

Réseaux d'assainissement du Val de Marne en lien avec le réseau interdépartemental : fonctionnement, reconstruction et analyse

Sayed Shobair¹, Alexandra Mosset¹, Katia Chancibault^{1*}, Jean-Claude Linca², Alain Rabier², Ghassan Chebbo³

¹ IFSTTAR/GERS/EE

² CD94/DSEA

³ ENPC/LEESU

* katia.chancibault@ifsttar.fr

Résumé

Dans la suite de la reconstruction des réseaux d'assainissement interdépartementaux, de la Seine-Saint-Denis et des Hauts-de-Seine, nous nous intéressons ici au département du Val-de-Marne. Grâce aux documents d'autosurveillance disponibles et aux échanges avec la Direction des Services de l'Environnement et de l'Assainissement du Conseil Départemental du Val-de-Marne (DSEA 94), une synthèse du fonctionnement du réseau d'assainissement a été faite, valable pour l'année 2014. L'outil TOHR a permis la reconstruction d'un réseau simplifié et connecté au réseau interdépartemental déjà reconstruit. Le code a ainsi été modifié afin de privilégier le réseau unitaire par rapport au réseau séparatif, contrairement aux précédentes reconstructions. Des modifications supplémentaires ont aussi permis de ne pas reconstruire le réseau interdépartemental en même temps que celui du Val-de-Marne, mais d'utiliser la reconstruction faite en collaboration avec le SIAAP. Le réseau d'eaux pluviales est celui qui pose le plus de problème. Des travaux sont encore nécessaires. Quant aux réseaux unitaire et d'eaux usées, leur reconstruction montre quelques erreurs dans les zones les plus complexes du département (Seine rive gauche), alors que les résultats sont de bonne qualité à l'est du département.

Points clefs

- ✓ Synthèse du fonctionnement du réseau d'assainissement du Val-de-Marne
- ✓ Reconstruction du réseau en cohérence avec le réseau interdépartemental reconstruit antérieurement
- ✓ Reconstruction des réseaux d'eaux usées et unitaires cohérentes avec le réseau réel

1. Paris et sa petite couronne

1.1. Historique

La zone d'étude est constituée de la Ville de Paris et de trois autres départements qui sont le Val-de-Marne, la Seine-Saint-Denis et les Hauts-de-Seine. Ce territoire est très peuplé et fortement urbanisé. La ville de Paris a le plus vieux réseau d'égouts de la zone. Le premier égout de la Ville de Paris a été construit au 14^e siècle dans la rue Montmartre.

Pendant les siècles suivants, le système d'égout de Paris a connu une croissance insuffisante par rapport à la croissance démographique de la zone : jusqu'en 1878 Paris n'avait que 600km de réseau d'égout, ce qui a posé la question de traitement des effluents. Au milieu du 19^{ème} siècle un Ingénieur français nommé Eugène Belgrand a fortement contribué au développement du système d'égouts de Paris. Il en résulte la solution du « tout à l'égout », système unitaire qui conduit à la création de la première station d'épuration sur la ville d'Achères (APUR 2015). Ainsi, historiquement la plus grande part de la Ville de Paris et les communes des réseaux de système d'égouts voisins est équipée du système d'égout dit « unitaire ».

1.2. L'assainissement à Paris

Le système d'assainissement du Grand Paris (Lotfi et al, 2016a) est considéré comme complexe en raison de la présence de différents gestionnaires à différents niveaux et de la diversité des types de réseaux (coexistence de systèmes unitaire et séparatif dans une même zone). Le système d'assainissement de la zone était géré initialement selon 3 niveaux différents, interdépartemental, départemental et communal, chacun d'entre eux ayant des responsabilités distinctes. Cette gestion à 3 niveaux a évolué, avec la gestion du réseau communal transféré aux départements. Cependant, l'objectif final de ce travail étant de représenter le fonctionnement global du réseau pour l'année 2014, nous nous limiterons donc dans ce document à l'organisation à 3 niveaux.

1.2.1 Le réseau interdépartemental

Le réseau interdépartemental du Grand Paris est géré par le SIAAP. Il a en charge le transport et le traitement des effluents collectés. Le SIAAP a été créé en 1970. Il transporte et traite les eaux usées pour 9 millions de personnes dans Paris et autour avec des eaux pluviales et industrielles. Le SIAAP couvre 4 départements : Paris, Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis et Val-de-Marne, avec 180 communes dans le Val d'Oise, Essonne, Yvelines, Seine et Marne qui ont signé une convention/délégation avec le SIAAP. La Figure 1 illustre la zone d'emprise du réseau du SIAAP.

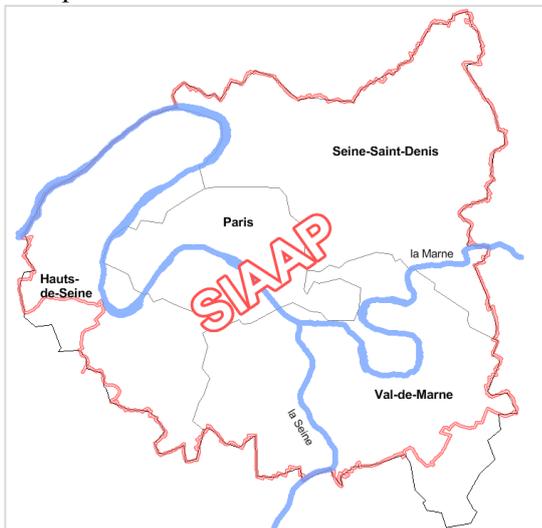


Figure 1. Territoire du SIAAP, délimité en rouge.

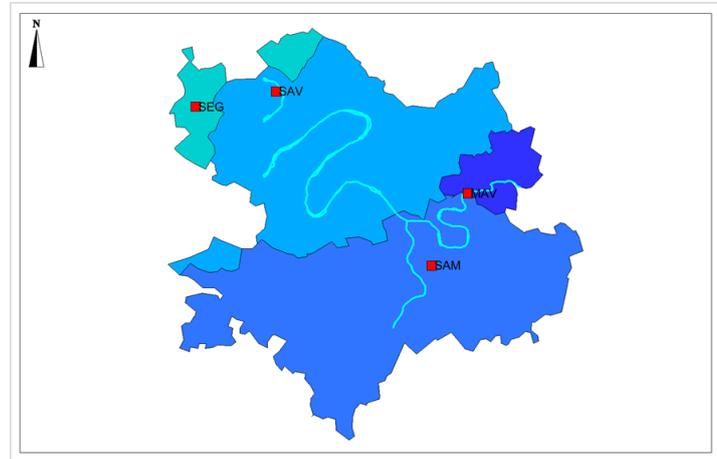


Figure 2. Stations d'épuration de Seine Aval (SAV), Seine Amont (SAM), Marne Aval (Marne Aval) et Seine Grésillons (SEG)

Le SIAAP a une surface totale de collecte de 1980 km², il traite environ 2.5 million m³ d'eaux usées par jour. Le réseau est long d'environ 440 km et les dimensions des réseaux sont comprises entre 1,9 m et 6 m de diamètre (Lotfi et al, 2016a). Le réseau se connecte à 6 stations d'épurations localisées en Île-de-France qui traitent les eaux usées et les rejettent. La surface drainée par chacune de ces stations est représentée en Figure 2.

Tableau 1. Liste des stations d'épuration et de pré-traitement

Station Epuration/ pré-traitement	Commune	Volume Effluent	Type de réseau
Seine Aval	Acheres (92)	2 300 000 m ³ /j	Unitaire
Seine Amont	Valenton (93)	800 000 m ³ /j	Séparatif/unitaire
Seine Centre	Colombes (92)	240 000 m ³ /j	Unitaire
Marne Aval	Noisy le Grand (94)	100 000 m ³ /j	Séparatif
Seine Gresillons	Triel sur Seine (78)	300 000 m ³ /j	Unitaire
Seine Morée	Blanc-Mesnil	50 000 m ³ /j	Séparatif

Pour gérer son réseau, le SIAAP utilise le système MAGES (Effluent Management Assistance Model) qui est une aide à la décision pour la gestion du flux interdépartemental. Cet outil centralise les données en temps réel

du réseau d'assainissement sur la zone de collecte, niveaux d'eau et débits dans les réseaux, aussi ceux des stations d'épuration. Il intègre les prévisions météorologiques du territoire fourni par Météo France. Le regroupement de toutes ces informations permet d'avoir une vue en temps réel de l'état du réseau d'assainissement de Paris ainsi qu'une prévision de son état futur. L'outil peut alors déterminer des scénarii de régulation des effluents à une échelle de la zone. Basé sur des prévisions météorologiques, cet outil permet à chaque situation d'être évaluée au cours des prochaines heures et de proposer un scénario optimisé de gestion pendant les deux heures suivantes. Il propose des directives pour l'exploitation des partenaires du SIAAP (SIAAP, 2012).

Il existe aussi différents outils de gestion ou supervision à l'échelle départementale comme GAASPAR (la Gestion Automatisée d'Assainissement Parisien) pour la Ville de Paris, NIAGARA pour le département de la Seine-Saint-Denis, GAIA pour celui des Hauts-de-Seine, VALERIE94 pour celui du Val-de-Marne et d'autres systèmes automatisés de gestion pour les syndicats de commune (Apur, 2015).

1.2.2 Le réseau départemental

Le département transporte les effluents collectés par les réseaux communaux ou départementaux vers le réseau interdépartemental. Ce réseau départemental collecte également les effluents des zones résidentielles qui ne sont pas dotées de réseau communal ou départemental. Chaque département possède ses propres services de gestion de l'assainissement départemental. Le SAP75 pour la ville de Paris, le Service départemental d'assainissement des Hauts-de-Seine, la Direction des services de l'environnement et de l'assainissement du Val-de-Marne (DSEA94) et la Direction de l'eau et de l'assainissement de la Seine-Saint-Denis (DEA93).

Comme mentionné précédemment, le plus ancien système d'assainissement est celui de la ville de Paris. Sa construction a débuté en 1856. La création du réseau a commencé par la collecte et le transport des eaux grises du centre de Paris jusqu'à Clichy. Mais la population a continué de se développer, donc le réseau s'est agrandi jusqu'à Achères. Comme le rejet des eaux usées provoquait d'énormes pollutions sur la zone, la première station d'épuration a été construite (Seine Aval).

Le département des Hauts-de-Seine est le département le plus urbanisé de France avec un taux d'imperméabilisation de 85% (CG92, 2006) et c'est pourquoi il est équipé d'un réseau dense et ancien. Son réseau a un linéaire de 530 km dont principalement du visitable. Il dispose de 17 stations de relèvement, 127 déversoirs d'orage correspondant aux 96 points de rejets en Seine (Lotfi et al., 2016a). Le réseau est majoritairement de l'unitaire à 67 % et 33% de séparatif principalement localisé dans le sud - est du département. Le département se situe à proximité de la Seine donc le réseau départemental est construit en fonction du cheminement de la Seine et avec des exutoires au milieu naturel en cas de surcharge du réseau.

Le département de la Seine-Saint-Denis est majoritairement unitaire, à l'exception des zones nouvellement urbanisées. Ainsi, le séparatif existe seulement dans les zones du sud-est et du nord-est du département ce qui correspond à 1/3 du réseau. Le réseau de système d'égouts de la Seine-Saint-Denis comprend 700 km d'égouts, dont 445 km sont visitables.

Le réseau départemental du Val-de-Marne est hétérogène, le système séparatif se situe à l'est et au sud du département et le reste (réseau principalement situé proche de Paris) est de l'unitaire. Les 2 systèmes peuvent aussi coexister dans une même zone. Le réseau du Val-de-Marne, à l'exception du réseau SIAAP, comprend 195.7 km d'unitaire, 253.7 km d'eaux usées et 357.4 km d'eaux pluviales (DSEA, 2010). La DSEA gère aussi un certain nombre d'ouvrages d'assainissement de maîtrise d'ouvrage SIAAP correspondant à 100 km. On expliquera en outre le réseau d'assainissement du département du Val de Marne dans le 2ème chapitre.

1.2.3 Le réseau communal

Ce réseau est géré par les communes ou des institutions publiques territoriales, qui assurent la collecte des eaux usées, pluviales et son transport vers le réseau départemental. Après la réforme territoriale de 2016, le réseau d'égout dans les communes est géré par des EPT (établissements publics territoriaux). Le réseau communal n'est pas pris en compte dans notre étude. Ainsi, il ne sera pas détaillé.

2. La zone d'étude : le département du Val de Marne

Le département du Val-de-Marne est situé dans le sud-est de Paris. Il a été créé en 1968 avec la loi pour la réorganisation de la région parisienne, votée le 10 juillet 1964. En conséquence, les départements de la Seine et de la Seine-et-Oise ont été supprimés. Désormais, l'Île-de-France est composée de sept départements

(incluant le département du Val-de-Marne). Le Val-de-Marne, a une superficie totale de 245 km². Il a une relation étroite avec l'eau : deux cours d'eau majeurs convergent sur son territoire, la Seine et la Marne, et plusieurs petits cours d'eau le traversent comme l'Yerres et la Bièvre (DSEA, 2010).

2.1. Les données fournies

Le Direction des Service de l'Environnement et de l'Assainissement nous a fourni de nombreuses données géoréférencées (*Tableau 2*). Dans l'ensemble les données étaient de très bonne qualité. L'ensemble des données, en plus des rapports d'auto-surveillance tels que le bilan annuel entrée-sortie, le bilan annuel d'auto-surveillance, des fiches d'ouvrages et la réunion avec la DSEA94, nous a permis de comprendre le fonctionnement du réseau dans sa globalité. Mais toutes les données n'ont pas été utilisées pour la reconstruction du réseau. Seules celles utilisées sont décrites ici. Nous ne disposons pas des données de la partie sud est dont l'assainissement est géré par le SyAGE.

Tableau 2. Liste des fichiers fournis par la DSEA 94 (juin 2017), leur contenu et l'utilisation pour la reconstruction.

Nom du fichier	Description	Utilisé pour la Reconstruction
ASSAIN_AVALOIR_point	Avaloir	Non
ASSAIN_CHAMBRE_point	Chambre de rétention de pollution et de décantation	Non
ASSAIN_CHAMBRE_polygone	Chambre de rétention de pollution et de décantation	Non
ASSAIN_DO_point	Déversoirs d'orage	Oui
ASSAIN_GALERIE_line	Galeries	Non
ASSAIN_PORTION_line	Réseau d'assainissement	Utilisé pour évaluation des résultats
ASSAIN_REGARD_point	Regards du réseau d'assainissement	Oui
ASSAIN_STATION_point	Stations de pompage , de mesure et dépollution	Oui
ASSAIN_STATION_polygone	Stations de pompage , de mesure et dépollution	Non

ASSAIN_DO_point: Ce fichier contient la liste de tous les déversoirs d'orage existant sur le réseau du Val-de-Marne. En outre, il inclut le type de réseau du déversoir (Figure 3a). Cependant, cette couche est en cours de révision pour être cohérente avec le dernier arrêté d'auto-surveillance du 21/07/2015.

ASSAIN_REGARD_point: Ce fichier inclut tous les regards avec les types de réseau, leurs altitudes respectives, qui sont cruciales pour le processus de reconstruction (Figure 3b).

ASSAIN_STATION_point: Ce fichier inclut les divers types de station du réseau du département du Val-de-Marne comme des stations anti-pollution, de dépollution, de mesure, de pompage et réglementaires (Figure 3c)

ASSAIN_PORTION_line: Ce fichier décrit le réseau départemental du Val-de-Marne, qui comprend tous les réseaux, unitaire, eaux usées et eau pluviale. Ces données sont une référence pour évaluer le réseau reconstruit simplifié par TOHR (Figure 4).

a)

b)

c)

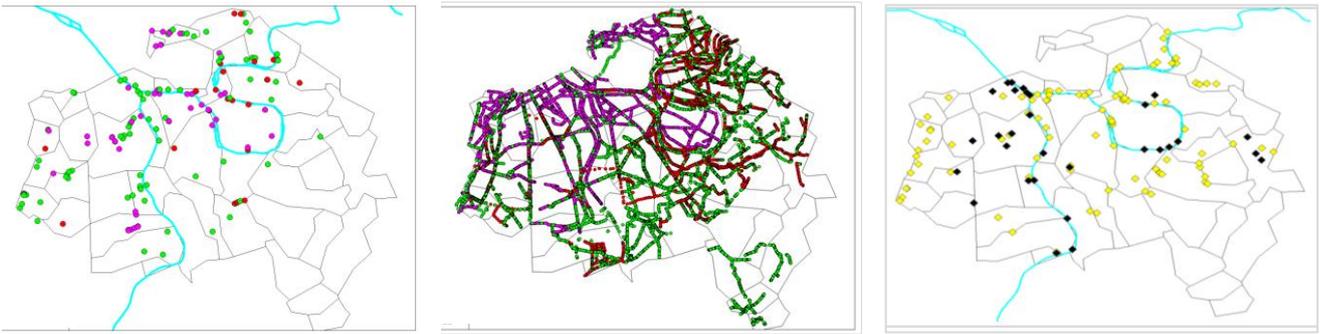


Figure 3. Cartographies des données fournies par la DSEA94 (en juin 2017). a) Déversoirs d'orage (DO), sur les différents types de réseau, b) regards des différents types de réseau. Les types de réseau sont eau pluviale (vert), eaux usées (rouge) et unitaire (fuchsia). c) stations de pompage, anti-pollution, de dépollution et réglementaires du réseau. Seules celles en noir ont été conservées pour la reconstruction.

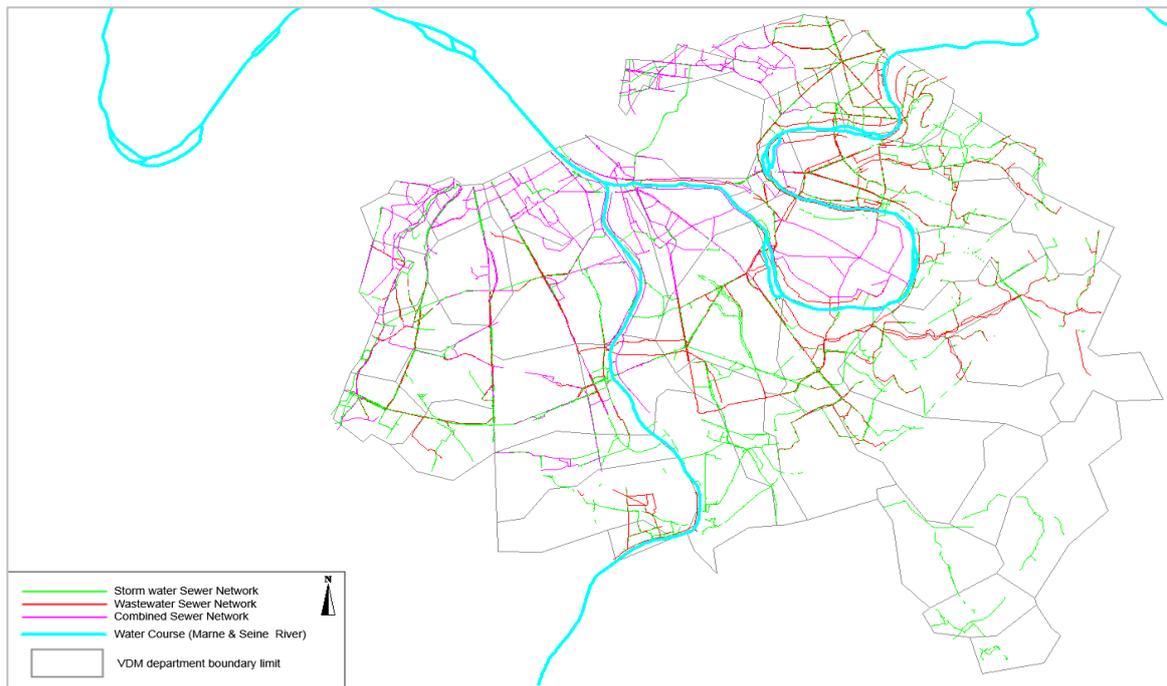


Figure 4. Cartographie du réseau d'assainissement du département du Val de Marne, fourni par la DSEA 94. En fuchsia, les tronçons du réseau unitaire, en rouge ceux des eaux usées et en vert ceux de l'eau pluviale.

2.2. Le fonctionnement du réseau d'assainissement

2.2.1 Les principaux collecteurs et les usines

Le traitement des eaux usées est sous la responsabilité du SIAAP. Principalement deux usines de traitement traitent les eaux usées produites par le département du Val-de-Marne, à savoir Seine Amont et Seine Aval. Seine Amont traite non seulement la plus grande partie des effluents produits par le Val-de-Marne, mais aussi en partie ceux provenant des départements de l'Essonne, la Seine-Saint-Denis, les Hauts-de-Seine et Paris en beaucoup plus faibles proportions. La station de Seine Amont a une capacité de traitement de 600000 m³ d'eau par jour pouvant atteindre, par temps de pluie 1500000 m³.j⁻¹ (SIAAP, 2014).

Les effluents transportés, que ce soit des eaux usées ou de pluie, sont principalement contrôlés d'un point vue quantitatif par 209 points de mesure temps différé de la DSEA (année 2014).

Toutes les données précédemment décrites, les documents (DSEA, 2010 ; DSEA, 2014), ainsi que l'aide de la DSEA, nous ont permis de comprendre le fonctionnement général du réseau d'assainissement du Val de Marne tel qu'il existait en 2014. Le réseau de collecte et de transport du département du Val de Marne a des caractéristiques qui engendrent un fonctionnement complexe : il est fortement maillé et régulé.

De plus la DSEA est responsable du transport d'effluents, collectés par les réseaux communaux, vers le réseau interdépartemental pour le département du Val-de-Marne. Mais dans certains cas, le réseau départemental peut directement collecter les eaux usées de maisons où il n'y a pas de réseau communal disponible. En plus des 3 niveaux de réseau (communal, départemental et interdépartemental), il existe dans le département du Val-de-Marne, d'autres types de réseaux : privés et intercommunaux. En effet, comme pour d'autres départements étudiés dans le cadre du programme PIREN-Seine (Lotfi et al, 2016b ; Beauvais, 2017), dans de nombreuses zones, il y a coexistence du réseau unitaire et du réseau séparatif. Sur les 47 communes que compte le département, 7 communes (Valenton, Villeneuve-Saint-Georges, Marolles-en-Brie, Mandres-les-Roses, Perigny-sur-Yerres, Santeny, Villecresnes) gèrent leur assainissement au sein du Syndicat Intercommunal pour l'Assainissement de la Région de Saint Villeneuve Georges (SyAGE).

Le réseau géré par la DSEA a une longueur totale de 941 km, qui inclut l'unitaire, les eaux pluviales et les eaux usées. Sur ces 941 km, seulement 397 km sont visitables (DSEA, 2010).

De façon schématique, le réseau départemental peut être partagé en deux secteurs (*Figure 5*) : unitaire pour les ouvrages issus de l'ex-département de la Seine ou encore pour la partie urbanisée et ancienne du Val-de-Marne, proche de Paris et séparatif pour les ouvrages de l'ex-département de la Seine-et-Oise ou encore pour la partie urbanisée la plus récente.

De plus, le réseau départemental présente les caractéristiques générales suivantes :

- une ossature convergeant vers Paris, réseau dit de surface. En effet, le développement de l'assainissement en région parisienne s'est fait, jusqu'au début des années 80, en transportant, par l'intermédiaire de grands émissaires, les effluents vers l'usine d'épuration « Seine Aval » située à l'ouest de Paris à Achères (78).
- De nombreux points de contact avec le milieu naturel (Seine, Marne, ainsi que les petits cours d'eau non domaniaux) : 109 points de rejets départementaux et 5 points de rejets interdépartementaux, ceci étant dû au réseau hydrographique particulièrement développé (année 2014).
- Un réseau profond spécifique supplémentaire construit dans les années 1980-1990 (réseau «Valenton») qui intercepte et déleste les principaux ouvrages. Ce réseau achemine une partie des effluents du Val-de-Marne vers l'usine d'épuration « Seine Amont » située à Valenton.

Ainsi, les apports d'eaux usées du Val-de-Marne peuvent être évacués soit vers l'usine d'épuration Seine Amont située à Valenton ; soit vers la zone de collecte aval (Seine Aval, Seine Centre et Seine Grésillons).

Plus précisément, suivant l'origine des effluents (rive droite ou rive gauche de la Seine), les exutoires peuvent être différents. Les effluents collectés en rive **droite de Seine** sont drainés vers le réseau profond VL en temps sec et rejoignent l'usine Seine Amont via la station de pompage VL2. Par temps de pluie, les effluents sont répartis entre le réseau profond VL et le réseau de surface raccordé à l'usine de l'Île Martinet. Au niveau de cette usine, les effluents sont envoyés préférentiellement (depuis avril-mai 2006) vers Seine Amont via le VL9 depuis 2014 et SESAME). En cas de fortes pluies, les effluents sont envoyés vers Seine Aval via l'Emissaire Nord Est (ENE). Le réseau VL comprend 6 collecteurs principaux et une station de pompage. Le Tableau 3 détaille les zones desservies par les 6 collecteurs principaux.

Pour les effluents collectés en rive **gauche de Seine** (réseau de surface), depuis début 2006, le réseau d'assainissement de la Vallée de la Bièvre est drainé préférentiellement vers Seine Amont à partir du nœud hydraulique de Cachan (via la LCC et le VL10). En cas de pluies exceptionnelles une partie des apports de la Vallée de la Bièvre est évacuée, par surverse, vers l'ES2B. En revanche, les eaux de la Bièvre sont évacuées vers l'ES2B (il existe une surverse possible vers le collecteur Bièvre aval, au droit du nœud Méricourt qui n'est sollicitée qu'en cas d'événements pluvieux intenses). Les apports du bassin versant unitaire de l'Emissaire de Villejuif (zone ouest du département) rejoignent l'usine de l'Île Martinet via le RGS (confluence Seine et Marne) (contrairement à ce qu'indique la *Figure 5*). Au droit de cette usine les effluents sont envoyés préférentiellement vers Seine Amont via le VL9, et, pour de fortes pluies, vers les autres usines via l'Emissaire Nord Est. Les apports collectés à l'amont de la station RGS sont orientés préférentiellement vers Seine Amont via VL4, ou vers l'Île Martinet (via le RGS aval).

En résumé, le réseau est composé d'un réseau superficiel de collecte (historique) (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) et d'un réseau profond de transport VL (*Tableau 3*). Les connexions se font via des maillages (Lotfi et al, 2016a ; DSEA, 2010).

Tableau 3. Liste des collecteurs principaux et les zones desservies par chacun.

Nom du collecteur	Communes desservie
VL3c	Seine-Saint-Denis, Perreux-sur-Marne avec des effluents provenant du réseau séparatif de Fontenay-sous-Bois via VL3b, Nogent-sur-Marne Joinville-le-Pont
NCSM	Nogent-Champigny-Saint-Maur alimente le collecteur VL3b
VL3b	Seine St Denis, Bry-sur-Marne, partiellement Plessis-Trévisé, Villiers-sur-Marne, Champigny-sur-Marne, Saint-Maur-des-Fossés, et les effluents collectés par VL3c
VL3a	les effluents collectés par VL3b, et une petite portion des effluents de Bonneuil a et Créteil
VL4	Vitry-sur-Seine, Choisy-le-Roi, Thiais et Orly
VL1	Les effluents du VL4, VL3a et du collecteur EU RN6
VL6	Queue en Brie, Chennevieres-sur-Marne, Ormesson-sur-Marne, Noisieu, Sucy en Brie, Boissy-Saint-Léger, Limeil-Brevannes, une petite partie de Plessis- Trévisé, St Maur (via L7) et Bonneuil (via L7) + une partie de Seine et Marne
Ouvrage XI	Ce collecteur cours le long de la Marne, à Perreux-sur-Marne, Nogent-sur-Marne et Joinville le Pont. Il alimente les collecteurs NCSM +VL3c en temps sec et RDM pendant les périodes de pluie.
RDM	(Rive Droite de Marne) Ce collecteur cours le long de la Marne à Saint Maurice et Charenton-le-Pont. Il reçoit les effluents seulement par temps de pluie. + 1 BV de Saint Maurice
Ouvrage XII	Ce collecteur alimente les collecteurs VL3b, VL3c et RDM.
Ouvrage XIV	Ce collecteur alimente VL3a ou la station Île Martinet.
EU RN6	Ce collecteur alimente VL1 ou la station Île Martinet.
RDS amont	(Rive droit de Seine) Ce collecteur alimente VL4 ou la station Île Martinet.

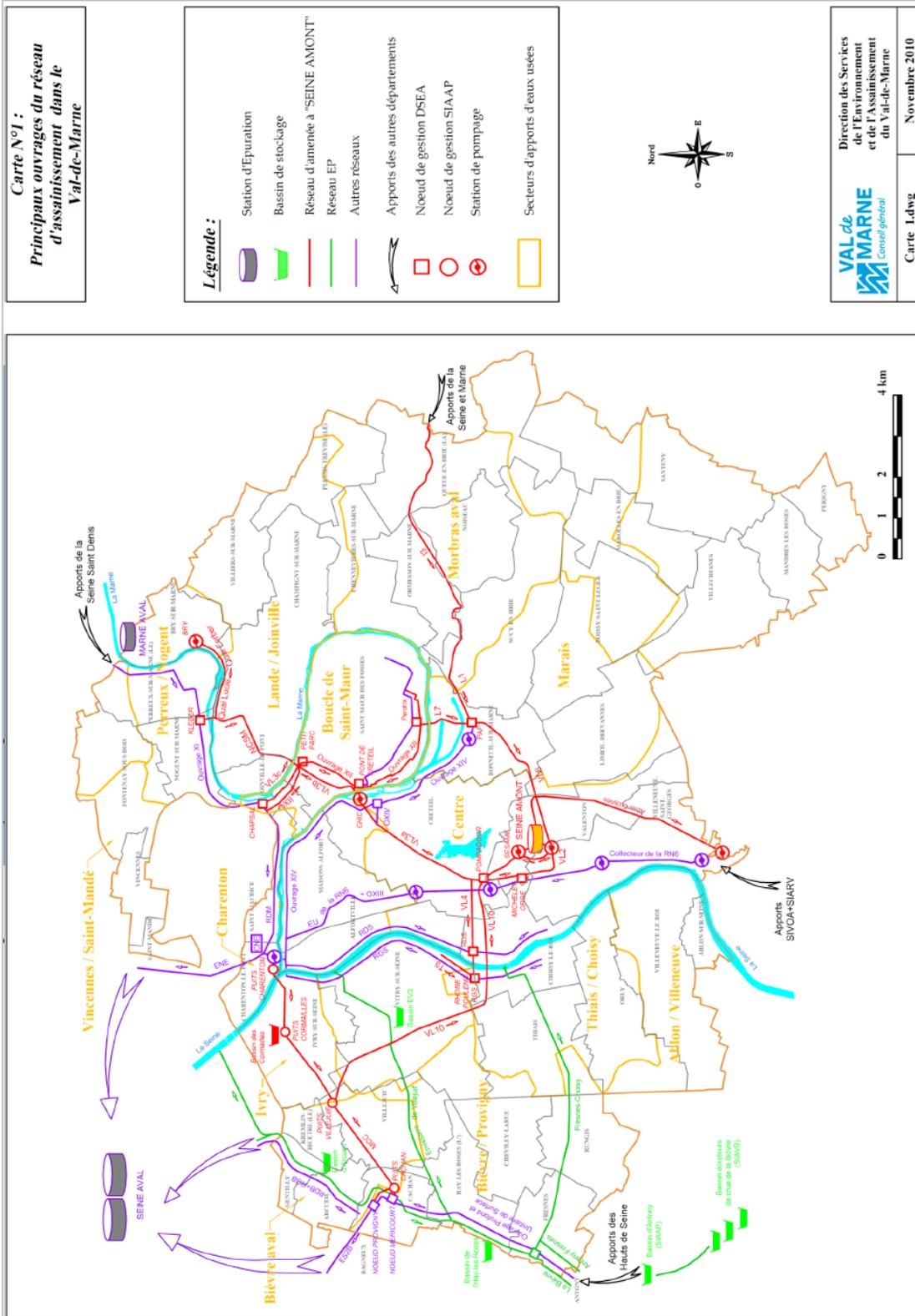


Figure 5. Représentation du réseau départemental du Val-de-Marne et de ses structures principales (DSEA, 2010) Ce schéma est antérieur à la création du VL9 SIAAP qui permet depuis 2014 de relier Île Martinet à la station de relèvement Sesame et à Seine amont.

2.2.2 Les déversoirs d'orage

Selon le manuel d'autosurveillance (DSEA, 2010), 11 points de déversement ont été choisis pour être contrôlés dans le cadre de l'Auto-surveillance (arrêté du 22 décembre 1994) et instrumentés à cet effet en 1997. Avec l'arrêté du 21 juillet 2015, ce nombre a nettement augmenté. Mais l'objectif global de ces travaux étant de simuler le fonctionnement du réseau hydrographique complet de Paris et sa petite couronne en 2014, nous ne nous intéresserons ici qu'à ces 11 déversoirs (Figure 6). Ces 11 points prioritaires figurent parmi les 143 points de rejet recensés dans le département du Val-de-Marne. Conformément aux exigences réglementaires, ils sont soumis à :

- la mesure de volume déversé en continu,
- l'évaluation de la qualité d'effluents.

Ils peuvent être classés comme :

- déversement d'origine unitaire venant par exemple des zones du collecteur RDM (Rive Droite de la Marne), du bassin versant de la station du Pont de Créteil, du collecteur de la rue du Bac, du collecteur Bois de Vincennes ou de l'émissaire Villejuif.
- Déversement mixte, collecté par temps sec (Fresnes-Choisy).
- Déversement de structures de maillage par temps sec depuis les eaux pluviales vers les eaux usées : par temps sec, les eaux polluées transitant dans les ouvrages d'eaux pluviales sont reprises et envoyées vers les ouvrages d'eaux usées par l'intermédiaire de reprises de temps sec. Mais par temps de pluie, le rejet se fait directement au milieu naturel. C'est le cas pour Lande branche Nord (pas équipé de reprise de temps sec), Lande Sud Plage, Lande Sud Eglise, Rue des Marais (pas équipé de reprise de temps sec).

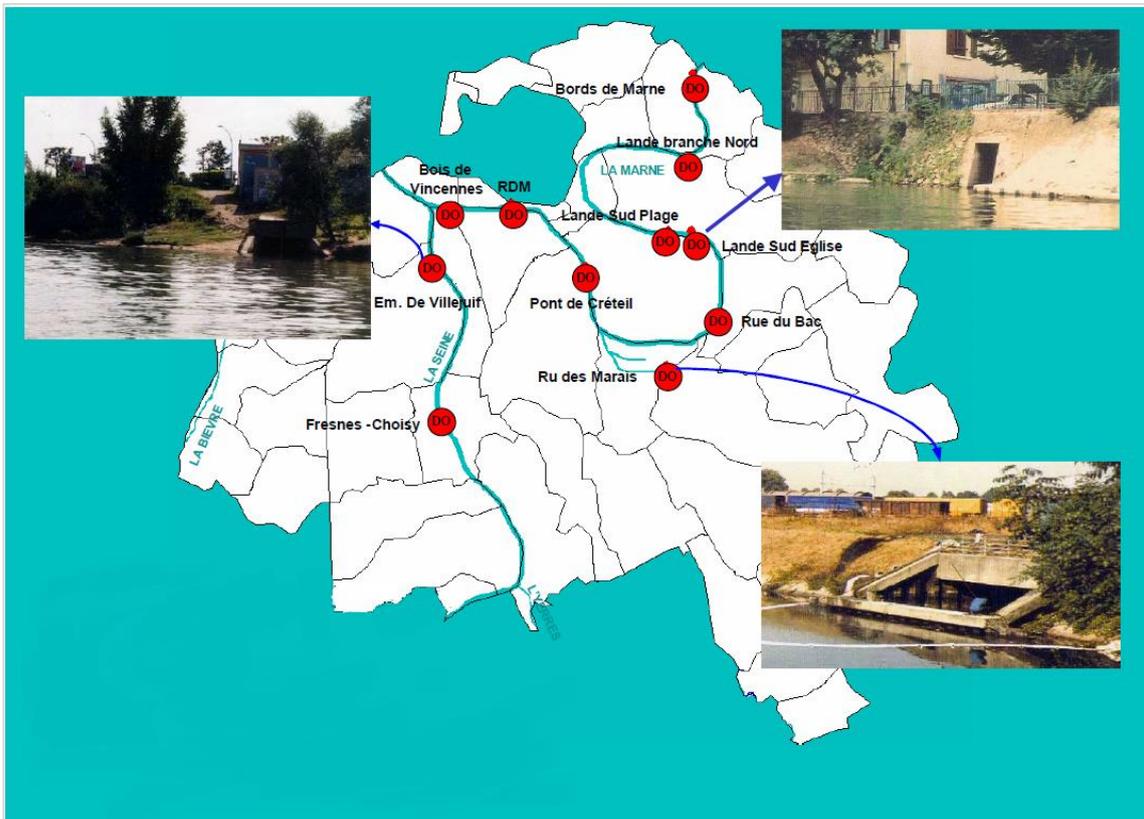


Figure 6. Cartographie des 11 déversoirs auto-surveillés en 2014 (DSEA, 2014).

2.2.3 Les bassins de stockage

La DSEA gère 25 bassins de rétention, mais ils ne sont pas tous pris en compte dans le bilan annuel d'auto-surveillance car certains d'entre eux ne fonctionnent que de temps en temps. Les volumes de stockage jouent un rôle stratégique particulièrement dans la gestion des flux et pour limiter les rejets et l'impact sur le milieu récepteur. Ainsi, ils sont régulièrement contrôlés et un bilan annuel de fonctionnement des bassins est réalisé chaque année pour l'auto-surveillance. Les huit principaux bassins de rétention sont présentés dans le *Tableau 4*.

Tableau 4. Principaux bassins de rétention du Val de Marne (DSEA, 2014)

Nom du Bassin	réseau	Capacité (m ³)	Description
Arcueil	Unitaire	25126	Stockage
Chevilly	Unitaire	13000	Stockage et dépollution
Cormailles	Unitaire	55337	Storage
EV3	Unitaire	47642	Stockage
Laiterie	Pluvial	20290	Stockage et dépollution
L'Hay les Roses	Unitaire	120280	Stockage
Mail des mèches	Pluvial	27983	Stockage
Sucy	Pluvial	9700	Stockage et dépollution

3. L'outil de reconstruction TOHR

TOHR a été initialement développé par Allard (2015) pour une application sur la zone de Nantes. Ce modèle a pour objectif de construire un réseau d'assainissement sous la forme d'un graphe orienté, permettant la connexion des mailles de la grille à partir de laquelle le modèle hydrologique TEB-Hydro segmente l'espace. Ce réseau doit donc être fonctionnel en représentant les différents types d'écoulement, mais simplifié, en lien avec la résolution de la grille. Ce modèle a dû être adapté aux particularités de la région parisienne. Il est détaillé par Lotfi et al. (2016b) ainsi que Beauvais (2017). Il ne sera donc que décrit rapidement dans ce document.

Les différentes étapes de la reconstruction du réseau hydrographique sont les suivantes :

- La sélection de la zone avec le réseau d'assainissement ;
- La sélection des nœuds ;
- L'ajout des ouvrages spéciaux (en cas de surcharge du réseau les stations de relevage et les stations d'épuration) ;
- La connexion des nœuds puis la connexion à la rivière.

Des modifications ont cependant été apportées depuis la version décrite dans Lotfi et al (2016b). La nouvelle version permet de conserver les nœuds choisis ainsi que les arcs reconstruits du réseau interdépartemental, validés par le SIAAP. Pour rappel, c'est la version qui privilégie le réseau unitaire au réseau séparatif qui est utilisée ici. Ceci implique qu'une maille de la grille ne peut contenir qu'un nœud du réseau unitaire ou un nœud du réseau d'eaux usées et un nœud du réseau d'eau pluviale. Enfin, le réseau interdépartemental est aussi privilégié par rapport au réseau départemental : si un nœud du réseau interdépartemental existe dans une maille, alors aucun regard du réseau départemental ne pourra être retenu.

3.1. Prétraitement des données

Les données fournies par la DSEA ont été pré-traitées et modifiées. Seuls les onze déversoirs d'orage auto-surveillés sont utilisés pour la reconstruction du réseau du Val-de-Marne. Ces 11 déversoirs d'orage font aussi partie de ceux utilisés par Lotfi et al (2016b) pour la reconstruction de réseau interdépartemental. En ce qui concerne la table des stations (ASSAIN_STATION), seules les stations de pompage ont été gardées car TOHR les utilise quand la fonction gravitaire du réseau n'est pas applicable.

La résolution des coordonnées géographiques des données étant supérieure à celle des données jusque-là utilisées (interdépartementales, Hauts-de-Seine, Ville de Paris, Seine-Saint-Denis), il a été nécessaire d'arrondir les coordonnées, afin de permettre une intersection avec les tables fournies par le SIAAP.

Comme TOHR traite chaque type de réseau séparément, deux fichiers de données ont été créés pour les données d'entrée. Un pour les regards du réseau d'eau pluviale, un autre pour ceux du réseau unitaire et du réseau des eaux usées.

Plus spécifiquement, des modifications des tables ont été nécessaires.

Après discussion avec la DSEA, il a été mis en évidence que le réseau dans la partie sud de Saint Maur des Fossés indiqué comme réseau d'eau pluviale fonctionnait en fait plutôt comme un réseau unitaire, puisque s'écoulant ensuite dans le réseau unitaire (*Figure 7*). Ceci a donc été modifié dans les tables fournies par la DSEA.

Dans la commune de Joinville, quelques regards d'eaux usées ont été supprimés. En effet, dans cette version de TOHR, compte-tenu de la configuration du réseau du département, il a été décidé de privilégier le réseau unitaire par rapport au réseau séparatif. Ainsi, si du réseau unitaire et du réseau séparatif coexistent dans une même maille de la grille, alors, seul un regard unitaire ne pourra être sélectionné dans cette maille, par TOHR. Par conséquent, seule la maille surlignée en jaune, *Figure 8*, ne pouvait contenir un nœud eaux usées, provoquant ensuite de mauvaises connexions avec les réseaux d'eaux usées alentours.

Les quelques regards (six) d'eau pluviale avec une altitude nulle ont été supprimés.

Dans certaines mailles, il y avait coexistence de stations de pompage du département et du SIAAP. Celles du SIAAP ont été privilégiées, afin de ne pas modifier le réseau interdépartemental reconstruit. Celles du département ont donc été supprimées, puisqu'une maille ne peut contenir deux types de réseau (départemental et interdépartemental).

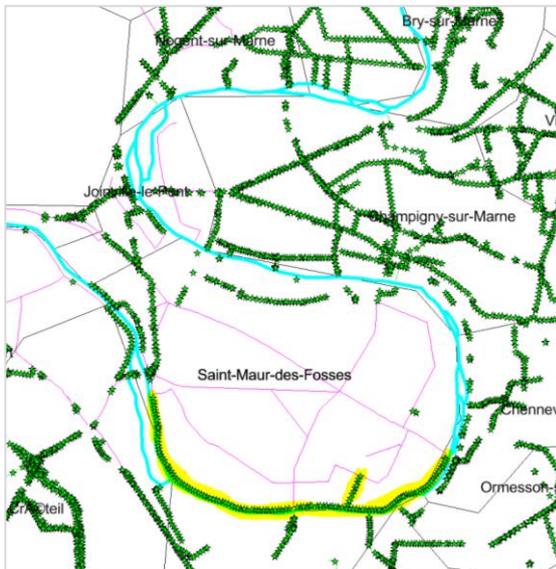


Figure 7. Localisation des regards du réseau d'eau pluvial (étoiles vertes) transformé en regards du réseau unitaire du Val de Marne (surlignés en jaune). Le réseau unitaire est représenté en fuchsia.

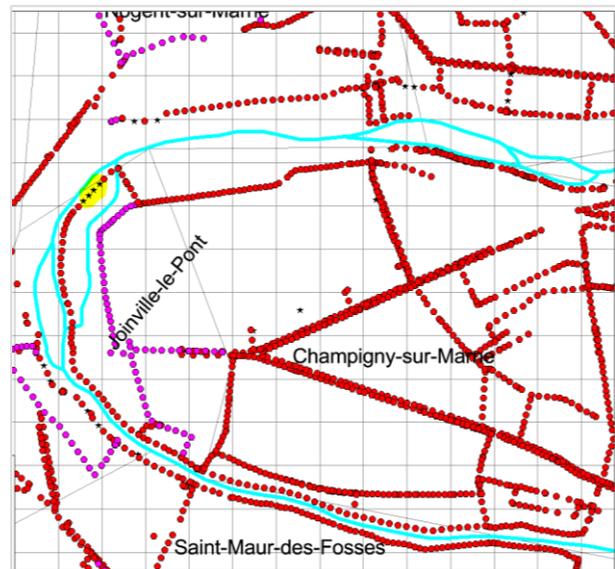


Figure 8. Localisation des regards du réseau d'eaux usées (ronds rouges) supprimés. Les regards du réseau unitaire sont représentés avec des ronds fuchsia.

3.2. Résultats de la reconstruction

La reconstruction est basée sur celle faite par Lotfi et al (2016b), pour le réseau interdépartemental. Les nœuds sélectionnés pour la reconstruction du réseau interdépartemental sont conservés et utilisés pour cette reconstruction. La grille a bien sûr été conservée, avec une résolution de 200m.

Plusieurs exutoires ont été définis, en fonction des principaux points de mesures auto-surveillés et des zones d'apports d'eaux usées (*Figure 9*).

L'évaluation du réseau d'assainissement reconstruit (*Figure 10*) peut être faite de différentes façons. La plus simple consiste à comparer les linéaires du réseau reconstruit à un réseau de référence. Une autre, plus objective et plus synthétique d'un point de vue hydrologique consiste à comparer les sous-bassins versants du réseau reconstruit à ceux fournis par les gestionnaires du réseau, en se basant sur les exutoires correspondants. Mais cette dernière approche n'est pas utilisée ici, car la reconstruction mérite d'être encore améliorée.

La *Figure 11* permet de faire une première évaluation des réseaux unitaire et d'eaux usées reconstruits simplifiés. Comme attendu, le réseau reconstruit est plus simple que le réseau réel, en particulier dans la partie nord-ouest du département. En effet, comme détaillé précédemment, le réseau réel du Val-de-Marne est constitué de nombreux maillages, (partie ouest du département (rive gauche de la Seine)), qui permettent de connecter le réseau de surface au réseau profond. Or le réseau reconstruit ne peut représenter au sein d'une même maille ces deux réseaux. Nous n'avons pour le moment intégré que 4 maillages sur le réseau reconstruit (*Figure 10*), mais ceci doit être discuté plus en détail avec la DSEA. A l'opposé sur la partie est du réseau, qui est séparatif, sans maillage, la reconstruction donne de très bons résultats.

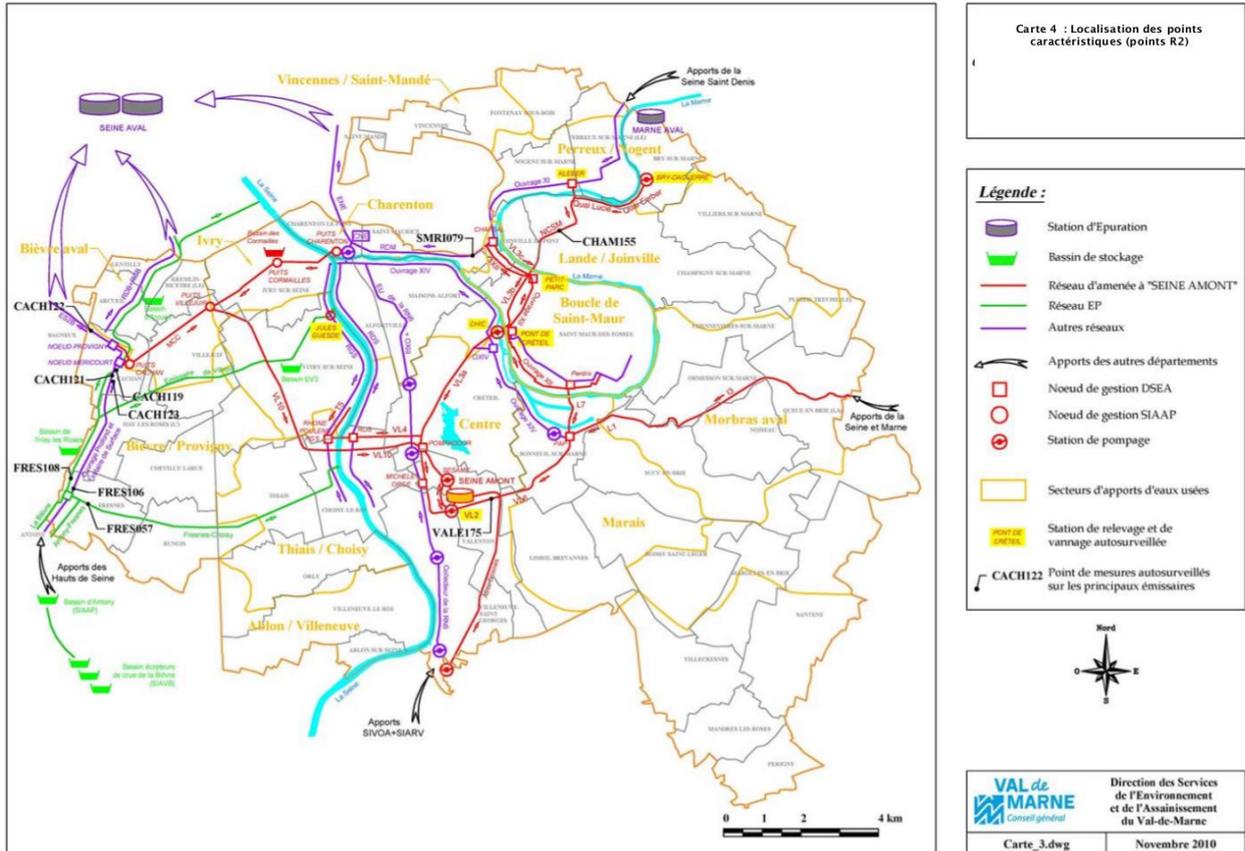


Figure 9. Cartographie des points de mesures auto-surveillés sur les principaux émissaires d'eaux usées et unitaires (noir) et les zones d'apport d'eaux usées (traits jaunes).

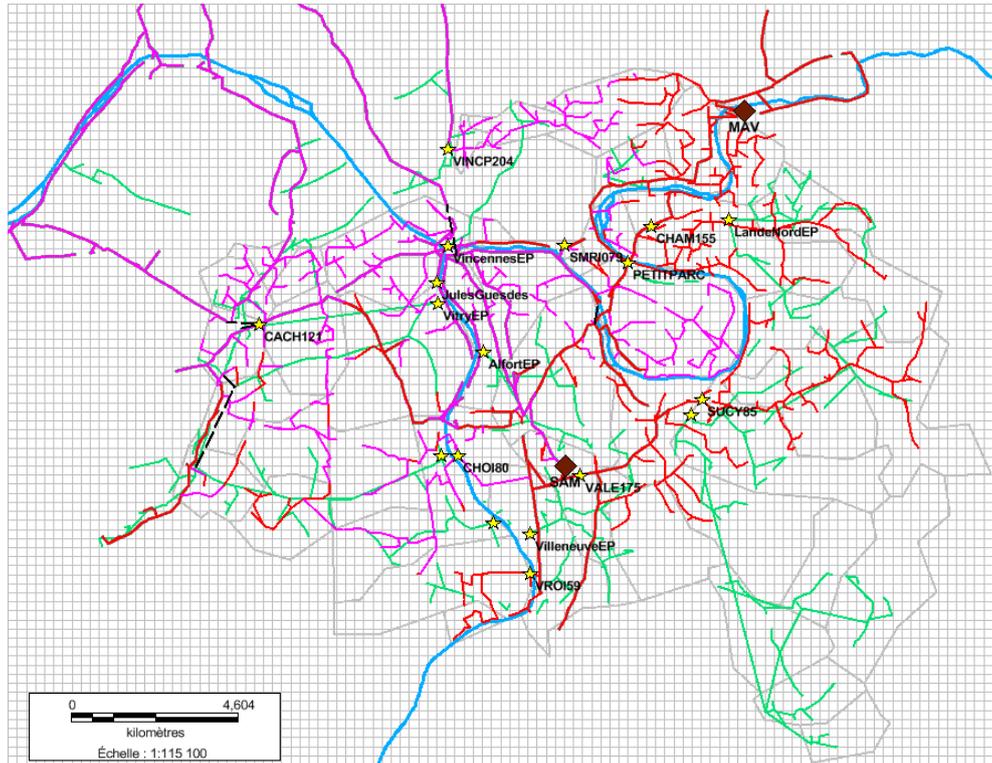


Figure 10. Réseaux d'eaux usées (rouge) et unitaire (fushia) reconstruits simplifiés. Le réseau de fonction interdépartemental est en trait épais alors que le réseau départemental du Val-de-Marne est en trait fin. Les stations d'épuration Marne aval (est), Seine amont (sud) et Seine aval (nord-ouest) sont représentées à l'aide de losanges, les exutoires à l'aide d'étoiles jaunes et les maillages en tirets noirs.

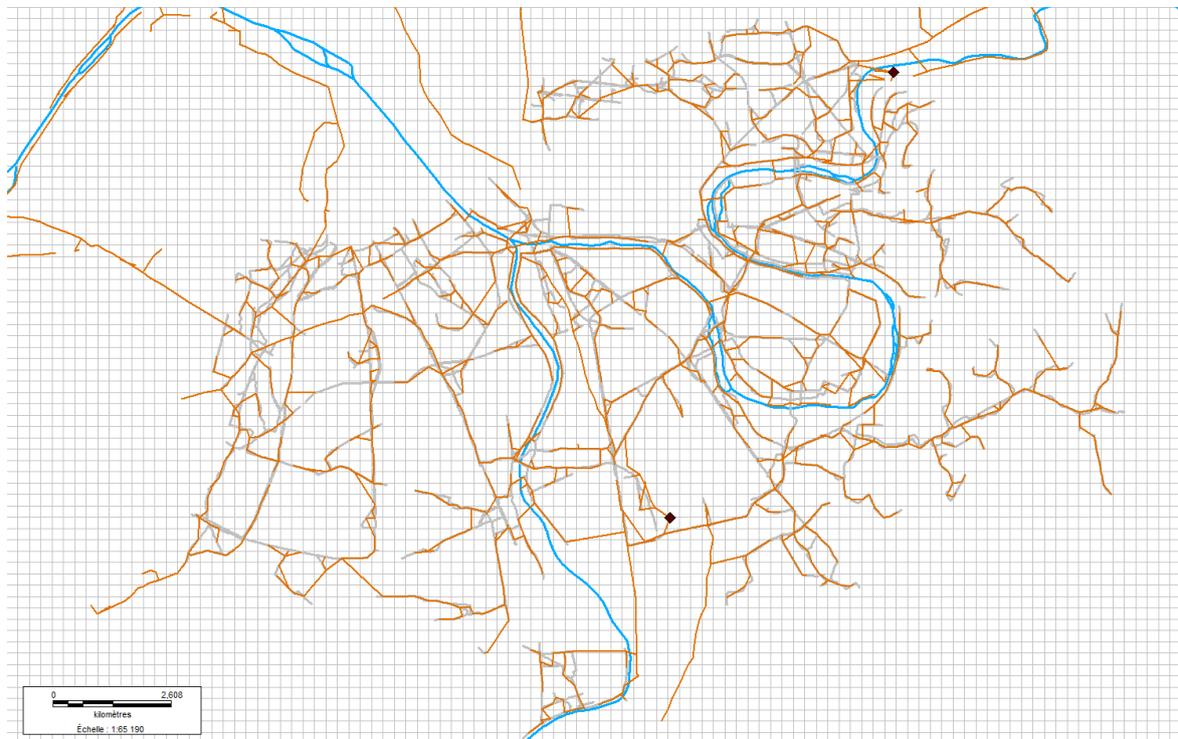


Figure 11. Superposition du réseau unitaire et d'eaux usées reconstruit et simplifié (en orange) avec le réseau réel du département du 94 (en gris). Le réseau hydrographique naturel est représenté (en bleu). Les stations d'épuration Marne aval (nord-est) et Seine amont (sud) sont indiquées (losanges).

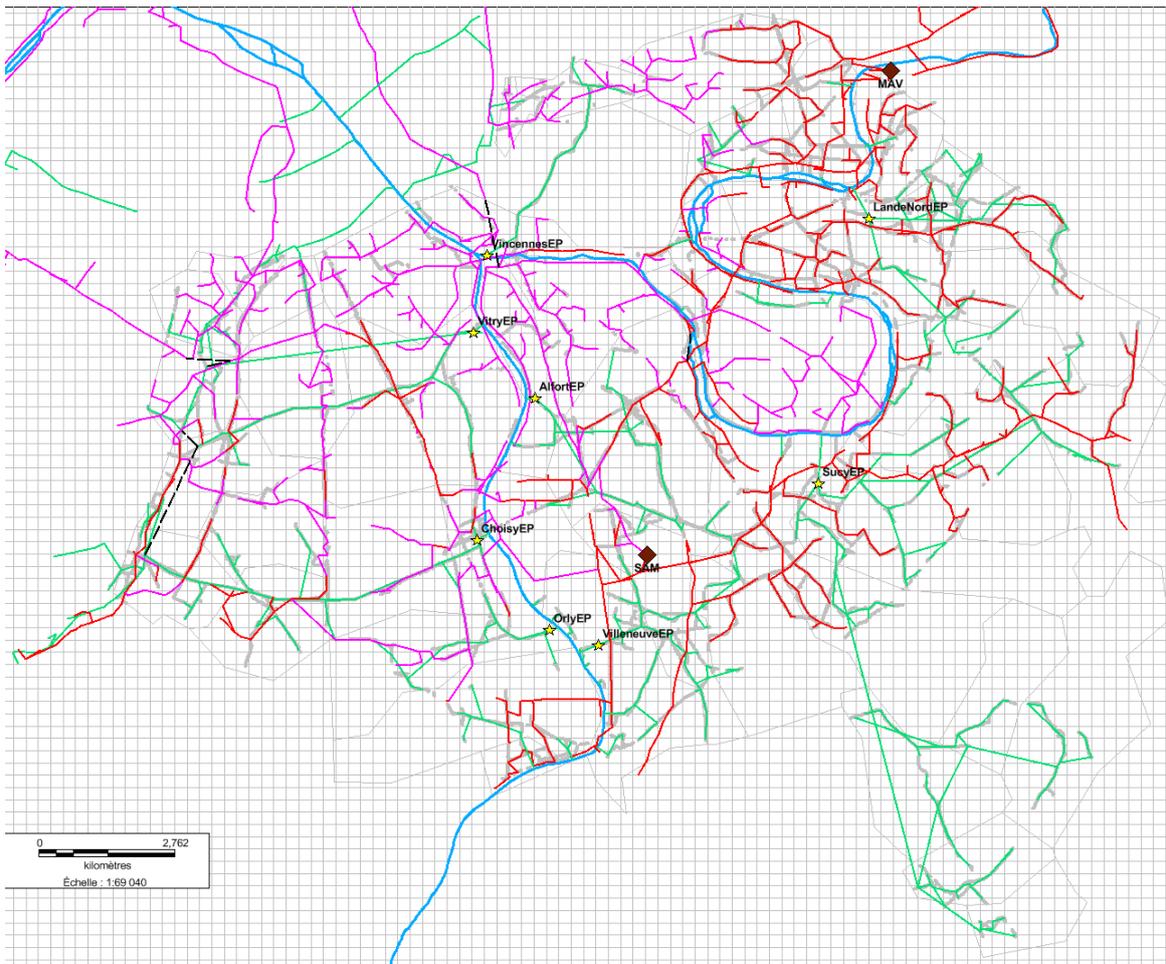


Figure 12. Cartographie du réseau d'eau pluviale reconstruit (vert) superposé au réseau d'eau pluviale réel (gris). Les réseaux reconstruits unitaires (fushia) et d'eaux usées (rouge) sont aussi représentés, ainsi que les exutoires du réseau d'eau pluviale (étoiles jaunes) et les stations d'épuration (losange).

La reconstruction du réseau d'eau pluviale peut être évaluée grâce à la Figure 12. Cette fois, il y a de nombreuses erreurs dans la reconstruction : de larges zones où aucun regard du réseau d'eau pluvial n'a été sélectionné existent. Lorsqu'un réseau unitaire est reconstruit il est normal de ne pas avoir reconstruit de réseau d'eau pluviale puisque le code TOHR ne peut faire coexister dans une même maille un réseau unitaire et un réseau séparatif. Mais lorsqu'un réseau d'eaux usées est reconstruit, un réseau d'eau pluviale peut l'être aussi. Or, on peut voir sur la Figure 11 que ce n'est jamais le cas. Ceci est dû à un problème du code qui doit être corrigé. De plus, le réseau hydrographique naturel de la BDCarthage que nous utilisons pour la reconstruction n'est pas complet, puisqu'il manque l'Yerres, Réveillon et ses affluents, Morbras et ses affluents, ce qui peut expliquer certaines mauvaises jonctions. En revanche, dans la zone entre la Bièvre et la Seine (rive gauche Seine), le réseau d'eau pluvial est bien reconstruit. Il correspond au réseau de fonction interdépartemental reconstruit par Lotfi et al, 2016.

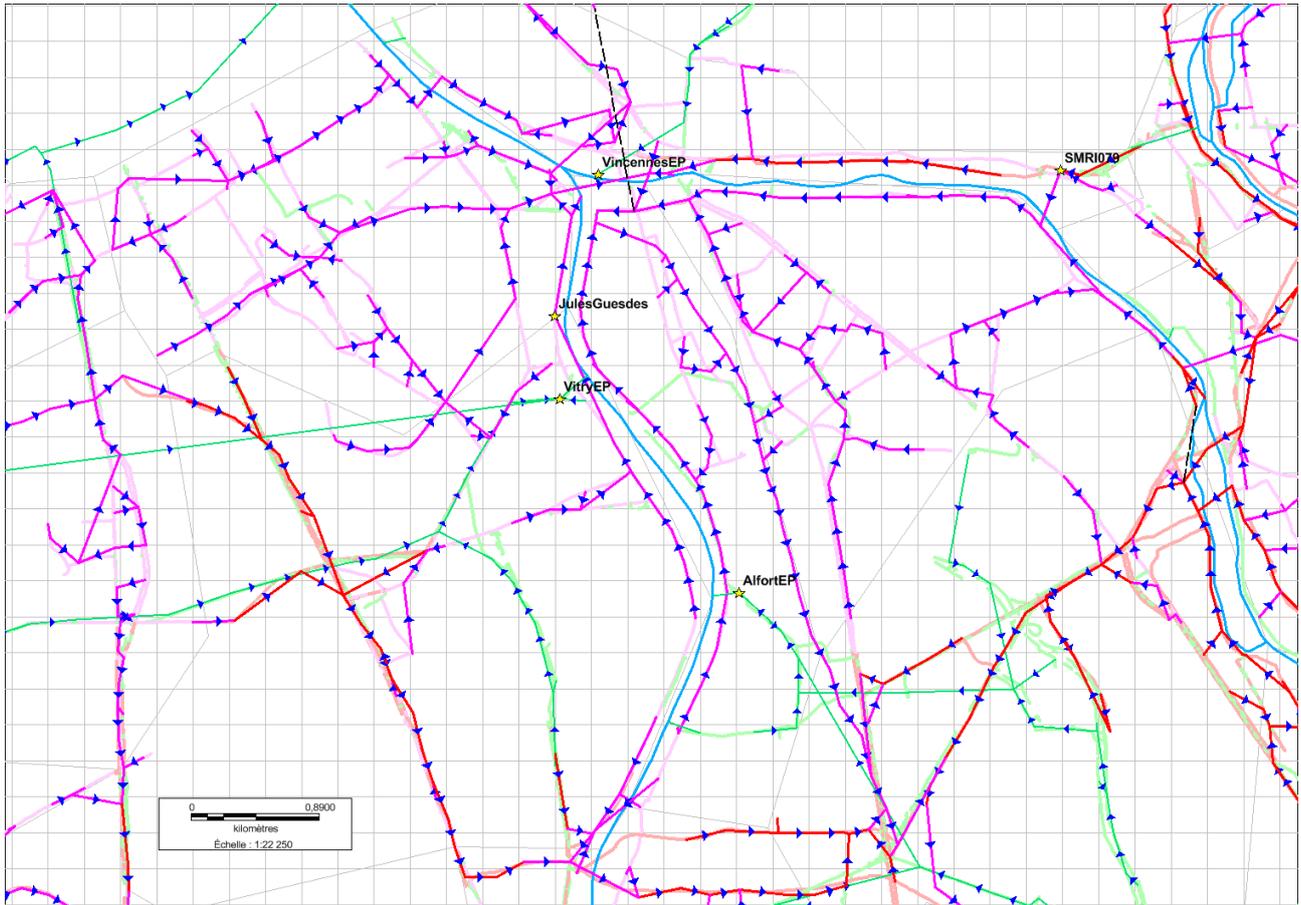


Figure 13. Cartographie des réseaux reconstruits (traits fins foncés) d'eaux usées (rouge), d'eau pluviale (vert), unitaires (fushia) superposés aux réseaux réels (traits épais clairs), sur la partie nord-ouest du département du Val de Marne. Les différents exutoires sont représentés avec les étoiles jaunes.

En zoomant sur la zone ouest (Figure 13), on distingue en effet que le réseau du département est fortement maillé, quel que soit le type de réseau. Pour choisir quels maillages ajouter à la reconstruction, nous devons à nouveau échanger avec la DSEA, afin de savoir comment fonctionne le maillage selon le type de temps, sous quelles conditions il est activé. On voit aussi la difficulté pour TOHR de reconstruire deux réseaux proches. Quant à la zone est (Figure 14), où les maillages sont moins nombreux, on observe une reconstruction de meilleure qualité : il y a moins de tronçons du réseau réel (clairs) visible, à part ceux du réseau d'eau pluviale, dans la partie séparative.

Conclusion

Le réseau d'assainissement de Paris et sa petite couronne est en cours de reconstruction, pour permettre la modélisation du cycle de l'eau complet de cette même zone, pendant l'année 2014. Les réseaux interdépartementaux, de la Seine-Saint-Denis et des Hauts-de-Seine ont déjà été reconstruits. Celui de la Ville de Paris est en cours de reconstruction. Il s'agissait donc de reconstruire le réseau départemental du Val de Marne en cohérence avec le réseau interdépartemental auquel il est connecté.

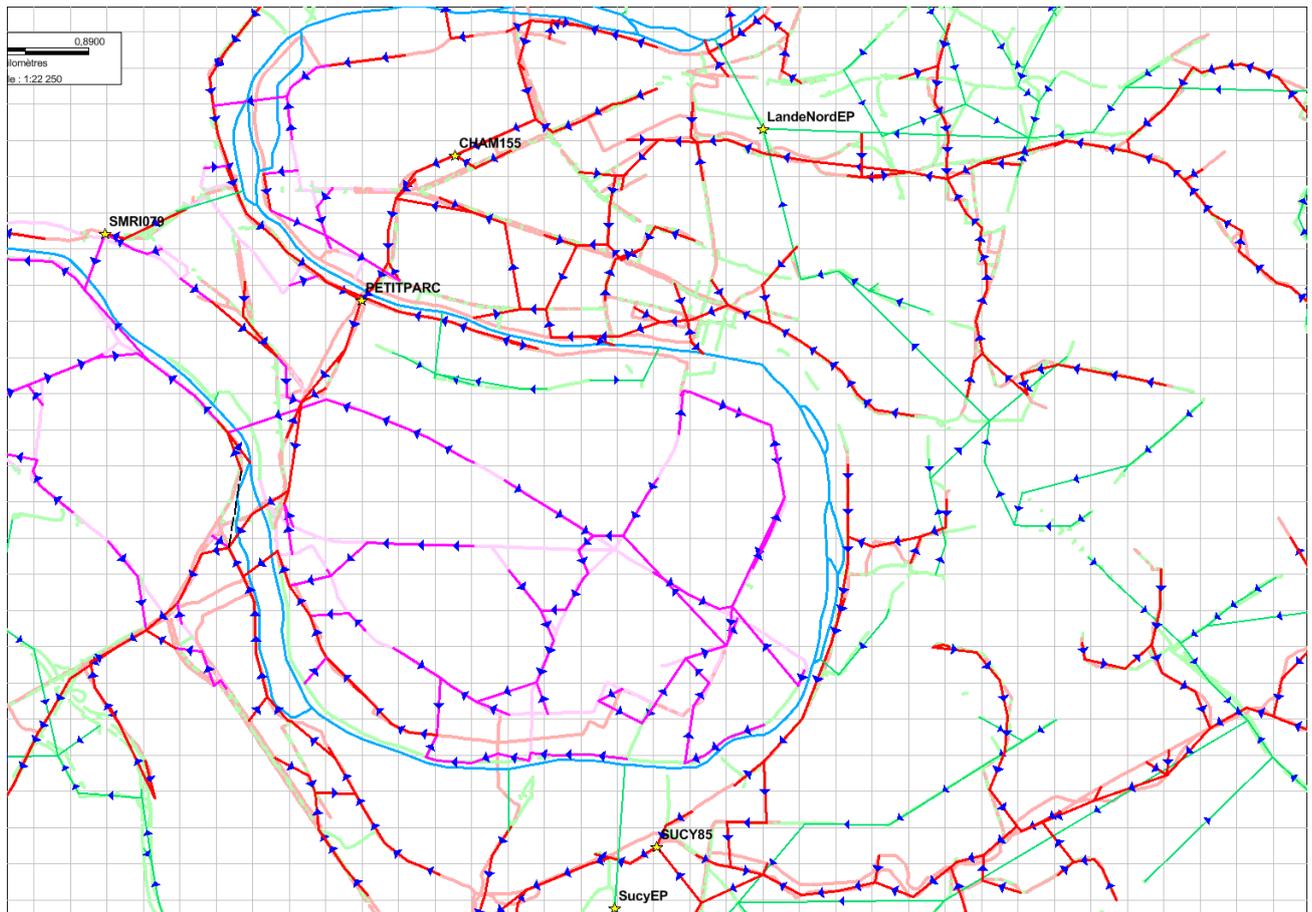


Figure 14. Cartographie des réseaux reconstruits (traits fins foncés) d'eaux usées (rouge), d'eau pluviale (vert), unitaires (fuchsia) superposés aux réseaux réels (traits épais clairs), sur la partie nord-est du département du Val-de-Marne. Les différents exutoires sont représentés avec les étoiles jaunes.

Le réseau du Val-de-Marne est le dernier que nous étudions, car le plus complexe. Comme les autres départements de la petite couronne, le réseau d'assainissement est constitué de différents types de réseaux. Mais dans le Val-de-Marne, pour des raisons historiques d'urbanisation, de nombreuses zones voient les réseaux unitaire et séparatifs coexister, avec en plus un réseau de surface et un réseau en profondeur (suite à la construction de la station de Seine amont). De plus, le réseau est constitué de nombreux tunnels de stockages. La collecte de données de qualité, les documents mis à notre disposition par le Conseil départemental du Val-de-Marne ainsi que les échanges avec les agents techniques ont permis de comprendre globalement le fonctionnement du réseau et la façon dont il est géré selon le type de temps.

Un pré-traitement assez léger des données fournies et nécessaires à TOHR (l'outil de reconstruction) a conduit à la reconstruction du réseau départemental, connecté au réseau interdépartemental. Cependant, contrairement aux autres départements, la complexité du réseau a induit une reconstruction du réseau interdépartemental parfois incohérent avec celle produite antérieurement et validée par le SIAAP. TOHR a donc été modifié, afin d'utiliser les reconstructions antérieures. De plus, la version privilégiant le réseau unitaire au réseau séparatif a été utilisée.

Les résultats sur le réseau d'eau pluviale sont médiocres. Un bug a été mis en évidence. Il est en cours de résolution. Par conséquent, en de nombreux endroits le réseau d'eau pluviale reconstruit n'est pas cohérent avec le réseau réel de même type. En revanche la reconstruction du réseau d'eaux usées et unitaire est de meilleure qualité, même si elle doit encore être améliorée, en collaboration avec la DSEA94. Elle donne de très bons résultats sur la partie est du département où le réseau est moins complexe, avec un réseau séparatif. Quant à la partie ouest, caractérisée par de nombreux maillages, les réseaux réels et reconstruits se recoupent moins bien. Mais l'ajout de maillage pourrait permettre d'améliorer la fonctionnalité du réseau reconstruit.

Une fois la reconstruction du réseau d'eau pluviale améliorée (suite à la correction du code TOHR), une évaluation globale par aire drainée (eaux usées et unitaire, eaux pluviales) sera produite. Cette approche offre une analyse plus hydrologique dans l'évaluation de la reconstruction.

Bibliographie

Allard, A. (2015). Contribution à la modélisation hydrologique à l'échelle de la ville: Application sur la ville de Nantes. Doctorat. Ecole Doctorale SPIGA de l'Ecole Centrale de Nantes.

APUR (2015). Préservation et valorisation de la ressource en eau brute - Une gestion métropolitaine des eaux pluviales.

Beauvais, C. (2017). Reconstruction du réseau hydrographique du département des hauts-de-Seine en vue d'une modélisation hydrologique. Stage de fin d'étude de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage.

CG92 (2006). Schéma départemental d'assainissement, *Conseil Général 92*

DSEA (2010). Manuel d'auto-surveillance du Conseil Général du département 94, *Direction des Services de l'Environnement et de l'Assainissement du département 94*.

DSEA (2014). Rapport d'auto-surveillance du Conseil Général du département 94, *Direction des Services de l'Environnement et de l'Assainissement du département 94*.

Lotfi, Z., K. Chancibault, C. Joannis, H. Andrieu, G. Chebbo, S. Azimi, and V. Rocher (2016a). Fonctionnement du réseau d'assainissement à l'échelle de Paris et sa petite couronne. Livrable du projet PIREN-Seine phase VII.

Lotfi, Z., K. Chancibault, C. Joannis, H. Andrieu, G. Chebbo, S. Azimi, and V. Rocher (2016b). Reconstruction du réseau d'assainissement à l'échelle de Paris et sa petite couronne. Livrable du projet PIREN-Seine phase VII.