



HAL
open science

Métrologie et modélisation hydraulique, deux outils complémentaires d'autosurveillance des déversoirs d'orage

C. Roux, A. Allouch, F. Rosier

► To cite this version:

C. Roux, A. Allouch, F. Rosier. Métrologie et modélisation hydraulique, deux outils complémentaires d'autosurveillance des déversoirs d'orage. Novatech 2010 - 7ème Conférence internationale sur les techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie / 7th International Conference on sustainable techniques and strategies for urban water management, Jun 2010, Lyon, France. pp.1-10. ⟨hal-03296732⟩

HAL Id: hal-03296732

<https://hal.science/hal-03296732v1>

Submitted on 22 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Métrologie et modélisation hydraulique, deux outils complémentaires d'autosurveillance des déversoirs d'orage

CSO monitoring, using both measurements and hydraulic modelling

Roux Christian (1), Allouch Audrey (2), Rosier Frédéric (3)

- (1) Conseil Général des Hauts-de-Seine – Direction de l'eau, 2/16 Bd Soufflot, 92015 Nanterre Cedex – croux2@cg92.fr
- (2) Prolog Ingénierie, 3-5 rue de Metz, 75010 Paris
allouch@prolog-ingenierie.fr
- (3) SEVESC - Assainissement des Hauts-de-Seine, 92150 Suresnes –
frederic.rosier@sevesc.net

RÉSUMÉ

Conformément aux prescriptions réglementaires de l'arrêté dit d'autosurveillance du 22 décembre 1994 (aujourd'hui remplacé par l'arrêté du 22 juin 2007), le Conseil Général des Hauts-de-Seine a, de longue date, équipé la plupart de ses déversoirs d'orage de dispositifs de mesure en continu. Au-delà des obligations d'élaboration de bilans mensuels et annuels de rejet vers le milieu récepteur, les données recueillies ont pour vocation la constitution d'un socle de référence pour l'interprétation du fonctionnement actuel du réseau de collecte et de transport, mais aussi pour l'étude des projets à venir d'optimisation de ce réseau. L'objectif visé consiste dans un premier temps à tenter une consolidation des bilans d'autosurveillance à l'aide de la modélisation hydraulique ; il consiste ensuite à s'appuyer sur l'ensemble ainsi harmonisé pour enrichir l'interprétation des bilans d'autosurveillance. Sans atteindre pleinement cet objectif à l'issue des premiers essais, cette démarche s'avère être un important levier d'amélioration conjoint du dispositif de mesure et de l'outil de modélisation, laissant ainsi percevoir une convergence des deux outils à moyen terme, probablement deux ou trois ans.

ABSTRACT

In accordance with the sewer system self monitoring rules of 1994 and 2007 in France, the Hauts-de-Seine county (near Paris) has equipped most of its combined sewer overflows with continuous flow measuring devices. Beyond the compulsory monthly and annually reports that have to be sent to the authorities, the collected data can constitute a reference base for interpreting the present sewer system performance and studying the optimisation projects to come. For achieving these general goals, the methodology is now to consolidate the monitoring system results with the sewer hydraulic model and then to improve their analysis by using both tools together. Without fully reaching this goal after this first attempt, the methodology appears as a strong help for perfecting day by day both tools. It seems now reasonable to achieve the initial goal in the mean term, let's say a couple of years.

MOTS CLÉS

Autosurveillance, déversoirs d'orage, métrologie, modélisation

1 L'AUTOSURVEILLANCE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DES HAUTS-DE-SEINE : CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1 Le réseau d'assainissement du Département des Hauts-de-Seine

Le Conseil Général des Hauts-de-Seine possède une compétence de transport des effluents urbains entre les réseaux de collecte des communes et les grands émissaires du SIAAP (Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne). Il exploite à ce titre un réseau comportant 223 km de canalisations non visitables et 394 km d'ouvrages visitables. Ce réseau de conception majoritairement unitaire est équipé de 127 déversoirs d'orage vers le milieu récepteur, la Seine. Ces équipements statiques (barrages à poutrelles, murets...) ou automatiques (vannes seuil régulées) permettent de délester les réseaux de collecte et de transport dans différentes situations telles que : les pluies importantes, les chômages de certains collecteurs départementaux ou émissaires du SIAAP ou encore des incidents divers, notamment d'ordre électromécanique (pannes sur vannes régulées ou des stations de pompage). Ils permettent aussi de délester le réseau lors de certaines configurations de crue du milieu récepteur, soit de manière gravitaire, soit par pompage.

Certains des déversoirs d'orage actuellement statiques seront modernisés sous la forme de vannes seuil régulées. Ces vannes permettront de mieux solliciter les capacités de stockage en ligne des réseaux, tout en augmentant la capacité de transfert des effluents vers les émissaires du SIAAP.

1.2 Le dispositif d'autosurveillance des déversoirs d'orage

Conformément à ses obligations réglementaires d'autosurveillance – arrêté du 22/12/1994, aujourd'hui remplacé par l'arrêté du 22 juin 2007 (Journal Officiel, 2007) - le Conseil Général des Hauts-de-Seine exploite depuis plus de 10 ans un dispositif d'autosurveillance de ses principaux déversoirs d'orage vers le milieu récepteur.

Les rejets de 72 déversoirs sont aujourd'hui quantifiés dans le bilan d'autosurveillance. Suivant les configurations, la quantification des débits rejetés est effectuée selon l'une des méthodes suivantes :

- capteurs hauteur-vitesse implantés directement dans la galerie de rejet ;
- capteur de niveau d'eau en amont du déversoir, avec calcul du débit rejeté à l'aide d'une relation hauteur-débit prédéfinie ;
- dans certains cas, calcul du débit déversé par différence de débits entre le débit amont du déversoir et le débit conservé en aval du déversoir ;
- lorsque le rejet est pompé, quantification des volumes pompés, à partir du temps de fonctionnement des pompes.

La pluie est mesurée à l'aide d'un réseau de 10 pluviomètres répartis sur l'ensemble du Département, mais aussi à l'aide de l'imagerie radar de Météo-France (radar de Trappes), mise à disposition après interprétation et calibration en temps réel, via un outil dédié, CALAMAR (Produit développé par la société Rhéa – une entreprise du groupe Kisters France).

La gestion globale du système de mesure est confiée à la SEVESC, délégataire de service public d'assainissement, qui prend en charge : les tâches d'exploitation, de maintenance et de renouvellement des points de mesure, ainsi que du système de télétransmission et de supervision ; la validation régulière systématique des mesures brutes de niveaux, de vitesses et de débits ; l'élaboration et l'interprétation des bilans de rejet des déversoirs d'orage vers la Seine ; la transmission des rapports aux autorités de contrôle. Les causes des rejets de temps sec sont systématiquement commentées : chômages, incidents divers, configuration exceptionnelle de crue... Les résultats sont transmis au format SANDRE aux autorités concernées.

Le tableau 1, page suivante, montre un extrait des bilans ainsi constitués mois par mois.

NOM / ADRESSE DU DEVERSOIR D'ORAGE	Volumes de rejets en m3				
	01-sept	02-sept	03-sept	04-sept	05-sept
Amont vanne 28 / Quai D. Bouton-amont station BP	-	-	-	-	-
Place Bellini / Place Bellini + Quai D. Bouton	-	-	-	-	-
Seuil Asservi Bellini / Quai D. Bouton + Place Bellini	-	-	-	-	-
Quai Paul Doumer après pont de Neuilly	-	-	-	154	-
Quai Paul Doumer face rue du Général Audran	11	-	-	1 258	-
Quai Paul Doumer face à la rue de l'abreuvoir	-	-	-	580	-
Quai Paul Doumer / Quai Paul Doumer	-	-	-	529	-
Station du Pont de Courbevoie / Quai Paul Doumer	-	-	-	-	-
Seuil Asservi du Pont de Courbevoie / Quai Paul Doumer	-	-	-	31	-
Quai du M Joffre face Rue Carpeaux	-	-	-	-	-
Quai du M Joffre face Rue des Ajoux	-	-	-	154	-
Quai du M Joffre face Rue des Adélaïde	-	-	-	3 182	-
Quai du Dr Dervaux face à la rue du Maine	-	-	-	-	-

Tableau 1 : Extrait du bilan mensuel d'autosurveillance (septembre 2009) – les chiffres indiqués représentent des volumes de rejet exprimés en m3

1.3 Bilan de fonctionnement de l'autosurveillance et objectifs d'évolution

L'activité d'autosurveillance des déversoirs d'orage du réseau d'assainissement des Hauts-de-Seine est aujourd'hui parvenue à maturité du point de vue des obligations réglementaires. Toutefois, plusieurs pistes d'amélioration se présentent pour en accroître l'intérêt.

Ainsi, au-delà des simples constats que ce dispositif permet de dresser, ces mesures ont essentiellement vocation à être utilisées dans le cadre d'une approche de diagnostic permanent avec :

- une caractérisation aussi fidèle que possible de l'état existant ;
- une bonne distinction des différentes causes structurelles et conjoncturelles de rejet, de manière à bien identifier leurs contributions respectives, puis d'aider à l'identification des solutions pertinentes qui permettront de les maîtriser ;
- une base de référence solide pour alimenter les études d'amélioration du réseau, mais aussi pour en caractériser l'impact a posteriori.

Dans cette perspective, la recherche d'articulation entre le dispositif d'autosurveillance et la modélisation hydraulique semble une suite logique des efforts déjà entrepris.

2 INTERET DE LA MODELISATION HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE POUR L'INTERPRETATION DES BILANS D'AUTOSURVEILLANCE

2.1 Le modèle hydraulique du réseau d'assainissement des Hauts-de-Seine

Le Conseil Général des Hauts-de-Seine met en œuvre et exploite depuis plus de 15 ans un modèle hydraulique de ses réseaux structurants. La mise à jour et l'actualisation régulière de l'outil sont confiées au bureau d'étude Prolog Ingénierie, spécialisé sur ces questions.

L'ensemble des déversoirs d'orage y est précisément décrit, avec pour chaque ouvrage :

- ses caractéristiques géométriques : cote de déversement, largeur ;
- son coefficient de débit, adapté au cas par cas en fonction des caractéristiques du déversoir, notamment sa disposition par rapport à l'axe d'écoulement du collecteur principal : frontal, latéral, latéral long ...
- pour les équipements régulés, les consignes de régulation ;
- pour les déversoirs concernés, les conditions aux limites aval du milieu récepteur.

Les apports de temps sec sont représentés à l'aide d'hydrogrammes type déduits de l'analyse de points de mesures temporaires ou permanents disposés en aval de grandes zones de collecte. Ils

sont globalement équilibrés par rapport aux apports d'eaux claires parasites permanentes, à la consommation d'eau potable et au taux de collecte.

Les apports de temps de pluie sont estimés à l'aide d'une fonction de production à perte initiale constante et à coefficient de ruissellement constant. La fonction de transfert utilisée est celle dite du réservoir linéaire avec un temps de réponse estimé selon une formule de prédétermination d'usage courant (formule de Desbordes simplifiée ou formule de Sprint). Les apports de temps de pluie sont globalement bien équilibrés pour les pluies courantes, de périodes de retour comprises entre quelques semaines et quelques années.

Les paramètres du modèle, notamment les coefficients de ruissellement ont été estimés au regard des observations de pluie par radar et d'une soixantaine de points de mesure de débit, permanents ou temporaires, implantés aux exutoires des principales branches du réseau d'assainissement. Une dizaine de pluies, dont les périodes de retour sont comprises entre quelques semaines et quelques mois ont été prises en compte pour cette détermination.

Disposant ainsi d'un modèle réputé calé en première approche, il est tentant d'imaginer l'utilisation du modèle non en remplacement du dispositif de mesure, mais en tant que complément utile pour répondre à différents besoins développés ci-après.

2.2 Fournir une aide à la validation des bilans

En tant qu'outil de consolidation de données, et malgré les difficultés évoquées plus loin, le modèle hydraulique offre un support d'aide à la validation des bilans de mesure. En effet, les bilans de mesure résultent de données de forçage telles que les débits d'eaux claires parasites, les consommations d'eaux potables, les surfaces imperméabilisées, les caractéristiques physiques du réseau, etc. dont il est difficile de s'éloigner sans motif valable. Ces motifs relèvent le plus souvent soit d'une méconnaissance momentanée de l'état du réseau (un chômage, un incident...), soit d'erreurs de mesure. Lorsque ce travail est fait au fil de l'eau, c'est-à-dire au moins une fois par semaine, ces deux classes de motifs sont relativement faciles à distinguer.

2.3 Permettre l'exhaustivité des bilans sur les différentes zones de collecte

Même si le nombre de déversoirs d'orage équipé d'un dispositif de mesure est important, celui-ci a évolué au cours du temps au fur et à mesure des programmes d'équipement. Il n'est pas exhaustif et pour des raisons évidentes de coût, il n'est pas prévu de le rendre exhaustif. Tous les déversoirs d'orage n'étant pas contrôlés, il est difficile de comparer les bilans d'autosurveillance des années successives les uns par rapport aux autres, de même qu'il est difficile de comparer les performances respectives des différentes zones de collecte les uns par rapport aux autres. Il s'agit là d'une simple question de fluctuation et d'inégalité des périmètres couverts par le système de mesure.

La disponibilité d'un modèle hydraulique correctement paramétré permet d'envisager le bouclage des bilans de rejet sur chacune des zones de collecte en fournissant des estimations de rejet sur les déversoirs d'orage non suivis au titre de l'autosurveillance. Le modèle peut aussi intervenir en secours, en cas d'indisponibilité ou de défaillance du dispositif de mesure, ce qui reste encore une réalité dans le domaine de la métrologie des réseaux d'assainissement.

Cette possibilité d'estimer des bilans exhaustifs ouvre la voie à la constitution de bancs de comparaison pour évaluer les performances respectives de différentes zones de collecte vis-à-vis de leurs capacités d'interception des eaux pluviales.

2.4 Permettre l'identification d'un bilan de référence en configuration normale de fonctionnement

Le fonctionnement du réseau et donc sa performance peuvent être affectés par divers événements programmés ou non, tels que des chômages, des configurations particulières diverses, des pannes électromécaniques, ... Ces événements tendent souvent à accroître les quantités d'effluents rejetés par les déversoirs d'orage.

La question qui se pose alors est la suivante : quelle est le volume supplémentaire de rejet induit par chacun de ces événements, par rapport à la situation que l'on aurait pu observer en leur absence,

c'est-à-dire en configuration nominale de fonctionnement ?

Pour le moment, seuls les rejets observés en temps sec sont commentés de la sorte. Dans cette situation en effet, le supplément de volume de rejet est directement égal au volume de rejet lui-même car de fait, il n'existe plus de rejet de temps sec en situation nominale de fonctionnement du réseau.

L'objectif est donc d'étendre l'évaluation de ces rejets supplémentaires aux situations de temps de pluie. En effet, lorsqu'il pleut, le rejet est susceptible de représenter l'addition de deux parts d'origines distinctes : une première part normalement due au délestage du réseau en temps de pluie, et une seconde part due à la situation particulière dont on cherche à apprécier les effets.

Le modèle hydraulique peut être utilisé à des fins d'estimation d'un bilan de rejet de référence, défini comme le bilan que l'on devrait avoir en l'absence de toute cause non structurelle d'aggravation des rejets : configuration temporaire de crue du milieu récepteur, configuration temporaire de chômage, incident divers... Le bilan de référence modélisé représente donc une estimation de la part incompressible du bilan de rejet en l'état actuel du système d'assainissement et de ses modalités d'exploitation.

Cette perspective ouvre la voie d'une meilleure discrimination des différentes causes possibles de rejet :

- causes structurelles liées à la capacité actuelle du réseau et à ses modalités d'exploitation ;
- rejets supplémentaires liés aux chômages, aux incidents, aux configurations de crue...

2.5 Permettre d'estimer l'impact d'aménagements existants ou futurs

La réduction des rejets du réseau unitaire vers le milieu récepteur passe par des actions multiples telles que la maîtrise du ruissellement à la parcelle, le renforcement des capacités de stockage et de transfert du réseau, la création de maillages pour faire face aux besoins d'exploitation du réseau, la fiabilisation des équipements, le renforcement des équipements permettant la gestion en temps de crue, la gestion dynamique du réseau ... Aucune de ces actions ne suffit à elle seule et, par ailleurs, elles n'impliquent pas les mêmes acteurs, ne présentent pas les mêmes contraintes de mise en œuvre, ni les mêmes coûts. Dès lors, comment apprécier la pertinence technique et économique de chacune d'elles sans interférence avec l'impact des autres ? De même, comment apprécier a posteriori l'impact d'un aménagement particulier sachant que celui-ci est noyé au milieu de multiples autres facteurs de variabilité des rejets : facteurs conjoncturels mentionnés au paragraphe précédents, impact d'équipements multiples mis en œuvre en parallèle, variation de la pluviométrie d'une année sur l'autre ... ?

Là encore, la capacité de modéliser fidèlement des bilans de rejet offre la possibilité de s'affranchir de leurs différentes causes de variabilité et donc d'estimer « toutes choses égales par ailleurs » la part respective de chaque aménagement. Le besoin exprimé ici est celui d'une « *décontextualisation* » des observations telles que le décrivent Raynaud et al. (2007), dans le cas similaire de l'analyse des causes de surverses des réseaux séparatifs d'eaux usées de l'agglomération de Nantes.

En résumé les perspectives offertes par le modèle hydraulique pourraient donc être :

- le bouclage des bilans de rejet avec l'estimation des rejets non mesurés et la reconstitution de données manquantes ; l'aide à la détection de défauts de mesures : dérives, pertes de données...
- pour une année donnée, l'identification de la part des rejets en configuration nominale de fonctionnement et, par suite, les parts supplémentaires imposées par diverses contraintes d'exploitation, les incidents, les configurations de crue...
- pour une année de référence, pouvant être une année réelle ou encore une année « synthétique », l'identification de l'impact respectif de différents aménagements existants ou futurs susceptibles de contribuer à la maîtrise des rejets.

Aussi louables que soient ces différents objectifs, il reste nécessaire pour les atteindre de disposer d'un modèle et d'un dispositif de mesure correctement harmonisés, c'est-à-dire comparables sur des bases statistiques, aux erreurs de mesure et de modélisation près. Sur ce dernier point, les objectifs visés sont de l'ordre de 10 à 20 cm pour des comparaisons portants sur les niveaux d'eau et de 10 à 20% pour des comparaisons de débits.

3 APPLICATION AU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DES HAUTS-DE-SEINE

Les principes énoncés précédemment ont été mis en œuvre, à titre d'essai, sur l'ensemble des réseaux de la partie nord du département des Hauts-de-Seine (Boucle de Gennevilliers), pour l'année 2007.

Les exemples de comparaison donnés ci-après concernent une zone de collecte d'environ 240.000 équivalent-habitants, de surface active estimée à près de 580 hectares, couvrant tout ou partie des communes de Nanterre, la Garenne-Colombes, Colombes et Gennevilliers.

Comme le montrent les figures 1 et 2, il semblerait que d'ores et déjà, la mesure et la modélisation des rejets aux déversoirs d'orage soient à peu près comparables, ce qui montre un bon équilibre global des bilans de rejet à l'échelle de la zone de collecte. En effet, sur le secteur examiné, en moyenne pour l'ensemble de l'année 2007, les volumes de rejets modélisés sont 9% inférieurs aux volumes de rejet mesurés, ce qui paraît relativement acceptable pour une première approche. Toutefois, ces illustrations montrent aussi une certaine dispersion des résultats d'un événement pluvieux à l'autre. La valeur du coefficient de détermination $R^2 = 0,87$ montre que même à cette échelle, celle d'une grande zone de collecte, et pour ce pas de temps d'observation, la journée, la dispersion des écarts entre modèle et mesure reste significative. Comme Nielsen et al. (2007), force est de constater qu'à une résolution plus faible, c'est-à-dire à l'échelle du déversoir d'orage, les biais systématiques et la dispersion des écarts sont plus importants (voir tableau n°2 ci-après).

Nom exutoire		DO Pont d'Argenteuil		Seuil asservi Frankenthal		DO Péguy		Seuil asservi Pont de Bezons		DO Pont de Bezons		DO rue de Sartrouville		DO Nord / République	
Date	Hauteur pluie (mm)	MES	MOD	MES	MOD	MES	MOD	MES	MOD	MES	MOD	MES	MOD	MES	MOD
...															
06/08/07	12,7	0	48	0	0	668	1 061	444	0	396	0	5 427	3 553	4 796	0
07/08/07	12,3	46	0	4	0	823	571	556	1 032	870	0	3 484	1 318	1 542	0
08/08/07	20,2	20 935	11 305	214	0	4 710	5 331	1 441	9 270	3 170	0	14 906	16 873	8 531	2 096
...															
12/08/07	8,4	667	60	332	0	1 875	956	512	0	309	0	5 253	1 848	0	0
...															
19/08/07	14,3	0	0	643	0	3 098	1 075	250	0	274	0	2 659	3 038	669	0
20/08/07	4,9	0	0	0	0	93	0	0	0	0	0	0	418	0	0
21/08/07	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22/08/07	37,5	34 979	23 005	12	0	3 083	4 395	2 259	4 535	1 997	0	18 071	15 931	0	547
23/08/07	2,1	595	1 502	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24/08/07	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25/08/07	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26/08/07	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
...															
Total	113,1	57222	35919	1205	0	14351	13389	5462	14837	7017	0	49801	42978	15537	2643

Colonnes MES = rejet mesurés en m3. Colonnes MOD = volumes modélisés en m3. Les lignes manquantes correspondent à jours de temps sec, sans déversement.

Tableau 2 – Extrait du tableau de comparaison des volumes de rejets mesurés et simulés sur le secteur concerné, pour le mois d'août 2007. Ce tableau est restreint à quelques exemples sélectionnés pour illustration.

On note dans le tableau 2 que mesures et simulations sont relativement bien équilibrées au droit d'exutoires tels que le DO Péguy ou le DO Rue de Sartrouville. Dans d'autres cas par contre, mesures et simulations montrent des écarts systématiques, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre (DO du Pont d'Argenteuil ou DO Nord / République, Seuil asservi du Pont de Bezons). Dans ce dernier cas, le modèle affecte la totalité des rejets sur le seul seuil asservi du Pont de Bezons, au détriment du DO du Pont de Bezons, un barrage à poutrelles qui se trouve à proximité immédiate. L'équilibre global entre mesures et simulations au droit de ce nœud semble acceptable ; les écarts constatés au niveau des deux déversoirs pris un à un sont donc probablement dus à un problème local de modélisation (sous-estimation de pertes de charges ou erreurs de cote). Si l'on considère le seuil asservi Frankenthal, on constate que la mesure permet de détecter de faibles rejets lors de cinq pluies, tandis que le modèle ne les détecte pas ; on peut penser dans ce cas que l'on est en limite de résolution de l'exercice, telle qu'elle résulte des erreurs de mesures et de modélisation des débits déversés.

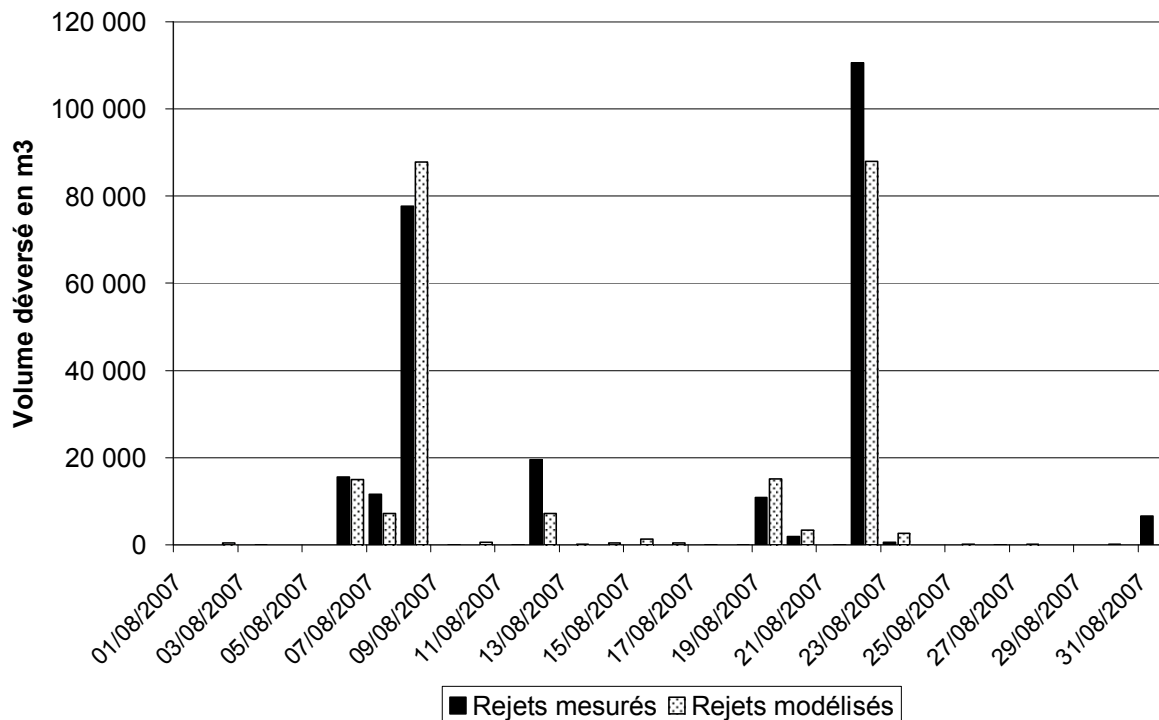


Figure 1 : Comparaison des bilans d'autosurveillance mesurés et modélisés à l'échelle d'une grande zone de collecte (CAA-CAB Nord - mois d'août 2007)

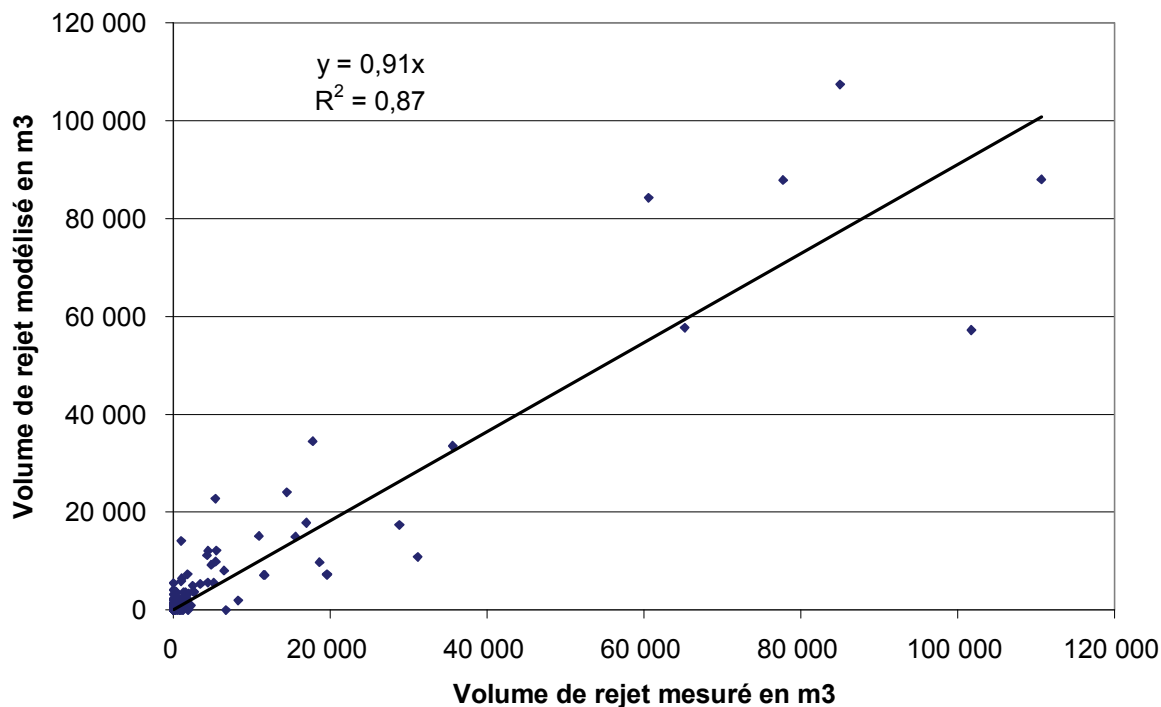


Figure 2 : Comparaison des bilans d'autosurveillance mesurés et modélisés à l'échelle d'une grande zone de collecte (CAA-CAB Nord – année 2007)

Pour cette zone de collecte, le modèle hydraulique calé permet d'estimer que le volume total d'effluents collectés – tous effluents confondus de temps sec et de temps de pluie - pour une année pluvieuse moyenne de 600 mm de pluie serait d'environ 18,2 Mm³, dont 2,5 Mm³ d'eaux pluviales. La totalité des apports de temps sec est acheminée vers le SIAAP. Sur les 2,5 Mm³ d'eaux pluviales collectées, près de 220.000 m³ sont déversés en Seine par les différents ouvrages de délestage de la zone de collecte. On en déduit que plus de 90% des eaux pluviales collectées par ce système unitaire à l'échelle d'une année est intercepté et transmis vers les émissaires du SIAAP, à destination de ses usines de traitement (Achères, Colombes...). A l'échelle de la pluie de période de retour mensuelle, ce taux d'interception des eaux pluviales est également de 90%. Notons que cette similitude avec le résultat précédent relève d'une simple coïncidence. A l'échelle de la pluie de référence retenue par le SIAAP (pluie triangle de durée 4 heures et de hauteur cumulée 16 mm), ce taux d'interception est estimé à 86%. L'extension de cette approche à l'ensemble des zones de collecte du Département des Hauts-de-Seine est en cours ; elle permettra prochainement de caractériser chacune de ces zones en fonction de sa capacité d'interception des eaux pluviales et par suite, de mieux identifier les secteurs prioritaires du point de vue de la maîtrise des rejets vers le milieu récepteur.

4 ANALYSE DES DIFFICULTES RENCONTREES ET ENSEIGNEMENTS

4.1 Principales causes de discordance entre bilans mesurés et bilans modélisés

Bien que globalement cohérents à l'échelle d'une longue période sur une grande zone de collecte, les regards fournis par chacun des deux outils considérés montrent des écarts systématiques et aléatoires d'ampleurs variables selon les déversoirs.

Les écarts systématiques peuvent avoir différentes causes :

- Erreurs systématiques de modélisation : surestimation ou sous-estimation locale des apports de temps sec ; surestimation ou sous-estimation locale des surfaces actives et des temps de réponse ; pertes de charges localement mal représentées (souvent sous-estimées) ; erreurs de cote altimétrique, notamment celles des déversoirs d'orage, que ceux-ci soient statiques ou régulés ;
- Erreurs systématiques de mesure et de calculs des bilans de rejet.

Les écarts aléatoires sont probablement liés aux facteurs suivants :

- Incertitudes de mesure et d'échantillonnage de la pluie, liées à la faible densité du réseau de pluviomètres et aux limites inhérentes à l'interprétation de l'imagerie radar ;
- Erreurs relatives à la connaissance de l'état initial et des conditions aux limites amont et aval du modèle ;
- Fluctuations saisonnières des apports d'eaux usées et d'eaux claires parasites ;
- Erreurs de modélisation liées aux simplifications adoptées : surestimation ou sous-estimation de la surface active liée à l'hypothèse de perte initiale constante et de coefficient de ruissellement constant ;
- Méconnaissance de l'état exact du réseau au fil du temps : dysfonctionnements ou indisponibilités locales et momentanées d'équipements électromécaniques non pris en compte dans le modèle ; état d'ensablement de certains collecteurs provoquant des rehaussements de ligne d'eau.

Par rapport à ce constat, plusieurs pistes complémentaires d'amélioration ont été lancées.

4.2 Pistes d'amélioration de la convergence entre bilans mesurés et bilans modélisés

4.2.1 Amélioration de la fiabilité des mesures

La question de la fiabilité des mesures est bien entendue prioritaire et s'appuiera sur le modèle hydraulique en tant que support de validation croisée : cohérence globale entre les données explicatives (population, eaux claires parasites, surfaces actives...) et les mesures ; cohérence des mesures entre elles le long d'un même cheminement de l'amont vers l'aval...

4.2.2 Mise en cohérence des lois de calcul de déversement

Au-delà des mesures physiques en réseau, des efforts seront engagés pour éliminer les discordances, dues à des différences de paramétrage entre l'outil de calcul de bilan et le modèle hydraulique. Ces écarts peuvent être les suivants :

- écart sur les caractéristiques géométriques des déversoirs, souvent la cote de déversement, qui a pu évoluer au cours du temps (souvent par modification volontaire de réglage), sans mise à jour simultanée dans le modèle et dans l'outil de calcul de bilan ;
- écart sur le choix du coefficient de débit du déversoir d'orage.

La remise à plat systématique du paramétrage de l'outil de calcul de bilan et de celui du modèle hydraulique va permettre d'unifier leurs paramétrages respectifs, par l'intermédiaire d'une base donnée commune, et de s'affranchir ainsi de cette cause première de discordance.

4.2.3 Amélioration de l'accès aux informations relatives à l'état du réseau

Les essais réalisés ont mis en évidence des discordances plus subtiles et par conséquent plus difficiles à élucider, probablement liées à la méconnaissance de l'état exact de la configuration quotidienne – au fil de l'eau - du réseau.

En particulier, certains dysfonctionnements tels que les colmatages de dégrilleurs ne sont pas retransmis au niveau du superviseur, avec parfois une incidence non négligeable sur le comportement des lignes d'eau en amont des stations de pompage. Toutefois, les informations de pertes de charges de ces équipements sont disponibles localement et peuvent être remontées en supervision pour permettre le conditionnement du modèle.

Les configurations momentanées mises en œuvre dans le cadre de l'exploitation du réseau (pour inspection, pour curage...) ou les états de consignation de certains équipements électromécaniques font l'objet d'un suivi détaillé par les services d'exploitation. Là encore, les travaux d'amélioration envisagés portent sur les conditions de leur mise à disposition sous une forme aisément exploitable à des fins de conditionnement du modèle.

Les états d'ensablement du réseau sont également susceptibles d'induire localement des discordances de comportement entre le modèle et la réalité. Ces incertitudes là resteront probablement difficiles à réduire.

4.2.4 Amélioration du calage du modèle hydraulique

La pertinence du modèle et la qualité du calage de ses paramètres ne peuvent être améliorées sans avoir préalablement renforcé les éléments précédents. Les points d'amélioration pourraient notamment comprendre un paramétrage plus fin des modèles d'apports en temps sec et en temps de pluie. Ils devraient concerner davantage l'amélioration de la description des pertes de charges, probablement à l'origine d'une partie des déséquilibres constatés au sein même des zones de collecte.

4.2.5 Modélisation systématique des bilans de rejet mois par mois, avec calcul d'un indicateur de cohérence

Afin de concrétiser ce processus, le Conseil Général des Hauts-de-Seine envisage de calculer mois

par mois son bilan de rejet à l'aide du modèle hydraulique, en complément du bilan d'autosurveillance issu des mesures. La cohérence des deux bilans sera gage d'une bonne maîtrise des différents outils utilisés. Les éventuelles discordances locales et conjoncturelles seront révélatrices de points d'amélioration à creuser. L'état général des écarts entre bilans de rejet modélisés et mesurés représentera un excellent indicateur de la qualité de ces deux outils, mais aussi de la connaissance que le maître d'ouvrage et son délégataire ont de l'état au jour le jour du réseau d'assainissement dont ils ont la responsabilité. De ce point de vue, à défaut d'être immédiatement opérationnelle, la démarche proposée pourrait apparaître comme un excellent levier d'amélioration.

5 CONCLUSIONS - PERSPECTIVES

L'utilisation du modèle hydraulique pour simuler des bilans de rejet aux déversoirs d'orage représente une piste d'amélioration à la fois du modèle lui-même et de la métrologie. Cette pratique peut contribuer à compléter et à renforcer les bilans d'autosurveillance, mais aussi à enrichir les possibilités d'interprétation. Cette démarche suppose au préalable un travail important de mise en cohérence des systèmes de mesures et des outils de modélisation. Les résultats obtenus en première approche mettent en évidence une bonne concordance globale des bilans de rejet à l'échelle de grandes zones de collecte, mais des disparités importantes d'un déversoir à l'autre et d'un événement à l'autre. Sans présenter à ce stade la résolution nécessaire pour atteindre les objectifs initialement fixés, la démarche engagée représente un important levier d'amélioration conjoint des deux outils, laissant ainsi présager le renforcement de leur intérêt à moyen terme, probablement d'ici deux ou trois ans.

BIBLIOGRAPHIE

Journal Officiel (2007), *Arrêté du 22 juin 2007, relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité, et aux dispositifs d'assainissement non collectifs recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO5*, Journal Officiel, n°162, 14 juillet 2007,

Nielsen, G.B., Nielsen, M.K., Mikkelsen, P.S., Madsen, H. Sulsbrück, P., Taylor, H. (2007). *Application of on-line data for CSO-calculation and its consequences*. Novatech 2007, Vol.3, 1583-1590.

Raynaud, O., Joannis, Lebouc, L., F., Billard, F. (2007), *Une méthodologie pour l'analyse des causes de surverses de réseaux séparatifs d'eaux usées*, Techniques Sciences Méthodes 2007, n°11, 19-25.