RETOURS D'EXPERIENCES :
| Métrologie et Modélisation |
au service du diagnostic permanent

SUPPORTS D'INTERVENTIONS

L'animation des réseaux régionaux et l'organisation des journées d'échange avec le soutien de

GROUPE DE RECHERCHE RHONE-ALPES
SUR LES INFRASTRUCTURES ET L'EAU

Domaine scientifique de la Doua – 66, bd Niels Bohr
CS 52132 – 69603 Villeurbanne cedex
Tel : 04 72 43 83 68 • Fax : 04 72 43 92 77
asso@graie.org • www.graie.org

SOMMAIRE

Programme 2

Avant-propos 4

Interventions des précédentes journées 6

Supports d'interventions

Introduction
Elodie BRELOT, Laëtitia BACOT, GRAIE **9**

Initiative de mutualisation des données de pluie
Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA LYON DEEP **17**

Situation et évolutions en matière d'autosurveillance - ZOOM sur le contrôle des installations sur les bassins RMC et Loire Bretagne
Lionel MERADOU, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
Henri-Noël LEFEBVRE, Agence de l'eau Loire Bretagne **21**

Retour d'expérience Ville d'Antibes – Métrologie, Autosurveillance et Diagnostic permanent
Marjorie HUGON et Olivier BELTRAMO,
Direction de l'Assainissement Collectif, Ville d'Antibes **31**

La modélisation comme outil d'aide à la décision
Gislain LIPEME KOUYI, Jean-Luc BERTRAND KRAJEWSKI, INSA Lyon DEEP **69**

Introduction sur les critères & indicateurs d'auto-évaluation des modèles dans le cadre de l'autosurveillance réglementaire des systèmes d'assainissement pour permettre au maître d'ouvrage de juger son modèle
Elodie BRELOT, Laëtitia BACOT, GRAIE **79**

Les erreurs de modélisation
Santiago SANDOVAL, INSA Lyon DEEP **83**

Modélisation d'un réseau d'assainissement | Application des critères d'autoévaluation du modèle (Avantages / Difficultés). Exemple d'utilisation du modèle sur Bourg-de-Péage
Nicolas DRUT, Veolia Eau ; Anne-Laure HERAUD, SAFEGE /SUEZ ; Virginie DANIEL,
Valence Romans Agglo **89**

Quand la modélisation et la mesure s'associent au service du diagnostic permanent !
Samuel LACAILLE et Ronan PHILIPPE, Métropole de Lyon, Direction de l'eau **103**

ZOOM étude exploratoire : MADS | Maitriser et Anticiper la formation d'H2S dans les réseaux
Jean-Michel Monier, Olivier Sibourg ENOVEO - Philippe Jolivet , HYDREKA **113**

Retour d'expérience PAYS BAS
Et la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement dans tout cela – Plug and Pray?
François CLEMENS, Delft University of Technology **129**

PROGRAMME

09h30	**Accueil des participants**
OUVERTURE ET INTRODUCTION	
10h00	***Ouverture, présentation des travaux du groupe régional*** *Jean-Luc BERTRAND KRAJEWSKI, INSA Lyon DEEP - Elodie BRELOT, GRAIE*
Autosurveillance des systèmes d'assainissement – Performance / Évaluation	
10h20	**Point sur le contexte réglementaire français et perspectives** Christophe VENTURINI, DEB, Ministère de la transition écologique et solidaire
10h50	**Situation et évolutions en matière d'autosurveillance - ZOOM sur le contrôle des installations sur les bassins RMC et Loire Bretagne** Lionel MERADOU, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
Métrologie – Mise en œuvre, suivi et retours sur les dispositifs métrologiques	
11h20	**Retour d'expérience Ville d'Antibes – Métrologie, Autosurveillance et Diagnostic permanent** Marjorie HUGON et Olivier BELTRAMO, Direction de l'Assainissement Collectif, Ville d'Antibes
Modélisation - Que peut–on attendre de cet outil et comment le suivre ?	
12h00	**La modélisation comme outil d'aide à la décision** Gislain LIPEME KOUYI, Jean-Luc BERTRAND KRAJEWSKI, INSA Lyon DEEP
12H30	**Déjeuner**
13h45	**Session Spéciale :** « Portraits de l'autosurveillance des systèmes d'assainissement » Échanges et discussions autour de l'exposition photos
14h30	**Les erreurs de modélisation** Santiago SANDOVAL, INSA Lyon DEEP
15H00	**Modélisation d'un réseau d'assainissement | Application des critères d'autoévaluation du modèle (Avantages / Difficultés). Exemple d'utilisation du modèle sur Bourg-de-Péage** Nicolas DRUT, Veolia Eau ; Anne-Laure HERAUD, SAFEGE /SUEZ ; Virginie DANIEL, Valence Romans Agglo
Modélisation et Métrologie - une nécessaire complémentarité pour le diagnostic permanent	
15h40	**Retour d'expérience Métropole de Lyon** ▪ **Quand la modélisation et la mesure s'associent au service du diagnostic permanent !** Samuel LACAILLE et Ronan PHILIPPE, Métropole de Lyon, Direction de l'eau ▪ **ZOOM étude exploratoire :** MADS | Maitriser et Anticiper la formation d'H2S dans les réseaux Jean-Michel Monier, ENOVEO
16h20	**Retour d'expérience PAYS BAS** **Et la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement dans tout cela – Plug and Pray?** François CLEMENS, Delft University of Technology
16h55	**Synthèse - Conclusion & Perspectives**
17h00	**Fin de la journée**

L'AUTOSURVEILLANCE DES RESEAUX ET PLUS GENERALEMENT DES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT

THÈMATIQUE

Le principe de "surveillance des systèmes de collecte des eaux usées et des stations d'épuration en vue d'en maintenir et d'en vérifier l'efficacité" par les collectivités est institué depuis 1991 par la Directive européenne sur le traitement des Eaux Résiduaires Urbaines (ERU). Les lois et codifications françaises, notamment l'arrêté ministériel du 21 juillet 2015, et ses documents d'application, remettent fortement en lumière cette thématique et imposent une approche à l'échelle du système d'assainissement.

Au-delà du caractère réglementaire obligatoire, l'autosurveillance constitue une réelle opportunité pour connaître et optimiser la gestion des systèmes d'assainissement. Ainsi la mise en place, la pérennisation, le suivi, l'évolution de l'autosurveillance "Système" sont au cœur de l'actualité des acteurs de l'assainissement et soulèvent de nombreuses questions auxquelles les collectivités doivent répondre :

- Comment répondre aux obligations réglementaires ? Quels objectifs fixer au-delà de ces obligations ?
- Quels niveaux d'information atteindre et quels outils développer ? Comment autoévaluer ces outils ?
- Quels points instrumenter et comment ? Quels paramètres suivre ? et pour quels objectifs ?
- Comment mettre en œuvre un diagnostic permanent ? et administrer/utiliser/valoriser les données acquises ?
- Comment faire évoluer son système d'autosurveillance et suivre les évolutions métrologiques / techniques ?

Pour y répondre, la mutualisation des retours d'expériences et l'échange sont des clés de plus en plus précieuses.

OBJECTIF DE LA JOURNÉE

Cette journée est l'occasion de restituer les travaux du groupe régional, de faire un éclairage réglementaire, de présenter les stratégies et démarches retenues par différentes collectivités et de mobiliser des experts français en métrologie et hydrologie urbaine. Le programme proposé mêle ainsi : exposés de cadrage, exposés techniques/didactiques et retours d'expériences. Et de nombreux temps d'échange, au cours desquels nous comptons sur les interventions du public !

Public cible et organisation : Cette journée est ouverte aux collectivités et professionnels engagés dans ces démarches, mais aussi aux collectivités qui doivent les mettre en place, en dépassant le strict cadre régional.

LE GROUPE DE TRAVAIL RÉGIONAL

Le Graie anime depuis 2006 un groupe de travail sur l'autosurveillance des réseaux, qui regroupe une vingtaine de participants de collectivités, exploitants privés, scientifiques et partenaires institutionnels. Ce groupe a déjà établi de nombreux éléments d'aide aux collectivités, regroupés dans un guide : organigramme, CCTP commenté, fiches techniques et méthodologiques. Les documents produits ainsi que les différents retours d'expériences présentés lors des journées d'échanges précédentes sont mis à la disposition de tous sur notre site internet graie.org.

RECUEIL DES INTERVENTIONS des précédentes journées "Autosurveillance des réseaux d'assainissement"

EN TELECHARGEMENT SUR LE SITE INTERNET DU GRAIE : http://www.graie.org Lien "Productions" – thème "Autosurveillance des réseaux d'assainissement"

12ÉME JOURNÉE : **RETOURS D'EXPERIENCES : Mise en œuvre de la réglementation, Diagnostic permanent**

6 avril 2017**,** ENTPE (69) – Supports d'interventions 52 p.

- Situation et outils en matière d'autosurveillance sur le Bassin RMC et LB

Lionel MERADOU, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse , Henri-Noël LEFEBVRE, Agence de l'eau Loire Bretagne

- Évolutions du contexte réglementaire français et nouveaux outils

Aurélie LANGLAMET, DEB, Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

Diagnostic permanent – Définition & retours d'expériences

- Utilisation des données d'autosurveillance réseaux pour alimenter et construire une politique de gestion patrimoniale

Géraldine ROULAND, Communauté urbaine Caen la mer et Benoit Marduel, G2C environnement

- Du diagnostic permanent à la Gestion Patrimoniale : indicateurs, outils SIG et méthode d'analyse

Séverine Pichard, Gaël Lorini, Villefranche Agglomération et Fréderic Cherqui, UCBL-INSA LYON –DEEP

- Utilisation de la mesure de turbidité pour le suivi de la qualité des rejets urbains en temps de pluie à l'échelle d'un bassin versant urbain
- Cas de Bordeaux Métropole - Thibaud Maruéjouls – SUEZ- LyRE
- Mise en œuvre du diagnostic permanent et autosurveillance du réseau d'assainissement de Marseille

Dominique Laplace, Jean Emile Torrecillas, SERAMM SUEZ Marseille

- Suivi des déversements d'un D.O. par Caméra – intérêt et limites de cette technique

Pascal Bret, Métropole de Lyon et Xavier Naltchayan,Setec Hydratec

11ÉME JOURNÉE : **"Retours d'expériences : Application de la réglementation, Estimation/Mesures/Incertitudes – Diagnostic permanent "** 6 avril 2016, ENTPE (69) - Actes 136 p.

L'autosurveillance des systèmes d'assainissement en France

- Situation et outils en matière d'autosurveillance sur le Bassin RMC , Eclairage sur Rhin Meuse et le Bassin Loire Bretagne

Lionel MERADOU, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse

Henri-Noël LEFEBVRE, Agence de l'eau Loire Bretagne

Recherche appliquée aux préoccupations actuelles

- Retour sur le programme de recherche MENTOR : Méthodologie et outils opérationnels de conception et de qualification de sites de mesures en réseau d'assainissement
  - Fiabilisation des mesures de vitesse - Frédérique LARRARTE, IFSTTAR Nantes
  - La prise en compte des incertitudes sur les données acquises - Claude JOANNIS, IFSTTAR Nantes

Application du nouveau cadre réglementaire français

- illustrations - enquête Auvergne Rhône Alpes et Nationale -GRAIE – CEREMA
- Différence entre mesure et estimation ? Episode 2 -Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA Lyon DEEP
- Agglomération d'Annemasse (74): Retour sur l'utilisation de la modélisation 3D pour des DO problématiques -Raphael BRAND, Annemasse - Les Voirons Agglomération, Gislain LIPEME KOUYI, INSA Lyon DEEP
- La métropole de Lyon et l'agglomération de Villefranche Beaujolais (69): Regards croisés sur la modélisation au service de la connaissance du système d'assainissement et de son diagnostic permanent - Pascal BRET; Direction de l'eau de la Métropole de Lyon, Gaël LORINI, Agglo Villefranche Beaujolais

10ÉME JOURNÉE : **"Retours d'expériences : Système d'assainissement – Diagnostic permanent – Métrologie"** 9 avril 2015, ENTPE (69)- Actes 64 p.

- Évolutions du contexte réglementaire français - Christophe Venturini, DEB - Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, et de l'Energie
- Situation et besoins en matière d'autosurveillance dans ce nouveau contexte sur le Bassin RMC et le Bassin Loire Bretagne - Lionel Meradou, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Henri-Noël Lefebvre , Agence de l'eau Loire Bretagne

L'autosurveillance chez nos voisins européens

- Allemagne : exemple de Modélisation intégrée Réseaux / STEP / Milieu - Frank Blumensaat- ETH, Swiss Federal Institute of Technology Zürich - Institute of Environmental Engineering & Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science & Technology Urban Water Management – Zürich (Suisse)

Mise en œuvre et connaissance

- Le fonctionnement des systèmes d'assainissement par temps de pluie - Jean-Luc Bertrand Krajewski, INSA de Lyon
- Diagnostic permanent – differents niveaux d'application - Autosurveillance de l'agglomération d'Annemasse (74) : De l'autosurveillance à la gestion patrimoniale -Raphael Brand, Annemasse - Les Voirons Agglomération
- Autosurveillance de l'agglomération Villefranche Beaujolais (69) :Capitaliser les points et les informations, vers un diagnostic permanent- Didier Neciolli, Agglo Villefranche Beaujolais et Nicolas Delbos, COMA
- Autosurveillance de Saint-Etienne Métropole (42) :Valorisation des données en temps réel pour la gestion du système d'assainissement - Hervé Mijat, Saint-Etienne Métropole et Nathalie Reydemaneuf, Suez Environnement

9ÈME JOURNÉE **"Retours d'expérience : Points caractéristiques, Modélisation, Supervision, Métrologie"** 3 avril 2014, 46p.

- Autosurveillance sur le Bassin RMC et perspectives réglementaires – L. MERADOU, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
- Mise en oeuvre et capitalisation des informations : Autosurveillance de la ville de Romans sur Isère : Instrumentation, modélisation, organisation – V. LOMBARD, Ville de Romans s/Isère & J. MALANDAIN, Veolia Eau

-- Développement du diagnostic permanent - Utilisation des postes de relèvement comme point d'information débitmétrique - Retour d'expérience de la Communauté Urbaine du Creusot – Montceau – B. Le DILOSQUER de la Communauté Urbaine du Creusot – Montceau & T. MALZIEU, Veolia EAU
-- Métrologie -Utilisation des données de métrologie réseau pour le suivi qualitatif de la rivière – C. FAVRE, Chambéry Métropole & C. GIREL, CISALB – Lac du Bourget
-- Mesure de débit au niveau d'un trop-plein de poste de relèvement, G. LIPEME KOUYI–INSA LGCIE
-- Différence entre mesure et estimation –Définitions et Exemples - J-L. BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA de LYON

8ÈME JOURNÉE **" Retours d'expérience : Réglementation – Chaine de production des Données"** - 21 mars 2013, IUT Lyon 1 (69) – Actes 81 p+ annexes

-- Etat des lieux de l'autosurveillance des réseaux sur le Bassin AERMC, L. MERADOU, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
-- Evolution de la réglementation française, J. LABALETTE, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, et de l'Energie

Répondre à la demande réglementaire

-- Comprendre la notion de débit de référence – Historique et exemples, B. CHOCAT, Professeur émérite INSA de Lyon
-- Prime de performance épuratoire dans le Xème programme AERMC, B. SAINTOYANT, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse

La chaine de production des données : de la mesure à la supervision

-- Retour d'expérience de Valence agglomération (26) : Données métrologiques : de la mesure in-situ à la supervision, S. PRALONG, Valence Agglomération

7ÈME JOURNÉE **"Evolution – Ambition – Mesures - Capitalisation des données"** - 22 mars 2012, INSA de Lyon (69) – Actes 81 p+ annexes

-- État des lieux de l'autosurveillance réseaux sur les bassins RM&C et Loire-Bretagne – L. MERADOU, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée & Corse, H-N. LEFEBVRE, Agence de l'eau Loire-Bretagne
-- Le nouveau cadre réglementaire français – J. LABALETTE, DEB - Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement
-- Transmission des données réglementaires d'autosurveillance réseaux : évolutions et outils – L. TESTARD, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée & Corse
-- Retour d'expérience sur l'autosurveillance réseaux en milieu rural – P. COGNIE, P. Y. BIGOT, Lyonnaise des eaux
-- Retour d'expérience du Conseil Général des Hauts-de-Seine : Métrologie et modélisation, deux outils complémentaires de gestion des réseaux d'assainissement –C. ROUX, CG 92
-- La recherche au service de l'action - La mesure en continu des débits et flux polluants : intérêt, traitements et valorisation - J-L. BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA de Lyon
-- Expérience de Chambéry Métropole (73) : mesure en continu de la turbidité et utilisation des données d'autosurveillance pour le dimensionnement ouvrage – C. FAVRE, Chambéry Métropole
-- Un nouveau concept sur le Grand Lyon: Dispositif de Surveillance et de Maîtrise de la qualité des rejets des déversoirs d'orage G. LIPEME KOUYI, INSA de Lyon – R. VISIEDO, GRAND LYON
-- Expérience de la Communauté d'Agglomération Caen La Mer (14) : utilisation des données pour mieux gérer son patrimoine réseaux – F. CHERQUI, INSA de Lyon/UCBL - J-C DE MASSIAC, G2C Environnement
-- Retour d'expérience de Clermont Communauté (63) : Rétroaction, enseignements /travaux permis par l'autosurveillance réseau - Croisement des données, évolution vers la gestion en temps réel
T. DAUGE, A. HERAUD, Clermont Communauté
-- Evolution chronologique de la corrélation MES/Turbidité, M. PESCI, J-L. BERTRAND KRAJEWSKI, INSA de Lyon
-- Retours d'expérience GRAND LYON (69): Optimisation des points de mesures existants, capitalisation de 10 ans de suivi, P. LUCCHINACCI, P. BRET, GRAND LYON – B. CHOCAT, INSA de Lyon

6ÈME JOURNÉE **"Mesures – Métrologie - Modélisation"** - 24 mars 2011, INSA de Lyon (69) – Actes 86p+ annexes

-- L'autosurveillance sur le bassin AERM&C – L. MERADOU, Agence de l'eau RMC
-- Obligations réglementaires de l'autosurveillance des réseaux –J. LABALETTE, DEB - MEDDTL
-- Autosurveillance chez nos voisins européens : le cas de la région de Berlin- Allemagne – P. ROUAULT, Centre de Compétence des Eaux de Berlin (KWB)
-- Optimisation des stratégies d'échantillonnage en réseau d'assainissement – A. TERRASSON, Agence de l'eau RM&C – T.POUZOL, J-L. BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA Lyon LGCIE
-- Traçages en réseau d'assainissement : Outils de vérification des débitmètres – M. LEPOT, J-L. BERTRAND-KRAJEWSKI, G. LIPEME KOUYI, INSA Lyon LGCIE
-- Instrumentation du réseau d'assainissement du Grand Projet : Mesure autonome de hauteur d'eau, calage et vérification des lois hauteur-débit -- J-L. LAFONT, Président du SIAGP – Syndicat d'Assainissement Grand Projet - Saint Bonnet de Mure, Saint Laurent de Mure et Genas (69), J. DE BENEDITTIS, Veolia Eau
-- Équipement des déversoirs d'orage de la ville de Dole: Utilisation de la mesure en continu de la turbidité—M. ROGER, Lyonnaise des eaux
-- Équipement des déversoirs d'orage : Aide au choix par une analyse multicritères—E. VOLTE, Grand Lyon, Direction de l'eau, X. NALTCHAYAN, P. BRELLE, Hydratec
-- Métrologie et modélisation : Deux outils au service de l'instrumentation intégrée -- Gislain LIPEME KOUYI, H. BONAKDARI, J.-L. BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA Lyon LGCIE
-- Instrumentation de D.O. sur Clermont Communauté : Utilisation de la modélisation 3D pour l'emplacement des capteurs, la détermination des incertitudes et la modification éventuelle du déversoir -- Thierry DAUGE, Clermont Communauté, José VAZQUEZ, ENGEES-IMFS Strasbourg.

5ÈME JOURNÉE **"Définition des objectifs -- Connaissance du système -- Exploitation des données"** - 25 mars 2010, Grand Lyon (69) – Actes 67p+ annexes

-- Qualifications des besoins des collectivités: Méthodologie d'aide à la définition d'objectifs, L. MERADOU, Agence de l'eau Rhône Méditerranée & Corse
-- Exemples de mise en œuvre pratique de l'autosurveillance permanente par un syndicat Retour d'expériences du SYndicat pour la Station d'Épuration de Givors (69), F. DELEGUE, SYSEG - N. DELBOS, COMA
-- Exemple de mise en œuvre "Flash" de l'autosurveillance - Moyennes et petites collectivités Retours d'expériences de la Communauté de Communes du Massif du Vercors (38) et du SIVOM des services du Canton de Vernoux Vivarais (07), P. ARNAUD, responsable technique de la CCMV – J. DE BENEDITTIS, Veolia eau

Connaissance du système d'assainissement et métrologie

-- Prélèvements et stratégie d'échantillonnage - Exemples pratiques – simulations, Y. BERANGER, GRAIE / INSA LGCIE - J-L. BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA LGCIE
-- Fonctionnement hydraulique et équipement des déversoirs d'orage complexe, G. LIPEME-KOUYI, INSA LGCIE

Gérer et faire parler les données

-- Mise en œuvre du diagnostic permanent et valorisation des données - Retour d'expérience de la ville de Roanne (42), C. POMARAT, P. PETIT, Roannaise de l'eau – O. CHAPUT, Lyonnaise des eaux
-- Gestion patrimoniale des réseaux et autosurveillance, F. CHERQUI, INSA LGCIE
-- Schéma directeur, autosurveillance et diagnostic permanent : outils et éléments de transition vers la gestion patrimoniale, Retour d'expérience Communauté d'Agglomération du Pays de Montbéliard (25), S. CAMPONOVO, Veolia eau

4ÈME JOURNÉE **"Cadre DCE – Retours d'expériences - Modélisation intégrée"** - 26 mars 2009, Lyon – Actes 65p+ annexes

-- Assistance à maitrise d'ouvrage pour la mise en œuvre du diagnostic permanent, Retour d'expérience de la Ville de St Etienne, D. JANAND, Ville de St Etienne
-- Autosurveillance sur le bassin Loire Bretagne, B. OLLAGNON, Agence de l'eau Loire Bretagne
-- Contrôles des dispositifs d'autosurveillance Agence de l'eau RM&C – Programme 2009/2012, L. MERADOU, Agence de l'eau Rhône Méditerranée & Corse
-- De la conception de points de mesure à la validation de l'autosurveillance réseau, Retour d'expérience du SIARP - Syndicat Intercommunal D'Assainissement de la Région de Portes-lès-Valence, Jérôme DE BENEDITTIS, Véolia eau, S. JARRET, APAVE
-- Calage des modèles de flux polluants : combien d'événements pluvieux faut-il mesurer ? J-L. BERTRAND KRAJEWSKI, INSA LGCIE
-- Modélisation intégrée Réseau / Step / Milieu naturel en vue de l'application de la Directive Cadre sur l'Eau, Wolfgang RAUCH, Université d'Innsbruck – Autriche
-- Intérêt et utilisation de la modélisation : de l'autosurveillance au diagnostic permanent- Retour d'expérience du Grand Lyon, Emmanuelle VOLTE, Grand Lyon

3ÈME JOURNÉE **"Autosurveillance et métrologie"** - 27 mars 2008, Lyon - Actes 159p

-- Autosurveillance des réseaux d'assainissement par les collectivités- Obligations réglementaires, L. DRANE, DDAF de l'Ain
-- Prise en compte de la nouvelle réglementation par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse, L. MERADOU, Agence de l'Eau RM&C
-- La mise en œuvre de l'autosurveillance : Cahier des charges - exemples commentes, M. DAHINDEN, Service des Eaux, Chambéry métropole
-- Les mesures de hauteur : fiches techniques, P. LUCCHINACCI, Grand Lyon – C. FAVRE, Chambéry métropole
-- Calcul d'incertitude de débit dans un collecteur non circulaire, J-L BERTRAND KRAJEWSKI, INSA de Lyon – LGCIE
-- Mise en place de l'autosurveillance et mise en conformité des déclarations autorisations des DO, Retour d'expérience Drôme Ardèche, V. LOMBARD, Ville de Romans – J. DE BENEDITTIS, Véolia eau
-- Mise en place du dispositif d'autosurveillance et diagnostic permanent La démarche de la Communauté Urbaine de Lille, Guillaume GERY, Claire MOUILLET, CUDL
-- Prélèvements et campagnes pour l'évaluation des flux rejetés, J-L BERTRAND KRAJEWSKI, INSA de Lyon – LGCIE
-- Station de mesure qualité (oxygène et pH) en rivière : Suivi en semi continu de la Leysse et du Sierroz, R. JALINOUX, C. GIREL, CISALB – Lac du Bourget

2ÈME JOURNÉE **"Démarche"** - 29 mars 2007, Villeurbanne - Actes 126p

-- Organigramme de la démarche générale de mise en place de l'autosurveillance, L. MERADOU, Agence de l'eau RM&C
-- Prescriptions techniques : Cahiers des charges exemples commentés, E. LENOIR, Ville de Valence et M. DAHINDEN, Chambéry métropole
-- Validation des dispositifs de mesure : Présentation de la fiche technique proposée par le groupe de travail et retour d'expérience de la Communauté Urbaine de Lyon, J-L. BERTRAND KRAJEWSKI, Insa de Lyon, P. LUCCHINACCI, Grand Lyon
-- Validation des résultats de mesures en réseau d'assainissement, C. JOANNIS, LCPC
-- Exploitation et valorisation des données : retours d'expériences DIJON (L. MONNOT, A. BOFFY, Lyonnaise des eaux); Dieppe et Toulouse (F. BLANCHET, Veolia eau)

1ÈRE JOURNÉE **"Cadre et état d'avancement"**- 30 mars 2006, Vaulx en Velin– Actes 63p

-- Quelles obligations réglementaires – L. DRANE, DDAF 01
-- État d'avancement de l'autosurveillance sur la région Rhône-Alpes et rappel des principales étapes de la mise de mise en œuvre – L. MERADOU, Agence de l'eau RM&C
-- Lancement de la démarche d'autosurveillance et réalisation des travaux- retour d'expérience ville de valence
-- Méthodologie de mise en place de l'autosurveillance et exploitation du système – retours d'expériences de Chambéry métropole et du SIAL - Syndicat Intercommunal d'Assainissement de l'Agglomération Leddonienne - Lons le Saunier (39)

INTRODUCTION

Elodie BRELOT, Laëtitia BACOT - GRAIE

graie

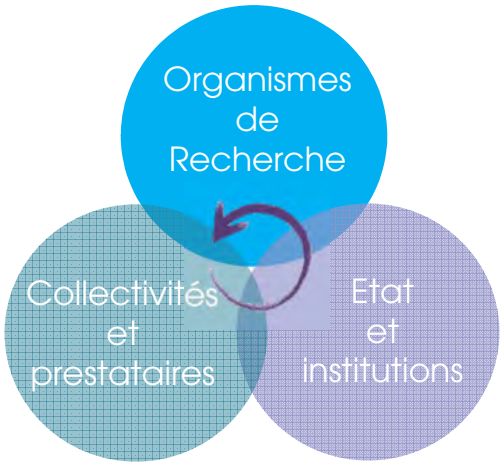
RETOURS D'EXPERIENCES :
| Métrologie et Modélisation |
au service du Diagnostic permanent

agence de l'eau RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE
agence de l'eau Loire-Bretagne
MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE
GRANDLYON la métropole
OTHU
INSA INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES LYON

graie

Vocation : animation de réseaux

- **Professionnels et chercheurs**
- **Echelle régionale, nationale et internationale**
- **Formalisation, échanges, diffusion de l'information, transfert**



Association : 289 adhérents

graie

Animation valorisation scientifique

Observatoires et dispositifs de recherche

ZABR
OSR /OHM
OTHU
SIPIBEL

RH : Scientifiques et partenaires

Diffusion Transfert Appropriation

Conférences
Publications
Web et réseaux sociaux

RH : Equipe, En appui sur le réseau

Animation régionale

Groupes de travail
réseaux d'échanges
observatoires

RH : Techniciens, scientifiques, partenaires, responsables techniques, BE, …

graie

Les modes d'action du Graie

- **Dispositifs et programmes de recherche**
- **Groupes de travail et réseaux d'échanges**
- **Coordination de la rédaction d'ouvrages**
- **Journées d'information et conférences**
- **Site internet et …**

  Méli Mélo

  Réseaux sociaux

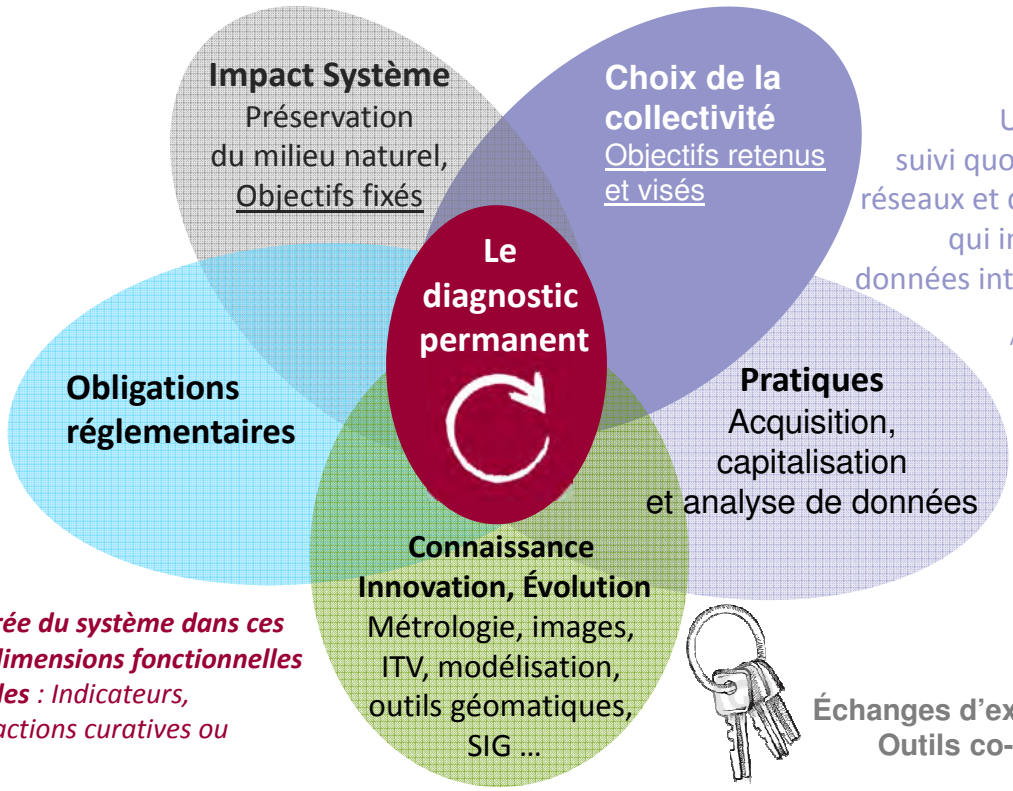
En 2017

- 80 rencontres
- 1987 participations
- 997 personnes
- 478 organismes
- 67 % des personnes de Auvergne-Rhône-Alpes

L'autosurveillance des réseaux d'assainissement

➔ **Mettre en place, pérenniser, faire évoluer l'autosurveillance "Système"**

ERU, ARRETE DU 21 JUILLET 2015 + NOTES & COMMENTAIRE TECHNIQUE 2017



Un outil de suivi quotidien des réseaux et de la STEP, qui intègre des données interservices

Pluvial, Aménagement, Voierie, Gestion patrimoniale …

Vision intégrée du système dans ces différentes dimensions fonctionnelles et structurelles *: Indicateurs, évolutions , actions curatives ou préventives*

Échanges d'expériences
Outils co-construits

Réseau régional d'échanges Autosurveillance

IDÉE STRUCTURANTE depuis 2006 :

- Mise en relation des différents acteurs RECHERCHE & OPERATIONNELS
- Mutualisation des connaissances et compétences
- Contacts et échanges informels

Un fonctionnement à 5 NIVEAUX :

- le groupe de travail
- le site internet
- la journée d'échanges annuelle
- la formation
- la participation aux GT nationaux MEEM

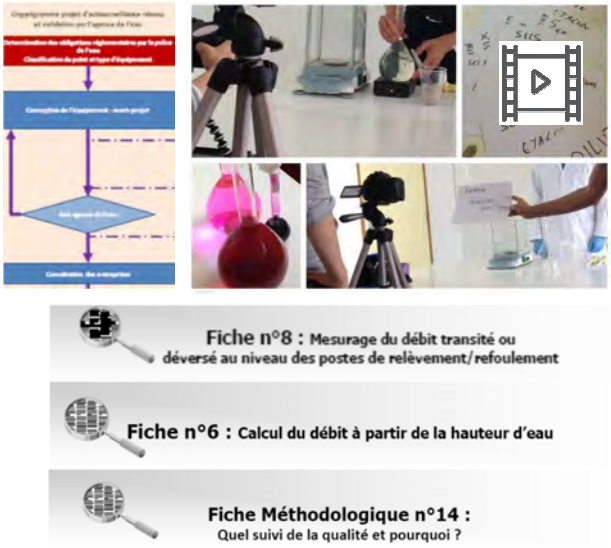
PRODUCTIONS :

- **GUIDE EVOLUTIF** sur l'autosurveillance réseaux – recueil des outils et recommandations produits par le groupe (Méthodologie, Fiches pratiques , CCTP commenté …)
- **Actualités thématiques** sur la page Web du groupe

Outils & Recommandations

pour la mise en place de l'autosurveillance des réseaux d'assainissement

- Méthodologie d'aide à la définition des objectifs pour une collectivité
- Organigramme / Logigramme
- Cahier des charges
  Exemple(s) commenté(s)
- 30 Fiches
- 1 kit pédagogique « traçage »
  FILM+OUTIL CALCUL+ FICHES+ BIBLIO



NOUVEAUTES 2018
Actualisation F8 et F6
Logigramme contrôle
Nouvelle Fiche FM14
Film Traçage

13e Journée d'échange - STRUCTURE

10h20	**Évolutions du contexte réglementaire français et perspectives**	MTES
10h50	Situation et Contrôles sur les bassins	AE RMC & AE LB.
→ **Métrologie – Mise en œuvre, suivi et retours sur les dispositifs métrologiques**		
11h20	**Retour d'expérience Ville d'Antibes – Métrologie, Autosurveillance et Diagnostic permanent**	CAEN LA MER / G2C VILLEFRANCHE AGGLO / INSA DEEP
→Modélisation - Que peut–on attendre de cet outil et comment le suivre ?		
12H00	**La modélisation comme outil d'aide à la décision**	INSA deep
14h30	**Erreurs de Modélisation Autoévaluation des Modèles**	INSA deep Veolia Eau ; SAFEGE /SUEZ ; Valence Romans Agglo
15h40	Modélisation et Métrologie - Complémentarité /diagnostic permanent	Métropole de LYON Enoveo, HydreKa TU Delft
16h50	Points clés et perspectives	GRAIE, AERMC

graie

Objectifs de la journée

- **Prendre connaissance** de la situation sur le bassin RMC, le bassin LB. et l'évolution / perspectives en termes de réglementation
- **Échanger** pour enrichir le débat et vos réflexions (pauses et temps discussions important)
- **Apporter des éléments de réponse à vos questions opérationnelles**
  Présentations de stratégies et démarches retenues par différentes collectivités

➔ ***session spéciale « Portrait de l'autosurveillance système»***

Merci à tous – très bonne journée !!!

graie

Perspectives du groupe

Prochaine journée d'échanges :

A vos agendas - 4 avril 2019 !

Formation PRATIQUE (TP) :

en partenariat avec INSAVALOR (renseignements GRAIE)
-calcul d'incertitudes
sur les données d'autosurveillance (1,5 jours)

-Traçage en réseaux; Etalonnage des capteurs,
Instrumentation des DO, validation des données

Merci pour vos suggestions / fiches d'évaluations

graie

graie

RETOURS D'EXPERIENCES :
| Métrologie et Modélisation |
au service du Diagnostic permanent

Initiative -Mutualisation de vos données de pluie ?

Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA Lyon Deep

Partager les données pluviométriques

Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI

INSA INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES LYON

deep

Partage données pluviométriques

- **Mise à dispo gracieuse pour les utilisateurs**
  (données traitées mais non certifiées, mini 5 années)
- **Citation de l'origine des données**
- **Hébergement sur site internet du GRAIE**
- **Nom fichier clair : ville pluvio année.xls ou .csv**
- **Format unique simple en deux colonnes**

date heure	intensité (mm/h)
2018/04/05 10:00:00	0.1
2018/04/05 10:02:00	1.5
2018/04/05 10:04:00	2.4
2018/04/05 10:06:00	0.3

- **Formulaire de partage des données en préparation**

Partage données pluviométriques

- **Contact : Laetitia BACOT, GT Autosurveillance**
  laetitia.bacot@graie.org

Situation et évolutions en matière d'autosurveillance
| ZOOM sur le contrôle des installations sur les bassins RMC et Loire Bretagne |

Lionel MERADOU, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
Henri-Noël LEFEBVRE, Agence de l'eau Loire Bretagne

Contrôle des installations sur les bassins RMC et Loire Bretagne

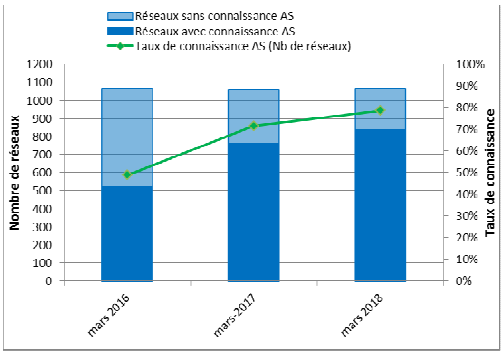
Lionel MERADOU

Henri-Noël LEFEBVRE

SOMMAIRE

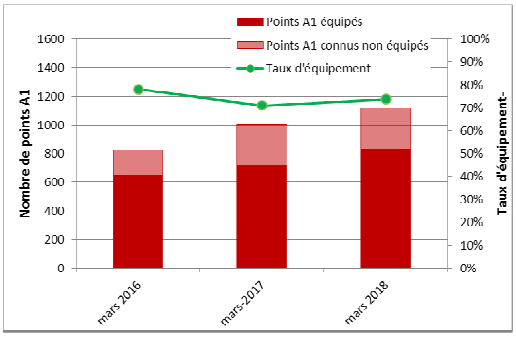
- Etat des lieux
- Modalités amont de validation des dispositifs d'autosurveillance
- Outils
- Contrôles des dispositifs d'autosurveillance
- Bilan des contrôles
- Systèmes de contrôle de hauteur

Etat des lieux - AELB

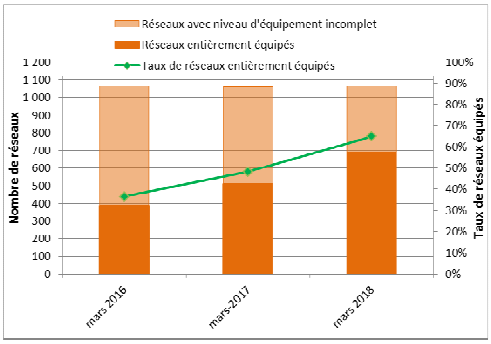


Une amélioration de la connaissance

+



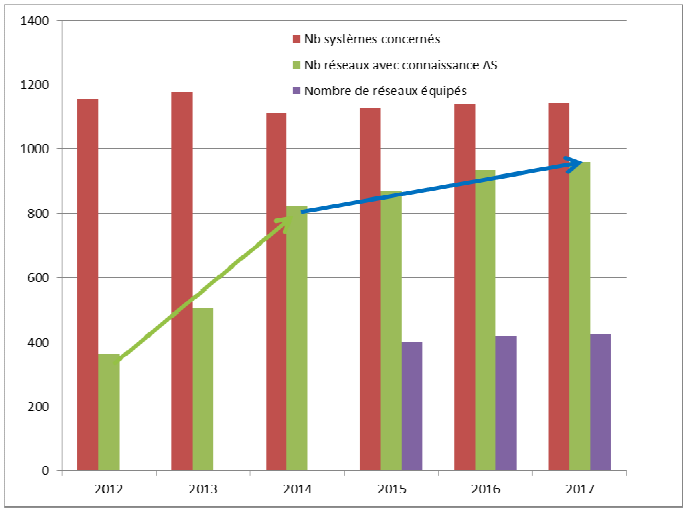
Un nombre de points équipés en augmentation

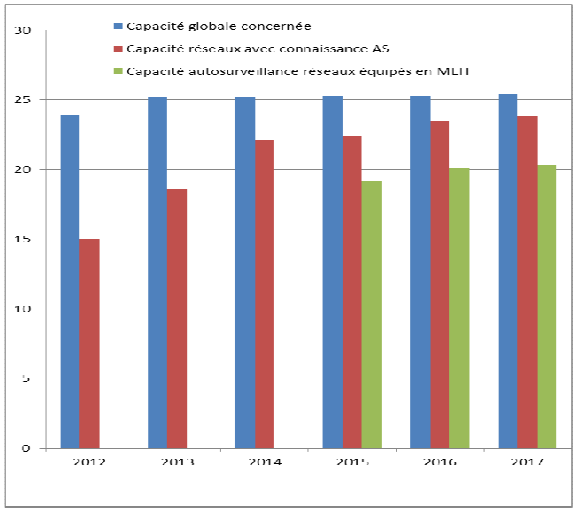


Une majorité de réseaux en règle vis-à-vis de l'autosurveillance…

mais…
… encore beaucoup de travail et de moyens à mettre en œuvre.

Etat des lieux - AERMC

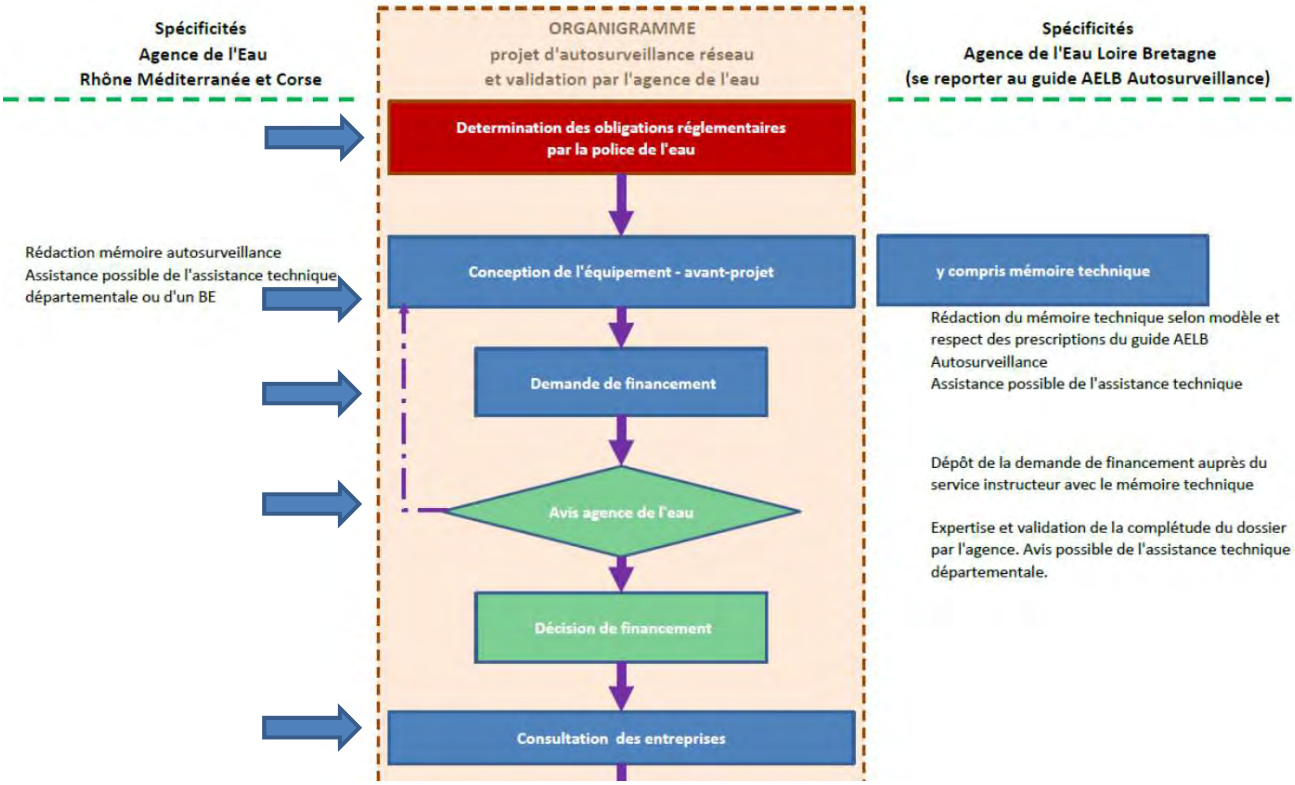




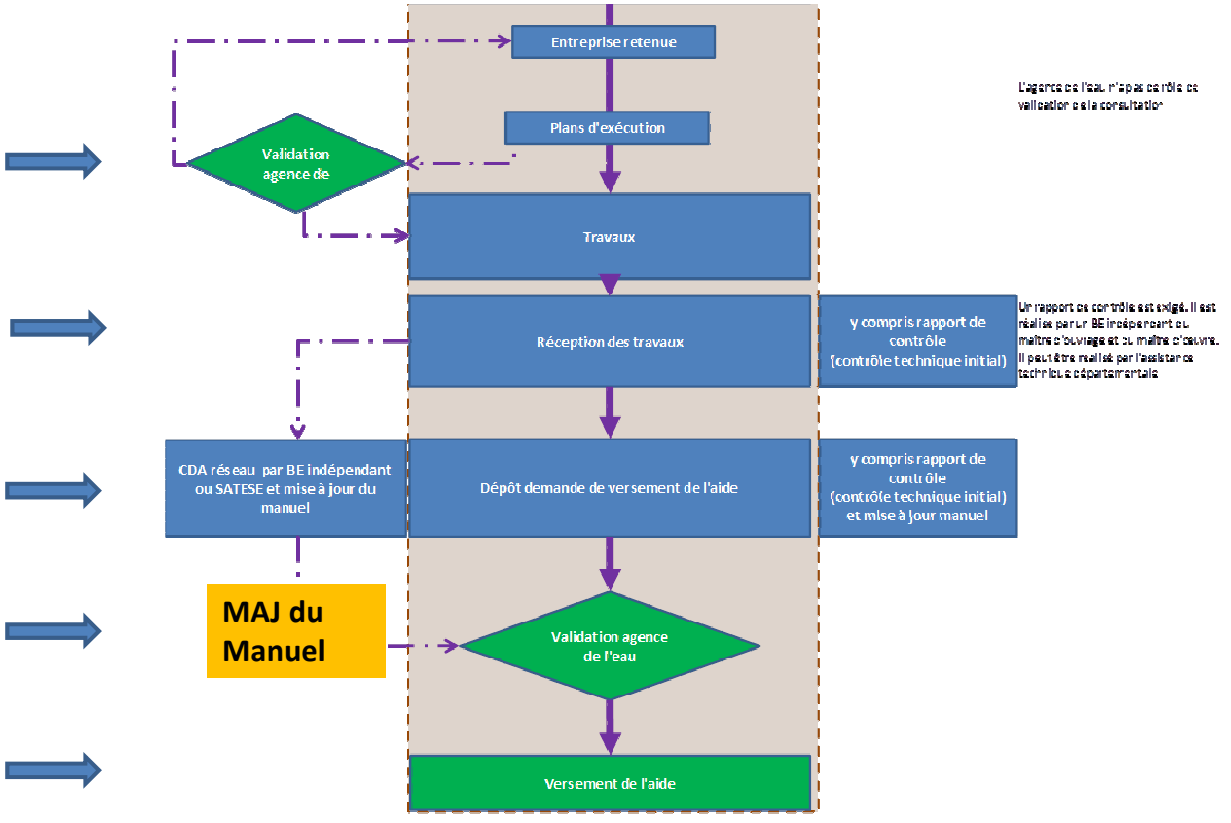
Une majorité de systèmes connus (84 %),
45 % de systèmes connus sont équipés de points de mesure
pour une capacité représentant 94 % de la capacité globale concernée.

Bilan à priori satisfaisant, l'expérience aidant les dispositifs restant à installer devraient être plus performants, mais il reste aussi à fiabiliser et améliorer les dispositifs existants

Modalités amont de validation des dispositifs d'autosurveillance 1/2



Modalités amont de validation des dispositifs d'autosurveillance 2/2



Outils (1/2)

- **Mémoire technique AELB**

Pourquoi ?

- Garantir la production de données fiables dès la conception pour les valoriser

C'est quoi?

- Un document de synthèse d'éléments existants (manuel autosurveillance, documents réglementaires, avant-projet)

Mémoire technique justificatif
sur l'équipement d'autosurveillance
du système d'assainissement
TITRE DU PROJET

Quel contenu?

- Contexte général : Mo, Exploitant, Description du système d'assainissement dont liste des points de déversement
- Proposition technique
  - Description de l'ouvrage à équiper
  - Justification technique du projet d'équipement
  - Justification de la validité de la mesure
  - Protocoles de contrôle des dispositifs (initial et périodique)

Outils (2/2)

- **Guides techniques**

agence de l'eau Loire-Bretagne
Établissement public du bassin chargé du développement durable

AGENCE DE L'EAU RHIN•MEUSE

- **CPT AERMC pour la réalisation des CDA-Réseau**

agence de l'eau RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE
établissement public de l'État

Contrôle des dispositifs d'autosurveillance

Contrôles :

- ✓ Demandes Agence (rappels):
  - Accès sécurisé et dispositif de contrôle interne (leurre….)
  - Implantation et propreté du point de mesure
  - Capteur adapté et bien implanté
  - Adéquation formule / dispositif de mesure , affichage sur site
  - Contrôle du zéro et 2 hauteurs (relation H/Q)
  - Cohérence des reports en supervision
  - Fiches de suivi
  - 2f/ an minimum (1 interne + 1 externe par exemple)

Bilan des contrôles AERMC

Bilan 2017 des CDA Réseau

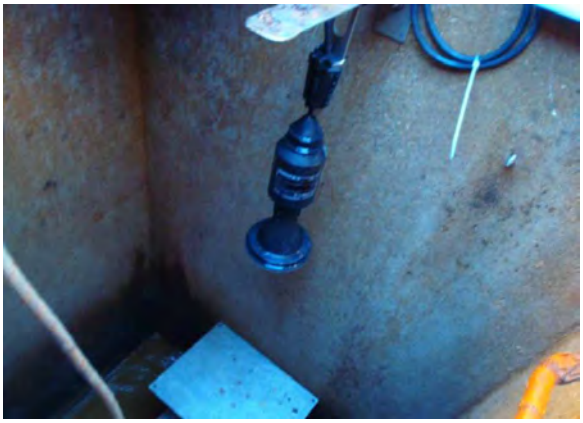
- ✓ Augmentation CDA réseau : 10 CDAR (67 pts) (x2 /2016)
- ✓ Matériels contrôlés : Piézo, Sondes US ou radar
- ✓ Problèmes rencontrés :
  - Nécessité d'améliorer ou reprendre le génie civil
  - Relation H/Q à reprendre
  - Système de contrôle à améliorer
  - Absence de fiche de suivi, fréquence faible (1f/an)
  - Absence de mesure pluviométrique

Programme 2018 des CDA Réseau

- ✓ Augmentation CDA réseau : 20 CDAR (x 2 / 2017)

Systèmes de contrôle de hauteur (1/4)

Il est demandé l'entreprise qui installe les points d'autosurveillance de fournir un mode opératoire de contrôle des dispositifs d'autosurveillance qu'elle installe ainsi que le matériel nécessaire à ce contrôle.



Plaque fixe calée au niveau zéro du déversoir

Exemple de cale rectangulaire

Systèmes de contrôle de hauteur (2/4)

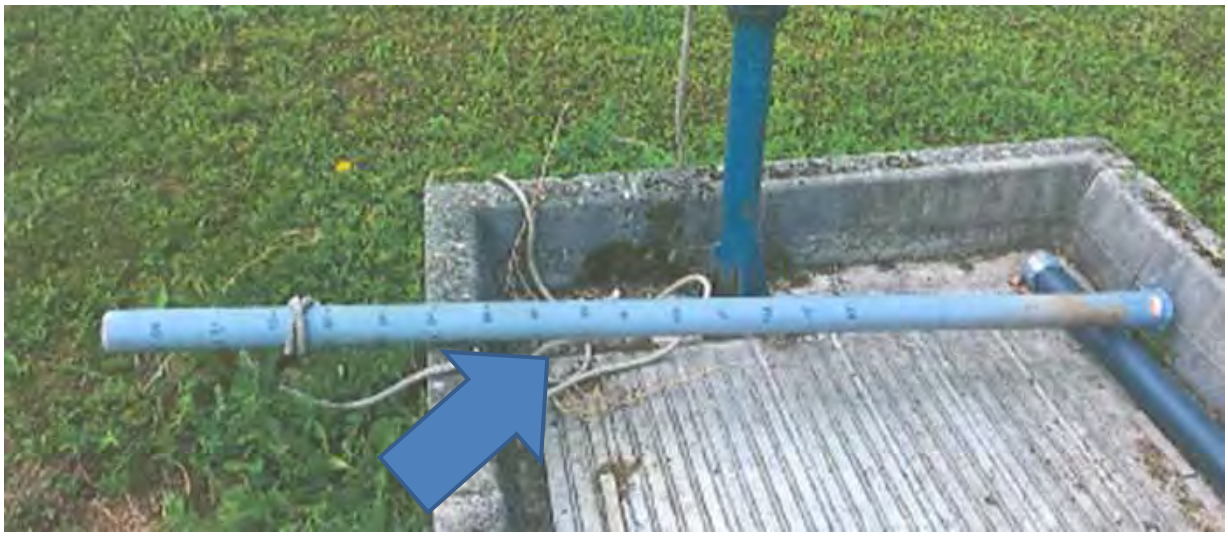
Systèmes de leurre à caler au zéro et simulations de hauteur

Systèmes de contrôle de hauteur (3/4)

« Tabouret » de contrôle

Plateau au bout d'un cable

Systèmes de contrôle de hauteur (4/4)



Tube de contrôle pour sonde piézo

| Retour d'expérience Ville d'Antibes | Métrologie, Autosurveillance et Diagnostic permanent

Marjorie HUGON et Olivier BELTRAMO,
Direction de l'Assainissement Collectif, Ville d'Antibes

Métrologie, Autosurveillance et Diagnostic Permanent

Système d'assainissement de la Ville d'Antibes Juan-les-Pins

SOMMAIRE

1ère Partie : Présentation du service public d'assainissement collectif de la Ville d'Antibes juan-les-Pins

- Présentation du système d'assainissement de la Ville d'Antibes
- Présentation de la Direction de l'Assainissement Collectif

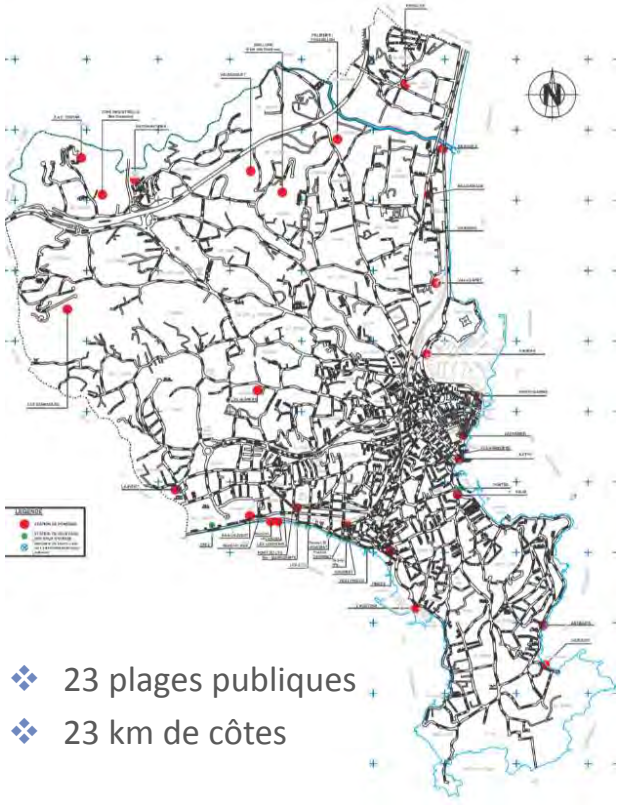
2ème Partie : Autosurveillance et Diagnostic Permanent

- Diagnostic initial et respect des exigences réglementaires
- Maîtrise et réduction des rejets du système de collecte
- Le diagnostic permanent au service de l'amélioration continue du système d'assainissement

Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes

ANTIBES JUAN-LES-PINS

Population fluctuante : de **80 000** habitants en hiver à **200 000** habitants en période estivale

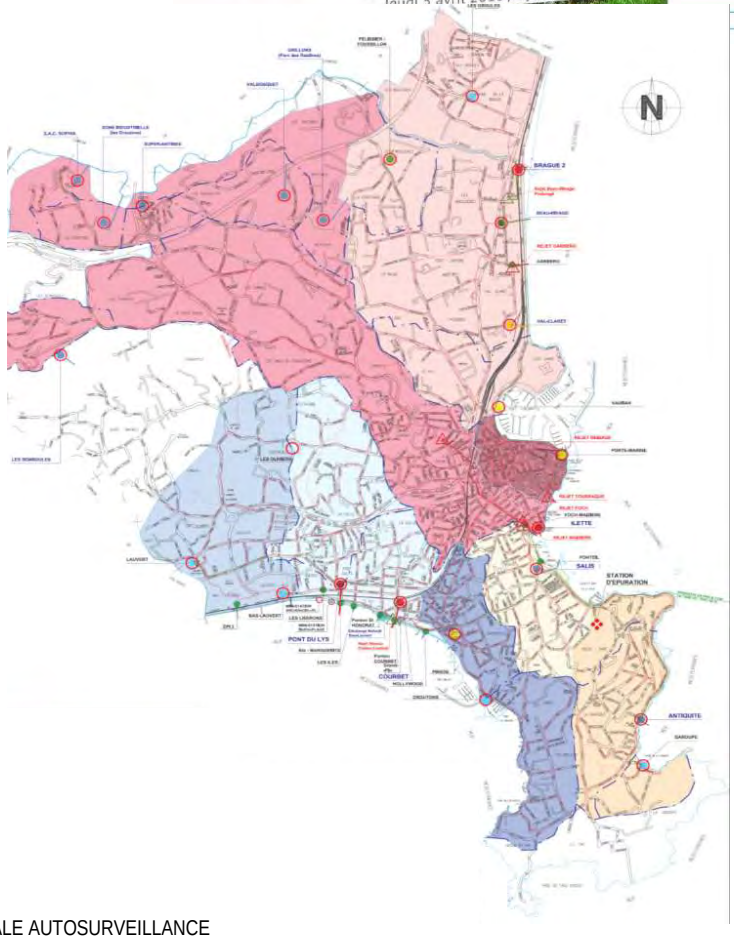


- 23 plages publiques
- 23 km de côtes

Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes

SYSTÈME DE COLLECTE

- **180 km de réseaux gravitaires**
- **110 km de branchements**
- **38 postes de relevage**



Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes

SYSTÈME DE COLLECTE

- 180 km de réseaux gravitaires
- 110 km de branchements
- 38 Postes de relevage

- **28 postes de relevage des eaux usées**
- **20 km de réseaux de refoulement**
- 10 Stations de reprise des eaux d'étiage
- 2 unités de traitement des nuisances olfactives par Charbon actif et 2 par vaporisation d'un neutralisant
- 3 unités de traitement de l'H2S
- Groupes électrogènes fixes et mobiles
- Télésurveillance avec poste central de supervision

Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes

SYSTÈME DE COLLECTE

- 180 km de réseaux gravitaires
- 110 km de branchements
- 38 Postes de relevage
  - 28 Postes de relevage des eaux usées
  - 20 km de réseaux de refoulement
  - **10 stations de reprise des eaux d'étiage**
  - 2 unités de traitement des nuisances olfactives par Charbon actif et 2 par vaporisation d'un neutralisant
  - 3 unités de traitement de l'H2S
  - Groupes électrogènes fixes et mobiles
  - Télésurveillance avec poste central de supervision

Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes

SYSTÈME DE COLLECTE

- **180 km de réseaux gravitaires**
- **110 km de branchements**
- **38 Postes de relevage**
  - 28 Postes de relevage des eaux usées
  - 20 km de réseaux de refoulement
  - 10 Stations de reprise des eaux d'étiage
  - **2 unités de traitement des nuisances olfactives par Charbon actif et 2 par vaporisation d'un neutralisant**
  - 3 unités de traitement de l'H_2S
  - Groupes électrogènes fixes et mobiles
  - Télésurveillance avec poste central de supervision

Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes

SYSTÈME DE COLLECTE

- **180 km de réseaux gravitaires**
- **110 km de branchements**
- **38 postes de relevage**
  - 28 postes de relevage des eaux usées
  - 20 km de réseaux de refoulement
  - 10 stations de reprise des eaux d'étiage
  - 2 unités de traitement des nuisances olfactives par Charbon actif et 2 par vaporisation d'un neutralisant
  - **3 unités de traitement de l'H_2S**
  - Groupes électrogènes fixes et mobiles
  - Télésurveillance avec poste central de supervision

Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes

SYSTÈME DE COLLECTE

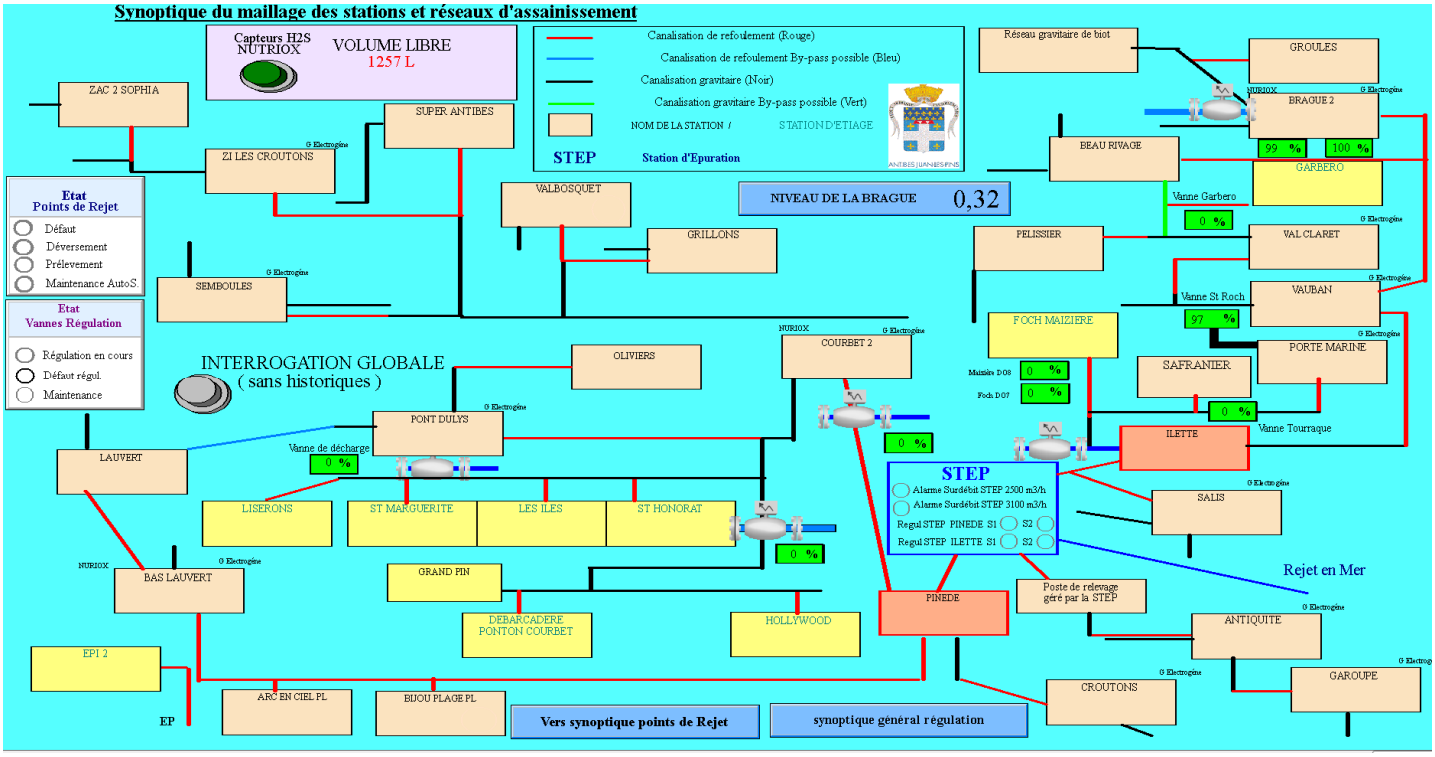
- **180 km de réseaux gravitaires**
- **110 km de branchements**
- **38 postes de relevage**
  - 28 postes de relevage des eaux usées
  - 20 km de réseaux de refoulement
  - 10 stations de reprise des eaux d'étiage
  - 2 unités de traitement des nuisances olfactives par Charbon actif et 2 par vaporisation d'un neutralisant
  - 3 unités de traitement de l'H2S
  - **Groupes électrogènes fixes et mobiles**
  - Télésurveillance avec poste central de supervision

Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes

SYSTÈME DE COLLECTE

- **180 km de réseaux gravitaires**
- **110 km de branchements**
- **38 postes de relevage**
  - 28 postes de relevage des eaux usées
  - 20 km de réseaux de refoulement
  - 10 stations de reprise des eaux d'étiage
  - 2 unités de traitement des nuisances olfactives par Charbon actif et 2 par vaporisation d'un neutralisant
  - 3 unités de traitement de l'H2S
  - Groupes électrogènes fixes et mobiles
  - **Télésurveillance avec poste central de supervision**

Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes



Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes

SYSTÈME DE COLLECTE

- 180 km de réseaux gravitaires
- 110 km de branchements
- 38 postes de relevage
- 14 déversoirs d'orage sous autosurveillance

Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes

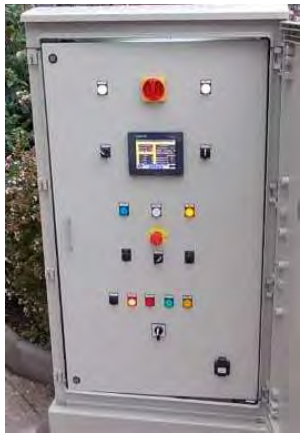
SYSTÈME DE COLLECTE

- 180 km de réseaux gravitaires
- 110 km de branchements
- 38 postes de relevage
- 14 déversoirs d'orage sous autosurveillance
- 16 points de diagnostic permanent

Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes

SYSTÈME DE COLLECTE

- 180 km de réseaux gravitaires
- 110 km de branchements
- 38 postes de relevage
- 14 déversoirs d'orage sous autosurveillance
- 16 points de diagnostic permanent
- 10 sites de régulation hydraulique de temps de pluie (DO, réseaux, PR)



Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes

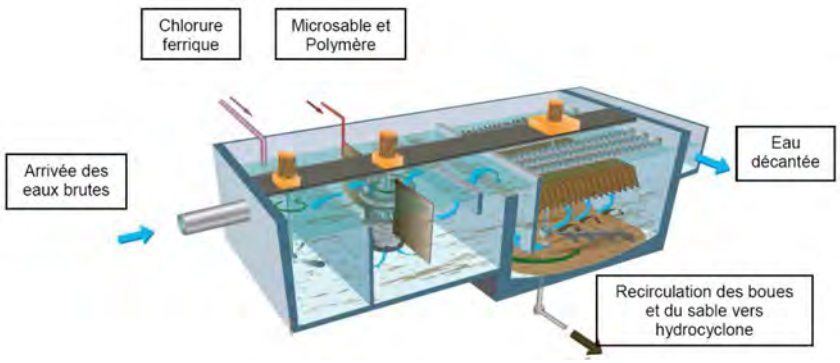
SYSTÈME DE TRAITEMENT

- Extension des capacités épuratoires de 172 000 EH à **245 000 EH**
- Traitement **physicochimique** et **biologique** (biofiltration et MBBR)
- **Traitement biologique des graisses** issues des prétraitements

Le Système d'assainissement de la Ville d'Antibes

SYSTÈME DE TRAITEMENT

- Extension des capacités épuratoires de 172 000 EH à **245 000 EH**
- Traitement **physicochimique** et **biologique** (biofiltration et MBBR)
- **Traitement biologique des graisses** issues des prétraitements
- **Traitement spécifique des débits excédentaires de temps de pluie**



Organisation de la Direction de l'Assainissement Collectif

DIRECTION DE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF
51 Agents dont l'équipe de Direction et le personnel administratif (4)

Service d'Instruction des Raccordements & Taxes	Service Etudes et Travaux	Service d'Exploitation des Réseaux et Autosurveillance	Service d'Exploitation des Stations de pompage
5 personnes	6 personnes	21 personnes	15 personnes

Organisation de la Direction de l'Assainissement Collectif

L'équipe de direction organise et suit les activités des différents services, veille au respect des exigences réglementaires et au maintien du niveau de service rendu à l'usager, assure la préparation et la prospective budgétaire ainsi que le contrôle de la Délégation de Service Public pour le traitement des eaux usées

VILLE D'ANTIBES JUAN-LES-PINS

RAPPORT ANNUEL 2016

SUR LE PRIX ET LA QUALITÉ DU SERVICE
DE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF

Organisation de la Direction de l'Assainissement Collectif

DIRECTION DE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF
51 Agents dont l'équipe de Direction et le personnel administratif (4)

Service d'Instruction des Raccordements & Taxes	Service Etudes et Travaux	Service d'Exploitation des Réseaux et Autosurveillance	Service d'Exploitation des Stations de pompage
5 personnes	6 personnes	21 personnes	15 personnes

Organisation de la Direction de l'Assainissement Collectif

Le Service d'Instruction, Réglementation et Taxes (SIRT), est responsable de l'instruction des demandes de raccordement et des autorisations de déversement, traite les demandes de renseignement dans le cadre de ventes immobilières et perçoit les taxes et redevar

Organisation de la Direction de l'Assainissement Collectif

DIRECTION DE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF
51 Agents dont l'équipe de Direction et le personnel administratif (4)

Service d'Instruction des Raccordements & Taxes	Service Etudes et Travaux	Service d'Exploitation des Réseaux et Autosurveillance	Service d'Exploitation des Stations de pompage
5 personnes	6 personnes	21 personnes	15 personnes

Organisation de la Direction de l'Assainissement Collectif

Le Service d'Etudes et Travaux d'Assainissement (SETA), est chargé de la gestion du patrimoine (études et projets, préparation des marchés, exécution et suivi des travaux)

Organisation de la Direction de l'Assainissement Collectif

DIRECTION DE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF
51 Agents dont l'équipe de Direction et le personnel administratif (4)

Service d'Instruction des Raccordements & Taxes	Service Etudes et Travaux	Service d'Exploitation des Réseaux et Autosurveillance	Service d'Exploitation des Stations de pompage
5 personnes	6 personnes	21 personnes	15 personnes

Organisation de la Direction de l'Assainissement Collectif

Le Service d'Exploitation des Réseaux et Autosurveillance (SERA), est chargé de l'entretien des réseaux et branchements publics, de l'autosurveillance et du diagnostic permanent, du contrôle des branchements privés existants

Enquête de Raccordement au réseau d'eaux usées

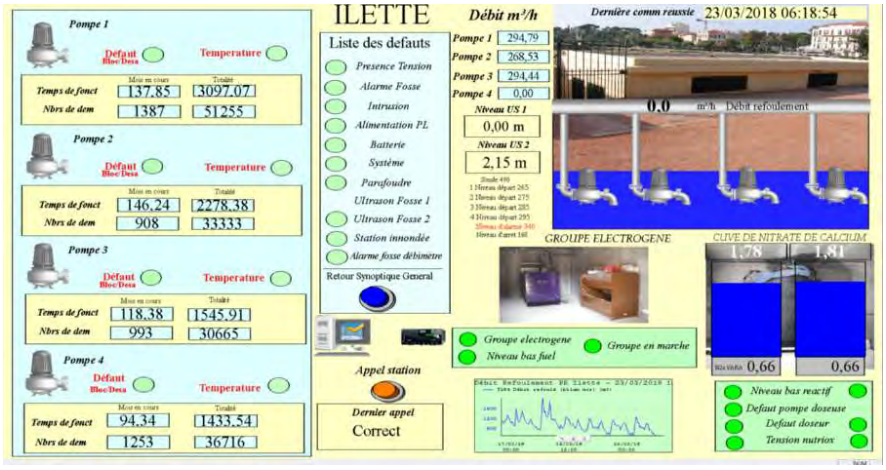
Organisation de la Direction de l'Assainissement Collectif

DIRECTION DE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF
51 Agents dont l'équipe de Direction et le personnel administratif (4)

Service d'Instruction des Raccordements & Taxes	Service Etudes et Travaux	Service d'Exploitation des Réseaux et Autosurveillance	Service d'Exploitation des Stations de pompage
5 personnes	6 personnes	21 personnes	15 personnes

Organisation de la Direction de l'Assainissement Collectif

Le Service d'Exploitation des Stations de Pompage (SESP), est chargé de la surveillance, de l'entretien et de la maintenance électromécanique des installations de pompage



2ème Partie : Autosurveillance et Diagnostic permanent

- Diagnostic initial et respect des exigences réglementaires
- Maîtrise et réduction des rejets du système de collecte
- Le diagnostic permanent au service de l'amélioration continue du système d'assainissement

Diagnostic initial et respect des exigences réglementaires

2002 – 2005

- **Schéma Directeur d'Assainissement**
- **Diagnostic** du système d'assainissement
- **Modélisation** des réseaux d'assainissement et analyse de leur comportement par **temps de pluie**
- **Evaluation** des dispositifs d'autosurveillance à mettre en place sur le système de collecte des eaux usées. **(SDA)**
- Mise en place de la **télégestion des postes de relevage**

Diagnostic initial et respect des exigences réglementaires

2006 - 2009

- Création d'une **Unité Autosurveillance** (2006)
- **Analyse** du contexte réglementaire
- **Description** des ouvrages d'assainissement
- **Dénombrement des déversoirs d'orage,** caractéristiques structurelles et fonctionnelles, définition des charges polluantes en transit au droit de chacun d'entre eux, fréquences et usages, procédures de délestage, milieux récepteurs concernés
- Montage d'un **Dossier de déclaration / Autorisation Loi sur l'eau** et d'AOT pour les déversoirs situés en bordure littorale

Diagnostic initial et respect des exigences réglementaires

VILLE D'ANTIBES

DGA PROXIMITE

DIRECTION DES RESEAUX ET DES INFRASTRUCTURES

SERVICES DE L'ASSAINISSEMENT

OUVRAGES HYDRAULIQUES SOUMIS A AUTORISATION OU DECLARATION AU TITRE DE LA LOI SUR L'EAU

DOSSIER TECHNIQUE SIMPLIFIE

PARTIE ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES

OUVRAGES DU SYSTEME DE COLLECTE

MAJ - Novembre 2006

Dispositifs de rejet d'eaux usées au milieu naturel **soumis à autorisation au titre de la loi sur l'eau**
(Surcharges hydrauliques, travaux de réfection)

Charge polluante en transit au point de rejet **supérieure à 600 Kg De DBO5/j**

Désignation	Type de rejet	Charge polluante en transit (Kg De DBO5/j)	Mécanisme de rejet et de contrôle	Niveau de fréquence du rejet	Canalisation de décharge	Milieu Récepteur	Projet d'autosurveillance
Point de rejet « Station » Ilette	Station	4000	Surverse de la fosse d'arrivée contrôlée par une vanne	Usage fréquent	400 mm de diamètre, 15 m de dérivation jusqu'à la mer	Canalisation de dérivation → Mer	Suivi du débit de déversement en continu
Point de rejet « Station » Courbet	Station	1300	Délestage de la canalisation de refoulement contrôlé par une vanne	Usage fréquent	Sortie du refoulement : 450 mm de diamètre, chambre de délestage 1 m³, réseau pluvial de 220 m	Réseau pluvial → Mer (Ponton Courbet, Emissaire n°10)	Suivi du débit de déversement en continu
Point de rejet « Station » Brague 2	Station	800	By-pass station amont contrôlé par une vanne	Usage fréquent	400 mm de diamètre, 5 m de dérivation	Cours d'eau la Brague (Emissaire n°79)	Suivi du débit de déversement en continu
Point de rejet « Station » Val Claret	Station	700	Déversement manuel, ouverture de la vanne clapet et rejet dans le vallon pluvial	Usage exceptionnel, travaux de réfection	250 mm de diamètre, 2 m de dérivation, Vallon pluvial sur 130 m	Vallon pluvial → Mer (Emissaire pluvial Val Claret n°76)	Aucun dispositif de surveillance prévu
Point de rejet « Réseau » Reibaud	Réseau	+ de 600	Manipulation d'une vanne sur le réseau gravitaire EU principal et sur la canalisation de dérivation, rejet dans le vallon pluvial	Usage fréquent	500 mm de diamètre, dérivation sur 6m jusqu'au vallon pluvial	Vallon pluvial (1300 m) → Mer (Emissaire pluvial Défluence Foch n°62)	Suivi du débit de déversement en continu

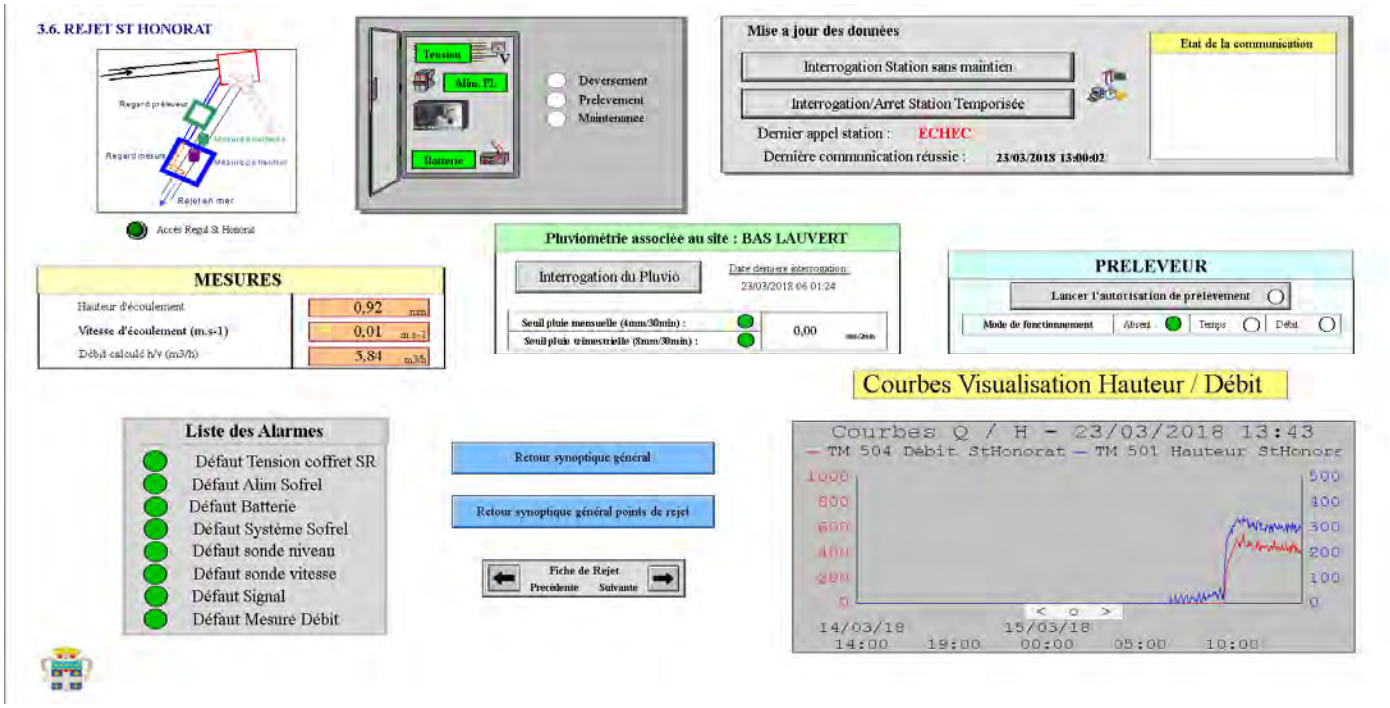
Diagnostic initial et respect des exigences réglementaires

2006 - 2009

- Elaboration du **projet d'autosurveillance**
  - ✓ **12 déversoirs d'orage**
  - ✓ **Armoires de mesure et de télégestion reliées au superviseur, Alarmes de déversement, enregistrement des données**
  - ✓ **Evaluation des charges polluantes :**
    - Acquisition de préleveurs portables 24 flacons
    - Systèmes d'asservissement au débordement et au débit
  - ✓ **3 sites de suivi de la pluviométrie**
- Rédaction de la 1ère version du **manuel d'autosurveillance** du système de collecte (**2007**, actualisations en 2009 et 2014)
- **Equipement et mise en service** des sites (**2008**), télésurveillance

Diagnostic initial et respect des exigences réglementaires

Diagnostic initial et respect des exigences réglementaires



Diagnostic initial et respect des exigences réglementaires

2006 - 2009

- Adaptation des **procédures de délestage** par temps de pluie
- Montage des **marchés de prestations de service** supports
  - Entretiens, Contrôles, étalonnages et Maintenance
  - Marché Laboratoire
- Elaboration des **documents d'autosurveillance** (suivis et contrôle des équipements, transmissions réglementaires)

Diagnostic initial et respect des exigences réglementaires

MANUEL AUTOSURVEILLANCE du système de collecte d'Antibes Juan-les-Pins et Biot

Manuel d'autosurveillance

SYSTEME DE COLLECTE

D'ANTIBES JUAN-LES-PINS ET BIOT

Maîtres d'ouvrage : Communes d'Antibes Juan-les-Pins et Biot

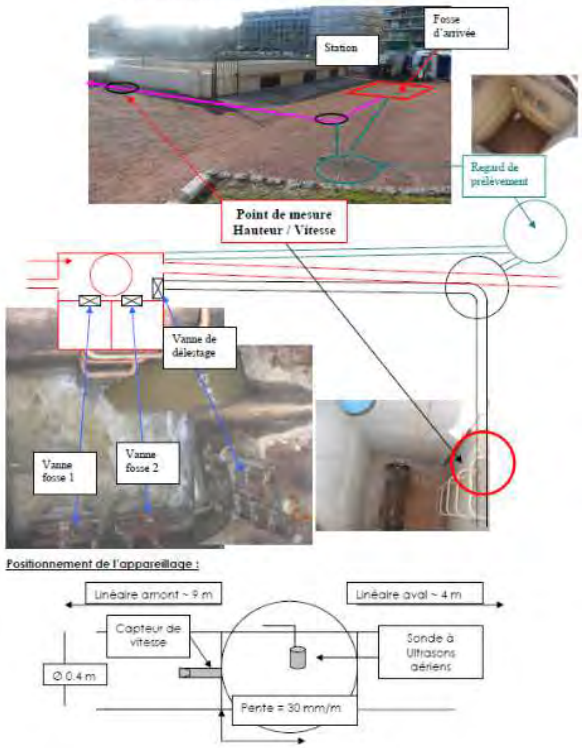
Diffusion contrôlée	OUI / NON :
Exemplaire n°	... / ...
Attribué à	
Diffusion non contrôlée	OUI / NON
Approuvé par les exploitants	
Nom : Mairie d'Antibes Juan-les-Pins Direction des Réseaux et des Infrastructures Direction Adjointe à l'Assainissement Date : Signature :	Nom : Mairie de Biot Service de l'assainissement Date : Signature :

Date de démarrage de l'autosurveillance: *Novembre 2008*

Version Antibes-Biot 1 – 05/2009
Page 1 sur 126

MANUEL AUTOSURVEILLANCE du système de collecte d'Antibes Juan-les-Pins et Biot

Schéma illustré du site de mesure :



Positionnement de l'appareillage :

Diagnostic initial et respect des exigences réglementaires

DP3 FOCH

Adresse	Armoire	Avenue Foch		Ville	Antibes		
	Calage	Mainstream sur Av Foch		Tél.	04 93 67 79 75		
Equipements	Enregistr.	Mainstream		Capt.haut.	Druck 350mb		
	Télétrans	S550		Capt.vitesse	Doppler		
Ouvrage	Nature	EU		Taille HxL		600	
	Nom	DP3 FOCH		Tronçon	-		
Cotes (cm)	Radier	Cp Haut.1	Vit.		Tampon		
		0	0		-		
Consignes de maintenance							
	mars	novembre					
Semaine	13	45					
Date	28/03/2017	07/11/2017					
Heure (PC/ acquisiteur)	15h30	14h17					
Tens.anc/ nouv	EDF	EDF					
Tens. modem	intégré	intégré					
R.a.z							
H1 Donnée (mm)	159	126					
H Réelle (mm)	160	130					
Z1 Initial							
Z1 Final							
Vit (m/s)	0,75	0,70					
Débit (M3/H)	164	139					
Haut boue							
Télétransmission							
Etat général							
Technicien	CI/CM	CI/CM					
28/03/2017	Vérification du capteur de vitesse, nettoyage, étalonnage et validation du fonctionnement du débitmètre.						
07/11/2017	Vérification du capteur de hauteur, nettoyage du débitmètre.						

VILLE D'ANTIBES - ASSAINISSEMENT –
EVENEMENT REJET SYSTEME DE COLLECTE DES EAUX USEES D'ANTIBES JUAN-LES-PINS

Date / heure d'envoi fax/e-mail début évènement rejet : 14h05 le 14/12/09.....

Date / heure d'envoi fax/e-mail fin évènement rejet : 14h05 le 14/12/09

Emetteur : O. BELTRAMO.....

Description des causes de l'évènement rejet

Par temps sec :
- ☐ Dysfonctionnement Stations de pompage
- ☐ Dysfonctionnement Réseau

Par temps de pluie :
- ☒ Saturation hydraulique Réseaux / Stations de pompage
- ☐ Appel/fax saturation hydraulique Station d'épuration : Date/h

Opération de rejet programmée :
- ☐ Travaux Réseaux
- ☐ Travaux Stations de pompage
- ☐ Dossier de demande aux services de Police de l'eau et mesures compensatoires :

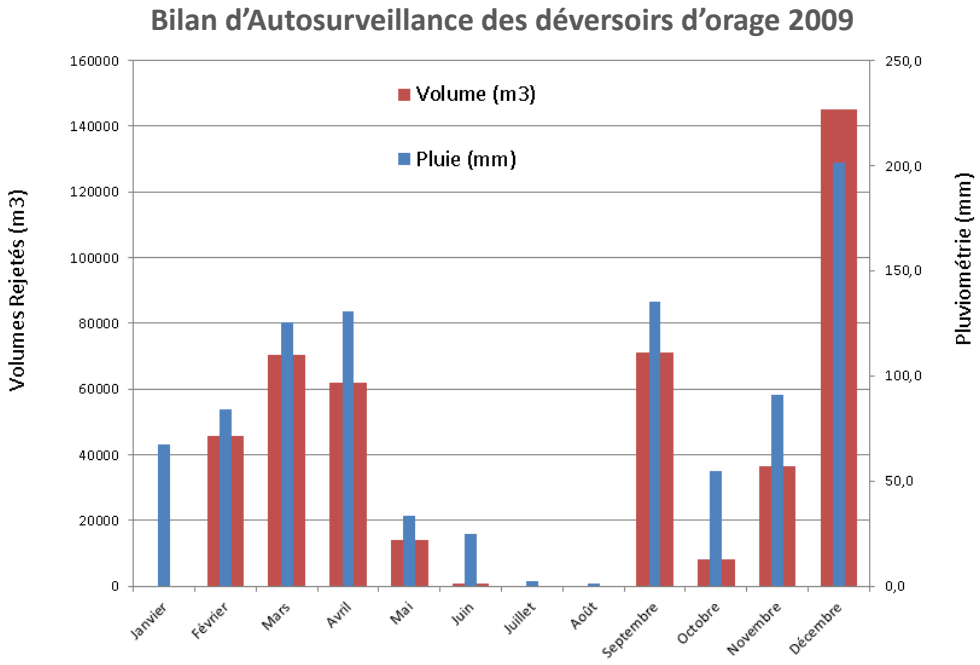
Autre cause : .....

☒ **Liste des points de rejet sous autosurveillance**

Réseaux			Stations de pompage		
Déversoirs d'orage	Heure(s) Ouverture	Heure(s) Fermeture	Point de rejet :	Heure(s) Ouverture	Heure(s) Fermeture
☐ DO5 Reibaud Vallon			☐ DO1 Ilette		
☐ DO5 Reibaud Route			☐ DO2 Courbet L.Gallet		
☐ DO6 Garbero			☒ DO3 Brague 2	21h18 12/12/09	09h06 13/12/09
☐ DO7 Foch			☒ DO4 Dulys	21h59 12/12/09 00h22 13/12/09	23h32 12/12/09 07h38 13/12/09
☐ DO8 Maizière			☐ DO10 Salis 1 Bd du cap		
☐ DO9 Tourraque			☐ DO11 Salis 2 Bd J. Wyllie		
			☒ DO12 Antiquité	19h46 12/12/09	21h46 12/12/09

Envoi page 2 : ~~OUI~~ / NON : Autres points de rejet / débordements / casses collecteurs /

Bilan d'Autosurveillance 2009



Programme d'actions

- **Formation du personnel** d'exploitation aux missions d'autosurveillance (Astreinte Prélèvements, Equipe métrologie, Assermentation du Personnel d'exploitation, enquêtes)
- **Acquisition de matériels** d'autosurveillance et d'enquête (débitmètres portables pour campagnes temporaires, Matériel d'ITV, Fumigènes)
- **Analyse des données** de fonctionnement hydraulique des réseaux et PR
  - Analyse des données hydrauliques des postes de relevage et Déversoirs d'orage
  - Montage d'un marché pour la réalisation de **campagnes de mesures** temporaires

Programme d'actions

- Mise à niveau des réseaux et postes de relevage les plus sujets à des dysfonctionnements hydraulique de temps de pluie
  - Poursuite du **programme d'assainissement** (2004 – 2011)

- Projet de Diagnostic permanent et de régulation hydraulique par temps de pluie
  - **Limiter** les rejets au milieu naturel par temps de pluie aux seules surcharges hydrauliques du réseau
  - **Adapter** les équipements de mesure et de régulation hydrauliques aux caractéristiques structurelles des bassins de collecte et des déversoirs d'Orage
  - **Respect de l'article 8 de l'arrêté du 22 juin 2007**

Maîtrise et réduction des Rejets

2010 - 2011 : Régulation hydraulique et diagnostic permanent

1ère phase d'équipement

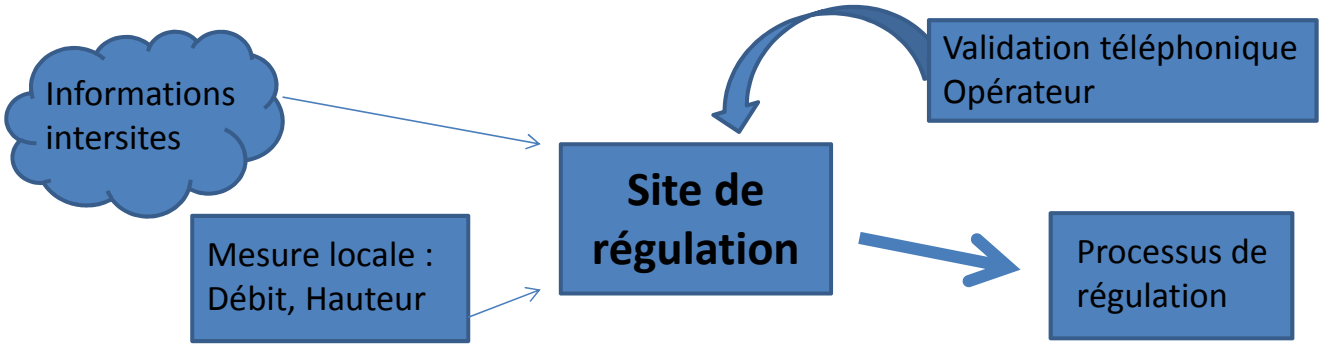
- Installation de **vannes de régulation motorisées**
  - 5 vannes de régulation sur Réseaux, DO et Postes de relevage
  - 4 vannes de régulation et de décharge,
  - 1 vanne de dérivation

- Installation de **points de mesure** et d'alerte sur les réseaux
  - 6 points de diagnostic permanent
  - Alertes de surcharges hydrauliques

2010 - 2011 : Régulation hydraulique et diagnostic permanent

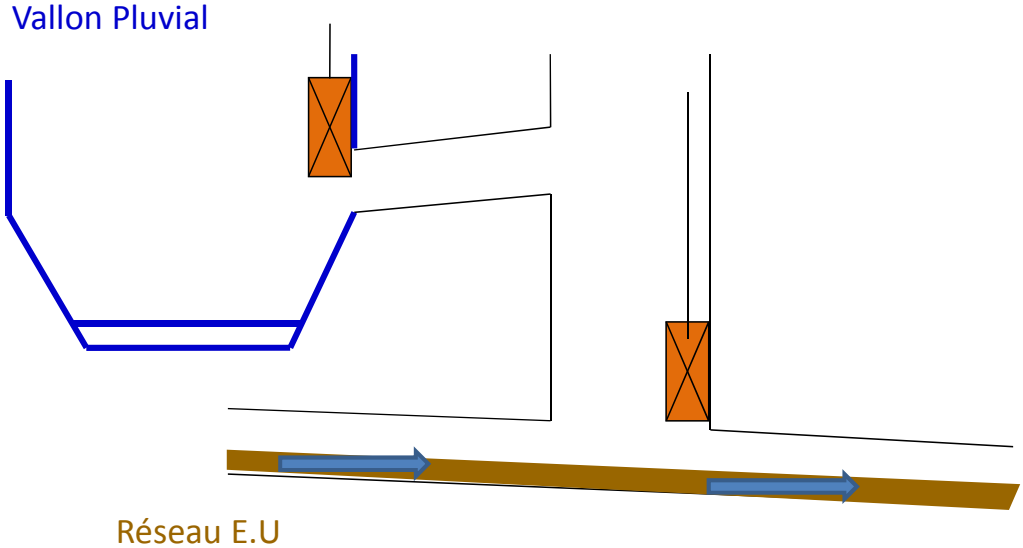
1ère phase d'équipement

- **Automatismes** de régulation
  - Suivi des débits en transit sur site
  - Réception d'alarmes de surcharge hydraulique intersites
  - Validation téléphonique des demandes de régulation
  - Automatismes de régulation des vannes



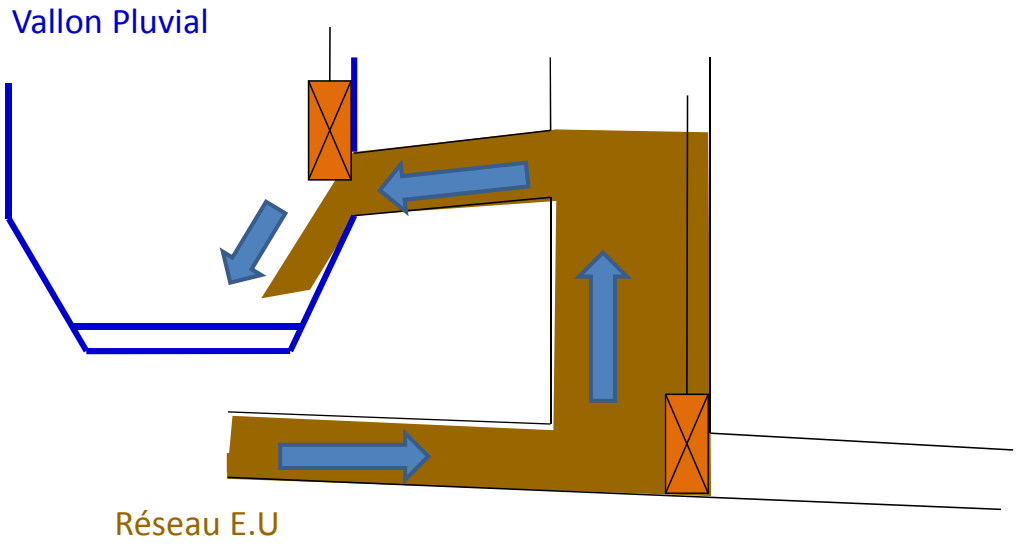
Site de régulation « Réseau » : Principe de fonctionnement

Avant instrumentation



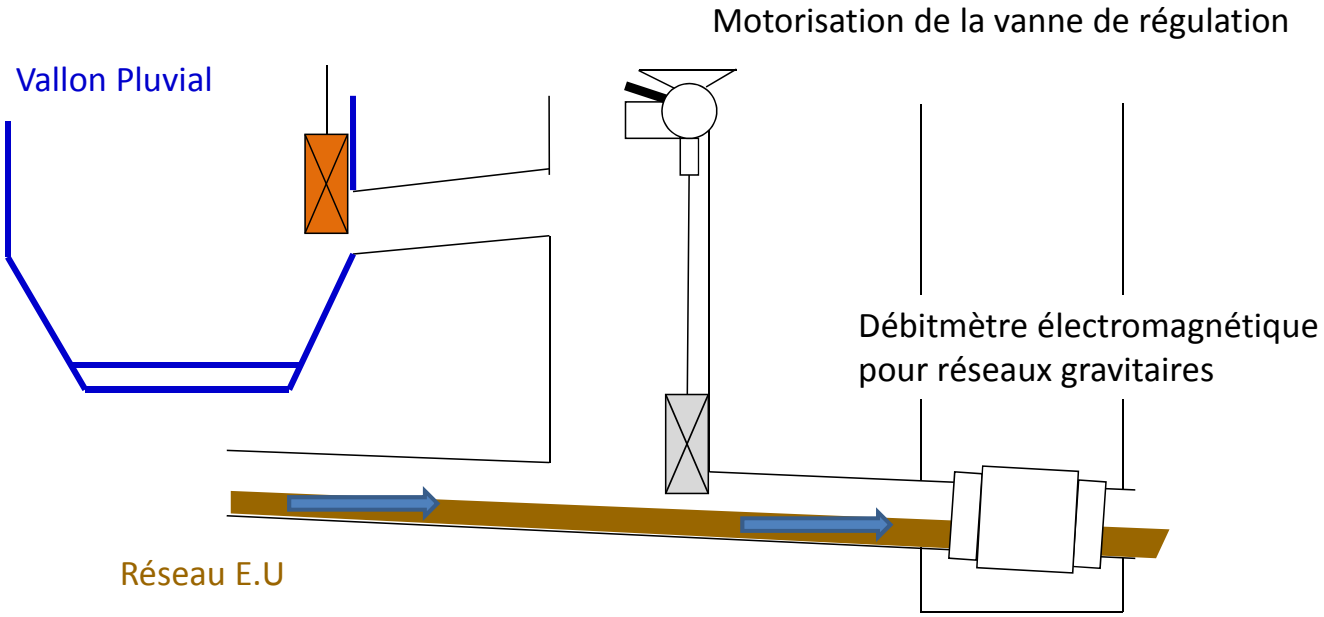
Site de régulation « Réseau » : Principe de fonctionnement

Avant instrumentation



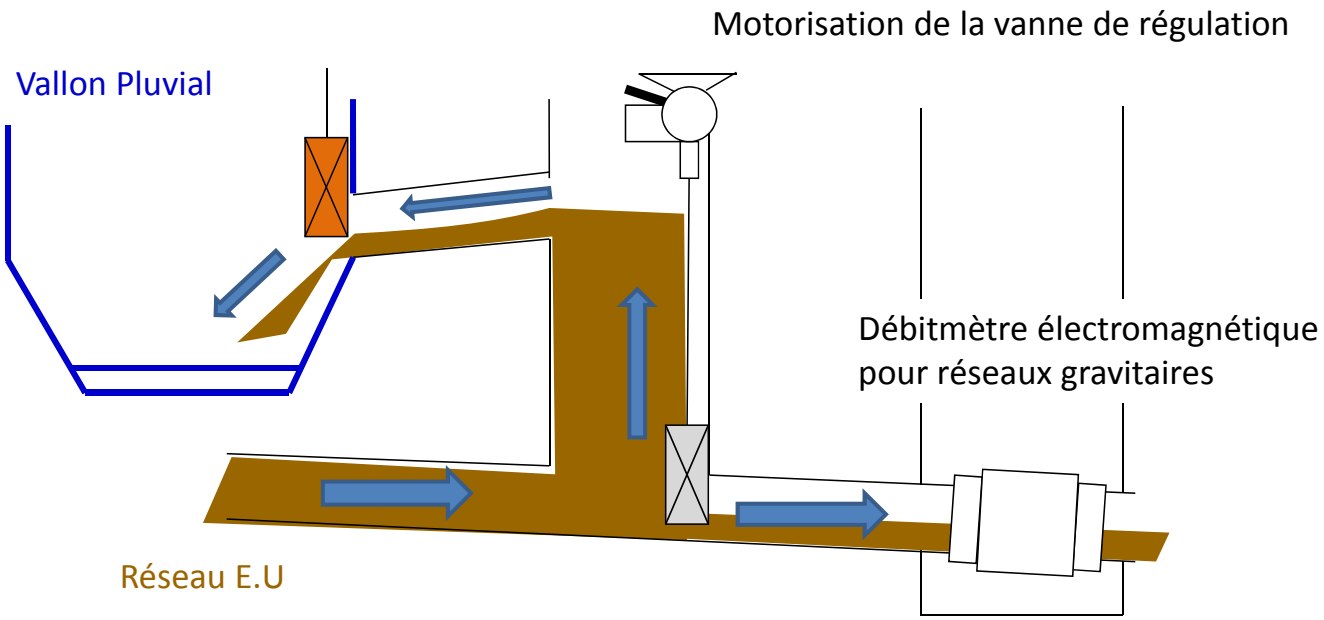
Site de régulation « Réseau » : Principe de fonctionnement

Après instrumentation



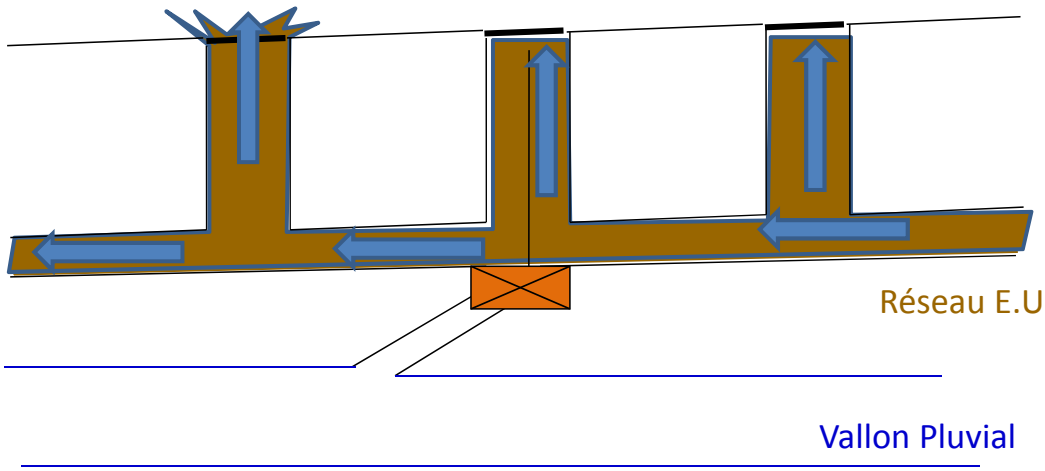
Site de régulation « Réseau » : Principe de fonctionnement

Après instrumentation



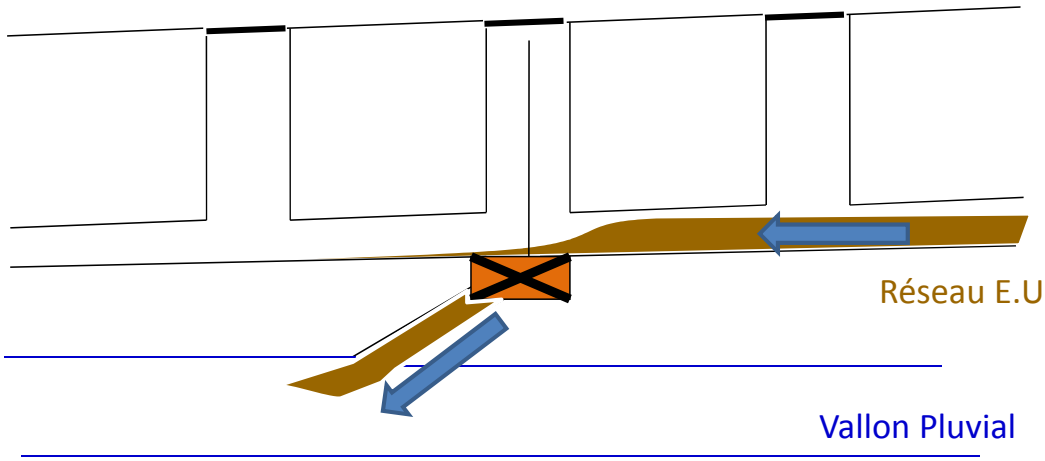
Site de régulation « D.O » : Principe de fonctionnement

Avant instrumentation



Site de régulation « D.O » : Principe de fonctionnement

Avant instrumentation

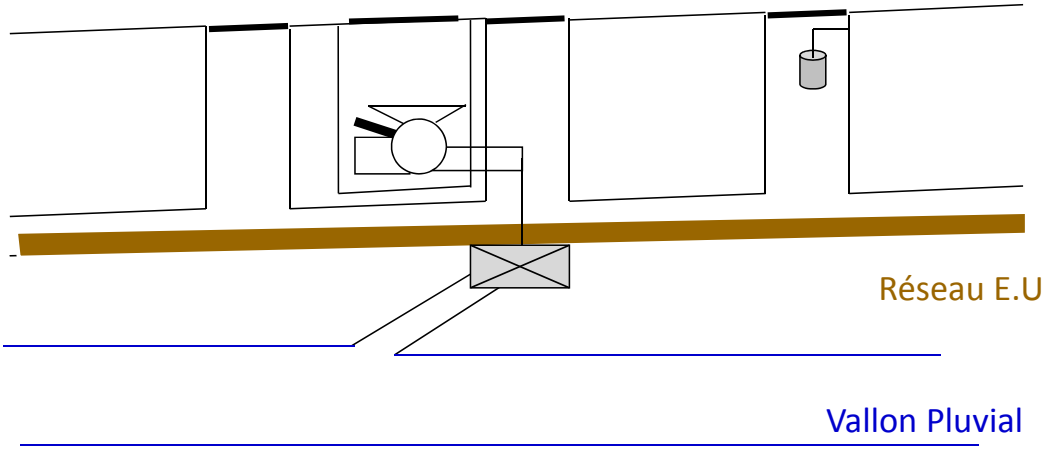


Site de régulation « D.O » : Principe de fonctionnement

Après instrumentation

Mesure US de mise en charge

Motorisation de la vanne de rejet

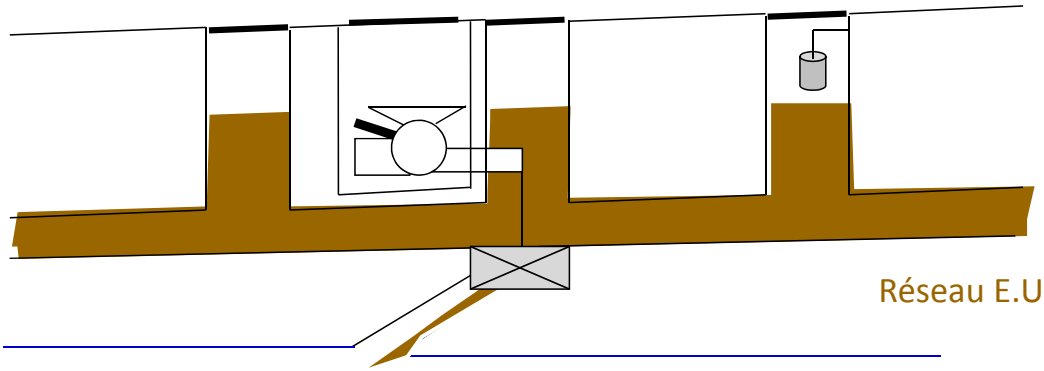


Site de régulation « D.O » : Principe de fonctionnement

Après instrumentation

Motorisation de la vanne de rejet

Mesure US de mise en charge



Maîtrise et réduction des Rejets

graie Autosurveillance des réseaux d'assainissement 13e JOURNÉE RÉGIONALE Jeudi 5 avril 2018 / Lyon-Villeurbanne

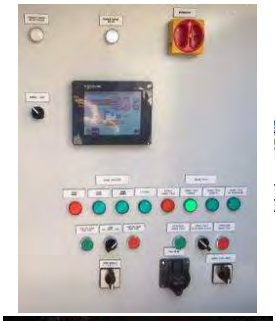
Afficheur tactile de contrôle

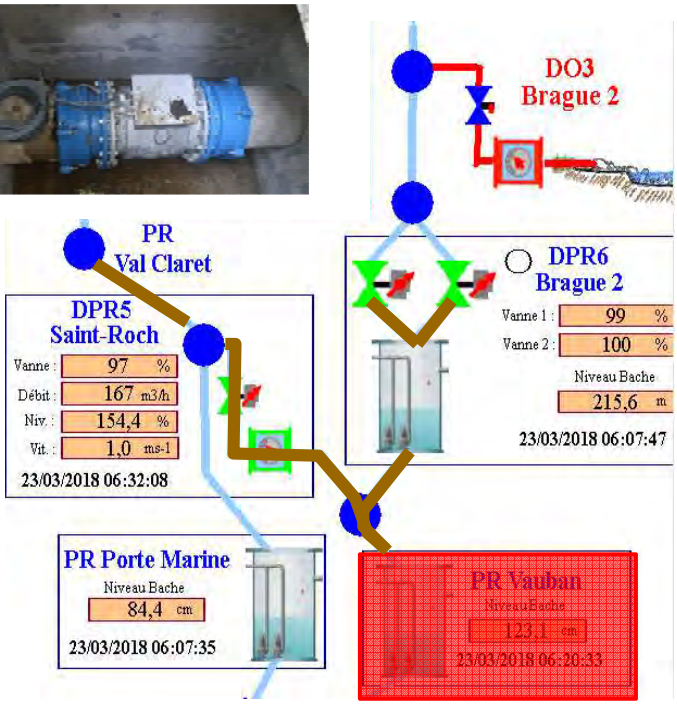
Poste local de télégestion

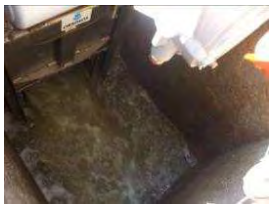
Automate de régulation

Maîtrise et réduction des Rejets

Régulation « Bassin de collecte Vauban »

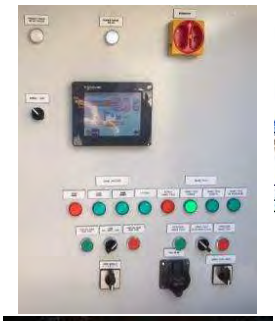


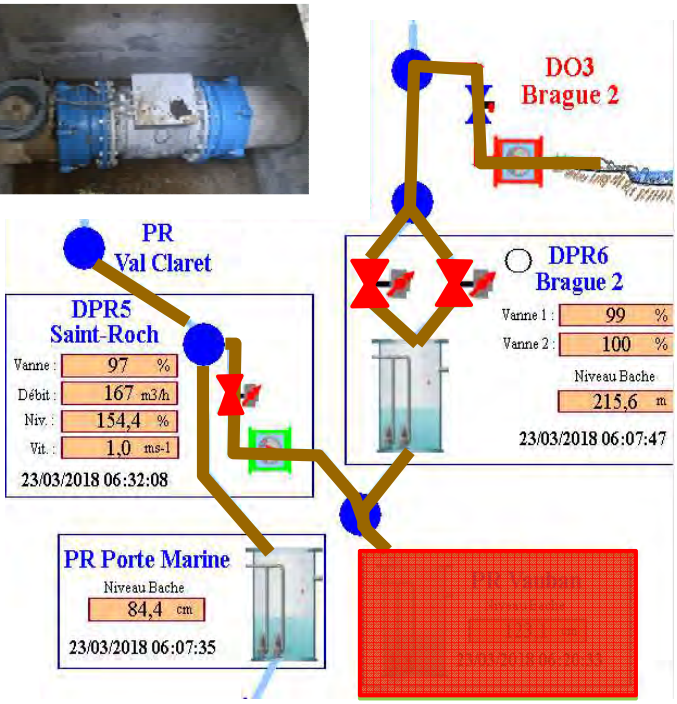




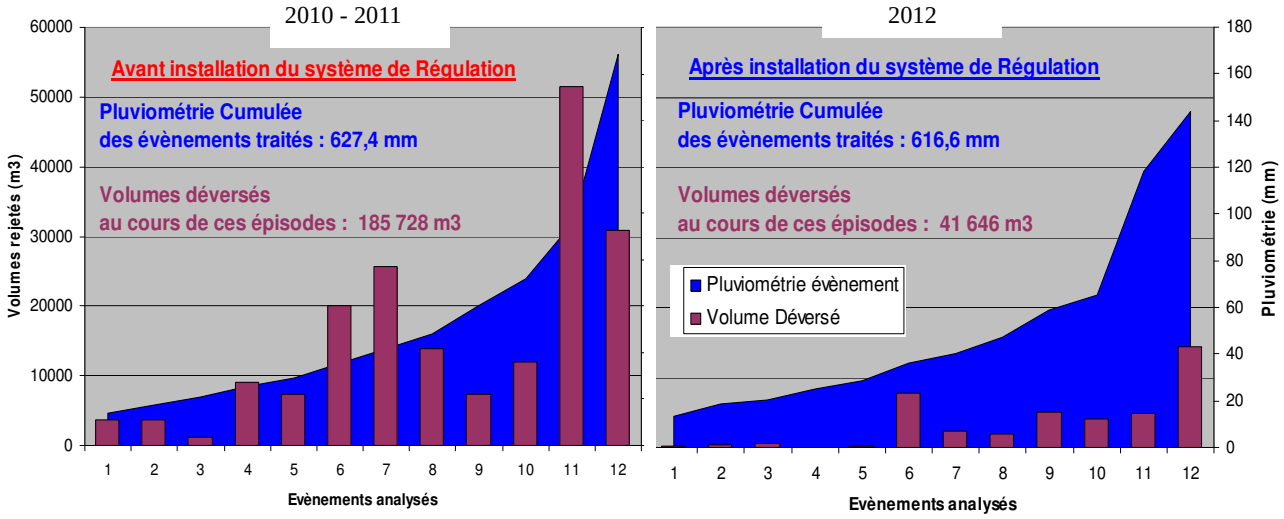
Maîtrise et réduction des Rejets

Régulation « Bassin de collecte Vauban »





1er Bilan de fonctionnement des dispositifs de régulation



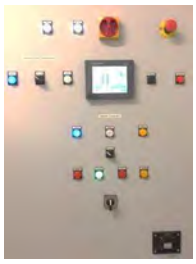
2012-2013 : Régulation hydraulique et diagnostic permanent

2ème phase d'équipement

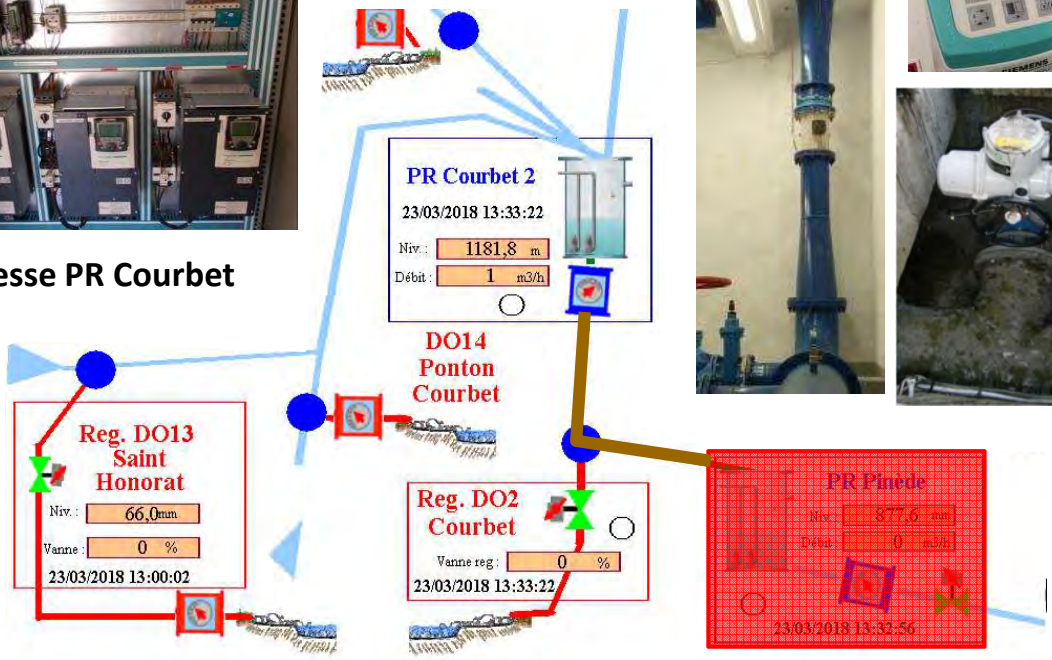
- Création et instrumentation de deux nouveaux Déversoirs d'Orage
- Installation de nouveaux systèmes de régulation
  - 6 vannes de régulation sur Réseaux, DO et Postes de relevage
  - 1 poste de relevage équipé de **variateurs de vitesse**
  - Création de **liaisons intersites ADSL** pour plus réactivité
- Installation de points de mesure et d'alerte sur les réseaux
  - 2 points de diagnostic permanent

Maîtrise et réduction des Rejets

Régulation « Bassin de collecte Pinède »



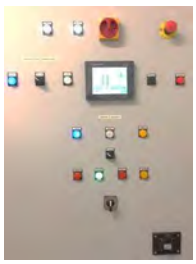
Variateurs de vitesse PR Courbet



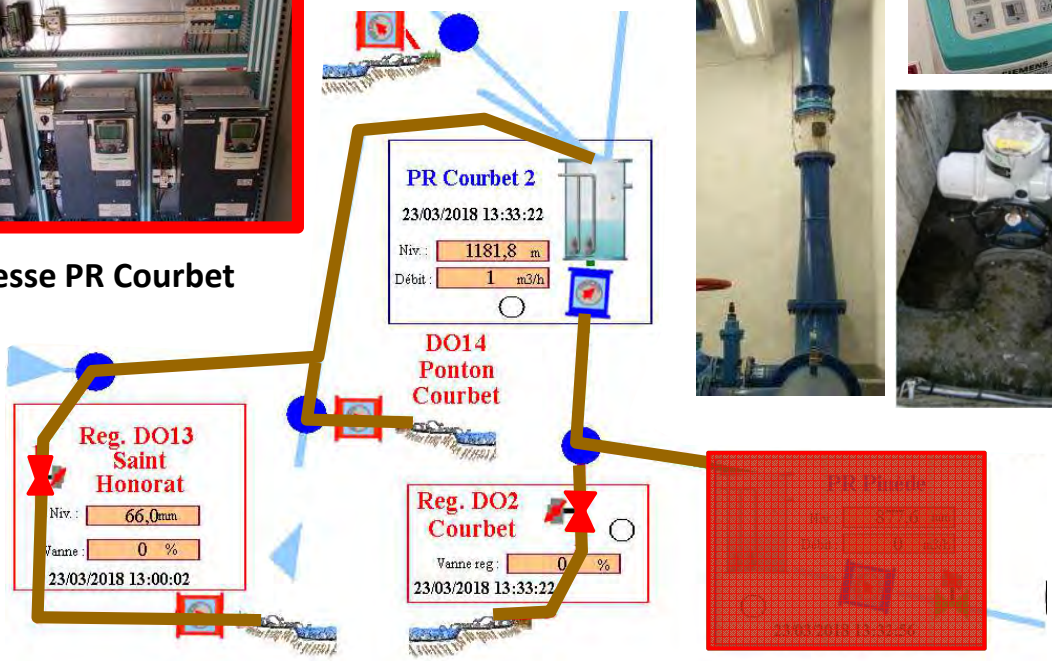
Autosurveillance des réseaux d'assainissement
13e JOURNÉE RÉGIONALE
Jeudi 5 avril 2018 / Lyon-Villeurbanne
56

Maîtrise et réduction des Rejets

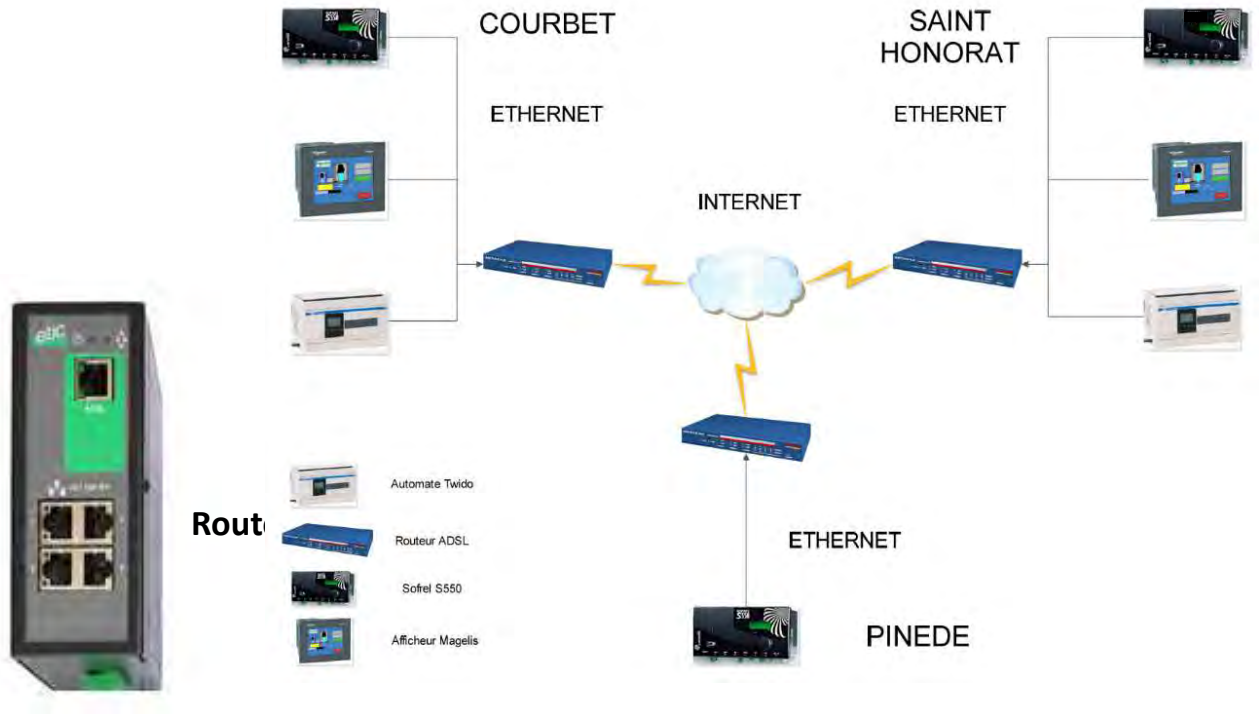
Régulation « Bassin de collecte Pinède »



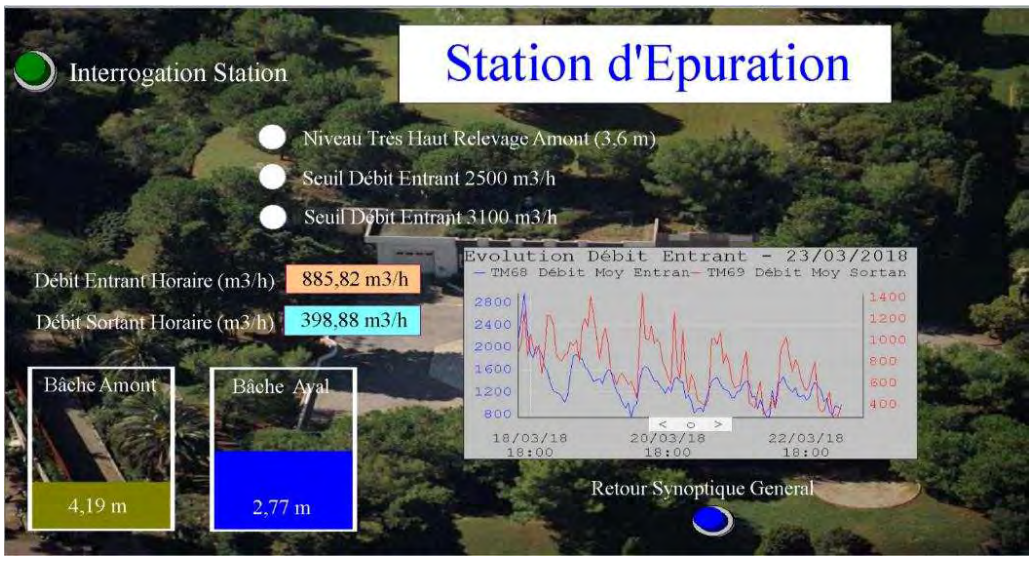
Variateurs de vitesse PR Courbet



Régulation « Bassin de collecte Pinède »

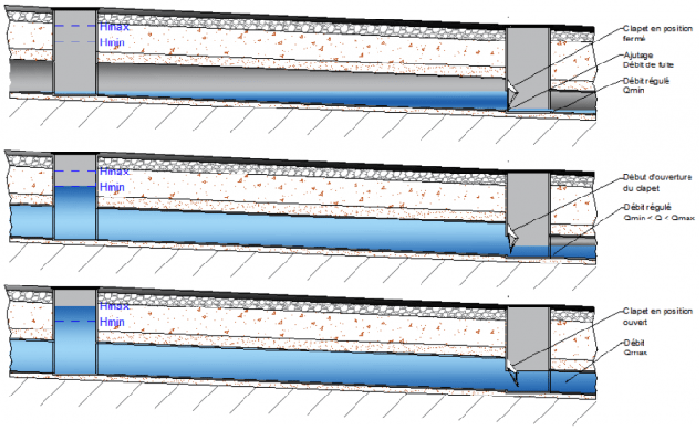


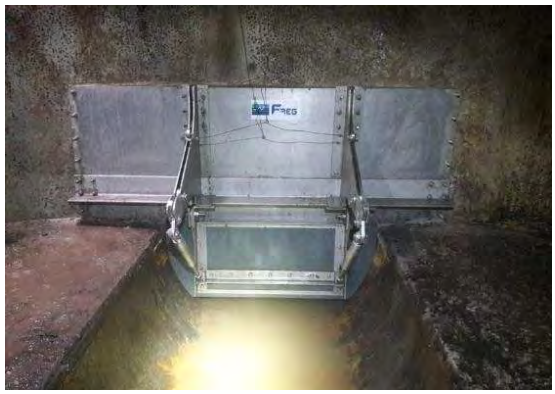
2017 : Application à la régulation des débits admis en entrée STEP

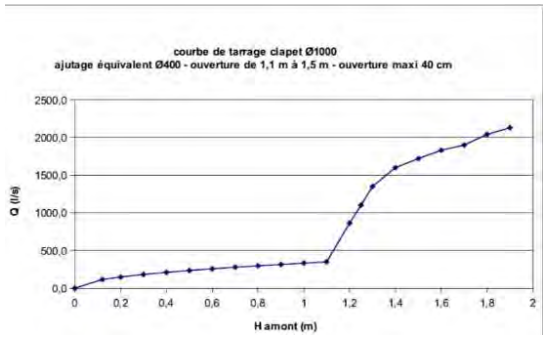


- Dispositif activé à l'occasion des travaux de connexion hydraulique de l'extension
- Déclaration des rejets dédiés à la sécurisation hydraulique de la STEP en point SANDRE « A2 » (dernier trimestre 2017)

2018 : Expérimentation en cours – Clapet de régulation



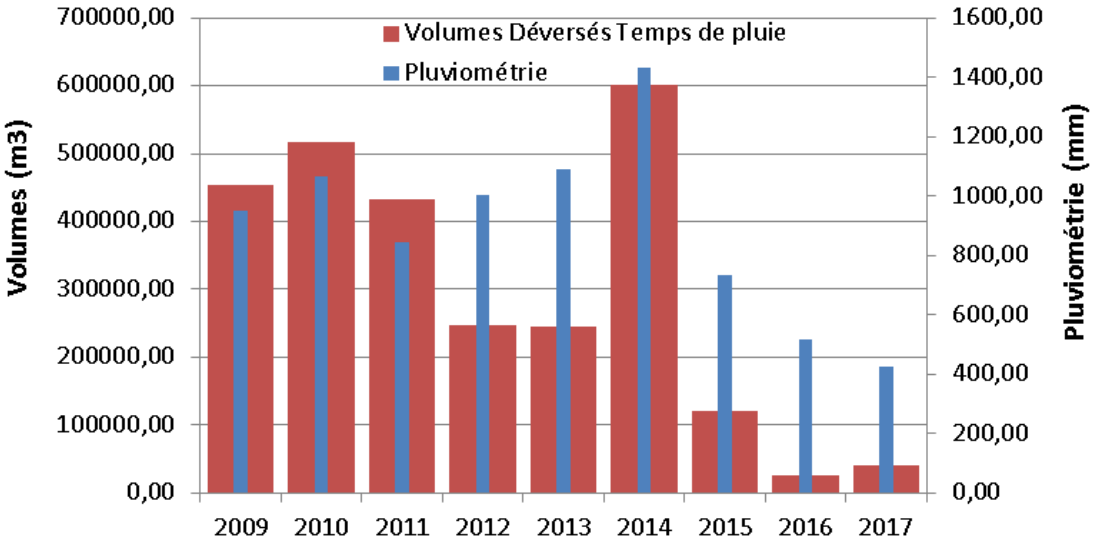




Maîtrise et réduction des Rejets

graie Autosurveillance des réseaux d'assainissement 13e JOURNÉE RÉGIONALE Jeudi 5 avril 2018 / Lyon-Villeurbanne

Bilans d'Autosurveillance des rejets 2009 - 2017



- **Rejets** de temps de pluie **maîtrisés**
- **Actions à engager** : Recherche et suppression des ECP, Suppression des nœuds hydrauliques du système de collecte (PR et Réseaux)

Renforcement du contrôle des branchements : Création d'équipes d'exploitation dédiées (2014)

- 2 équipes, 10 agents
- Création d'outils de suivi et de gestion des dossiers
- Mobilisation des moyens matériels adéquates : Matériel ITV, Fumigène, colorant, Fourgon mobile équipé

Diagnostic Permanent et amélioration continue du système de collecte

graie Autosurveillance des réseaux d'assainissement 13e JOURNÉE RÉGIONALE Jeudi 5 avril 2018 / Lyon-Villeurbanne

62

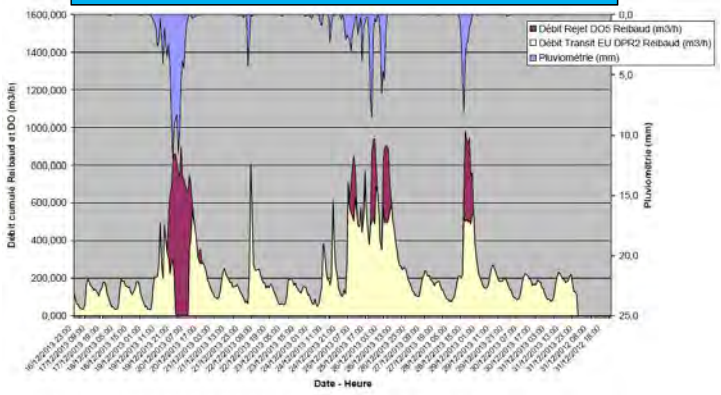
Exploitation des données de diagnostic permanent

- Données de diagnostic permanent complétées par une campagne de mesure temporaire sur 26 points (2015)

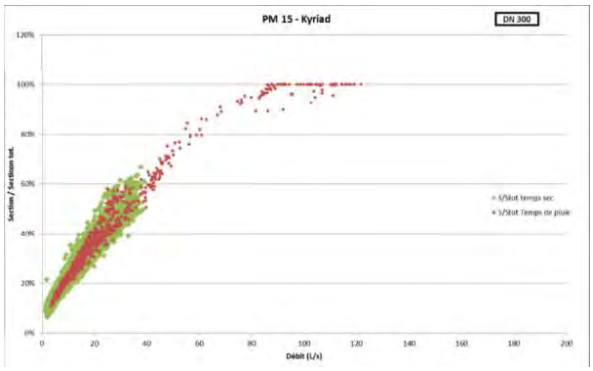
- Définition des **niveaux de saturation hydraulique** par temps sec et temps de pluie du système de collecte
- **Débits d'Eaux Claires Parasites** permanentes (ECPP)
- **Surfaces actives** aux eaux pluviales connectées (ECPM)
- **Diagnostic initial** de la situation à l'échelle du système d'assainissement

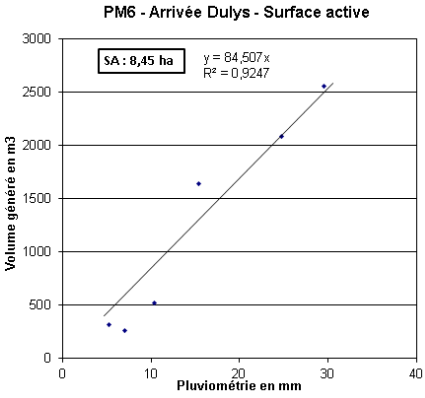
Diagnostic Permanent et amélioration continue du système de collecte

Volumes excédentaires de temps de pluie

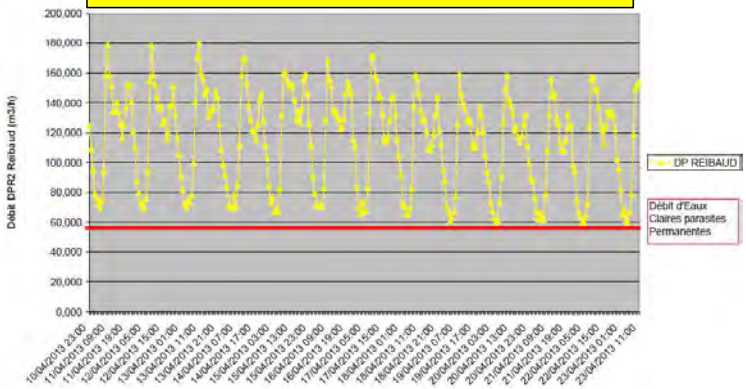


Evaluation des capacités d'admission résiduelles



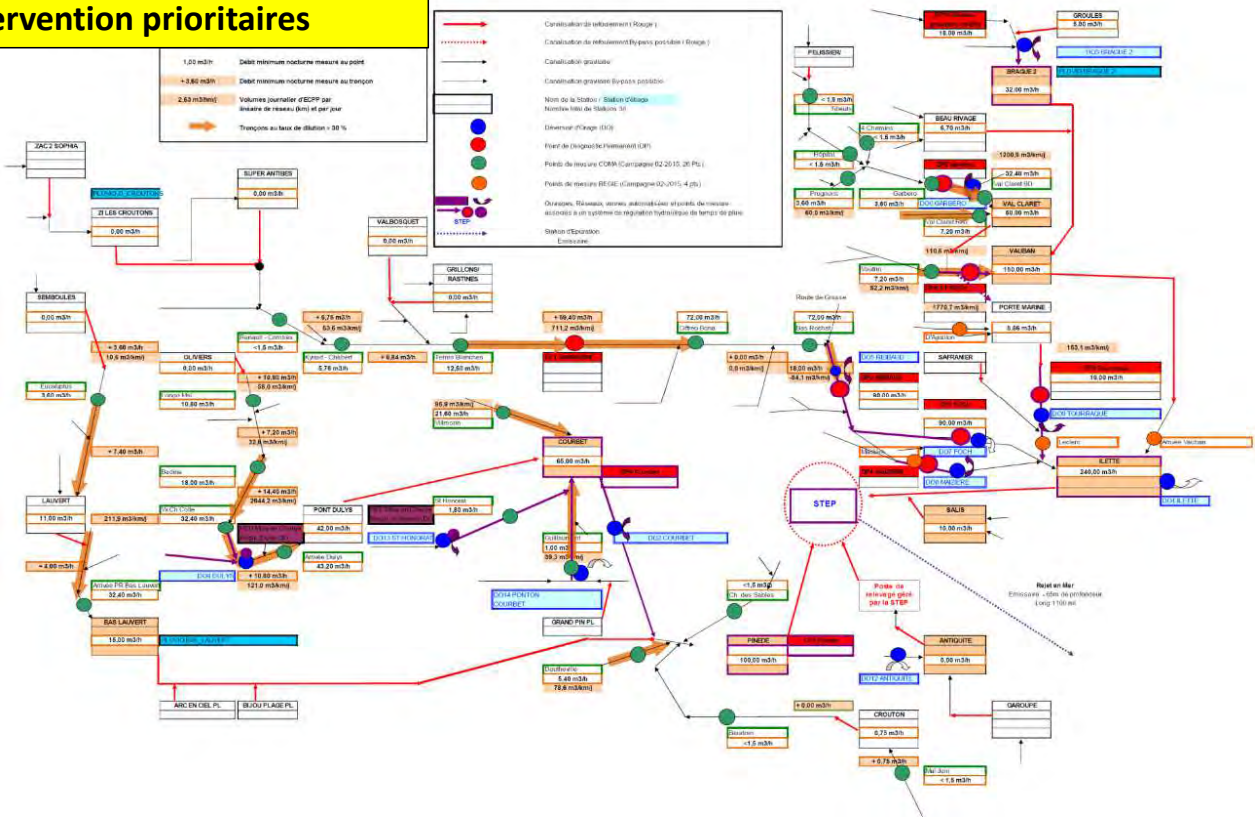


Eaux Claires Parasites Permanentes



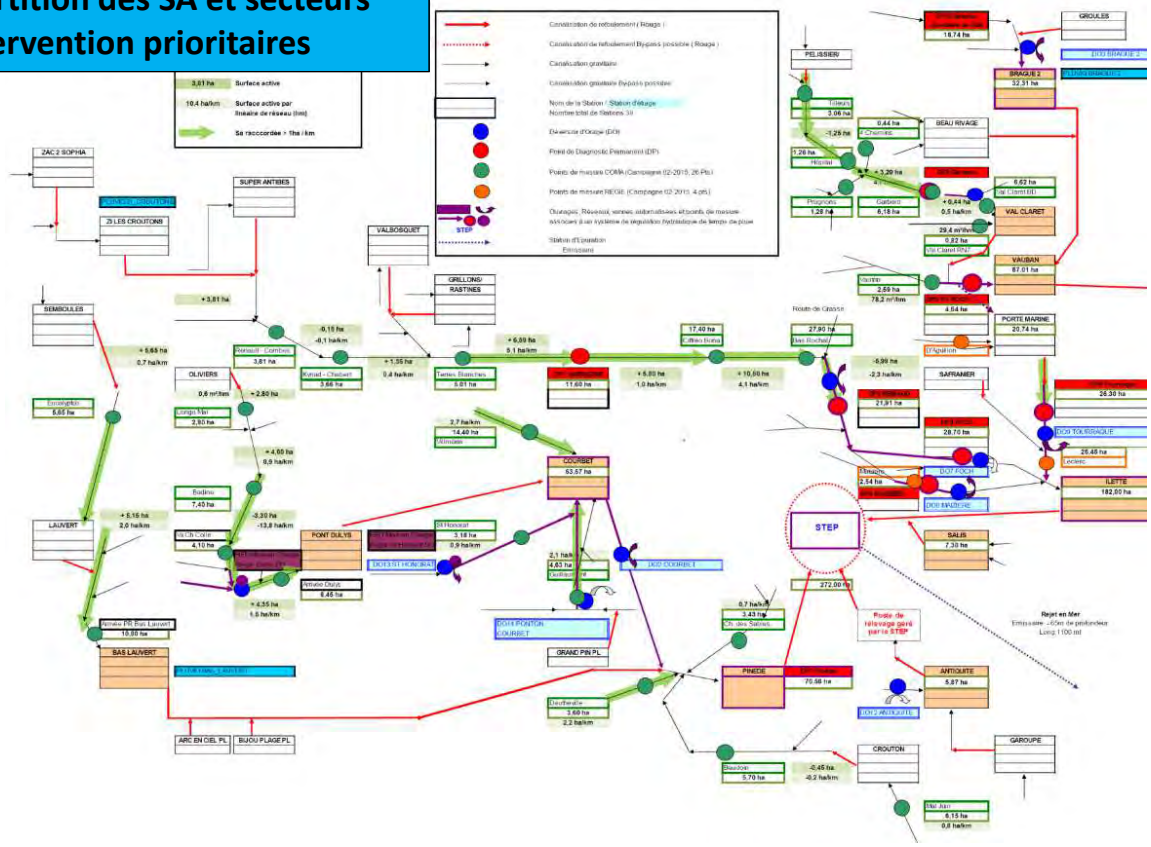
Diagnostic Permanent et amélioration continue du système de collecte

Répartition des ECCP et secteurs d'intervention prioritaires



Diagnostic Permanent et amélioration continue du système de collecte

Répartition des SA et secteurs d'intervention prioritaires



Diagnostic Permanent et amélioration continue du système de collecte

Eaux Claires Parasites Permanentes (ECPP)

	Débit d'ECPP (m^3/h) Nappe Haute (janvier à avril)	Débit d'ECPP (m^3/h) Nappe Basse (juillet à septembre)	Nappe Haute % par rapport au débit moyen d'eaux usées en transit	Nappe Basse % par rapport au débit moyen d'eaux usées en transit
Bassin de collecte « Antibes »	236	178	33%	25%
↳ **Dont Biot**	24	18	23 %	30 %
Bassin de collecte « Juan-les-Pins »	161	115	41%	26%
Bassin de collecte « Cap Est – Salis »	27	17	49%	24%
TOTAL ECCP Système de collecte	**425**	**310**		
TOTAL Débits EU	**1 164**	**1 208**		
% ECPP Système de collecte	36 %	26 %		

Eaux Claires Parasites de temps de pluie

	Surfaces Actives Raccordées (Ha) - sans prise en compte des DO -	Surfaces Actives Totales collectées (Ha) - avec prise en compte des DO -
Bassin de collecte « Antibes » *	93	121
↳ Dont Biot	19	
Bassin de collecte « Juan-les-Pins » *	52	60
Bassin de collecte « Cap Est - Salis » *	16	20
TOTAL Système de collecte	**161**	201
Entrée STEP **	**151**	

* Données d'Autosurveillance Réseaux (Coefficient de corrélation moyen : 0,94)

** Données d'Autosurveillance STEP (Coefficient de corrélation : 0,93)

Diagnostic Permanent et amélioration continue du système de collecte

Priorisation des secteurs d'intervention et définition d'un programme d'action chiffré

- Réhabilitation, Dévoiement , Dilatation de collecteurs
- Diagnostic Réseaux (ITV, fumigènes)
- Contrôles de branchement

Définition d'objectifs précis de réduction

- des surfaces actives aux eaux pluviales raccordées
- des rejets au milieu naturel par temps de pluie

Diagnostic Permanent et amélioration continue du système de collecte

2015 – 2019 : Contrat d'Agglomération « Réduction des impacts environnementaux de temps de pluie du système de collecte » signé avec l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse

- **Programme d'action subventionné par l'Agence de l'Eau**

- **Programme de travaux** de près de **10 millions d'euros HT** propre à améliorer le fonctionnement hydraulique et l'étanchéité des réseaux (dilatation, dévoiement, renouvellement, réhabilitation)
- Création d'une **filière de traitement des débits excédentaires de temps de pluie** sur le STEP
- Renforcement de l'activité de contrôle et de **mise en conformité** des branchements
- Mise en œuvre de nouveaux points de **diagnostic permanent**

2015 – 2019 : Contrat d'Agglomération « Réduction des impacts environnementaux de temps de pluie du système de collecte » signé avec l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse

- **Objectifs**
  - Respecter les exigences réglementaires de **l'arrêté du 21 juillet 2015**
  - Maintenir les rejets résiduels de temps de pluie du système de collecte sous le seuil de **5 % des flux de pollution** produits par l'agglomération d'assainissement
  - **Déconnecter 30% des 200 ha de surfaces actives raccordées** au système d'assainissement.

Diagnostic Permanent et amélioration continue du système de collecte

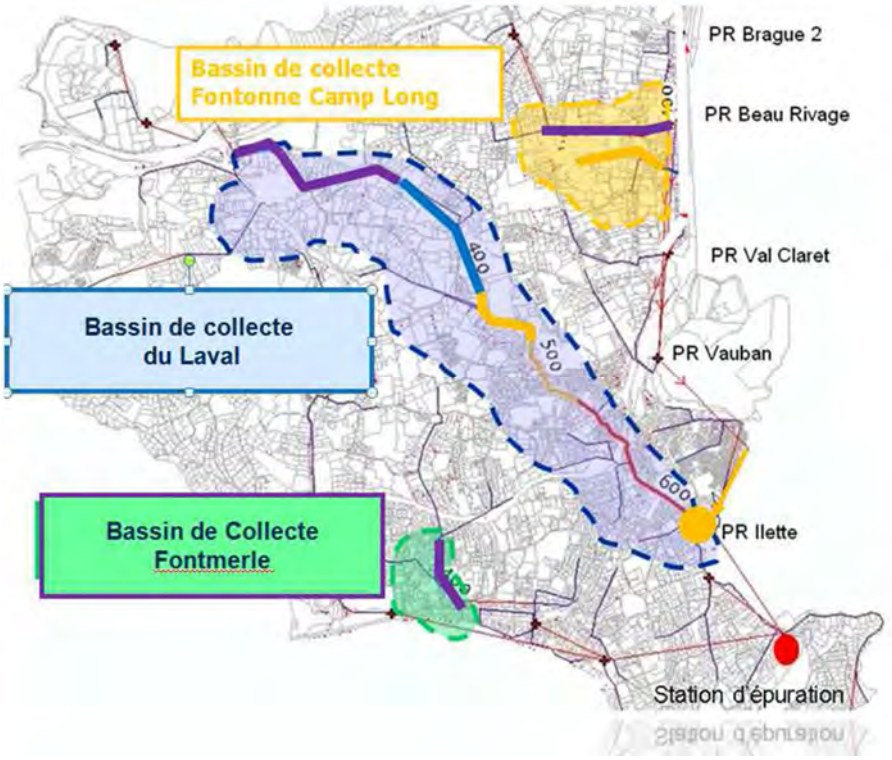
2015 – 2019 : Contrat d'Agglomération « Réduction des impacts environnementaux de temps de pluie du système de collecte » signé avec l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse

- **Contenu**
  - Un contrat Cadre
  - Un planning d'exécution technique et financière
  - Des fiches Actions descriptives

- **Mesure de l'efficacité des actions entreprises par la réalisation de campagnes de mesure**

Diagnostic Permanent et amélioration continue du système de collecte

Des travaux axés sur les 3 principaux bassins de collecte communaux



Autosurveillance des réseaux d'assainissement
13e JOURNÉE RÉGIONALE
Jeudi 5 avril 2018 / Lyon-Villeurbanne

Diagnostic Permanent et amélioration continue du système de collecte

Démarche récompensée en 2015 par un label Aquaplus Services

Le « Label AQUAPLUS Service » est porté par l'Association des Maires de France, l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), l'Union nationale des Industries et entreprises de l'Eau et de l'environnement (UIE) et la FNTP (Fédération Nationale des Travaux Publics).

Objectif : Promouvoir les services publics d'eau et d'assainissement performants et engagés dans une démarche exemplaire de **développement durable**.
Il est attribué pour la période 2015-2020 au service public d'assainissement collectif de la Ville d'Antibes pour la qualité de ses résultats en matière :

- ✓ de service à l'usager
- ✓ de gestion globale du service (aspects techniques, économiques, comptables et patrimoniaux)
- ✓ de performance environnementale

AQUAPLUS
LABEL SERVICE
2015 / 2020
ASSAINISSEMENT COLLECTIF

La modélisation comme outil d'aide à la décision

Gislain LIPEME KOUYI, Jean-Luc BERTRAND KRAJEWSKI,
INSA Lyon DEEP

INTRODUCTION

- Système d'assainissement composé d'ouvrages divers
- Fonctionnement mal connu / maîtrisé
- Coupler métrologie & autres outils
- Besoin d'outils fiables pour la prise de décision
- Besoin d'études avant projet ou analyse de scénarios

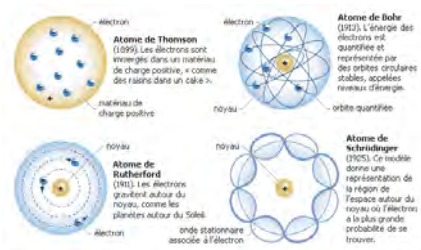
MODELISER

- C'est utile et nécessaire
  pour comprendre, comparer, dimensionner, concevoir
- C'est indispensable
  car on ne peut pas tout mesurer partout tout le temps
- C'est un « jeu sérieux »

http://www.seriousgamemarket.com/2010/02/online-water-conservation-serious-game.html

QU'EST-CE QU'UN MODELE ?

- Une représentation simplifiée de la réalité
  (car la réalité est trop complexe)
  pour un objectif donné
- Sous forme de
  - discours, concepts, images



http://blog.univ-angers.fr/astrophysique/tag/modele-atomique/

QU'EST-CE QU'UN MODELE ?

- Une représentation simplifiée de la réalité
  (car la réalité est trop complexe)
  pour un objectif donné
- Sous forme de
  - discours, concepts, images
  - maquette, modèle réduit

http://www.balloon-fish.co.uk/head-to-head-mini-rose-v-citroen-2cv-dolly/
http://www.conrad.fr/ce/fr/product/118121/Schuco-Modele-reduit-de-voiture-452608700-Citroen-2CV-Dolly-H0

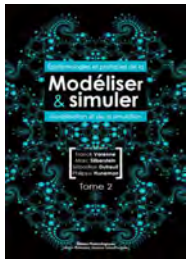
QU'EST-CE QU'UN MODELE ?

- Une représentation simplifiée de la réalité
  (car la réalité est trop complexe)
  pour un objectif donné
- Sous forme de
  - discours, concepts, images
  - maquette, modèle réduit
  - ensemble d'équations

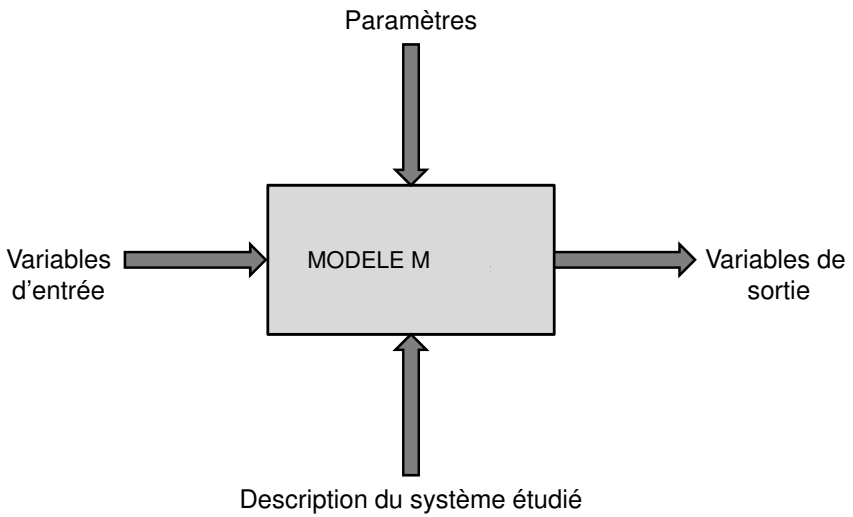
$$Q = K_s A R_h^{\frac{2}{3}} \sqrt{I}$$

A QUOI SERT UN MODELE ?

- Comprendre, expliquer, formaliser des connaissances
- Simuler
  - les situations / phénomènes passés
  - les situations / phénomènes futurs



COMMENT ÇA MARCHE ?

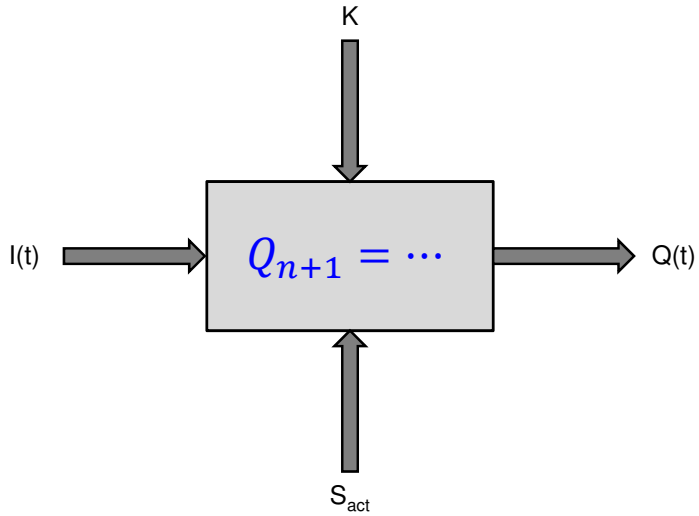


MODELE PLUIE-DEBIT

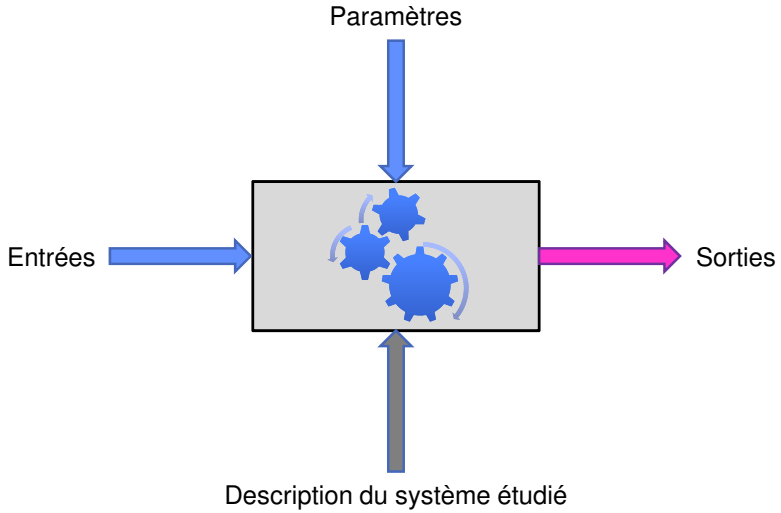
$$Q_{n+1} = \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{K}}\right) I_{n+1} S_{act} + e^{-\frac{\Delta t}{K}} Q_n$$

Modèle du réservoir linéaire

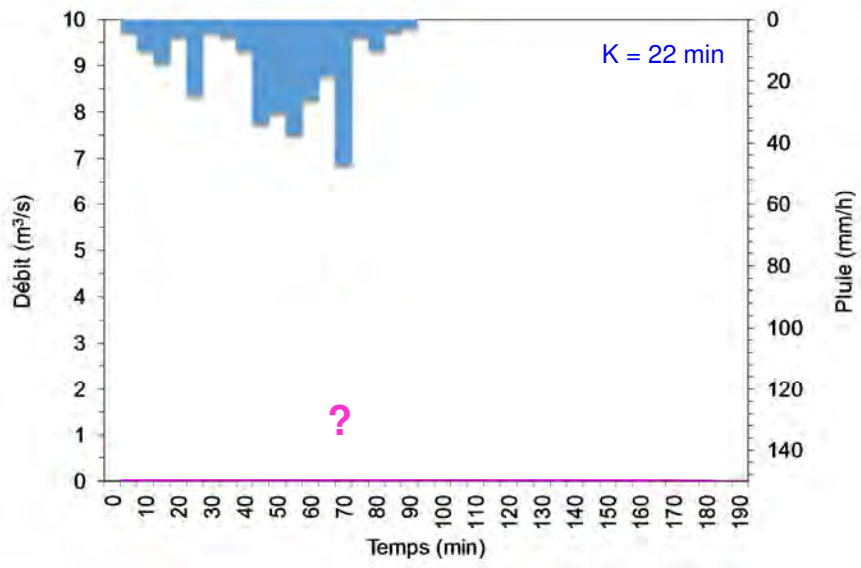
MODELE PLUIE-DEBIT



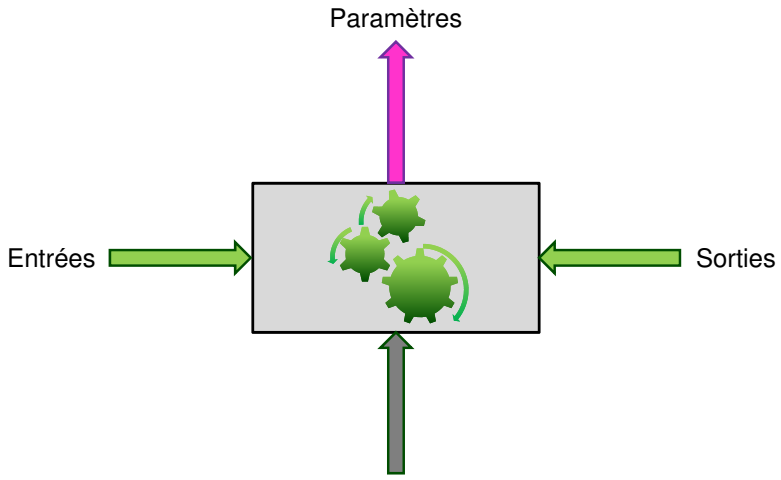
MODELISATION DIRECTE



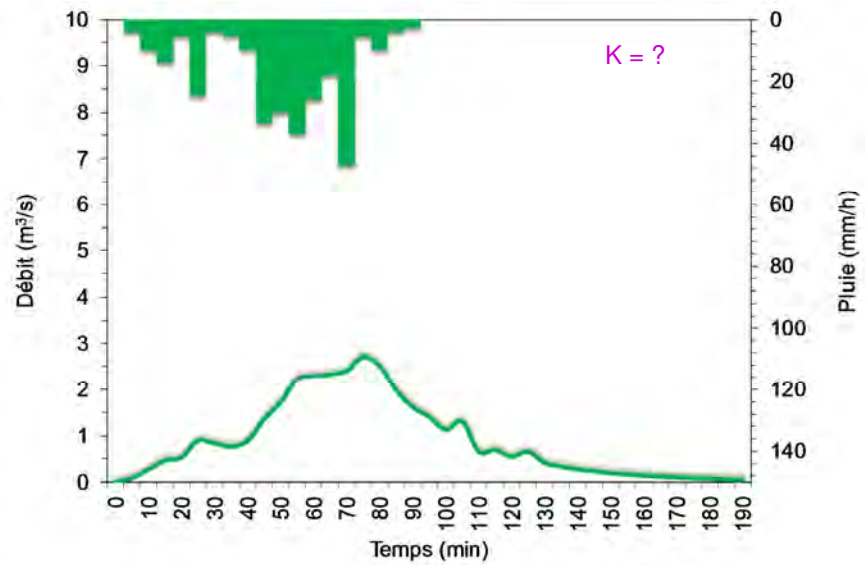
MODELISATION DIRECTE



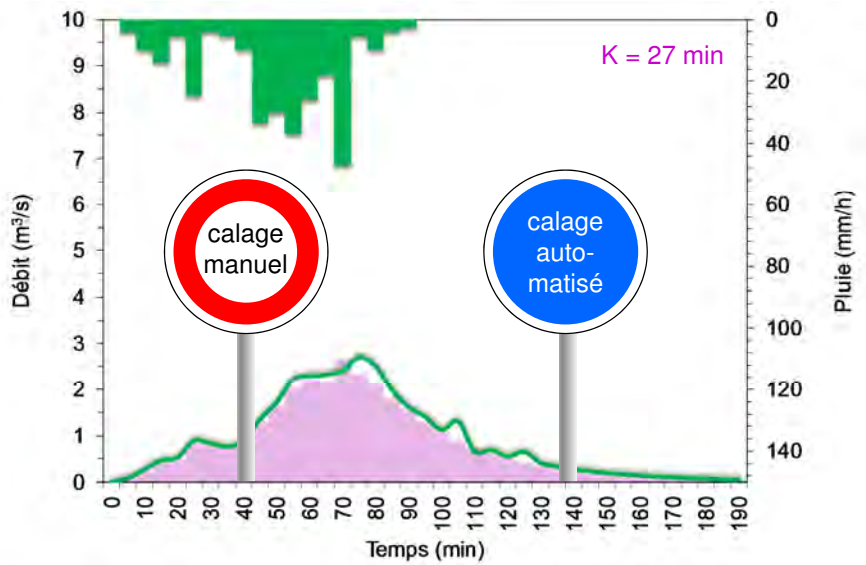
CALAGE DU MODELE



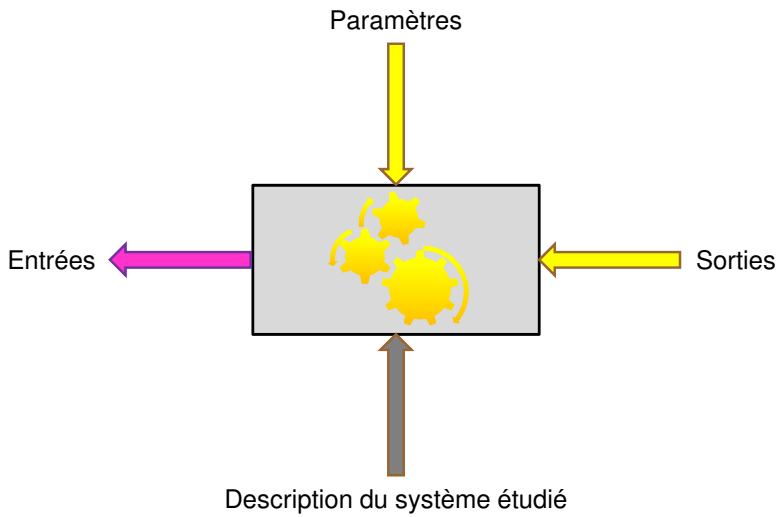
CALAGE DU MODELE



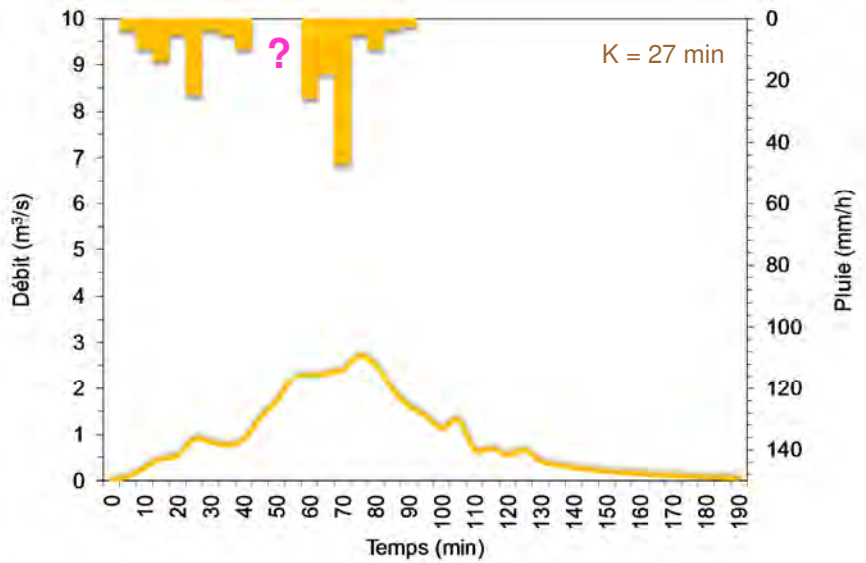
CALAGE DU MODELE



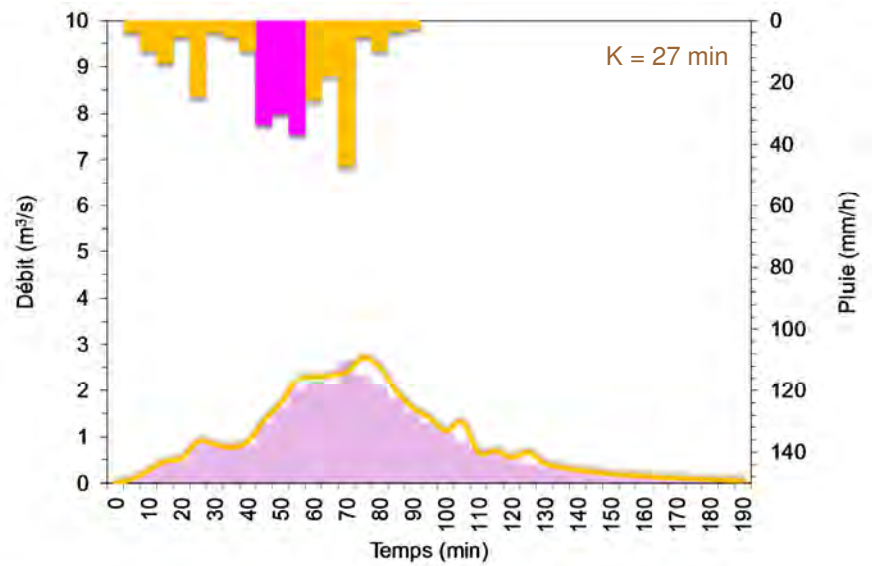
MODELISATION INVERSE



MODELISATION INVERSE

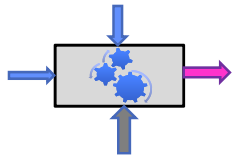


MODELISATION INVERSE

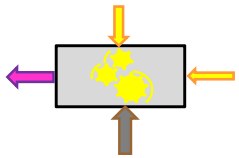


EXEMPLES D'APPLICATION

- **MODELISATION DIRECTE: Composantes de débit**



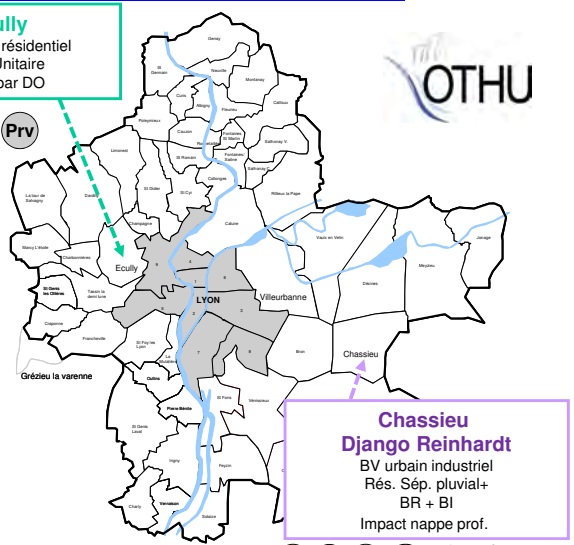
- **MODELISATION INVERSE: Intensités pluie et incertitudes**



APPLICATIONS - BV OTHU

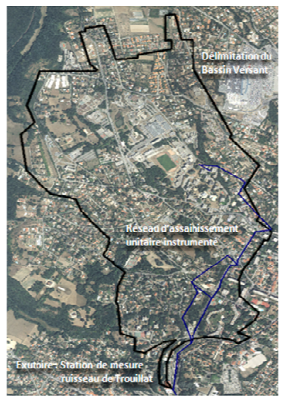
Ecully
BV urbain résidentiel
Rés. Unitaire
Rejet par DO

D Débitmétrie
P Pluviométrie
T Température d'eau
pH pH
C Conductivité électrique
Turb Turbidité
sed Prél. sédiments
Prv Préleveur eau

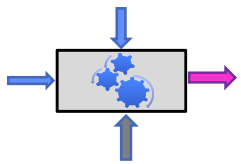


Chassieu
Django Reinhardt
BV urbain industriel
Rés. Sép. pluvial+
BR + BI
Impact nappe prof.

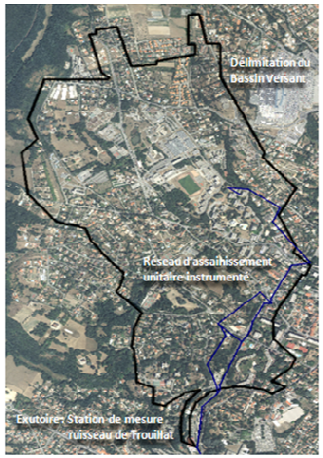
DONNEES DESCRIPTIVES - ECULLY

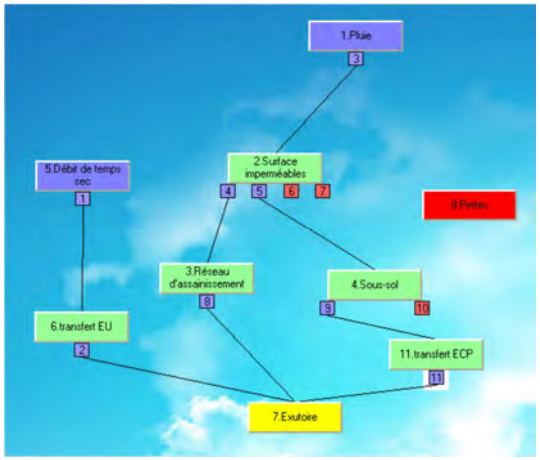


Bassin Versant	Ecully
Type	Urbain moyennement dense
Surface	245 ha
Pente moyenne	2%
Imperméabilisation	45%
Type réseau	Réseau majoritairement unitaire
Pente moyenne	2.7%
Lag-time	15 min
Exutoire	Amont DO



MODELISATION « SIMPLIFIEE » BV



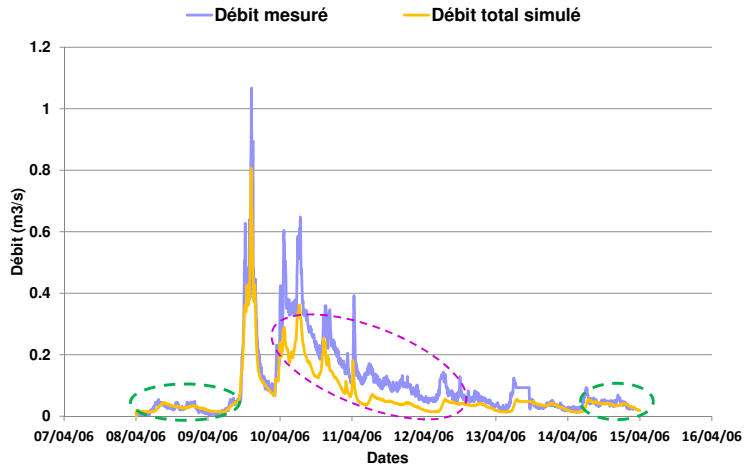


Dorval, 2011

Objectif: Développement et test de la plateforme **HYDROBOX**

INSA deep

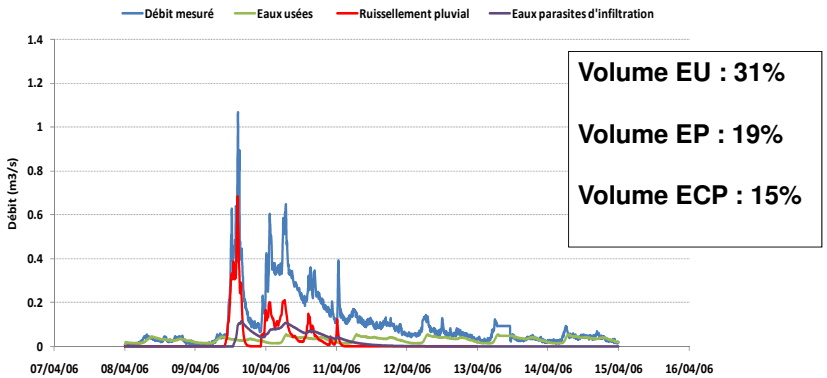
SORTIES: COMPSANTES DEBIT



Dorval, 2011

INSA deep

SORTIES: COMPSANTES DEBIT



Volume EU : 31%

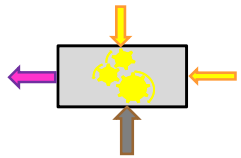
Volume EP : 19%

Volume ECP : 15%

Dorval, 2011

INSA deep

APPLICATION - BV CHASSIEU - OTHU



- **Site industriel : 185 ha**
- **Imperméabilisé à 75%**
- **Réseau séparatif eaux pluviales**

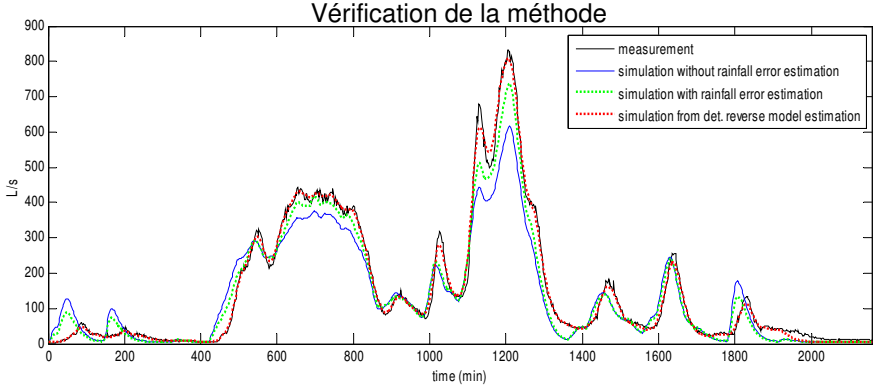
OTHU

INSA deep

VERIFICATION MODELE INVERSE

- **Objectif: Estimation des intensités de pluie**
  - **Entrée = débit mesuré à l'exutoire**
  - **Evaluation des incertitudes sur les intensités de pluie**
  - **Possibilité de combler les données manquantes d'intensités**

Vérification de la méthode



Leonhardt *et al.*, 2014

CONCLUSIONS

- **L'objectif oriente vers le type de modèle à utiliser**
- **Couplage indispensable mesures/modèles**
  - **disposer de données fiables pour améliorer les modèles (calage)**
  - **utiliser la modélisation peut permettre d'améliorer les mesures**
- **Véritable outil d'aide à la décision**
  - **impact stratégie de gestion**
  - **choix des points à équiper, etc.**

http://ged578.pbworks.com/f/1429294946/simulationcollage.jpg

Lancez-vous: Modélisez, Simulez !

Introduction sur les critères & indicateurs d'auto-évaluation des modèles dans le cadre de l'autosurveillance réglementaire

Elodie BRELOT, Laëtitia BACOT, GRAIE

graie groupe de travail régional AUTOSURVEILLANCE DES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT

Critères & indicateurs d'auto-évaluation des modèles

dans le cadre de l'autosurveillance réglementaire des systèmes d'assainissement pour permettre au maître d'ouvrage de juger son modèle

graie groupe de travail régional

L'auto-évaluation des modèles
Travail du GT depuis 2016

- **OBJECTIFS :** proposer une **série d'indicateurs de performances** afin d'évaluer le pouvoir prédictif d'une simulation

  → **permettent ainsi d'évaluer : LA FIDÉLITÉ, LA JUSTESSE et L'EXACTITUDE d'un modèle.**

Illustration sur des mesurages répétés (Jean-Luc Bertrand Krajewski, INSA Lyon DEEP - 2016)

PROPOSITION ET TEST DE PLUSIEURS INDICATEURS

- **des indicateurs généraux** (Biais, RMSE, MSE),
- **des indicateurs normalisés (avec valeurs de référence)** (Nash-Sutcliffe, RSR, RVE),
- **des indicateurs visuels** (Fonction des résiduels, Graphique des valeurs observées en fonction des valeurs simulées)

Critères & indicateurs
d'auto-évaluation des modèles
dans le cadre de l'autosurveillance réglementaire des systèmes d'assainissement pour permettre au maître d'ouvrage de juger son modèle

→ **DOCUMENT DE SYNTHESE DISPONIBLE en MAI**

ILLUSTRATIONS lors des deux prochaines présentations

- **Les erreurs de modélisation et ZOOM sur quelques indicateurs : MSE et Nash-Sutcliffe**
  Santiago SANDOVAL, INSA Lyon DEEP

- **Modélisation d'un réseau d'assainissement Application des critères d'autoévaluation du modèle (Avantages / Difficultés). Exemple d'utilisation du modèle sur Bourg-de-Péage**
  Nicolas DRUT, Veolia Eau ;
  Anne-Laure HERAUD, SAFEGE /SUEZ ;
  Virginie DANIEL, Valence Romans Agglo

Les erreurs de modélisation

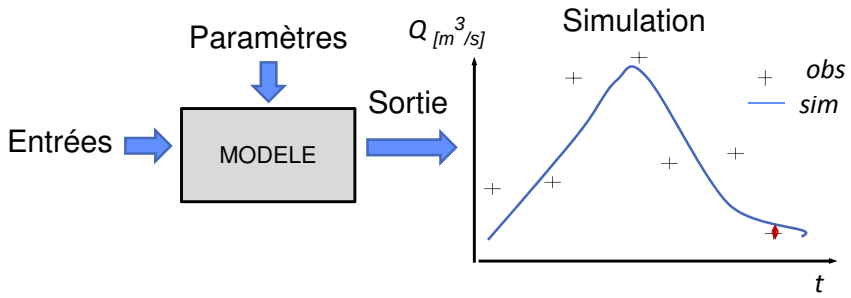
Santiago SANDOVAL, INSA Lyon DEEP

INTRODUCTION

- **Représentation de la réalité par un modèle : elle est fiable? pertinente?**
- **Performances d'un modèle -> indicateurs de performance**
- **Ressemblance entre les obs. et sim. à partir d'une entrée connue -> Modélisation Directe (vérification)**

ERREURS DE MODELISATION

- **MODELISATION DIRECTE (exemple)**



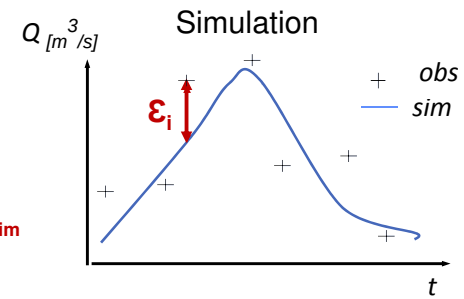
Ces simulations sont-elles crédibles ?

Faire des mesures -> données (Q)

ERREURS DE MODELISATION

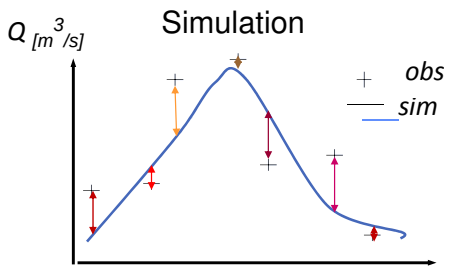
- **MODELISATION DIRECTE (exemple)**

Ecart : $\varepsilon_i = Q(i)_{obs} - Q(i)_{sim}$



ERREURS DE MODELISATION

- **MODELISATION DIRECTE (exemple)**



$+\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4 - \varepsilon_5 + \varepsilon_6 - \varepsilon_7 ... = Vol_{obs} - Vol_{sim}$

$\Delta V = \sum \varepsilon_i$

Si $\Delta V >> 0$ (sous-estimation)

Si $\Delta V << 0$ (surestimation)

ERREURS DE MODELISATION

- **Un ΔV proche de zéro suffisant -> modèle pertinent ?**

$$\Delta V = \sum \varepsilon_i \approx 0$$

Souhaité mais insuffisant… Pour quoi?

$+ \; - \; - \; + \approx 0$ Compensations des erreurs

On prend donc le carré de chaque écart :

$$(+ \varepsilon_1)^2 \; (- \varepsilon_2)^2 \; (+ \varepsilon_3)^2 \; (- \varepsilon_i)^2 \ldots$$

$$MSE = 1/n^* \sum (\varepsilon_i)^2$$

Exple indicateur : Mean Square Error

ERREURS DE MODELISATION

- **MSE proche de zéro suffisant -> modèle pertinent ?**

$MSE = 1/n^* \sum (\varepsilon_i)^2 \approx 0$ En théorie oui

$MSE \approx 0 \Rightarrow \Delta V \approx 0$

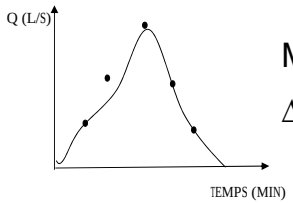
$MSE \approx 0 \not\Leftarrow \Delta V \approx 0$

- **Néanmoins :**

Pour $MSE >> 0$ …
avec ΔV -> sur ou sous-estimation systématique

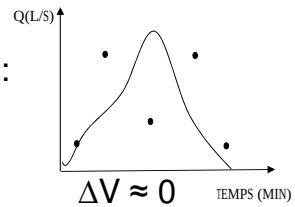
ERREURS DE MODELISATION

- **Quelques exemples :**

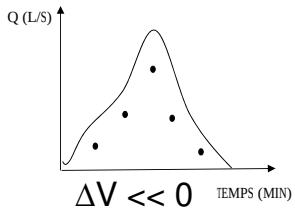


MSE ≈ 0 ->
$\Delta V \approx 0$

MSE >> 0 :



$\Delta V \approx 0$



$\Delta V << 0$
surestimation

ERREURS DE MODELISATION

- **Quelle valeur de MSE ou ΔV est « proche » de zéro?**
- **D'autres Indicateurs relatifs (normalisés) :**

$$Nash = 1 - MSE/Var(Q)$$

Si Nash = 1 parfait
Si Nash > 0,7 satisfaisant
Si Nash < 0,6 non-performant

$$RVE = \Delta V / \sum Q_i$$

$$RVE = (Vol_{obs} - Vol_{sim})/Vol_{obs}$$

Si RVE < 0,2 satisfaisant

CONCLUSIONS

- **INDICATEURS DE PERFORMANCE -> pour avoir une idée de la performance d'un modèle (pas de vérités absolues)**
- **Les indicateurs relatifs (normalisés) restent plus utilises -> valeur de référence**
- **Importance d'utiliser plusieurs indicateurs : (*par exple :* Nash et RVE)**

INSA deep

| Modélisation d'un réseau d'assainissement | Application des critères d'autoévaluation du modèle (Avantages / Difficultés). Exemple d'utilisation du modèle sur Bourg-de-Péage

Nicolas DRUT, Veolia Eau ; Anne-Laure HERAUD, SAFEGE /SUEZ ;
Virginie DANIEL, Valence Romans Agglo

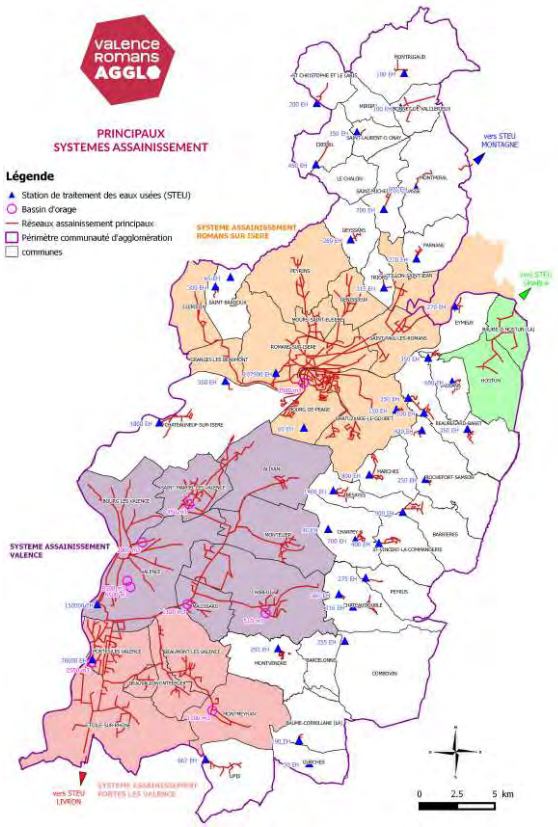
Application des critères d'autoévaluation d'un modèle hydraulique (avantages/difficultés)

Modélisation du réseau sur Bourg de Péage

Sommaire

1. Présentation du territoire
2. Contexte de l'étude
3. Données pour la construction du modèle
4. Construction et calage du modèle
5. Critères d'évaluation
6. Le modèle hydraulique : un outil

Présentation du territoire



Agglo créée le 01/01/2014 avec une fusion de 5 communes supplémentaires le 01/01/2017

220 000 habitants

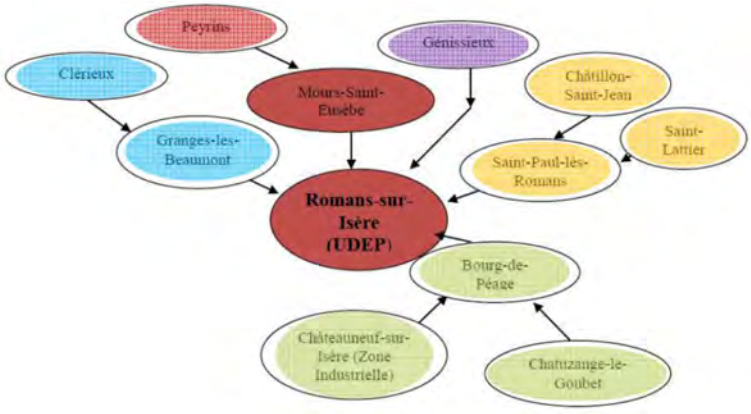
56 communes

40 STEU

3 principaux systèmes d'assainissement

- **Romans : 107 900 EH**
- **Valence : 172 000 EH**
- **Portes les Valence : 76 000 EH**

Contexte de l'étude

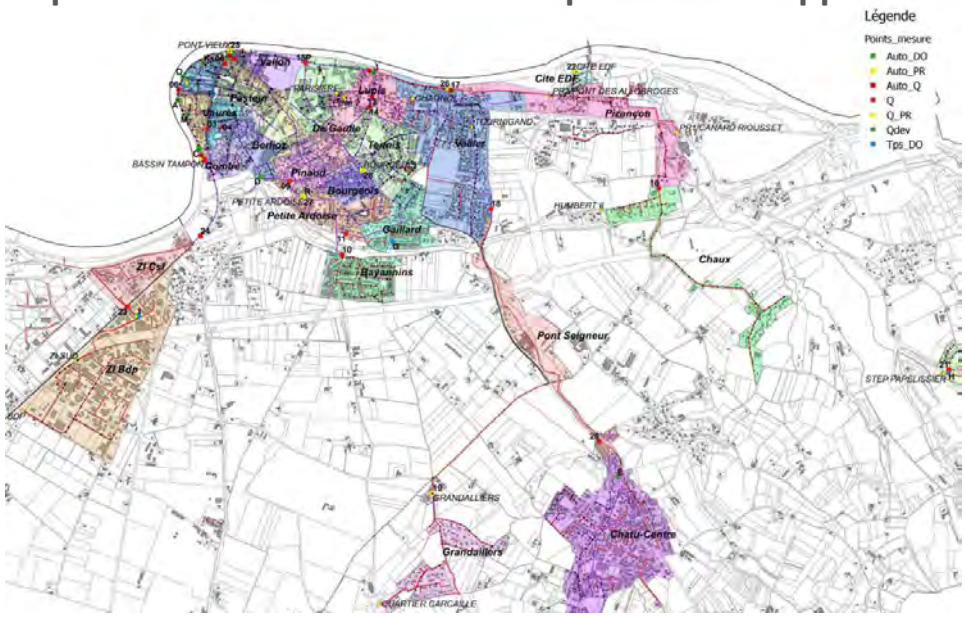


5 sous-systèmes de collecte:

- Granges les Beaumont / Clérieux → gravitaire jusqu'à Romans sur Isère
- Mours St Eusèbe / Peyrins → gravitaire jusqu'à Romans sur Isère
- Génissieux → gravitaire jusqu'à Romans sur Isère
- St Paul les Romans / Châtillon St Jean / St Lattier → gravitaire jusqu'à Romans sur Isère
- Bourg de Péage / Chatuzange le Goubet / Z.I. de Châteauneuf sur Isère → rejoint le système de Romans via refoulement **→ ETUDE**

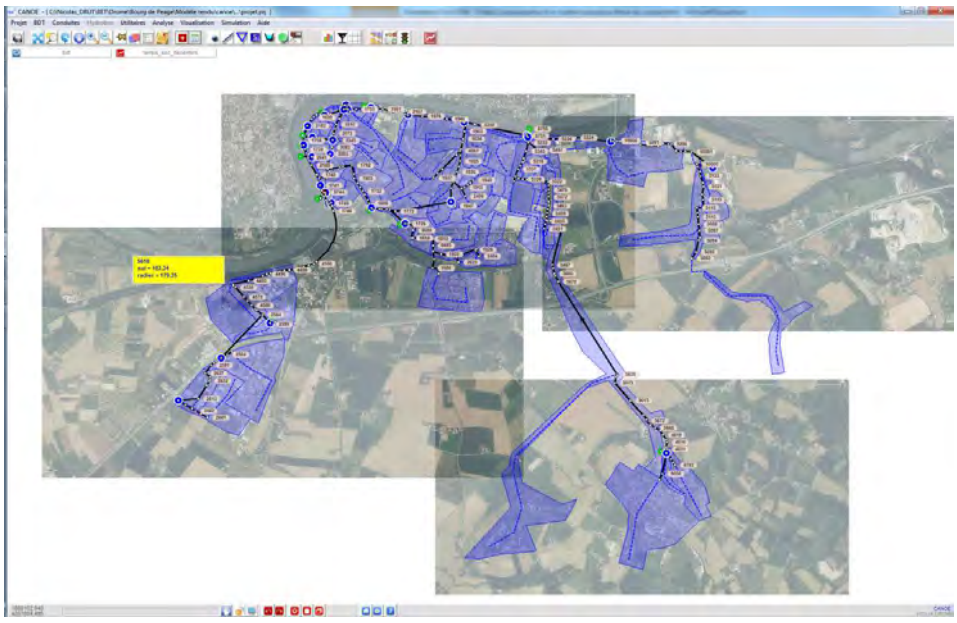
Données pour la construction du modèle

- **Plans des réseaux mis à jour et reconnaissance des ouvrages hydrauliques (DO / PR / bassins)**
- **Mesures de l'autosurveillance issue du diagnostic permanent**
- **Campagne de mesures ponctuelles sur 8 semaines en période de nappe haute :**
  - 22 mesures de débit sur le réseau
  - 12 mesures sur les DO (détection de surverse ou débit déversé)
  - 5 investigations nocturnes



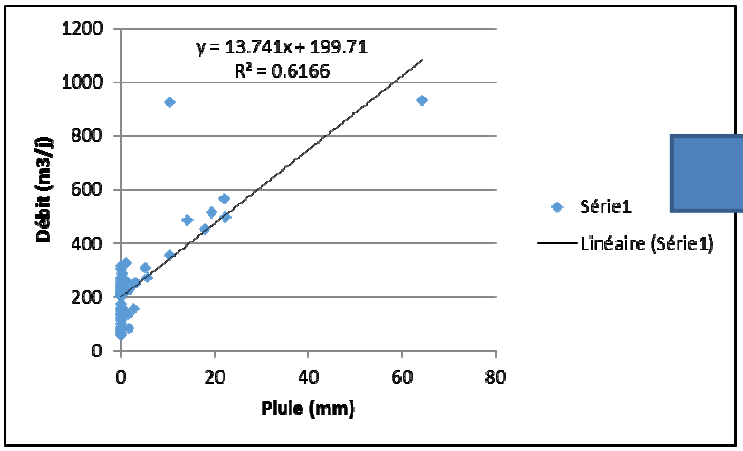
Construction & Calage du modèle

- **358 nœuds**
- **361 tronçons (24km modélisés sur 91 km de réseau Unitaire & Eaux Usées)**
- **51 Sous-BV (Surface médiane 9 ha)**



Construction & Calage du modèle

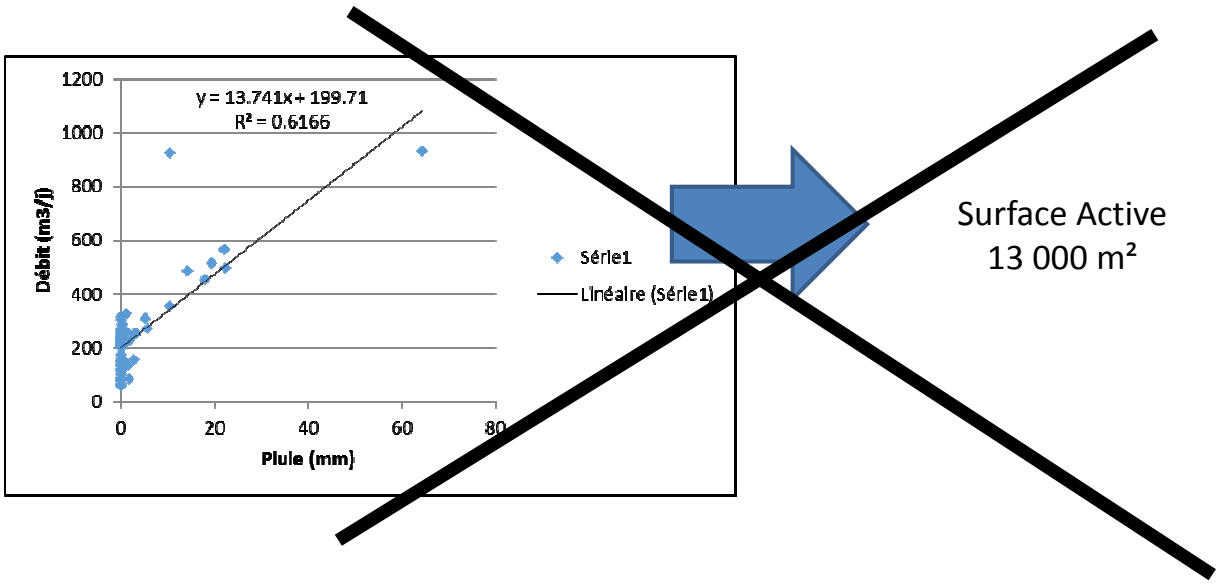
- Méthode traditionnelle



Surface Active
13 000 m²

Construction & Calage du modèle

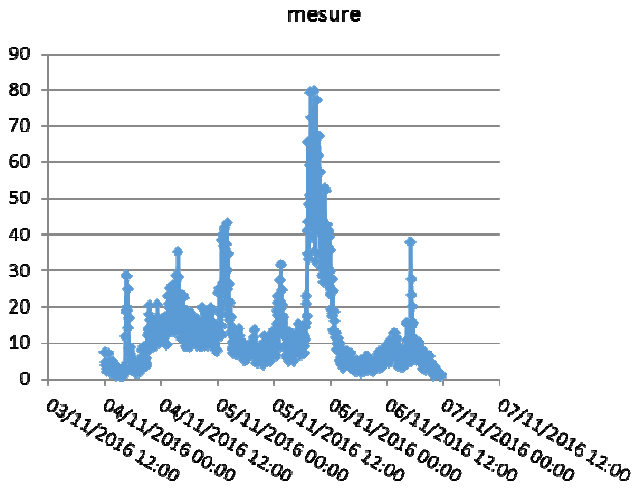
- Méthode traditionnelle



Surface Active
13 000 m²

Construction & Calage du modèle

- **Données campagne de mesure de débit**



VS

Somme = 300 m3/j

240 informations par jour

1 information par jour

Construction & Calage du modèle

- **Evaluation de la gamme de mesure**
  - Avoir un regard critique sur les valeurs de débits mesurés

Hauteur-vitesse

Si hauteur d'eau < 5 cm.

Evaluation de Q min

Loi de Seuil

Est-on dans la norme?

Formule de Kindsvater-Carter (1959) :

$$Q = \frac{2}{3} C_e B_e \sqrt{2g} h_e^{3/2}$$

$$h_e = h + 0{,}001$$

$$B_e = B - 0{,}001$$

$$C_e = 0{,}602 + 0{,}075 \frac{h}{p}$$

limite d'emploi :

$$0{,}03 < h$$

$$0{,}10 < p$$

$$\frac{h}{p} < 2$$

Canal Venturi

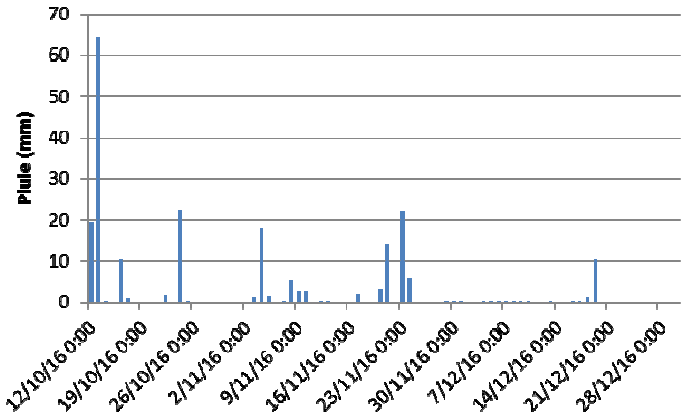
Est-on dans la gamme du constructeur ?

Canal Venturi section exponentielle :

- type I : gamme : 0,06 - 6 l/s / 0,22 - 22 m³/h
- type II : gamme : 0,12 - 12 l/s / 0,43 - 43 m³/h
- type III : gamme : 0,25 - 25 l/s / 0,90 - 90 m³/h
- type IV : gamme : 0,5 - 50 l/s / 1,80 - 180 m³/h
- type V : gamme : 1 - 100 l/s / 3,60 - 360 m³/h
- type VI : gamme : 2 - 200 l/s / 7,20 - 720 m³/h
- type VII : gamme : 4 - 400 l/s / 14,40 - 1440 m³/h

Construction & Calage du modèle

- **Choix des pluies**



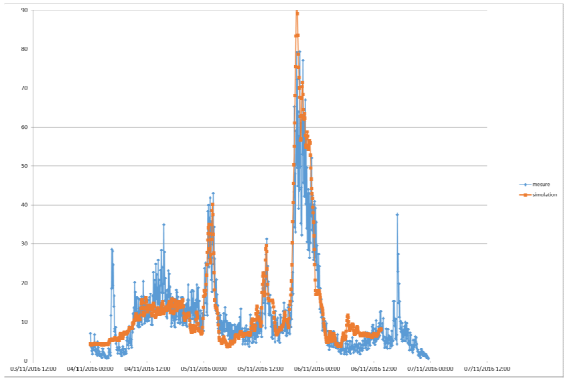
Evénement	Type de pluie
13-14-15/10/2016	3
25/10/2016	2
04-05-06/11/2016	2
09-10/11/2016	1
22/11/2016	2
24 25/11/2016	2
Temps Sec	Semaine
	Weekend

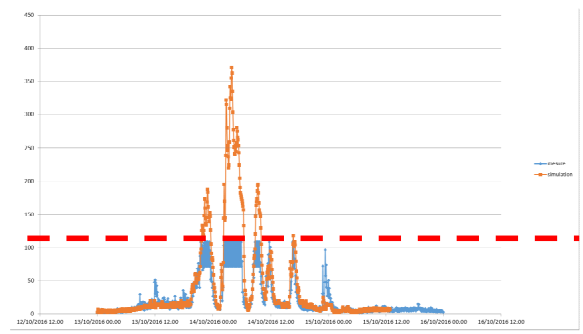
Possibilité sous logiciel de modélisation de faire évoluer les coefficients de ruissellement en fonction de l'intensité de la pluie

Construction & Calage du modèle

- **Calage**

Evénement	Type de pluie
Temps Sec	Semaine
	Weekend
13-14-15/10/2016	3
25/10/2016	2
04-05-06/11/2016	2
09-10/11/2016	1
22/11/2016	2
24 25/11/2016	2

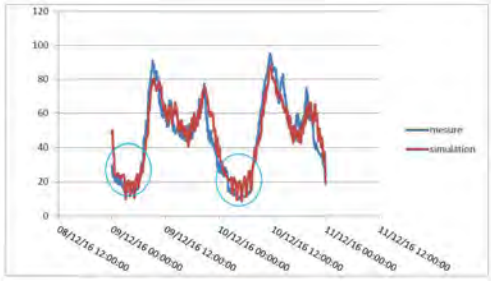




Critères d'évaluation

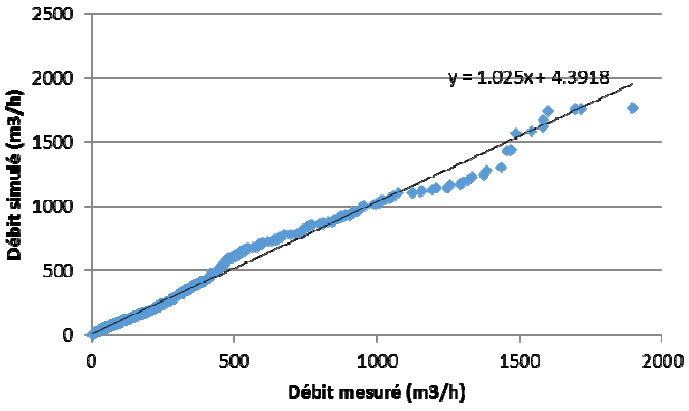
Dispositif de mesure de débit	hauteur/vitesse
Q min	100 m3/h
Remarques	

		Volume			Débit max			Débit					
Evénement	Type de pluie	Observé (m3)	Simulé (m3)	Ecart (%)	Observé (m3/h)	Simulé (m3/h)	Ecart (%)	Moyenne observé (m3/h)	NASH	RMSE (m3/h)	Moyenne des Ecarts de débit (m3/h)	Moyenne des Ecarts / Moyenne Observé	Commentaires
13-14-15/10/2016	3												
25/10/2016	2	4531	5007	10%	1897	1814	4%	189	0.84	135	20	10%	
04-05-06/11/2016	2	6044	6888	14%	1044	1072	3%	126	0.69	79	22	17%	
09-10/11/2016	1	4690	4987	6%	439	534	22%	78	0.54	48	7	9%	
22/11/2016	2	3991	4325	8%	1208	1180	2%	166	0.83	56	13	8%	
24 25/11/2016	2	8888	7425	16%	1696	1300	23%	185	0.87	94	-23	-12%	
Temps sec	Semaine	1095	1162	6%	117	109	6%	46		24	-3	-6%	Les faibles débits nocturnes ne semblent pas être bien retranscris par la sonde de hauteur/vitesse. A savoir que dans le cas d'étude, une hauteur minimale de 65 mm d'eau représente 100 m3/h. Les valeurs inférieures ne sont qu'une extrapolation
	Weekend	1098	1101	0%	100	111	11%	46		22	0	0%	
					Commentaire général			Le dispositif de mesure ne permet pas d'évaluer correctement les débits de moins de 100 m3/h. Les débits nocturnes sont potentiellement mal comptabilisés.					



Critères d'évaluation

- Q/Q plot



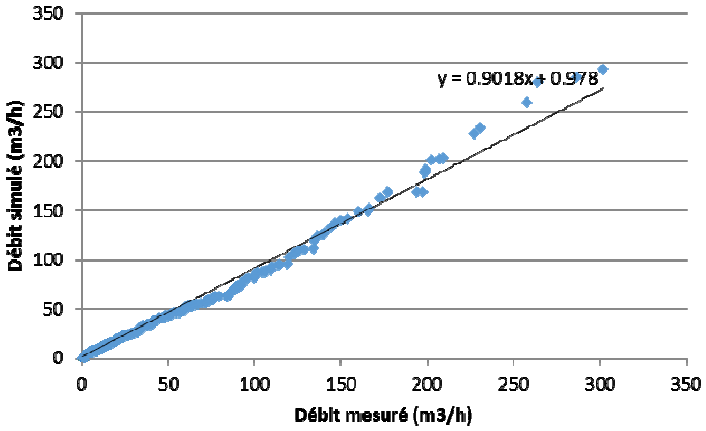
Critères d'évaluation

Dispositif de mesure de débit	Lame rectangulaire
Q max	130 m3/h
Q min	4 m3/h
Remarques	

		Volume			Débit Max			Débit					
Evénement	Type de pluie	Observé (m3)	Simulé (m3)	Ecart (%)	Observé (m3/h)	Simulé (m3/h)	Ecart (%)	Moyenne observé (m3/h)	NASH	RMSE (m3/h)	Moyenne des Ecarts de débit (m3/h)	Moyenne des Ecarts / Moyenne Observé	Commentaires
13-14-15/10/2016	3	1156	966	16%	302	281	7%	20	0.82	55	-4	-17%	Le domaine de validité du dispositif de mesure est dépassé
25/10/2016	2	298	296	1%	264	321	22%	12	0.22	18	0	-4%	
04-05-06/11/2016	2	240	300	25%	65	53	18%	5	-0.30	4	1	20%	
09-10/11/2016	1	235	335	43%	24	28	17%	3	-0.17	3	1	43%	
22/11/2016	2	165	189	15%	90	60	33%	7	0.76	6	1	15%	
24 25/11/2016	2	309	361	17%	114	70	39%	6	0.72	7	1	17%	
Temps sec	Semaine	90	95	5%	10	8	21%	4		1	0	5%	Les débits mesurés par temps sec sont incertains
	Weekend	70	73	4%	8	6	28%	3		1	0	4%	
					Commentaire général			Le NASH médiocre sur les épisodes du 25 oct et du 9 Nov peuvent s'expliquer par la spatialité de la pluie. En ce qui concerne la pluie du 04/05 Nov, une pointe de débit faussant le calcul du NASH est présente dans les mesures mais absentes dans les résultats de simulation. Cela peut être dû à une dérive de la sonde de mesure ou à un manque de représentativité des mesures de pluie					

Critères d'évaluation

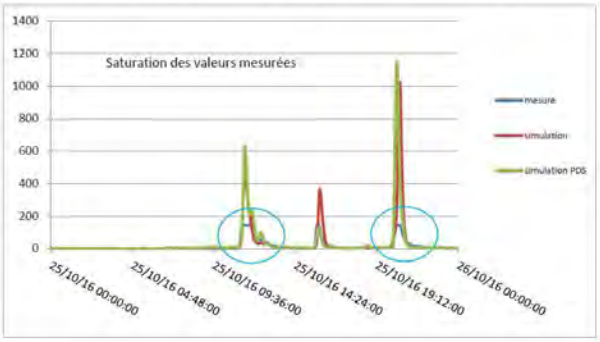
- Q/Q plot



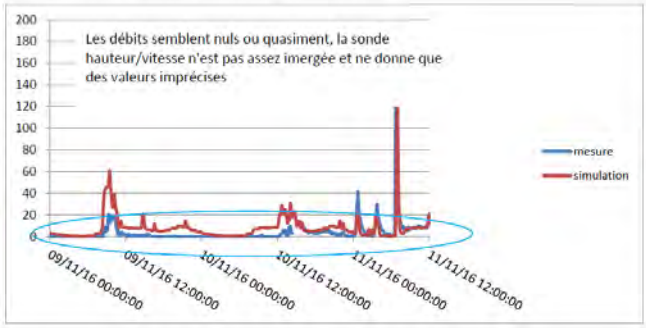
Dispositif de mesure de débit	hauteur/vitesse
Q min	-
Remarques	Pour une hauteur d'eau de 65 mm, il est enregistrer un débit de moins de 5 m3/h. Cela signifie que le débit a été posé à proximité d'une perte de charge.

		Volume			Débit max			Débit					
Evénement	Type de pluie	Observé	Simulé	Ecart (%)	Observé	Simulé	Ecart (%)	Moyenne observé (m3/h)	NASH	RMSE (m3/h)	Moyenne des Ecarts de débit	Moyenne des Ecarts / Moyenne Observé	Commentaires
13-14-15/10/2016	3												
25/10/2016	2	966	735	24%	144	1150	699%	13	0.32	80	12	92%	Les débits mesurés saturent à 144 m3/h
04-05-06/11/2016	2	482	739	53%	144	176	22%	10	0.15	16	5.6	56%	
09-10/11/2016	1	229	482	110%	129	120	7%	3.74	-1.31	12.7	4.1	110%	Valeurs observées douteuses. La sonde de mesure perd la vitesse.
22/11/2016	2	542	463	15%	209	204	2%	22	0.73	20.6	- 2.2	-10%	
24 25/11/2016	2	1100	794	28%	298	247	17%	30.6	0.67	20	- 5.7	-19%	
Temps sec	Semaine	N.C	125		7.92	9.72	23%						Les mesures étant effectuées avec une sonde hauteur/vitesse, les faibles débits sont difficilement quantifiables.
	Weekend	N.C	112		8.28	10.08	22%						
							Commentaire général	Même si le bilan présenté ici ne semble pas indiquer un calage optimum, cela est en partie dû à la mesure de débit et/ou aux mesures de pluie. Le mieux serait ici de refaire des mesures en amont du bassin 5. Cette difficulté d'estimer les surfaces actives est présente dans le rapport de Suez Consulting qui indique une surface active comprise entre 2,5 et 6 ha.					

Pluie du 25 octobre 2016 avec le pluviomètre de la STEP de Romans et du Pont des Seigneurs

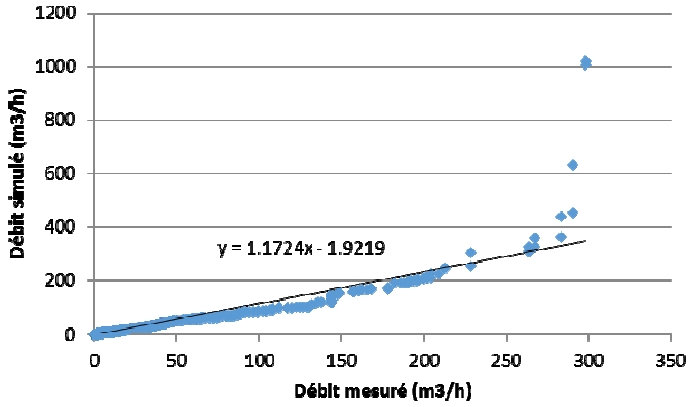


Pluie du 9, 10 et 11 Novembre 2016 avec le pluviomètre PDS



Critères d'évaluation

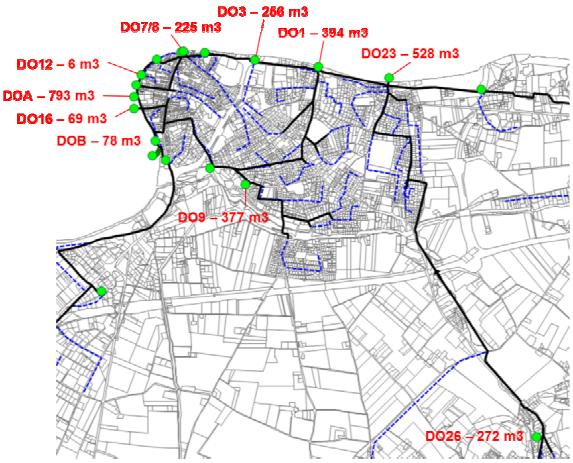
- Q/Q plot



Le modèle hydraulique : un outil

- **Connaitre la réaction du réseau pour une pluie de projet d'occurrence mensuelle, ou, si possible une pluie réelle et locale**

→ **Avoir une connaissance des rejets et leur impact sur des milieux récepteurs sensibles, également pour des ouvrages non autosurveillés**



- **Donner un premier dimensionnement des ouvrages de rétention**

graie
Autosurveillance des réseaux d'assainissement
13e JOURNÉE RÉGIONALE
Jeudi 5 avril 2018 / Lyon-Villeurbanne

Le modèle hydraulique : un outil

- **Utiliser une chronique pluies réelles sur 5 ans mesurées à Romans**

→ **Affiner les aménagements nécessaires**

→ Ouvrages de rétention

→ Déconnexion de surfaces actives

→ **Etudier la conformité du réseau par temps de pluie vis-à-vis d'un des critères de l'arrêté du 21 juillet 2015**

Critère 1° : les rejets par temps de pluie représentent moins de 5% du volume annuel d'eaux usées produit par l'agglomération

Volume (m3)	2012	2013	2014	2015	2016	Global
Déversements						
DO A	38 268	45 547	55 075	38 805	20 014	197 709
DO B	4 582	5 623	7 542	4 676	2 936	25 359
DO 22	66	273	607	147	0	1 093
DO 23	15 361	18 107	22 989	15 686	10 110	82 253
Entrée bassin tampon	899 719	909 231	945 954	857 705	855 084	4 467 694
Calcul du critère (%)	**6.1**	**7.1**	**8.4**	**6.5**	**3.7**	**6.4**

Critère 3° : moins de 20 jours de déversements par an par déversoirs d'orage soumis à surveillance (supérieure à 2000 EH) en moyenne quinquennale

Nombre de déversements	2012	2013	2014	2015	2016	Moyenne sur 5 ans
DO A	21	25	28	18	11	**21**
DO B	14	19	20	13	7	**15**
DO 22	1	3	4	1	0	**2**
DO 23	42	50	50	29	31	**40**

→ **Calculer le débit de référence prenant en compte les hypothèses d'urbanisation future et les travaux proposés**

Bilan

- **Avantages**

Critères simple à comprendre.

Permet d'alerter sur la cohérence valeurs mesurées/simulées.

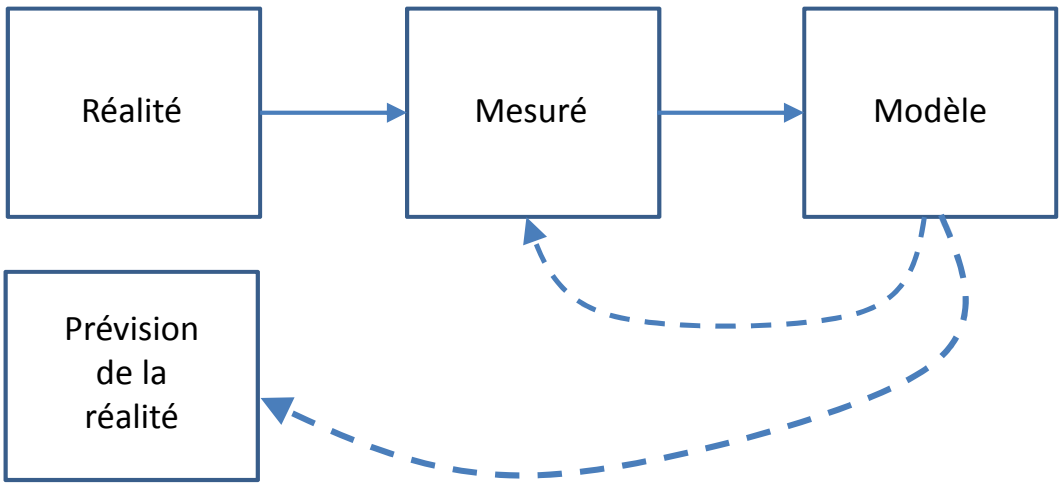
Permet de critiquer le modèle ou d'avoir « confiance ».

- **Difficultés**

Demande une analyse fine de chaque hydrogramme et chaque point de mesure.

Limite de la modélisation

- Un modèle est créé pour un objectif



- Ne permet pas de prédire les débits observés (obstruction réseau causant un déversement…).

➡ **Couple métrologie/modélisation important**

| Retour expérience Métropole de Lyon | Quand la modélisation et la mesure s'associent au service du diagnostic permanent !

Samuel LACAILLE et Ronan PHILIPPE,
Métropole de Lyon, Direction de l'eau

Quand la modélisation et la mesure s'associent au service du diagnostic permanent.

la métropole GRANDLYON

Direction Eau & Déchets – La Métropole Grand Lyon

Ronan PHILIPPE - Resp Unité études générales et modélisation

Samuel LACAILLE – Resp Pôle Flux

La Métropole de Lyon

1 333 032 Habitants

59 Communes

533,7 km2

475 257 m³ d'eau traités par jour.

12 stations de traitement des eaux usées.

441 déversoirs d'orage.

3250 km réseaux assainissement.

120 dessableurs.

Métrologie & modélisation

Pour les mesures

Points caractéristiques (PR & collecteurs)

59 équipés

DO A1 <2000 éq.H.

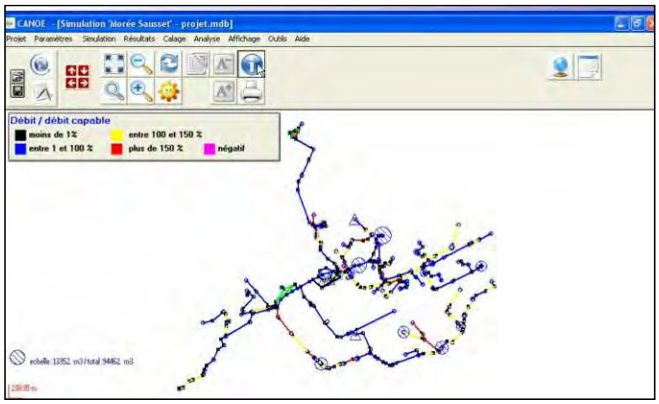
3 équipés sur 217 points

DO A1 > 2000 éq.H.

38 équipés sur 224 points
(+23 Communes extérieurs)

Pour les modèles

- 11 systèmes modélisés sur 12 ;
- 5220 nœuds modélisés ;
- 851 bassins versants ;
- 279 DO



la métropole GRANDLYON

Le diagnostic permanent

Connaître et évaluer en continu l'état structurel, le fonctionnement et la performance de nos SA.

Exploiter l'ensemble de nos données et nos informations à des fins de gestion patrimoniale, de programmation des investissements et de protection des milieux naturels

En cours de structuration.

la métropole GRANDLYON

Le diagnostic permanent

Diagnostic permanent :

Évaluation de l'état structurel et du fonctionnement de nos systèmes d'assainissement.

Des mesures de surveillance.....

Autosurveillance réglementaire.
Arr. 21/7/15
38 stations + Données de débit des PR.

Mesures volontaires.
- *Modélisation*
- *Pluviométrie*
- *Suivi qualité (ZI, H2S…)*
- *Suivis chantiers.*

24 stations et 31 pluviomètres

Suivi des milieux naturels.
Rhône, Saône, Yzeron.
H d'eau dans Vigilance.

Suivi tous les 4 ans de la qualité des ruisseaux amont et aval des S.A

Données autosurv des industriels.

Données rejets de pompage à la nappe.

Diagnostics, enquêtes terrain, ITV

… et une exploitation par :

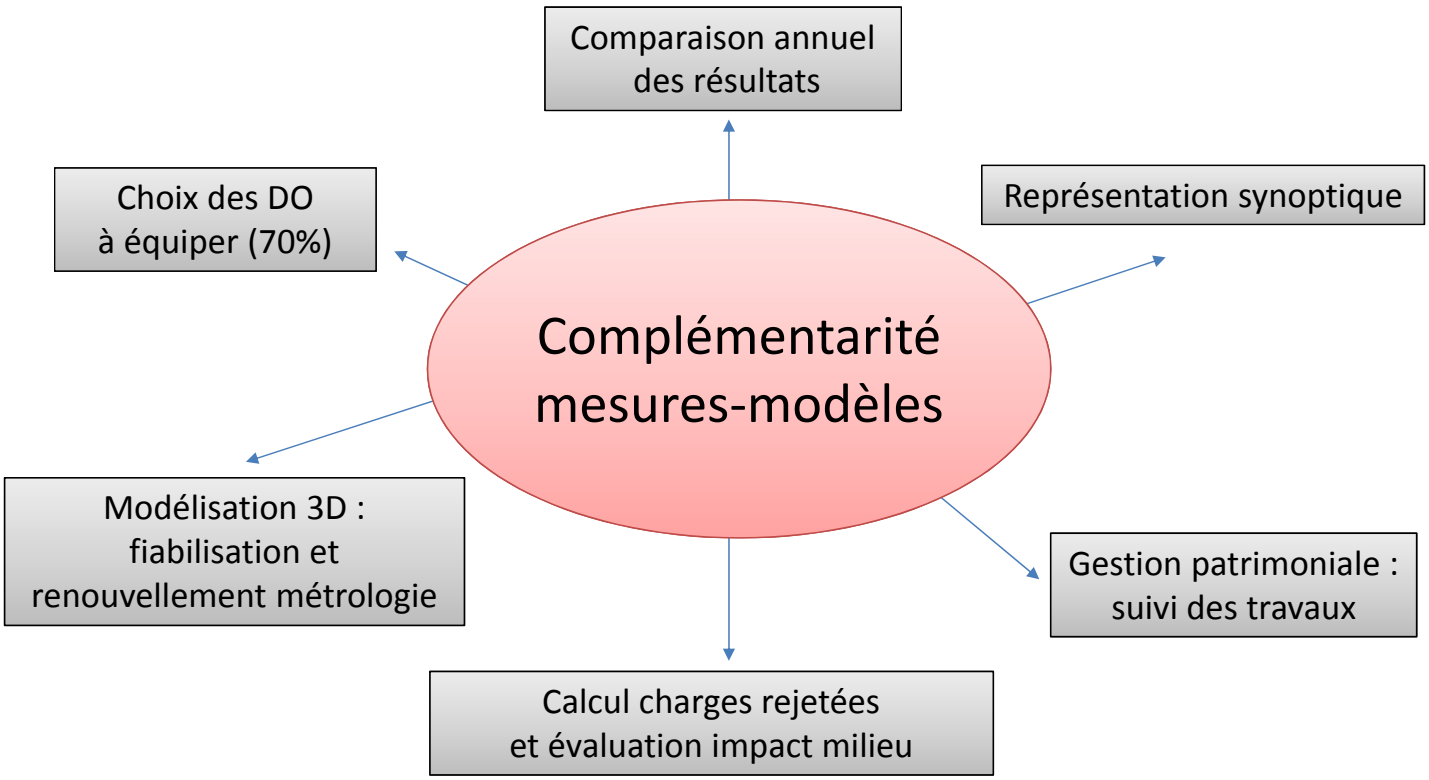
Outil supervision et indicateurs

Études, modélisation

Actualisation du SIG

….

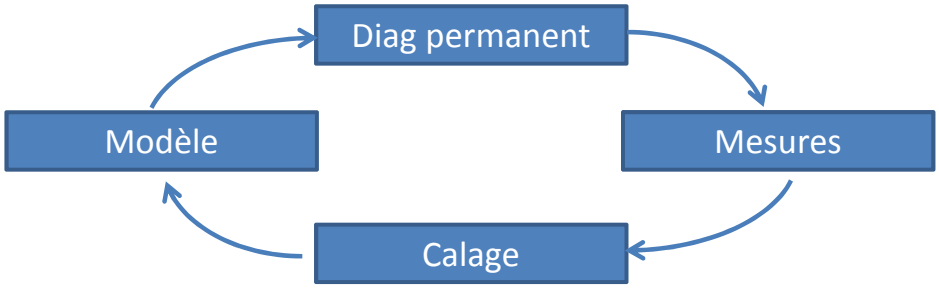
Métrologie & modélisation



Volet réglementaire : Modélisation & Mesures

- C'est par la modélisation que sont identifiés des DO représentant au moins 70 % des volumes déversés et devant être mesurés
- Comparaison annuel des résultats au droit des DO entre mesures et simulations
- Estimation des flux pour les DO de plus de 600 kg/j et déversant plus de 10 jours par an.

la métropole GRANDLYON

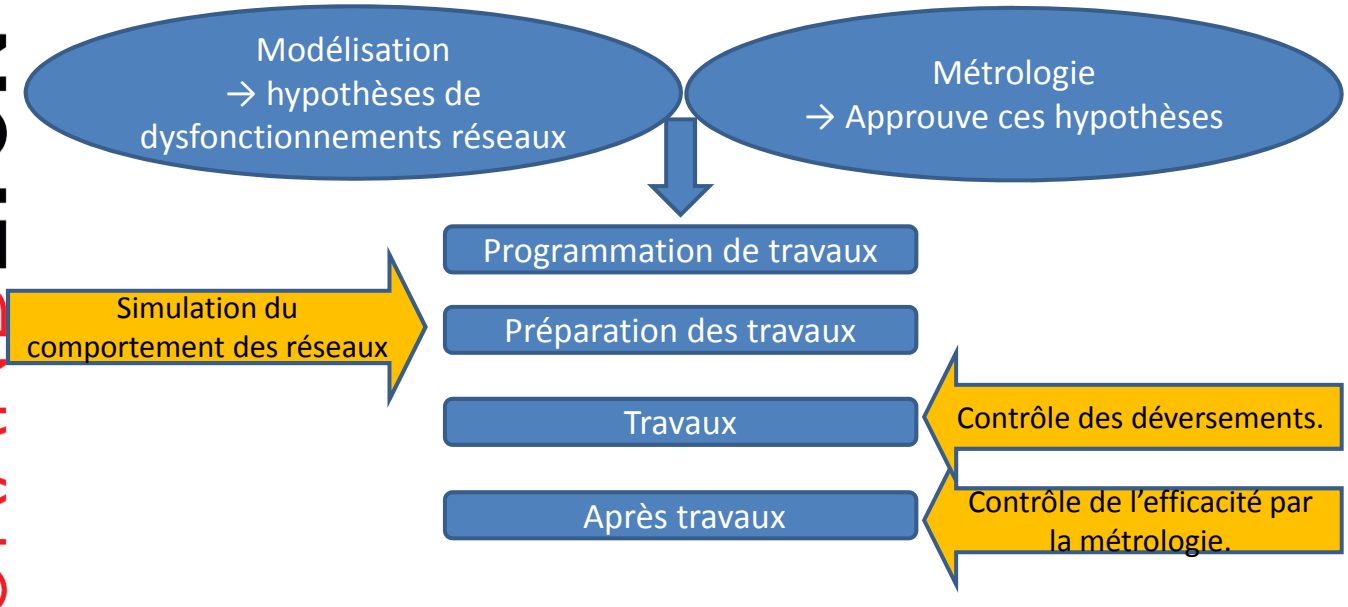


Logique d'amélioration en continue par un processus itératif entre amélioration du calage du modèle grâce à la métrologie d'une part et d'autre part l'utilisation de la modélisation pour le positionnement optimal de nos stations de mesures en continue dans le cadre de l'autosurveillance.

Impact lors des chantiers :

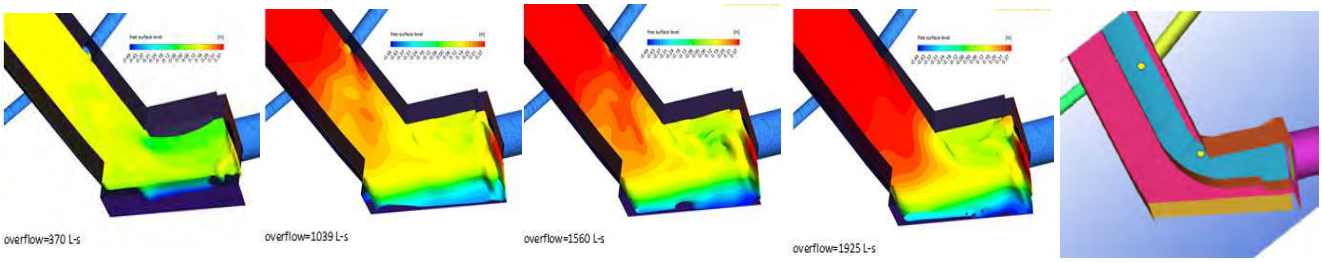
Les mesures associées aux études modélisation contribuent à la mise en place d'une stratégie de gestion patrimoniale : suivi avant, pendant et après les travaux de renouvellement des réseaux

la métropole GRANDLYON



Fiabilisation des mesures

- **Installation de stations métro**
  - Chaque donnée contribue au diagnostic de nos réseaux et à émettre des hypothèses de travail. → Importance de la fiabilité de la mesure. *Pas simple partout.*
  - Apport de la modélisation 3D (ZI03, DO236) via l'INSA pour localiser les points d'installation les plus judicieux et l'obtention d'une loi Hauteur-débit (et renouvellement du parc existant).



  - Projet : utilisation de la vidéo et installation de caméra.

la métropole GRANDLYON

Surveillance de l'incidence des rejets

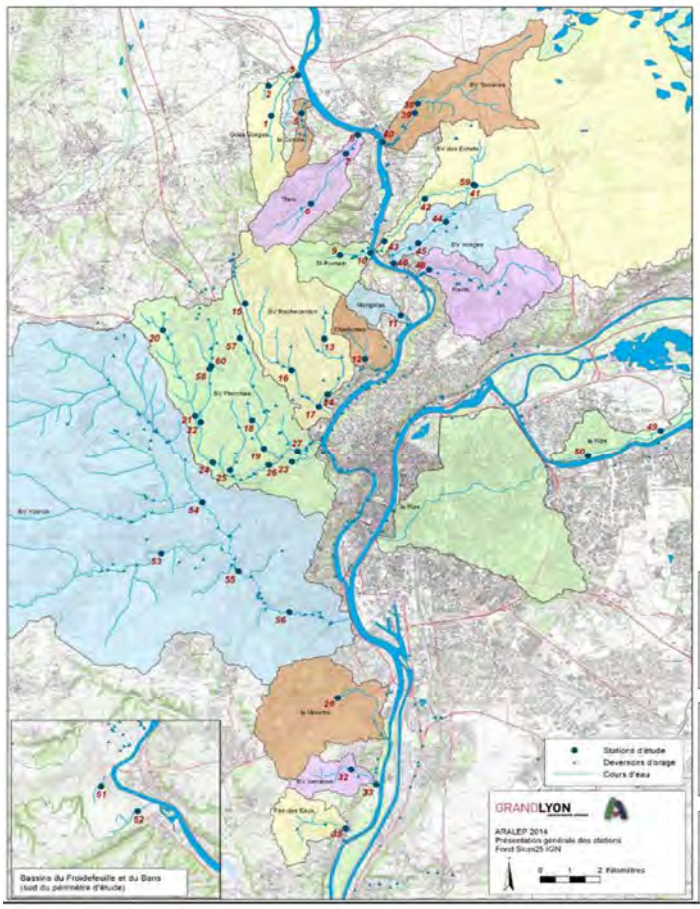
- Impact milieux des rejets de nos systèmes d'assainissement sur la base des débits mesurés et/ou estimés par la modélisation

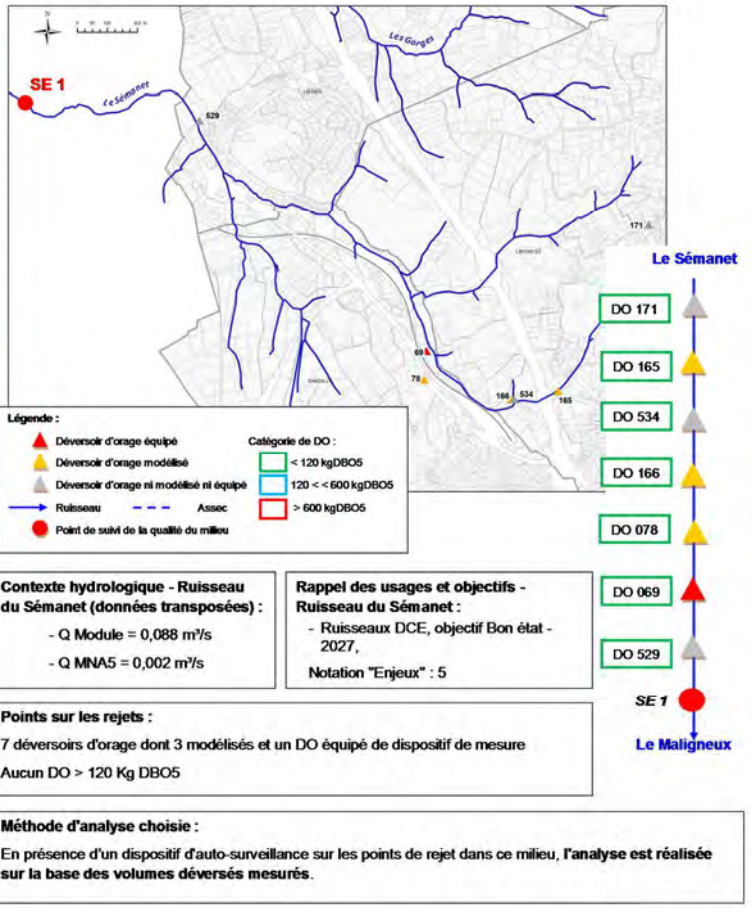
- Organisation actuelle : bilan tous les 5 ans avec exploitation des données sur chaque BV
  - Autosurveillance des volumes rejetés et déversés
  - Réseau de suivi de la qualité des ruisseaux GL : 56 stations sur 20 BV – Rythme annuel (6), biannuel (6) et quadriennal (8)
  - Réseau de mesure SIERM sur le Rhône la Saône amont et aval de l'agglomération
  - Remontées terrain : exploitants, usagers de l'eau et riverain

Étude d'impact théorique sur la qualité physico-chimique par le calcul de déclassement du milieu et du débit limite admissible (avant déclassement)

la métropole GRANDLYON

A.1.1.1 -





Contexte hydrologique - Ruisseau du Sémanet (données transposées) :
- Q Module = 0,088 m³/s
- Q MNA5 = 0,002 m³/s

Rappel des usages et objectifs - Ruisseau du Sémanet :
- Ruisseaux DCE, objectif Bon état - 2027,

Notation "Enjeux" : 5

Points sur les rejets :
7 déversoirs d'orage dont 3 modélisés et un DO équipé de dispositif de mesure
Aucun DO > 120 Kg DBO5

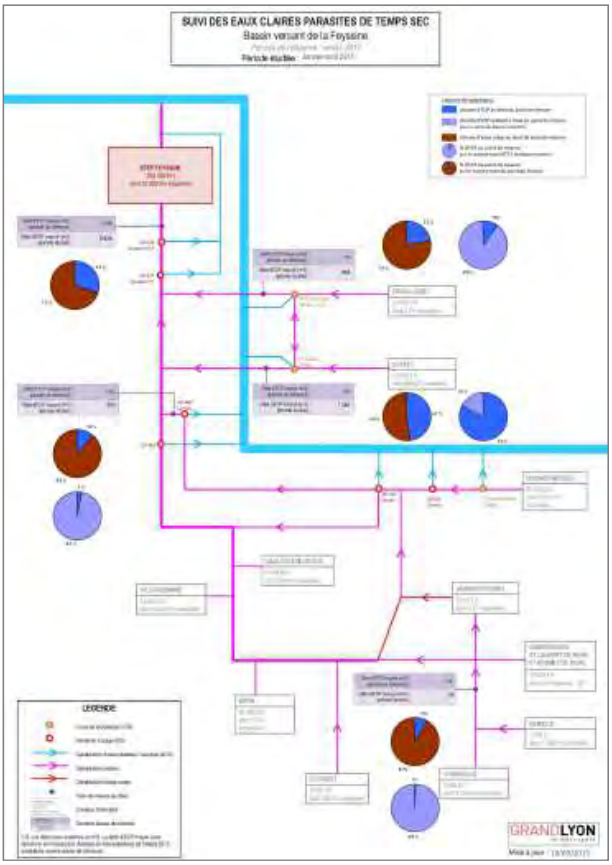
Méthode d'analyse choisie :
En présence d'un dispositif d'auto-surveillance sur les points de rejet dans ce milieu, **l'analyse est réalisée sur la base des volumes déversés mesurés.**

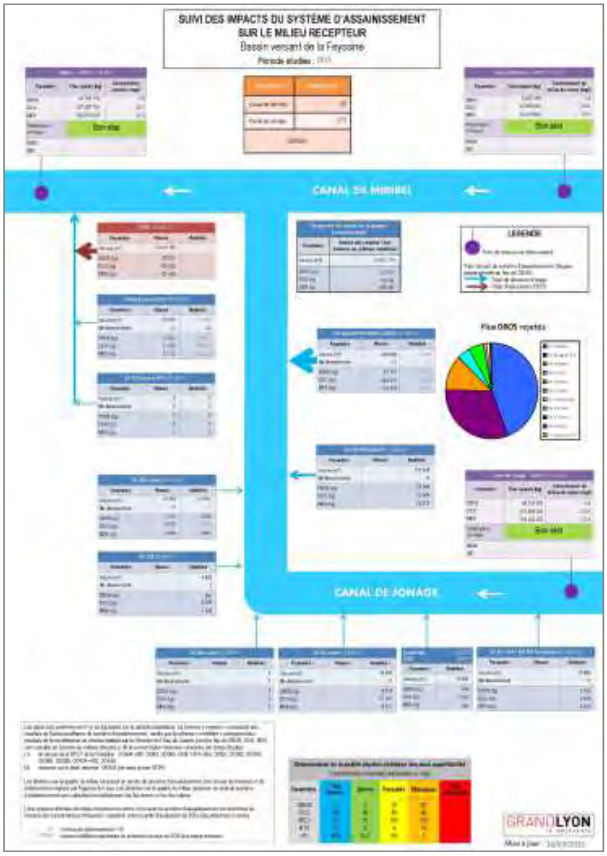
Représentation synoptique

- **Objectifs**
  - Mieux comprendre le fonctionnement en temps réel des systèmes d'assainissement
  - Analyser facilement et rapidement les résultats d'autosurveillance et l'impact des systèmes sur le milieu naturel
- **Mise en forme graphique**
  - Construction d'un « fond de plan » schématique du réseau décliné par thème
  - Traitement des données (mesures & modèles) : comparaison à une année référence
- **Perspectives**
  - Automatisation du traitement
  - Intégration des synoptiques dans les outils d'AS de la Métropole

Représentation synoptique

Les synoptiques finalisés : Interprétation des données d'autosurveillance





ZOOM étude exploratoire | MADS | Maitriser et Anticiper la formation d'H_2S dans les réseaux

Jean-Michel Monier, Olivier Sibourg, ENOVEO
Philippe Jolivet, HYDREKA

ZOOM étude exploratoire

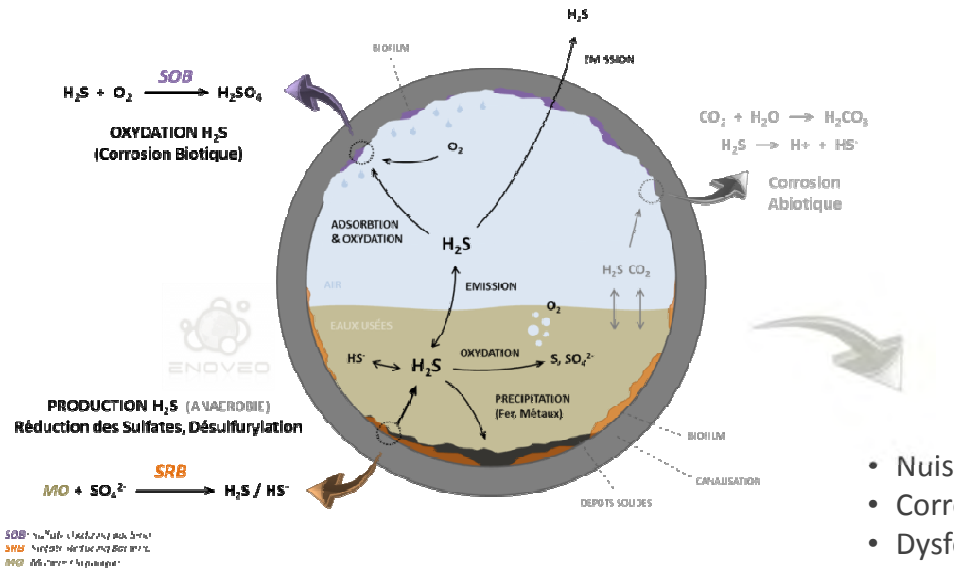
MADS | Maitriser et anticiper la formation d'H_2S dans les réseaux

Jean-Michel **Monier** & Olivier **Sibourg** | ENOVEO
Philippe **Jolivet** | HYDREKA

GRANDLYON la métropole · ENOVEO · HYDREKA www.hydreka.com A HALMA COMPANY · AXELERA catalyseur de croissance durable · INNOVIR Le booster des éco-innovations en Rhône-Alpes

Contexte | hydrogène sulfuré dans les réseaux d'assainissement

- H_2S : problématique environnementale, sociale et économique majeure.
- Production d'origine microbienne.
- Influence des paramètres physico-chimiques et hydrauliques.



- Nuisances olfactives
- Corrosion des réseaux
- Dysfonctionnement des STEU
- Danger pour la santé humaine

Objectifs du projet MADS

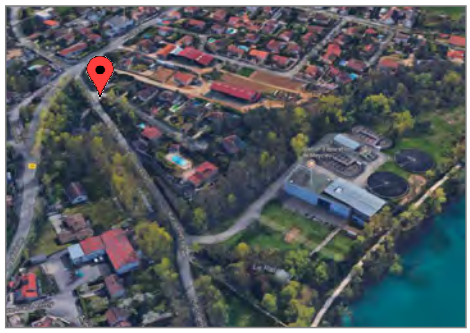
Maitriser, Anticiper et Détecter la formation du Sulfure d'Hydrogène dans les réseaux urbains

- **Phase I** : Déploiement capteurs et suivi de différents paramètres en continu
  - ➔ *Identification des paramètres pertinents (indicateurs)*
  - ➔ *Elaboration de modèles descriptif et prédictif*

- **Phase II** : Approfondissement des mesures réalisées sur les paramètres sélectionnés et développement d'une solution de mesure
  - ➔ *Prototype de solution de mesure multiparamétrique en ligne*
  - ➔ *Validation sur autres sites*
  - ➔ *Outil de mesure et de détection des risques de formation d'H_2S*

Site de l'étude

- Jonage (69)
- Amont direct station de traitement (18k EH)
- Effluent mixte : domestique et industriel (ZI Meyzieux)
- Présence d'H_2S (réseau et station)



- 11 paramètres en continu

Débit	pH
Hauteur	Redox
Vitesse	Conductivité
T air	O_2
T eau	DBO_5
H_2S air	

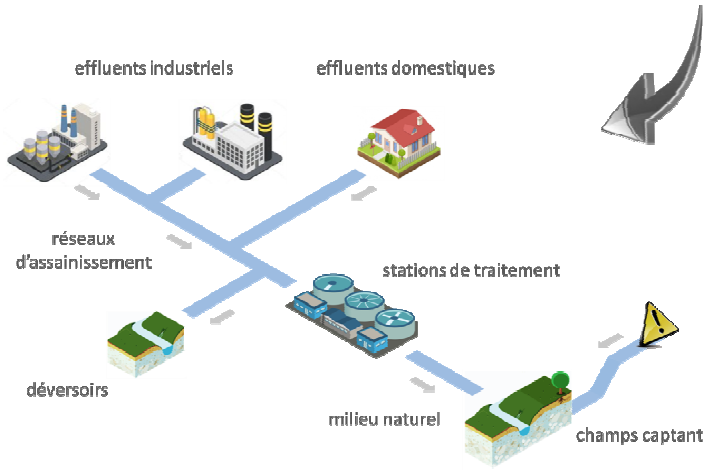
- 288 mesures / jour (5 min)
- Mars 2015 à aujourd'hui
- 250 k mesures / capteur

Approche multiparamétrique | Suivi en continu

	H_2S (ppm)	T air (°C)	T eau (°C)	Débit (m3/h)	Hauteur (mm)	Vitesse (m/s)	pH	Redox (mV)	Cond. (µS/cm)	O_2 (mg/l)	DBO5 (mgO_2/l)
Min	0	5.6	7.5	8.5	70	0.06	3.0	-465	2	0.0	37
Max	92	41.3	28.5	5546.6	1049	1.80	10.6	166	13334	15.4	559
Médiane	0	17.5	18.8	109.0	177	0.50	7.7	-224	1537	0.0	247
N	231 022	248 430	204 051	246 697	249 077	246 697	175 440	166 870	174 841	115 857	60 887

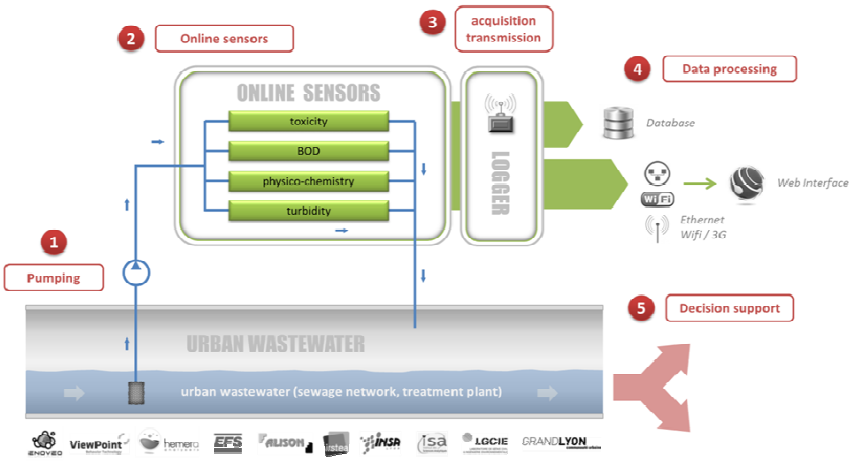
Période : Mars 2015 à Septembre 2017

- toxicité dans les réseaux et stations
- surveillance des champs captant
- charge organique des rejets
- optimisation des procédés
- détection et prédiction du risque H_2S



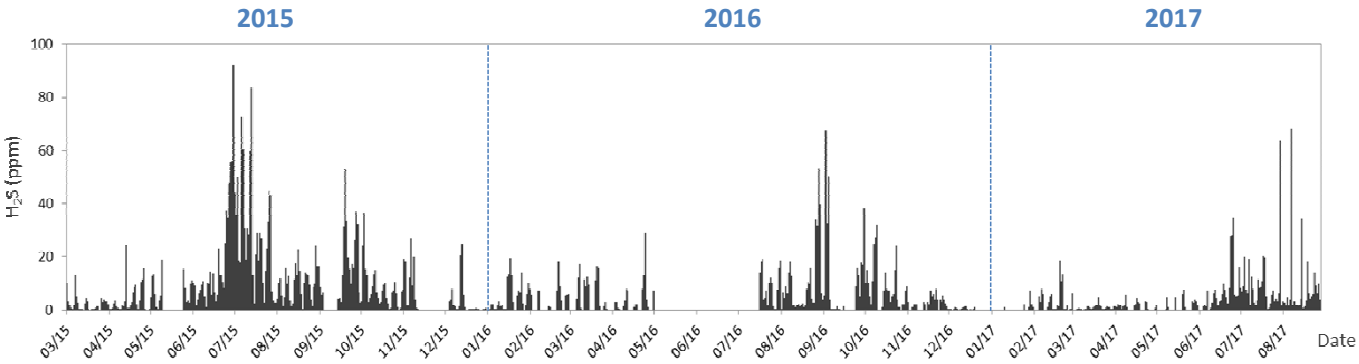
Smile

Chaîne métrologique multi-paramètres pour l'évaluation de la qualité des eaux urbaines

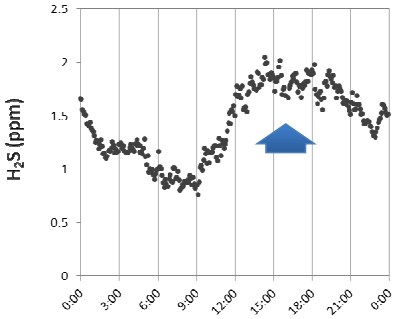


- Partenaires | 5 PME, 3 laboratoires de recherche & collectivités locales
- Paramètres | ammonium, nitrates, nitrites, phosphates, hydrocarbures, métaux, H_2S, DBO_5, turbidité, toxicité…
- Milieux cibles | déversoirs d'orage, bassins de rétention, stations d'épuration
- Soutien | DGE La Région Auvergne-Rhône-Alpes GRANDLYON bpifrance

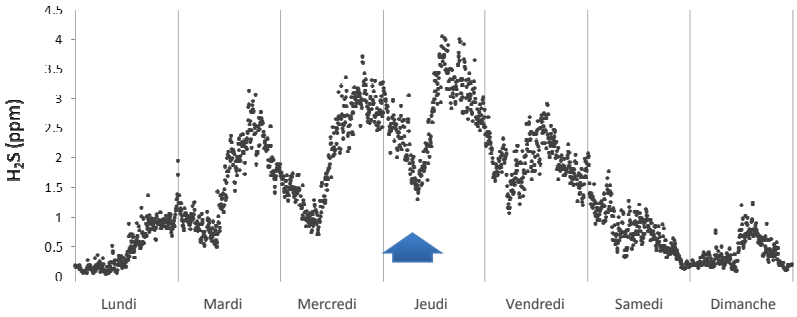
H_2S | production et périodicité



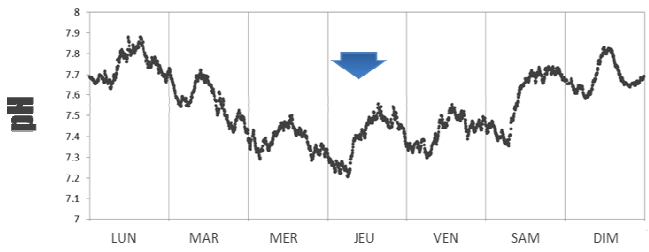
Jour

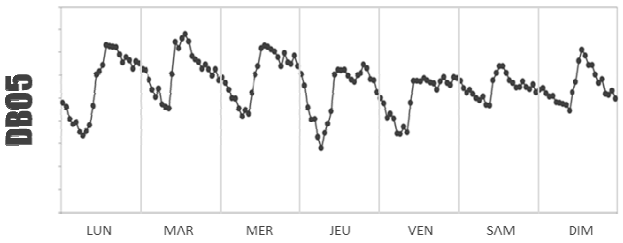


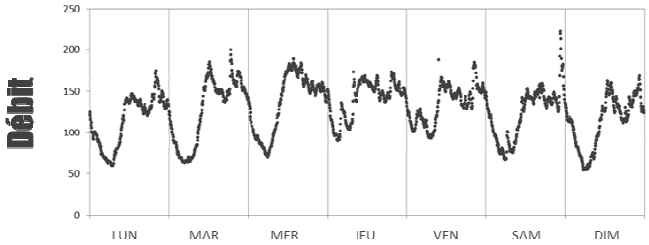
Semaine

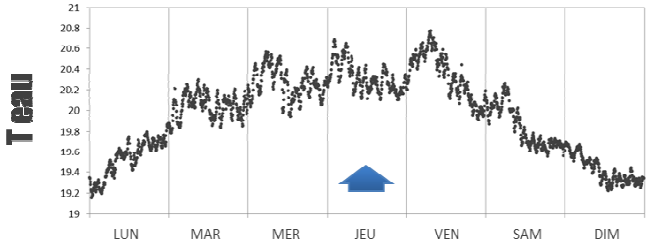


Evaluation de la périodicité des autres paramètres



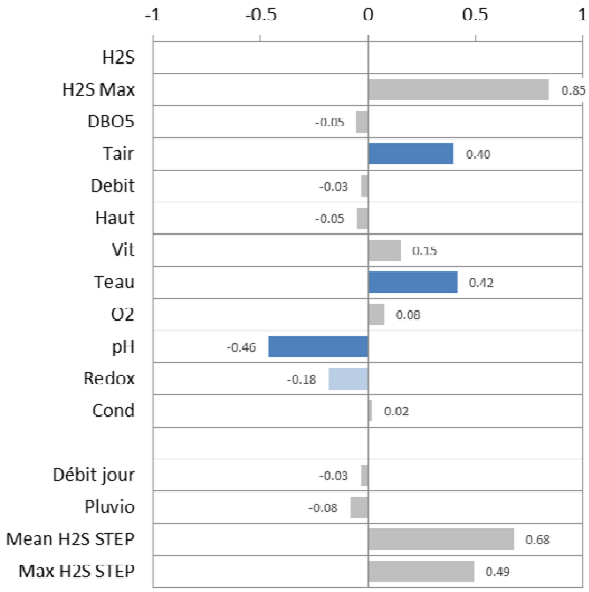






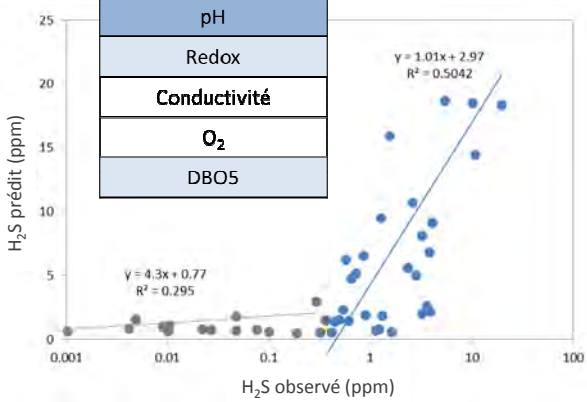
Corrélation entre production d'H_2S et autres paramètres

Coefficient de corrélation
(H_2S *vs*)



Identification des paramètres pertinents et modèle descriptif

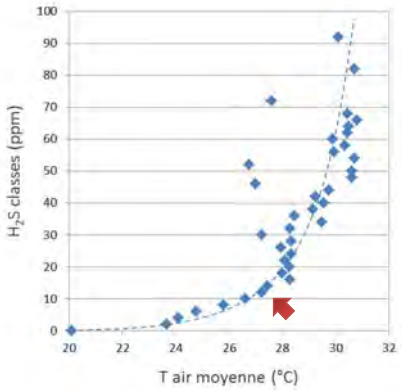
Paramètre
Débit
Hauteur
Vitesse
T air
T eau
pH
Redox
Conductivité
O_2
DBO5

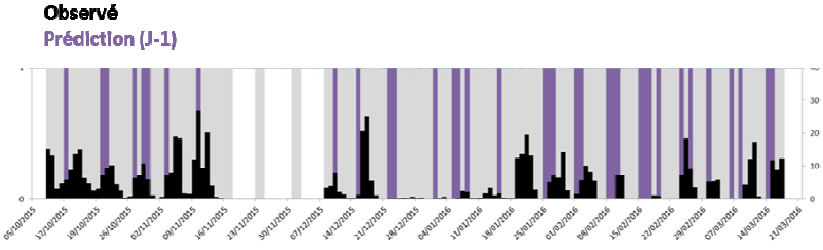


Vers un modèle prédictif et indice opérationnel

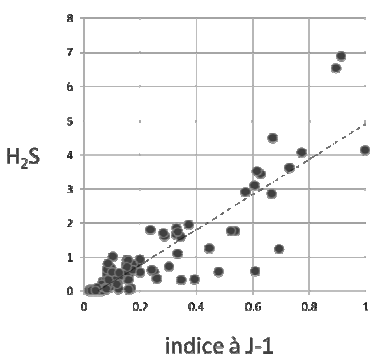
- Objectif : Prédiction de la formation d'H_2S à J-1
- Paramètres (3 sondes) : T, pH, redox, charge, vitesse, charge
- Jeu simplifié de données
- Intégration de valeurs seuils et variations relatives de signal

1	pH
	Redox
	T eau
2	Vitesse
	Débit
3	Charge



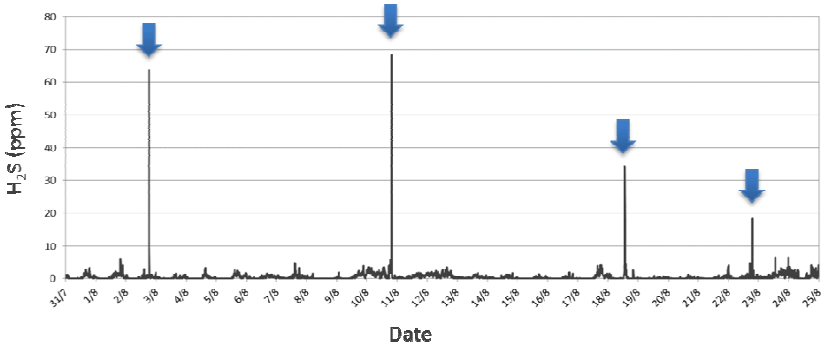


- Vers un indice opérationnel :



Surveillance en ligne et protection du personnel

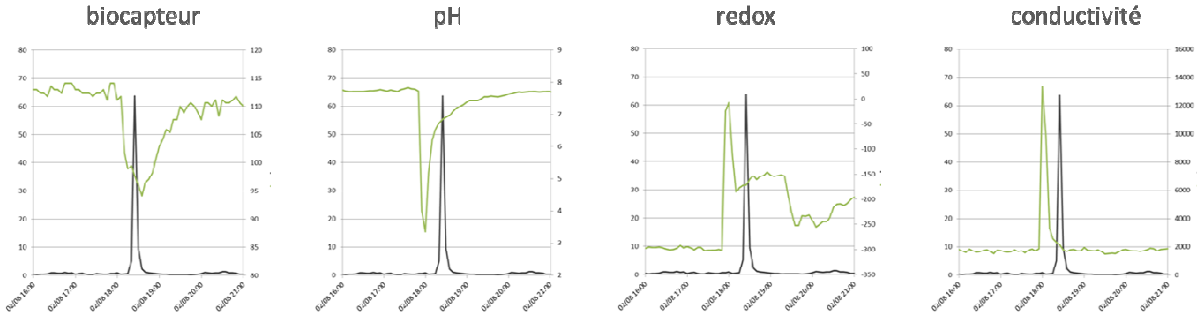
Origine des pics d'H_2S non prédits ? Anticipation possible ?



Perturbation

- Prédiction : non
- Détection : oui
- Date ✓
- Heure ✓
- Nature ✓
- Risque ✓
- Alerte (40 min) ✓

Réponse des différents capteurs



Conclusions

- Pertinence de la métrologie en ligne et d'une approche multiparamétrique
- Ex : Programmation des interventions, mise en place de traitement ciblée

Anticipation de la formation d'H_2S

- Pertinence des alertes (N faux positifs et négatifs)
- Consolidation de l'approche sur autres sites
- Conversion en indice opérationnel

⇨ **Fournir une solution pour la prédiction du risque H_2S**

Solution d'alerte pour la protection du personnel

- Anticipation impossible de certains pics H_2S
- Pertinence de la solution actuelle comme système d'alerte

⇨ **Fournir une solution mobile**

ZOOM étude exploratoire

MADS | Maitriser et anticiper la formation d'H_2S dans les réseaux

Jean-Michel **Monier** & Olivier **Sibourg** | ENOVEO
Philippe **Jolivet** | HYDREKA

➔ **Pour plus d'informations** | contact@enoveo.com | enoveo.com

GRANDLYON la métropole · ENOVEO · HYDREKA www.hydreka.com A HALMA COMPANY · AXELERA catalyseur de croissance durable · INNOV'R Le booster des éco-innovations en Rhône-Alpes

ZOOM étude exploratoire

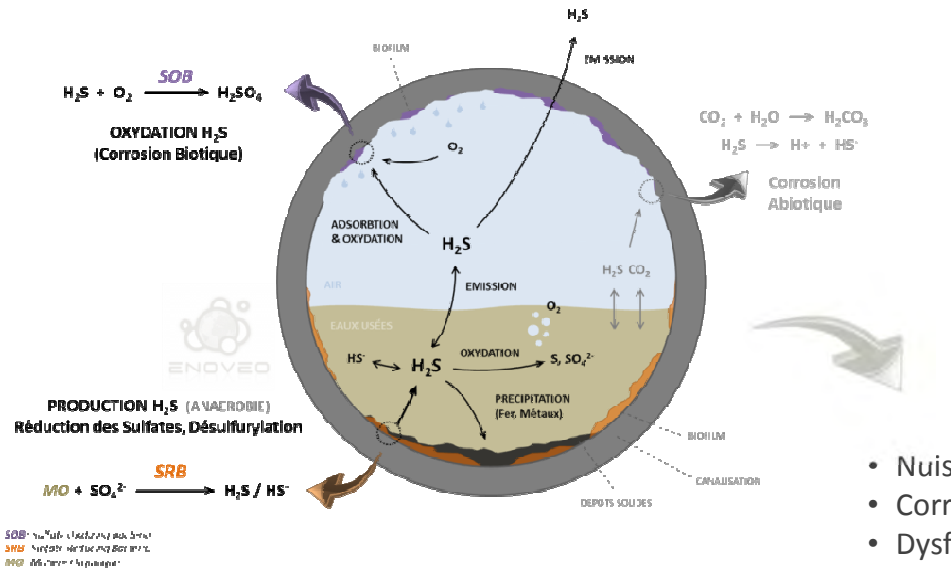
MADS | Maitriser et anticiper la formation d'H_2S dans les réseaux

Jean-Michel **Monier** & Olivier **Sibourg** | ENOVEO
Philippe **Jolivet** | HYDREKA

GRANDLYON la métropole · ENOVEO · HYDREKA www.hydreka.com A HALMA COMPANY · AXELERA catalyseur de croissance durable · INNOVIA Le booster des éco-innovations en Rhône-Alpes

Contexte | hydrogène sulfuré dans les réseaux d'assainissement

- H_2S : problématique environnementale, sociale et économique majeure.
- Production d'origine microbienne.
- Influence des paramètres physico-chimiques et hydrauliques.



- Nuisances olfactives
- Corrosion des réseaux
- Dysfonctionnement des STEU
- Danger pour la santé humaine

Objectifs du projet MADS

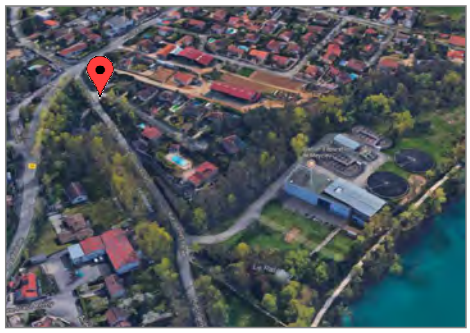
Maitriser, Anticiper et Détecter la formation du Sulfure d'Hydrogène dans les réseaux urbains

- **Phase I** : Déploiement capteurs et suivi de différents paramètres en continu
  - ➔ *Identification des paramètres pertinents (indicateurs)*
  - ➔ *Elaboration de modèles descriptif et prédictif*

- **Phase II** : Approfondissement des mesures réalisées sur les paramètres sélectionnés et développement d'une solution de mesure
  - ➔ *Prototype de solution de mesure multiparamétrique en ligne*
  - ➔ *Validation sur autres sites*
  - ➔ *Outil de mesure et de détection des risques de formation d'H_2S*

Site de l'étude

- Jonage (69)
- Amont direct station de traitement (18k EH)
- Effluent mixte : domestique et industriel (ZI Meyzieux)
- Présence d'H_2S (réseau et station)



- 11 paramètres en continu

Débit	pH
Hauteur	Redox
Vitesse	Conductivité
T air	O_2
T eau	DBO_5
H_2S air	

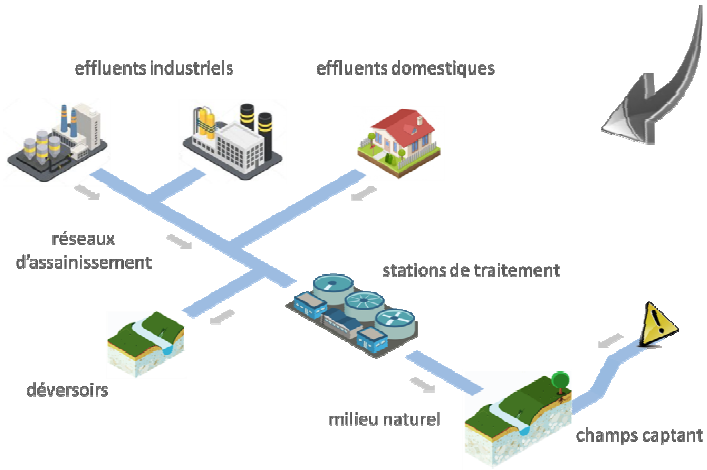
- 288 mesures / jour (5 min)
- Mars 2015 à aujourd'hui
- 250 k mesures / capteur

Approche multiparamétrique | Suivi en continu

	H_2S (ppm)	T air (°C)	T eau (°C)	Débit (m3/h)	Hauteur (mm)	Vitesse (m/s)	pH	Redox (mV)	Cond. (µS/cm)	O_2 (mg/l)	DBO5 (mgO_2/l)
Min	0	5.6	7.5	8.5	70	0.06	3.0	-465	2	0.0	37
Max	92	41.3	28.5	5546.6	1049	1.80	10.6	166	13334	15.4	559
Médiane	0	17.5	18.8	109.0	177	0.50	7.7	-224	1537	0.0	247
N	231 022	248 430	204 051	246 697	249 077	246 697	175 440	166 870	174 841	115 857	60 887

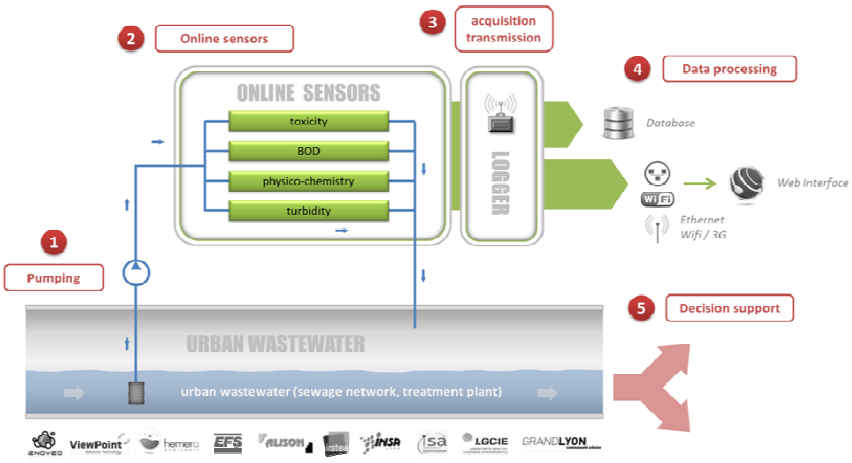
Période : Mars 2015 à Septembre 2017

- **toxicité dans les réseaux et stations**
- **surveillance des champs captant**
- **charge organique des rejets**
- **optimisation des procédés**
- **détection et prédiction du risque H_2S**



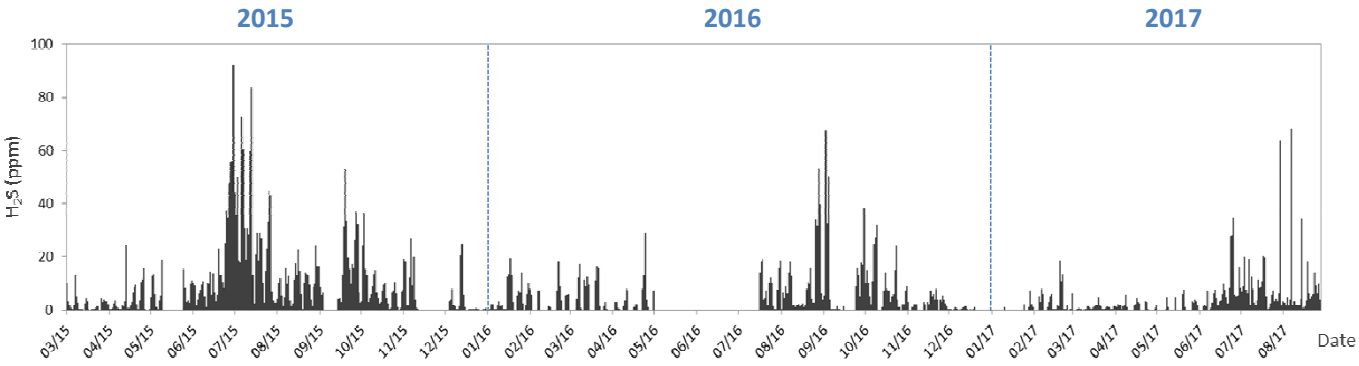
Smile

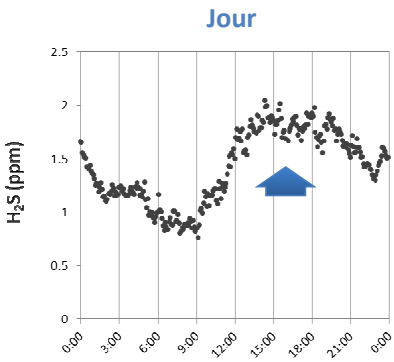
Chaîne métrologique multi-paramètres pour l'évaluation de la qualité des eaux urbaines

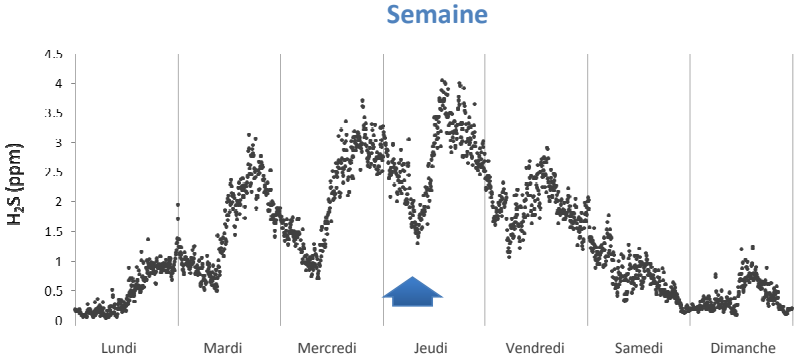


- Partenaires | 5 PME, 3 laboratoires de recherche & collectivités locales
- Paramètres | ammonium, nitrates, nitrites, phosphates, hydrocarbures, métaux, H_2S, DBO_5, turbidité, toxicité…
- Milieux cibles | déversoirs d'orage, bassins de rétention, stations d'épuration
- Soutien |

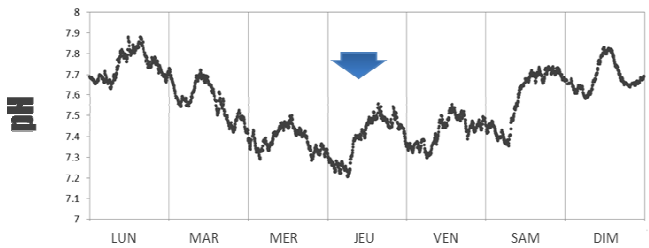
H_2S | production et périodicité

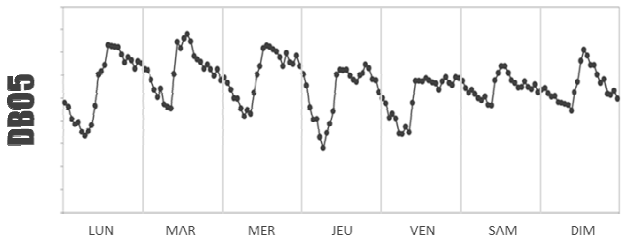


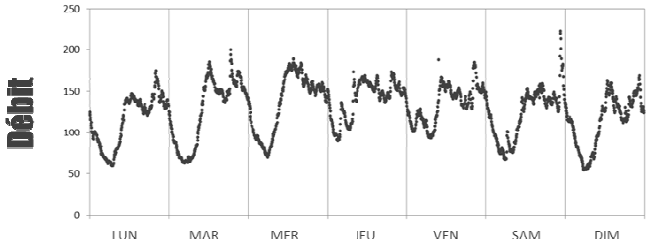


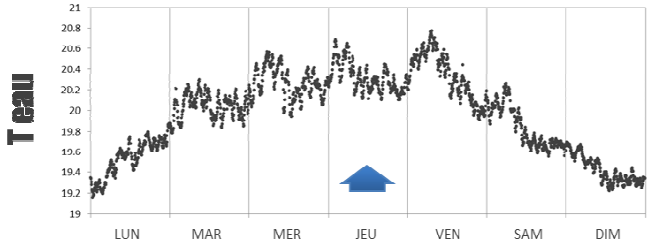


Evaluation de la périodicité des autres paramètres



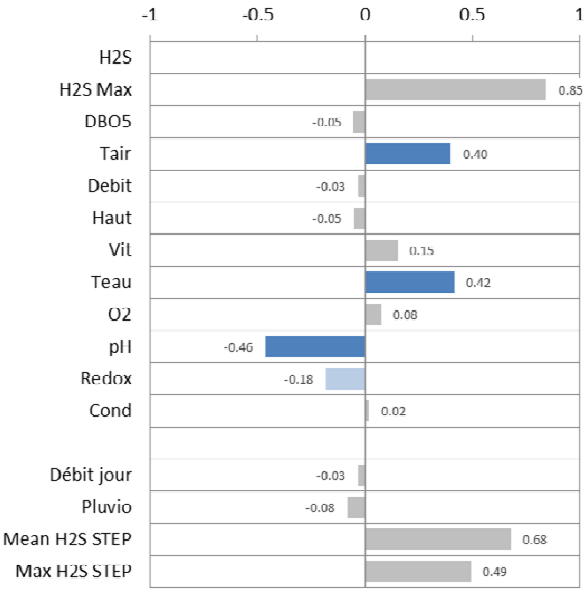






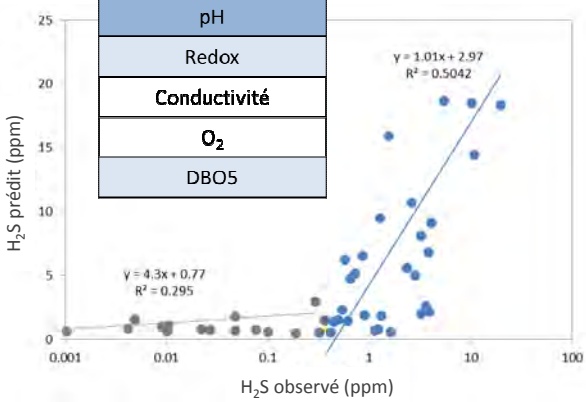
Corrélation entre production d'H_2S et autres paramètres

Coefficient de corrélation
(H_2S *vs*)



Identification des paramètres pertinents et modèle descriptif

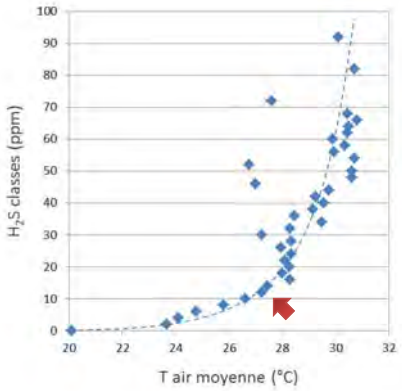
Paramètre
Débit
Hauteur
Vitesse
T air
T eau
pH
Redox
Conductivité
O_2
DBO5

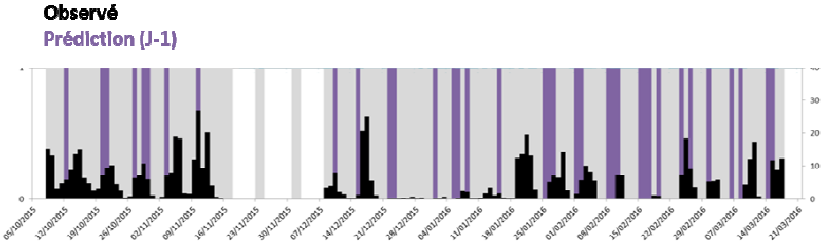


Vers un modèle prédictif et indice opérationnel

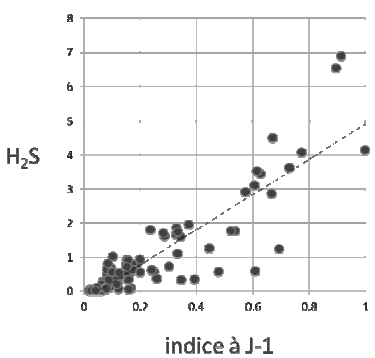
- Objectif : Prédiction de la formation d'H_2S à J-1
- Paramètres (3 sondes) : T, pH, redox, charge, vitesse, charge
- Jeu simplifié de données
- Intégration de valeurs seuils et variations relatives de signal

1	pH
	Redox
	T eau
2	Vitesse
	Débit
3	Charge



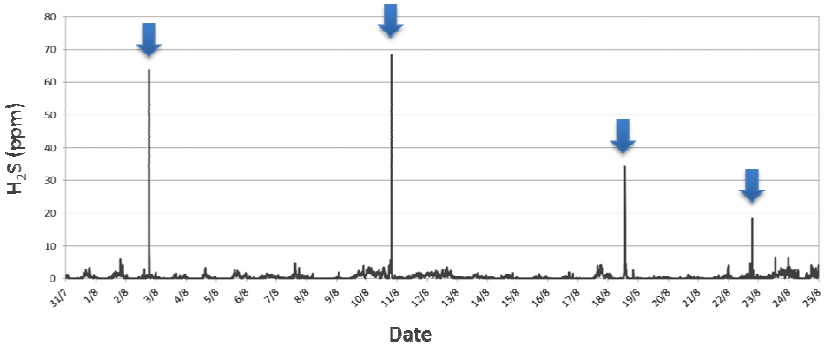


- Vers un indice opérationnel :



Surveillance en ligne et protection du personnel

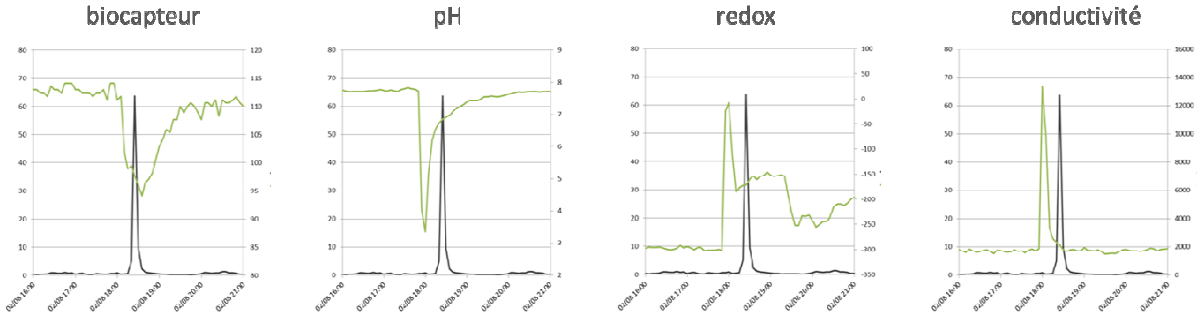
Origine des pics d'H_2S non prédits ? Anticipation possible ?



Perturbation

- Prédiction : non
- Détection : oui
- Date ✓
- Heure ✓
- Nature ✓
- Risque ✓
- Alerte (40 min) ✓

Réponse des différents capteurs



Conclusions

- Pertinence de la métrologie en ligne et d'une approche multiparamétrique
- Ex : Programmation des interventions, mise en place de traitement ciblée

Anticipation de la formation d'H_2S

- Pertinence des alertes (N faux positifs et négatifs)
- Consolidation de l'approche sur autres sites
- Conversion en indice opérationnel

⇨ **Fournir une solution pour la prédiction du risque H_2S**

Solution d'alerte pour la protection du personnel

- Anticipation impossible de certains pics H_2S
- Pertinence de la solution actuelle comme système d'alerte

⇨ **Fournir une solution mobile**

ZOOM étude exploratoire

MADS | Maitriser et anticiper la formation d'H_2S dans les réseaux

Jean-Michel **Monier** & Olivier **Sibourg** | ENOVEO
Philippe **Jolivet** | HYDREKA

➔ **Pour plus d'informations** | contact@enoveo.com | enoveo.com

GRANDLYON la métropole · ENOVEO · HYDREKA www.hydreka.com A HALMA COMPANY · AXELERA catalyseur de croissance durable · INNOVIR Le booster des éco-innovations en Rhône-Alpes

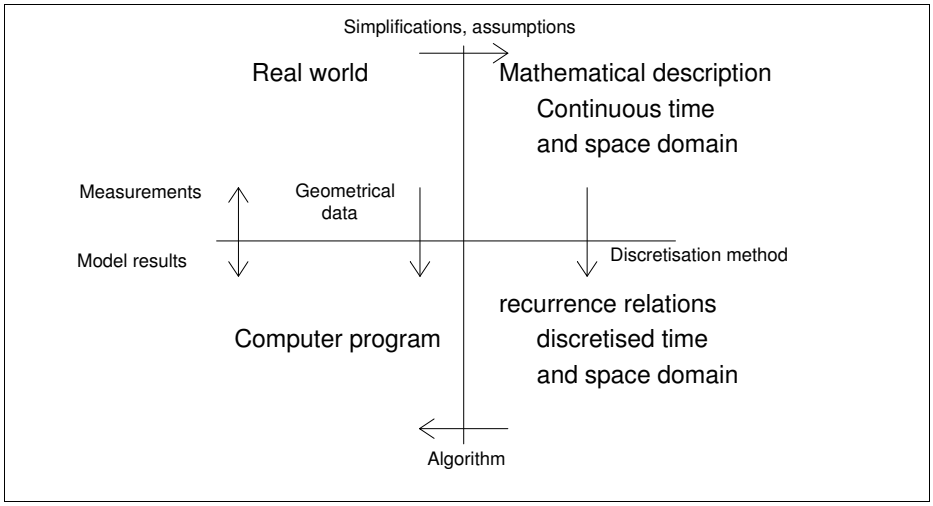
Retour d'expérience PAYS BAS
Et la gestion patrimoniale des réseaux d'assainissement dans tout cela – Plug and Pray?

François CLEMENS,
Delft University of Technology / Université Technologique de Delft

Monitoring in Urban Drainage: plug & pray

Francois Clemens
Delft University of Technology

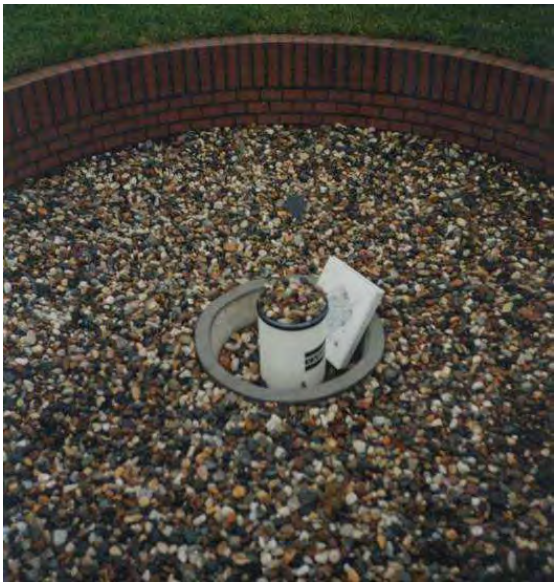
Why monitor urban drainage systems?



Why monitor urban drainage systems?

- Actual performance vs design performance (mainly hydraulics)
- Real Time Control (hydraulics+water quality)
- Impact on environment (receiving surface water bodies, hydraulics +water quality)
- Actual safety level against collapse (inspection techniques)
- Actual safety level against flooding/health risks (inspection techniques + hydraulics + quality)

Some practical issues (e.g. raingauges)



What would we like to achieve?

- What is the actual constructive strength and stability of a conduit?
- What is the hydraulic capacity of a conduit?
- What is the protection level against flooding in a catchment?
- What is the actual health risk in a catchment due to flooding?

TU Delft

Most commonly applied technique CCTV

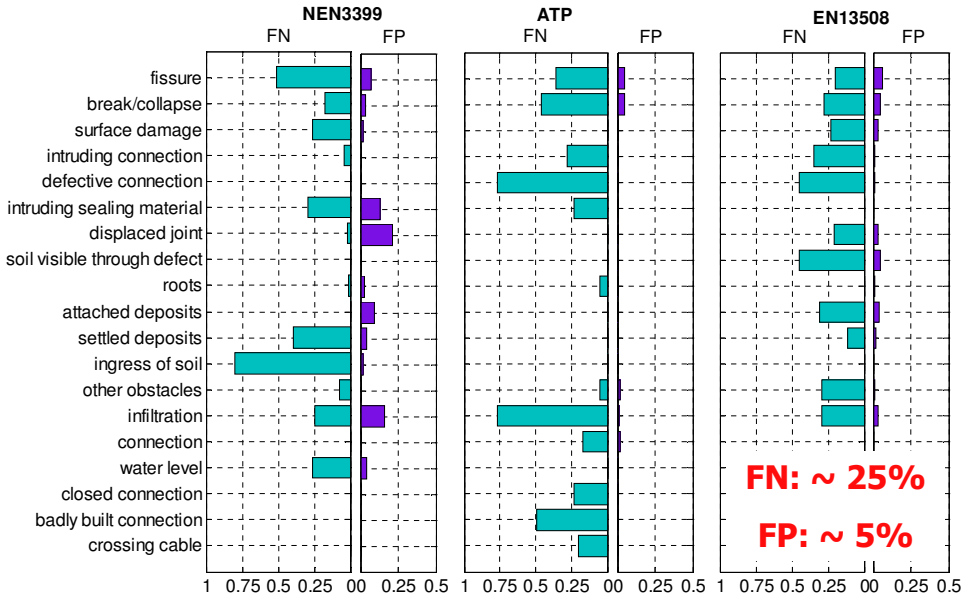
CCTV system

evaluating inspection results

Does CCTV provide us with the data we need?

- Not really:
  - No quantitative information on hydraulic capacity
  - No quantitative information on constructive strength & stability.
  - Further: serious doubts on the reliability of the data obtained!!!!!!!!

Consistency of CCTV data (Dirksen et al(2013))

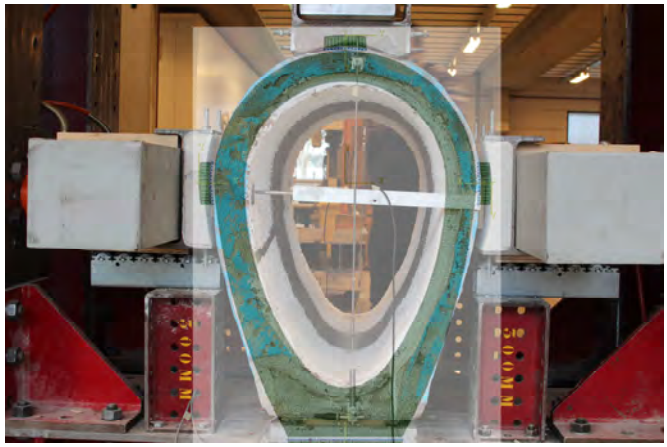


Range of techniques has been developed

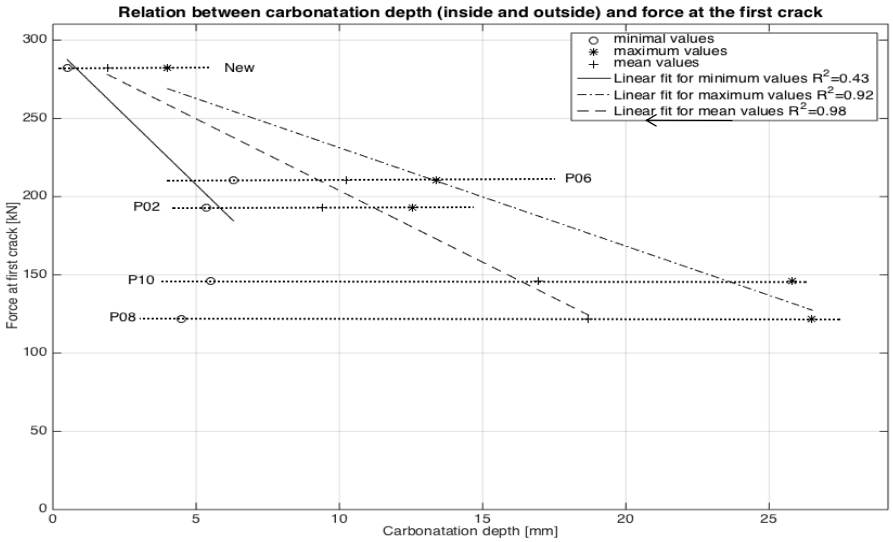
- Laser profiling
- Core sample analysis
- Infiltration by means of DTS
- Eliminate human factor in interpretation of images (deep learning methods)
- Ground penetrating radar
- Acoustic evaluation
- IR cameras
- Sonar
- UV light
- Electro tomography
- Deformation/stress monitoring

Core sample analysis

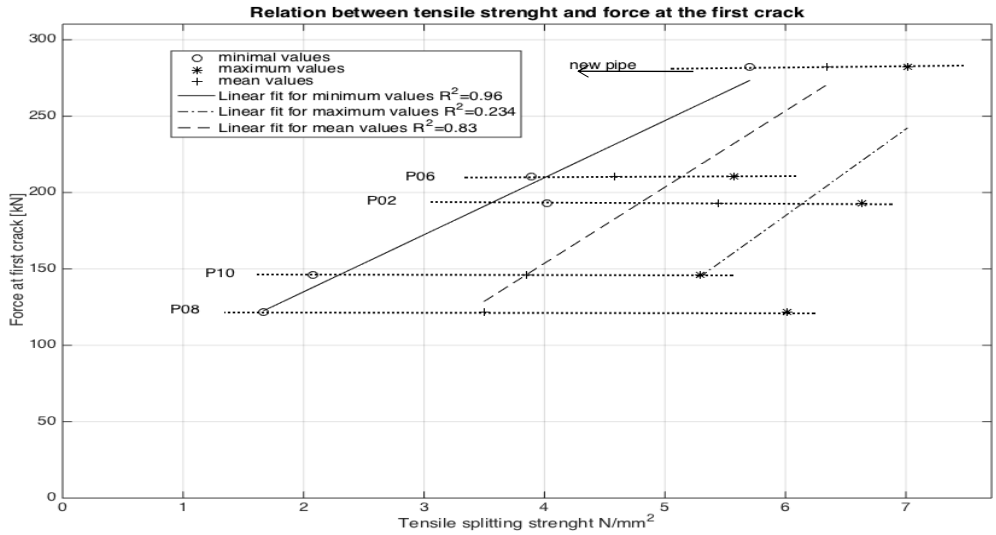
- 5 pipes (new, 60 and 90 years in 'service') tested on:
  - Carbonatation depth
  - Tensile splitting strenght
  - Flexing strenght
  - Pressure strenght
  - Density
  - Porosity
  - Failing strenght



Carbonatation depth



Tensile splitting strenght



How many samples per m' to obtain a statistical significant value?

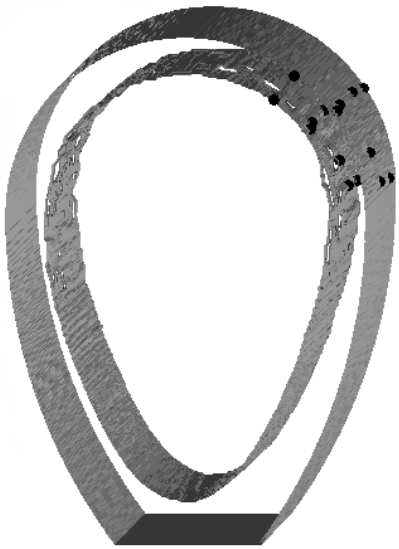
Pipe	Parameter	Initial estimate for the mean value	Initial estimate for the standard deviation	Sample size for the mean values. Based on Eq. (1)
New	Remaining healthy material	67.3 mm	2.05 mm	1
	Density	2317 kg/m^3	11.5 kg/m^3	1
	Tensile splitting strength	6.34	0.86	7
P02	Remaining healthy material	64.0 mm	5.4 mm	3
	Density	2339 kg/m^3	2846 kg/m^3	1
	Tensile splitting strength	5.444 N/mm^2	0.899 N/mm^2	11
P06	Remaining healthy material	61 mm	3.4 mm	2
	Density	2318 kg/m^3	30.478 kg/m^3	1
	Tensile splitting strength	4.583 N/mm^2	0.527 N/mm^2	6
P08	Remaining healthy material	40.3 mm	8.9 mm	19
	Density	2316 kg/m^3	43,25 kg/m^2	1
	Tensile splitting strength	3.499 N/mm^2	1.322 N/mm^2	55
P10	Remaining healthy material	44.3 mm	11.0 mm	24
	Density	2322 kg/m^3	41.042	1
	Tensile splitting strength	3.85 N/mm^2	2.08 N/mm^2	112

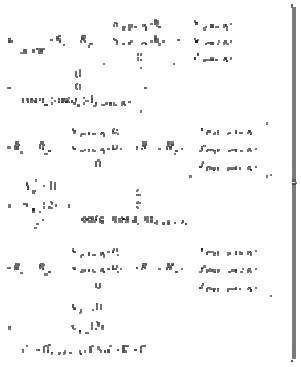
Conclusions

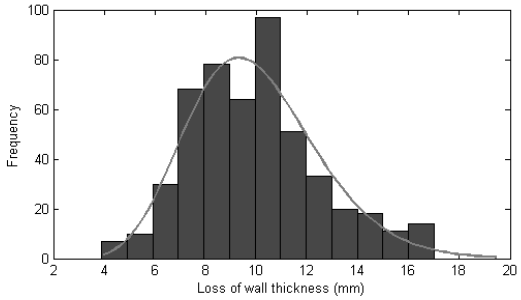
- You can obtain materials characteristics by means of core sample analysis
- However:
  - The number of samples per m' to be taken will influence the functionality of the pipe strongly (you know exactly how strong the pipe was before the investigation)
  - No information on the geometry
  - Using just one sample for a stretch of pipes, as is usually done, is really "plug and pray", since the outcome of any calculation is just one realization in a Monte Carlo simulation.

Laser profiling/scanning

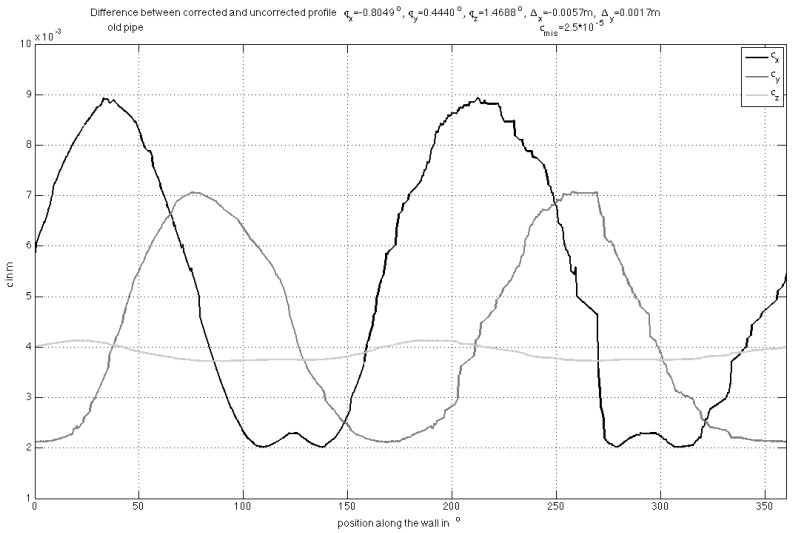
3D information (1 Tb/m !!!!, see Clemens et. al. (2015), Lepot et. al. (2017) and Stanic et. al. (2017)



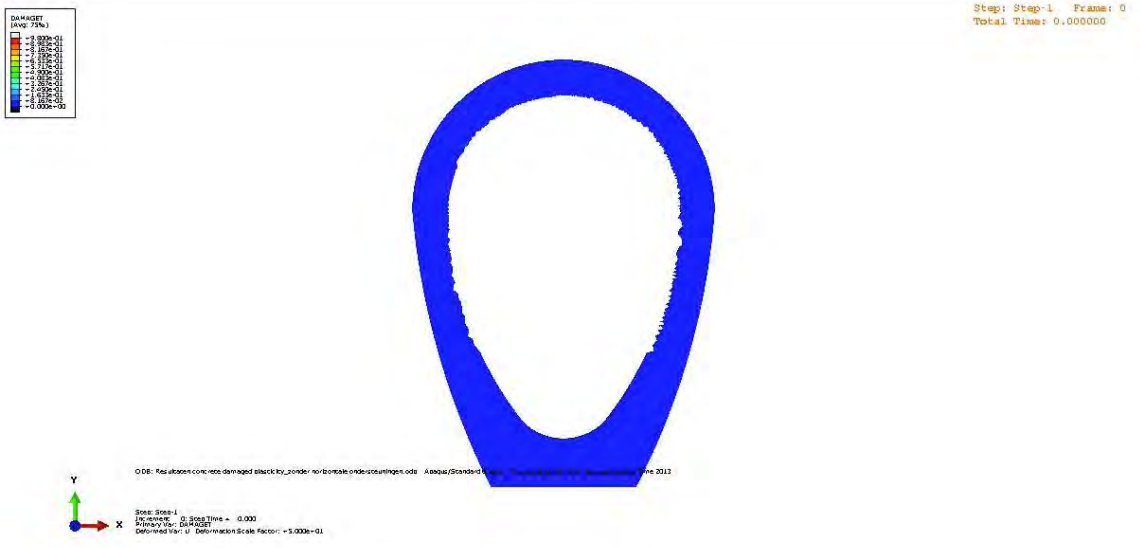




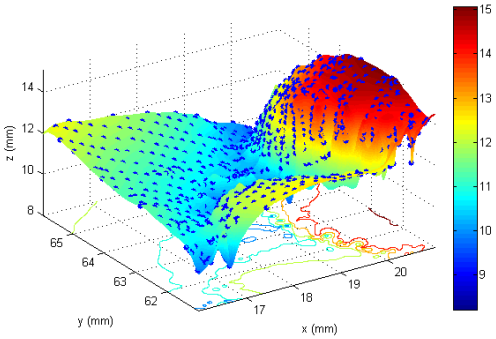
With known confidence level



FEM analysis based on measured geometry. Plug&Pray: what about loads, soil characteristics?



In situ determination hydraulic roughness



Reliability

Resistance factor (Ali and Uijttewaal, 2012)	Determined by laser scanning
0.0666	0.0687
0.0626	0.0654
0.0626	0.0604
0.0698	0.0670

Actual hydraulic roughnesses. Plug & Pray: what about local losses?

Sample	k_s (mm)	σ_{tot} (mm)
Validation	5.33	1.06
New pipe	0.54	0.07
Breda 1st pipe		
invert	0.53	0.13
lateral	1.48	0.05
crown	0.95	0.05
Breda 2nd pipe		
invert	0.54	0.03
lateral	0.94	0.04
crown	1.1	0.03
The Hague 1st pipe		
invert	0.89	0.11
lateral	1.5	0.05
crown	9.93	0.32
The Hague 2nd pipe		
invert	0.76	0.09
lateral	1.44	0.06
crown	12.74	1.62

	h_f (m)				
Dimension (mm)	New pipe	Breda 1st pipe	Breda 2nd pipe	The Hague 1st pipe	The Hague 2nd pipe
300/450	0.200	0.232	0.221	0.335	0.363
400/600	0.136	0.158	0.151	0.228	0.247
500/750	0.101	0.118	0.112	0.170	0.184
700/1050	0.065	0.075	0.071	0.108	0.117
1000/1500	0.040	0.047	0.044	0.067	0.073
1200/1800	0.031	0.037	0.035	0.053	0.057
1600/2400	0.021	0.025	0.024	0.036	0.039

Monitoring increase in health risk due to a lack of maintenance (van Bijnen et al (2016 and 2017)

- Project starts in 2008
- First inspection of the whole catchment: root intrusion on a moderate massive scale
- Install a lot of water level sensors, 3 rain gauges, discharge measuring device in the pumping station
- During the project the maintenance department removed radio transmitters from the site (I guess we plugged but forgot to pray…….).
- After 4 years the systems was cleaned out and we continued monitoring
- For both situations a full detailed hydraulic model was calibrated
- Based on time series taking into account all uncertainties for each manhole a frequency and duration estimate for flooding was made.
- Based on a model by de Man et al (2014) the health risk was determined.

Summary statistics of probability of infection per year for adults in the 'Tuindorp' catchment

Flooded area	Reference (clean system)	Root intrusion and sediments present	Shift*	95-perc.
50 m²	5.3e-3	8.1e-3	2.8e-3	1.4e-3
75 m²	5.0e-3	7.6e-3	2.7e-3	1.5e-3
100 m²	4.7e-3	7.2e-3	2.5e-3	1.5e-3

*

Conclusions health risk

- With a lot of assumptions a link has been made between maintenance of a sewer system and health risk was made.
- Plug&Pray: Human behaviour? Not taken into account, over-all validation: extremely difficult.

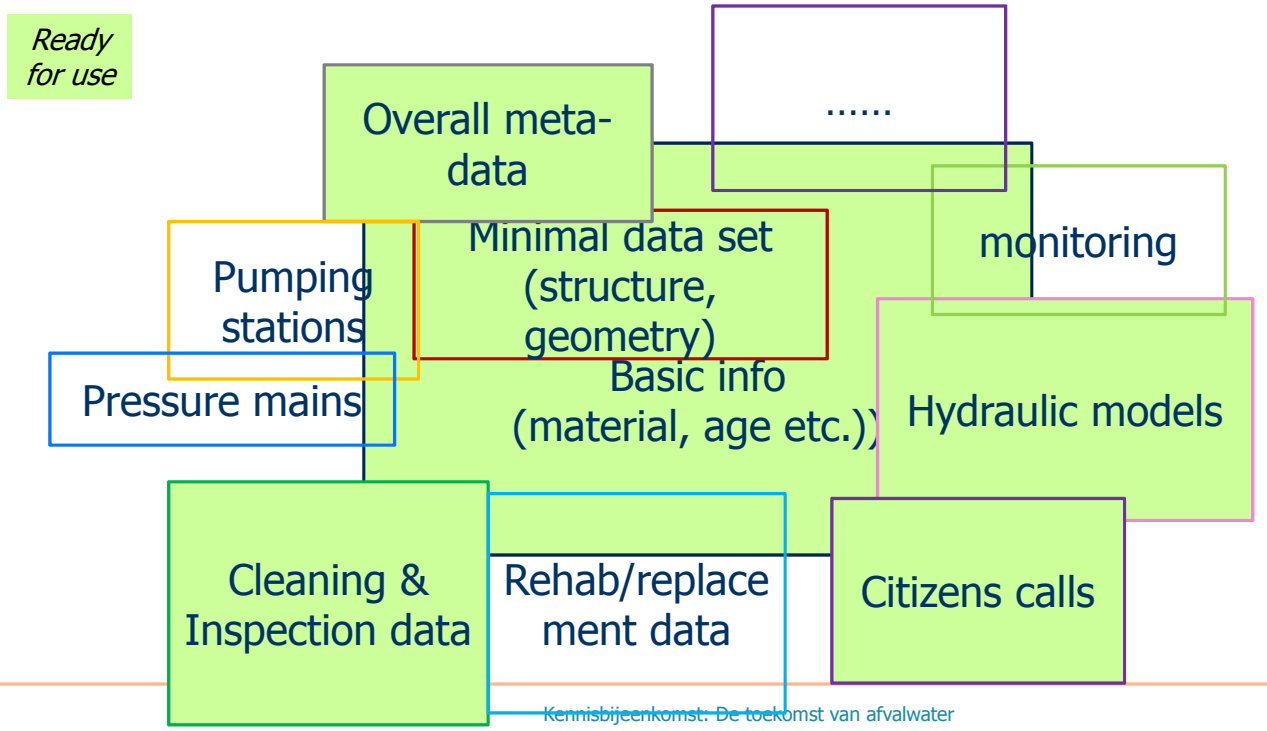
Advancements made, data graveyards built

- Experience from >20 year of field measuring
  - Data yield increased from <35 % (1995) to >95% (2017)for relatively simple measurements (water level, discharge), quality parameters still lagging behind
  - It has become 'cheap': in the beginning 1 'correct' datapoint involved 15 minutes of engineers time, right now it is <1 second
  - Huge amounts of data are being collected, but
    - Almost everybody has his/her own standards, formats and manner to store data and meta data
    - The result is that it is very hard to exchange experience and results

Initiative to avoid the further growth of data graveyards

- Foundation RIONED initiated a project to create one format and set of definitions for ALL data related to Urban Drainage systems.
- Implementation ongoing, to be completed in 2020, centralized database (the latter is matter of discussion yet -> safety and privacy)
- All Dutch municipalities, consultants, construction firms are applying this standard for
  - Structure and geometry
  - Monitoring results
  - Inspection results
  - Historical data on replacement and rehabilitation
  - Operational data
  - Software and exchange of data between parties

Where do we stand?



References (1)

Marco van Bijnen, Jeroen Langeveld, Hans Korving, François Clemens (2017[a]) Calibration of hydrodynamic models driving sewer maintenance. Structure and Infrastructure Engineering 13 (9), 1167-1185

Marco van Bijnen, Hans Korving, Jeroen Langeveld, François Clemens (2017[b]), subm Water Research) Quantitative assessment of impacts of sewer condition on health risk

De Man, H., Van den Berg, H.H.J.L., Leenen, E.J.T.M., Schijven, J.F., Schets, F.M., Van der Vliet, J.C. Van Knapen, F. De Roda Husman, A.M. (2014). Quantitative assessment of infection risk from exposure to waterborne pathogens in urban floodwater. Water Research, 48, 90-99.

F Clemens, N Stanić, W Van der Schoot, J Langeveld, M Lepot (2015) Uncertainties associated with laser profiling of concrete sewer pipes for the quantification of the interior geometry. Structure and Infrastructure Engineering 11 (9), 1218-1239

N Stanić, FHLR Clemens, JG Langeveld (2016) Estimation of Hydraulic Roughness of Concrete Sewer Pipes by Laser Scanning. Journal of Hydraulic Engineering 143 (2).

References (2)

N Stanić, M Lepot, M Catieau, J Langeveld, FHLR Clemens (2017) A technology for sewer pipe inspection (part 1): Design, calibration, corrections and potential application of a laser profiler Automation in Construction 75, 91-107

M Lepot, N Stanić, FHLR Clemens (2017) A technology for sewer pipe inspection (Part 2): Experimental assessment of a new laser profiler for sewer defect detection and quantification Automation in Construction 73, 1-11

J Dirksen, F Clemens, H Korving, F Cherqui, P Le Gauffre, T Ertl, H Plihal, Snaterse, C. (2013) The consistency of visual sewer inspection data. Structure and Infrastructure Engineering 9 (3), 214-228