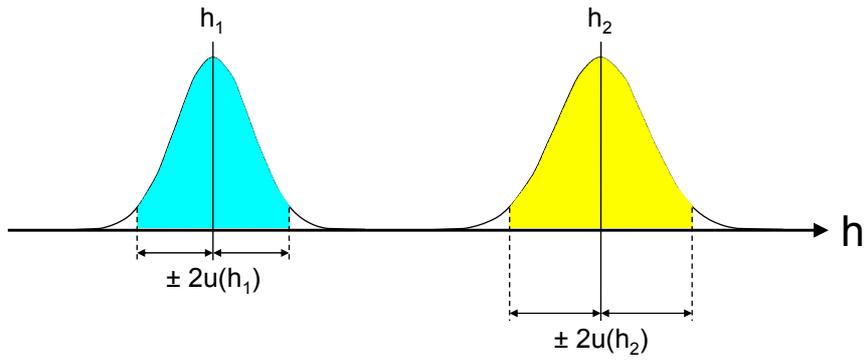
## COMPARAISON DE 2 VALEURS

- Exemple : deux hauteurs d'eau
  - $h_1 = 0.485 \text{ m}$
  - $h_2 = 0.500 \text{ m}$
  - $E = |h_1 - h_2| = 0.015 \text{ m}$
  - E est-il significatif ?
  - Cela dépend des incertitudes sur  $h_1$  et  $h_2$

## COMPARAISON DE 2 VALEURS

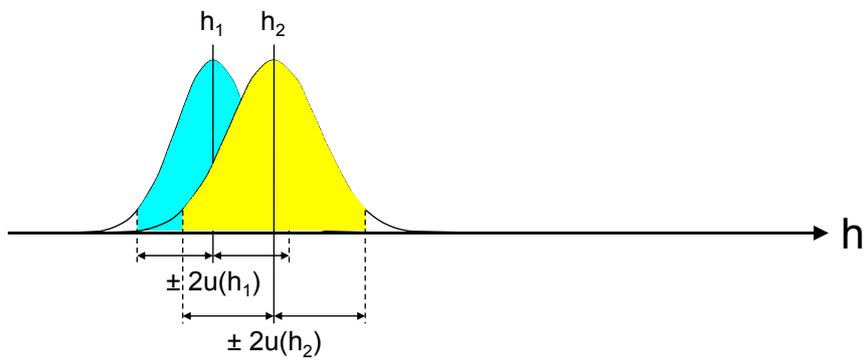
- Comparer E et son incertitude  $u(E)$
- $u(E) = \sqrt{u(h_1)^2 + u(h_2)^2}$
- Si  $E < 2u(E)$  : valeurs équivalentes
- Si  $E > 2u(E)$  : valeurs différentes

## COMPARAISON DE 2 VALEURS



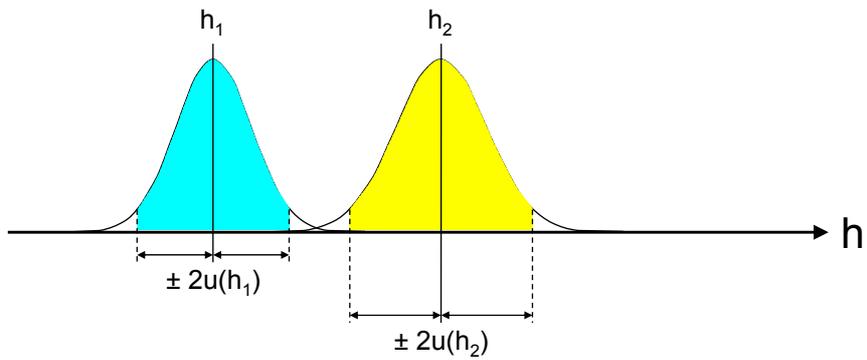
Cas 1 : distributions normales,  $u(h)$

## COMPARAISON DE 2 VALEURS



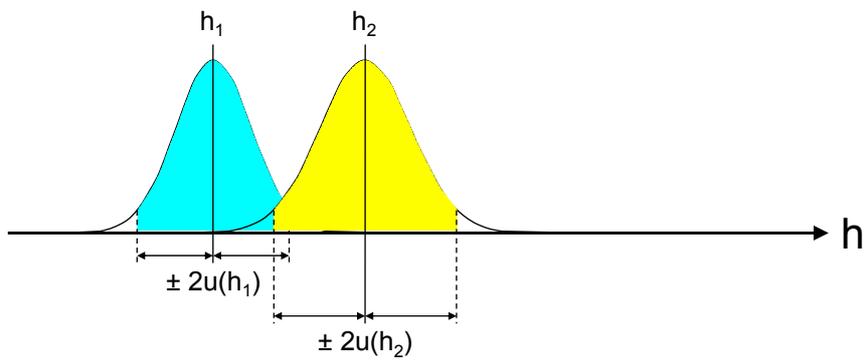
Cas 1 : valeurs équivalentes

## COMPARAISON DE 2 VALEURS



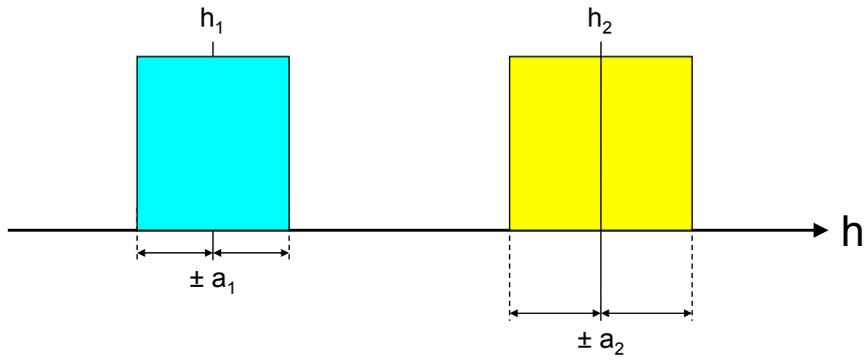
Cas 1 : valeurs différentes

## COMPARAISON DE 2 VALEURS



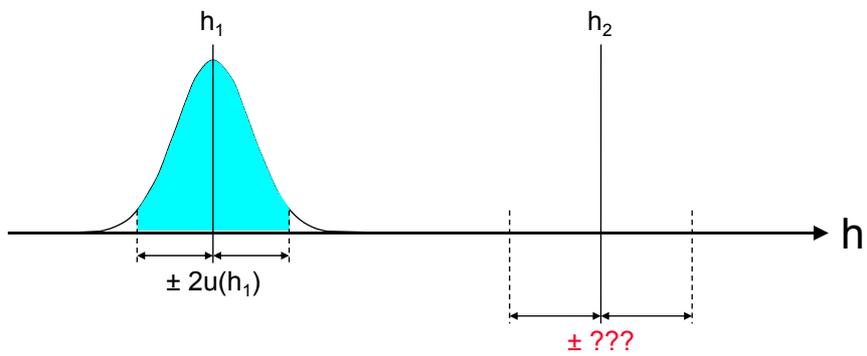
Cas 1 : valeurs équivalentes ou différentes ?

## COMPARAISON DE 2 VALEURS



Cas 2 : distribution uniforme, a

## COMPARAISON DE 2 VALEURS



Cas 3 : distribution connue pour  $h_1$  seule,  $u(h_1)$

## COMPARAISON DE 2 VALEURS

- Cas 1
  - appareils étalonnés
  - incertitudes type  $u(h)$  connues (conditions *in situ*)
  - IC 95 % :  $h \pm 2u(h)$
  - $u(h_1) = 0.0075$  m
  - $u(h_2) = 0.0050$  m
  - $h_1 \in [0.470, 0.500]$
  - $h_2 \in [0.490, 0.510]$
  - $u(E) = 0.0090$  m
  
- $E = 0.015 < 2u(E) = 0.018$  : valeurs équivalentes

## COMPARAISON DE 2 VALEURS

- Cas 1
    - $u(h_1) = 0.0040$  m
    - $u(h_2) = 0.0050$  m
    - $h_1 \in [0.477, 0.493]$
    - $h_2 \in [0.490, 0.510]$
    - $u(E) = 0.0064$  m
  
  - $E = 0.015 > 2u(E) = 0.0128$  : valeurs différentes
- Autres cas : voir Tableau Excel



[...] dans le domaine de l'étude,  
qui tient à commencer  
avec des certitudes  
finira dans le doute,  
mais qui saura se contenter  
de commencer par des doutes  
finira par des certitudes.



Francis BACON (1561-1626)  
*Du progrès et de la promotion des savoirs (1605)*



## **VALIDATION DES DISPOSITIFS DE MESURE : Retour d'expérience de la Communauté Urbaine de Lyon**

---

Patrick LUCCHINACCI, Grand Lyon

## La communauté urbaine de Lyon

Avant le 1<sup>er</sup> janvier 2007 :



- 55 communes
- 1 250 000 habitants
- 155 conseillers
- 4 300 agents
- 50 000 hectares
  
- Eau
- Propreté
- Voirie
- Développement urbain
- Transports en commun

Depuis le premier janvier 2007, intégration des communes de Givors et Grigny

communauté urbaine  
**GRAND LYON**

## La direction de l'Eau : responsable du cycle urbain de l'Eau

### Eau Potable

*Délégation de Service Publique*  
Pompage de l'eau (90% à Vaulx-en-Velin)  
Chloration, Stockage et Distribution  
3600Km de réseau d'eau potable  
Débit 500 000 m<sup>3</sup>



### Assainissement

*Régie directe*

Collecte des eaux urbaines, industrielles et pluviales  
2700 Km de réseau d'égouts (700 km visitable)  
8 Stations de traitement  
40 Stations de relèvement  
380 Déversoirs d'orage



communauté urbaine  
**GRAND LYON**

## La Métrologie : Objectifs et Contraintes

- ❖ Répondre à l'**aspect réglementaire** et aider au **pilotage du système d'assainissement**
  - **Installer et superviser** un dispositif de mesures sur le réseau : 10 stations sur collecteur, 7 sur déversoirs d'orage et 4 à l'exutoire de zones industrielles
  - Fournir une parfaite **connaissance** centralisée des états et mesures **des ouvrages**
  - Fournir des **bilans** (volumes) d'exploitation
- ❖ **Alerter** en cas d'apparition de défauts techniques et d'alarmes d'exploitation (niveau ou vitesse très haut)
- ❖ Assurer un **suivi rigoureux des mesures** de débits

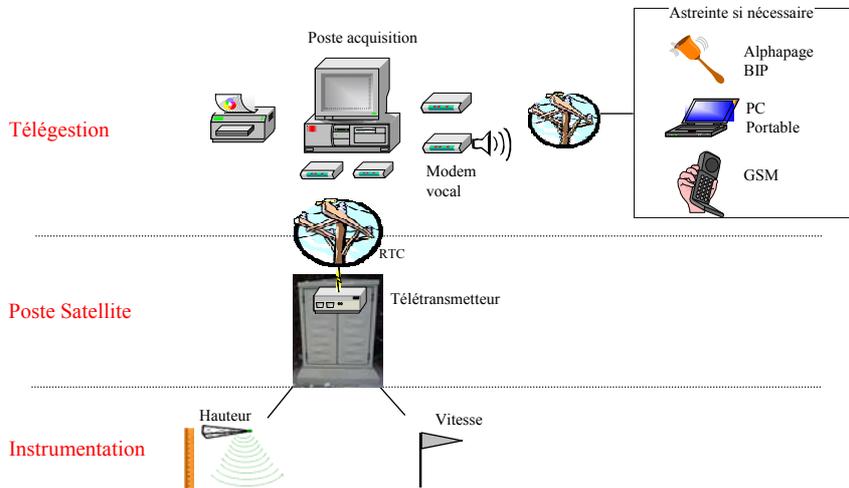
- ❖ **Contraintes de terrain**
- ❖ **Contraintes matérielles**  
**IP68 - ATEX**



## La Métrologie : Type de matériel

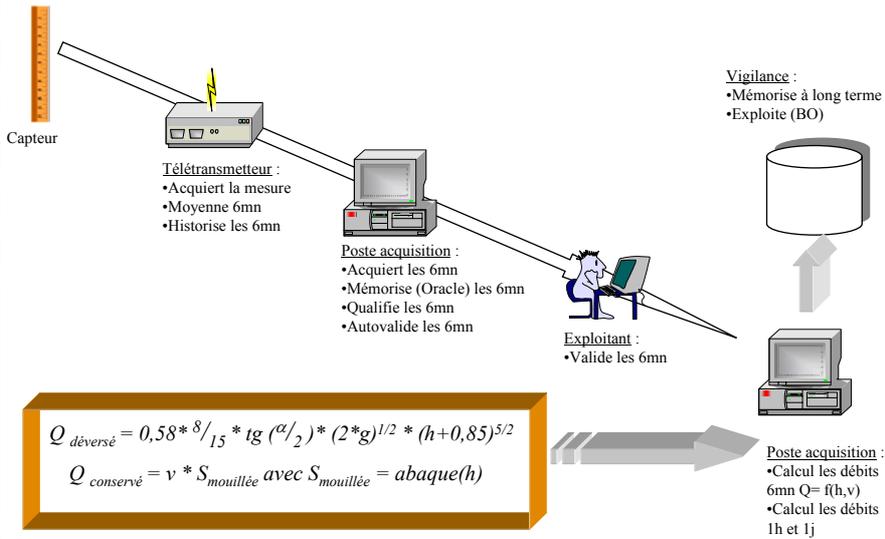
- ❖ Instrumentation :
  - Hydreka (Mainstream III) : Capteur de vitesse
  - Siemens (Mini Ranger & Multi Ranger) : Niveau ultrason - Niveau capacitif - Niveau pression hydrostatique
  - Hach - Lange (SC 100) : pH - Conductivité - SAC 254 nm – Echantillonneurs
- ❖ Télétransmission :
  - Sofrel (S50)
- ❖ Informatique :
  - Superviseur : Topkapi Version 3.0
  - Base de données : Oracle
  - Application de Validation :
    - + Basculement et Validation : Visual Basic Version 6.0
    - + Graphisme : C++ Version 6.0

## La Météologie : Principe d'architecture matérielle



communauté urbaine  
**GRAND LYON**

## La Météologie : Traitement des mesures



communauté urbaine  
**GRAND LYON**

## La Métrologie : Principe du calcul du débit

Calcul du débit ( $D = V * S$ )

Mesure Vitesse (V)



Capteur de vitesse effet Doppler

Déduction Surface mouillée (S) par abaque

Mesure Hauteur (H)



Capteur de hauteur US

## La Métrologie : Vérification des mesures de hauteur piézorésistive

❖ Matériel : GE Druck DPI 615 IS

- certificat d'étalonnage UKAS
- incertitude 0,025%

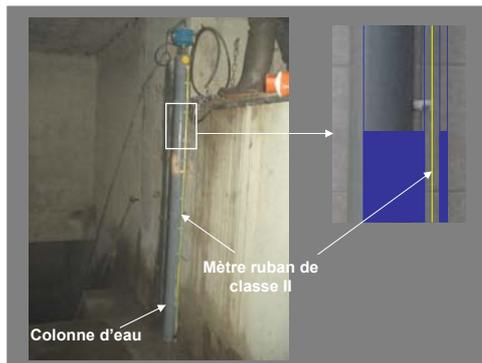
❖ Méthode :

- pression connue générée sur le capteur
- comparaison des 2 mesures
- ajustage de la mesure si nécessaire



## La Métrologie : Vérification des mesures de hauteur capacitive

- ❖ Matériel : colonne d'eau
  - conception et réalisation en interne
- ❖ Méthode :
  - hauteur connue appliquée sur le capteur
  - comparaison des 2 mesures
  - ajustage de la mesure si nécessaire



communauté urbaine  
**GRANDLYON**

## La Métrologie : Vérification des mesures de hauteur par ultra-son (Grand Collecteur)

- ❖ Matériel : cale sur un système de bras articulé
  - conception et réalisation en interne



- ❖ Méthode :
  - Mesure distance Cale ~ Sonde par Laser-mètre
  - Déduction de la hauteur d'eau fictive
  - Comparaison des 2 mesures
  - Ajustage de la mesure si nécessaire
- ❖ Amélioration du système de vérification



communauté urbaine  
**GRANDLYON**

## La Métrologie : Vérification des mesures de hauteur par ultra-son (Petit Collecteur)

- ❖ Matériel : cale portable
  - conception et réalisation en interne



Sonde de hauteur US

Niveau pour mettre la cale horizontale

Plateau de la cale

Pige de la cale

- ❖ Méthode :
  - Comparaison des 2 mesures
  - Ajustage de la mesure si nécessaire

## La Métrologie : Vérification de la cale (1)

- ❖ Vérification de la cale sur un banc



## La Métrologie : Vérification de la cale (2)

- ❖ Mesure de la hauteur de la cale et calcul de l'usure annuelle
- ❖ Résultat corrigé
 
$$h = h(\text{moyenne}) + C(\text{justesse}) + C(\text{résolution})$$
- ❖ Incertitude
 
$$u^2(h) = s^2(h(\text{moyenne})) + u^2(C(\text{justesse})) + u^2(C(\text{résolution}))$$
- ❖ Document au format qualité
 

FI 726 ESX 0 Suivi hauteur cale.xls

**GRANDLYON**  
DIRECTION DE L'EAU  
E.S.X. Métrologie

**PROCES VERBAL DE VERIFICATION DE LA CALE**

octobre 2004

**Résultat corrigé**  
 $h = h(\text{moyenne}) + C(\text{justesse}) + C(\text{résolution})$

**Incertitude**  
 $u^2(h) = s^2(h(\text{moyenne})) + u^2(C(\text{justesse})) + u^2(C(\text{résolution}))$

**Résultat corrigé**

D	141	142	143
DISTANCES MOYENNES DE LASER A LA CIBLE (m)	1,707	1,707	0,707
HAUTEUR MOYENNE DE LA CALE (m)	1,707	0,407	0,007

On considère  $C(\text{justesse}) = 0$  et  $C(\text{résolution}) = 0$  (c'est la "bonne pratique" des corrections, on ne sait pas si c'est ou non)

**RÉSULTAT CORRIGÉ (m ou mm)**

	1,707	0,407	0,007	1,407
--	-------	-------	-------	-------

**Incertitude**

Pour quantifier l'incertitude, il faut calculer l'écart type de la hauteur moyenne :

ÉCART TYPE (s)	1,707-0,407	1,707-0,007	1,707-0,007	1,707-0,007
$s = s$	1,300	1,700	1,700	1,700
VARIANCE (variance) = $s^2(\text{moyenne})$	1,690	2,890	2,890	2,890

Pour calculer l'incertitude de la correction de résolution, on regarde la résolution de l'échelle :

on a 1,707 m la largeur est entre 1,700 et 1,710 (ou 0,001)

Comme cela est une loi de distribution normale, on a donc par 3 :

$u^2(C(\text{justesse})) = (0,001/3)^2$	1,11E-05	1,11E-05	1,11E-05	1,11E-05
---	----------	----------	----------	----------

L'incertitude de la correction de justesse est donnée par la mesurement :

Comme cela est une loi de distribution normale, on a donc par 3 :

$u^2(C(\text{résolution})) = (0,001/3)^2$	1,11E-05	1,11E-05	1,11E-05	1,11E-05
---	----------	----------	----------	----------

**Résultat corrigé incertitude**

Cible de 0,50 m	Résultat (m ou mm)	Incertitude (m ou mm)
	0,407	0,407
Cible de 1,00 m	0,997	0,997
Cible de 1,50 m	1,407	0,997

**Conclusion**

La cale de 0,50 m mesure exactement	0,407 m	à	0,000 m près.
On remarque une usure de	0,007 m		
La cale de 1,00 m mesure exactement	0,997 m	à	0,000 m près.
On remarque une usure de	0,007 m		
La cale de 1,50 m mesure exactement	1,407 m	à	0,000 m près.
On remarque une usure de	0,004 m		

PI 726 ESX 1 suivi hauteur cale.xls Page 1 sur 1

communauté urbaine  
**GRANDLYON**

## La Métrologie : Conclusion et perspectives

- ❖ Hauteur
  - Matériel de vérification opérationnel
  - Calcul de l'incertitude sur ce matériel à affiner
  - Calcul de l'incertitude sur la mesure à définir
  - Procédure d'ajustage à définir
- ❖ Vitesse
  - A réaliser...



communauté urbaine  
**GRANDLYON**

## **Validation des résultats de mesures en réseau d'assainissement**

---

Claude JOANNIS, LCPC



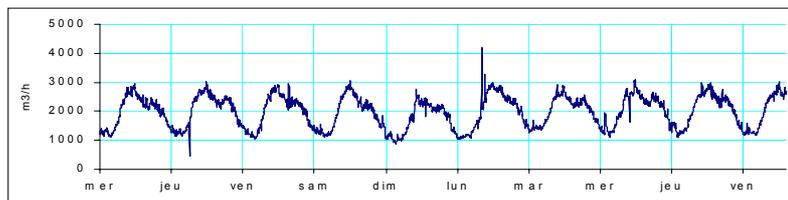


# Validation des résultats de mesures en réseau d'assainissement

claude.joannis@lcpc.fr



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

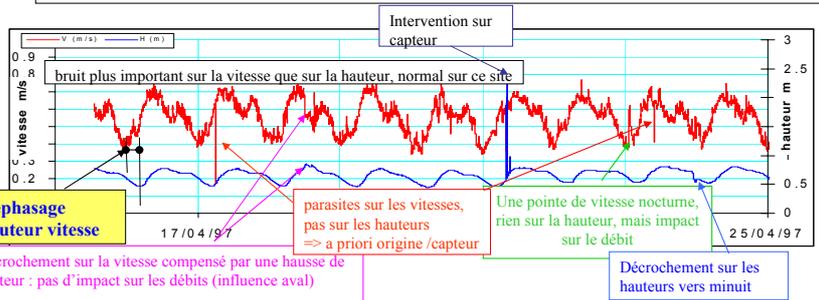
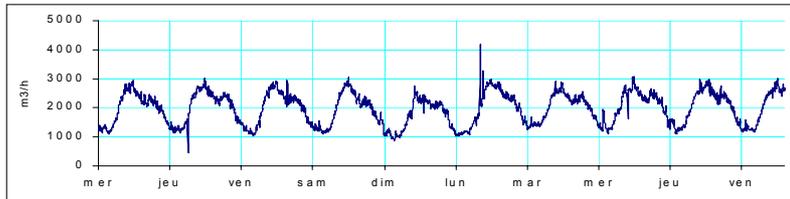


pas grand-chose !?



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

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées



Déphasage hauteur vitesse

parasites sur les vitesses, pas sur les hauteurs => a priori origine /capteur

Une pointe de vitesse nocturne, rien sur la hauteur, mais impact sur le débit

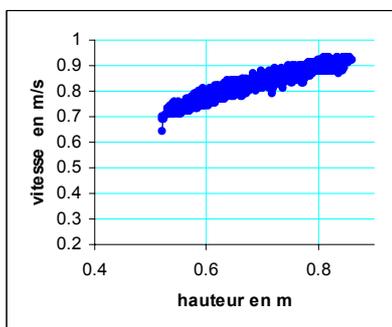
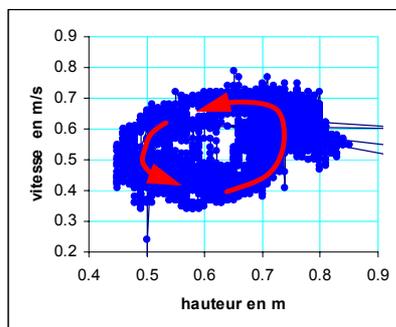
Décrochement sur les hauteurs vers minuit



## 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)

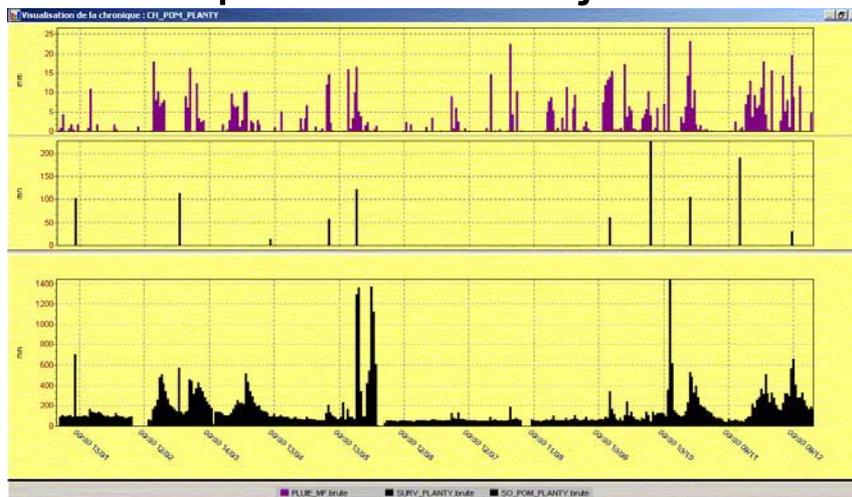


## Validation de deuxième niveau

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



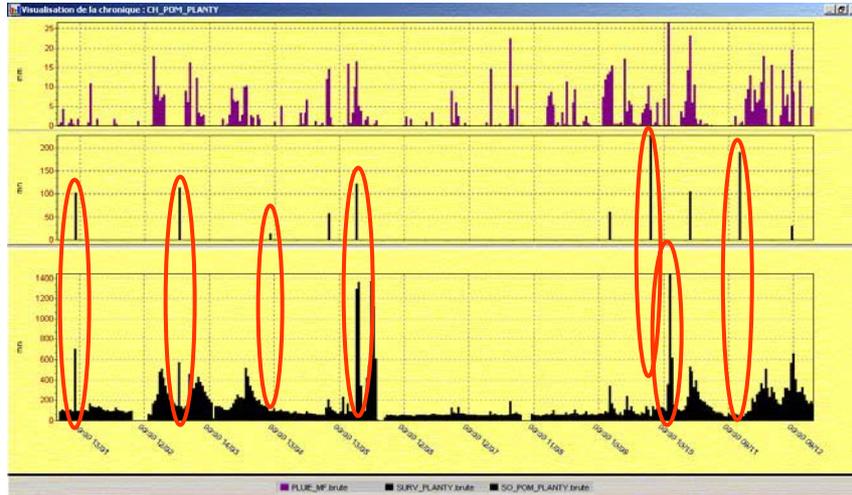
## Vues synoptiques: chroniques / valeurs journalières





# Vues synoptiques: chroniques / valeurs journalières

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées



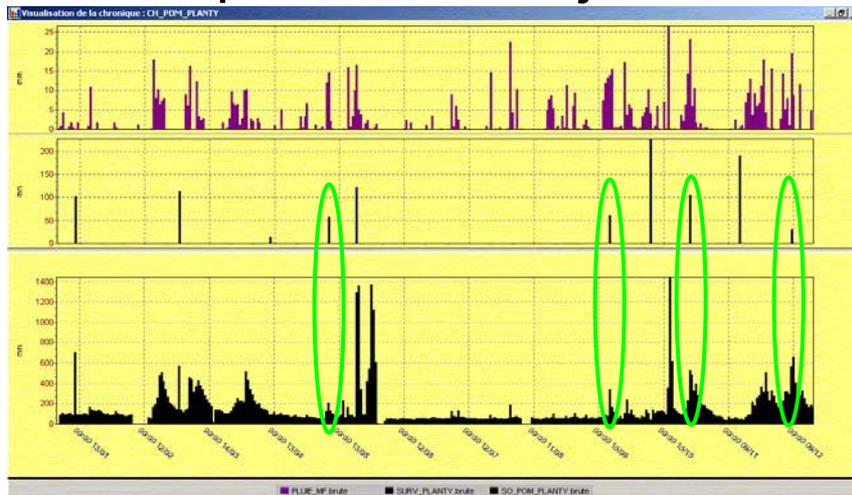
Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



# Vues synoptiques: chroniques / valeurs journalières

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées

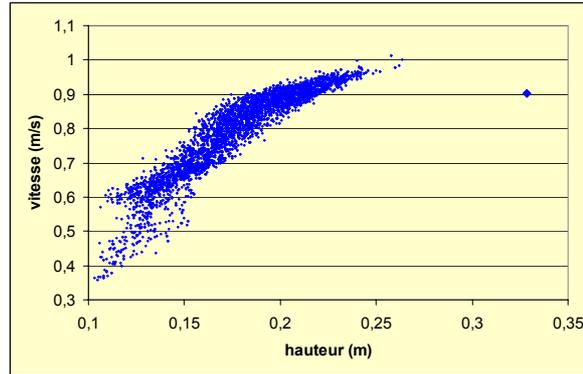


Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement

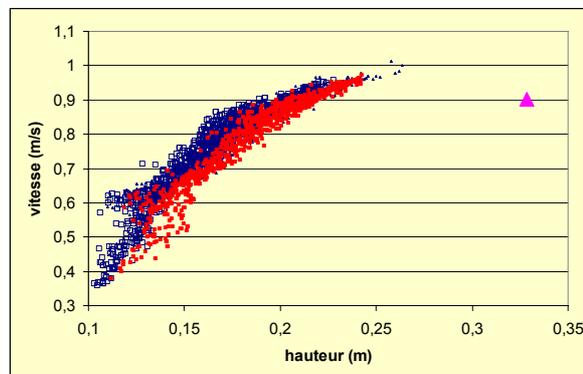
Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



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

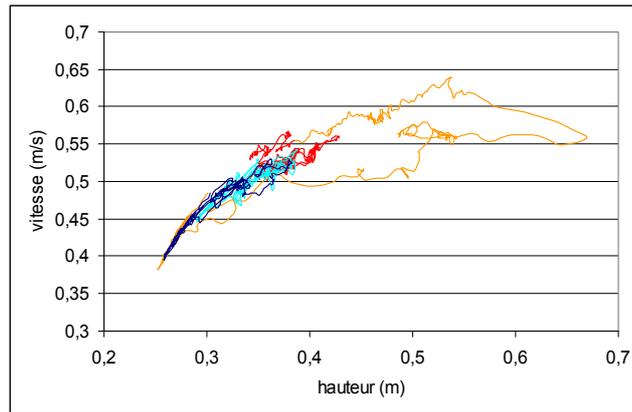


## Vues sinoptiques: nuage de points (redondance vitesse /hauteur)

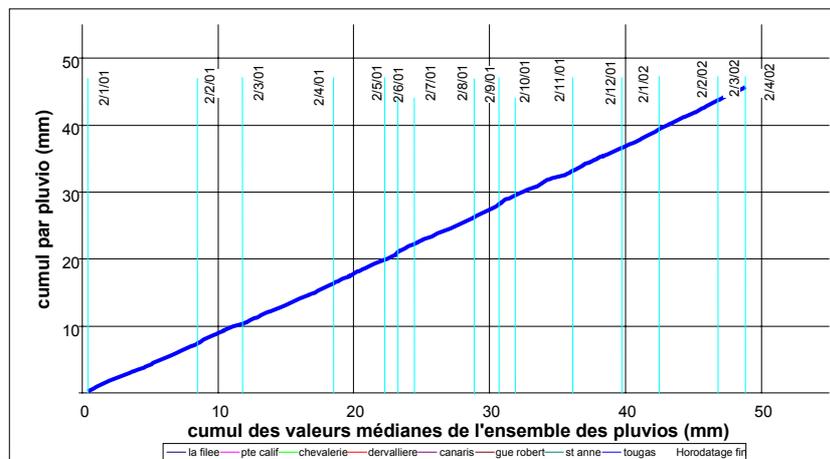




## Vues sinoptiques: nuage de points (redondance vitesse /hauteur)



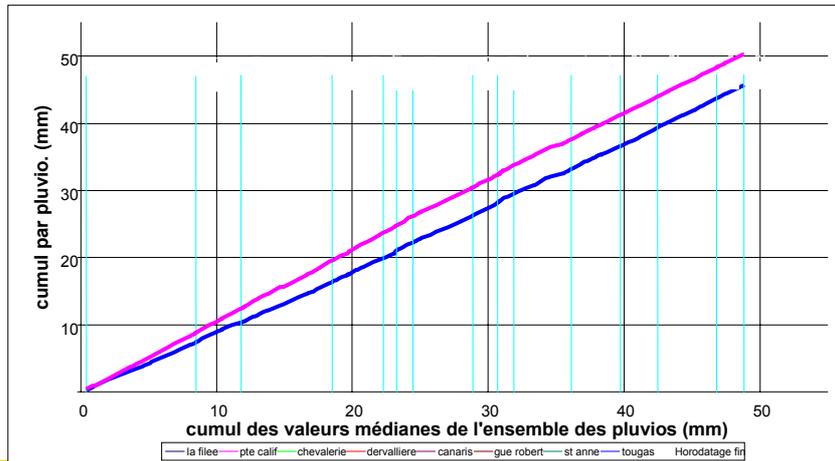
## Vues sinoptiques : double cumul (sur données pluviographiques)





## Vues sinoptiques : double cumul (sur données pluviographiques)

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées

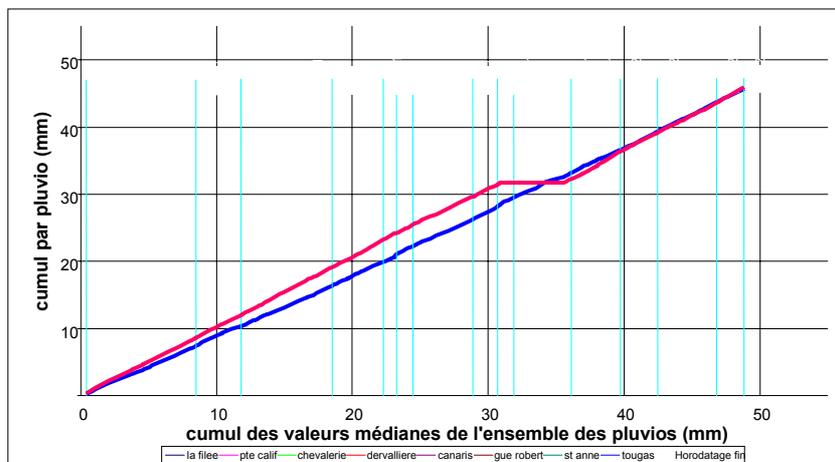


Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



## Vues sinoptiques : double cumul (sur données pluviographiques)

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées



Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



## 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<br>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                          |



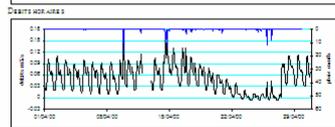
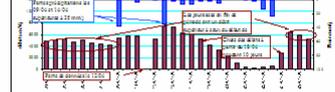
# Fiches de cas

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées

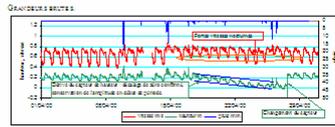
**FICHE N°4 - DÉRIVÉ DE CAPTEUR DE HAUTEUR**

**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.

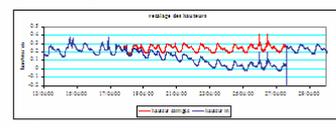
**Instrumentation :**  
- Débitmètre à effet Doppler. Le débit est un résultat de calcul basé sur les mesures de vitesse et hauteur.  
- Vitesse : sonde à effet Doppler  
- Hauteur : sonde piézométrique  
- Stratégie d'acquisition : pas de temps fixe de 5 minutes



La visualisation sur une durée longue permet d'appréhender les dimensions ainsi qu'il faut surmonter la variabilité du débit qui est au cas de 10,500, à donc regarder les données agrégées. Hauteur en litres au pas de temps le plus possible.



**Contexte :**  
Le débitmètre est un nouveau débitmètre à effet Doppler installé sur une conduite d'égout à hauteur variable.



On mesure dans le graphique ci-dessus l'ensemble des données utilisables pour obtenir le volume d'eau usée qui est mesuré par le débitmètre. Le débitmètre est un débitmètre à effet Doppler, on mesure donc la hauteur de l'eau usée et la vitesse de l'eau usée en un point de mesure de hauteur et de vitesse.



Pendant la première partie de la durée du débitmètre, il est possible d'observer le débit en mesurant la vitesse de l'eau usée et la hauteur de l'eau usée.

**En résumé :**

**Points remarquables :**

Instrumentation	Vitesse	Hauteur
Point de mesure	Point de mesure	Point de mesure

**Points remarquables :**

Instrumentation	Vitesse	Hauteur
Point de mesure	Point de mesure	Point de mesure



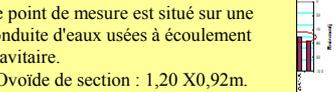
# Fiches de cas

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées

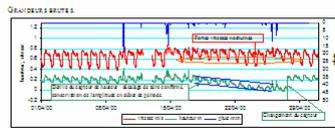
**FICHE N°4 - DÉRIVÉ DE CAPTEUR DE HAUTEUR**

**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 sur une durée longue permet d'appréhender les dimensions ainsi qu'il faut surmonter la variabilité du débit qui est au cas de 10,500, à donc regarder les données agrégées. Hauteur en litres au pas de temps le plus possible.



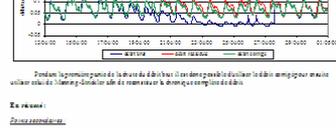
**INSTRUMENTATION :**

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 du débitmètre, il est possible d'observer le débit en mesurant la vitesse de l'eau usée et la hauteur de l'eau usée.

**En résumé :**

**Points remarquables :**

Instrumentation	Vitesse	Hauteur
Point de mesure	Point de mesure	Point de mesure

**Points remarquables :**

Instrumentation	Vitesse	Hauteur
Point de mesure	Point de mesure	Point de mesure



# Fiches de cas

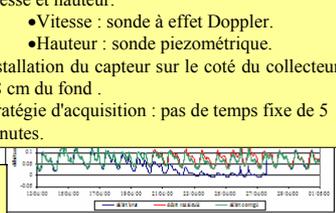
C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées

FICHE N°4 - DÉRIVE 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.



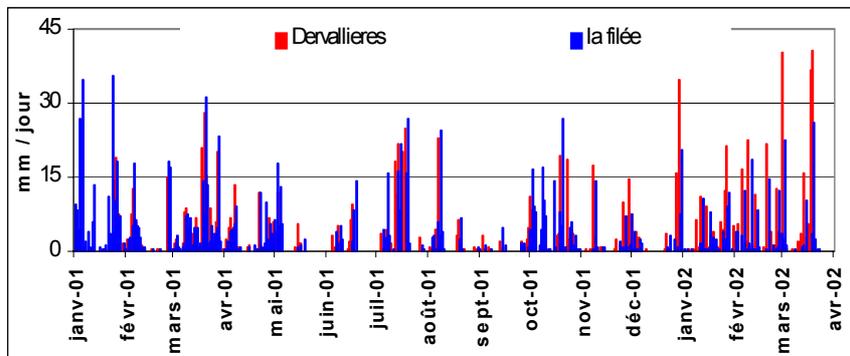
Paramètres du site :

Paramètre	Valeur
Substrat	à effet Doppler
Hauteur	sonde piézométrique
Stratégie	à effet Doppler
Installation	à effet Doppler
Stratégie d'acquisition	à effet Doppler



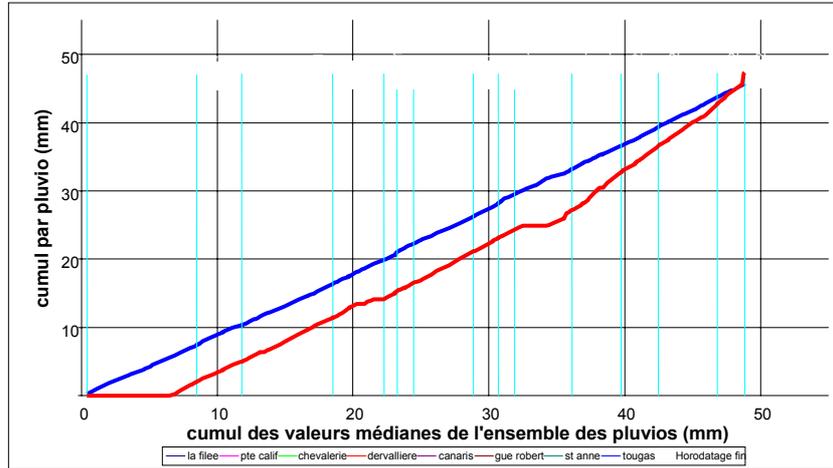
# Exemple 1: désétalonnage de pluviographe

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées





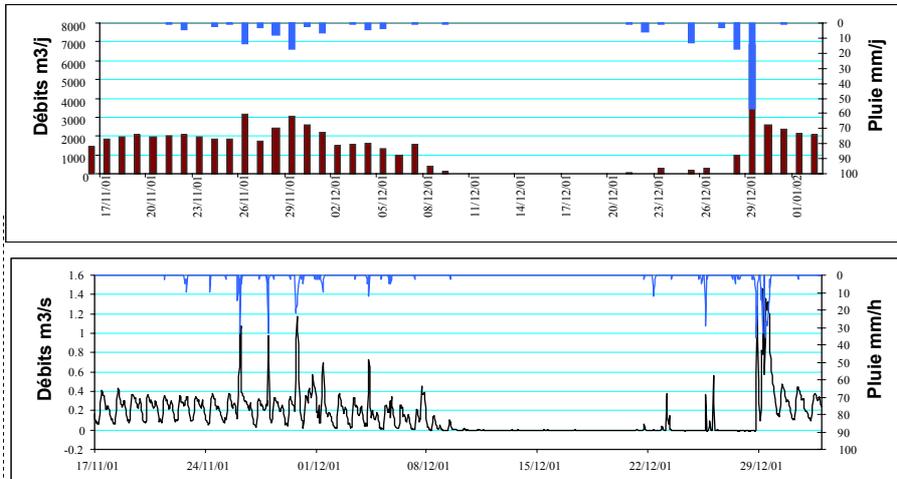
## Exemple 1: désétalonnage de pluviographe



C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées



## Exemple 2: encrassement de Doppler

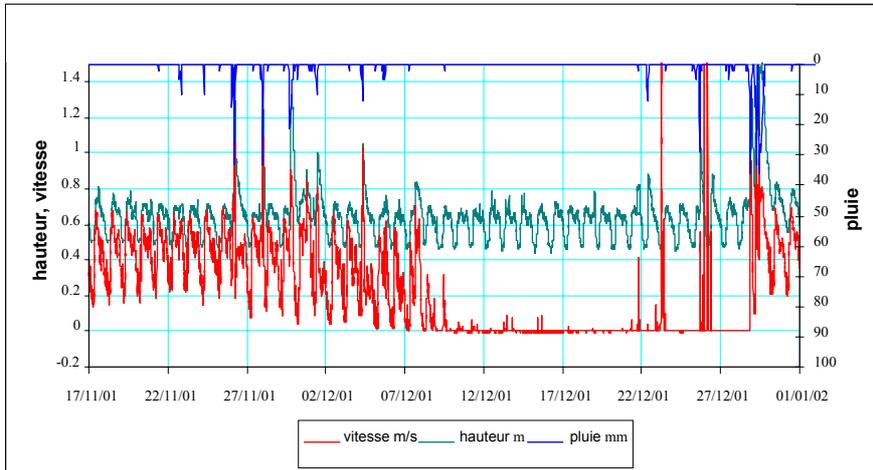


C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées



## Exemple 2: engrassement de Doppler

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées



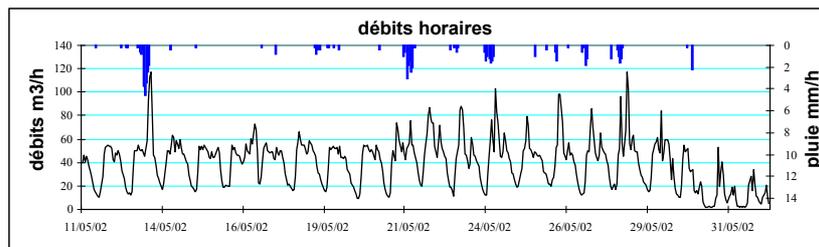
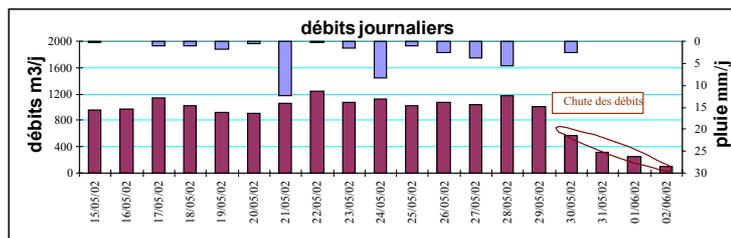
Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement

Jeudi 29 mars 2007 - Lyon



## Exemple 3: erreur juste

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées

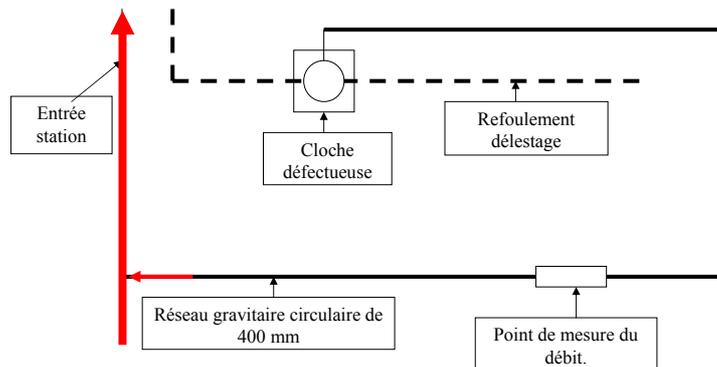


Reseau regional d'échanges autosurveillance des réseaux d'assainissement

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

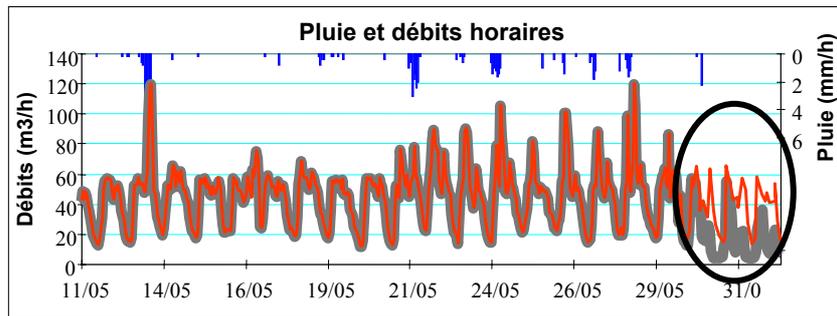
**la validation c'est déjà  
une interprétation des résultats**

La majorité des défauts sont faciles à diagnostiquer

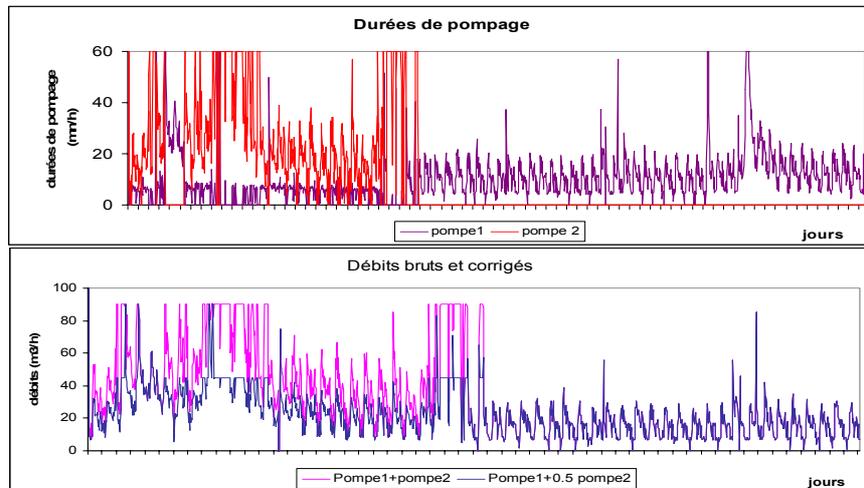


## Validation et incertitude

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



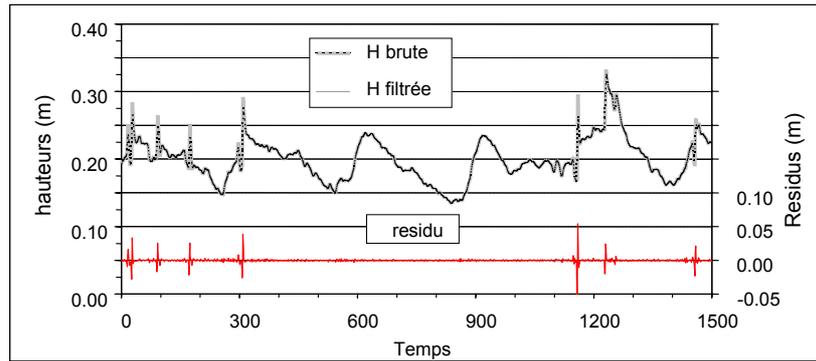
## Vues synoptiques: chroniques / valeurs horaires





## Validation de premier niveau ( exemple OTHU)

C. Joannis - Laboratoire Central des Ponts & Chaussées



## **Autosurveillance des réseaux d'assainissement Le cas de la Ville de Dijon**

---

Laurent MONNOT, Alain BOFFY, Lyonnaise des eaux



# Auto surveillance des réseaux d'assainissement Le cas de la Ville de Dijon

par Laurent MONNOT (chef d'agence assainissement)  
et Alain BOFFY (responsable d'usines)



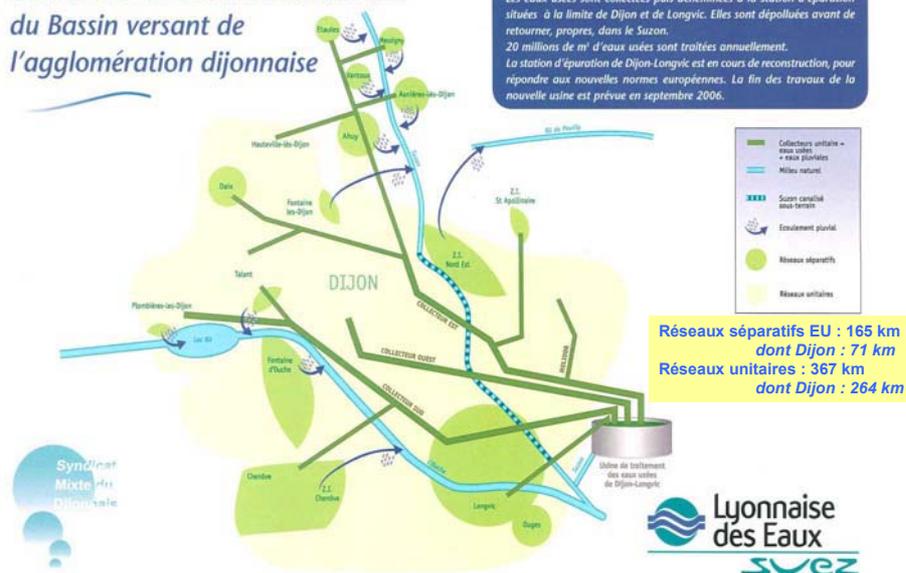
## Schéma d'assainissement du Bassin versant de l'agglomération dijonnaise

### Assainissement de l'eau.

Les eaux usées sont collectées puis acheminées à la station d'épuration situées à la limite de Dijon et de Longvic. Elles sont dépolluées avant de retourner, propres, dans le Sazon.

20 millions de m<sup>3</sup> d'eaux usées sont traitées annuellement.

La station d'épuration de Dijon-Longvic est en cours de reconstruction, pour répondre aux nouvelles normes européennes. La fin des travaux de la nouvelle usine est prévue en septembre 2006.



## **LE CAS DE DIJON**

### **L'HISTOIRE**

- 1993** Premières études dans le cadre du projet de remise aux normes de la station d'épuration
- 1994-1996** Campagne de mesures pour l'étude de diagnostic du réseau d'assainissement (SAFEGE)
- 1995** Décision de mise en place de l'autosurveillance
- 1996-1997** Travaux d'amélioration des réseaux (pose de clapets entre les collecteurs et le milieu naturel)

## **1<sup>ère</sup> ETAPE : LE DIAGNOSTIC (1994-1997)**

### **Diagnostic du réseau :**

- campagnes de mesures (1994-1997) réalisée par Safège sur 16 déversoirs
- confirmation de dysfonctionnements majeurs (retours d'eau de rivière en réseau lors des crues)
- premières estimations d'impact du réseau sur le milieu naturel par temps de pluie
- études de la collecte et du traitement des effluents pour différentes configurations d'aménagement du réseau

## 2<sup>ème</sup> ETAPE : LES ACTIONS (1996-1997)

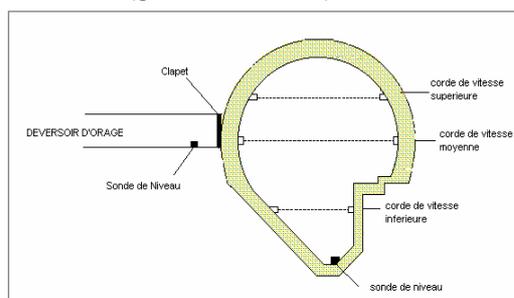
### Actions entreprises :

- pose de clapets anti-retour pour supprimer les entrées d'eau dans le réseau
- réhabilitation des collecteurs pour éliminer les entrées d'eaux claires parasites permanentes
- mise en conformité de certains branchements
- instrumentation des déversoirs d'orage et des collecteurs

## INSTRUMENTATION

### DESCRIPTION DES INSTALLATIONS :

- ✓ Mesure de la pluviométrie par trois pluviographes
- ✓ Mesure des déversements par :
  - sonde piézo (lame déversante) ;
  - sonde piézo et sonde doppler (canal circulaire)
  - sonde piézo et cordes de vitesse (gros collecteurs)
- ✓ Mesure des débits dans les collecteurs par combinaison de cordes de vitesses et de sondes de niveau
- Contrôle de fermeture des clapets par des capteurs



## INSTRUMENTATION

### ACQUISITION DES DONNEES :

Les mesures horodatées sont stockées au pas de temps 6 minutes dans les stations d'acquisition.

Les données sont transférées automatiquement 1 fois par jour au poste informatique central doté d'un logiciel de supervision (TOPKAPI).

(Rapatriement quotidien de 100 variables toutes les 6 minutes soit 24 000 données / jour.)



Vue d'un clapet côté milieu naturel



Un clapet côté collecteur



Un autre clapet côté milieu naturel

## INSTRUMENTATION

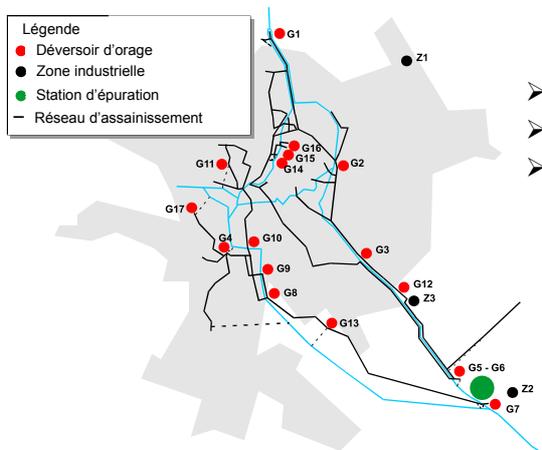
MESURE EN TEMPS REEL :

3 stations Endress Hauser avec :

- préleveur réfrigéré
- mesure de conductivité
- mesure de pH
- mesure de température
- mesure de Redox
- centrale d'acquisition de données PERAX P200X



## Le Réseau d'Assainissement de Dijon



- 2 rivières : Ouche et Suzon
- 3 collecteurs principaux
- 40 déversoirs déclarés
  - 19 instrumentés dont 14 impliqués dans l'auto-surveillance

## **INSTRUMENTATION**

### **TRAITEMENT DES DONNES :**

#### **Traitement assuré par le logiciel SANDRA®**

- ✘ Stockage et validation des données (depuis 01/1997)
- ✘ Édition des rapports réglementaires
- ✘ Analyse de tendance et définition d'indicateurs

## **Les Fonctionnalités de SANDRA**

- interface conviviale permettant de construire une application fidèle à l'aménagement du site et à ses évolutions
- connexion à TOPKAPI et à des bases de données externes (Access,...)
- validation et reconstruction de données
- affichage de courbes
- correction manuelle ou semi-automatique de courbes
- édition automatique de bilans configurables sous formes de feuilles Excel  
exemple : le rapport d'auto-surveillance

## **GESTION AU QUOTIDIEN**

### **EXPLOITATION DES INSTALLATIONS :**

- ✓ nettoyage et étalonnage des capteurs : tous les 2 mois au minimum
- ✓ 3 agents en interventions : 1 en surface et 2 dans le collecteur
- ✓ Maintenance, contrôles de conformité électrique
- ✓ Vérification du rapatriement des données et corrections : tous les jours

### **Durée de vie des équipements :**

- centrales d'acquisition d'origine ;
- sondes Doppler d'origine
- renouvellement des sondes piézo tous les 10 ans

## **LES BENEFICES**

Estimation précise des volumes d'eau et de la pollution (MES et DCO) déversés dans le milieu rural.

Détection et quantification rapide des dysfonctionnements.

Vérification et évaluation de l'efficacité des travaux réalisés.

Réduction de l'impact du réseau sur le milieu naturel.

Optimisation du dimensionnement des ouvrages futurs du système d'assainissement.

Gestion active du système d'assainissement.

## Conclusions et perspectives

Grâce au partenariat entre la Ville de Dijon, Lyonnaise des Eaux France, l'Agence de l'Eau RMC et la Police de l'Eau, la réglementation sur les ERU a été mise à profit pour mettre en place une démarche globale de réduction des flux de substances polluantes.

Aujourd'hui, l'autosurveillance est un réel outil d'exploitation du système d'assainissement et a permis de :

- \* Dimensionner précisément le bassin d'orage en tête de la nouvelle station d'épuration (30 000 m<sup>3</sup>) ;
- \* Dimensionner la nouvelle station d'épuration de Dijon pour son régime temps de pluie (400 000 EH).

### **Perspectives :**

- \* évaluer l'impact de la nouvelle station d'épuration et du bassin d'orage sur les rejets au milieu naturel
- \* diagnostic permanent du réseau,

## **Application de la démarche de diagnostic permanent sur les sites De Dieppe et de Toulouse**

---

Frédéric BLANCHET, Veolia eau





# APPLICATION DE LA DEMARCHE DE DIAGNOSTIC PERMANENT SUR LES SITES DE DIEPPE ET DE TOULOUSE

Frédéric BLANCHET  
Veolia Eau – Direction Technique



## Le Diagnostic Permanent :

### → Diagnostic fonctionnel par grandes zones de collecte :

- Rythme annuel,
- En lien avec l'autosurveillance réseau,

### → Outil d'évaluation pour le gestionnaire du réseau :

- Orientation de la politique d'enquêtes et de renouvellement des ouvrages,
- Evaluation de l'impact des travaux réalisés,
- **MAIS**, dans la limite des moyens disponibles pour réaliser :
  - ✓ Les enquêtes détaillées au sein des différentes zones de collecte
  - ✓ Les travaux de réhabilitation

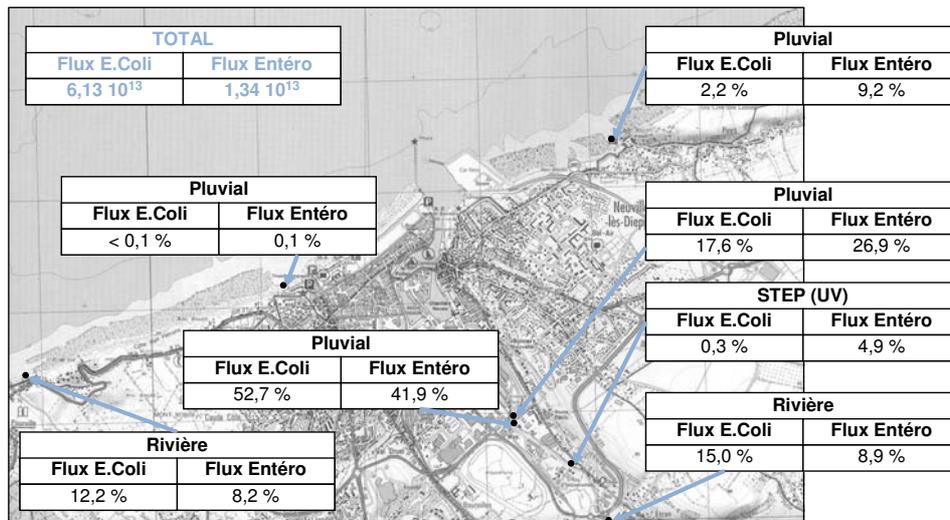
### → Impact sur l'exploitation :

- Les interventions quotidiennes peuvent influencer les mesures (traçabilité),
- Le Diagnostic Permanent peut conduire à améliorer les procédures d'exploitation,
- Valorisation de la connaissance 'physique' des zones de dysfonctionnement, **mais sur lesquelles les problèmes identifiés peuvent perdurer plusieurs années avant d'être résolus** : Maintien de la motivation dans la démarche ?





## Pluie du 29 août 2003 – 10 mm en 2 heures



⇒ **Pluie estivale = 200 m<sup>3</sup> d'Eaux Usées**

Soit un rejet par temps sec d'environ 35.000 habitants pendant 1h30.



## Gestion active de la qualité des eaux de baignade

### → Contexte organisationnel :

- Evaluation quotidienne des risques (vers 6h00)
  - ✓ Bilan synthétique d'autosurveillance sur les 36 dernières heures (pluie, surverses, dysfonctionnements, etc)
  - ✓ Système d'Aide à l'Evaluation des Risques Sanitaires
- Méthode d'analyse rapide (Coliplage®) :
  - ✓ Prélèvements de routine sur l'eau de baignade (3 fois par semaine)
  - ✓ Prélèvements conditionnés selon niveau de risque estimé (confirmation / infirmation)



## Système d'Aide à l'Évaluation des Risques Sanitaires

- Eté 2005 & 2006
- Usage quotidien de la courantologie côtière sans spécialisation des utilisateurs finaux (partenariat Ifremer / Veolia Eau).
- Approche déterministe par modélisation de scénarios (96) de référence intégrant :
  - En temps sec : des hypothèses de dysfonctionnements cohérentes avec la télésurveillance effective des ouvrages
  - En temps de pluie : des épisodes de rejets considérables (en flux et en nombre de points de rejet)
- Facteurs pris en compte dans les scénarios :
  - Intensité de la pluie
  - Antécédents pluvieux
  - Marée
  - Synchronisation du rejet et cycle de marée
  - Vent



Service de DIEPPE		vendredi 29 août 2003	
<b>STEP de DIEPPE</b>			
Volume journalier entrant :	11496	m3	
Volume journalier sortant :	11636	m3	
Volume journalier Bypass:	16	m3	
<b>Pluviométrie</b>			
	Cumul jour (mm)	max. 1h (mm)	Début période 1h
Usine des Eaux	25,2	9	3:30:00
Usine de Chanzy	27	11,6	3:40:00
Local des jardins	10,6 ?	4,2 ?	3:45:00
Services municipaux	35,8	14	2:35:00
Les Sipapes	14,4	4,4	19:50:00
<b>Déversoirs</b>			
	Nombre	Durée	Volume estimé
Puys	0	0:00:00	
Le Pollet	0	0:00:00	
Colbert	0	0:00:00	
jardins Ouvriers	0	0:00:00	
Thalasso	0	0:00:00	
Etran	0	0:00:00	
belvedere	0	0:00:00	
Pierre curie	0	0:00:00	
Royal Hamilton			
Bahéaire	0	0:00:00	
Parmentier			
Bonne Nouvelle	2	1:46:19	
Toustaing	0	0:00:00	
Gd Rue pollet	0	0:00:00	
Cité de Limes	0	0:00:00	
Hôpital	0	0:00:00	
Puits salé	0	0:00:00	
Sipapes	0	0:00:00	

### Exemple de bilan quotidien d'autosurveillance pour l'évaluation de la qualité des eaux de baignade en période estivale



SAERS v1.00

**1 - Intervention opérateur**

Nom: **SOYEUX**  
Prénom: **Emmanuel**  
Date: **30/06/2005**  
Heure: **06:00**

Prochaine Pleine Mer à: **07:08**  
Prochaine Basse Mer à: **14:00**  
Coefficient de Marée: **68**

**2 - Bordure littorale**

Dieppe-Puys, Dieppe-Centre, Pourville  
 Sainte-Marguerite et Quiberville

**5 - Vent annoncé**

Vitesse: **30** km/h

Vent: Nord Ouest

**3 - Situation des dernières 36h**

Pluie  
 Rejet de temps sec  
 Absence de rejet

**4 - Antécédents pluvieux**

8mm/h ou + dans les 36h précédant l'évènement pluvieux décrit en (6)

**6 - Pluie la plus forte (dernières 36h)**

Intensité maximale sur 1h  
Valeur: **7,0** (mm)  
Date: **29/06/2005**  
Heure début: **13:08**  
Heure fin: **14:08**

Durée de la pluie (à titre indicatif)  
Date début: **29/06/2005**  
Heure début: **11:10**  
Date fin: **29/06/2005**  
Heure fin: **15:02**  
Cumul global: **10,0** (mm)

**7 - Période de rejet de temps sec**

Date début: \_\_\_\_\_  
Heure début: \_\_\_\_\_  
Date fin: \_\_\_\_\_  
Heure fin: \_\_\_\_\_

**8 - Rejet temps sec (dernières 36h)**

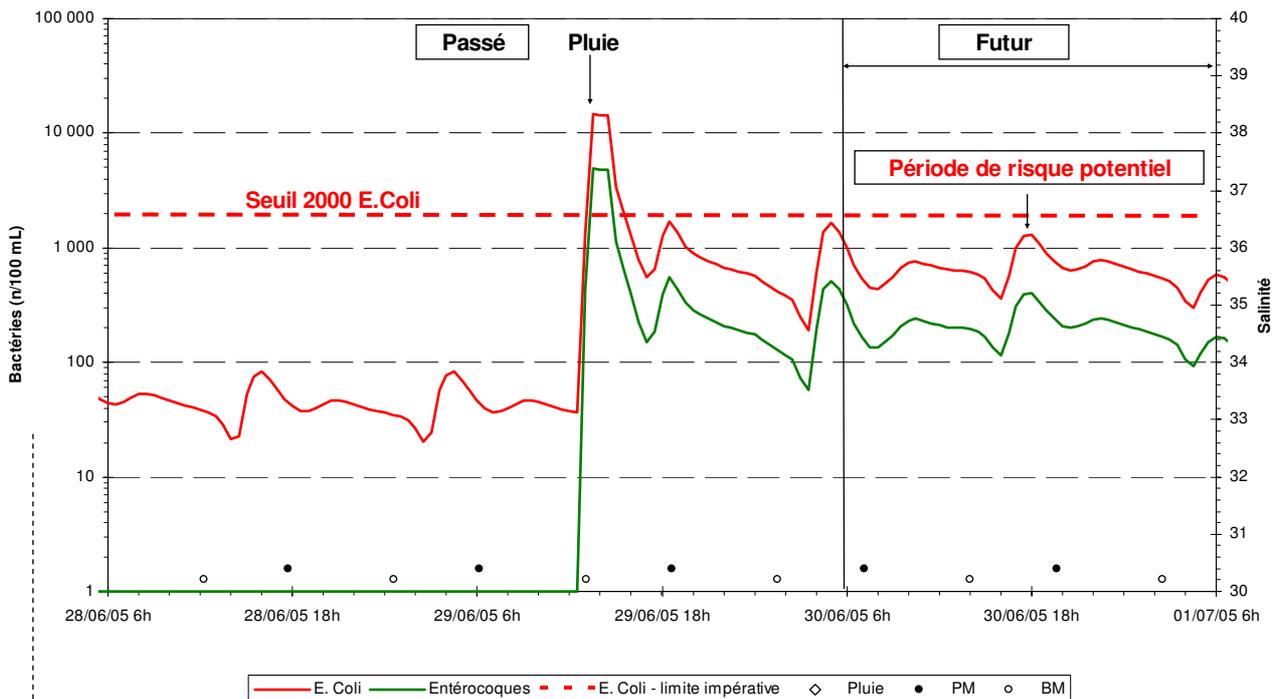
Dieppe  
 Rejet STEP / PR. Etran / PR. Bonne Nouvelle  
 Rejet PR. Centre Ville  
 Rejet PR. Puys

Quiberville  
 Rejet STEP / PR. Saâne  
 Rejet PR. Camping

**9 - Exécution**

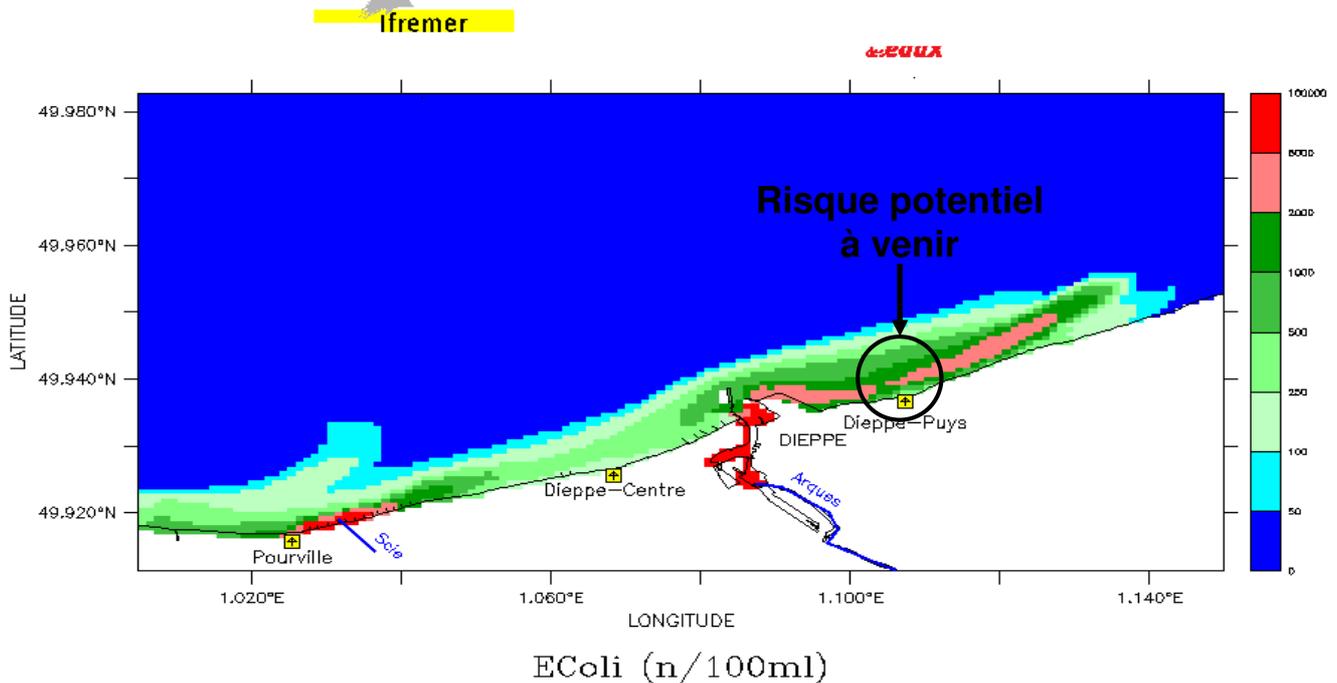
Charger données ...

yon





Modèle MARS (Ifremer)



### Scénario d'impact - 30/06/2005 à 17h30



## TOULOUSE

### → Amélioration de la maîtrise de la collecte des eaux usées par :

- Le déploiement d'une instrumentation spécifique,
- La mise en œuvre et l'exploitation d'un outil original de diagnostic permanent du système de collecte pour :
  - ✓ Identifier les défauts de collecte, en localisant les arrivées d'eaux parasites provenant de la nappe phréatique (EPI) ou à l'origine de mauvais raccordement d'immeuble sur le réseau (EPC).
  - ✓ Déterminer les priorités d'action dans un plan pluriannuel.
  - ✓ Mesurer l'efficacité des travaux de réparation, de réhabilitation et de mise en conformité.
  - ✓ **Surveiller en permanence** les points sensibles du réseau (siphon, déversoir,...).

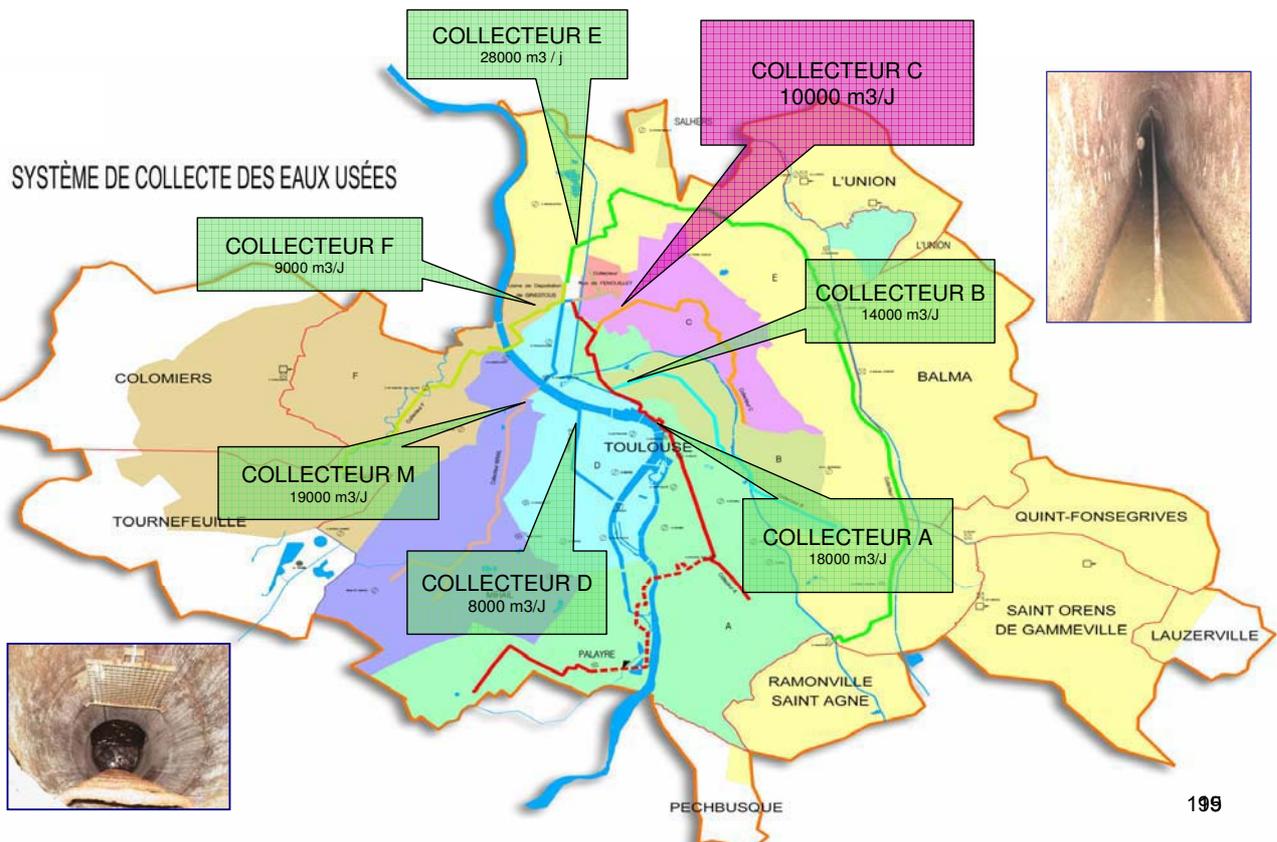


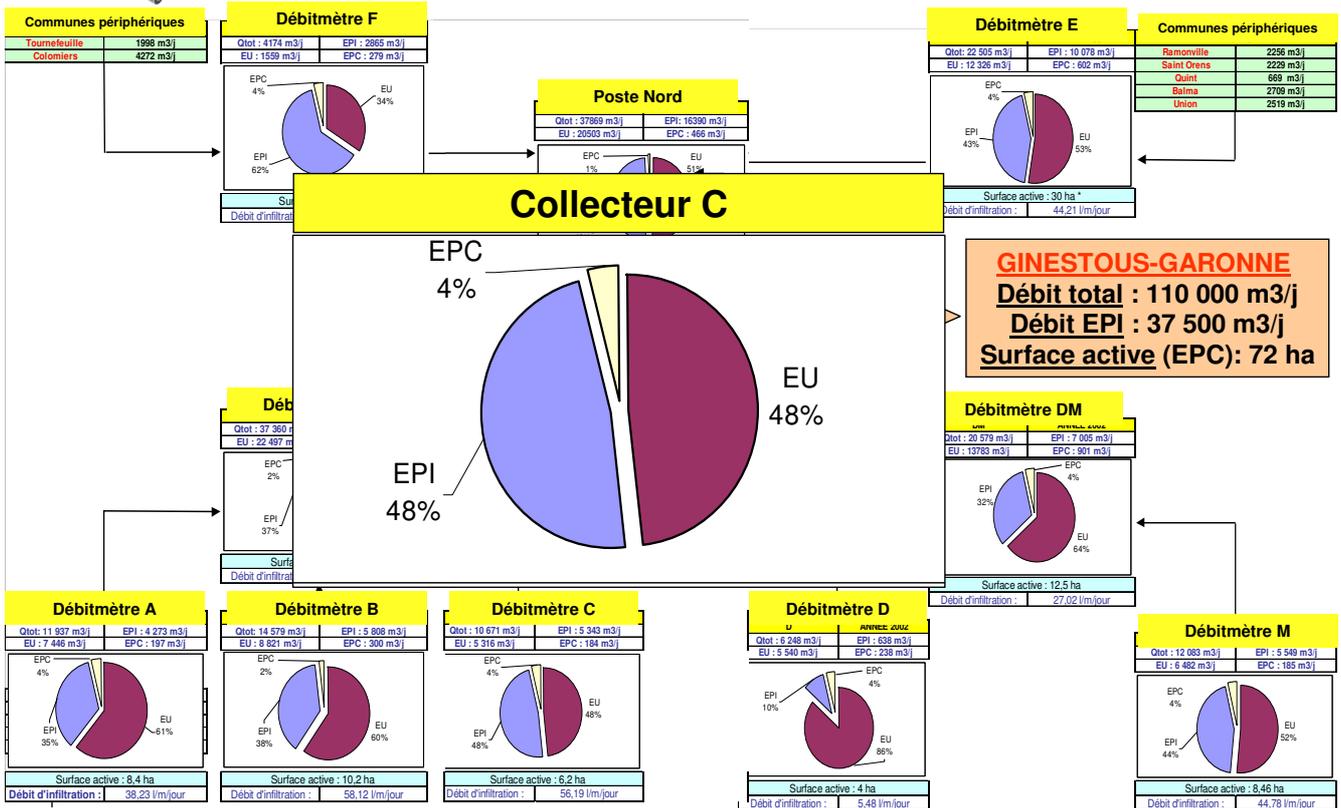
■ Le réseau :

- ➔ 900 km de réseaux E.U. séparatifs, majoritairement en Ø 200 mm
- ➔ 600.000 habitants
- ➔ ISO14001 sur périmètre réseau + STEP

■ Le Diagnostic Permanent :

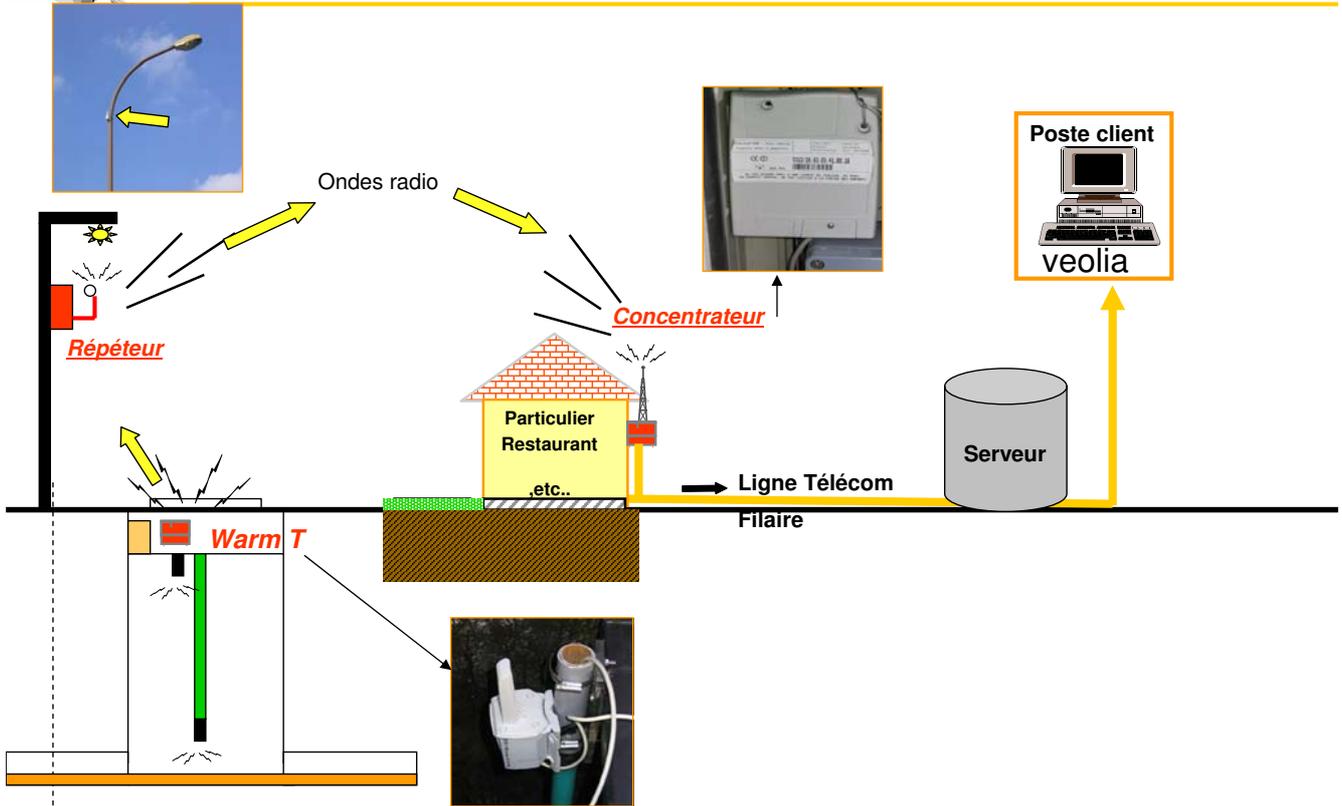
- ➔ 7 points de mesures de référence. Un par collecteur
- ➔ Equipements complémentaires :
  - 37 PR tous télésurveillés
  - 7 pluviomètres
  - 4 piézomètres (bassin versant Collecteur C)
  - 70 points de mesure de hauteur (bassin versant Collecteur C)





**Un appareil de mesure de hauteur innovant et adapté**

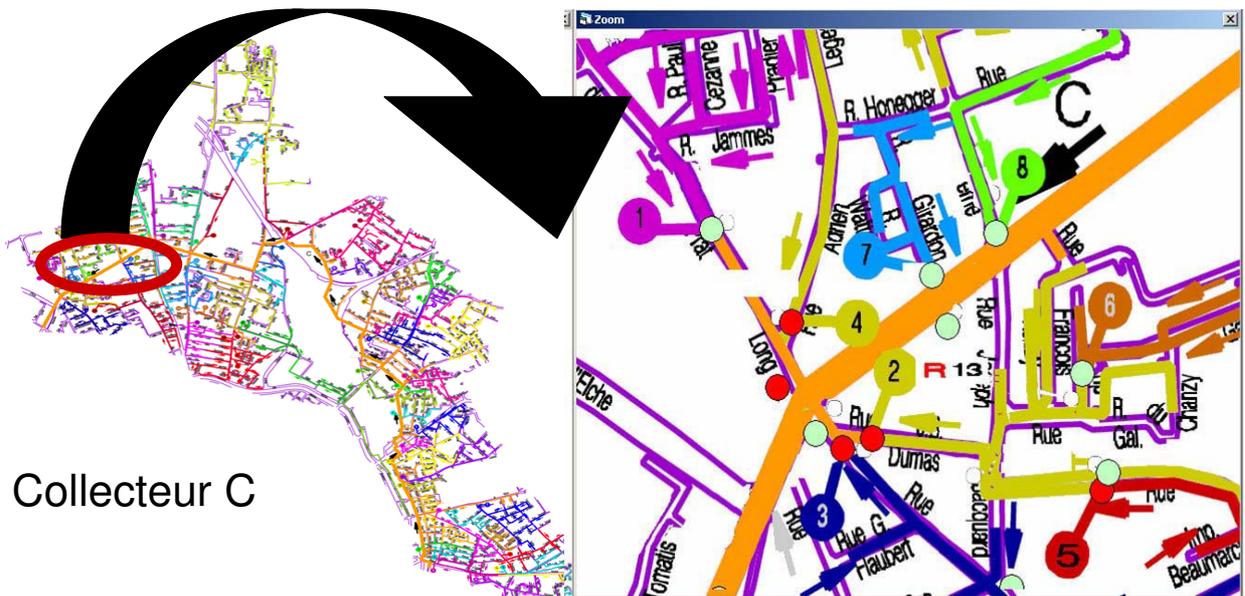


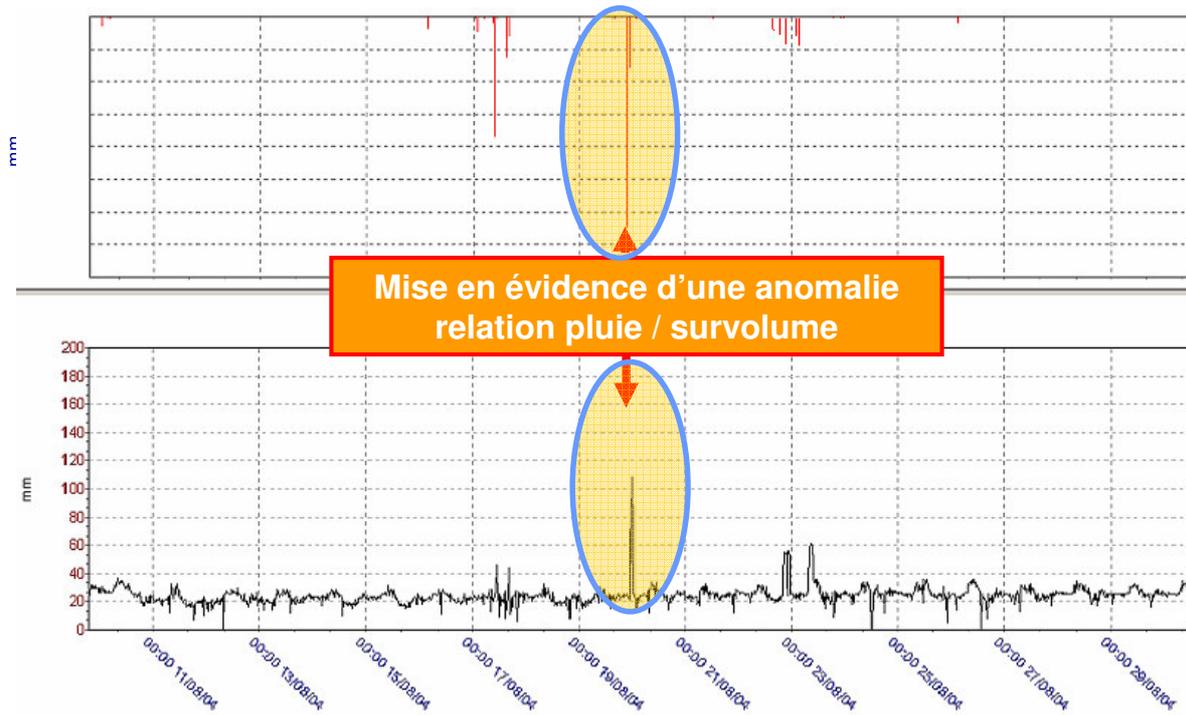


Mesure de hauteur d'eau dans le collecteur



**Une densification des points de mesure.**  
Un point de mesure pour 2 km de réseau.





Point C8 - rue jules verne - 200mm

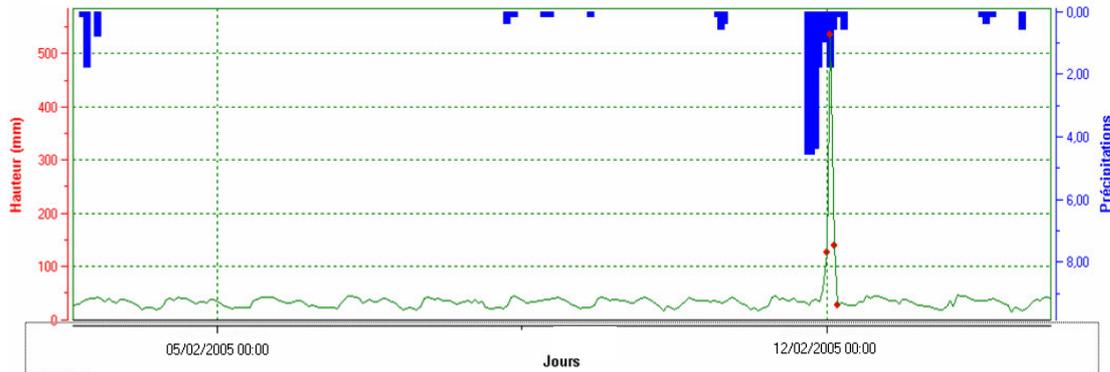


Point 8 -> Rue Jules Verne /766 ml/->  
Detail:

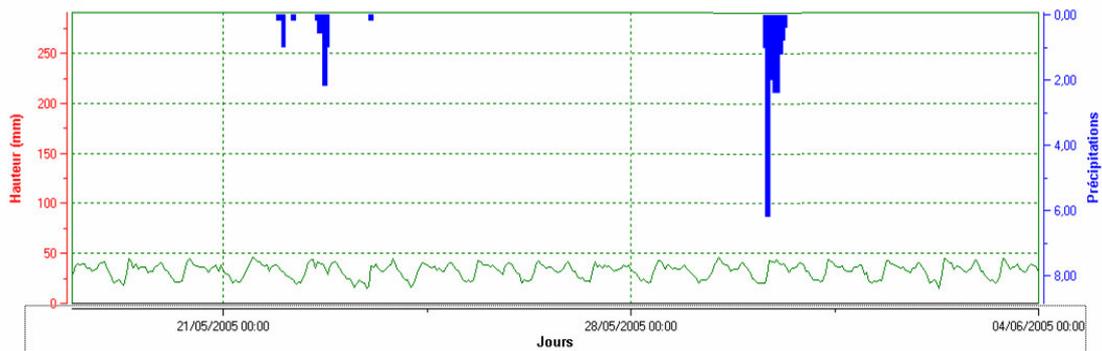
- Tallien -> 350ml/45 bt/100 m2 /3 maisons
- ouillet -> 70ml/8 bt/70 m2 /1 maison
- verne -> 86 ml/6 bt/50 m2 /1 Parking Lidl
- Brieux -> 150 ml/16 bt/RAS
- Marast -> 110 ml/8 bt/RAS



### Captteur 8 – Rue Jules Verne – Avant travaux



### Captteur 8 – Rue Jules Verne – Après travaux



Re

2007 - Lyon

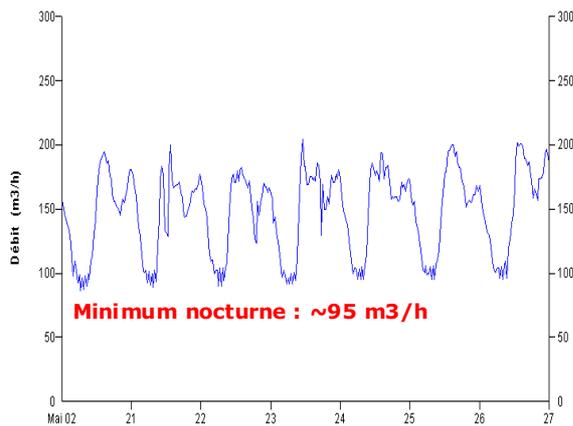


## Eaux Parasites de Temps Sec (EPI)

Ø 500 mm

Avant travaux

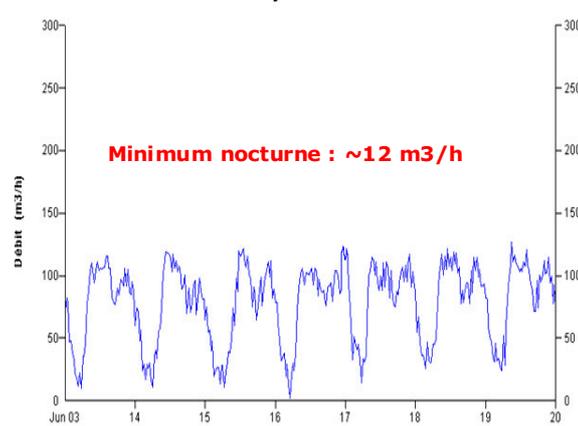
Collecteur M Site : 26  
mai - juin 2002



Ø 500 mm

Après travaux

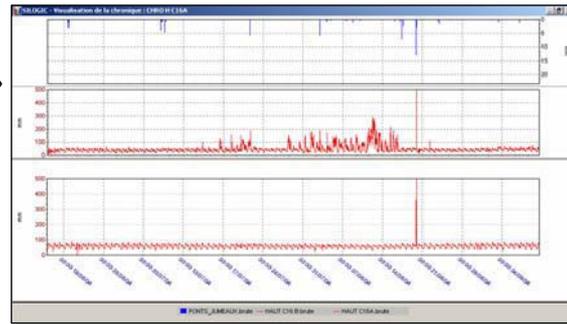
Collecteur M Site : 26  
mai - juin 2003



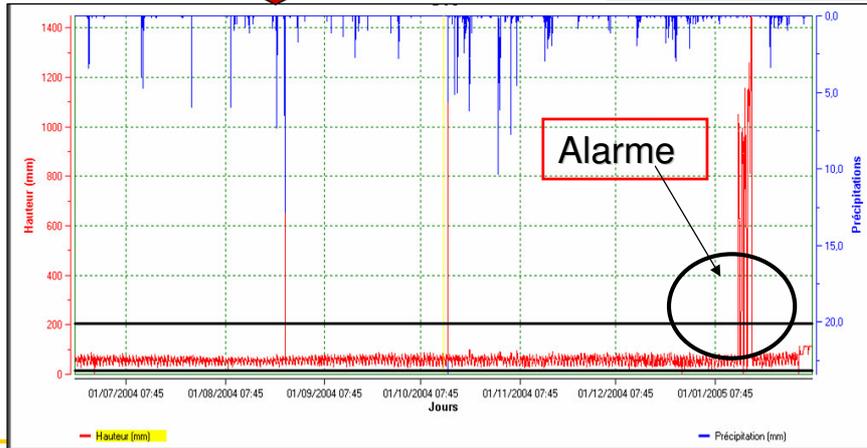


### Aide à l'exploitation des ouvrages

Suivi du fonctionnement d'un siphon

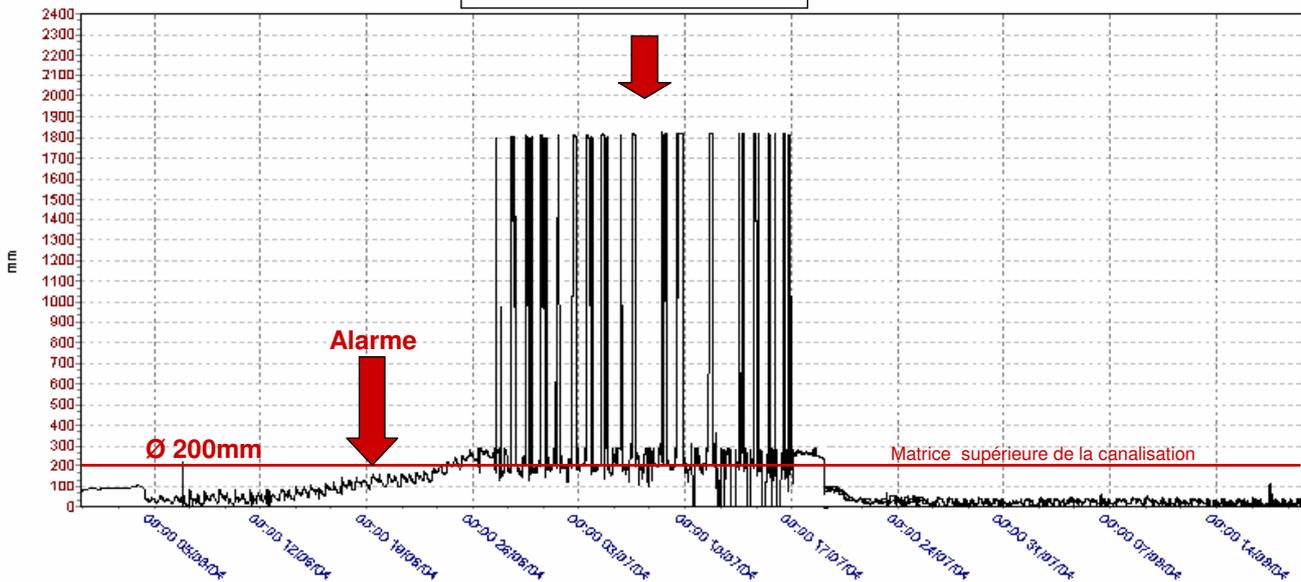


Obstruction d'un collecteur



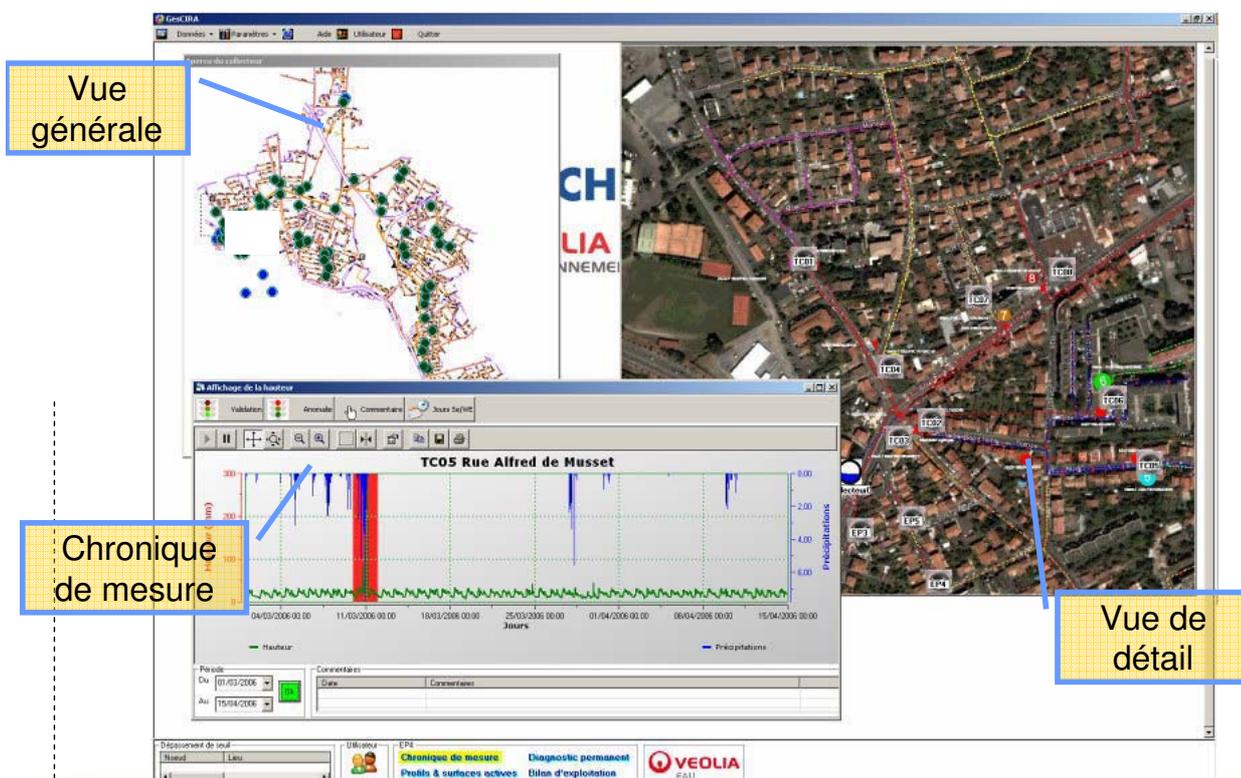
### Aide à l'exploitation des ouvrages

Encrassement progressif  
d'un collecteur





## Développement d'un outil informatique adapté



## En conclusions ....

➔ Intégration de la démarche de 'Diagnostic Permanent' comme une composante à part entière de l'exploitation :

- **Composante 'proactive' (certification ISO14001) :**
  - ✓ Objectifs précis et consensuels
  - ✓ Le diagnostic permanent produit les indicateurs de performance / évaluation des actions entreprises dans le cadre d'un P.M.E.
  - ✓ Fédérer les différents services (production régulière des I.P., diffusion auprès des services, bilan des actions correctives, etc).
- **Composante 'réactive' (maîtrise opérationnelle de l'exploitation) :**
  - ✓ De la qualité des eaux de baignade (Dieppe)
  - ✓ Des obstructions et des programmes de maintenance préventive (Toulouse)
- **Tendance à la densification des points de mesure :**
  - ✓ Des capteurs à repenser (coût, fiabilité)
  - ✓ Des outils de gestion et traitement des informations multi-usages et multi-utilisateurs



## Références bibliographiques

---

- **"Autosurveillance, diagnostic permanent et modélisation** des flux polluants en réseaux d'assainissement urbain"- Colloque SHF ASTEE GRAIE –MARNE LA VALLEE, 28 et 29 juin 2005. 264 pp. (Ed. SHF)
- **"Autosurveillance et mesures en réseau d'assainissement "**- Colloque SHF GRAIE –LYON, 5 et 6 décembre 2000. 262 pp. (Ed. SHF)
- **"Autosurveillance en réseau d'assainissement"**, la houille blanche, mai 2001 (ed. SHF)
- Dossier sur **la métrologie en réseau d'assainissement**, Groupe de travail Métrologie en réseaux d'assainissement, TSM, février 2001, 18-104 pp. (ed. ASTEE)
- Article sur **l'enquête sur les caractéristiques des branchements domestiques de quelques villes françaises**, C.JOANNIS, B. POYCHICOT, Y. LE GAT, P. LABBE et P. CHANTRE, réalisée dans le cadre du programme RERAU , TSM, novembre 2001, 39-45 pp. (ed. ASTEE)
- Dossier **"Vers une mesure en continu fiable et opérationnelle"**, Groupe de travail ASTEE "Mesures en continu", TSM, décembre 2001, 68-102 pp. (ed. ASTEE)
- **"Mesure en hydrologie urbaine et assainissement"**, BERTRAND-KRAJEWSKI J.-L., LAPLACE D., JOANNIS C., CHEBBO G., coord. , Éditions Tec&Doc, 808 p., 16 x 24,5, ill., 2000, relié, ISBN : 2-7430-0380-4, 125€
- **"Guide technique sur le fonctionnement des déversoirs d'orage"**, ENGEES, Veolia, FNDAE, 218 pp., 2005, <http://www-engees.u-strasbg.fr/index.php?id=714>
- **"Dictionnaire pratique de la métrologie : Mesure, essai et calculs d'incertitudes"**, Christophe BINDI, Afnor, 380 p., janvier 2006, ISBN : 2124607227, 49 €
- **"Validation de résultats de mesure pour l'autosurveillance des réseaux d'assainissement – méthodologie et exemples"**, LCPC, Agence de l'eau Loire Bretagne, 112 p., Mars 2003, Référence AELBN2254

Opération soutenue par :



**GRANDLYON**

**graie**

GROUPE DE RECHERCHE RHONE-ALPES  
SUR LES INFRASTRUCTURES ET L'EAU  
BP 2132 - 69603 Villeurbanne cedex - France  
Tél. : 04 72 43 83 68 • Fax : 04 72 43 92 77  
E.mail : asso@graie.org - www.graie.org