

Pilotage temps réel du système d'assainissement de Saint-Etienne - Retour après un an de fonctionnement opérationnel

Real time control of Saint-Etienne Sewer system - operational feedback after one year

B. Palenc¹; H. Mijat²; J. Schoorens³, S. Poizat¹, G. Bayon¹, M. Albaret¹

¹ Stéphanoise des Eaux, 28 rue Eugène Beaune, 42000 Saint-Etienne (bpalenc@stephanoise-eaux.fr, spoizat@stephanoise-eaux.fr, gbayon@stephanoise-eaux.fr, malbaret@stephanoise-eaux.fr). ² Saint-Etienne Métropole, 2 avenue GRUNER- CS 80257 42006 Saint-Etienne Cedex 1 (h.mijat@agglo-st-etienne.fr) ³SUEZ Smart Solutions, 38 rue du président Wilson 78230 Le Pecq (jerome.schoorens@suez-env.com)

RÉSUMÉ

Certains systèmes d'assainissement sont très sensibles aux précipitations, ce qui se traduit par des déversements fréquents au milieu naturel et des débordements du réseau. La mise en place de solutions structurelles adaptées et l'amélioration des règles de pilotage des systèmes d'assainissement peuvent permettre dans certaines conditions de réduire ces risques de nuisances. Dans ce contexte, Saint-Etienne Métropole et la Stéphanoise des Eaux ont décidé de mettre en œuvre un système expert de Gestion Dynamique pour permettre un pilotage des équipements de régulations ajusté en temps réel en fonction des conditions hydrométéorologiques et ainsi permettre d'accroître l'interception de la STEP. Cette communication va permettre de présenter les performances du système après un an de fonctionnement. Il détaillera également les conditions d'intégration dans les processus d'exploitations. Les premiers résultats démontrent l'efficacité du système avec une réduction des volumes déversés pour les pluies inférieures à 1 mois de 38%.

ABSTRACT

Sewage systems can be very sensitive to rainfall, which can cause overflow into the environment. Under some circumstances, the introduction of slight structural adjustments and improved control rules of sewage systems can reduce these risks. In this context, Saint-Etienne Métropole and Stéphanoise des Eaux decided to implement a dynamic management expert system to enable control of equipment regulations adjusted in real time according to the hydrometeorological conditions and thus help to increase the Waste Treatment Plant interception. This presentation will allow to introduce the system performance after one year of operation. It will also detail the conditions for integration in process operations. Early results show the effectiveness of the system with a decrease of 38 % CSO for one month return period rain event.

MOTS CLÉS

Gestion dynamique, INFLUX, Pilotage, Temps réel, Stratégies de gestion

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte

Le système d'assainissement de Saint-Etienne est composé d'un réseau unitaire qui draine un bassin de collecte fortement réactif de 4 300 Ha. Il est raccordé à la STEP de FURANIA qui dispose d'une capacité de traitement de 282 000 EH et de deux filières eaux permettant en périodes pluvieuses d'atteindre un débit maximal de traitement de 5,4 m³/s. L'agglomération est traversée par un réseau hydrographique qui est aujourd'hui majoritairement canalisé par des collecteurs souterrains.

Le Furan, affluent direct de la Loire traverse le centre historique de Saint-Etienne, l'Isérable et l'Onzon qui sont les principaux affluents du Furan et qui sont situés respectivement à l'est et au nord de la ville de Saint-Etienne. Plusieurs déversoirs d'orage relient le réseau d'assainissement à ces cours d'eau pour permettre en cas de risque de débordement de délester l'excédent des volumes ruisselés et collectés par le réseau.

Afin de préserver le milieu naturel, Saint-Etienne Métropole et la Stéphanoise des Eaux ont ainsi décidé de mettre en œuvre un système innovant intitulé « Gestion Dynamique » pour permettre un pilotage des équipements de régulation ajusté en temps réel en fonction des conditions hydrométéorologiques et ainsi permettre d'accroître l'interception de la STEP en réduisant les flux by passés et également en limitant les inondations .

La solution est basée sur le système de pilotage temps réel des systèmes d'assainissement INFLUX™ développé par SUEZ.

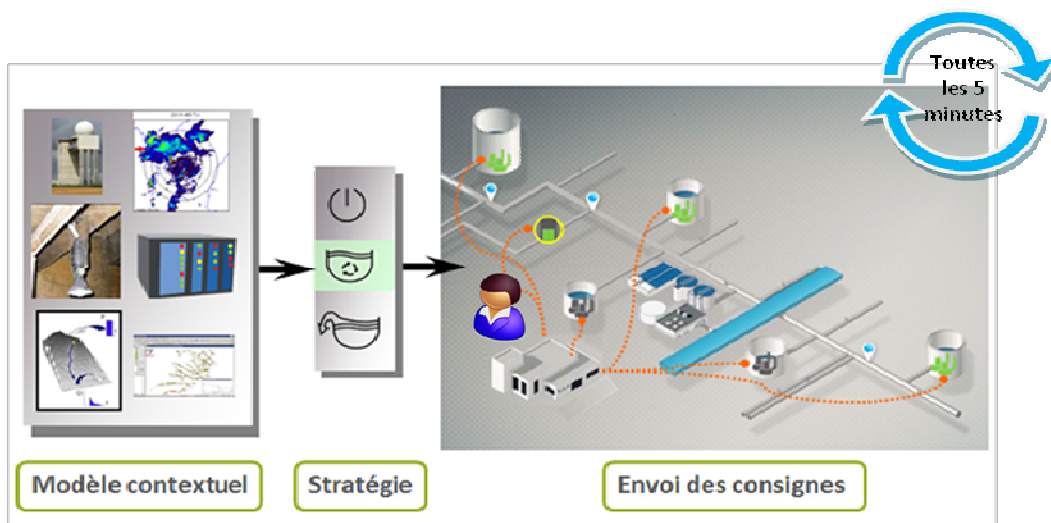
1.2 Objectifs

L'objectif de cet article est de présenter un retour d'expérience après une année d'exploitation du système. Les performances hydrauliques observées à l'échelle annuelle seront présentées à partir des données d'exploitation opérationnelle.

La mise en œuvre de cet outil a profondément modifié l'exploitation du système d'assainissement par temps de pluie. La communication montrera comment ces changements ont été opérés (formations, modification du pilotage du réseau pour de petites et moyennes pluies) ainsi que les conséquences opérationnelles.

1.3 Principe

Le système a été déployé en 2013 - 2014. Il contrôle en temps réel les équipements de régulations disponibles sur le réseau (aujourd'hui 7 vannes motorisées). Ainsi, sur la base des données contextuelles du réseau, des prévisions météorologiques et des résultats de modélisation, il fournit une proposition de stratégie de gestion adaptée au contexte opérationnel en cours et à venir.



Principes généraux du système INFLUX™

Cette gestion globale et prédictive s'appuie sur 3 stratégies de gestion :

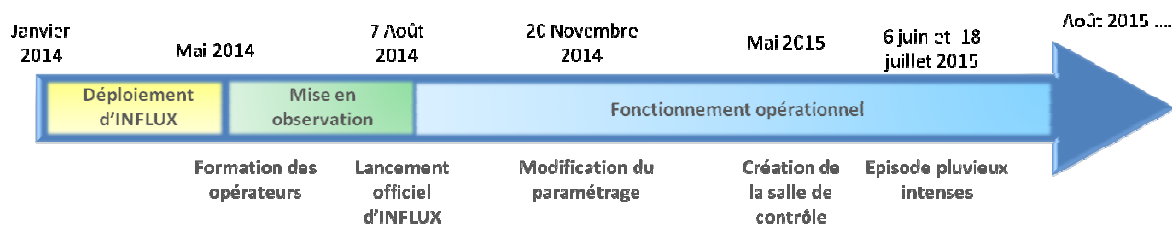
- **Temps Sec** : le système gère les apports de temps sec
- **Dépollution** : le système favorise l'utilisation des capacités de stockage et de transport du réseau pour limiter les déversements au milieu naturel en saturant la station d'épuration
- **Inondation** : cette stratégie est proposée lorsque la nature de l'événement pluvieux présente des risques d'inondation. Dans ce cas, la gestion du réseau est sécuritaire et repose sur un délestage du réseau après interception des premières pluies.

C'est à partir de ces stratégies réactualisées toutes les 5 minutes, que le système va déterminer les consignes de régulation des équipements contrôlés. Ces consignes sont ensuite télétransmises automatiquement sur les sites via la supervision.

2 PREMIERE ANNEE DE FONCTIONNEMENT

L'évolution du système entre 2014 et 2015 est marquée par les phases de mise en route progressive du système et des premiers mois de fonctionnement opérationnel du système. Ainsi, cette évolution se décompose en 3 grandes étapes :

- Le déploiement du système INFLUX™ avec l'intégration des différents modules informatiques et leurs configurations métiers
- Les premiers essais, la mise en observation du système et la préparation des opérateurs à l'utilisation du système
- Le fonctionnement opérationnel du système avec le pilotage automatique et 24h/24h des organes de régulation du réseau



Chronogramme de la mise en œuvre d'INFLUX™

L'intégration officielle du système dans les processus d'exploitation fait suite à un épisode intense durant lequel des désordres hydrauliques ont impactés le fonctionnement du système d'assainissement. La phase d'observation préalable a permis de démontrer que le système était apte pour un fonctionnement opérationnel (07/08/2014).

De manière à assurer une transition progressive avec ces nouveaux concepts de gestion du temps de pluie, les premiers mois de fonctionnement ont été réalisés avec une configuration du système plutôt sécuritaire. Cela s'est traduit par une sensibilité plus importante du système lors des passages entre les stratégies Dépollution et Inondation. Le paramétrage a ensuite été ajusté (20/11/2014) de manière à réduire cette sensibilité et favoriser le traitement d'épisodes pluvieux avec la stratégie Dépollution.

Les missions quotidiennes d'exploitations et d'analyses autour du système sollicitent une équipe aux compétences variées (météorologie, modélisation, agent de terrains, automatisme, ...). De manière à assurer la cohérence autour du système, les administrateurs et référents de l'application sont regroupés dans une salle de contrôle spécifique.



Salle de contrôle

3 PERFORMANCES HYDRAULIQUES

3.1 Méthodologie d'analyse

Afin de mesurer les performances hydrauliques apportées par l'application des concepts de Gestion Dynamique sur le système d'assainissement de Saint-Etienne Métropole, il convient d'établir les bilans de volume mis en jeu.

En effet, pour chaque épisode pluvieux, il est possible de calculer sa période de retour (courbe IDF de la station Météo France Saint-Etienne Bouthéon sur la période 1986 – 2009) et le volume total déversé sur le périmètre contrôlés par le système.

La période dite de référence, c'est-à-dire celle avant la mise en œuvre de la gestion Dynamique a été sélectionnée de manière à disposer de suffisamment d'événements pour être représentatif d'une année climatologique moyenne. Il est également important de s'assurer de la similarité de la configuration du parc métrologique sur cette période et celle d'aujourd'hui. L'ensemble des données météorologiques utilisées a fait l'objet d'une analyse et d'une validation détaillée au préalable.

L'interception d'une pluie nécessite de définir ce qu'est une pluie (début et fin de l'événement) et sur quelle période on applique le bilan hydraulique pour tenir compte de la restitution complète des volumes drainés en station d'épuration.

Les critères d'identification d'un événement pluvieux portent des dépassements de seuils (0,5 mm sur 30 minutes) avec l'intégration d'une période de ressuyage de 3 heures après le dernier cumul observé.



Exemple d'extraction de données d'INFLUX™ pour l'analyse événementielle

Les périodes sélectionnées pour l'analyse sont :

- Période de « Référence » : 01/01/2013 au 03/08/2014 (580 jours)
- Période « Gestion Dynamique » : 20/11/2014 au 30/06/2015 (330 jours). La période d'analyse débute le 20/11/2014 pour ne pas tenir compte des événements où le système était paramétré dans une configuration sécuritaire qui n'est pas représentative des réelles performances de la Gestion Dynamique.

La décomposition du nombre d'événements pluvieux par type de pluie et par période d'analyse est présentée ci-après.

Nombre d'événement par type de pluie

Période de retour	< 1 semaine	1 à 2 semaines	2 semaines à 1 mois	1 à 2 mois	2 à 3 mois	3 à 6 mois	6 mois à 1 an	1 à 2 ans
Référence	151	62	29	20	4	1	5	2
GD	39	15	5	1	1	2	0	0

L'analyse a ensuite consisté à calculer pour chaque événement pluvieux le volume total qui a été déversé sur les DO du périmètre contrôlé par la Gestion Dynamique et à la STEP.

Pour avoir une année moyenne de référence, nous avons sélectionnées l'ensemble des événements pluvieux de 2006 à 2014 et avons obtenus les fréquences suivantes:

Nombre d'événements par type de pluie entre 2006 – 2014 pour une année de référence

Moyenne des événements (2006 - 2014)	
< 1 semaine	82
1 à 2 semaine(s)	30
2 semaines à 1 mois	15
1 à 2 mois	11
2 à 3 mois	4
3 à 6 mois	3
6 mois à 1 an	4
1 à 2 ans	1

Les volumes déversés ont ensuite été moyennés par typologie de pluie puis rapportés à une année de pluie moyenne.

3.2 Efficacité

A l'exception de courtes périodes de maintenance (1 à 2 heures), le système GD a été opérationnel sans interruption. Le système a donc pu calculer en temps réels la stratégie à appliquer et a transmis les consignes aux ouvrages.

Les résultats obtenus sont présentés ci-après.

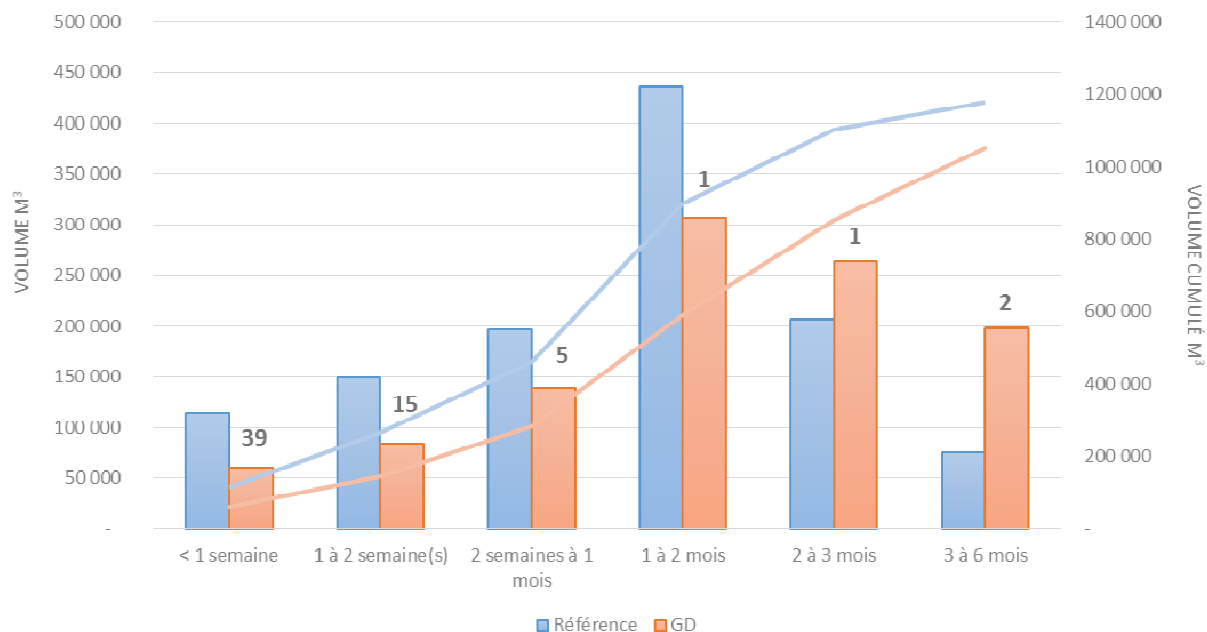
Globalement on observe pour les pluies dont les périodes de retour sont inférieures à un mois, **un gain en termes de réduction des volumes déversés de 38 %**.

Le bilan devient moins positif pour **les pluies supérieures à 1 mois avec une légère augmentation des volumes déversés**. Cette augmentation peut s'expliquer par plusieurs phénomènes :

- Le nombre d'événement disponible pour ce type de pluie ne permet pas de disposer d'un échantillon suffisamment important pour que les calculs soient représentatifs
- Dans la configuration actuelle, le réseau est déjà saturé pour ce type pluie, laissant ainsi très peu de marges de manœuvres pour accroître les performances du réseau
- La gestion prédictive de ce type d'événement permet aujourd'hui d'anticiper la saturation du réseau et ainsi prédisposer les ouvrages dans des positions sécuritaires. Ce fonctionnement permet une gestion plus sécuritaire mais n'est pas optimale d'un point de vue des déversements. De nouveaux ajustements du paramétrage des modules métiers devraient permettre d'améliorer la sensibilité du système lors des transitions entre les stratégies Dépollution et Inondation.

En réalisant le calcul sans distinction de la typologie de pluie (attention faible nombre d'événements pour les pluies supérieures à 2 mois), **le gain global en termes de réduction des volumes déversés par rapport à une année de référence est de 10 %**. Ce résultat reste cohérent avec les estimations initiales qui avaient été calculées lors de l'étude préliminaire. Les perspectives d'évolutions du système de Gestion Dynamique et des aménagements sur le réseau permettront d'accroître ce gain, même pour les pluies supérieures à un mois.

Les premiers retours fournis par l'opérateur de la station d'épuration semblent confirmer cette tendance.



Evolution des volumes déversés (m^3) sur une année moyenne (nombre sur les histogrammes = nombre d'événement, Histogrammes = Volume par typologie de pluie, Courbes = Volume cumulé)

4 CONDITIONS D'EXPLOITATION

Le système est aujourd'hui complètement intégré à l'exploitation. L'ensemble du personnel d'exploitation et de maintenance a été formé à l'utilisation de l'application, aux concepts de la GD ainsi qu'aux interactions possibles avec leurs opérations quotidiennes. Le système a été connecté au système de supervision.

Le système est aujourd'hui administré par une équipe en charge de la surveillance du bon fonctionnement informatique et métiers de l'application. Elle assure également l'analyse post-événementielle de chaque événement.

Aux heures ouvrées, le système de Gestion Dynamique est exploité par les équipes en charge du réseau. Aux heures non ouvrées, il est pris en charge par les astreintes assainissement, maintenance et système.

La mise en œuvre du système a apporté un gain indéniable en termes de réactivité pendant les heures non ouvrées car les équipes d'astreinte peuvent anticiper les moyens à mettre en œuvre pour faire face aux impacts des événements pluvieux.

Combiné aux mesures ponctuelles sur le réseau, le modèle en temps réel permet de disposer d'une vision intégrée du fonctionnement du système d'assainissement. Après les premiers mois de fonctionnement qui ont permis d'affiner le calage et les procédures d'actualisation en temps réels du modèle (forçage des positions ou des états de fonctionnement des équipements), le modèle est aujourd'hui totalement intégré dans les processus d'exploitation.

5 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Après une année de fonctionnement, les analyses des données du terrain permettent de confirmer l'intérêt du système d'un point de vue environnemental et sont en adéquation avec les estimations attendus du projet.

La gestion prédictive via INFLUX™ permet aujourd'hui d'anticiper la saturation du réseau et ainsi prédisposer les ouvrages dans des positions adaptées (dépollution ou inondation).

De nouveaux ajustements du paramétrage des modules métiers permettront d'améliorer la sensibilité du système lors des transitions entre les stratégies Dépollution et Inondation et engendreront des

gains supplémentaires.

Parallèlement, le périmètre géographique de gestion d'INFLUX™ évoluera lors de la prochaine phase avec le rattachement de bassins de stockages existants ou à créer ainsi qu'une gestion dynamique des seuils de certains déversoirs d'orage. Cela permettra à terme d'étendre ce type de gestion à d'autres bassins versants du territoire (l'Isérable et l'Onzon).

L'ensemble de ces améliorations permettra d'optimiser le fonctionnement du réseau par rapport à la situation actuelle et un nouveau bilan sera réalisé fin 2016 pour quantifier les gains.

BIBLIOGRAPHIE

Andréa G ; Ahyerre M ; Pleau M ; Perarnaud JJ ; Komorowski F ; Schoorens J- *Gestion Dynamique des RUTP du bassin versant Louis Fargue à Bordeaux : mise en œuvre et premiers résultats opérationnels* NOVATECH 2013.

Bourgogne P., Briat P., Andréa G. et Anselme C. (2007). *Prévention des inondations urbaines et limitation des rejets temps de pluie. Vers la mise en œuvre d'une gestion dynamique sur le bassin versant Louis Fargue à Bordeaux*. NOVATECH 2007.

Chocat B., 2005. *Gestion en temps réel des réseaux d'assainissement : bilan de 25 ans d'expériences en France et dans le monde*. TSM, (11), pp. 23-32.

Lavallée et al., 2001a. *Operation and Performance of an Optimized Real Time Control System for Wet Weather Pollution Control*. In: International Water Association, 5th International Conference on Diffuse/Nonpoint Pollution and Watershed Management. Milwaukee, WI, USA, pp. 25-32.